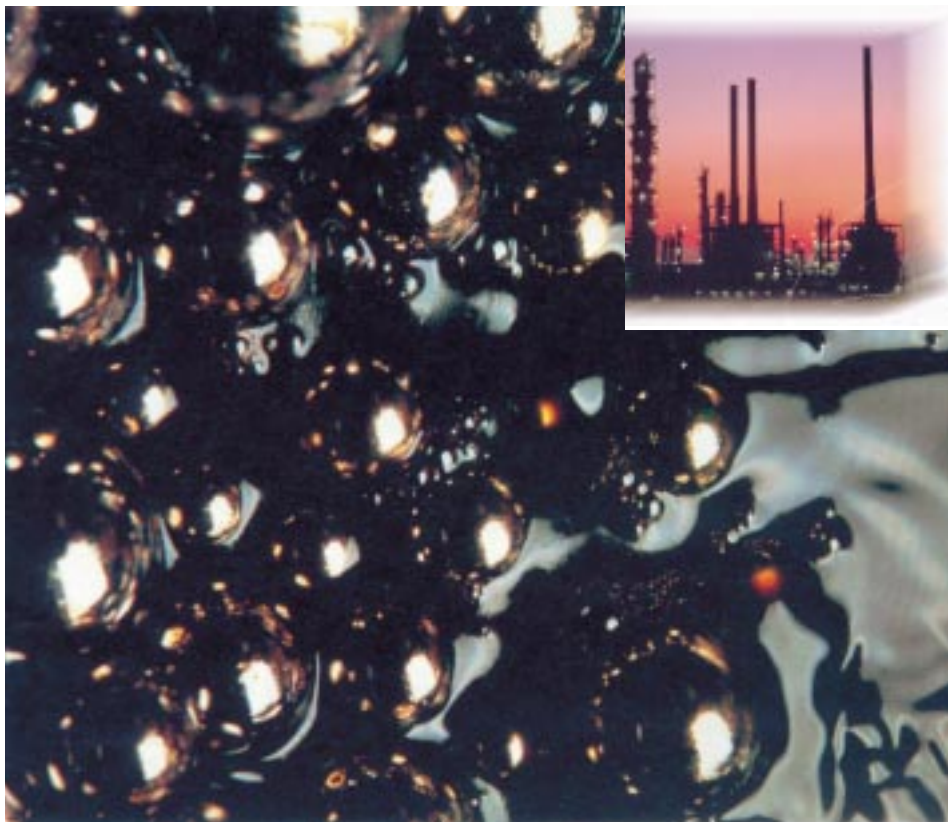


ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

Πετρέλαιο - Υδρογονάνθρακες- Ρύπανση

- *Πετρέλαιο - ορυκτά καύσιμα*
- *Καύση - καύσιμα*
- *Αιθέριο*
- *Αιθίνιο*
- *Πετροχημικά προϊόντα*
- *Ατμοσφαιρική ρύπανση*
- *Ερωτήσεις – προβλήματα*
- *Ανακεφαλαίωση*



Τα προϊόντα ενός διυλιστηρίου (επάνω δεξιά) αποτελούν κλάσματα του αργού πετρελαίου (μεγάλη φωτογραφία) το οποίο είναι μείγμα χιλιάδων οργανικών ενώσεων.

2.1 Πετρέλαιο - ορυκτά καύσιμα

2.1.1 Σχηματισμός ορυκτών καυσίμων

Από το πετρέλαιο προέρχεται το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας σε παγκόσμια κλίμακα, αλλά και πλήθος χρήσιμων οργανικών ενώσεων από τις οποίες παράγονται ποικίλα προϊόντα.

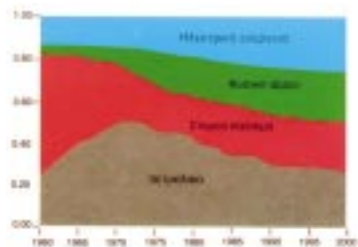
Το πετρέλαιο χρησιμοποιείται, κυρίως, για την παραγωγή καυσίμων. Μόνο ένα μικρό ποσοστό του αργού πετρελαίου (λιγότερο από το 10%) χρησιμοποιείται για την παραγωγή οργανικών χημικών ενώσεων.

Μπορούμε να φανταστούμε το πετρέλαιο σαν μια «αποθήκη καυσίμων» από την οποία μπορούμε να αντλούμε ενέργεια για όσο χρονικό διάστημα υπάρχουν αποθέματα. Κατά το απώτερο μέλλον, που τα αποθέματα αυτά θα τείνουν να εξαντληθούν, θα πρέπει να αξιοποιήσουμε άλλες πηγές ενέργειας.

Πώς σχηματίστηκε το πετρέλαιο

Το πετρέλαιο και γενικά τα ορυκτά καύσιμα προέρχονται από την αποσύνθεση φυτικών και ζωικών οργανισμών. Πριν από εκατομμύρια χρόνια οι οργανισμοί αυτοί θάφτηκαν στα βάθη των ωκεανών και γενικά του γήινου στερεού φλοιού λόγω γεωλογικών μεταβολών. Με την πάροδο του χρόνου αυτή η οργανική ύλη μετατράπηκε, με τη βακτηριακή αποσύνθεση και με την επίδραση υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας, στα ορυκτά καύσιμα που χρησιμοποιούμε σήμερα. Αυτά είναι οι **γαιάνθρακες** (λιγνίτης, τύρφη, λιθάνθρακες), το **φυσικό αέριο** και το **αργό** (ακατέργαστο πετρέλαιο). Τα ορυκτά καύσιμα αποτελούν τις κύριες πηγές ενέργειας (90% της παγκόσμιας παραγωγής ενέργειας).

Οι ορυκτοί άνθρακες, αν και αποδίδουν με την καύση τους σημαντικά ποσά ενέργειας, παρουσιάζουν το μειονέκτημα ότι αφήνουν μεγάλο ποσοστό στερεού υπολείμματος (στάχτη). Για το λόγο αυτό χρη-



Διάγραμμα 2.1
Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας
στη βιομηχανία ΟΟΣΑ-ΕΥΡΩΠΗ.

σιμοποιούνται σε βιομηχανική μόνο κλίμακα κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (θερμοηλεκτρικά εργοστάσια).

Γενικότερα:

Το 75% της ενέργειας που καταναλώνεται σήμερα προέρχεται από το πετρέλαιο και από το φυσικό αέριο. Αυτά τα καύσιμα έχουν το πλεονέκτημα ότι δεν αφήνουν στερεό υπόλειμμα και ότι μεταφέρονται εύκολα και με χαμηλό κόστος σε μεγάλες αποστάσεις.

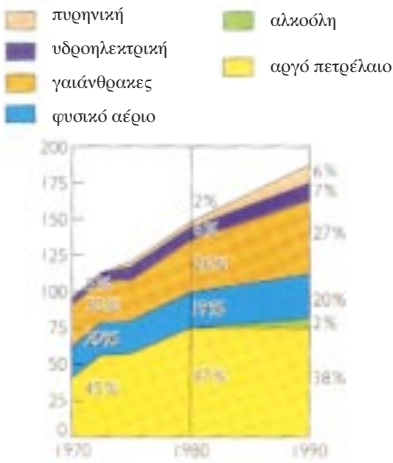
Το **φυσικό αέριο** αποτελείται κυρίως από **μεθάνιο** (CH_4) και σε μικρό ποσοστό (περίπου 3%) περιέχει αλκάνια με μικρό αριθμό ατόμων άνθρακα (αιθάνιο, προπάνιο).

Το **αργό ή ακατέργαστο πετρέλαιο** είναι ένα μείγμα από χιλιάδες οργανικές ενώσεις. Ένα μεγάλο ποσοστό του αργού πετρελαίου αποτελείται από **αλκάνια** με ευθεία ανθρακική αλυσίδα και –σε μικρότερο ποσοστό– από **κυκλοαλκάνια**. Περιέχει, επίσης, μικρά ποσοστά αλκανίων με διακλαδισμένη ανθρακική αλυσίδα, αρωματικές ενώσεις, καθώς και ενώσεις του θείου, του οξυγόνου, του χλωρίου, του νατρίου, κ.ά. Η σύσταση των κοιτασμάτων του πετρελαίου ποικίλλει σημαντικά ανάλογα με την προέλευσή του.



Εικόνα 2.1

Η πύλη εισόδου του Ρωσικού φυσικού αερίου. Μετρητικός σταθμός Σιδηροκάστρου. Το δίκτυο διανομής του φυσικού αερίου φθάνει μέχρι την Αττική.



Διάγραμμα 2.2
κατανομή κατανάλωσης
ενέργειας παγκοσμίως. (1970-1990)



Εικόνα 2.2

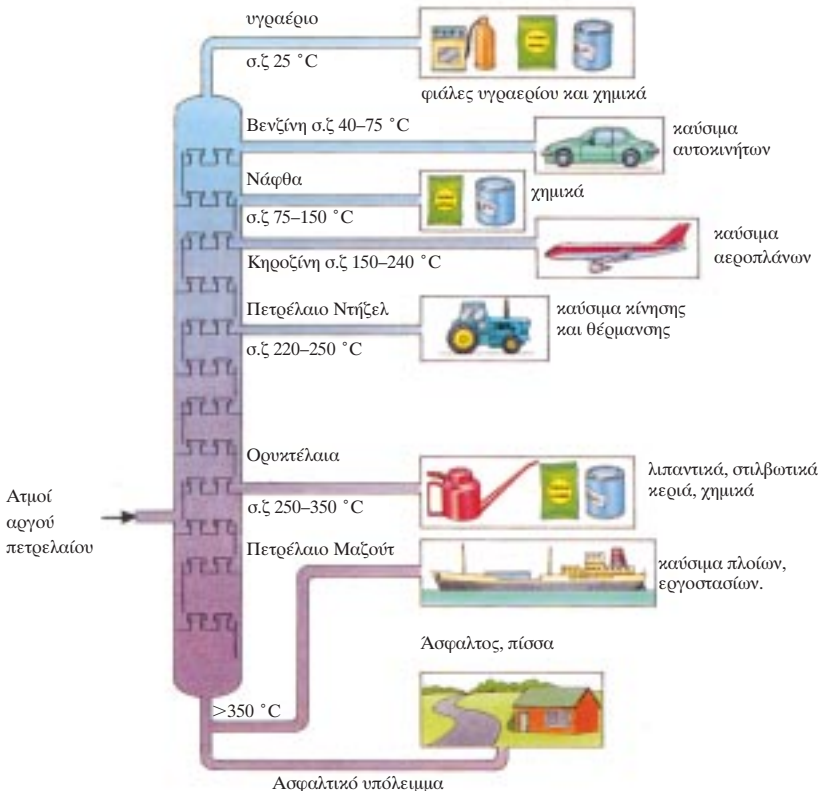
Ο τερματικός σταθμός εισόδου του φυσικού αερίου από την Αλγερία στη Νησίδα Ρεβυθούσα (κόλπος Μεγάρων). Η μεταφορά του αερίου γίνεται με ειδικά πλοία σε υγρή κατάσταση

2.1.2 Επεξεργασία και προϊόντα του πετρελαίου

Η επεξεργασία του αργού πετρελαίου περιλαμβάνει
α. το διαχωρισμό του σε διάφορα προϊόντα (κλάσματα), και
β. τη χημική μετατροπή ορισμένων κλασμάτων για την παραγωγή άλλων προϊόντων.

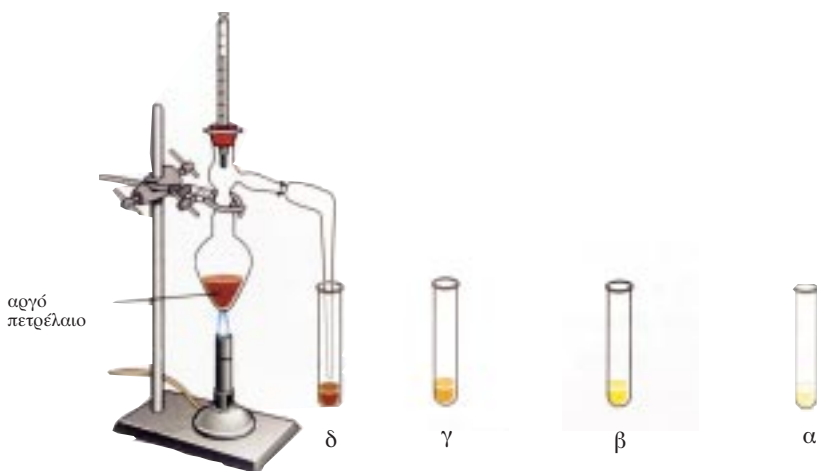
Το πετρέλαιο διαχωρίζεται με κλασματική απόσταξη (διύλιση) σε ποικίλα κλάσματά του. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στα διαφορετικά σημεία βρασμού κάθε κλάσματος. Τα κυριότερα κλάσματα του πετρελαίου παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα:

Κάθε κλάσμα είναι μείγμα πολλών υδρογονανθράκων με διαφορετικούς ή και ίδιους μοριακούς τύπους (συντακτικά ισομερείς).



Σχήμα 2.1

Σχηματική παρουσίαση των κλασμάτων των πετρελαίου και των προϊόντων που παράγονται από αυτά



Εικόνα 2.3

Κλασματική απόσταξη του πετρελαίου στο εργαστήριο.

Τα κλάσματα που παραλαμβάνονται είναι τα εξής:

α. Κιτρινόχρουν λεπτόρευστο υγρό (σ.ζ 20–100 °C)

Αναφλέγεται εύκολα με καθαρή κίτρινη φλόγα.

β. Κίτρινο αρκετά λεπτόρευστο υγρό (σ.ζ 100–150 °C)

Αναφλέγεται αρκετά εύκολα με κίτρινη φλόγα και με λίγη κάπνα.

γ. Κιτρινοπορτοκαλόχρουν σχετικά παχύρευστο υγρό (σ.ζ 150–200 °C)

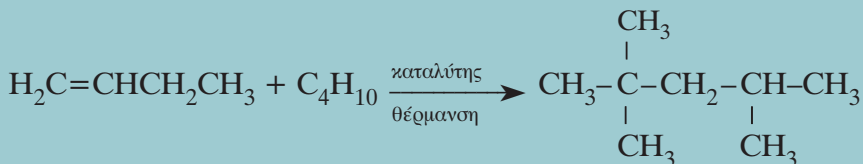
Αναφλέγεται δύσκολα με αρκετή κάπνα.

δ. Καστανόχρουν παχύρευστο υγρό (σ.ζ 200–250 °C).

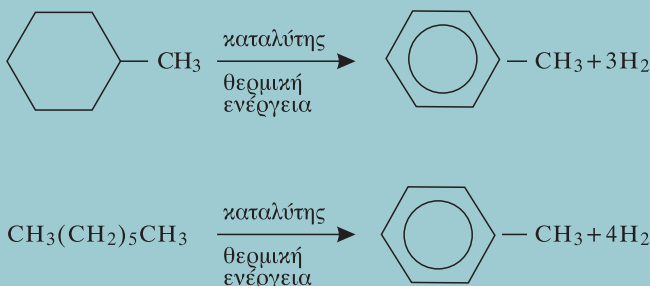
Αναφλέγεται πολύ δύσκολα με πολλή κάπνα.

Κλάσματα τα οποία έχουν χαμηλή ζήτηση, επειδή είναι ακατάλληλα ως καύσιμα, μετατρέπονται σε χρήσιμα προϊόντα με σειρά χημικών αντιδράσεων.

Κατά την **καταλυτική ισομερίωση** αλκάνια ενώνονται με αλκένια, για να σχηματίσουν αλκάνια με διακλαδισμένη ανθρακική αλυσίδα.

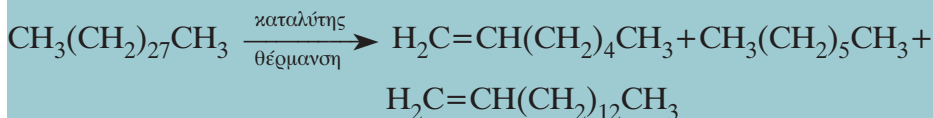


Κατά την **καταλυτική αναδόμηση**, αλκάνια και κύκλοαλκάνια μετατρέπονται σε αρωματικούς υδρογονάνθρακες, και έτσι παράγονται διάφορες ενώσεις που αποτελούν την πρώτη ύλη για τη σύνθεση ποικίλων προϊόντων σε βιομηχανική κλίμακα.



Το 47% του αργού πετρελαίου χρησιμοποιείται για την παραγωγή βενζίνης. Ένα άλλο, ίσο περίπου ποσοστό (47%), για την παραγωγή άλλων καυσίμων (φωτιστικό πετρέλαιο, πετρέλαιο μηχανών diesel κ.ά.) Μόνο το 6% χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη στην πετροχημική βιομηχανία για την παραγωγή οργανικών χημικών ενώσεων και συνθετικών πολυμερών.

Μέρος της βενζίνης που χρησιμοποιούμε αποτελεί ένα από τα προϊόντα της κλασματικής απόσταξης του αργού πετρελαίου, ενώ ένα άλλο σημαντικό μέρος παράγεται με κατάλληλη επεξεργασία άλλων κλασμάτων. Κατά την επεξεργασία αυτή υδρογονάνθρακες με μεγάλο αριθμό ατόμων άνθρακα μετατρέπονται σε άλλους με λιγότερα άτομα άνθρακα. Η επεξεργασία αυτή, η οποία ονομάζεται **πυρόλυση (cracking)**, συνίσταται στη θέρμανση των κλασμάτων αυτών σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες (400-500 °C) παρουσία ειδικών καταλυτών και απουσία αέρα.



Με τις διαδικασίες αυτές επιτυγχάνεται η αύξηση της απόδοσης του πετρελαίου σε βενζίνη και σε άλλα προϊόντα που έχουν αυξημένη ζήτηση.

2.1.3 Αριθμός οκτανίου

Στις μηχανές εσωτερικής καύσης το καύσιμο μείγμα (ατμοί βενζίνης-αέρα) υποβάλλεται σε συμπίεση πριν από την ανάφλεξη, ώστε να αυξηθεί η ενεργειακή απόδοση της βενζίνης. Η παρουσία, όμως, στη βεν-

ζίνη ορισμένων υδρογονανθράκων (ευθείας αλυσίδας) σε υψηλά ποσοστά έχει ως συνέπεια την εμφάνιση ενός χαρακτηριστικού κτυπήματος (knocking). Αυτό οφείλεται στο ότι οι υδρογονάνθρακες αυτοί αναφλέγονται, προτού υποβληθεί το μείγμα σε ανάφλεξη. Αποτέλεσμα αυτού είναι η μείωση της απόδοσης του κινητήρα αλλά και του χρόνου ζωής του.

Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται επιτυχώς με την κατάλληλη επιλογή των υδρογονανθράκων που θα χρησιμοποιηθούν ως καύσιμο. Για το λόγο αυτό η φυσική βενζίνη, αυτή που παραλαμβάνεται με απευθείας κλασματική απόσταξη, εμπλουτίζεται με αλκάνια και αλκένια με διακλαδισμένη ανθρακική αλυσίδα, καθώς και με αρωματικούς υδρογονάνθρακες που παρουσιάζουν χαμηλό συντελεστή «κτυπήματος» ή υψηλό αριθμό οκτανίου. **Το σχετικό μέγεθος «αντικτυπήματος» ενός καυσίμου εκφράζεται με τον αριθμό οκτανίου.**

Το κανονικό επτάνιο έχει καθιερωθεί ως μια ένωση με υψηλό συντελεστή κτυπήματος (αριθμό οκτανίου μηδέν), ενώ το 2,2,4-τριμέθυλοπεντάνιο (ισοοκτάνιο) με χαμηλό συντελεστή κτυπήματος ή υψηλό αριθμό οκτανίου (100).

Έτσι, όταν η βενζίνη έχει αριθμό οκτανίου 98, εννοούμε ότι συμπεριφέρεται, από άποψη κτυπημάτων, όπως ένα μείγμα ισοοκτανίου-επτανίου με αναλογία όγκων 98 : 2 αντίστοιχα.



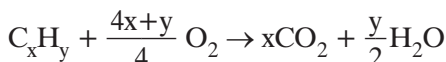
Εικόνα 2.4

Χειροκίνητη αντλία βενζίνης των αρχών του αιώνα

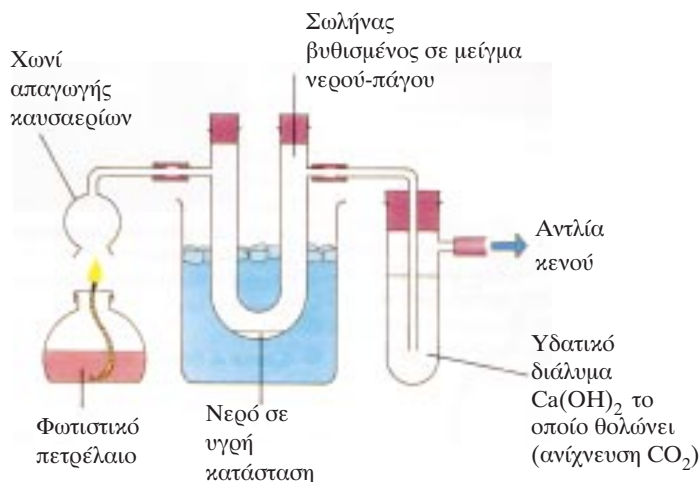
2.2 Καύση-καύσιμα

Κατά την αντίδραση των οργανικών ενώσεων με το οξυγόνο (καύση) παράγεται διοξείδιο του άνθρακα και νερό, ενώ συγχρόνως ελευθερώνονται σημαντικά ποσά θερμότητας. Επομένως, η καύση είναι μια εξώθερμη αντίδραση κατά την οποία μετατρέπεται χημική ενέργεια σε θερμική.

Η καύση των υδρογονανθράκων αποδίδεται με τη χημική εξίσωση



Η θερμική ενέργεια που παράγεται από την καύση διάφορων καυσίμων χρησιμοποιείται είτε άμεσα (θέρμανση, παραγωγή ατμού) είτε έμμεσα για την παραγωγή άλλων μορφών ενέργειας (ηλεκτρική, μηχανική).



Εικόνα 2.5
Εργαστηριακή
διάταξη για τον
έλεγχο των
προϊόντων καύσης
του φωτιστικού
πετρελαίου.

Στον πίνακα 2.1 που ακολουθεί παρουσιάζονται ορισμένα από τα κυριότερα καύσιμα και η ενεργειακή απόδοσή τους.

Καύσιμο	Ενεργειακή απόδοση
Λιγνίτης	21 MJ/kg
Φυσικό αέριο	55 MJ/kg
Ξυλάνθρακας	11,6 MJ/kg
Βενζίνη (κυρίως C_8H_{18})	35 MJ/kg
Αιθανόλη	29,8 MJ/kg

Πίνακας 2.1

Οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες του σύγχρονου ανθρώπου σε ενέργεια οδηγούν στην εξάντληση των αποθεμάτων των ορυκτών καυσίμων, τα οποία αποτελούν μη ανανεώσιμους φυσικούς πόρους.

Προκειμένου να αντιμετωπισθεί αυτό το πρόβλημα, προτείνονται οι εξής λύσεις:

- Ορθολογικότερη χρήση της ενέργειας.
- Εκμετάλλευση άλλων μορφών ενέργειας (αιολική, γεωθερμική, ηλιακή).
- Εκμετάλλευση ανανεώσιμων φυσικών πόρων, όπως είναι η βιομάζα, για την παραγωγή καυσίμων.

Ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι

Ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι ονομάζονται εκείνοι που αναγεννώνται μέσα από διεργασίες της φύσης και οι οποίοι έχουν σύντομο χρόνο ανανέωσης.

Τα ορυκτά καύσιμα είναι μη ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι, διότι ο ρυθμός σχηματισμού τους είναι πολύ βραδύς (εκατομμύρια χρόνια). Αντίθετα, η ζωική και η φυτική παραγωγή, στις οποίες στηρίζεται η διατροφή μας, αποτελεί ανανεώσιμο φυσικό πόρο, αν και, δυστυχώς, ούτε η μία ούτε η άλλη επαρκούν για τη διατροφή όλων των κατοίκων του πλανήτη.

Βιοαέριο

Ένα παράδειγμα εκμετάλλευσης ανανεώσιμων φυσικών πόρων, το οποίο εφαρμόζεται σε μικρή κλίμακα, είναι η παραγωγή μεθανίου από βιομάζα.

Σε αγροτικές περιοχές της Κίνας και της Ινδίας λειτουργούν περισσότεροι από ένα εκατομμύριο αντιδραστήρες ζύμωσης φυτικών και ζωικών αποβλήτων. Τα απόβλητα αυτά αποσυντίθενται με τη δράση βακτηρίων σε αναερόβιες συνθήκες, και παράγεται μείγμα αερίων με κύριο συστατικό το μεθάνιο. Τα ημερήσια απόβλητα δύο αγελάδων μπορούν να παράγουν ποσότητα μεθανίου επαρκή για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών ενός νοικοκυριού (θέρμανση, ηλεκτρική ενέργεια).

Άλλες λιγότερο γνωστές εφαρμογές των ορυκτών καυσίμων

Ο ενεργός ή μαύρος άνθρακας παρασκευάζεται με ατελή καύση του φυσικού αερίου, η οποία πραγματοποιείται με περιορισμένη παροχή αέρα.



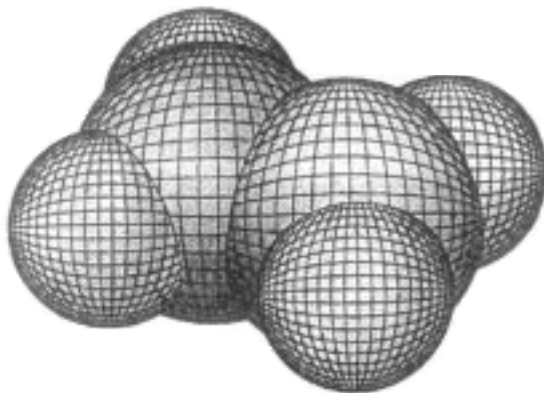
Ο ενεργός άνθρακας χρησιμοποιείται κατά την παραγωγή ελαστικών αυτοκινήτων (αυξάνει την αντοχή τους) και ως χρώμα στο μαύρο μελάνι εκτύπωσης.

Ο γραφίτης παρασκευάζεται με θέρμανση του « κοκ του πετρελαίου » στους 3500 °C με καταλύτες άμμο και σίδηρο.

Ο γραφίτης χρησιμοποιείται για την κατασκευή μολυβιών και ηλεκτροδίων.

Μια ενδιαφέρουσα εφαρμογή του πετρελαίου είναι η χρήση του ως θρεπτικού μέσου για ορισμένα μικρόβια. Τα μικρόβια αυτά πολλαπλασιάζονται και η πρωτεΐνη από την οποία αποτελούνται χρησιμοποιείται ως ζωοτροφή. Η εφαρμογή αυτή βασίζεται στη μεγάλη παραγωγικότητα των μικροβίων, ένας τόνος των οποίων μπορεί να παράγει δύο-μυριάδες τόνους πρωτεΐνης την ημέρα. Αν κάνουμε μια σύγκριση, η ίδια ποσότητα βιομάζας στα μοσχάρια παράγει μόλις μισό κιλό πρωτεΐνης και μάλιστα από ακριβότερες πρώτες ύλες.

2.3 Αιθένιο



Σχήμα 2.2

Τρισδιάστατη δομή του αιθενίου με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή

Το αιθένιο ή αιθυλένιο είναι το πρώτο μέλος της ομόλογης σειράς των αλκενίων, δηλαδή των υδρογονανθράκων που περιέχουν ένα διπλό δεσμό μεταξύ ατόμων άνθρακα $>C=C<$ και έχουν το γενικό τύπο C_nH_{2n} .

Ο συντακτικός τύπος του αιθενίου είναι :



Το αιθένιο βρίσκεται σε μικρές ποσότητες στα φυτά, όπου δρα σαν φυτική ορμόνη που προκαλεί την ωρίμανση των φρούτων.

Σε βιομηχανική κλίμακα παρασκευάζεται από τη διάσπαση (πυρόλυση) των αλκανίων που περιέχονται στο υγραέριο (κυρίως προπάνιο, βουτάνιο) και από τη νάφθα (ακατέργαστη βενζίνη) με θέρμανσή τους σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες παρουσία υδρατμών. Π.χ.



Το αιθένιο, όπως και όλα τα αλκένια, είναι αδιάλυτο στο νερό αλλά αρκετά διαλυτό σε μη πολικούς οργανικούς διαλύτες όπως το βενζόλιο.

Η παρουσία του διπλού δεσμού καθορίζει τη χημική συμπεριφορά τους. Οι δύο ομοιοπολικοί δεσμοί με τους οποίους ενώνονται τα άτομα

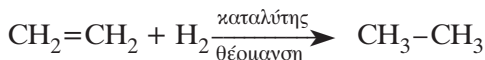
του δεσμού $>C=C<$ δεν είναι ενεργειακά ισοδύναμοι. Συνεπώς, ο πλουσιότερος σε ενέργεια δεσμός είναι ασταθέστερος.

Αποτέλεσμα αυτού είναι ότι τα μόρια που περιέχουν διπλό δεσμό $>C=C<$ αντιδρούν σχετικά εύκολα με άλλα μόρια όπως H_2 , αλογόνα (Cl_2 , Br_2 , I_2), υδραλογόνα (HCl , HBr , HI), και προκύπτουν ενώσεις οι οποίες είναι σταθερότερες ενεργειακά.

Οι αντιδράσεις αυτές ονομάζονται αντιδράσεις **προσθήκης**.

Ενδεικτικά, αναγράφονται ορισμένες από αυτές:

♦ Προσθήκη υδρογόνου



Εικόνα 2.6
Εργαστηριακή διάταξη υδρογόνωσης
ελαιολάδου



Εικόνα 2.7

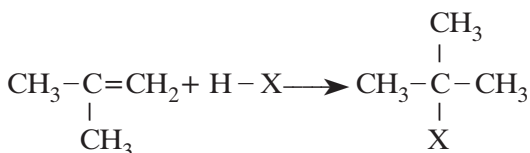
Διαφήμιση μαργαρίνης (Δεκαετία του '60)

Μια πολύ σημαντική εφαρμογή της προσθήκης υδρογόνου στο διπλό δεσμό αποτελεί η υδρογόνωση των φυτικών λιπών. Τα φυτικά λίπη (π.χ. ελαιόλαδο, αραβοσιτέλαιο) περιέχουν πολυακόρεστες οργανικές ενώσεις και είναι συνήθως σε υγρή κατάσταση. Αντίθετα, τα ζωικά λίπη (π.χ. βούτυρο) βρίσκονται συνήθως σε στερεή κατάσταση, επειδή περιέχουν κυρίως κορεσμένες οργανικές ενώσεις. Προκειμένου να καλυφθεί η υψηλή ζήτηση σε στερεά λίπη, τα χαμηλότερης ποιότητας φυτικά λίπη υδρογονώνονται και μετατρέπονται σε στερεά. Με τον τρόπο αυτό καλύπτονται οι υπάρχουσες ανάγκες με προϊόντα χαμηλότερου κόστους (μαργαρίνες).

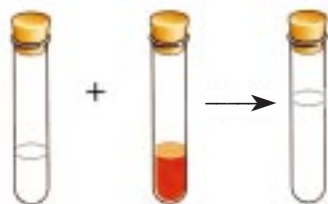
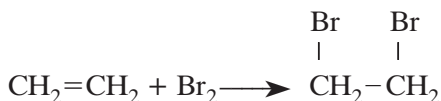
♦ Προσθήκη υδροβρομίου



Γενικά, κατά την προσθήκη υδραλογόνου (HX) σε ένα αλκένιο το α-λογόνο ενώνεται με εκείνο τον άνθρακα που είναι ενωμένος με περισσότερες αλκυλομάδες, ενώ το υδρογόνο ενώνεται με τον άνθρακα που είναι ενωμένος με τις λιγότερες (Κανόνας του Markovnikov).



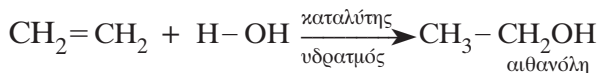
♦ Προσθήκη βρομίου



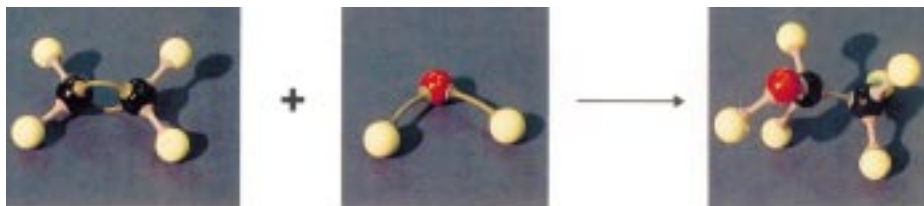
Εικόνα 2.8

Κατά την προσθήκη διαλύματος βρομίου σε αλκένιο εξαφανίζεται το καστανέρυθρο χρώμα του βρομίου λόγω της αντίδρασης που συμβαίνει

♦ Προσθήκη νερού



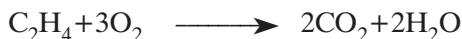
Στην αντίδραση αυτή βασίζεται η βιομηχανική παραγωγή της αιθανόλης.



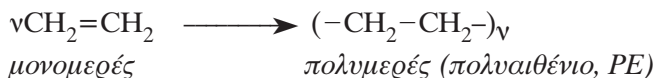
Εικόνα 2.9

Η αντίδραση νερού και αιθενίου με μοντέλα προσομοίωσης

Το αιθέριο, όπως οι υδρογονάνθρακες γενικότερα, αντιδρά με το οξυγόνο. Η αντίδραση της τέλει καύσης του αποδίδεται με τη χημική εξίσωση:



Μια σημαντική χημική ιδιότητα του αιθενίου είναι ο **πολυμερισμός**:



Το πολυμερές που προκύπτει αποτελείται από μόρια μακριάς αν-
θρακικής αλυσίδας. Στο σχηματισμό καθενός από αυτά τα μόρια συμ-
μετέχουν μερικές εκατοντάδες μέχρι και χιλιάδες μόρια αιθενίου.

Εικόνα 2.10
Η δομή του μορίου του
πολυαιθενίου

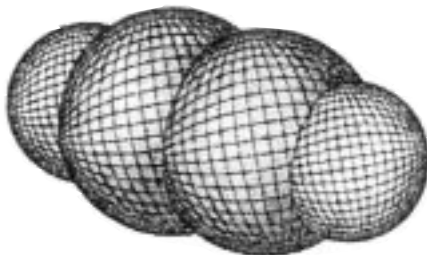


Ο πολυμερισμός του αιθενίου σε πολυαιθένιο (PE) συνήθως γίνεται σε πολύ υψηλές πιέσεις (1000-3000 atm) και θερμοκρασίες (100-250°C).

Το πολυαιθένιο, το πιο σημαντικό προϊόν του αιθενίου, είναι ένα υλικό με πολλές εφαρμογές (υλικά συσκευασίας, σακούλες κ.ά.).

Το αιθέριο χρησιμοποιείται ακόμα για τη συνθετική παρασκευή πολλών χημικών ενώσεων όπως της αιθανόλης, της ακεταλδεϋδης, της γλυκόλης, του οξικού οξέος κ.ά.

2.4 Αιθίνιο

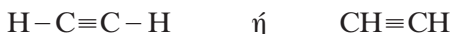


Σχήμα 2.3

Η τρισδιάστατη δομή του αιθινίου με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή

Το αιθίνιο ή ακετυλένιο είναι το πρώτο μέλος της ομόλογης σειράς των αλκινίων, τα οποία έχουν το γενικό τύπο C_nH_{2n-2} . Το μόριό του περιέχει δύο άτομα άνθρακα ενωμένα με τρεις ομοιοπολικούς δεσμούς, δηλαδή με τριπλό δεσμό ($-C \equiv C-$).

Ο συντακτικός τύπος του αιθινίου είναι:

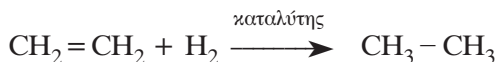
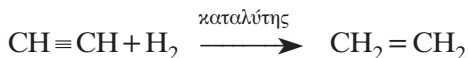


Κατά τρόπο ανάλογο με το διπλό δεσμό οι δύο από τους τρεις ομοιοπολικούς δεσμούς που αποτελούν τον τριπλό δεσμό ($-C \equiv C-$) είναι ε-νεργειακά πλουσιότεροι σε σχέση με τον τρίτο.

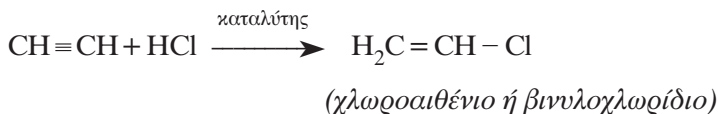
Για το λόγο αυτό το αιθίνιο και, γενικότερα, οι οργανικές ενώσεις με τριπλό δεσμό δίνουν αντιδράσεις προσθήκης με τις ίδιες ενώσεις και στοιχεία που δίνουν και τα αλκένια. Κατά τις αντιδράσεις αυτές ο τριπλός δεσμός μετατρέπεται σε διπλό και στη συνέχεια σε απλό.

Παρουσιάζονται, ενδεικτικά, ορισμένες αντιδράσεις:

♦ Προσθήκη υδρογόνου



♦ Προσθήκη υδροχλωρίου



Με πολυμερισμό του βινυλοχλωριδίου παράγεται το πολυμερές PVC (πολυβινυλοχλωρίδιο).



Εικόνα 2.11
Μοντέλο χλωροαιθενίου



Εικόνα 2.12
Αντικείμενα κατασκευασμένα
από PVC

Ένα άλλο σημαντικό προϊόν προσθήκης του αιθινίου είναι το προπενονιτρίλιο ή ακρυλονιτρίλιο $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CN}$, με πολυμερισμό του οποίου παράγονται τα ακρυλικά πολυμερή, που συνήθως μορφοποιούνται σε υφάνσιμες ίνες.

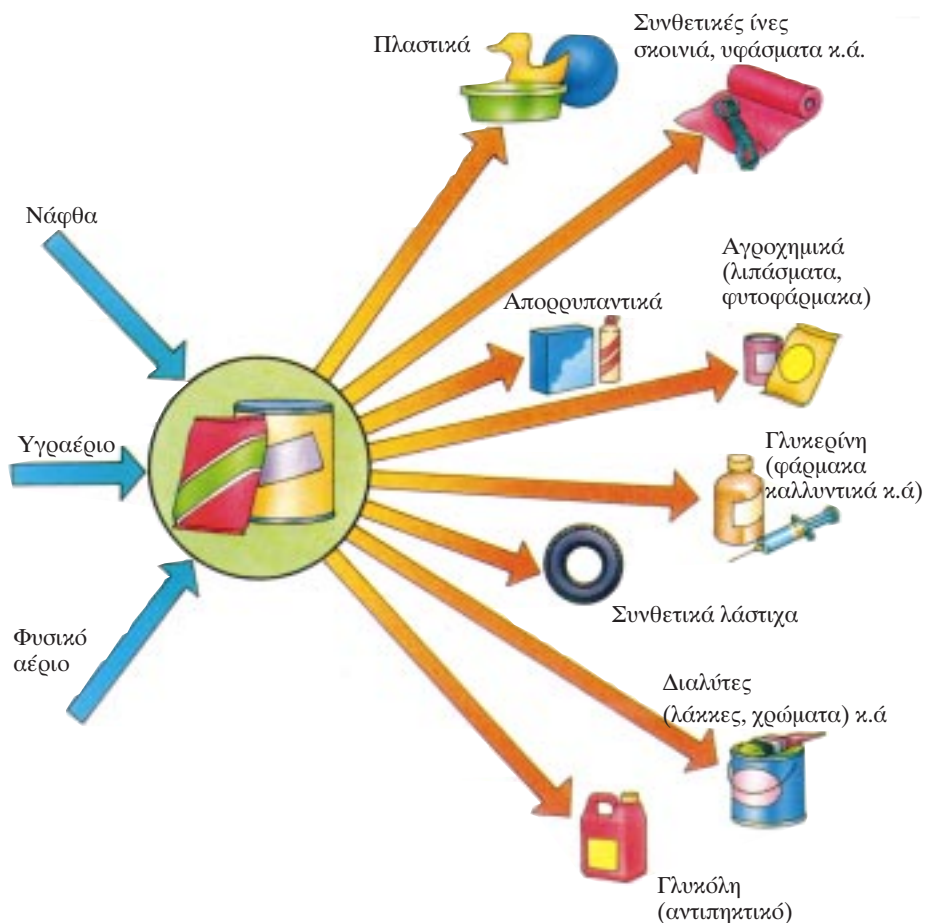
Η βιομηχανική παραγωγή του αιθινίου σήμερα στηρίζεται στο μεθάνιο, που αποτελεί το κύριο συστατικό του φυσικού αερίου.



Πολλές ενώσεις με τριπλό δεσμό έχουν απομονωθεί από το φυτικό βασίλειο.

2.5 Πετροχημικά προϊόντα

Το 90% της ποσότητας του αργού πετρελαίου χρησιμοποιείται ως καύσιμο, και το 7% για την παραγωγή πετροχημικών. Τα πετροχημικά είναι συνθετικές οργανικές ενώσεις οι οποίες αποτελούν τη βασική πρώτη ύλη για την παραγωγή ποικίλων προϊόντων καθημερινής χρήσης, όπως είναι διάφορα είδη από πλαστικό, συνθετικές υφάνσιμες ίνες, φάρμακα, χρώματα, απορρυπαντικά και πολλά άλλα.



Σχήμα 2.4

Κατηγορίες πετροχημικών προϊόντων

Σκεφτείτε ότι το 90 % της ποσότητας των χρησιμοποιούμενων σήμερα οργανικών ενώσεων είναι πετροχημικά.

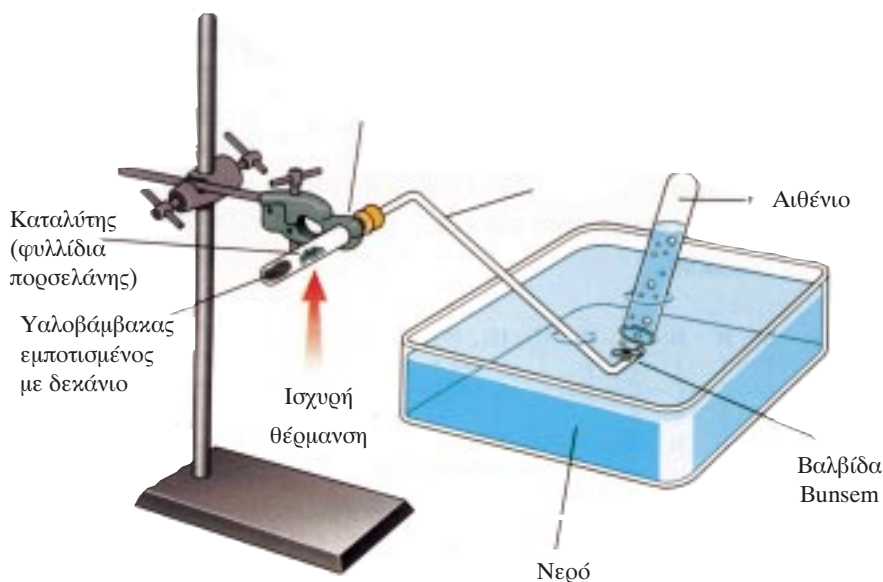
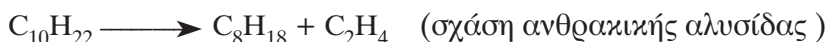
Οι οργανικές ενώσεις στις οποίες κυρίως στηρίζεται η πετροχημική βιομηχανία και από τις οποίες συντίθεται το μεγαλύτερο μέρος των προϊόντων της είναι το μεθάνιο (CH_4), ορισμένα αλκένια όπως το αιθένιο ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$), το προπένιο ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$) τα βουτένια (C_4H_8), καθώς και οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες βενζόλιο (C_6H_6), τολουόλιο ($\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_3$) και ξυλόλια ($\text{C}_6\text{H}_4-(\text{CH}_3)_2$).

Πρόκειται, επομένως, για υδρογονάνθρακες με σχετικά μικρό αριθμό ατόμων άνθρακα οι οποίοι όλοι, εκτός από το μεθάνιο, περιέχουν τουλάχιστον ένα διπλό δεσμό ($>\text{C}=\text{C}<$).

Η παραγωγή τους στηρίζεται στη πυρόλυση κλασμάτων του πετρελαίου τα οποία αποτελούνται από κορεσμένους υδρογονάνθρακες με μακριές ανθρακικές αλυσίδες.

Πυρόλυση είναι η θέρμανση υδρογονανθράκων σε υψηλή θερμοκρασία απουσία αέρα κατά την οποία τα μεγάλα μόρια «σπάνε» σε μικρότερα (πυρο-λύονται).

Έτσι, πραγματοποιούνται αντιδράσεις όπως :



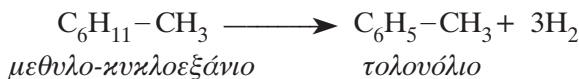
Εικόνα 2.13

Εργαστηριακή διάταξη για την πυρόλυση του δεκανίου

Το κλάσμα που κυρίως χρησιμοποιείται για το σκοπό αυτό είναι αυτό της ακατέργαστης βενζίνης, που ονομάζεται νάφθα. Η νάφθα αποτελείται από αλκάνια και κυκλοαλκάνια με αριθμό ατόμων άνθρακα 6 έως 10. Αυτή πυρολύεται, αφού αναμειχθεί με υδρατμούς, οπότε προκύπτουν αλκάνια και αλκένια με μικρότερο αριθμό ατόμων άνθρακα.

Τα κυκλοαλκάνια με 6 έως 8 άτομα άνθρακα, κάτω από ειδικές συνθήκες, υφίστανται αφυδρογόνωση και μετατρέπονται σε βενζόλιο και παράγωγά του.

Για παράδειγμα, μια από τις αντιδράσεις που συμβαίνουν είναι η εξής:



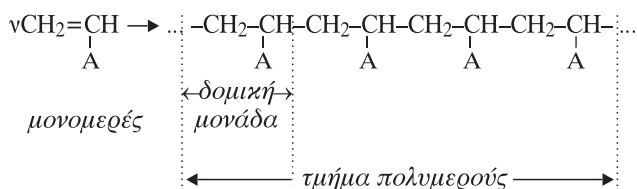
Με τον τρόπο αυτό αξιοποιούνται τα κλάσματα χαμηλής ζήτησης, αφού παράγονται από αυτά:

- υδρογονάνθρακες που χρησιμοποιούνται ως καύσιμα (π.χ. βενζίνη) και
- βασικές οργανικές ενώσεις για την παραγωγή ποικίλων χημικών προϊόντων.

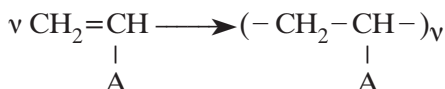
Για ποιο, όμως, λόγο αυτά τα μικρά οργανικά μόρια έχουν τόσο ουσιαστικό ρόλο στην πετροχημική βιομηχανία;

Επειδή τα ίδια ή ορισμένα παράγωγά τους (μονομερή) έχουν την ικανότητα να πολυμερίζονται, δηλαδή να ενώνονται μεταξύ τους και έτσι να διαμορφώνουν μεγάλα μόρια, των οποίων η σχετική μοριακή μάζα (M_r) μπορεί να φτάσει μέχρι 1.000.000. Τα προϊόντα αυτά ονομάζονται πολυμερή. Γενικά, τα μόρια των πολυμερών υλικών προκύπτουν από την επανάληψη μίας ή και περισσότερων βασικών μονάδων ενωμένων μεταξύ τους με ομοιοπολικούς δεσμούς.

Ο πολυμερισμός ενός μεγάλου αριθμού οργανικών ενώσεων αποδίδεται με βάση τη χημική αντίδραση:



η οποία μπορεί να αποδοθεί συνοπτικά:



Κάτω από ειδικές συνθήκες ο διπλός δεσμός $>\text{C}=\text{C}<$ σπάει και τα μόρια του μονομερούς ενώνονται μεταξύ τους σχηματίζοντας το πολυμερές.

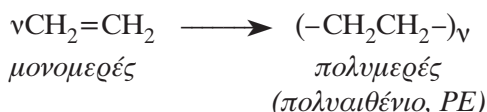
Τα **πολυμερή** μπορεί να είναι **φυσικά** (άμυλο, κυτταρίνη, καουτσούκ) ή **συνθετικά**.

Τα **πιο σημαντικά παράγωγα της πετροχημικής βιομηχανίας, όπως τα πλαστικά, τα ελαστικά και οι συνθετικές υφάνσιμες ίνες, είναι συνθετικά πολυμερή.**

Αναφέρουμε, ενδεικτικά, ορισμένα γνωστά πολυμερή, τις εφαρμογές τους και αναγράφουμε τις χημικές αντιδράσεις πολυμερισμού με βάση τις οποίες προκύπτουν.

• Πολυαιθένιο ή πολυαιθυλένιο (PE)

Όπως ήδη αναφέραμε, παρασκευάζεται με πολυμερισμό του αιθενίου, με βάση την αντίδραση.



Από PE κατασκευάζονται είδη συσκευασίας (φιάλες, πώματα, σακούλες, κάδοι απορριμμάτων), πλαστικά παιχνίδια κ.ά.

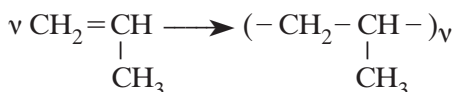


Εικόνα 2.14

Παραγωγή φίλμ πολυαιθενίου

• Πολυπροπένιο ή πολυπροπυλένιο (PP)

Παρασκευάζεται με πολυμερισμό του προπενίου με βάση την αντίδραση:





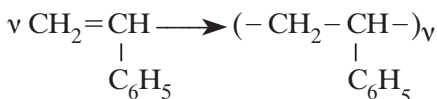
Εικόνα 2.15

Κόκκοι πολυπροπενίου (α) με μορφοποίηση του οποίου κατασκευάζονται διάφορα προϊόντα (β, γ, δ). Το πολυπροπένιο που παράγεται στην Ελλάδα φέρει την εμπορική ονομασία ECOLEN

Το (PP) χρησιμοποιείται για την κατασκευή ειδών συσκευασίας (καπάκια, πώματα φιαλών, πιεζόμενες φιάλες, συσκευασίες νωπών τροφίμων), αποστειρώσιμου υλικού (σύριγγες), ινών για σκοινιά ψαρέματος κ.α.

• Πολυ-φαινυλαιθένιο ή πολυστυρένιο (PS)

Αποτελεί βασικό υλικό στα είδη συσκευασίας, στα μονωτικά τοίχων, στα σκεύη μιας χρήσεως, στα πλαστικά έπιπλα κ.α. Παράγεται με βάση την αντίδραση

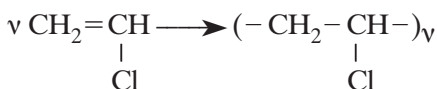


Εικόνα 2.16

Υλικά μιας χρήσης από πολυστυρένιο

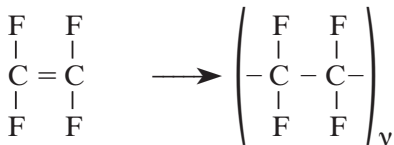
• Το πολυ-χλωροαιθένιο ή πολυ-βινυλοχλωρίδιο (PVC)

Είναι από τα πιο διαδεδομένα πλαστικά. Χρησιμοποιείται ως υλικό απομίμησης δέρματος σε φιάλες, σε σωλήνες ύδρευσης και αποχέτευσης, σε μονώσεις καλωδίων, σε δίσκους βινυλίου, σε πλαστικά δάπεδα, ταπετσαρίες και άλλα. Παράγεται με βάση την αντίδραση:



• Το πολυ-τετράφθοροαιθένιο ή Teflon (PTFE)

Επειδή αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες και είναι χημικά αδρανές έναντι ισχυρών οξέων και παντός είδους διαλυτών, χρησιμοποιείται ως υλικό επίστρωσης αντικολλητικών μαγειρικών σκευών, στεγανωτικών ταινιών, ως μονωτικό έναντι του ηλεκτρισμού κ.α. Αντίδραση πολυμερισμού. Αντίδραση πολυμερισμού:



Άλλα σημαντικά πολυμερή που συναντάμε καθημερινά με τις εμπορικές ονομασίες τους είναι: το πλεξιγκλάς, (εικ. 2.20) η μελαμίνη, ο βακελίτης, το ορλόν, το ακριλάν, το τερυλέν, το νάιλον, η πολυουρεθάνη, ο πολυεστέρας και άλλα.

Τα συνθετικά πολυμερή υποκαθιστούν, με συνεχώς αυξανόμενο ρυθμό, φυσικά υλικά όπως το μαλλί, το βαμβάκι, το ξύλο, το καουτσούκ, το γυαλί, τα μέταλλα, τον πηλό, ακόμα και τμήματα ιστών του ανθρώπινου σώματος. Στις αρθροπλαστικές χειρουργικές επεμβάσεις, για παράδειγμα, συχνά χρησιμοποιείται teflon.

Πρόκειται για μια πολύ μεγάλη οικογένεια προϊόντων, τα οποία μπορούν να δώσουν λύσεις σε συγκεκριμένα προβλήματα εφόσον επιλεγεί το κατάλληλο για κάθε περίπτωση προϊόν με βάση τις ιδιότητες που το χαρακτηρίζουν.



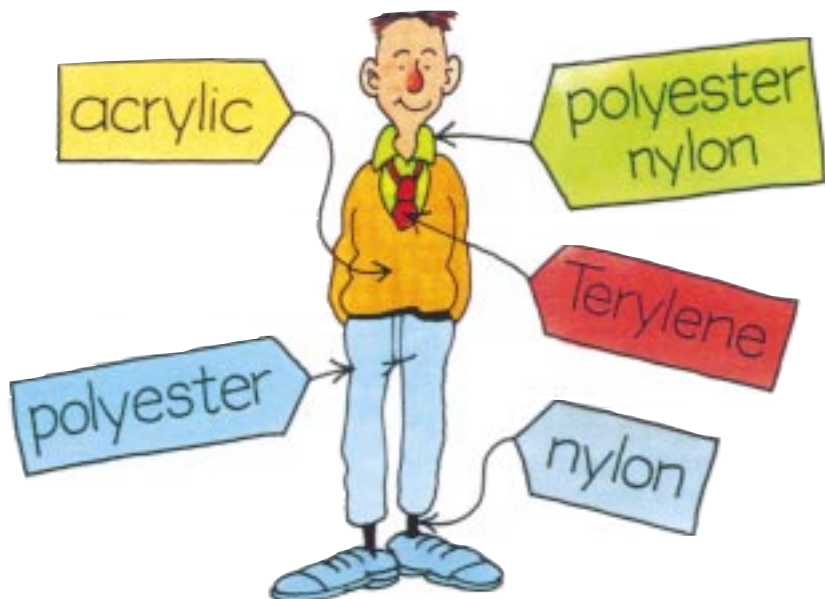
Εικόνα 2.17
Το PTFE
χρησιμοποιείται
για επικάλυψη των
τεχνητών
αρθρώσεων



Εικόνα 2.18
Το πλεξιγκλάς είναι το υλικό από το οποίο
έχουν κατασκευαστεί τα διαφανή μέρη
αυτού του αεροσκάφους



Εικόνα 2.19
Προϊόντα κατασκευασμένα από νάιλον



Εικόνα 2.20

Ώρες – ώρες νιώθω βοητηγμένος στο πετρέλαιο...

Η ανάπτυξη της πετροχημικής βιομηχανίας κατά τη διάρκεια του 20ού αιώνα έχει συμβάλει αποφασιστικά στην τεχνολογική πρόοδο και στη βελτίωση των συνθηκών ζωής. Στηρίζεται, όμως, αποκλειστικά στο πετρέλαιο, ένα μη ανανεώσιμο φυσικό πόρο, του οποίου το 90% καταναλώνεται ως καύσιμο και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο να αξιοποιηθούν εναλλακτικές μορφές ενέργειας (ηλιακή, γεωθερμική, αιολική) και ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι (βιομάζα), ώστε ο μαύρος χρυσός να διαφυλαχθεί ως πρώτη ύλη για τη διαίωνιση του «πλαστικού» κόσμου μας.

Μια ιστορία με παρελθόν και ... μέλλον

Στις αρχές του 1930 οι ερευνητές χημικοί της ICI (μεγάλη εταιρία παραγωγής χημικών) μελετούσαν πειραματικά την αντίδραση του αιθενίου $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ και της μεθανάλης (φορμαλδεΐδης) $\text{HCH}=\text{O}$. Η αντίδραση γινόταν σε κλειστό δοχείο ψηλής πίεσης και όταν άνοιξαν το δοχείο διαπίστωσαν ότι περιείχε μικρή ποσότητα από ένα άσπρο κηρώδες υλικό, ενώ η μεθανάλη δεν είχε αντιδράσει καθόλου. Επειδή μέχρι τότε θεωρούσαν ότι το αιθένιο είναι πολύ αδρανές και δεν πολυμερίζεται δίστασαν να ανακοινώσουν το σχηματισμό αυτού του άγνωστου υλικού. Στη συνέχεια έκαναν πολλές αποτυχημένες προσπάθειες να το παράγουν ξανά μέχρι που διαπίστωσαν ότι στο αρχικό πείραμα το αιθένιο είχε αναμειχθεί κατά λάθος με ίχνη οξυγόνου σε αναλογία τέτοια που είχε καταλυτική δράση για την αντίδραση πολυμερισμού του αιθενίου. Το πείραμα χρειάστηκε να επαναληφθεί πολλές φορές, μέχρι που τελικά κατάφεραν να παράγουν 8g πολυαιθενίου.

Ακόμα και όταν ανακοινώθηκε η σύνθεσή του, νόμιζαν ότι αυτό θα είχε πολύ περιορισμένες εφαρμογές, Κανείς τότε δεν μπορούσε να προβλέψει την εξάπλωσή του. Σήμερα το αιθένιο είναι η πρώτη σε κατανάλωση οργανική ένωση της χημικής βιομηχανίας και η 5η σε σειρά μετά το θειικό οξύ, το ανθρακικό ασβέστιο, την αμμωνία και το οξυγόνο.

Στις δεκαετίες που μεσολάβησαν η παραγωγή συνθετικών πολυμερών ήταν αλματώδης και ανεξέλεγκτη. Αυτό οφείλεται στο χαμηλότερο κόστος παραγωγής και στις βελτιωμένες ιδιότητες που έχουν σε σχέση με φυσικά υλικά. Εμφανίζουν μεγάλη μηχανική αντοχή ανάλογα με το βάρος τους, δε φθείρονται εύκολα, είναι χημικά αδρανή, είναι κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού και της θερμότητας, και μπορούν να λάβουν εύκολα διάφορες μορφές (ίνες, φύλλα) και σχήματα ανάλογα με τη χρήση τους.

Ωστόσο οι ίδιοι λόγοι που οδήγησαν στη μαζική παραγωγή και χρήση των πλαστικών προκάλεσαν ποικίλα και σοβαρά προβλήματα.

Προκαλούν αύξηση της ρύπανσης, επειδή είναι ελαφρά, ογκώδη, και ανθεκτικά στο χρόνο και στις καιρικές συνθήκες με αποτέλεσμα να συσσωρεύονται και να επιβαρύνουν το περιβάλλον. Δε βιοαποικοδομούνται, δηλαδή δε διασπώνται σε απλούστερα μόρια με τη δράση βακτηρίων και μυκήτων.

Είναι εύφλεκτα υλικά και κατά την καύση τους παράγονται τοξικά αέρια όπως CO και HCN, καθώς και ορισμένες διοξίνες οι οποίες είναι θανατηφόρες. Πολλοί θάνατοι έχουν προκληθεί από πυρκαγιές σε κλειστούς χώρους όπου τα είδη επίπλωσης ήταν κατασκευασμένα από συνθετικά υλικά.



Εικόνα 2.21

Τα συνθετικά πολυμερή παραμένουν αναλλοίωτα για μεγάλο χρονικό διάστημα οδηγώντας το περιβάλλον σε υποβάθμιση

Τα τελευταία χρόνια ένα μικρό ποσοστό των συνθετικών πολυμερών ανακυκλώνεται. Υπάρχουν, όμως, σημαντικές δυσκολίες σ' αυτή τη διαδικασία επειδή η μεγάλη ποικιλία τους δυσχεραίνει το διαχωρισμό τους.

Για να μειωθεί ο όγκος των απορριμμάτων, έχουν αρχίσει να παράγονται επαναχρησιμοποιούμενες συσκευασίες και βιοαποικοδομήσιμα πολυμερή.



Εικόνα 2.22

Εργοστάσιο ανακύκλωσης πλαστικών στην Ιαπωνία. Το υλικό συμπιέζεται πριν την επεξεργασία.

2.6 Ατμοσφαιρική ρύπανση

Είναι γνωστό ότι ο 20ός αιώνας είναι ο αιώνας των μεγάλων επιστημονικών ανακαλύψεων, της τεράστιας τεχνολογικής ανάπτυξης και της εκρηκτικής αύξησης του πληθυσμού της γης. Παρά τις απαισιόδοξες, όμως, προβλέψεις παλαιών ερευνητών, το μέσο βιοτικό επίπεδο των περισσότερων λαών έχει βελτιωθεί σημαντικά (όχι, βέβαια, ισόρροπα). Στη βελτίωση αυτή πρωταρχικό ρόλο έχει αναλάβει η επιστήμη της Χημείας (παραγωγή συνθετικών λιπασμάτων, φαρμάκων κτλ.).

Η ανάπτυξη αυτή οφείλεται κατά κύριο λόγο στην υπερεκμετάλλευση των πλουτοπαραγωγικών πηγών και των ενεργειακών πόρων του πλανήτη μας. Η υπερεκμετάλλευση όμως αυτή, πέρα από το ότι υποθηκεύει ίσως το μέλλον των επόμενων γενεών, προκάλεσε προβλήματα στη διαβίωση του σημερινού ανθρώπου, εξαιτίας της ρύπανσης του φυσικού του περιβάλλοντος.

Η αλλοίωση της σύστασης του ατμοσφαιρικού αέρα, με την οποία κυρίως θα ασχοληθούμε, αποτελεί ένα μόνο μέρος του γενικότερου προβλήματος της ρύπανσης του περιβάλλοντος.

Όπως γνωρίζουμε, ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι ένα μείγμα διάφορων αερίων, από τα οποία καθένα παίζει καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση της ζωής και στην ομαλή λειτουργία του οικοσυστήματος. Συνεπώς, η ποιοτική αλλά και η ποσοτική αλλοίωση της σύστασης του αέρα, όταν αυτή ξεπερνάει ορισμένα όρια, προκαλεί σημαντικά οικολογικά προβλήματα και βάζει σε κίνδυνο την υγεία των ανθρώπων. Με τον όρο **«ατμοσφαιρικός ρύπος»** ή **«ατμοσφαιρικός ρυπαντής»** εννοούμε:

- Τα διάφορα τοξικά αέρια που περιέχονται στην ατμόσφαιρα.
- Αέρια τα οποία αποτελούν μεν φυσιολογικά συστατικά του ατμοσφαιρικού αέρα, αλλά παράγονται σε τέτοιες ποσότητες, ώστε να μεταβάλλεται η κανονική σύστασή του (π.χ. CO_2 , O_3 , NO_x).
- Διάφορα αιωρούμενα σωματίδια όπως τέφρα, αιθάλη οξείδια μετάλλων κτλ.

Αναφέρουμε στη συνέχεια τους κυριότερους ατμοσφαιρικούς ρυπαντές και την προέλευσή τους.

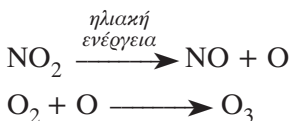
Ενώσεις του αζώτου (NO , NO_2 , HNO_3):

Το NO εκπέμπεται με τα καυσαέρια κυρίως των αυτοκινήτων. Παράγεται κατά την αντίδραση του O_2 και του N_2 του αέρα κάτω από τις υψηλές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης που επικρατούν στους κινητήρες εσωτερικής καύσης. Το NO αντιδρά στη συνέχεια με το O_2 της ατμόσφαι-

ρας και μετατρέπεται σε NO_2 . Ένα μέρος του NO_2 αντιδρά με υδρατμούς και μετατρέπεται σε HNO_3 , το οποίο αποτελεί συστατικό της «όξινης βροχής».

Το όζον (O_3):

Με την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας το NO_2 διασπάται σε NO και σε άτομα O . Τα άτομα O ενώνονται στη συνέχεια με το O_2 του αέρα και παράγεται το O_3 .



Θα πρέπει να γνωρίζουμε ότι το O_3 αποτελεί σε ελάχιστο ποσοστό φυσιολογικό συστατικό του ατμοσφαιρικού αέρα. Παράγεται με τις ηλεκτρικές εκκενώσεις της ατμόσφαιρας και γίνεται αισθητό, ιδιαίτερα ύστερα από μία καταιγίδα, λόγω της χαρακτηριστικής οσμής του.

Τα οξείδια του άνθρακα (CO , CO_2):

Το CO_2 παράγεται κατά την πλήρη καύση των καυσίμων (πετρελαίου, βενζινών, γαιανθράκων, φυσικού αερίου κτλ.), καθώς και των τροφών στους ζωντανούς οργανισμούς. Δεν αποτελεί τοξική ουσία, αλλά σε μεγάλες συγκεντρώσεις δημιουργεί διάφορα οικολογικά προβλήματα και είναι υπεύθυνο σε μεγάλο βαθμό για την εμφάνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Το CO είναι τοξικό αέριο και παράγεται σε σημαντικά ποσά κατά την ατελή καύση των καυσίμων που χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα και στα εργοστάσια.

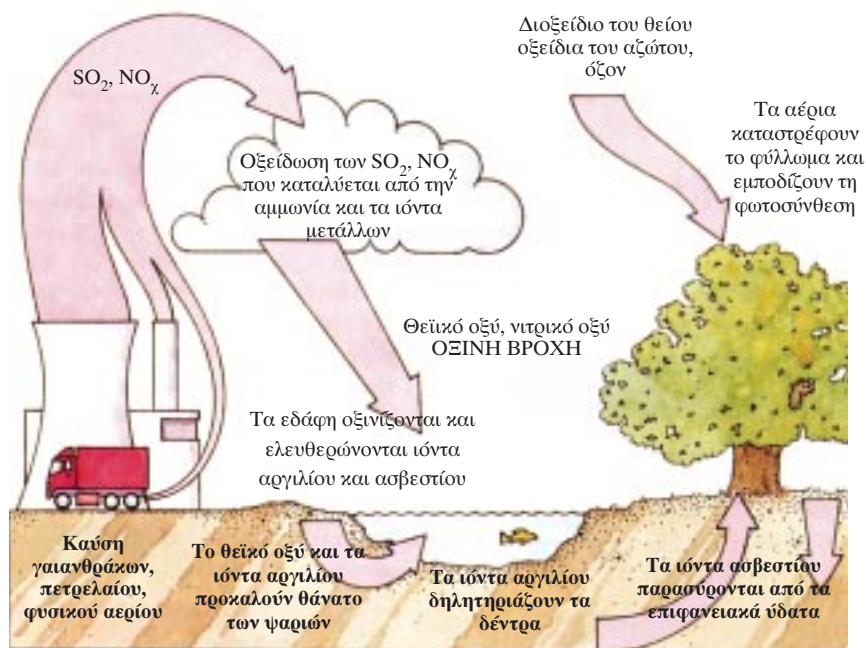
Ενώσεις του S:

Κατά την καύση των ενώσεων του θείου που περιέχονται στα διάφορα καύσιμα παράγεται SO_2 . Ένα μέρος αυτού αντιδρά με O_2 του αέρα και υγρασία υπό την επίδραση των ηλεκτρικών εκκενώσεων της ατμόσφαιρας και της ηλιακής ακτινοβολίας. Από την αντίδραση αυτή παράγεται H_2SO_4 , το οποίο αποτελεί συστατικό της «όξινης βροχής».



Εικόνα 2.23

Καταλυτικοί μετατροπείς αυτοκινήτου σε τομή. Οι καταλυτικοί μετατροπείς περιέχουν ευγενή μέταλλα (ρόδιο παλλάδιο, λευκόχρυσο) τα οποία καταλύουν τις αντιδράσεις μετατροπής των τοξικών αερίων CO , NO , NO_2 καθώς και της άκαυτης βενζίνης, σε CO_2 , N_2 και νερό



Εικόνα 2.24

Σχηματισμός και περιβαλλοντικές επιπτώσεις της όξινης βροχής

Διάφορες οργανικές ενώσεις:

Στην κατηγορία αυτών των ρυπαντών ανήκουν κατ' αρχήν οι άκαυτοι υδρογονάνθρακες που προέρχονται από τα καυσαέρια των αυτοκινήτων των εργοστασίων και γενικά των μηχανών εσωτερικής καύσης. Ένα μέρος αυτών αντιδρά με το O_3 και το NO_2 και σχηματίζουν μεγάλο αριθμό άλλων τοξικών οργανικών ενώσεων.

Στους οργανικούς ρυπαντές ανήκουν και οι διοξίνες (ακριβέστερα μία κατηγορία τους). Τα μόρια αυτών των ενώσεων περιέχουν δύο βενζολικούς δακτυλίους και ορισμένο αριθμό ατόμων χλωρίου. Παράγονται κυρίως από τις καύσεις σκουπιδιών, πλαστικών, βενζίνης, δασών κτλ. Μεταφέρονται στο έδαφος λόγω της σχετικά μεγάλης μοριακής μάζας τους και από αυτό μπορεί να περάσουν στην τροφική αλυσίδα. Σχετικές μελέτες έδειξαν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της πρόσληψης τοξικών ουσιών από τον άνθρωπο οφείλεται στις τροφές που καταναλώνει (κυρίως κρέας και ψάρια).

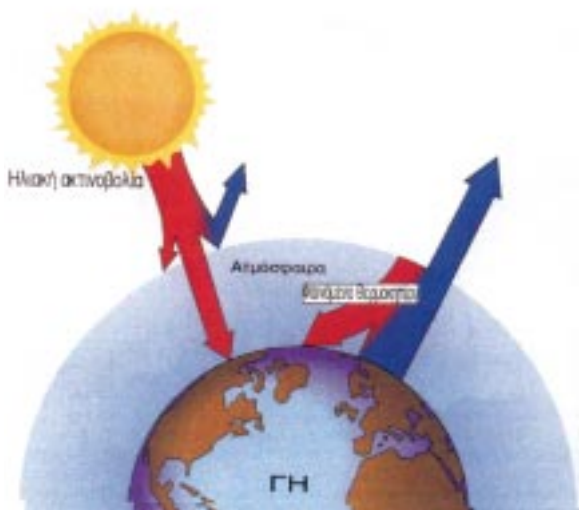
Ίσως η ρύπανση του περιβάλλοντος είναι το βαρύ τίμημα που πληρώνει η σημερινή οικονομικά αναπτυγμένη υπερκαταναλωτική κοινωνία.

Τα τελευταία χρόνια γίνονται σοβαρές προσπάθειες για τον περιορισμό αυτού του προβλήματος με τη λήψη μέτρων, όπως είναι η χρήση καλύτερης ποιότητας καυσίμων, η χρησιμοποίηση καταλυτικών αυτοκινητών, η ανακάλυψη εναλλακτικών μορφών ενέργειας, καθώς και η εφαρμογή αυστηρότερης νομοθεσίας. Διάφορες οικολογικές οργανώσεις, όπως η Greenpeace, έχουν συμβάλει σημαντικά στη λήψη και στην εφαρμογή αυτών των μέτρων και στον αισθητό περιορισμό του προβλήματος. Καθοριστικό όμως ρόλο στη λύση του προβλήματος της ρύπανσης έχει αναλάβει η επιστήμη της Χημείας.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Η γη δέχεται κατά τη διάρκεια της ημέρας την ηλιακή ακτινοβολία, αλλά συγχρόνως ένα μέρος της ακτινοβολίας αυτής επανεκπέμπεται προς το διάστημα. Ορισμένα από τα αέρια της ατμόσφαιρας (κυρίως το CO_2) συγκρατούν μια ποσότητα της ακτινοβολίας που εκπέμπει η γη (κυρίως τις υπέρυθρες ακτίνες). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η μέση θερμοκρασία του πλανήτη μας να διατηρείται στη σχετικά υψηλή τιμή των 15°C .

Η αύξηση της συγκέντρωσης του CO_2 στην ατμόσφαιρα προκαλεί σοβαρές ανησυχίες, διότι θα έχει ως συνέπεια την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης. Μια ενδεχόμενη αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2°C θα έχει τεράστιες κλιματολογικές και οικολογικές συνέπειες για τον πλανήτη μας.

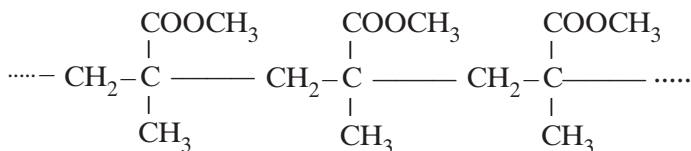


Εικόνα 2.25

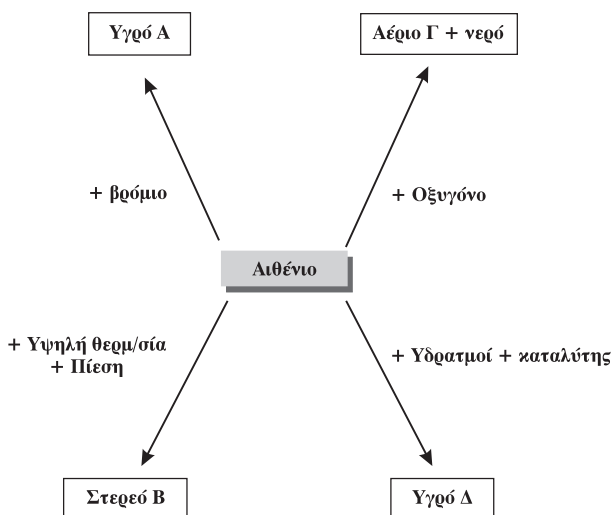
Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Ερωτήσεις – προβλήματα

1. Συμπλήρωσε τα κενά στις παρακάτω προτάσεις:
 - α. Η ποιότητα της βενζίνης χαρακτηρίζεται με βάση τον
.....
 - β. Όταν η βενζίνη συμπεριφέρεται σαν έχει τον χαμηλότερο συντελεστή
 - γ. Για να αυξηθεί ο αριθμός οκτανίου της βενζίνης, αυτή εμπλουτίζεται με αλκάνια και αλκένια μεανθρακικές αλυσίδες καθώς και με υδρογονάνθρακες.
2. Γράψε τις χημικές εξισώσεις πλήρους καύσης του εξανίου και του βουτενίου.
3. Βάλε σε κύκλο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση:
Το κύριο καύσιμο συστατικό του βιοαερίου είναι το:
 - α. προπάνιο
 - β. βουτάνιο
 - γ. μεθάνιο
 - δ. διοξείδιο του άνθρακα
4. Χαρακτήρισε τις παρακάτω προτάσεις με σωστό (Σ) ή λάθος (Λ) και αιτιολόγησε την απάντησή σου:
 - α. Το μεγαλύτερο ποσοστό της παραγόμενης ποσότητας αργού πετρελαίου χρησιμοποιείται για την παραγωγή πετροχημικών προϊόντων
 - β. Μια κοινή ιδιότητα των οργανικών ενώσεων που περιέχουν διπλό δεσμό και των οργανικών ενώσεων που περιέχουν τριπλό δεσμό μεταξύ απόμων άνθρακα, είναι ότι αντιδρούν με υδραλογόνα.
 - γ. Η αύξηση της απόδοσης του πετρελαίου σε βενζίνη επιτυγχάνεται με την πυρόλυση υδρογονανθράκων μεγάλης σχετικής μοριακής μάζας.
 - δ. Το πετρέλαιο αποτελείται κυρίως από ακόρεστους υδρογονάνθρακες.
5. Το πλεξιγκλάς είναι υλικό διαφανές σαν το γυαλί, αλλά δε σπάει τόσο εύκολα όσο αυτό. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται για την κατασκευή οπτικών φακών και παραθύρων αεροπλάνων. Ο συντακτικός τύπος που παρουσιάζεται αναπαριστάνει ένα τμήμα του μορίου του.



- α. Γράψε το συντακτικό τύπο της επαναλαμβανόμενης δομικής μονάδας στο πλεξιγκλάς.
- β. Γράψε το συντακτικό τύπο του μονομερούς από το οποίο προκύπτει, γνωρίζοντας ότι πολυμερίζεται με τον τρόπο που πολυμερίζεται το αιθένιο.
6. Το διάγραμμα που ακολουθεί δείχνει μερικές αντιδράσεις του αιθενίου



- α. Γράψε τους συντακτικούς τύπους του αιθενίου και του αιθανίου.
- β. Ονόμαστε τα εξής: αέριο Γ, υγρό Δ, στερεό Β.
- γ. Γράψτε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης του αιθενίου και των υδρατμών κατά την οποία παράγεται το υγρό Δ.
- δ. Γράψτε το συντακτικό τύπο και το όνομα του υγρού Α.

7. Το PVC χρησιμοποιείται για την παραγωγή σωλήνων αποχέτευσης και πλαστικών σάκων.
- α. Υπολόγισε τη σχετική μοριακή μάζα (M_r) του μονομερούς ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$).
- β. Εάν το πολυμερές έχει $M_r=40.000$, υπολόγισε τον αριθμό των μορίων του μονομερούς που ενώνονται, για να σχηματίσουν ένα μόριο πολυμερούς.
8. Ποιες ή ποια από τις ακόλουθες ενώσεις θα μπορούσε να πολυμεριστεί με τον τρόπο που πολυμερίζεται το αιθένιο; Τεκμηρίωσε την απάντησή σου.
- α. C_3H_8 β. C_5H_{12} γ. C_4H_8 δ. C_3H_6
9. Εάν θεωρήσουμε ότι η αμόλυβδη βενζίνη αποτελείται μόνο από ισομερή του οκτανίου, να υπολογίσεις:
- α. Πόσα mol οκτανίου καίγονται για κάθε χιλιόμετρο που διανύει ένα αυτοκίνητο, εάν καταναλώνει ένα λίτρο βενζίνης ανά 20 km.
- β. Πόσα λίτρα διοξειδίου του άνθρακα σε STP παράγονται ανά χιλιόμετρο, αν θεωρήσουμε ότι η καύση της βενζίνης είναι τέλεια; Πυκνότητα της βενζίνης : 0.8 g/mL.
10. Η πρώτη εργαστηριακή παρασκευή του πολυαιθενίου απέδωσε μόνο 8 g πολυμερούς. Να υπολογίσεις:
- α. Πόσα mol αιθενίου αντέδρασαν, για να παρασκευαστεί η παραπάνω ποσότητα πολυαιθενίου;
- β. Ποσα g αιθανόλης θα παράγονταν, αν ο ίδιος αριθμός mol αιθενίου αντιδρούσε με υδρατμό παρουσία καταλύτη. Σχετικές ατομικές μάζες: C:12, H:1, O:16

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

1. Ορυκτά καύσιμα – Πετρέλαιο - Βενζίνες

Τα ορυκτά καύσιμα αποτελούν τις κύριες πηγές ενέργειας και καλύπτουν το 90% των αναγκών σε παγκόσμια κλίμακα. Προέρχονται από την αποσύνθεση φυτικών και ζωικών οργανισμών.

Τα κυριότερο ορυκτό καύσιμο είναι το αργό πετρέλαιο, το οποίο είναι μείγμα χιλιάδων οργανικών ενώσεων (κυρίως κορεσμένων υδρογονανθράκων). Άλλα ορυκτά καύσιμα είναι οι γαιάνθρακες και το φυσικό αέριο.

Το αργό πετρέλαιο υφίσταται κλασματική απόσταξη, με σκοπό την παραλαβή από αυτό διαφόρων προϊόντων όπως: το υγραέριο, η βενζίνη, η νάφθα, η κηροζίνη, το πετρέλαιο diesel, τα λιπαντικά, η άσφαλτος κ.α.

Ορισμένα κλάσματα του πετρελαίου υφίστανται χημική μετατροπή προκειμένου να αυξηθεί η απόδοσή του σε καύσιμα (βενζίνη) και σε άλλες χρήσιμες οργανικές ενώσεις (πετροχημικά).

Η βενζίνη αποτελείται κυρίως από αλκάνια με οκτώ άτομα άνθρακα ανά μόριο. Η φυσική βενζίνη, που παραλαμβάνεται με απευθείας απόσταξη του πετρελαίου, εμπλουτίζεται με αλκάνια και αλκένια διακλαδισμένης ανθρακικής αλυσίδας, ώστε να μειώνεται το φαινόμενο του κτυπήματος (knocking).

Η ποιότητα της βενζίνης καθορίζεται από τον αριθμό οκτανίου. Το κανονικό επτάνιο θεωρείται ότι έχει αριθμό οκτανίου 0, ενώ το 2,2,4-τριμέθυλοπεντάνιο έχει αριθμό οκτανίου 100.

Κατά την αντίδραση των οργανικών ενώσεων με το οξυγόνο (καύση) παράγεται διοξείδιο του άνθρακα και νερό, ενώ συγχρόνως ελευθερώνονται σημαντικά ποσά θερμότητας. Οι χημικές αντιδράσεις κατά την πραγματοποίηση των οποίων εκλύεται θερμότητα λέγονται εξώθερμες.

Αλκένια - Αλκίνια

Όλα τα μέλη της ομόλογης σειράς των αλκενίων υπακούουν στο γενικό τύπο C_nH_{2n} , δηλαδή είναι υδρογονάνθρακες στο μόριο των οποίων περιέχεται ένας διπλός δεσμός $>C=C<$.

Το αιθένιο παράγεται βιομηχανικά κατά την πυρόλυση (θέρμανση

σε υψηλή θερμοκρασία απουσία αέρα) ορισμένων κλασμάτων του πετρελαίου.

Ο ένας από τους δύο ομοιοπολικούς δεσμούς τους οποίους σχηματίζουν τα άτομα άνθρακα στο διπλό δεσμό είναι πιο ασταθής ενεργειακά. Για το λόγο αυτό όλα τα μόρια που περιέχουν διπλό δεσμό δίνουν αντιδράσεις προσθήκης με το υδρογόνο, τα αλογόνα, τα υδραλογόνα και το νερό, και παράγονται κορεσμένες ενώσεις.

Σε πολύ υψηλή θερμοκρασία και πίεση το αιθένιο πολυμερίζεται. Κατά την αντίδραση του πολυμερισμού του ο διπλός δεσμός $>C=C<$ μετατρέπεται σε απλό και δημιουργούνται μόρια πολυαιθυλενίου τα οποία αποτελούνται από χιλιάδες δομικές μονάδες $-CH_2-CH_2-$ ενωμένες μεταξύ τους. Το πολυαιθένιο είναι το περισσότερο χρησιμοποιούμενο συνθετικό πολυμερές με ευρεία εφαρμογή.

Όλα τα μέλη της ομόλογης σειράς των αλκινίων υπακούουν στο γενικό τύπο C_nH_{2n-2} και είναι υδρογονάνθρακες των οποίων τα μόρια περιέχουν έναν τριπλό δεσμό $-C\equiv C-$

Το αιθίνιο παράγεται βιομηχανικά με πυρόλυση του μεθανίου.

Τα αλκίνια και γενικά όλες οι ενώσεις με τριπλό δεσμό $-C\equiv C-$, δίνουν αντιδράσεις προσθήκης με τις ίδιες ενώσεις και στοιχεία που δίνουν τα αλκένια. Αυτό οφείλεται στο ότι οι δύο από τους τρεις ομοιοπολικούς δεσμούς του $-C\equiv C-$ είναι ενεργειακά πιο πλούσιοι σε σχέση με τον τρίτο. Αρχικά ο τριπλός δεσμός μετατρέπεται σε διπλό και στη συνέχεια σε απλό.

Ένα σημαντικό παράγωγο του αιθινίου είναι το βινυλοχλωρίδιο, το οποίο πολυμερίζεται προς πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC).

Πετροχημικά – Ρύπανση

Τα πετροχημικά είναι συνθετικές οργανικές ενώσεις που προέρχονται από το πετρέλαιο. Τα βασικά πετροχημικά είναι το μεθάνιο, το αιθένιο, το προπένιο, τα βουτένια, το βενζόλιο, το τολουόλιο και τα ξυλόλια. Παράγονται κυρίως κατά την πυρόλυση της νάφθας.

Σημαντικά προϊόντα της πετροχημικής βιομηχανίας είναι τα συνθετικά πολυμερή : πολυπροπένιο, πολυστυρένιο, πολυαιθένιο, πολυβινυλοχλωρίδιο και πολυτετράφθοροαιθένιο.

Γενικά, τα συνθετικά πολυμερή αποτελούν την πρώτη ύλη για την

κατασκευή των πλαστικών, των ελαστικών και των συνθετικών ινών, και έχουν υποκαταστήσει διάφορα φυσικά υλικά (μαλλί, γυαλί, καουτσούκ, βαμβάκι κ.ά.) εξαιτίας του χαμηλότερου κόστους και των βελτιωμένων ιδιοτήτων που έχουν σε σχέση με άλλα υλικά.

Η ανεξέλεγκτη παραγωγή και χρήση των προϊόντων της πετροχημικής βιομηχανίας (είναι ανθεκτικά στο χρόνο, δε βιοαποικοδομούνται), έχει οδηγήσει σε σημαντική επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Ήδη έχει αρχίσει να εφαρμόζεται η ανακύκλωσή ή η επαναχρησιμοποίησή τους, καθώς και η παραγωγή βιοαποικοδομήσιμων συνθετικών πολυμερών.

Η αύξηση του πληθυσμού της γης, η τεχνολογική ανάπτυξη και η σημαντική αναβάθμιση του βιοτικού επιπέδου των περισσότερων λαών έχουν συμβάλει στη ρύπανση του περιβάλλοντος.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση οφείλεται στην αύξηση της συγκέντρωσης ορισμένων ουσιών στον ατμοσφαιρικό αέρα, βασικά αίτια της οποίας είναι οι ανθρωπίνες δραστηριότητες.

Οι κυριότεροι αέριοι ρύποι είναι οξείδια του αζώτου, του θείου και του άνθρακα και παράγονται κατά την καύση των καυσίμων. Άλλοι συνηθισμένοι ρύποι είναι το όζον και ορισμένες οργανικές ενώσεις όπως οι διοξίνες.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να μειωθεί με την ορθολογικότερη χρήση της ενέργειας και των φυσικών πόρων γενικότερα, καθώς και με την χρήση εναλλακτικών μορφών ενέργειας οι οποίες δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον.

