

Χημεία

Β' ΛΥΚΕΙΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

ΤΟΜΟΣ 2ος

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 Μηχανι-
κός ΕΜΠ**

**Ηρακλής Αγιοβλασίτης, φοιτητής
στη σχολή Χημικών Μηχανικών
ΕΜΠ**

**Άννα Γάκη, φοιτήτρια στη σχολή
Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ**

**Βλάσσης Παπανικολάου, φοιτη-
τής στη σχολή Ηλεκτρολόγων
Μηχανικών ΕΜΠ**

**Επιστημονικός Συνεργάτης:
Μαρία Γιαλούση, Χημικός Δ/θμιας
Εκπαίδευσης**

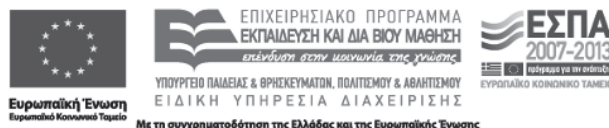
Γλωσσική Επιμέλεια:
Ελένη Δημητρίου

Τεχνική Επιμέλεια:
Στέλιος Λιοδάκης

Υπεύθυνος στο πλαίσιο του
Παιδαγωγικού Ινστιτούτου:
Αντώνιος Μπομπέτσας, 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**

ΤΟΜΟΣ 2ος

Ι.Τ.Υ.Ε. «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»



(2) ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ

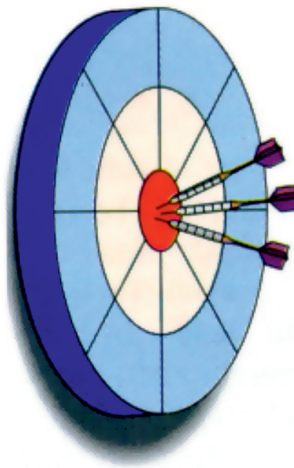
Οι Στόχοι

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 αιθενίου), 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 περιγράφεις 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

10 / 36

(2) ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ - ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ

Γνωρίζεις ότι...

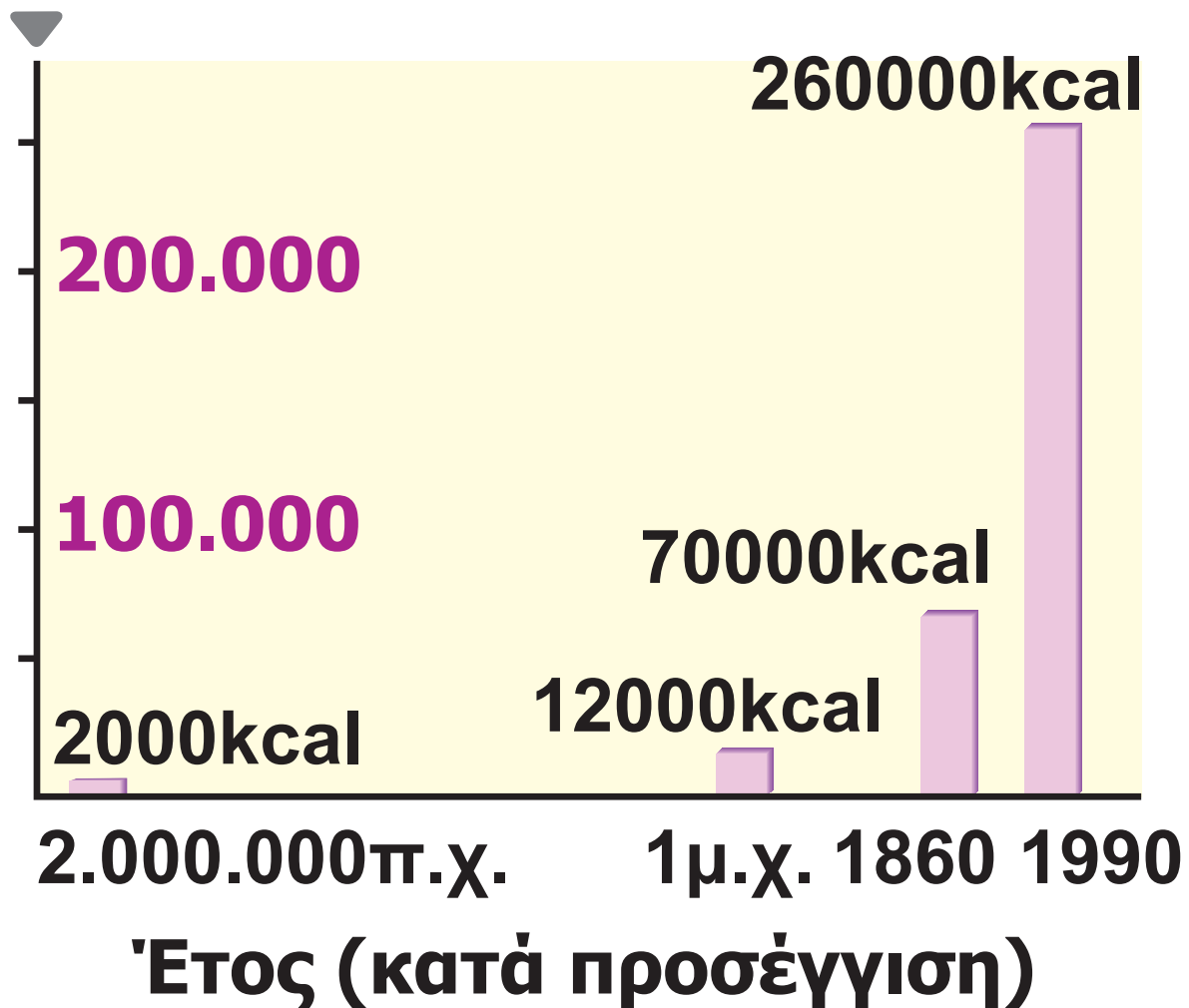
Ο σύγχρονος πολιτισμός -
βιομηχανική επανάσταση και
καύσιμα

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

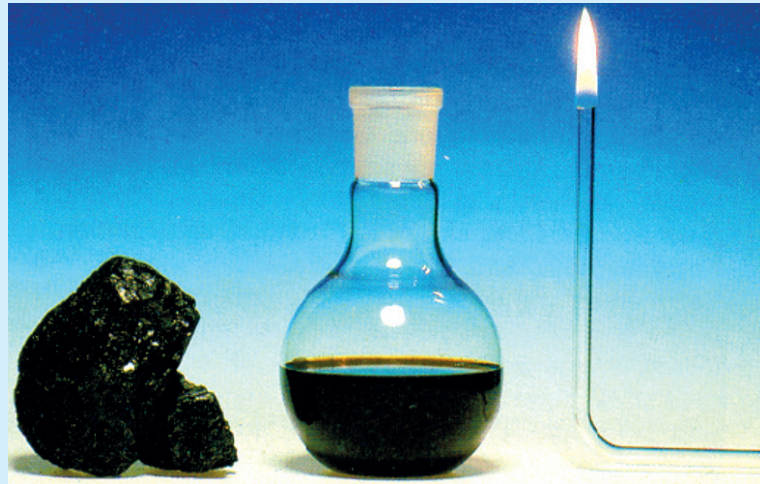
των ορυκτών πηγών ήταν η αύξηση της βιομηχανικής παραγωγής, η βελτίωση της διατροφής, η αύξηση του ορίου ηλικίας του ανθρώπου, η αύξηση του συνολικού πληθυσμού και η εμφάνιση νέου κοινωνικού και πολιτικού καθεστώτος. Η δυσανάλογη αύξηση του πληθυσμού και η συνεχής τάση για υπερκατανάλωση οδήγησαν στη 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

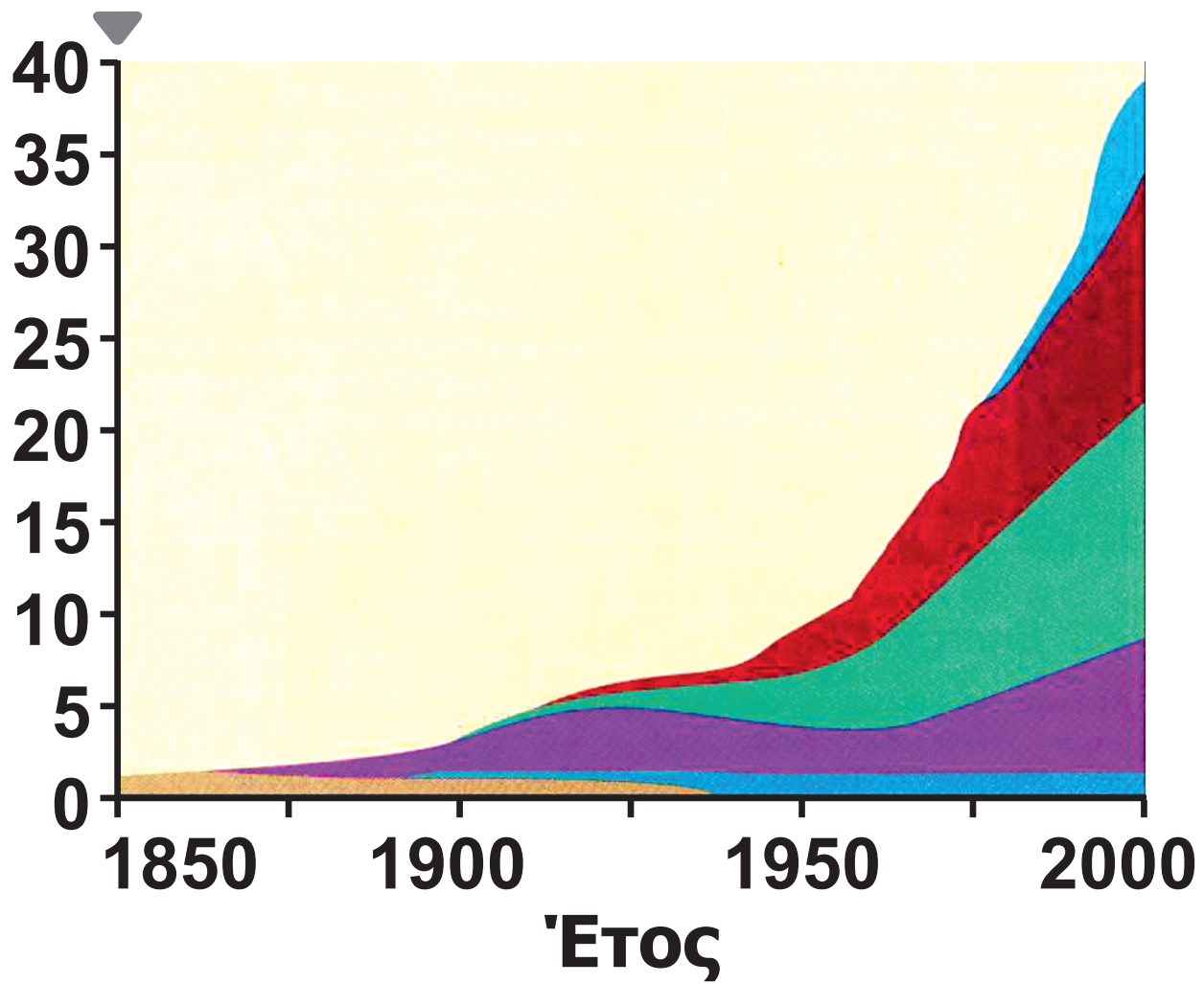


1. ΗΠΑ 2. Καναδάς 3. Ρωσία
4. Αυστραλία 5. Σουηδία

- 6. Γερμανία** **7. Γαλλία**
- 8. Ην. Βασίλειο** **9. Ιαπωνία**
- 10. Ουγγαρία** **11. Ισπανία**
- 12. Μεξικό** **13. Τουρκία**
- 14. Ταϊλάνδη** **15. Βραζιλία**
- 16. Κίνα** **17. Ινδία** **18. Αφρική**

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.

Κατανάλωση ($\times 10^{15}$ kcal)



-  Πυρηνική σχάση
-  Φυσικό αέριο
-  Πετρέλαιο
-  Γαιάνθρακες
-  Υδροηλεκτρική
-  Ξύλο

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 συνέντευξη 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 Αν- θρακούχα 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 **CO₂**, αν η καύση είναι πλήρης, και **CO**, αν είναι ατελής.



Αντίστοιχα, το **H₂** δίνει **H₂O**

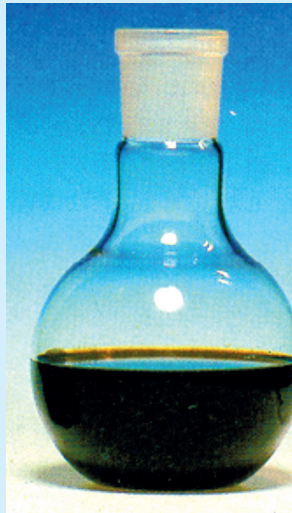


Κατά την πλήρη καύση υδρογονάνθρακα, π.χ. του προπανίου που περιέχεται στα «γκαζάκια», σχηματίζεται **CO₂** και **H₂O**.

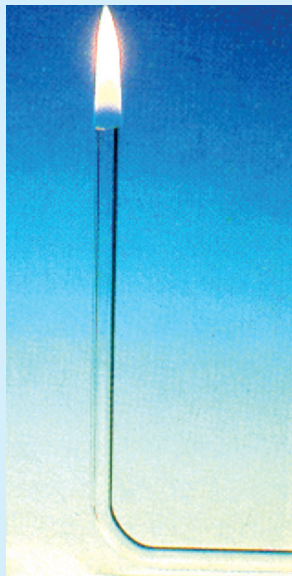
Σε όλες αυτές τις αντιδράσεις καύσης ελευθερώνεται θερμότητα (εξώθερμες αντιδράσεις).



Γαϊάνθρακας



Πετρέλαιο



Φυσικό αέριο

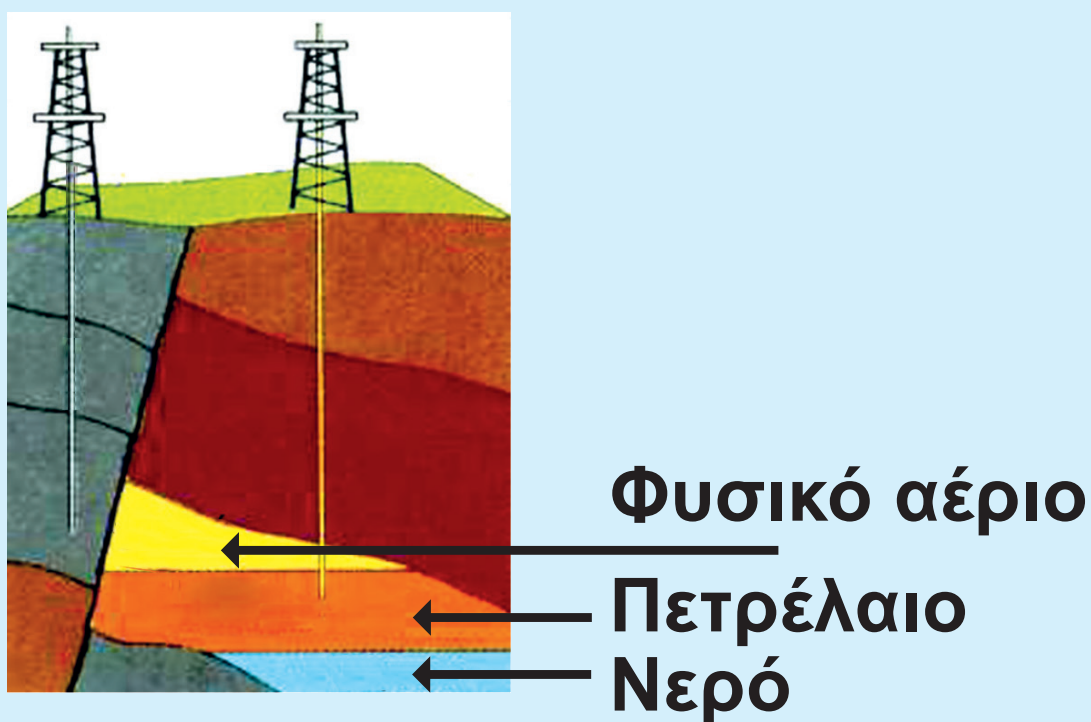
Πετρέλαιο

«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,

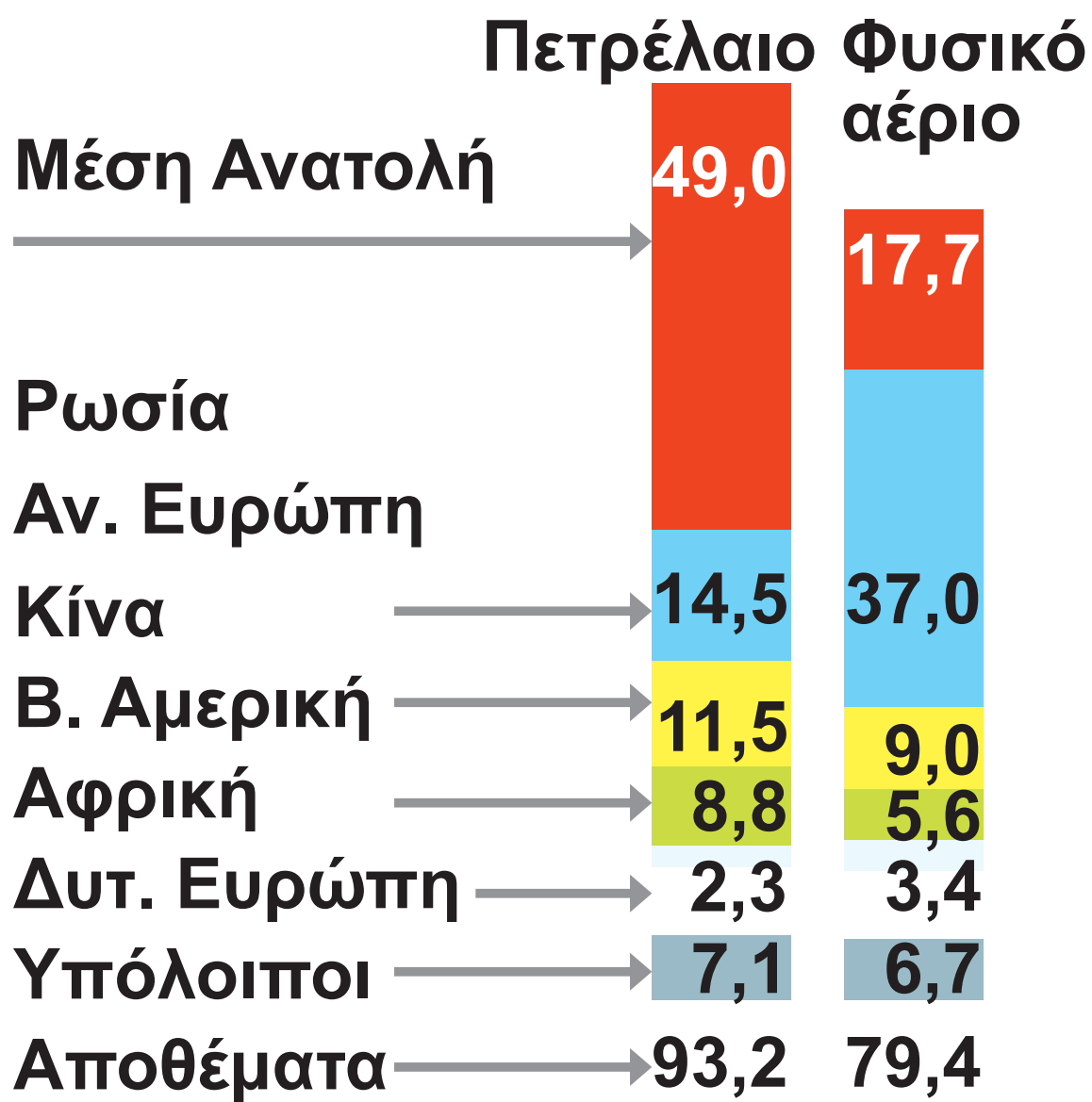
εκτός από τους υδρογονάνθρακες, υπάρχουν διαλυμένες και μικρές ποσότητες ενώσεων άλλων στοιχείων, συνηθέστερα από τα οποία είναι το θείο, το άζωτο και το οξυγόνο. Συνοψίζοντας, έχουμε:

- 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.



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 Αντληση 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, καθώς 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 ($C_7 - C_{10}$).

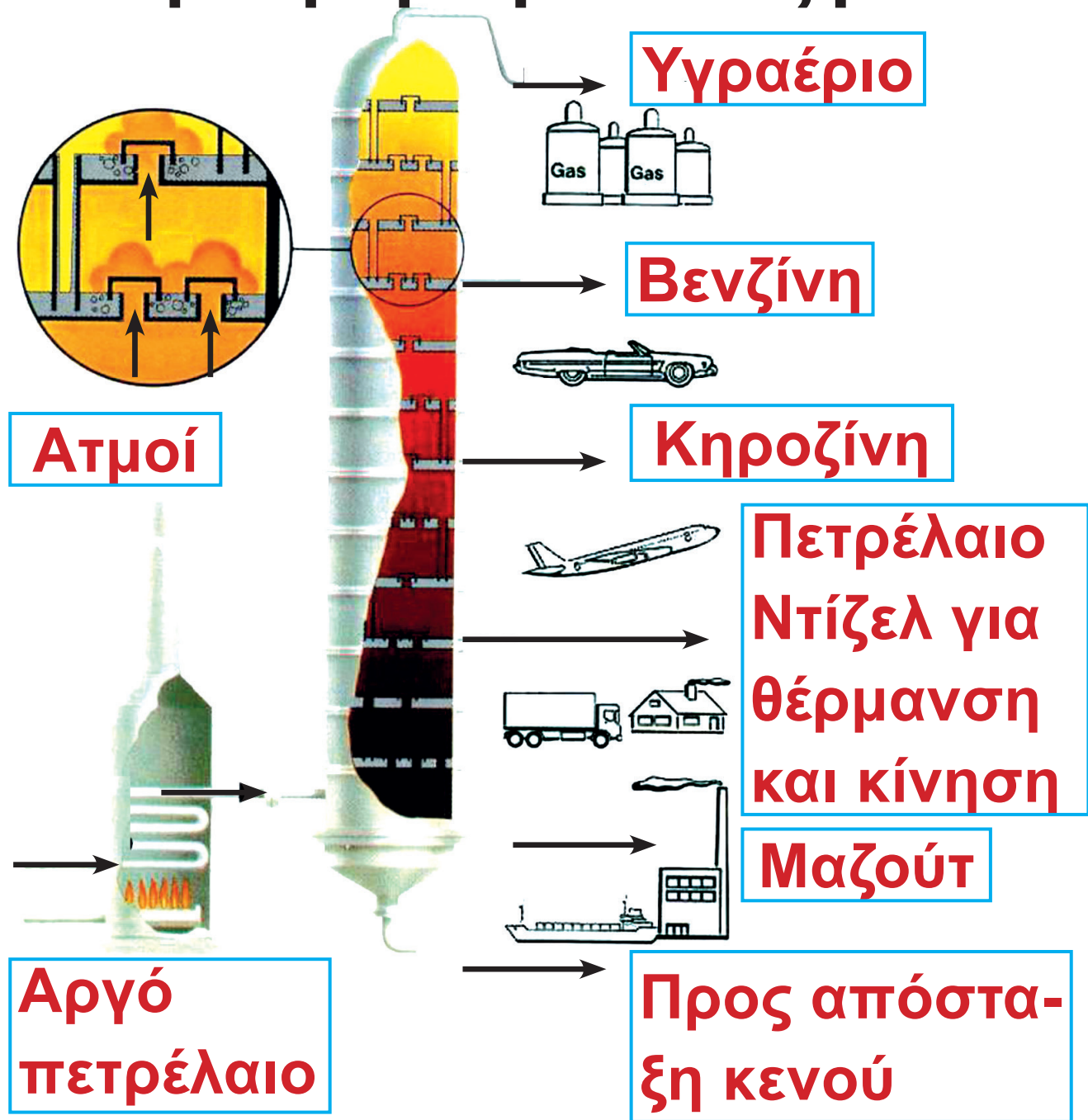
(Απόσπασμα από John McMurry
Οργανική Χημεία , τόμος 1)

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 οδήγη-

σε στην παραγωγή βενζίνης από ανώτερα κλάσματα του πετρελαίου. Ανώτερα κλάσματα ονομάζονται αυτά που τα παίρνουμε σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από αυτή που αποστάζει η βενζίνη.

Α. Ατμοσφαιρική απόσταξη



ΣΧΗΜΑ 2.2 Κλασματική απόσταξη πετρελαίου, παραγόμενα προϊόντα και χρήσεις αυτών.
Η απόσταξη γίνεται σε δύο βήματα:

Β. Απόσταξη κενού



Από ατμοσφαιρική απόσταξη

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.

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

42 / 42 - 43

Κατά την πυρόλυση θερμαίνεται το κλάσμα του πετρελαίου παρουσία καταλυτών (Al_2O_3 και SiO_2), οπότε διασπάται σε υδρογονάνθρακες με λιγότερα άτομα άνθρακα π.χ. το δεκατριάνιο μπορεί να διασπαστεί



βενζίνη



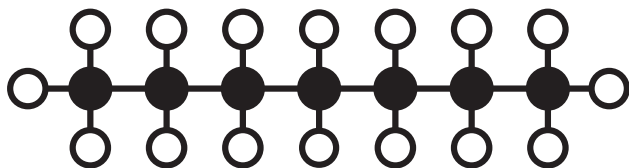
πρώτες ύλες πετροχημείας

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.

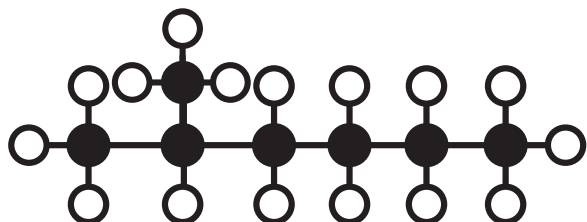
Η ποιότητα της βενζίνης καθορίζεται από τη συμπεριφορά της κατά την καύση σε πρότυπο βενζινοκινητήρα. Μετριέται δε με ένα δείκτη που ονομάζεται **αριθμός οκτανίου**. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός οκτανίου μιας βενζίνης, τόσο καλύτερης ποιότητας είναι. Οι υδρογονάνθρακες με ευθύγραμμη αλυσίδα έχουν μικρό αριθμό οκτανίων. Αντίθετα, οι υδρογονάνθρακες με πολλές διακλαδώσεις έχουν μεγάλο αριθμό οκτανίων, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Ισομερή επτανίου οκτάνια



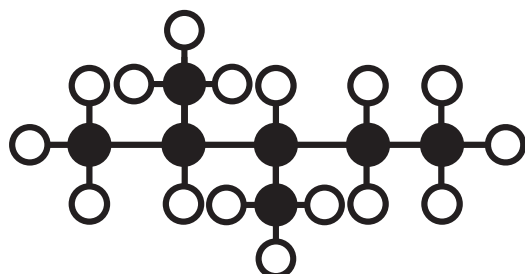
0

ΕΠΤΑΝΙΟ



46

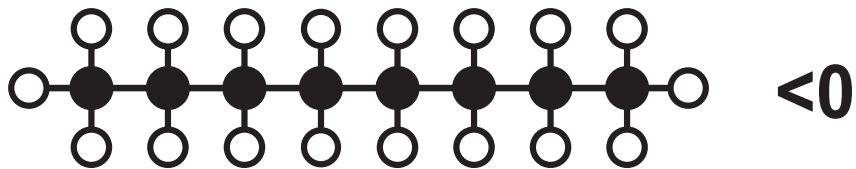
2 - μεθυλοεξάνιο



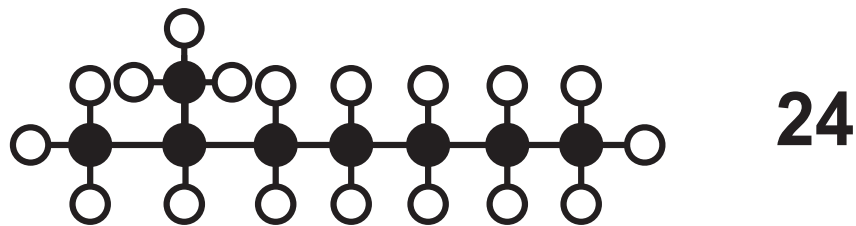
88

2,3 - διμεθυλοπεντάνιο

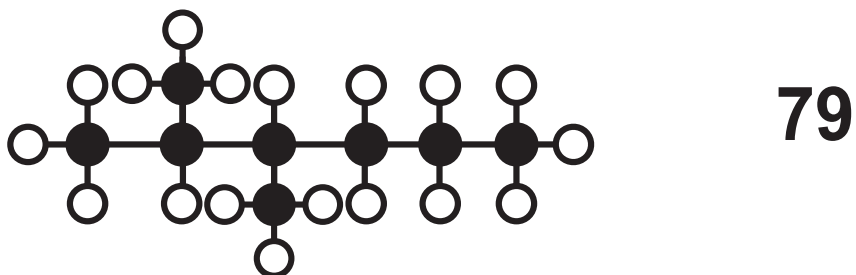
ισομερή οκτανίου οκτάνια



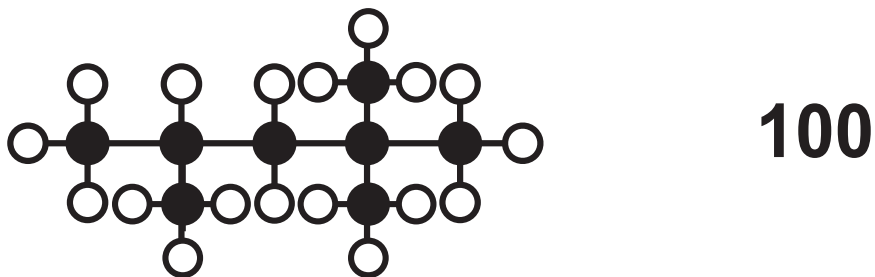
ΟΚΤΑΝΙΟ



2 - μεθυλοεπτάνιο

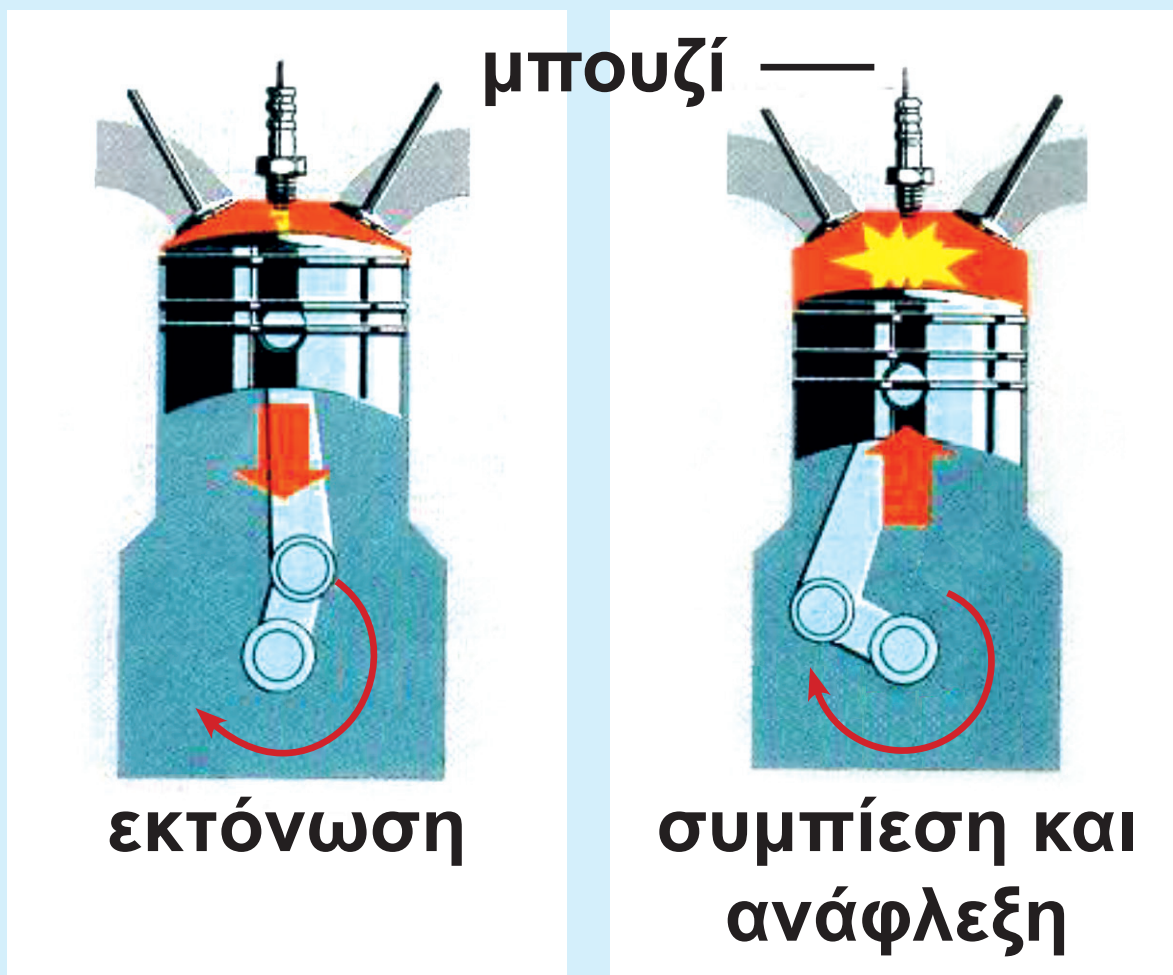


2,3 - διμεθυλοεξάνιο



2,2,4 - τριμεθυλοπεντάνιο

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



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. Μία 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:

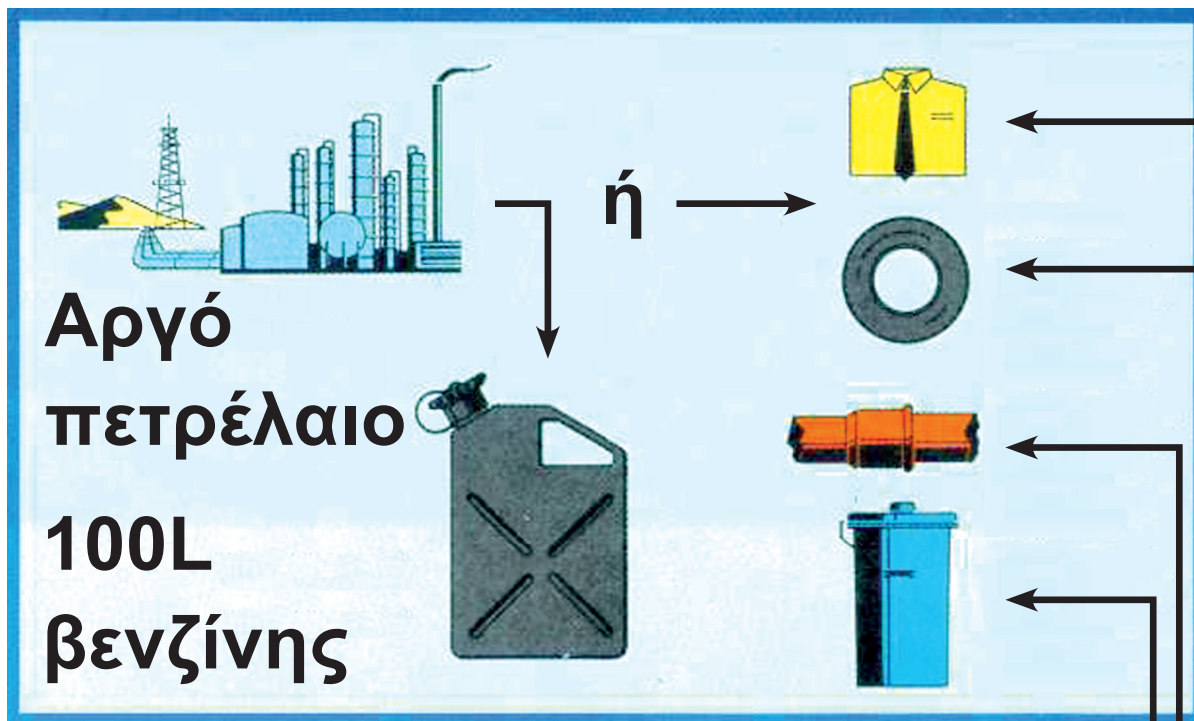
1. Αέριο νάφθας, που χρησιμοποιείται κυρίως ως καύσιμο και περιέχει περίπου CH_4 (75%), H_2 (5%), C_4H_{10} (5%).

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, αιθέριο, προπένιο, βουτένιο, 1,3 - βουταδιένιο, βενζόλιο) μπορούν να παρασκευαστούν πλήθος οργανικών προϊόντων, ακόμη και πολύπλοκης δομής μεγαλομόρια, μεγάλης τεχνολογικής και οικονομικής σημασίας. Ανάμεσα σ' αυτά αναφέρουμε τα απορρυπαντικά, αζωτούχα λιπάσματα, πολυμερή, υφάνσιμες ίνες κ.λπ.



**21 είδη ρουχισμού από
συνθετικές ύλες**

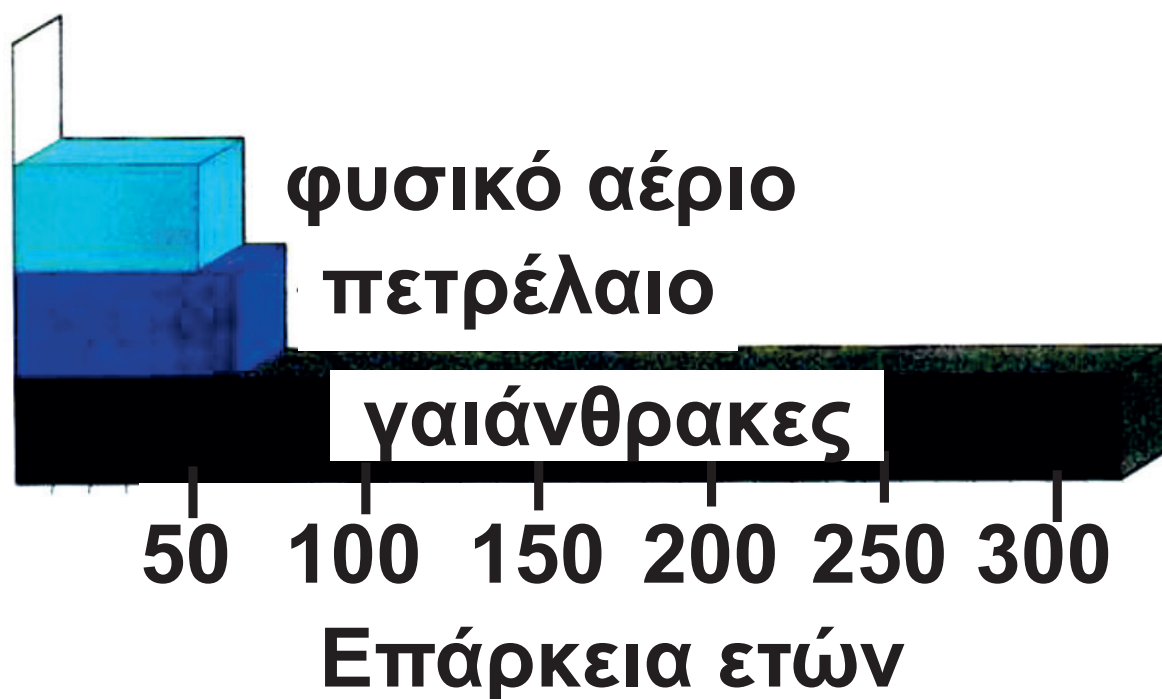
1 λάστιχο αυτοκινήτου

160 m σωλήνα ύδρευσης

6 kg πλαστικού

**ΣΧΗΜΑ 2.3 Πολλοί υποστηρίζουν
ότι «το πετρέλαιο είναι κρίμα να καί-
γεται».**

Έχει υπολογιστεί ότι τα αποθέματα πετρελαίου, φυσικού αερίου και γαιανθράκων επαρκούν για τόσα έτη, όσα δείχνει το σχήμα.



• 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, 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 CO_2 , αφ' ετέρου δεν περιέχει S ή N_2 , οπότε δε δίνει ρυπογόνα αέρια, όπως SO_2 , CO , NO_x .

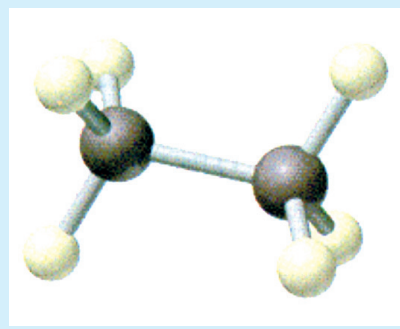
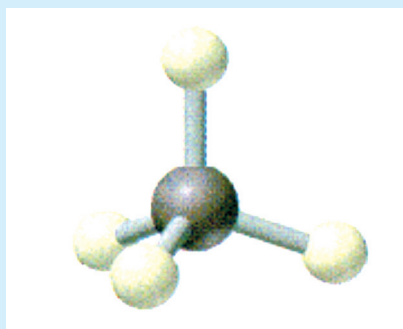
2. Έχει μεγάλη θερμαντική ικανότητα (9000 – 12000 Kcal για κάθε 1 m³ καυσίμου).

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

Αλκάνια - μεθάνιο

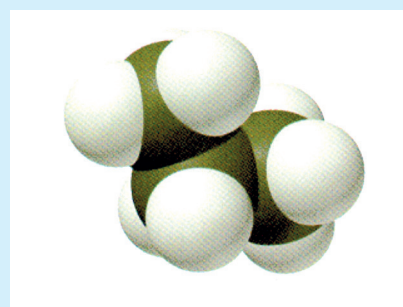
Γενικά

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.

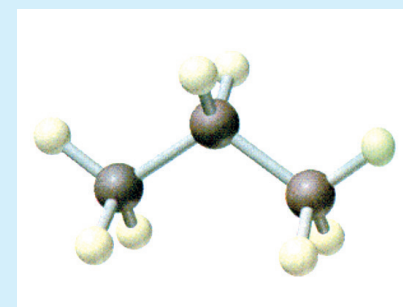


Μεθάνιο CH_4

Αιθάνιο CH_3CH_3



Προπάνιο
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$



Μοριακά μοντέλα αλκανίων
πάνω: η συμπαγής μορφή
κάτω: η εκτεταμένη μορφή μοντέ-
λων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3: Μοριακοί, συντακτικοί και ονόματα των πρώτων μελών

N	C_vH_{2v+2}
1	CH₄
2	C₂H₆
3	C₃H₈
4	C₄H₁₀

ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΟΪ ΤΪΠΠΟΙ

CH_4 μεθάνιο

$\text{CH}_3 - \text{CH}_3$ αιθάνιο

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

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

CH_3CHCH_3

|
 CH_3

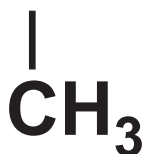
μεθυλοπροπάνιο

N	C_vH_{2v+2}
5	C_5H_{12}

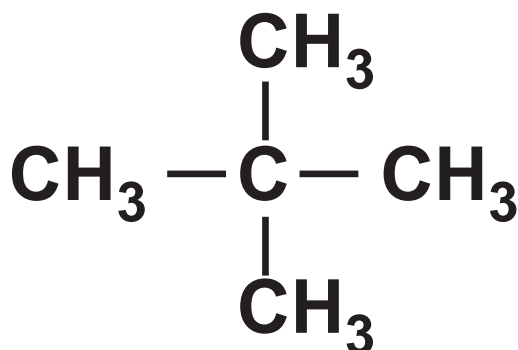
ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΟΪ ΤΥΠΟΙ

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ ΠΕΝΤΆΝΙΟ

$\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_3$ ΠΕΝΤΆΝΙΟ



ΜΕΘΥΛΟΒΟΥΤΆΝΙΟ



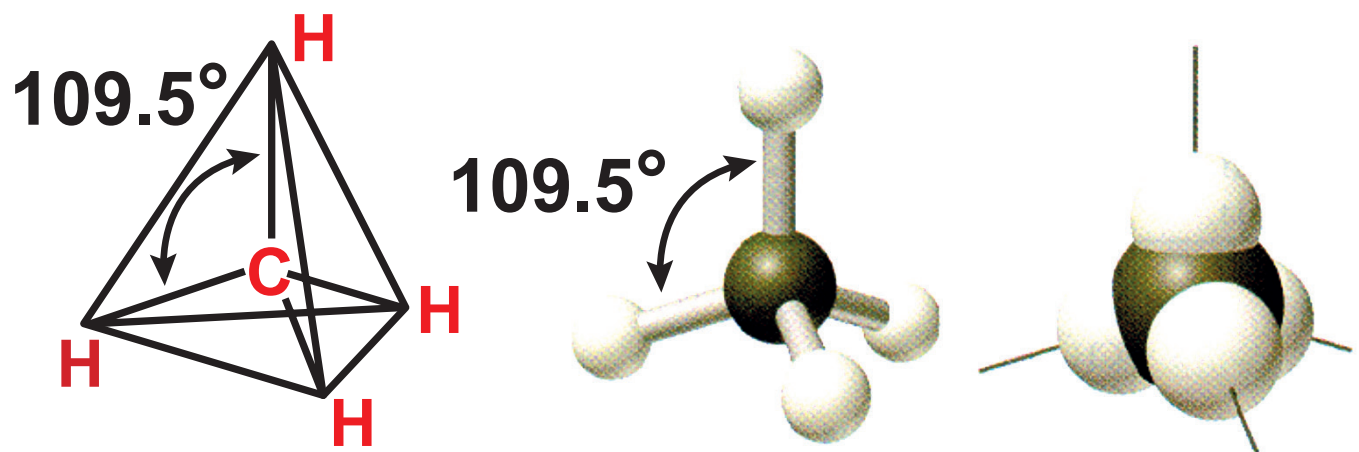
ΔΙΜΕΘΥΛΟΠΡΟΠΆΝΙΟ

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

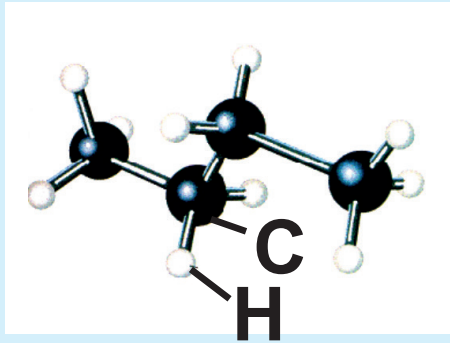
Προέλευση

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

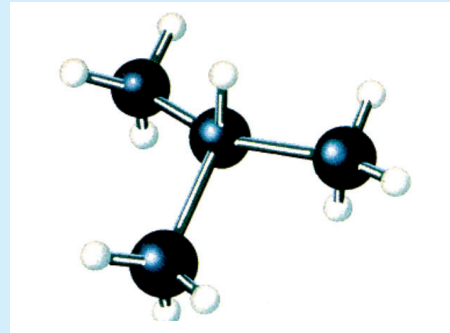
- **Βιοαέριο** είναι το αέριο που παράγεται από τη σήψη της βιομάζας (το σύνολο της οργανικής ύλης που παράγουν τα ζώα και τα φυτά) και του οποίου το κύριο συστατικό είναι το μεθάνιο.



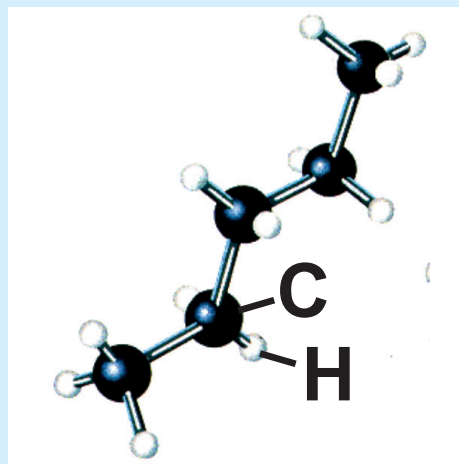
ΣΧΗΜΑ 2.4 Στερεοχημική διάταξη μεθανίου.



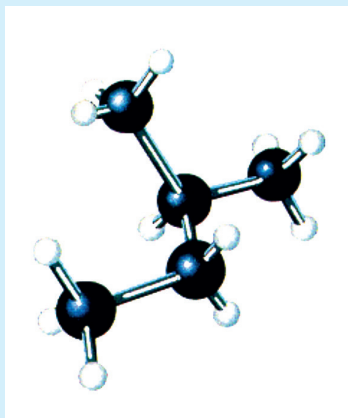
Βουτάνιο



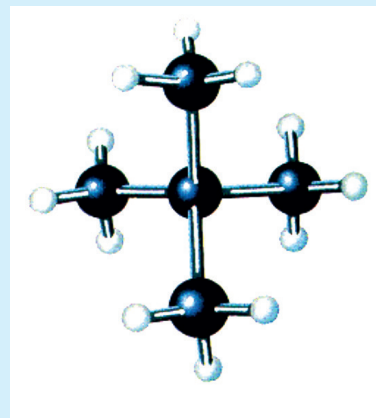
**Μεθυλο-
προπάνιο**



Πεντάνιο



**Μεθυλο-
βουτάνιο**



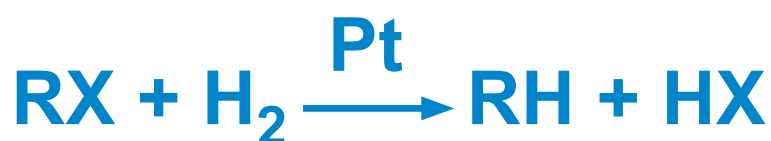
**Διμεθυλο-
προπάνιο**

Παρασκευές

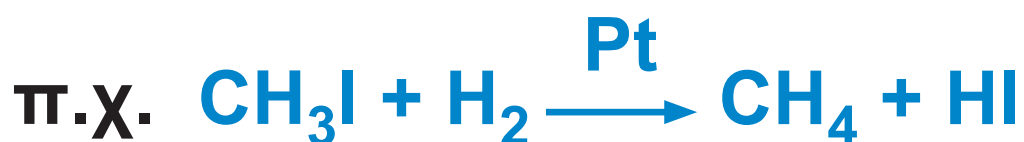
Τα αλκάνια, ως φυσικές πρώτες ύλες, δεν παράγονται βιομηχανικά. Αντίθετα, αποτελούν τις πρώτες ύλες για την παραγωγή άλλων ενώσεων (πετροχημεία). Τα απλούστερα αλκάνια (μεθάνιο έως πεντάνιο) μπορούν να παραχθούν σε καθαρή κατάσταση με κλασματική απόσταξη του πετρελαίου ή του φυσικού αερίου. Τα υπόλοιπα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

Γενικές παρασκευές αλκανίων

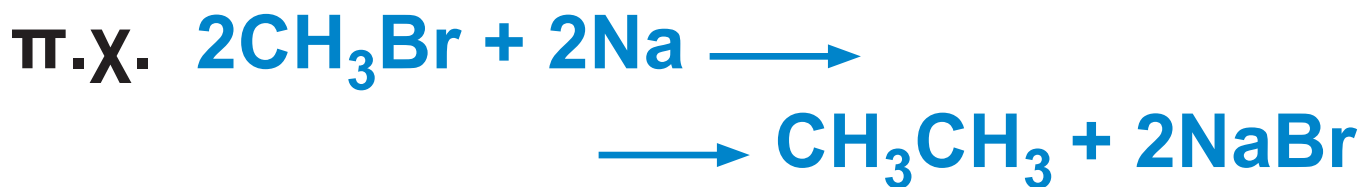
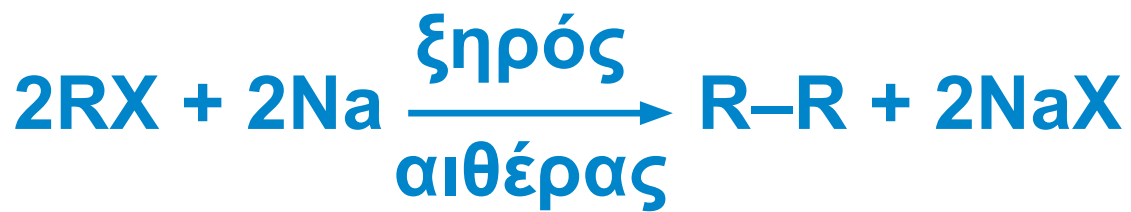
1. Από τα αλκυλαλογονίδια RX με αντικατάσταση του αλογόνου από υδρογόνο.



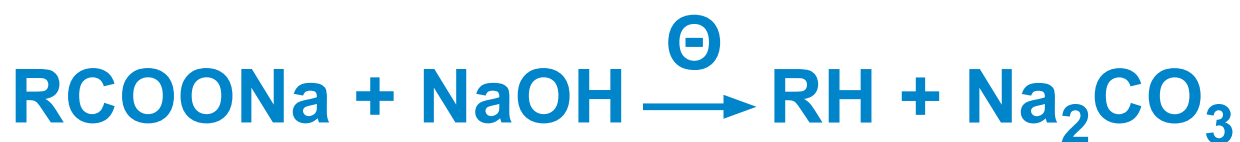
Από τα αλκυλαλογονίδια δραστικότερα είναι τα αλκυλοϊωδίδια, ακολουθούν τα αλκυλοβρωμίδια και αλκυλοχλωρίδια, ενώ τα αλκυλοφθορίδια είναι τελείως αδρανή.



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.

π.χ.



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

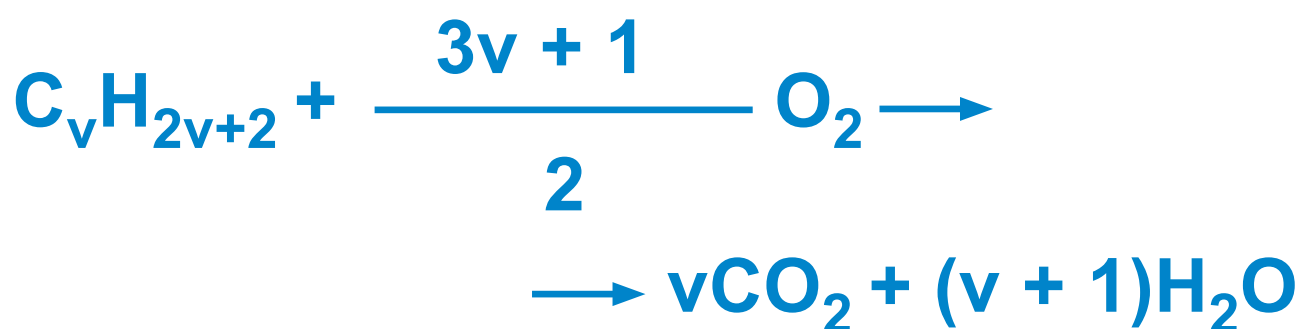
τα βακτήρια με τα οποία συμβιώνουν. Επίσης οι πυρκαγιές που γίνονται στις «χωματερές» προέρχονται κυρίως από την ανάφλεξη του βιοαερίου.



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

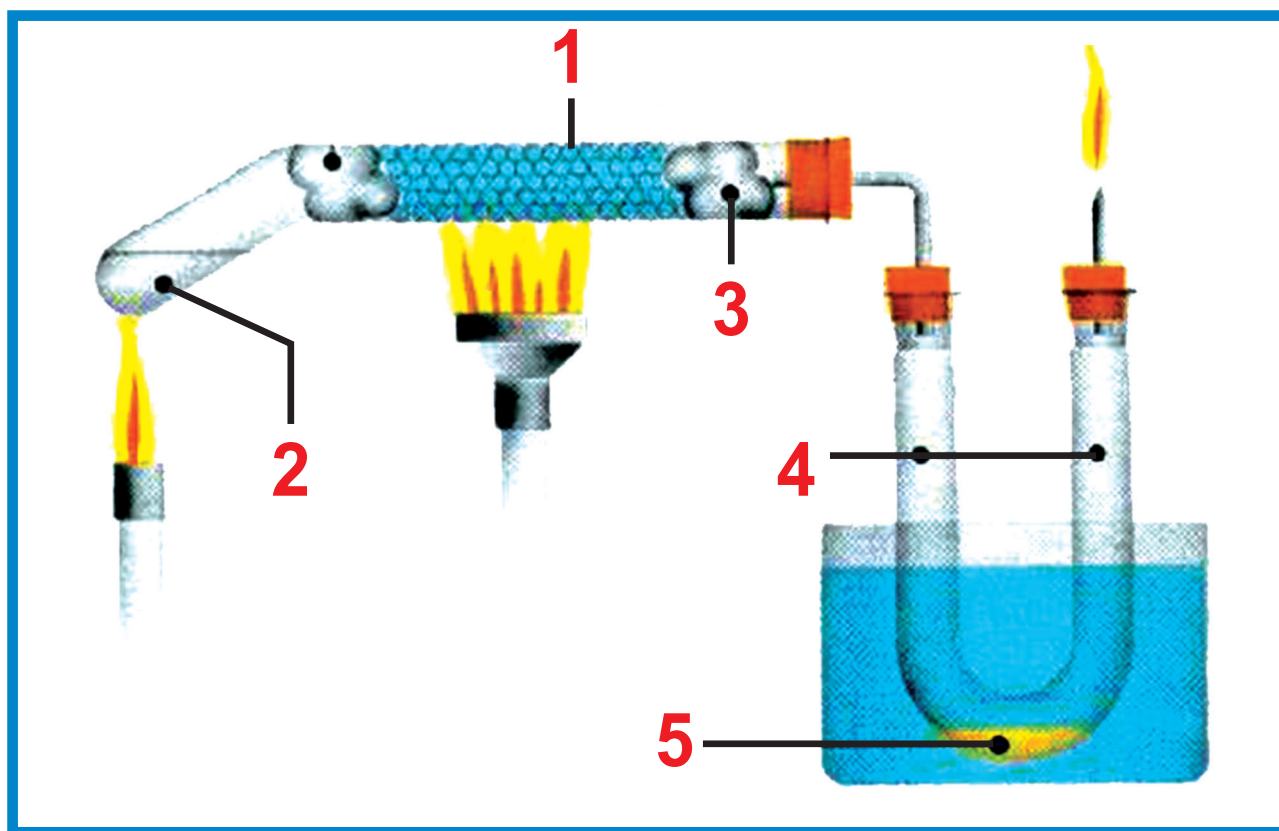
- Τα μικρής σχετικής μοριακής μάζας προϊόντα που παράγονται από την πυρόλυση κλασμάτων του πετρελαίου μπορούν να διαχωριστούν και να καθαριστούν, και αποτελούν τις πλέον σημαντικές

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.

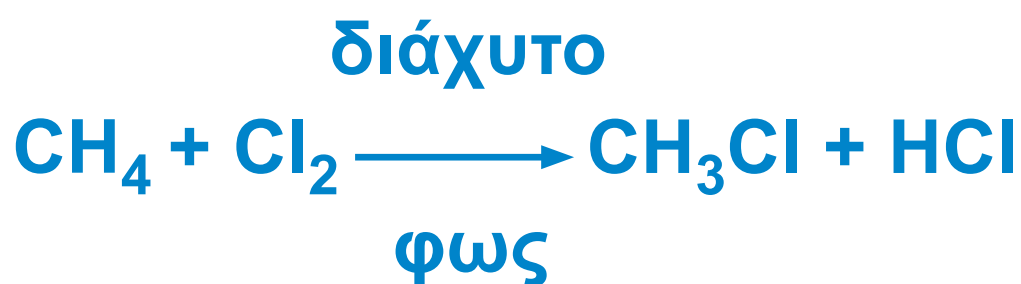


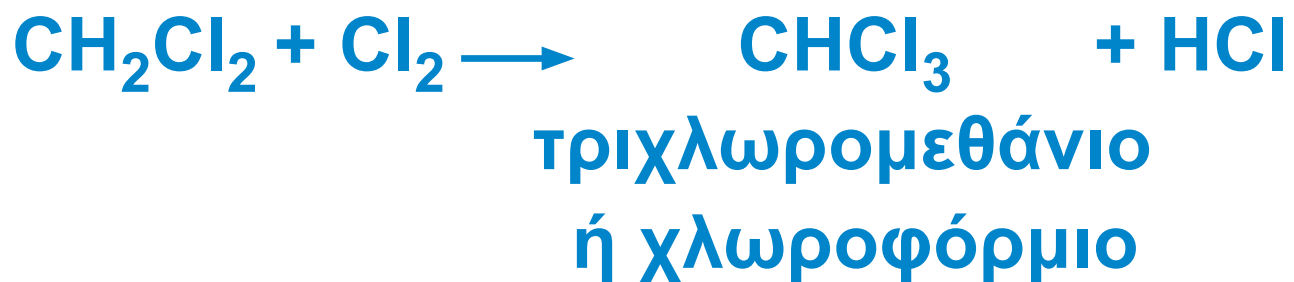
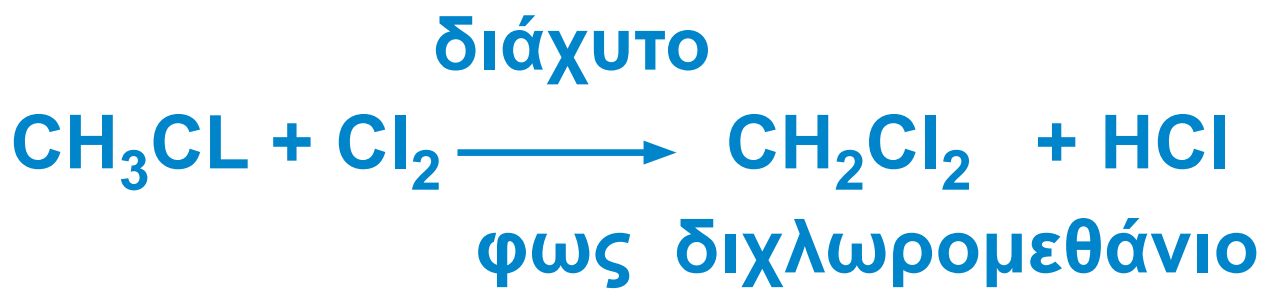
1. Υαλοβάμβακας Καταλύτης
2. Παραφινέλαιο
3. Υαλοβάμβακας
4. Αέρια πυρόλυσης
5. Προϊόντα πυρόλυσης

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.

- 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 C_3H_8 και C_4H_{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;



Απάντηση

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

τύποι είναι:

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

και $\text{CH}_3\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{CH}_3$ μεθυλοπροπάνιο

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.



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

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

Εφαρμογή

Πόσα γραμμάρια H_2O 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

C_nH_{2n+2} προκύπτει ότι:

$$\text{αλλά } \frac{(14n + 2) \text{ g } C_nH_{2n+2}}{100 \text{ g}} \text{ περιέχουν} =$$

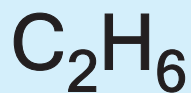
$$\text{περιέχουν} = \frac{(2n + 2) \text{ g H}}{25 \text{ g}}$$

85 / 50

ή $n = 1$ Συνεπώς, ο μοριακός τύπος του υδρογονάνθρακα είναι CH_4 , δηλαδή πρόκειται για το μεθάνιο.

Εφαρμογή

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



(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.

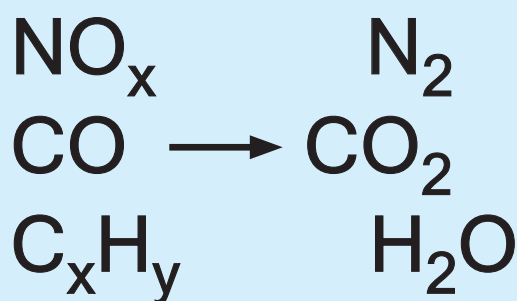
Τα καυσαέρια των αυτοκινήτων αποτελούνται κυρίως από άζωτο (N_2), διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), υδρατμούς (H_2O), οξυγόνο (O_2), άκαυστους υδρογονάνθρακες οξειδία του αζώτου (NO , NO_2). Στα καυσαέρια περιέχονται επίσης μικρές ποσότητες διοξειδίου του θείου (SO_2). Απ' αυτά σχετικά αδρανή (μη τοξικά) 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 θερμοκηπίου επιτρέπει στις ηλιακές ακτίνες να περνούν μέσα, αλλά δεν επιτρέπει τη διαφυγή της θερμικής ακτινοβολίας προς τα έξω, έτσι και το CO_2 δημιουργεί ατμόσφαιρα θερμομόνωσης. Κατ' αυτό τον τρόπο αυξάνεται η μέση θερμοκρασία της Γης και προκαλούνται μεταβολές στο κλίμα.

Το **μονοξείδιο του άνθρακα** (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.

- 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 μέγιστη επιφάνεια.
- Το τελικό αποτέλεσμα της δράσης των καταλυτών είναι οι μετατροπές:

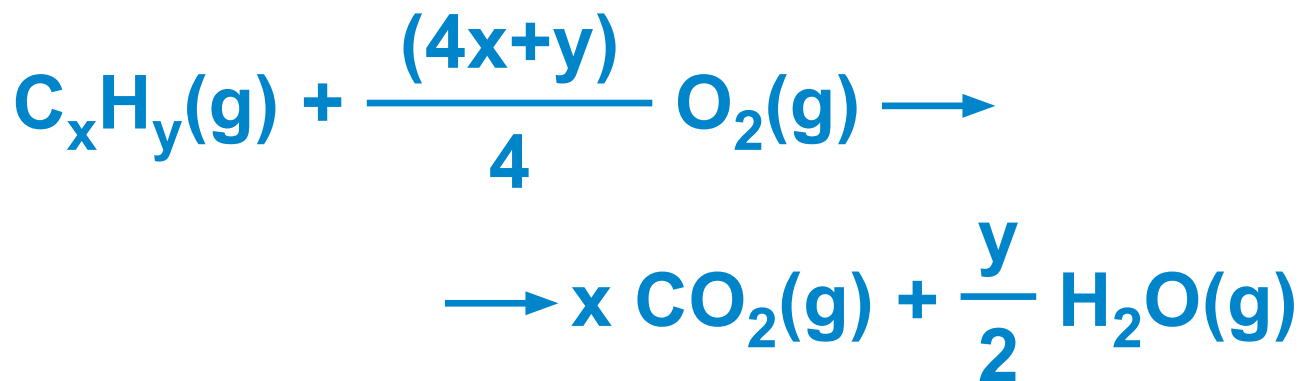


Τα **οξειδία του αζώτου** (**NO**, **NO₂**), πλην του φωτοχημικού νέφους, προκαλούν την όξινη βροχή. Επίσης προκαλούν το σχηματισμό όζοντος (**O₃**) στα χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας (τροπόσφαιρα).

- 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.

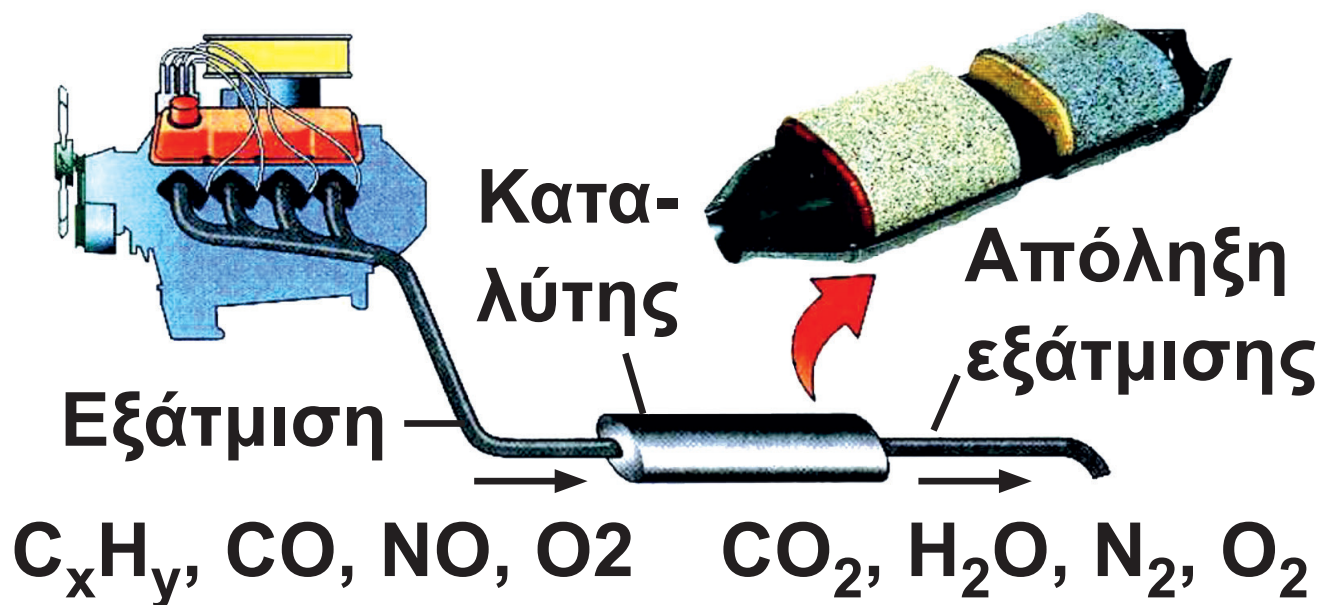
Έτσι το μονοξείδιο του άνθρακα και τα υπολείμματα από άκαυστους υδρογονάνθρακες καίονται προς διοξείδιο του άνθρακα (π.χ. με τη βοήθεια του **Pt** ή **Pd**), σύμφωνα με

ΤΙΣ ΠΑΡΑΚΑΤΩ ΧΗΜΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ:



Ενώ, τα οξειδία του αζώτου (**NO**, **NO₂**) 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 (Al_2O_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 $CH_2=C(CH_3)_2$ 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

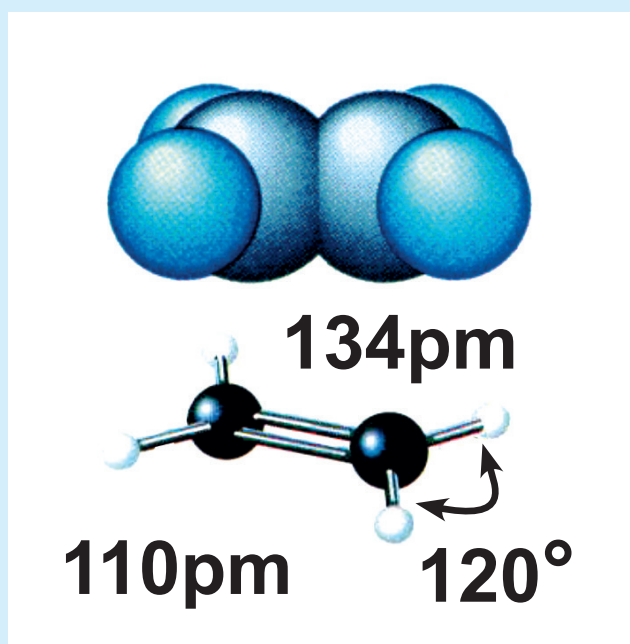


Καρότα - αλκένια και χημεία της όρασης

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 δραστηριότητας 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.

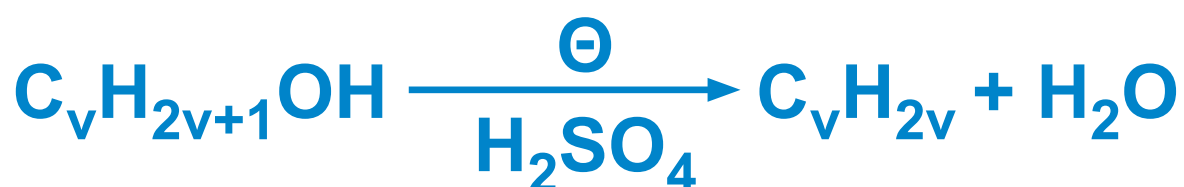
Τα αλκένια παρασκευάζονται:

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

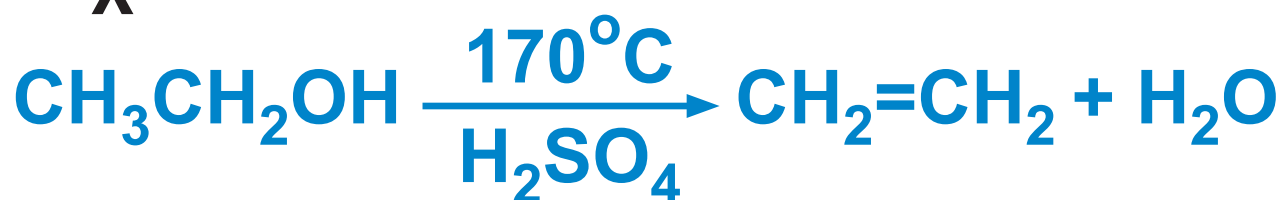
χρόνο στις ΗΠΑ (πρώτες ύλες για την παρασκευή κυρίως πλαστικών). Για πολυπλοκότερα αλκένια μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι παρακάτω εργαστηριακοί μέθοδοι παρασκευής.

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**

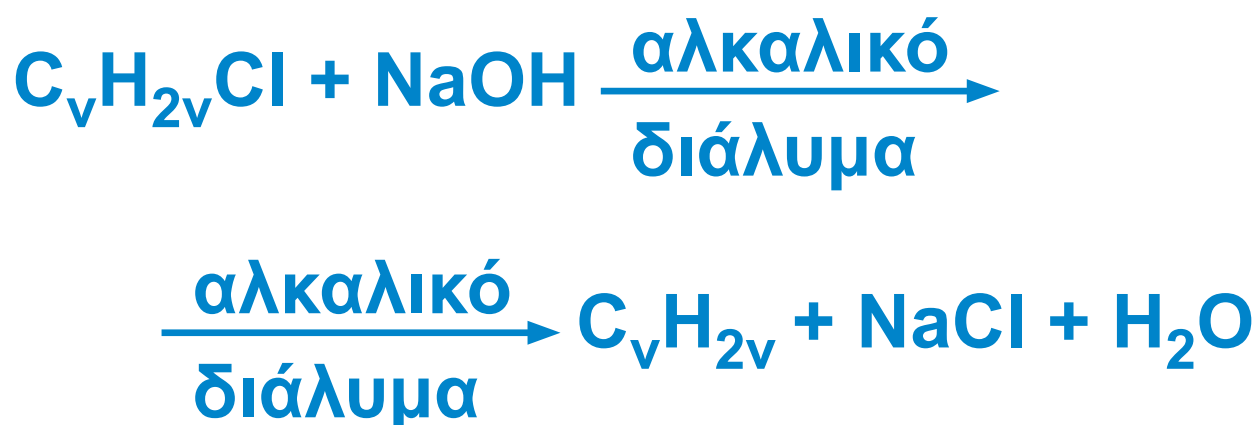


π.χ.

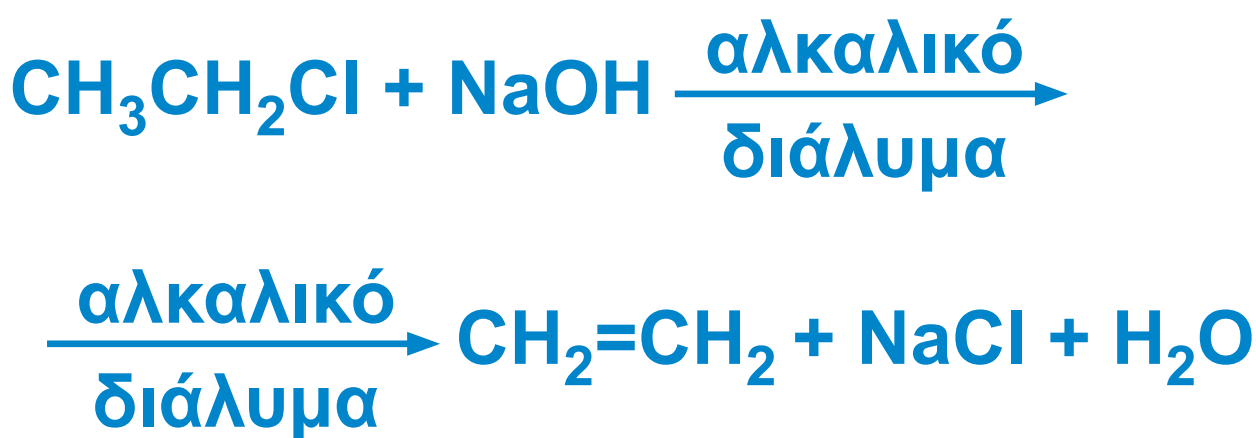


• Αφυδραλογόνωση αλκυλοχλω- ριδίων

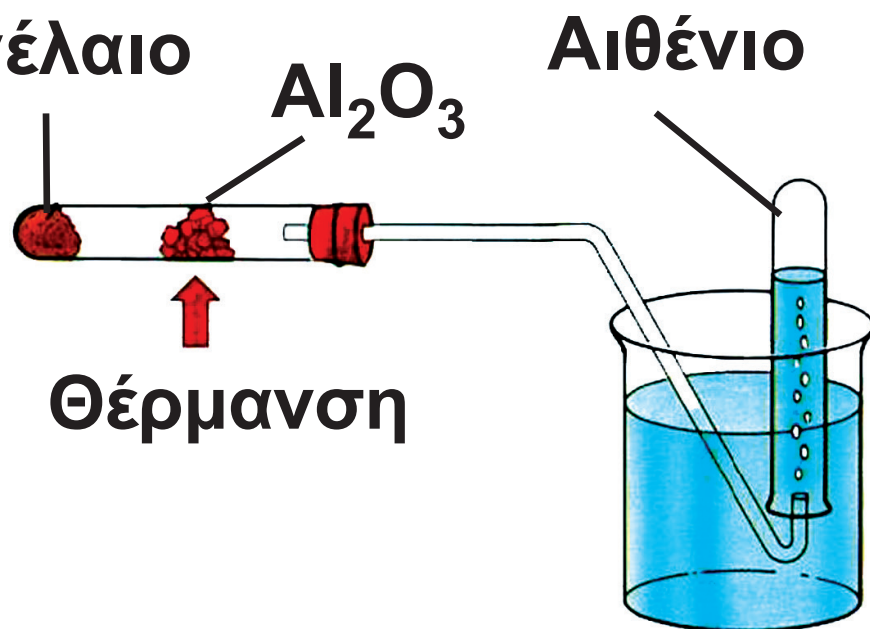
Η αφυδραλογόνωση γίνεται με αλ-
κοολικό διάλυμα **NaOH** ή **KOH**.



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

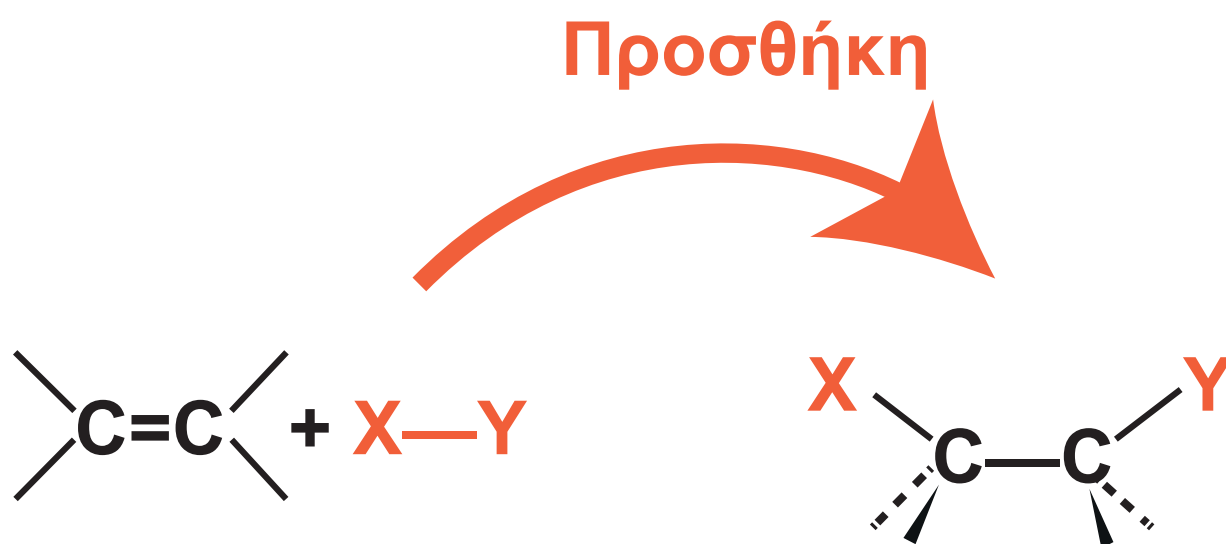
Τα αλκένια έχουν ουσιαστικά τις ίδιες φυσικές ιδιότητες με τα αλκάνια. Τα πρώτα μέλη είναι αέρια ($C_2 - C_4$), τα μεσαία μέλη είναι υγρά ($C_5 - C_{14}$) και τα ανώτερα είναι στερεά. Είναι αδιάλυτα στο νερό και διαλύονται σε οργανικούς διαλύτες. Το αιθένιο είναι αέριο άχρωμο με ασθενή χαρακτηριστική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

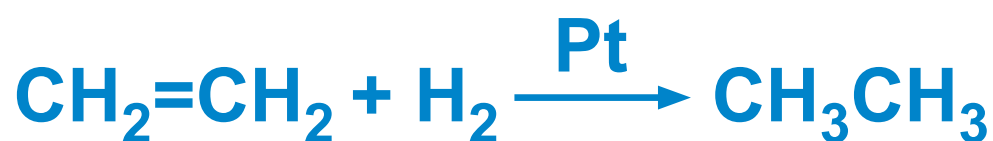


Όπου $X-\Psi$ μπορεί να είναι $H-H$,
 $Br-Br$, $H-Cl$, $H-OH$.

- 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.

- με υδρογόνο

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

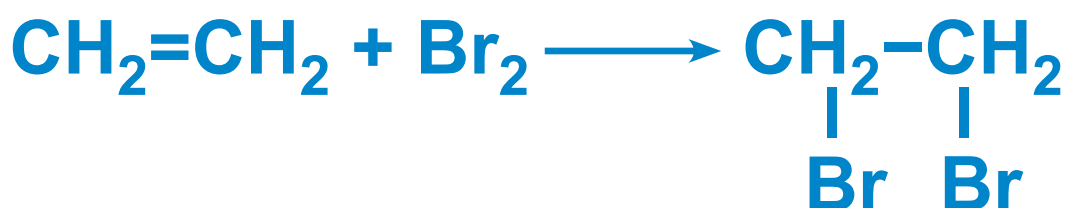


και γενικά



• με αλογόνο

π.χ.

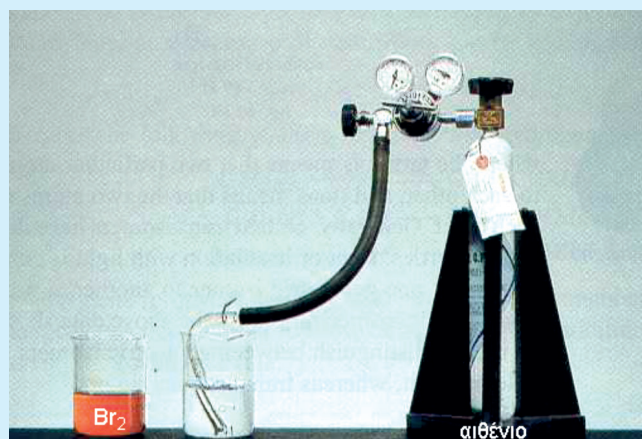


και γενικά



Αν προσθέσουμε αλκένιο σε διάλυμα Br_2 σε τετραχλωράνθρακα, τότε το αλκένιο αντιδρά με το Br_2 και το διάλυμα του Br_2 από κόκκινο που είναι, αποχρωματίζεται. Την αντίδραση αυτή δεν τη δίνουν τα αλκάνια. Ανάλογες αντιδράσεις προσθήκης με Br_2 δίνουν και άλλοι

ακόρεστοι υδρογονάνθρακες. Γενικότερα, η προσθήκη Br_2 αποτελεί έναν απλό εργαστηριακό έλεγχο της ακορεστότητας, καθώς η άμεση εξαφάνιση της κόκκινης χροιάς του Br_2 σημαίνει ότι η ένωση είναι ακόρεστη.



Br_2

αιθένιο

ΣΧΗΜΑ 2.10

Πειραματική διάταξη για την επίδειξη του αποχρωματισμού που προκαλεί το αέριο αιθυλένιο στο διάλυμα Br_2 σε τετραχλωράνθρακα.

- με υδραλογόνο



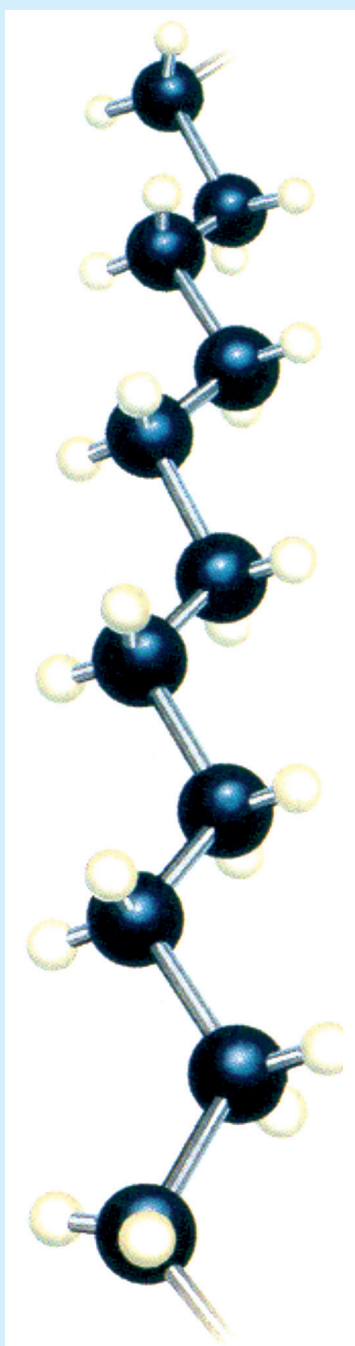
Αν αντιδράσει HCl με προπένιο $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ είναι δυνατόν να σχηματιστούν δύο προϊόντα:



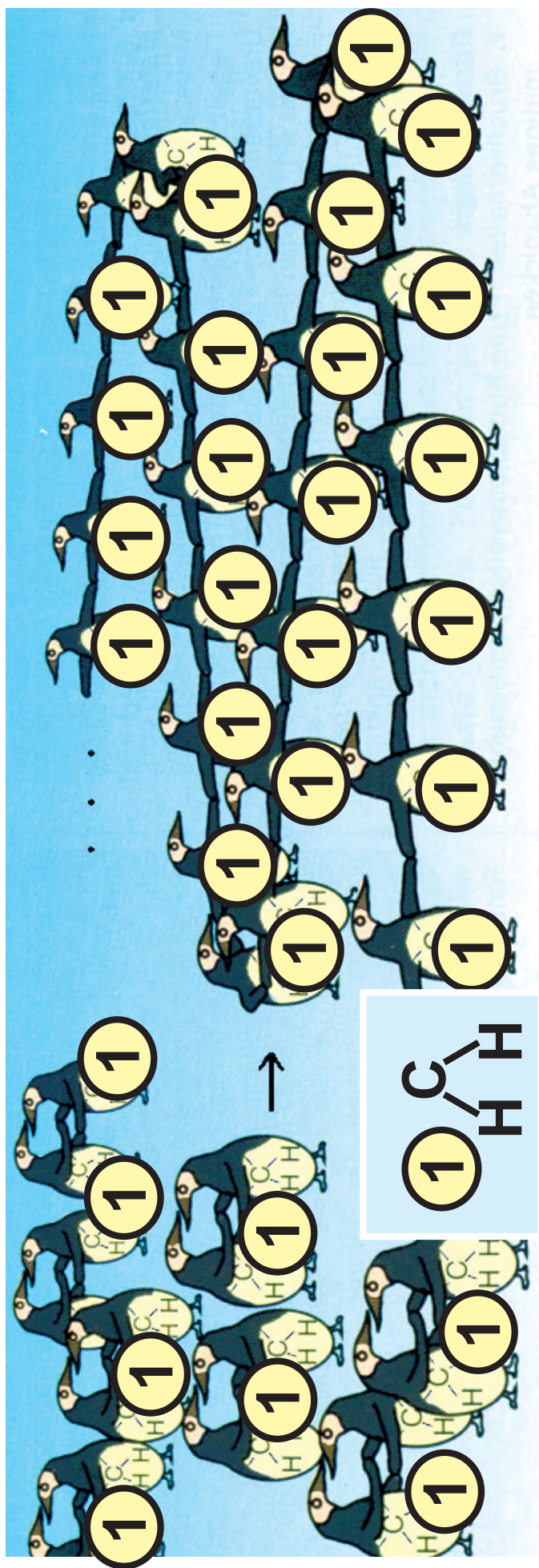
Το κύριο προϊόν της παραπάνω αντίδρασης μεταξύ του προπενίου και υδροχλωρίου προβλέπεται ως εξής:

- Σύμφωνα με τον κανόνα του Markovnikov, στις αντιδράσεις προσθήκης μορίων της μορφής HA σε

αλκένια, το H προστίθεται κατά προ-
τίμηση στο άτομο του C του διπλού
δεσμού που έχει τα περισσότερα
άτομα H.



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

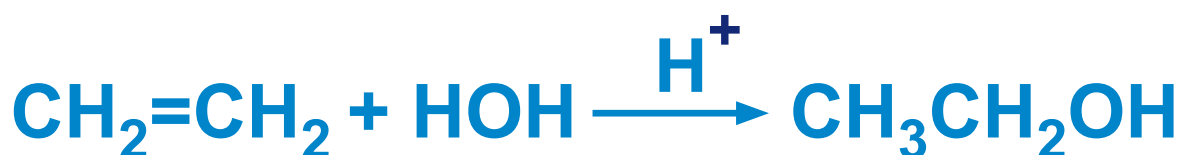


Απεικόνιση πολυαιθυλενίου σε μοριακό μοντέλο και από κάτω μια πιο μοντέρνα αντίληψη στο ίδιο θέμα.

Έτσι, έχουμε:



• με νερό (ενυδάτωση αλκενίων)



γενικά,



Η αντίδραση αυτή γίνεται παρουσία όξινου καταλύτη (π.χ. H_2SO_4).

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
$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ <p>Αιθένιο</p>	$(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_v$
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH} = \text{CH}_2 \end{array}$ <p>Προπένιο</p>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ (-\text{CH}-\text{CH}_2-) \end{array}_v$
$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{CH} = \text{CH}_2 \end{array}$ <p>Βινυλο- χλωρίδιο</p>	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ (-\text{CH}-\text{CH}_2-) \end{array}_v$

Όνομα πολυμερούς	Χρήση
πολυαιθυλένιο ή πολυαιθένιο	πλαστικές σακούλες, πλαστικά δοχεία
πολυπροπυλένιο ή πολυπροπένιο	πλαστικά σχοινιά, αδιάβροχα
πολυβινυλοχλωρίδιο	δίσκοι γραμμοφώνου, πλαστικοί σωλήνες

Μονομερές	Πολυμερές
$\begin{array}{c} \text{CN} \\ \\ \text{CH} = \text{CH}_2 \\ \text{Ακρυλονιτρίλιο} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CN} \\ \\ (-\text{CH}-\text{CH}_2-)_{\nu} \end{array}$
$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ \text{CH} = \text{CH}_2 \\ \text{Στυρόλιο} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ (-\text{CH}-\text{CH}_2-)_{\nu} \end{array}$

Όνομα πολυμερούς	Χρήση
πολυακρυλο- νιτρίλιο	τεχνητό μαλλί (orlon)
πολυστυρόλιο	διογκωμένα πλαστικά για μόνωση

γ. Καύση

Τα αλκένια όταν καίγονται πλήρως δίνουν CO_2 και H_2O .

π.χ.

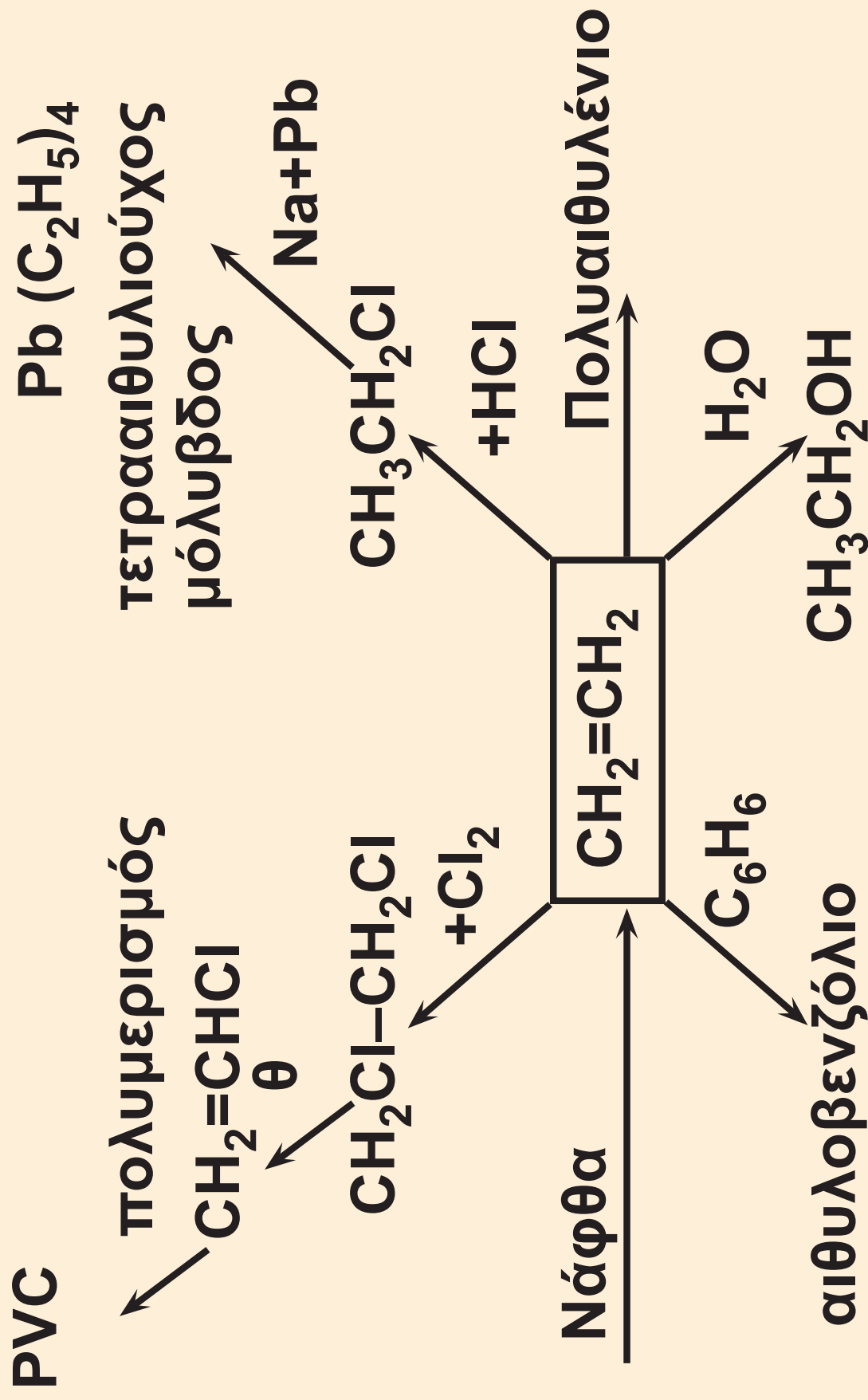


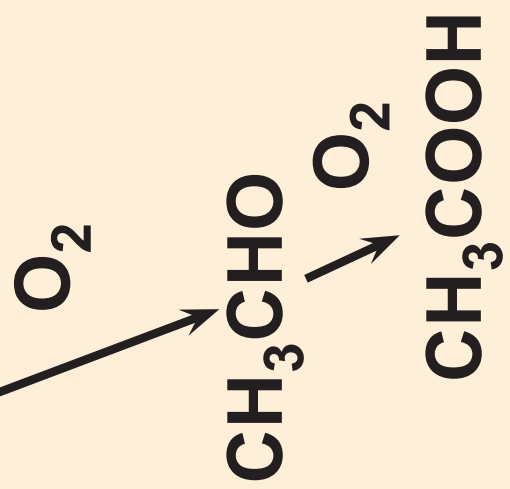
Χρήσεις αλκενίων και αιθυλενίου

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

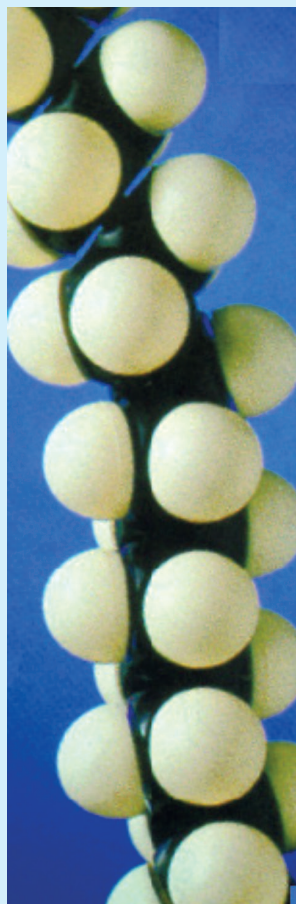




στυρόλιο

πολυστυρόλιο

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



Απεικόνιση πολυαιθυλενίου με μοριακό μοντέλο σε συμπαγή μορφή.



Το παραγόμενο πολυαιθυλένιο σε μορφή αιωρήματος με διαλύτη.

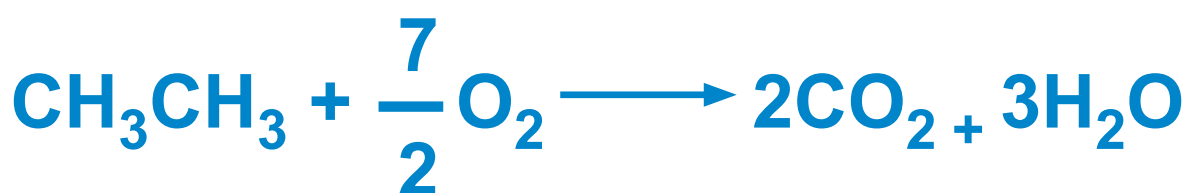
(Παράδειγμα 2.4)

Ποσότητα αιθυλενίου αντιδρά πλήρως με H_2 παρουσία νικελίου και δίνει αιθάνιο. Το αιθάνιο καίγεται πλήρως, οπότε παράγονται 8,96L CO_2 σε STP. Ποια είναι η μάζα του αιθυλενίου που υδρογονώθηκε;

Λύση

1ος τρόπος

Γράφουμε τις σχετικές αντιδράσεις

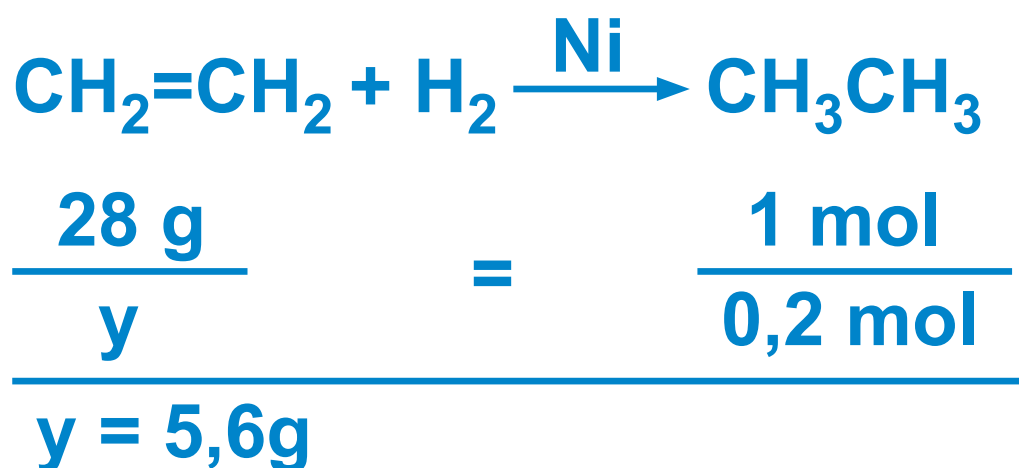


Από την ποσότητα του CO_2 υπολογίζουμε την ποσότητα του αιθανίου και από την ποσότητα του αιθανίου υπολογίζουμε την ποσότητα του αιθυλενίου.



$$\frac{1 \text{ mol}}{x} = \frac{2 \cdot 22,4 \text{ L (STP)}}{8,96\text{L}}$$

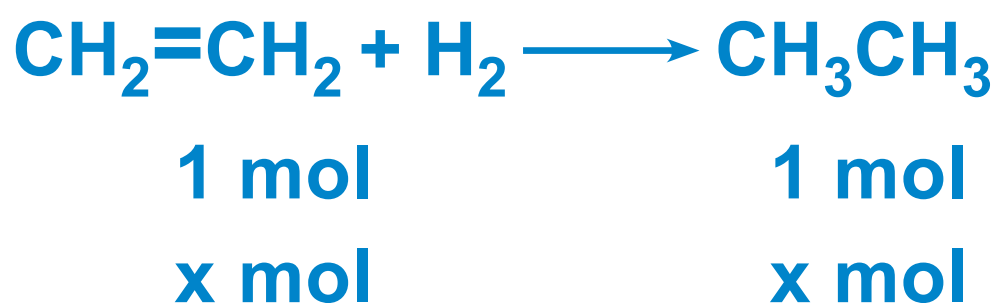
$$x = 0,2\text{mol}$$

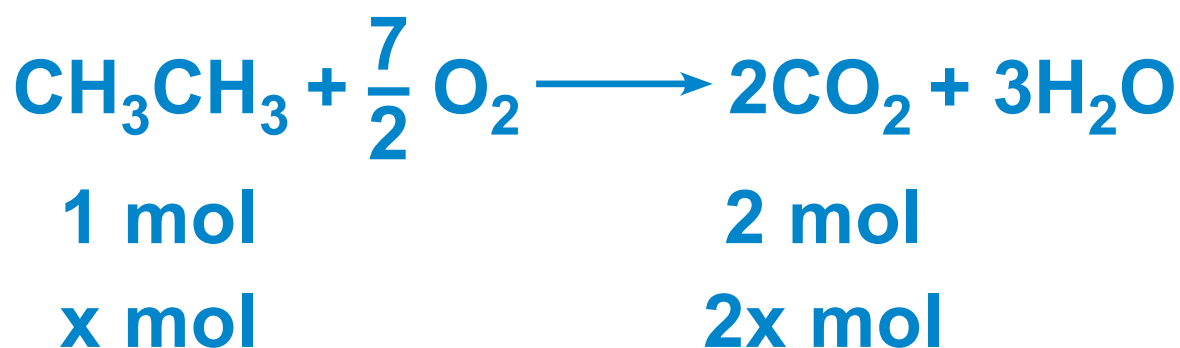


2ος τρόπος

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

Εφαρμογή

Ποσότητα προπενίου αντιδρά πλήρως με H_2 παρουσία Ni και παράγεται προπάνιο, που καίγεται πλήρως οπότε σχηματίζονται 7,2 g H_2O .

Ποια η μάζα του προπενίου που αντέδρασε;
(4,2 g)



Το πολυαιθυλένιο δε σχηματίζει αποκλειστικά ευθείες αλυσίδες,

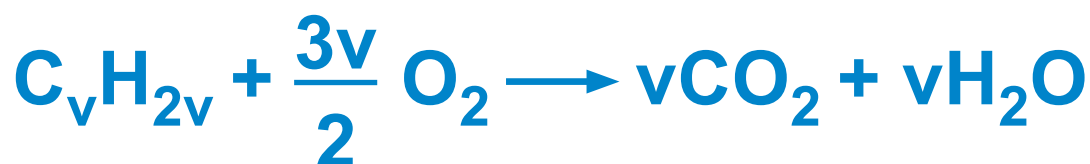
όπως θα περίμενε κανείς, αλλά και διακλαδώσεις. Εξαιτίας αυτού παρουσιάζει μεγάλη πλαστικότητα (κατασκευή πλαστικών σακουλών κ.λπ.). Όσο μεγαλώνει η ευθύγραμμη αλυσίδα, δηλαδή η σχετική μοριακή μάζα (M_r) τόσο πιο σκληρό γίνεται το πολυαιθυλένιο (κατασκευή πλαστικών δοχείων τροφίμων, ποτών κ.λπ.). Μάλιστα 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 CO_2 . Ποιος είναι ο μοριακός τύπος του αλκενίου;

Λύση

Γράφουμε τη γενική αντίδραση πλήρους καύσης των αλκενίων:



από την αντί-
δραση έχουμε:
από την άσκη-
ση:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol} & & v \text{ mol} \\ \\ \frac{22,4 \text{ L}}{2,24 \text{ L}} & = & \frac{44 \text{ vg}}{8,8 \text{ g}} \\ \\ v = 2 & & \end{array}$$

και ο μοριακός τύπος είναι C_2H_4

Εφαρμογή

4,48 L αερίου αλκενίου μετρημένα σε STP καίγονται πλήρως και παράγονται 10,8 g H_2O . Ποιος είναι ο μοριακός τύπος του αλκενίου;

Κ.Σ. ή STP
(C_3H_6)

(ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α)

ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ ΟΡΩΝ

131 / 161

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 οξέ-
ος.

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 ουσία 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.



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.

147 / 163 - 164

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 (CH_4).

Φωτοσύνθεση: η σύνθεση των υδρογονανθράκων στα φυτά με ταυτόχρονη παραγωγή οξυγόνου από την αντίδραση του CO_2 με το H_2O 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

Για τον Περιοδικό Πίνακα βλέπε
στο τέλος του βιβλίου.

(ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ)

**ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΑΤΟΜΙΚΕΣ
ΜΑΖΕΣ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ
ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΓΙΑ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥΣ**

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΕΤΙΚΩΝ
ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΜΑΖΩΝ
ΜΕ ΤΕΣΣΕΡΑ
ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΨΗΦΙΑ**

151 / 169

Σχετικές Ατομικές Μάζες ορισμένων στοιχείων (για υπολογισμούς)

Κασσίτερος **Sn** **119**

Μαγγάνιο **Mn** **55**

Μαγνήσιο **Mg** **24**

Μόλυβδος **Pb** **207**

Νάτριο **Na** **23**

Νικέλιο **Ni** **59**

Οξυγόνο **O** **16**

Πυρίτιο **Si** **28**

Σίδηρος **Fe** **56**

Υδράργυρος **Hg** **201**

153 / 169

Υδρογόνο

H

1

Φθόριο

F

19

Φωσφόρος

P

31

Χαλκός

Cu

63,5

Χλώριο

Cl

35,5

Χρώμιο

Cr

52

Ψευδάργυρος

Zn

65

154 / 169

ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΑΤΟΜΙΚΕΣ ΜΑΖΕΣ (A_r) ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΕ ΤΕΣΣΕΡΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΨΗΦΙΑ

Η σύγκριση έγινε με βάση το ισότοπο ^{12}C που έχει

$$A_r = 12 \text{ ακριβώς}$$

155 / 170

Ατομ. Αριθ.	Όνομα	Σύμβολο	A_r
1	Υδρογόνο	H	1.008
2	Ήλιο	He	4.003
3	Λίθιο	Li	6.941
4	Βηρύλλιο	Be	9.012
5	Βόριο	B	10.81

Ατομ. Αριθ.	Όνομα	Σύμβολο	A_r
6	Άνθρακας	C	12.01
7	Άζωτο	N	14.01
8	Οξυγόνο	O	16.00
9	Φθόριο	F	19.00
10	Νέο	Ne	20.18
11	Νάτριο	Na	22.99
12	Μαγνήσιο	Mg	24.31
13	Αργίλιο (Αλουμίνιο)	Al	26.98

156 / 170

14	Πυρίτιο	Si	28.09
15	Φώσφορος	P	30.97
16	Θείο	S	32.07
17	Χλώριο	Cl	35.45
18	Αργό	Ar	39.95
19	Κάλιο	K	39.10
20	Ασβέστιο	Ca	40.08
21	Σκάνδιο	Sc	44.96
22	Τιτάνιο	Ti	47.88
23	Βανάδιο	V	50.94
24	Χρώμιο	Cr	52.00

Ατομ. Αριθ.	Όνομα	Σύμβολο	A_r
25	Μαγγάνιο	Mn	54.94
26	Σίδηρος	Fe	55.85
27	Κοβάλτιο	Co	58.93
28	Νικέλιο	Ni	58.69
29	Χαλκός	Cu	63.55
30	Ψευδάργυρος	Zn	65.39
31	Γάλλιο	Ga	69.72
32	Γερμάνιο	Ge	72.59
33	Αρσενικό	As	74.92

34	Σελήνιο	Se	78.96
35	Βρώμιο	Br	79.90
36	Κρυπτό	Kr	83.80
37	Ρουβίδιο	Rb	85.47
38	Στρόντιο	Sr	87.62
39	Ύττιριο	Y	88.91
40	Ζιρκόνιο	Zr	91.22
41	Νιόβιο	Nb	92.21
42	Μολυβδαίνιο	Mo	95.94
43	Τεχνητό	⁹⁹ Tc	98.91
44	Ρουθήνιο	Ru	101.1

Ατομ. Αριθ.	Όνομα	Σύμβολο	A_r
45	Ρόδιο	Rh	102.9
46	Παλλάδιο	Rd	106.4
47	Άργυρος	Ag	107.9
48	Κάδμιο	Cd	112.4
49	Ίνδιο	In	114.8
50	Κασσίτερος	Sn	118.7
51	Αντιμόνιο	Sb	121.8
52	Τελλούριο	Te	127.6
53	Ιώδιο	I	126.9

160 / 170

54	Ξένο	Xe	131.3
55	Καίσιο	Cs	132.9
56	Βάριο	Ba	137.3
57	Λανθάνιο	La	138.9
58	Δημήτριο	Ce	140.1
59	Πρασινοδύμιο	Pr	140.9
60	Νεοδύμιο	Nd	144.2
61	Προμήθειο	¹⁴⁵ Pm	144.9
62	Σαμάριο	Sm	150.4
63	Ευρώπιο	Eu	152.0
64	Γαδολίνιο	Gd	157.3

Ατομ. Αριθ.	Όνομα	Σύμβολο	A_r
65	Τέρβιο	Tb	158.9
66	Δυσπρόσιο	Dy	162.5
67	Όλμιο	Ho	164.9
68	Έρβιο	Er	167.3
69	Θούλιο	Tm	168.9
70	Υπτέρβιο	Yb	173.0
71	Λουτήτιο	Lu	175.0
72	Άφνιο	Hf	178.5
73	Ταντάλιο	Ta	180.9

162 / 170

74	Βολφράμιο (Τουγκοστένιο)	W	183.9
75	Ρήνιο	Re	186.2
76	Όσμιο	Os	190.2
77	Ιρίδιο	Ir	192.2
78	Λευκόχρυσος (Πλατίνα)	Pt	195.1
79	Χρυσός	Au	197.0
80	Υδράργυρος	Hg	200.6
81	Θάλλιο	Tl	204.4
82	Μόλυβδος	Pb	207.2

163 / 170

Ατομ. Αριθ.	Όνομα	Σύμβολο	A_r
83	Βισμούθιο	Bi	209.0
84	Πολώνιο	²¹⁰ Po	210.0
85	Άστατο	²¹⁰ At	210.0
86	Ραδόνιο	²²² Rn	222.0
87	Φράγκιο	²²³ Fr	223.0
88	Ράδιο	²²⁶ Ra	226.0
89	Ακτίνιο	²²⁷ Ac	227.0
90	Θόριο	Th	232.0

91	Πρωτακτίνιο	^{231}Pa	231.0
92	Ουράνιο	U	238.0
93	Ποσειδώνιο (Νεπτούνιο)	^{237}Np	237.0
94	Πλουτώνιο	^{239}Pu	239.1
95	Αμερίκιο	^{243}Am	243.1
96	Κιούριο	^{247}Cm	247.1
97	Μπερκέλιο	^{247}Bk	247.1
98	Καλιφόρνιο	^{252}Cf	252.1
99	Αϊνστάϊνιο	^{252}Es	252.1

Ατομ. Αριθ.	Όνομα	Σύμβολο	A_r
100	Φίρμιο	^{257}Fm	257.1
101	Μεντελέβιο	^{256}Md	256.1
102	Νομπτέλιο	^{259}No	259.1
103	Λωρένσιο	^{260}Lr	260.1

(ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ)

**ΘΕΜΕΛΙΩΔΗ ΜΕΓΕΘΗ
ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΕΣ**

**ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑ ΚΑΙ
ΥΠΟΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑ
ΜΟΝΑΔΩΝ**

167 / 171

Μέγεθος

Σύμβολο
μεγέθους

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_u

καντέλα

cd

Πρόθεμα Σύμβολο **Σχέση με τη**
βασική μονάδα **Παράδειγμα**

Mega- **M** 10^6 $1\text{Mm} = 10^6\text{m}$

kilo- **k** 10^3 $1\text{km} = 10^3\text{m}$

deci- **d** 10^{-1} $1\text{dm} = 10^{-1}\text{m}$

centi- **c** 10^{-2} $1\text{cm} = 10^{-2}\text{m}$

milli- **m** 10^{-3} $1\text{mm} = 10^{-3}\text{m}$

micro- **μ** 10^{-6} $1\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$

nano- **n** 10^{-9} $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$

pico- **p** 10^{-12} $1\text{pm} = 10^{-12}\text{m}$

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνόγλωσση

- * Α.Γ. Βάρβογλης, «Χημείας Απόσταγμα», Εκδ. Τροχαλία, 1992.
- * Α.Γ. Βάρβογλης, «Η Κρυφή Γοητεία της Χημείας», Εκδ. Τροχαλία, 1994.
- * Α.Γ. Βάρβογλης, «Μεγάλοι Χημικοί», Εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 1995.
- * Α.Γ. Βάρβογλης και Ν. Ε. Αλεξάνδρου, «Οργανική Χημεία», 4η έκδοση, Θεσσαλονίκη, 1970.
- * Δ. Γάκης, «Ασκήσεις Χημικής Ισορροπίας σε Υδατικά Διαλύματα», Εκδ. ΕΜΠ, 1980.

- * **Δ. Γάκης, Α. Κάλλης, Κ. Καφετζόπουλος, Σ. Κονιδάρης, Δ. Κούρτης, «Χημεία Β' Λυκείου», ΟΕΔΒ, Αθήνα, 1996.**
- * **Δ. Γάκης, Α. Κάλλης, Κ. Καφετζόπουλος, Σ. Κονιδάρης, Δ. Κούρτης, «Χημεία Β' Λυκείου, Λύσεις Ασκήσεων», ΟΕΔΒ, Αθήνα, 1997.**
- * **Τ. Γεωργιάδου, Κ. Καφετζόπουλος, Ν. Πρόβης, Ν. Σπυρέλλης, Δ. Χηνιάδης, «Χημεία Β' Γυμνασίου», ΟΕΔΒ, Αθήνα, 1998.**
- * **Τ. Γεωργιάδου, Κ. Καφετζόπουλος, Ν. Πρόβης, Ν. Σπυρέλλης, Δ. Χηνιάδης, «Χημεία Γ' Γυμνασίου», ΟΕΔΒ, Αθήνα 1998.**

- * **Δ. Θεοδωρόπουλος, Π. Θεοδωρόπουλος, Κ. Παπαζήσης, «Ονοματολογία-Ισομέρεια», Εκδ. Πελεκάνος, 1995.**
- * **Δ. Θεοδωρόπουλος, Π. Θεοδωρόπουλος, «Μαθήματα Οργανικής Χημείας», Εκδ. Πελεκάνος, 1997.**
- * **Δ. Θεοδωρόπουλος, Π. Θεοδωρόπουλος, Κ. Κομνηνός, «Μαθήματα Γενικής Χημείας», Εκδ. Σαββάλα, 1995.**
- * **Π. Θεοδωρόπουλος, Δ. Θεοδωρόπουλος, Κ. Παπαζήσης, «Ασκήσεις Χημείας Α' Λυκείου», Εκδ. Πελεκάνος, 1996.**
- * **Ε. Καπετάνου, Α. Μαυρόπουλος, «Χημεία Β' Ενιαίου Λυκείου», ΟΕΔΒ, 1998.**

- * Β. Καρώνης, Α. Μπομπέτσας, Δ. Υφαντής, «Εργαστήριο Χημείας - Γ' Τάξη ΕΠΛ», ΟΕΔΒ, 1992.
- * Β. Καρώνης, Α. Μπομπέτσας, Δ. Υφαντής, «Εργαστήριο Χημείας Γ' Τάξη ΕΠΛ - Τετράδιο Πειραμάτων», ΟΕΔΒ, 1992.
- * Δ. Κατάκης - Γ. Πνευματικάκης «Πανεπιστημιακή Ανόργανος Χημεία», ΟΕΔΒ, 1983.
- * Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας, «Αξιολόγηση των μαθητών της Α' Λυκείου στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών», ΟΕΔΒ, Αθήνα, 1997.
- * Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας, «Αξιολόγηση των μαθητών της Α' Λυκείου (γενικές οδηγίες και

στοιχεία μεθοδολογίας», ΟΕΔΒ,
Αθήνα, 1997.

- * **Ν.Δ. Κλούρας**, «**Βασική Ανόργανη Χημεία**», Εκδ. Π. Τρακλός-Ε. Κωσταράκη, Αθήνα, 1998.
- * **Θ.Σ. Κουσούρης**, **Α.Μ. Αθανασάκης**, «**Περιβάλλον, Οικολογία, Εκπαίδευση**», Εκδ. Σαββάλα, 1994.
- * **Σ. Λιοδάκης**, «**Ασκήσεις Ανοργάνου Χημείας**», Εκδ. ΕΜΠ, 1982.
- * **Σ. Λιοδάκης**, «**Εισαγωγικά Μαθήματα Αναλυτικής Χημείας**», Εκδ. ΕΜΠ, 1999.
- * **Ζ. Λοΐζος**, «**Γενική Χημεία**», Εκδ. ΕΜΠ, 1997.

- * **Γ. Μανουσάκης, «Γενική και Ανόργανη Χημεία», Εκδ. Αφοί Κυριακίδη, 2^η έκδοση, 1994.**
- * **Κ. Μανωλκίδης, Κ. Μπέζας, «Χημεία Γενική και Ανόργανη», Αθήνα, 1993.**
- * **Α. Μαυρόπουλος, Ε. Καπετάνου, «Χημεία Α' Ενιαίου Λυκείου», ΟΕΔΒ, 1998.**
- * **Α. Μπομέτσης, Π. Καλλίτσης, «Εργαστήριο Χημείας Β' Τάξη ΕΠΛ», ΟΕΔΒ, 1986.**
- * **Α. Μπομέτσης, Π. Καλλίτσης, «Εργαστήριο Χημείας Β' Τάξη ΕΠΛ - Τετράδιο Πειραμάτων», ΟΕΔΒ, 1986.**

- * **J. Mc Murry «Οργανική Χημεία, Τόμος Ι», Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 1998.**
- * **Morrison και Boyd «Οργανική Χημεία», Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 1991.**
- * **Γ.Κ. Παρισσάκης, «Βασικές Αρχές Αναλυτικής Χημείας», Εκδ. Παπασωτηρίου, 1996.**
- * **Γ.Κ. Παρισσάκης, «Εργαστηριακές Ασκήσεις Ανοργάνου Χημείας», Εκδ. Παπασωτηρίου, 1996.**
- * **Ε. Παπαχριστοδούλου, Β Λοΐζου, Γ. Παπαχρυσοστόμου, Κ. Κουμίδης «Οργανική Χημεία Γ' Λυκείου», Λευκωσία, 1998.**

- * Π.Ο. Σακελλαρίδης, «Γενική Χημεία», Αθήνα, 1981.
- * Α. Σταυρόπουλου, «Φυσικές Επιστήμες», Εκδ. Α. Σταμούλης, 1988.
- * Κ.Α. Τσίπης, «Χημεία Ι, Άτομα & Μόρια», Εκδ. Ζήτη, 1996.
- * Κ.Α. Τσίπης, «Χημεία ΙΙ, Καταστάσεις της ύλης», Εκδ. Ζήτη, 1997.
- * P.W. Atkins, «Η Δημιουργία», Εκδ. Κάτοπτρο, 1993.
- * P.W. Atkins, «Το περιοδικό βασίλειο», Εκδ. Κάτοπτρο, 1995.
- * R.P. Feynman, «Έξι εύκολα κομμάτια», Εκδ. Κάτοπτρο, 1998.

- * **Morisson and Boyd, «Οργανική Χημεία», 4η έκδοση, Εκδ. Παν. Ιωαννίνων, 1988.**
- * **Nuffield Advanced Science, «Χημεία - Θέματα 1 έως 11», Εκδ. Γ.Α. Πνευματικού, 1998.**

Ξενόγλωσση

- * **D. Abbot, "Advanced Level Chemistry Basic Exercises", J. M. Dent and Sons Ltd., London, 1967.**
- * **P.W. Atkins, J.A. Beran, "General Chemistry", 2nd Ed., Freeman and Company, 1990.**
- * **P.W. Atkins, L. Jones, "Chemistry", 3rd Ed., Freeman and Company, 1997.**

- * **P.W. Atkins, "Molecules", W.H. Freeman and Company, New York, 1987.**
- * **Becker-Wentworth, "General Chemistry", Houghton Mifflin Co, Boston, 1980.**
- * **J.E. Brady, "General Chemistry", John Wiley and Sons, 5th Ed., 1990.**
- * **T. Brown, H. Le May, B. Bursten, "Chemistry - The Central Science", 7th Ed., Prentice - Hall, 1997.**
- * **Chadwick., "Chemistry", George Allen & Unwin Ltd., London, 1977.**
- * **R. Chang, "Chemistry", 6th Ed., Mc Grow-Hill, 1998.**

179 / 174 - 175

- * **G.W. Daub, W. Seese, "Basic Chemistry", Prentice-Hall, 1996.**
- * **D.D. Ebbing, "General Chemistry" 5th Ed., Houghton Mifflin Co, 1996.**
- * **W. Eisner, et al. "Elemente Chemie I", Ernst Klett Verlag, Stuttgart, 1986.**
- * **M. Freemantle, "Chemistry in Action", Mac Milan Education, London, 1987.**
- * **R.G. Gillespie, D. Humphreys, N.C. Baird, E.A. Robinsen, "Chemistry", 2nd Ed., Allyn and Bacon, Massachusetts, 1989.**
- * **G. Hill, "Chemistry Counts", Hodder and Stoughton, London, 1986.**

- * **G. Hill and J. Holman, "Chemistry in Context", 4th Ed., Nelson, 1995.**
- * **J.W. Hill and D.K. Kolb, "Chemistry for Changing Times", Prentice - Hall, 1998.**
- * **J.W. Hill and R.H. Petrucci, "General Chemistry", Prentice - Hall, 1996.**
- * **N.R. Kneen, M.J. Rogers, P. Simpson, "Chemistry", Addison-Wesley Ltd., 1972.**
- * **J.C. Kotz and P. Treichel, "Chemistry and Chemical Reactivity", 3rd Ed., Saunders College Publishing, USA, 1996.**

- * **P. Lebrun, A. Cunnington, R. Vogel, "Chimie 1er D.E.", Hatier, 1979.**
- * **T. Lister and J. Renshaw, "Understanding Chemistry", 2nd Ed., Stanley Thornes Ltd., 1991.**
- * **H. Meislich, H. Nechamkin, J. Sharefkin, "Organic Chemistry", McGraw - Hill, 1977.**
- * **F.J. Moore, "A History of Chemistry", McGraw-Hill, 1939.**
- * **Murray S. Peter, "Principles of Organic Chemistry", 2nd Ed., Heinemann Educational, 1977.**
- * **E.N. Rausden, "A-Level Chemistry", Stanley Thornes Ltd., 1985.**

- * **J.L. Rosenberg, "College Chemistry", 5th Ed., McGraw Hill Book Company, 1972.**
- * **Richards, Cram, Hammond, "Elements of Organic Chemistry", McGraw - Hill, 1967.**
- * **K.K. Sharma, D.S. Sharma, "Problems in Organic Chemistry", Vikas Publishing House Ltd., 1994.**
- * **P. Yurkanis Bruice, "Organic Chemistry", Prentice - Hall, 1992.**
- * **S. Zumdahl, "Chemical Principles", Houghton Mifflin, 3rd Ed., 1998.**



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																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	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						

Μέταλλα
 Μεταλλοειδή

Αμέταλλα

Ευγενή αέρια

λανθανίδες

ακτινίδες

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



Περιεχόμενα Γενικής Παιδείας Β' Λυκείου

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ 2ου ΤΟΜΟΥ

2

Πετρέλαιο - Υδρογονάνθρακες

Γνωρίζεις ότι:

«Ο σύγχρονος πολι-
τισμός - βιομηχανι-
κή επανάσταση και
καύσιμα»

11

2.1

**Πετρέλαιο - Προϊόντα
πετρελαίου. Βενζίνη.
Καύση - Καύσιμα**

22

2.2

Νάφθα - Πετροχημικά

49

2.3 Αλκάνια - Μεθάνιο, φυσικό αέριο, βιοαέριο **55**

2.4 Καυσαέρια - Καταλύτες αυτοκινήτων **86**

2.5 Αλκένια - Αιθένιο ή αιθυλένιο **96**

Παραρτήματα **131**

Βιβλιογραφία **170**



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.