

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 Μηχανικός ΕΜΠ

Ηρακλής Αγιοβλασίτης, φοιτητής στη σχολή Χημικών
Μηχανικών ΕΜΠ

Άννα Γάκη, φοιτήτρια στη σχολή Χημικών

Μηχανικών ΕΜΠ

Βλάσσης Παπανικολάου, φοιτητής στη σχολή

Ηλεκτρολόγων Μηχανικών ΕΜΠ

Επιστημονικός Συνεργάτης:

Μαρία Γιαλούση, Χημικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης

Γλωσσική Επιμέλεια: Ελένη Δημητρίου

Τεχνική Επιμέλεια: Στέλιος Λιοδάκης

Υπεύθυνος στο πλαίσιο του Παιδαγωγικού

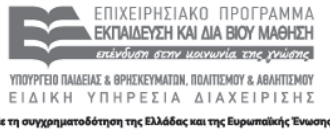
Ινστιτούτου:

Αντώνιος Μπομπέτσης, Χημικός, M.Ed, Ph.D,

Σύμβουλος Π.Ι.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

Η επανέκδοση του παρόντος βιβλίου πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος» μέσω ψηφιακής μακέτας, η οποία δημιουργήθηκε με χρηματοδότηση από το ΕΣΠΑ / ΕΠ «Εκπαίδευση & Διά Βίου Μάθηση» / Πράξη «ΣΤΗΡΙΖΩ».



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

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

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

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



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Χημεία

Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

Στέλιος Λιοδάκης
Δημήτρης Γάκης
Δημήτρης Θεοδωρόπουλος
Παναγιώτης Θεοδωρόπουλος
Αναστάσιος Κάλλης

Η συγγραφή και η επιστημονική επιμέλεια του βιβλίου
πραγματοποιήθηκε υπό την αιγίδα
του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»



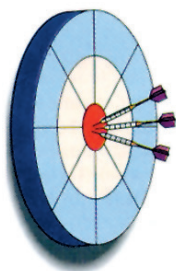
(3)

ΑΛΚΟΟΛΕΣ - ΦΑΙΝΟΛΕΣ

Οι Στόχοι

Στο τέλος της διδακτικής αυτής ενότητας θα πρέπει να μπορείς:

- Να ξεχωρίζεις από ένα σύνολο αλκοολών ποιες είναι μονοσθενείς και ποιες πολυσθενείς ή ποιες είναι πρωτοταγείς, ποιες δευτεροταγείς και ποιες τριτοταγείς.
- Να αναφέρεις τις σημαντικότερες παρασκευές και χημικές ιδιότητες των κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών (ειδικότερα της αιθανόλης), γράφοντας τις αντίστοιχες χημικές εξισώσεις. Να διακρίνεις με βάση τη χημική τους συμπεριφορά τη διαφορά μεταξύ των πρωτοταγών, δευτεροταγών και τριτοταγών αλκοολών. Να επιλύεις προβλήματα στοιχειομετρίας που βασίζονται στις προηγούμενες χημικές εξισώσεις.
- Να αναφέρεις τις σημαντικότερες χημικές ιδιότητες των καρβονυλικών ενώσεων, γράφοντας τις αντίστοιχες χημικές εξισώσεις. Να εντοπίζεις με βάση τη χημική τους συμπεριφορά τις διαφορές μεταξύ των αλδεϋδών και κετονών.
- Να αναφέρεις τις κυριότερες παρασκευές και χημικές ιδιότητες της φαινόλης, γράφοντας τις αντίστοιχες χημικές εξισώσεις. Να επιλύεις προβλήματα στοιχειομετρίας που βασίζονται στις προηγούμενες χημικές εξισώσεις.



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

3.1 Αλκοόλες

3.2 Κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες- Αιθανόλη

3.3 Φαινόλες

Ερωτήσεις - προβλήματα

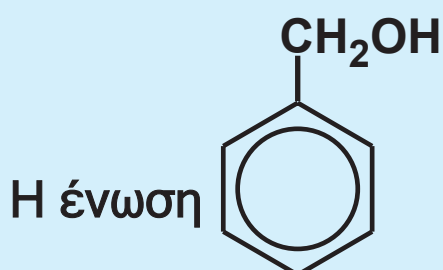


Οινόπνευμα (C_2H_5OH) μπορεί να παρασκευαστεί με ζύμωση γλυκόζης. Ειδικά η μπίρα παρασκευάζεται με ζύμωση βύνης από κριθάρι, με προσθήκη λυκίσκου. Η παρασκευή της μπίρας περιλαμβάνει διάφορα στάδια. Το χάλκινο δοχείο που εικονίζεται είναι γνωστό σαν δοχείο παρασκευής μπίρας και αποτελεί βασικό τμήμα της σύγχρονης ζυθοποιίας.

[3] ΑΛΚΟΟΛΕΣ - ΦΑΙΝΟΛΕΣ

Εισαγωγή

Υδροξυενώσεις είναι οι οργανικές που περιέχουν στο μόριό τους ένα ή περισσότερα υδροξύλια (OH) και διακρίνονται σε αλκοόλες (αλειφατικές, κυκλικές και αρωματικές) και στις φαινόλες.



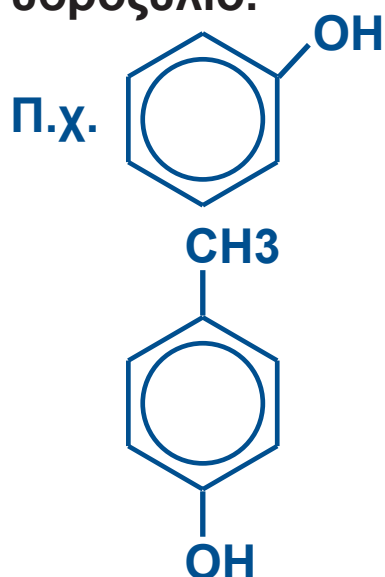
δεν είναι φαινόλη αλλά αρωματική αλκοόλη και ονομάζεται βενζυλική αλκοόλη.

Οι αλκοόλες προκύπτουν αν αντικαταστήσουμε ένα ή περισσότερα άτομα υδρογόνου ενός άκυκλου υδρογονάνθρακα με υδροξύλιο (OH).

Π.χ.



Οι φαινόλες προκύπτουν αν αντικαταστήσουμε ένα ή περισσότερα άτομα H του βενζολικού δακτυλίου με υδροξύλιο.



ή $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ (είναι η απλούστερη από τις φαινόλες και ονομάζεται υδροξυβενζόλιο ή φαινόλη)

Οι αλκοόλες είναι ουσίες που συναντάμε συχνά στην καθημερινή μας ζωή. Πολλοί από μας έχουν καταναλώσει οινόπνευμα (αιθανόλη) που περιέχεται σε οινόπνευματώδη ποτά με άλλοτε ευχάριστες και άλλοτε δυσάρεστες εμπειρίες. Η βιομηχανία οινόπνευματωδών ποτών είναι σήμερα ένας πολύ αναπτυγμένος κλάδος της χημικής βιομηχανίας.

Οι φαινόλες είναι γνωστές ως δραστικά συστατικά απολυμαντικών και αντισηπτικών σκευασμάτων. Η φαινόλη (C_6H_5OH) χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά τη δεκαετία του 1860, όταν ο χειρουργός Joseph Lister τη χρησιμοποιούσε για να αποστειρώσει τα χειρουργικά του εργαλεία. Σήμερα η φαινόλη είναι περισσότερο χρήσιμη ως πρώτη ύλη για την παρασκευή πλαστικών, όπως είναι ο βακελίτης.



Dorling Kindereley

Ο Lister, βαρόνος Άγγλος χειρουργός, μετά από μελέτες στο θέμα της γάγγραινας ανακάλυψε τη σπουδαιότητα που έχει το θέμα της αντισηψίας στη χειρουργική. Εφεύρε την παραπάνω συσκευή (σπρέι φαινόλης) με την οποία απολύμανε τα τραύματα και τα χειρουργικά εργαλεία.

[3.1.] Αλκοόλες

Οι αλκοόλες είναι ενώσεις γνωστές στον άνθρωπο εδώ και πολλά χρόνια. Παλαιότερα ονομάζονταν πνεύματα, ενώ το όνομα αλκοόλη προήλθε από την αραβική ονομασία της λέξης πνεύμα (Al Kojol ονομαζόταν αραβικά η αλκοόλη που προκύπτει με απόσταξη κρασιού).

Οι άκυκλες αλκοόλες διακρίνονται:

- Σε κορεσμένες - ακόρεστες

π.χ. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 1-προπανόλη (κορεσμένη)
 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OH}$ 2-προπεν-1-όλη (ακόρεστη)

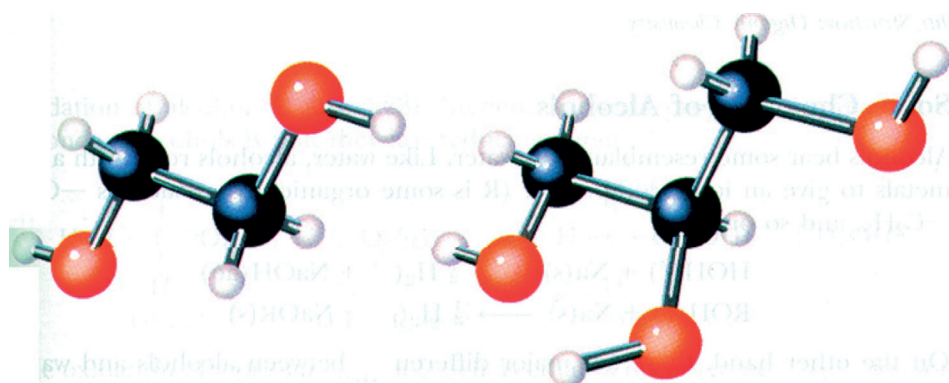
- Σε μονοσθενείς, δισθενείς, τρισθενείς κ.λπ.

ανάλογα με τον αριθμό των αλκοολικών υδροξυλίων που περιέχουν στο μόριό τους.

π.χ. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ αιθανόλη ή αιθυλική αλκοόλη ή οινόπνευμα (μονοσθενής)

$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CH}_2 \\ | \quad | \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$ 1,2-αιθανοδιόλη ή γλυκόλη (δισθενής)

$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CHCH}_2 \\ | \quad | \quad | \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$ 1,2,3-προπανοτριόλη ή γλυκερίνη (τρिसθενής)

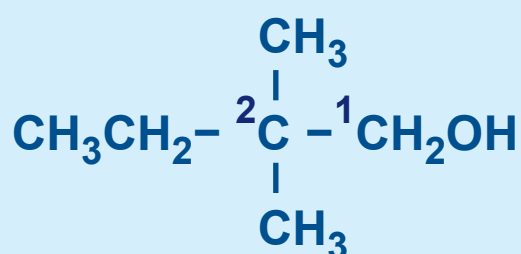


ΣΧΗΜΑ 3.1 Μοριακά μοντέλα από αριστερά προς τα δεξιά της 1,2-αιθανοδιόλης και της 1,2,3-προπανοτριόλης.

- Εάν, ως οργανικοί χημικοί είχατε να διαλέξετε δέκα αλειφατικές ενώσεις τις οποίες θα θέλατε να είχατε μαζί σας σ' ένα έρημο νησί σχεδόν μετά βεβαιότητας θα επιλέγατε αλκοόλες. Από αυτές θα μπορούσατε να παρασκευάσετε σχεδόν κάθε άλλο είδος αλειφατικής ένωσης: αλκυλαλογονίδια, αλκένια, αιθέρες, αλδεΐδες, κετόνες, οξέα, εστέρες και ένα πλήθος από αυτές. Στο ερημικό νησί θα χρησιμοποιούσατε τις αλκοόλες όχι μόνο ως πρώτες ύλες, αλλά συχνά ως διαλύτες στους οποίους γίνονται οι αντιδράσεις. Τελικά, ιδρωμένοι και κουρασμένοι μετά από μία εξαντλητική μέρα στο εργαστήριο, θα μπορούσατε να δροσιστείτε με εντριβή με (ισοπροπυλο) αλκοόλη και πιθανόν να ξεκουραστείτε με ένα δροσερό (αιθυλο) αλκοολούχο ποτό.

Απόσπασμα από το βιβλίο Οργανική χημεία Α' τόμος του Morrison και Boyd (4η έκδοση).

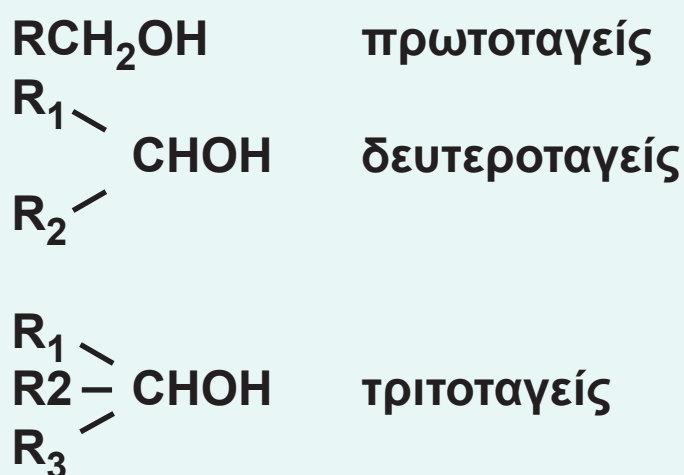
- Υπάρχει και τεταρτοταγές άτομο C, αλλά προφανώς δεν υπάρχει τεταρτοταγής αλκοόλη. Δηλαδή στην ένωση:



το υπ' αριθμό 2 άτομο C είναι μεν τεταρτοταγές, αλλά η αλκοόλη είναι πρωτοταγής, γιατί ο C που συνδέεται με το -OH είναι πρωτοταγής.

- Σε πρωτοταγείς, δευτεροταγείς, τριτοταγείς ανάλογα με το αν το άτομο του **C** με το οποίο συνδέεται το υδροξύλιο είναι πρωτοταγές, δευτεροταγές ή τριτοταγές. Ένα άτομο άνθρακα χαρακτηρίζεται πρωτοταγές, αν συνδέεται με ένα άτομο **C**, δευτεροταγές αν συνδέεται με δύο και τριτοταγές αν συνδέεται με τρία άτομα **C**.

Για τις κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες ο γενικός τύπος είναι: $C_nH_{2n+1}OH$, ενώ οι αντίστοιχοι γενικοί τύποι των πρωτοταγών, δευτεροταγών και τριτοταγών αλκοολών είναι:



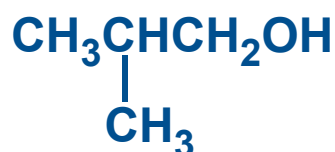
[Παράδειγμα 3.1]

Να γραφούν οι συντακτικοί τύποι των αλκοολών με μοριακό τύπο C_4H_9OH και να χαρακτηριστούν ως πρωτοταγείς, δευτεροταγείς και τριτοταγείς.

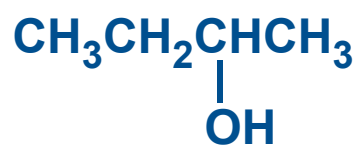
Απάντηση



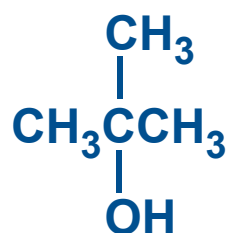
1-βουτανόλη
(πρωτοταγής)
ή βουτυλική αλκοόλη



μεθυλο-1-προπανόλη
(πρωτοταγής) ή
ισοβουτυλική αλκοόλη



2-βουτανόλη
(δευτεροταγής)
ή δευτεροταγής
βουτυλική αλκοόλη



μεθυλο-2-προπανόλη
(τριτοταγής) ή τριτοταγής
βουτυλική αλκοόλη

Εφαρμογή

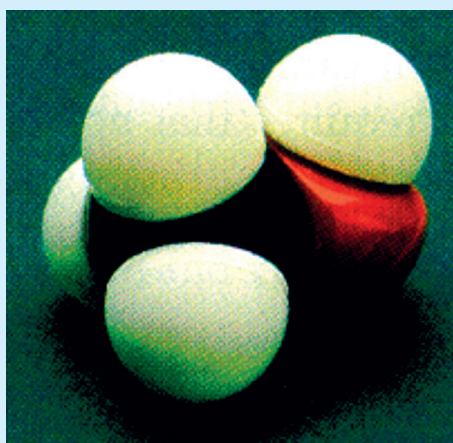
Να γραφούν οι συντακτικοί τύποι των αλκοολών με μοριακό τύπο $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ και να χαρακτηριστούν ως πρωτοταγείς ή δευτεροταγείς.

[3.2.] Κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες - Αιθανόλη

Γενικά

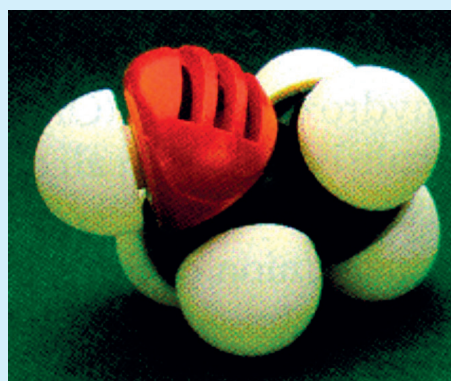
Οι κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες έχουν το γενικό τύπο: $C_vH_{2v+1}OH$ ή ROH . Θεωρητικά μπορούμε να πούμε ότι οι αλκοόλες προέρχονται από τα αλκάνια, αν αντικαταστήσουμε ένα άτομο υδρογόνου με τη ρίζα υδροξύλιο.

Η αιθανόλη δεν είναι απλώς το παλαιότερο οργανικό αντιδραστήριο που χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο, αλλά επίσης ένα από τα πλέον σημαντικά. Η αιθανόλη (CH_3CH_2OH) είναι η αλκοόλη των οινόπνευματων (αλκοολούχων) ποτών και γι' αυτό ονομάζεται οινόπνευμα.



α. μεθανόλη

Μοριακά μοντέλα αλκοολών.

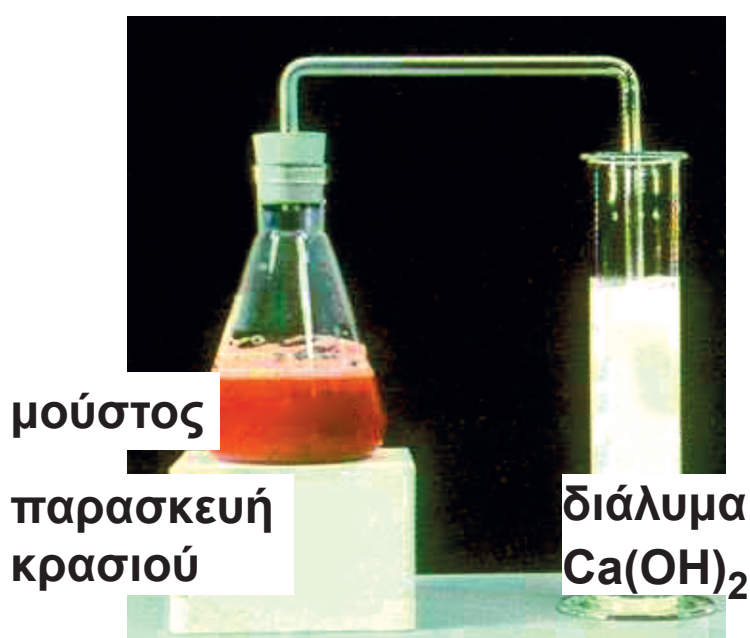


β. αιθανόλη

Παρασκευές

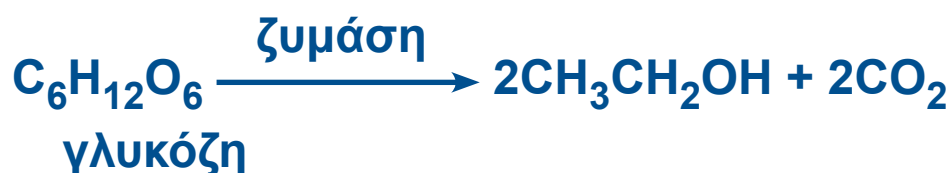
α. Με αλκοολική ζύμωση

Στην Παλαιά Διαθήκη αναφέρεται ότι, όταν ο Νώε εγκατέλειψε την κιβωτό, καλλιέργησε ένα αμπέλι και απ' αυτό αργότερα ήπιε το προϊόν του. Αυτή η ιστορία και άλλες πληροφορίες μας δείχνουν ότι η ζύμωση του μούστου και άλλων γλυκών χυμών ήταν γνωστή στον άνθρωπο εδώ και χιλιάδες χρόνια.



ΣΧΗΜΑ 3.2
Ζύμωση γλυκόζης (π.χ. μούστου) και ταυτοποίηση του παραγόμενου CO_2 με διάλυμα $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (ασβεστόνερο), το οποίο θολώνει.

Η παρασκευή οينوπνεύματος από τη γλυκόζη, που περιέχεται π.χ. στα σταφύλια, ονομάζεται αλκοολική ζύμωση και γίνεται παρουσία ενζύμου που ονομάζεται ζυμάση.

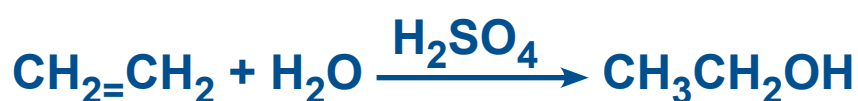


Το ιδιαίτερο ποτό που παράγεται σε κάθε περίπτωση (μπύρα, ούισκι, βότκα κ.λπ.) εξαρτάται από την ύλη ζύμωσης (σίκαλη, καλαμπόκι, σταφύλια, μούρα κ.λπ.), τις συνθήκες ζύμωσης (αν το CO_2 αφήνεται να διαφύγει

ή εμφιαλώνεται για παράδειγμα) και τις συνθήκες μετά τη ζύμωση (απόσταξη ή όχι).

β. Από πετρέλαιο

Μεγάλες ποσότητες αιθυλικής αλκοόλης παρασκευάζονται σε πετροχημικά εργοστάσια από το αιθυλένιο $\text{CH}_2=\text{CH}_2$. Το αιθυλένιο, όπως είδαμε, αντιδρά σε ειδικές συνθήκες με νερό παρουσία οξέων (π.χ. θειικό οξύ) και δίνει με μεγάλη απόδοση αιθανόλη.



Η προσθήκη νερού σε αλκένια μπορεί να εφαρμοστεί γενικά για τις κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες.



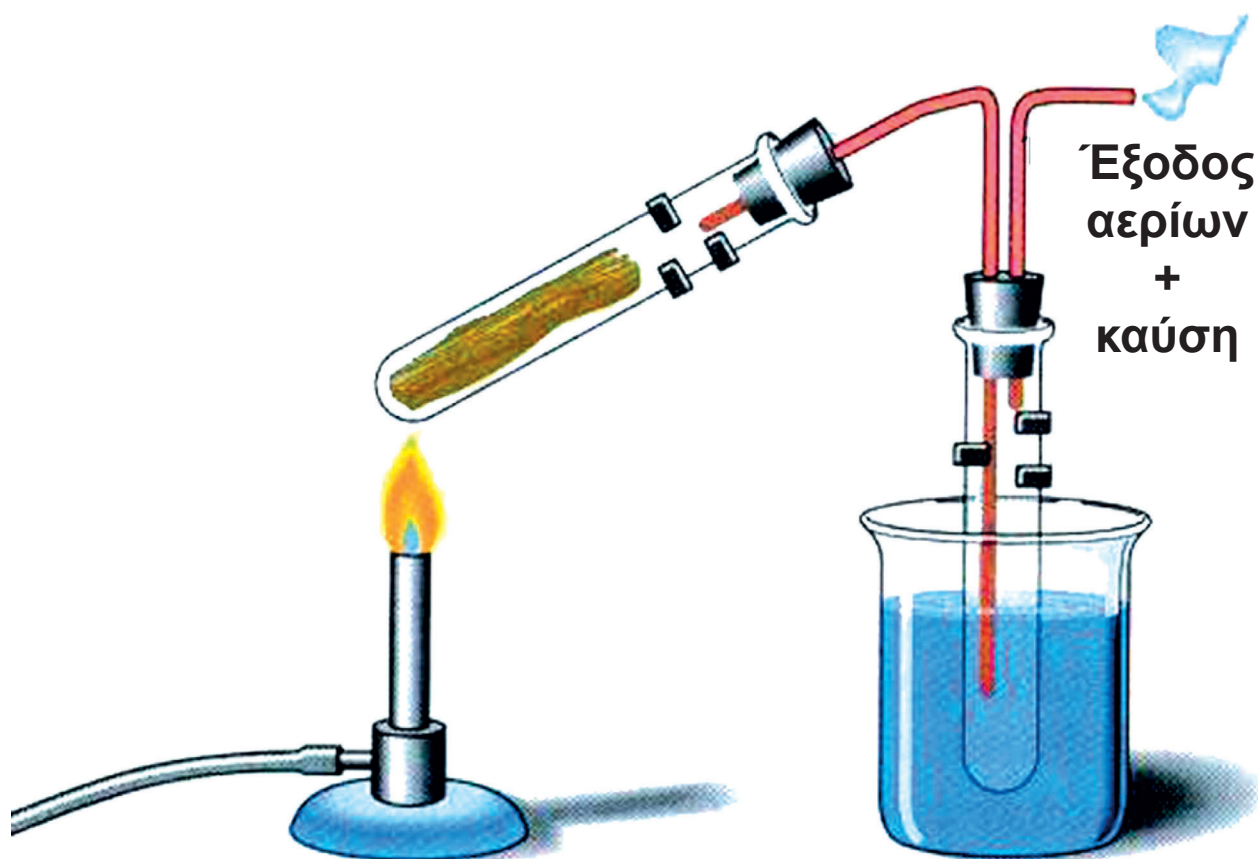
- Γνωρίζουμε ότι τα αλκένια που περιέχουν μέχρι 4 ή 5 άτομα άνθρακα εύκολα μπορούν να απομονωθούν από τα προϊόντα πυρόλυσης του πετρελαίου. Τα αλκένια αυτά εύκολα μετατρέπονται σε αλκοόλες με ενυδάτωση. Με την πορεία αυτή μπορούν να παρασκευαστούν μόνο οι αλκοόλες εκείνες που είναι σύμφωνες με τον κανόνα του Markovnikov.

γ. Ειδικές μέθοδοι παρασκευής μεθανόλης

Ειδικά η μεθανόλη μπορεί να παρασκευαστεί με ξηρά απόσταξη των ξύλων, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.3, γι' αυτό και ονομάζεται ξυλόπνευμα.

Οι σύγχρονες όμως βιομηχανικές μονάδες παραγωγής μεθανόλης στηρίζονται στην παρακάτω καταλυτική σύνθεση:





ΣΧΗΜΑ 3.3 Παρασκευή CH_3OH με ξηρά απόσταξη ξύλων. Η παραγόμενη CH_3OH συμπυκνώνεται στο δοχείο με νερό, ενώ τα υπόλοιπα αέρια καίονται.

Φυσικές Ιδιότητες

- Τα κατώτερα μέλη της σειράς των κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών είναι υγρά, άχρωμα και ευδιάλυτα στο νερό. Τα μέσα μέλη είναι υγρά, ελαιώδη, με σχετικά δυσάρεστη οσμή και διαλύονται πολύ λίγο στο νερό. Τα ανώτερα μέλη είναι στερεά, άοσμα και πρακτικά αδιάλυτα στο νερό.
- Η αιθανόλη είναι υγρό άχρωμο, με ευχάριστη δηκτική γεύση και σχετικά ευχάριστη οσμή. Η αιθανόλη αναμιγνύεται με το νερό σε κάθε αναλογία και κατά την ανάμειξη παρατηρείται ελάττωση όγκου, ενώ εκλύεται θερμότητα.

Χημικές Ιδιότητες

α. Καύση

Κατά την πλήρη καύση της αιθανόλης, δημιουργείται χαρακτηριστική γαλάζια φλόγα και ελευθερώνεται ικανό ποσό θερμότητας, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο.



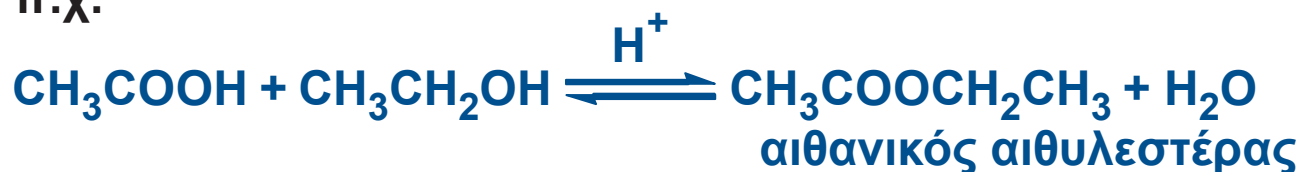
Η γενική αντίδραση πλήρους καύσης των κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών είναι:



β. Εστεροποίηση

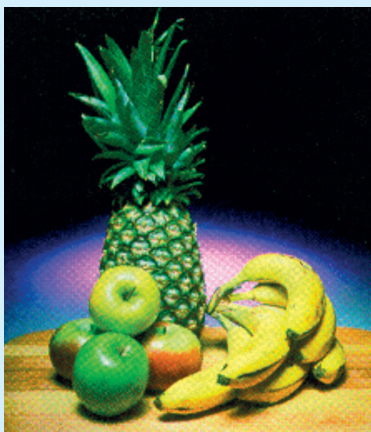
Οι αλκοόλες δε δημιουργούν ιοντικά διαλύματα και επομένως δε θεωρούνται βάσεις. Οι αλκοόλες όμως αντιδρούν με οξέα και, ενώ η αντίδραση επιφανειακά μοιάζει με την εξουδετέρωση, ουσιαστικά είναι τελείως διαφορετική απ' αυτή και ονομάζεται εστεροποίηση.

π.χ.



Γενικά η εστεροποίηση μεταξύ κορεσμένου μονοκαρβοξυλικού οξέος και κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης δίνεται από τη χημική εξίσωση:





Η ευχάριστη οσμή και γεύση πολλών φρούτων, π.χ. μπανάνας, οφείλεται στους εστέρες που περιέχουν.

Διαφορές αντιδράσεων εξουδετέρωσης και εστεροποίησης

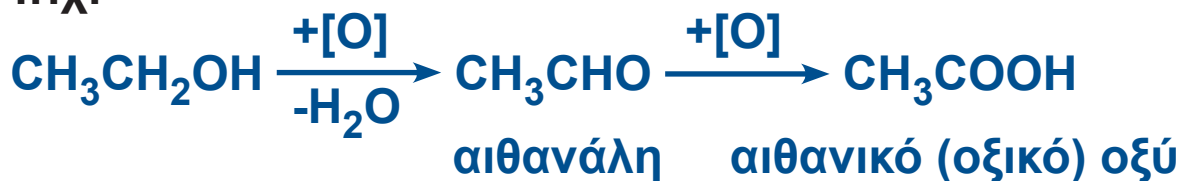
Εξουδετέρωση	Εστεροποίηση
ιοντική μονόδρομη ταχύτατη	μοριακή αμφίδρομη
εξώθερμη	σχετικά αργή
	πρακτικά θερμικά ουδέτερη

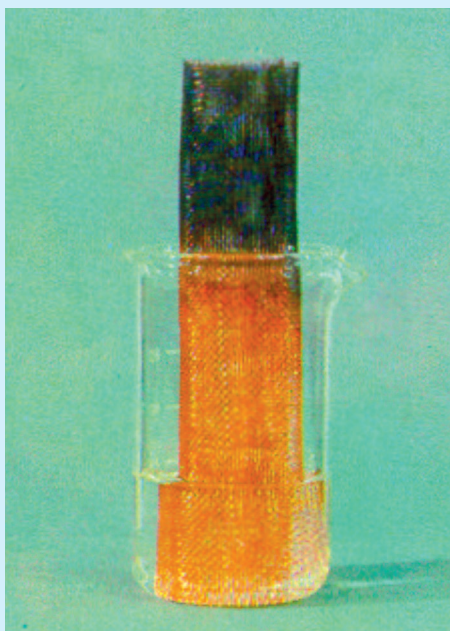
γ. Οξείδωση

Οι πρωτοταγείς αλκοόλες οξειδώνονται σε αλδεΐδες και οι αλδεΐδες σε οξέα:



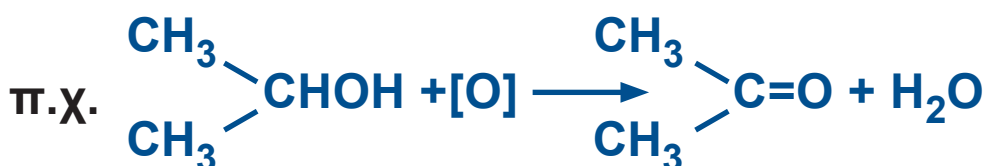
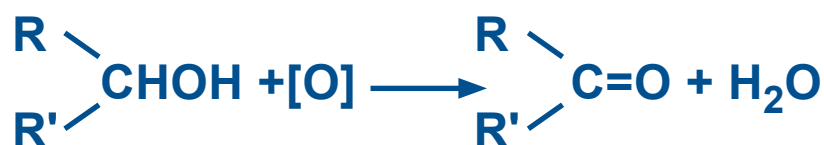
π.χ.





Οξείδωση αιθανόλης με CuO (μαύρο χρώμα) ο οποίος μετατρέπεται σε Cu (κιτρινέρυθρο χρώμα).

Οι δευτεροταγείς αλκοόλες οξειδώνονται σε κετόνες.



προπανόνη ή διμεθυλοκετόνη ή ακετόνη

Οι κετόνες και οι τριτοταγείς αλκοόλες δεν οξειδώνονται παρά κάτω από πολύ έντονες οξειδωτικές συνθήκες, οπότε διασπώνται.

Για την οξείδωση των αλκοολών στο εργαστήριο χρησιμοποιούμε συνήθως διάλυμα KMnO_4 (υπερμαγγανικού καλίου) ή διάλυμα $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (διχρωμικού καλίου) παρουσία οξέος. Στις αντιδράσεις που αναφέραμε το οξειδωτικό το συμβολίζουμε με $[\text{O}]$, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι γίνεται η οξείδωση με αέριο οξυγόνο O_2 . Στη

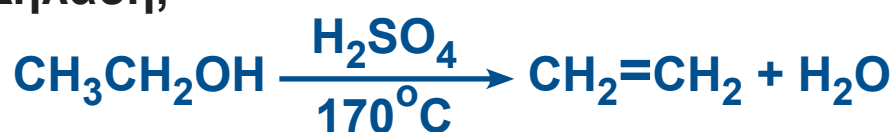
βιομηχανία η οξείδωση των αλκοολών επιτυγχάνεται με αέριο O_2 (αέρα) παρουσία ειδικών καταλυτών. Αλκοτέστ εξάλλου μπορεί να γίνει με βάση την αλλαγή χρώματος που προκαλεί η οξείδωση της αλκοόλης σε οξιμισμένο $K_2Cr_2O_7$ (από πορτοκαλί σε πράσινο).



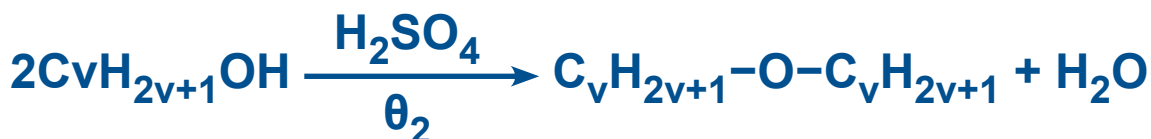
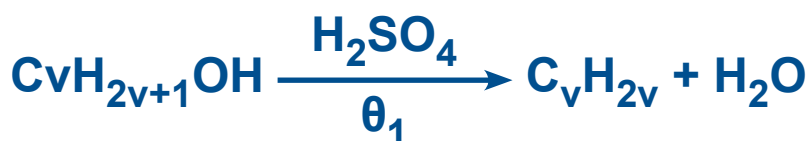
ΣΧΗΜΑ 3.4 Αν ο αέρας της εκπνοής περιέχει αιθανόλη, τότε αλλάζει το χρώμα του γυάλινου σωλήνα που περιέχει οξιμισμένο $K_2Cr_2O_7$.

δ. Αφυδάτωση

Οι κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες αφυδατώνονται, όταν θερμαίνονται παρουσία πυκνού H_2SO_4 ή Al_2O_3 , και ανάλογα με τις συνθήκες δίνουν αλκένιο ή αιθέρα. Δηλαδή,

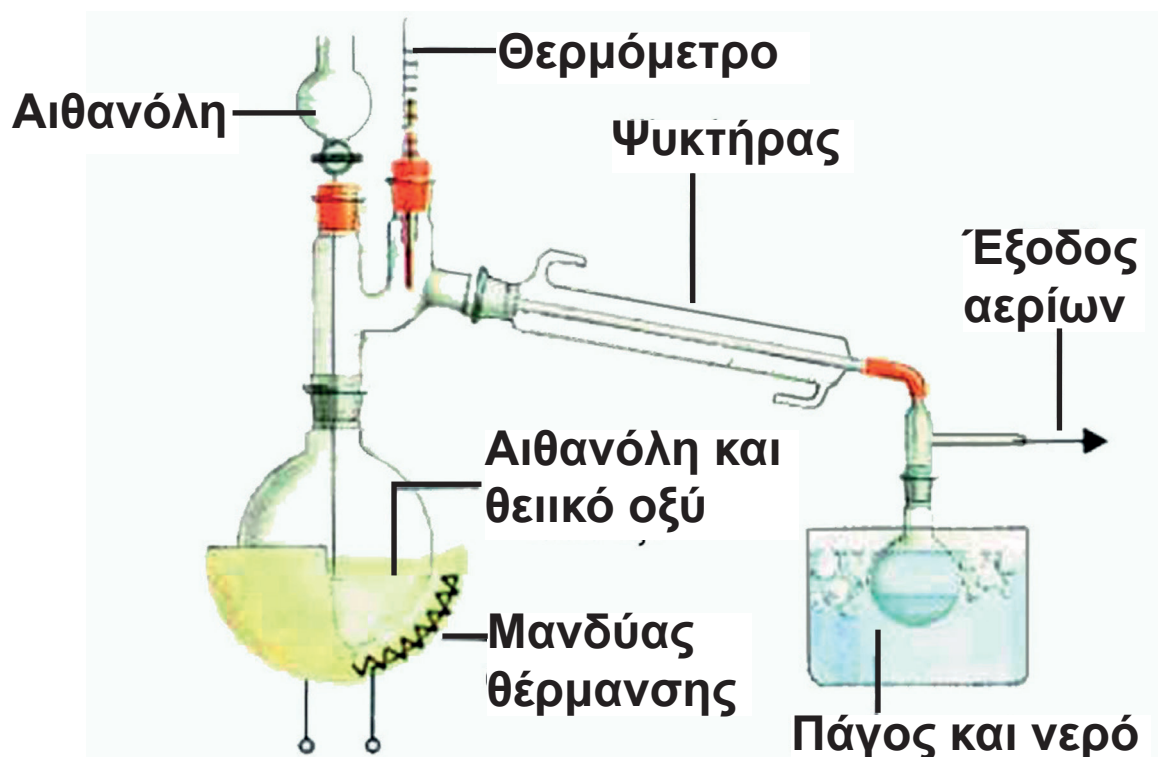


Γενικά:



Η θερμοκρασία αφυδάτωσης των αλκοολών δεν είναι πάντοτε η ίδια, γιατί οι τριτοταγείς αλκοόλες αφυδατώνονται ευκολότερα από τις δευτεροταγείς και αυτές ευκολότερα από τις πρωτοταγείς. Γενικώς όμως ισχύει ότι η αφυδάτωση των αλκοολών προς αλκένια γίνεται σε υψηλότερη θερμοκρασία απ' ό,τι η αφυδάτωσή τους προς αιθέρες.

- Η CH_3OH κατά την αφυδάτωση δίνει μόνο αιθέρα, γιατί δεν υπάρχει αλκένιο με ένα άτομο C.
- Ο διαιθυλαιθέρας παρασκευάζεται βιομηχανικά από την αλκοόλη με αφυδάτωση. Είναι πτητικό υγρό με ευχάριστη οσμή. Στον αέρα σχηματίζει παράγωγα τα οποία, όταν αναφλεγούν, προκαλούν εκρήξεις. Χρησιμοποιείται κυρίως ως διαλύτης.



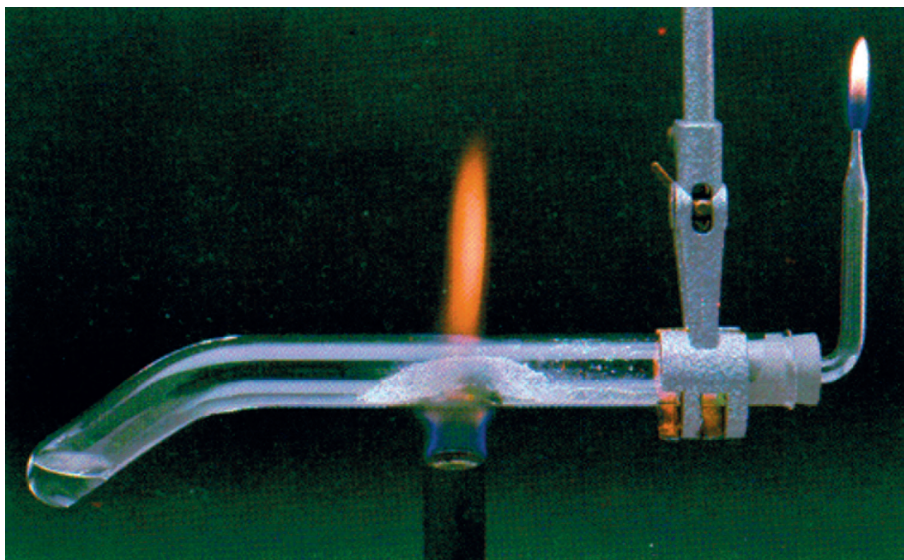
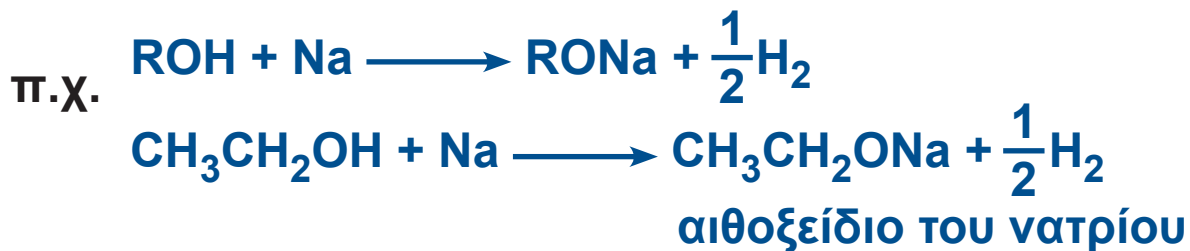
ΣΧΗΜΑ 3.5 Εργαστηριακή διάταξη για την παρασκευή $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$ με αφυδάτωση $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.



Το νάτριο αντιδρά με την αιθανόλη λιγότερο έντονα από ό, τι με το νερό, παράγοντας H₂.

ε. Αντίδραση με δραστικά μέταλλα

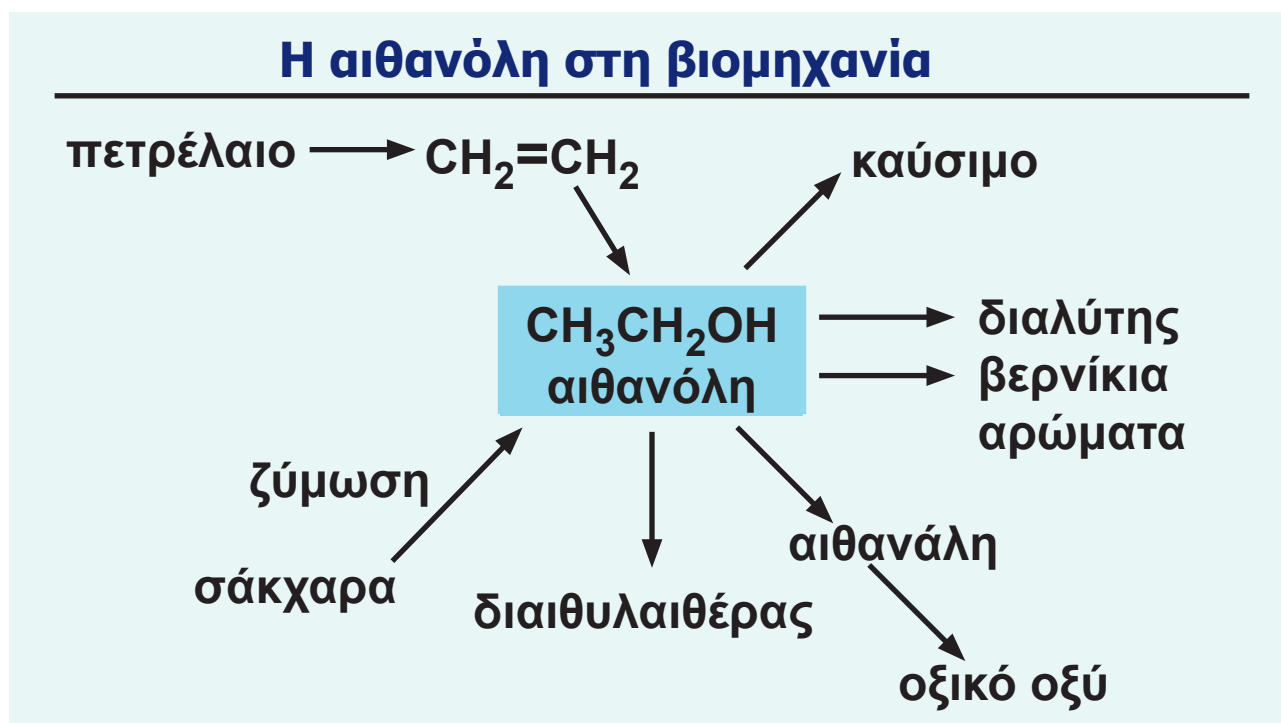
Το υδρογόνο του υδροξυλίου των αλκοολών μπορεί να αντικατασταθεί από δραστικό μέταλλο, συνήθως **Na** ή **K**, οπότε σχηματίζονται οργανικές ενώσεις που ονομάζονται **αλκοξειδία**. Οι αντιδράσεις αυτές αποδεικνύουν τον όξινο χαρακτήρα που έχουν οι αλκοόλες



ΣΧΗΜΑ 3.6 Αντίδραση ατμών C₂H₅OH με Mg. Το H₂ που ελευθερώνεται κατά την αντίδραση καίγεται.

Χρήσεις αιθανόλης

Τα μεγαλύτερα ποσά της αιθανόλης χρησιμοποιούνται στα αλκοολούχα ποτά. Άλλες χρήσεις της αιθανόλης βλέπουμε στον πίνακα που ακολουθεί.



Μερικές χαρακτηριστικές ιδιότητες των καρβονυλικών ενώσεων

Οι αλδεΐδες και κετόνες έχουν πολλές κοινές ιδιότητες λόγω της κοινής καρβονυλικής ομάδας που έχουν.

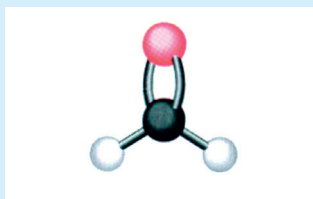
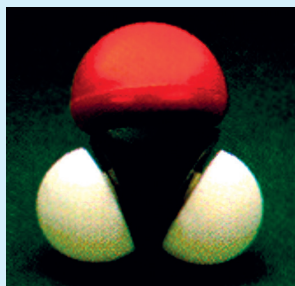


Οι πιο χαρακτηριστικές ιδιότητές τους είναι:

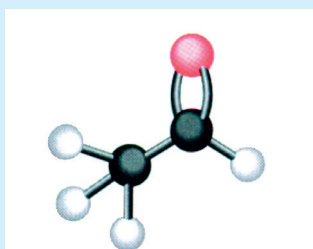
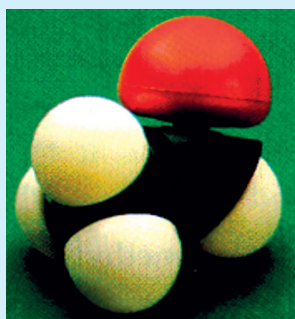
α. αντιδράσεις προσθήκης

Στο διπλό δεσμό του καρβονυλίου μπορούν να προστεθούν διάφορα μόρια όπως H_2 , HCN κ.λπ.

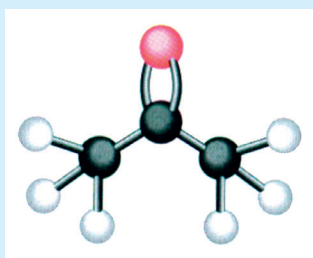
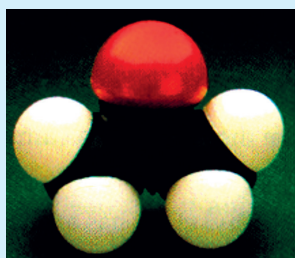




α. φορμαλδεΐδη
HCHO



β. ακεταλδεΐδη
CH₃CHO



γ. ακετόνη
CH₃COCH₃

β. αντιδράσεις οξειδωσης

Όπως είδαμε, οι αλδεΐδες οξειδώνονται εύκολα σε οξέα.

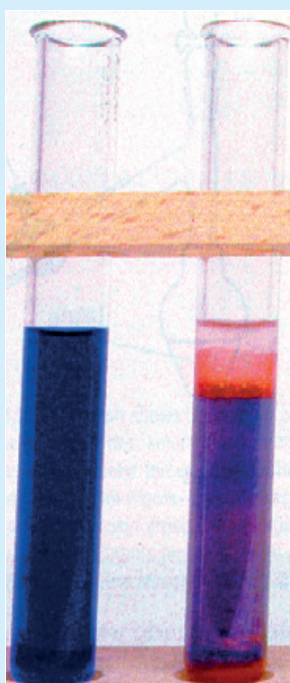


Αντίθετα, οι κετόνες οξειδώνονται πολύ δύσκολα και δίνουν κάτω από έντονες συνθήκες οξείδωσης συνήθως μίγματα οργανικών οξέων με λιγότερα άτομα άνθρακα.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η οξείδωση αλδεΐδων από ήπια οξειδωτικά μέσα, όπως είναι:

- το αντιδραστήριο Fehling (Φελίγγειο υγρό), που είναι αλκαλικό διάλυμα ιόντων Cu^{2+} και το οποίο οδηγεί σε ερυθρό ίζημα Cu_2O .
- το αντιδραστήριο Tollens, που είναι αμμωνιακό διάλυμα AgNO_3 και το οποίο δίνει κάτοπτρο Ag .

Οι δύο παραπάνω αντιδράσεις χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση των αλδεϋδών.



Φελίγγειο υγρό πριν και μετά την προσθήκη αλδεϋδης.

γ. αντιδράσεις πολυμερισμού

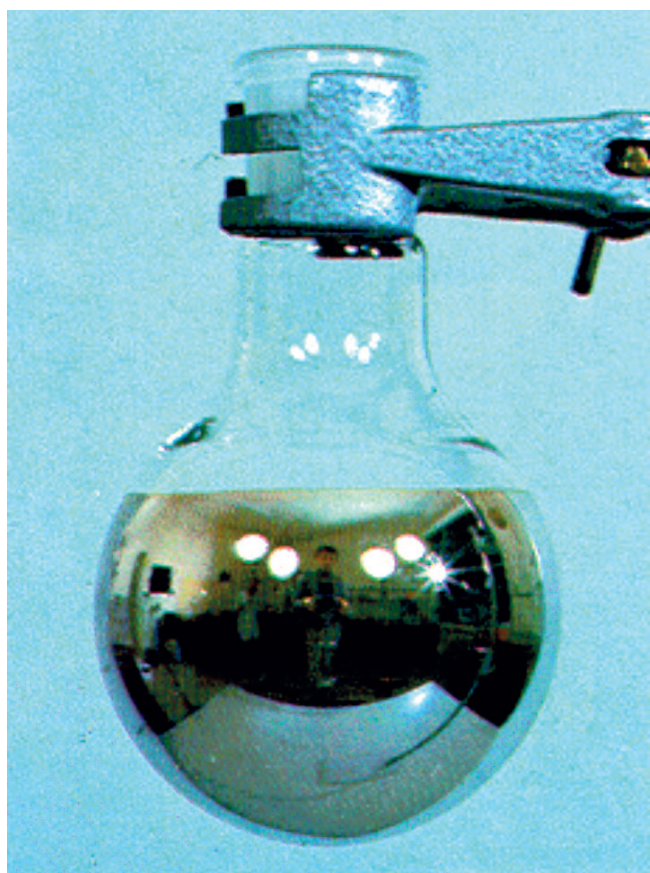
Οι αλδεϋδες πολυμερίζονται σε όξινο περιβάλλον, ενώ οι κετόνες όχι.



Η ένωση $(\text{CH}_3\text{CHO})_4$ ονομάζεται μεταλδεϋδη ή στερεό οινόπνευμα.

Μεθανάλη (HCHO)

Η απλούστερη αλδεϋδη ονομάζεται μεθανάλη ή φορμαλδεϋδη και είναι αέριο με χαρακτηριστική ερεθιστική οσμή. Υδατικό διάλυμα φορμαλδεϋδης (περίπου 40%) ονομάζεται φορμόλη και χρησιμοποιείται ως αντισηπτικό. Στη βιομηχανία οι μεγαλύτερες ποσότητες φορμαλδεϋδης χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία πλαστικών. Αυτό συμβαίνει, γιατί εύκολα συμπολυμερίζεται με φαινόλη, ουρία και μεθουλαμίνη και δίνει πολύτιμα πλαστικά.



ΣΧΗΜΑ 3.7 Οι αλδεΐδες αντιδρούν με το αντιδραστήριο Tollens και σχηματίζουν κάτοπτρο. Η αντίδραση αυτή χρησιμεύει για τη διάκριση μεταξύ αλδεϋδών και κετονών.

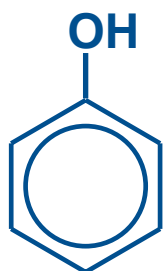


Η φορμόλη χρησιμοποιείται για τη συντήρηση βιολογικών δειγμάτων.

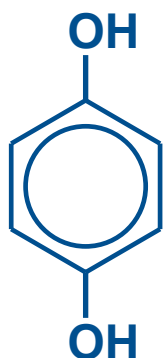
[3.3.] Φαινόλες

Γενικά

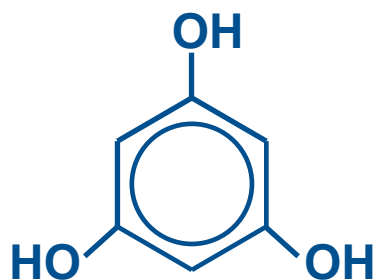
Όπως αναφέραμε, φαινόλες ονομάζονται τα υδροξυπαράγωγα των αρωματικών υδρογονανθράκων που έχουν τουλάχιστον ένα υδροξύλιο ενωμένο με άνθρακα του αρωματικού δακτυλίου. Οι φαινόλες, ανάλογα με τον αριθμό των υδροξυλίων που είναι ενωμένα με τον αρωματικό δακτύλιο, διακρίνονται σε μονοσθενείς, δισθενείς, τρισθενείς κ.λπ.



υδροξυβενζόλιο ή φαινόλη (μονοσθενής)



υδροκινόνη (δισθενής)



φλωρογλυκίνη (τρिसθενής)

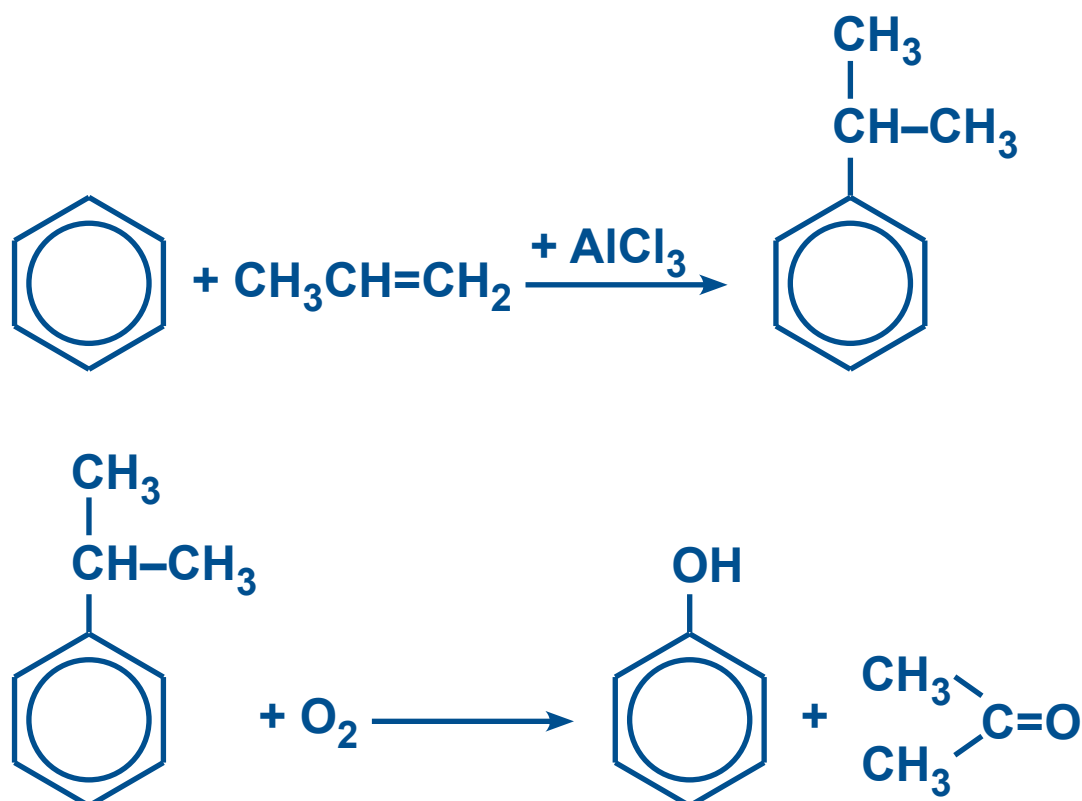
Εμείς θα μελετήσουμε την απλούστερη από τις φαινόλες, τη φαινόλη.

Παρασκευές

Στη βιομηχανία:

α. Παλαιότερα η φαινόλη παρασκευαζόταν από τη λιθρανθρακόπισσα με κλασματική απόσταξη.

β. Σήμερα το μεγαλύτερο μέρος της φαινόλης παρασκευάζεται με πρώτη ύλη το πετρέλαιο. Όπως έχουμε αναφέρει, από την πυρόλυση των υδρογονανθράκων που περιέχονται στο πετρέλαιο, μεταξύ των άλλων σχηματίζονται βενζόλιο και προπένιο. Όταν αντιδράσουν το βενζόλιο και το προπένιο με καταλύτη AlCl_3 , σχηματίζεται ένας αρωματικός υδρογονάνθρακας: το ισοπροπυλοβενζόλιο ή κουμόλιο. Το κουμόλιο στη συνέχεια οξειδώνεται από O_2 και δίνει φαινόλη και ακετόνη:



Φυσικές Ιδιότητες

Η φαινόλη είναι άχρωμο, υγροσκοπικό, κρυσταλλικό στερεό, ελάχιστα διαλυτό στο νερό, ενώ διαλύεται στην αιθανόλη και στο διαιθυλαιθέρα. Είναι ουσία τοξική και προσβάλλει το δέρμα, γι' αυτό το λόγο πρέπει να αποφεύγεται η επαφή της με το δέρμα.

Χημικές Ιδιότητες

Η φαινόλη μπορεί να δώσει δύο κατηγορίες αντιδράσεων:

- **Αντιδράσεις του αρωματικού δακτυλίου.** Οι αντιδράσεις αυτές είναι κυρίως η υποκατάσταση των υδρογόνων του δακτυλίου π.χ. με αλογόνο.
- **Αντιδράσεις της πλευρικής ομάδας (υδροξύλιο).**

α. Όξινος χαρακτήρας. Δηλαδή η φαινόλη είναι ένα ασθενές οξύ και στο νερό δίσταται, σύμφωνα με το σχήμα:



Γι' αυτό η φαινόλη αντιδρά με ηλεκτροθετικά μέταλλα π.χ. **Na** ή **K** (όπως οι αλκοόλες) και με διαλύματα βάσεων, π.χ. **NaOH**, **KOH** (σε αντίθεση με τις αλκοόλες που έχουν μικρότερη οξύτητα). Ωστόσο, η φαινόλη είναι ασθενέστερο οξύ από το ανθρακικό και γι' αυτό δεν ελευθερώνει CO_2 από τα ανθρακικά άλατα.



β. Σχηματίζει εστέρες, όπως και οι αλκοόλες.

γ. Σχηματίζει αιθέρες, όπως οι αλκοόλες.

δ. Δεν οξειδώνεται, σε αντίθεση με τις πρωτοταγείς και δευτεροταγείς αλκοόλες.

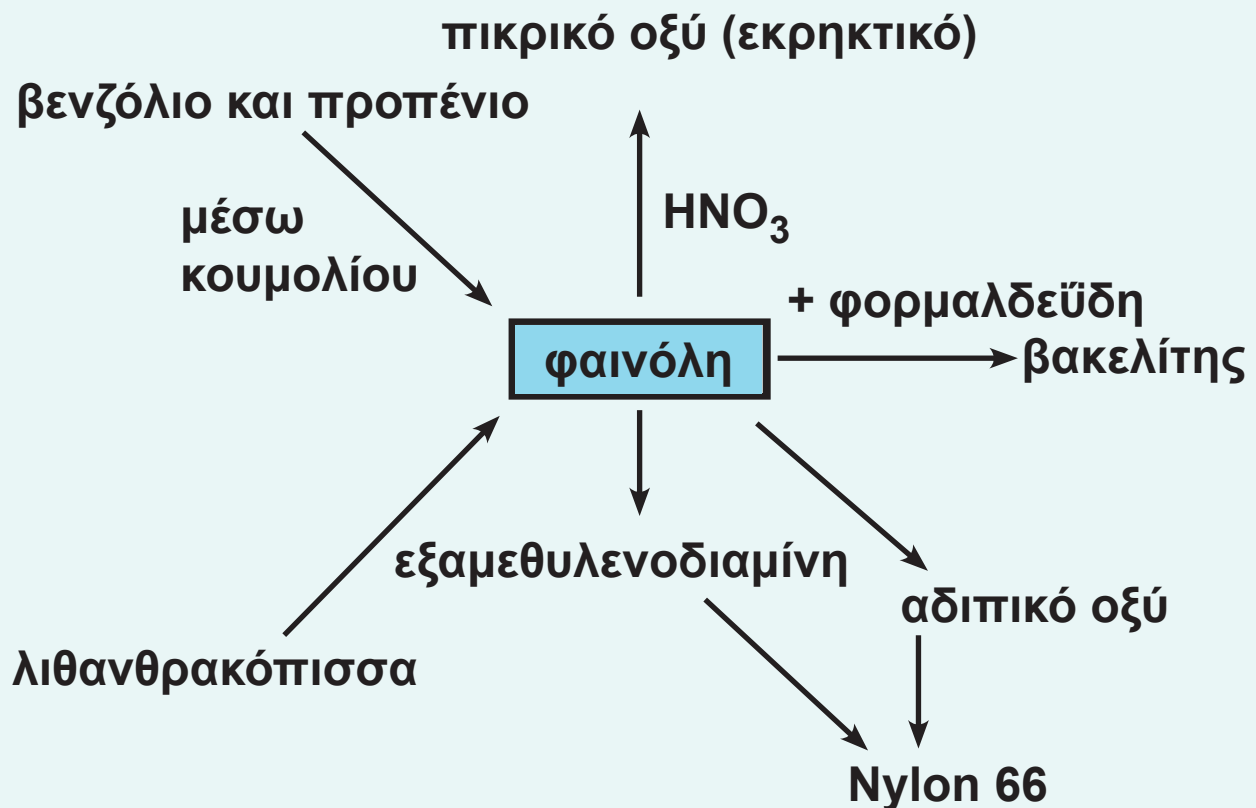


Στα σύγχρονα χειρουργεία γίνεται επίσης χρήση φαινολικών ενώσεων για να διατηρηθούν συνθήκες αντισηψίας.

Χρήσεις

Οι βιομηχανικές παρασκευές και οι χρήσεις της φαινόλης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

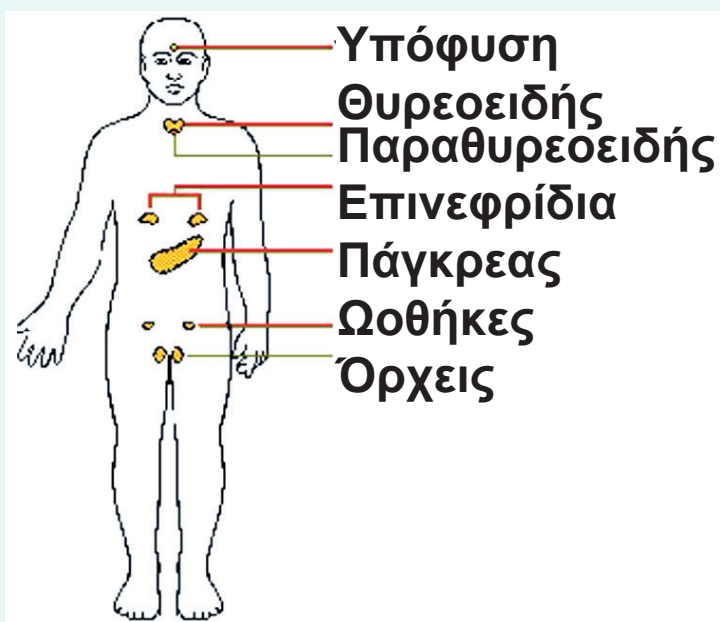
Η αιθανόλη στη βιομηχανία





ΣΧΗΜΑ 3.8 Ιστορική φωτογραφία (δεκαετία 1860). Μία από τις πρώτες χρήσεις της φαινόλης ήταν ως αντσηπτικό. Ο χώρος ψεκάζεται με φαινόλη κατά τη διάρκεια χειρουργικής επέμβασης.

Γνωρίζεις ότι...



Οι ψευδορμόνες

Στη δεκαετία του '80, ένας Άγγλος παραγωγός ψαριών ειδοποίησε το Βρετανό καθηγητή John Sumpter από το Πανεπιστήμιο Brunel του Λονδίνου, για να παρατηρήσει ένα μυστήριο κατ' αυτόν φαινόμενο: οι αρσενικές πέστροφες που εξέτρεφε γεννούσαν αυγά. Όταν ο Sumpter έψαξε το θέμα στη βιβλιογραφία, ανακάλυψε άρθρα για τη θηλυκοποίηση αρσενικών πουλιών, ερπετών, σαρκοβόρων και ψαριών σε πολλά μέρη του κόσμου.

Τελικά ο Sumpter κατάφερε να αποδείξει ότι οι πέστροφες μολύνθηκαν από απόνερα, που περιείχαν συνθετικές ορμόνες. Τα πειράματα που έγιναν στη συνέχεια σε ποντίκια, στα οποία έδωσαν νερό εμπλουτισμένο με τρεις χημικές ουσίες με θηλυκές ορμόνες, όμοιες με αυτές που κυκλοφορούν άφθονες στο περιβάλλον, επιβεβαίωσαν το παρακάτω συμπέρασμα: οι συνθετικές ορμόνες στο περιβάλλον μπορούν να αρρενοποιήσουν ή να θηλυκοποιήσουν, και αυτό όχι μόνο άμεσα, αλλά και έμμεσα, ακολουθώντας μη γνωστούς μεταβολικούς δρόμους.

Οι συνθετικές ορμόνες είναι χημικές ουσίες που έχουν παρόμοια χημική δομή με αυτή των αναπαραγωγικών ορμονών, των οιστρογόνων, οπότε επιδρούν στα

ορμονικά συστήματα και διαταράσσουν τη γενετική διαδικασία. Στην εποχή της χημείας του πλαστικού και του χλωρίου, η εξάπλωση των ουσιών αυτών είναι τεράστια. Από τη βενζίνη μέχρι το σαμπουάν, τους φακούς επαφής, τις κονσέρβες, τα υλικά συσκευασίας τροφίμων και τα παρασιτοκτόνα, οι συνθετικές ορμόνες βρίσκονται παντού. Οι «ψευδοορμόνες», όπως χαρακτηρίζονται, είναι στο σύνολό τους τοξικές ουσίες, που προσομοιάζουν με ορμόνες και εισέρχονται στις λειτουργίες του οργανισμού «ξεγελώνοντας» τους αμυντικούς μηχανισμούς του. Μερικές από αυτές τις ουσίες, καθώς και τα προϊόντα που τις περιέχουν αναφέρονται παρακάτω:

- **Διφαινόλη Α:** σε κονσερβοκούτια, φελλούς μπουκαλιών, σωλήνες ύδρευσης, πλαστικές ύλες, φακούς επαφής.

- **Αλκυφαινόλες:** σε απορρυπαντικά, αντιοξειδωτικά - αντιθολωτικά πλαστικών, σαμπουάν, καλλυντικά, βενζίνη.

- **Χλωροενώσεις,** όπως χλωριωμένα διφαινύλια PCB's και διοξίνες στο περιβάλλον, στα λιπαρά τρόφιμα, όπως και στα προϊόντα γάλακτος, σοκολάτες και αλλαντικά.

- **Πενταχλωροφαινόλη,** σε προστατευτικές ουσίες του ξύλου, σε δερμάτινα είδη κ.ά.

Αποδείξεις για την επίδραση των συνθετικών ορμονών, μέχρι σήμερα, έχουμε μόνο στα ζώα, μέσω πειραμάτων, που για ηθικούς λόγους απαγορεύεται να γίνουν στους ανθρώπους.

Η Ενωμένη Ευρώπη και οι βιομηχανίες της αποφάσισαν να επενδύσουν εκατοντάδες εκατομμύρια ECU στην έρευνα για τις συνέπειες της μη ορθολογικής διαχείρισης του περιβάλλοντος και ειδικά για την επικίνδυνη δράση των ψευδοορμονών.

Γνωρίζεις ότι...



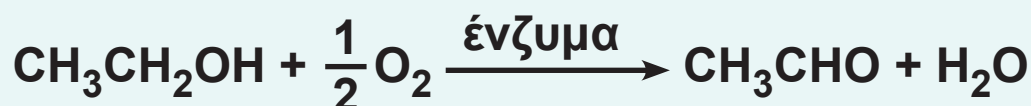
Το οινόπνευμα και οι συνέπειές του

Σύμφωνα με τη λαϊκή παράδοση, το κλήμα μεταφέρθηκε για πρώτη φορά από την Ιωνία στην Ελλάδα από το Διόνυσο, το θεό του κρασιού. Ο Διόνυσος, όμως, είχε πρόβλημα στη μεταφορά του κλήματος από τη μακρινή Ιωνία. Έκοψε λοιπόν ένα μικρό μόνιωμα και έψαξε να βρει ένα μέσο να το μεταφέρει. Το πρώτο πράγμα που βρήκε ήταν ένα κρανίο πουλιού. Το γέμισε με χύμα, στρίμωξε μέσα το μόνιωμα και άρχισε το ταξίδι του.

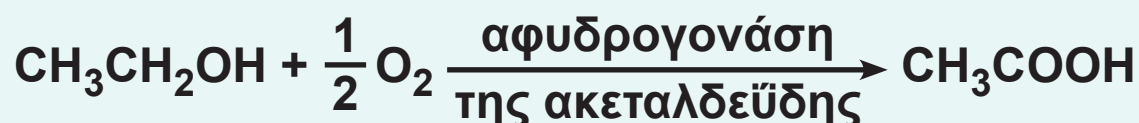
Στη διάρκεια του ταξιδιού όμως, το μόνιωμα μεγάλωσε και δε χωρούσε στο κρανίο του πουλιού. Ο Διόνυσος έψαξε ξανά γύρω του και τελικά βρήκε ένα μεγαλύτερο κρανίο, το κρανίο ενός γαϊδάρου. Αυτό ήταν αρκετά μεγάλο και χώρεσε το κλήμα και το κρανίο του πουλιού. Ο Διόνυσος πρόσθεσε κι άλλο χύμα και συνέχισε το ταξίδι του για την Ελλάδα. Όταν και το κρανίο του γαϊδάρου αποδείχτηκε μικρό για το κλήμα που όλο και μεγάλωνε, ο Διόνυσος έψαξε και βρήκε το κρανίο ενός λιονταριού. Πρόσθεσε και σ' αυτό λίγο χύμα και έφερε έτσι το κλήμα στην Αθήνα. Για το λόγο αυτό, η παράδοση λει πως, όταν πίνει κανείς κρασί, στην αρχή κελαηδάει σαν πουλάκι. Όσο περισσότερο πίνει,

φέρεται σαν γάιδαρος και στο τέλος αποκτά το κουράγιο και τη δύναμη ενός λιονταριού και αρχίζει τις απειλές και τους καβγάδες.

Το οινόπνευμα είναι μία κατασταλτική ουσία, που μειώνει το άγχος, την υπερένταση και τους ανασταλτικούς μηχανισμούς. Σε χαμηλές δόσεις το οινόπνευμα μπορεί να δράσει ως διεγερτικό, ενώ σε υψηλές δόσεις δρα ως κατασταλτικό. Και στις δύο περιπτώσεις μεταβάλλει σημαντικά τη διάθεση και τη συμπεριφορά του ατόμου. Ακόμα διεγείρει την όρεξη, προκαλεί απώλεια θερμότητας και αφυδάτωση. Αν είναι κανείς νηστικός και πει ένα δυνατό ποτό, όπως ούζο, ούισκι, ή τσίπουρο μέσα σε 30' περίπου το οινόπνευμα απορροφάται από το στομάχι και το έντερό του, φτάνει στο συκώτι και γρήγορα στον εγκέφαλό του. Το οινόπνευμα στο συκώτι με την επίδραση κάποιων ενζύμων μεταβολίζεται σε ακεταλδεΐδη, η οποία είναι δηλητηριώδης ουσία.



Η ακεταλδεΐδη στη συνέχεια, με την επίδραση του ενζύμου αφυδρογονάση της ακεταλδεΐδης, μετατρέπεται σε οξικό οξύ, το οποίο χρησιμοποιείται από τον οργανισμό ως πηγή ενέργειας.



Το οινόπνευμα έρχεται εύκολα στην κυκλοφορία του αίματος και στον εγκέφαλο, ο ακριβής όμως μηχανισμός της δράσης του στον εγκέφαλο δεν είναι γνωστός. Πολλοί επιστήμονες πιστεύουν ότι η αλληλεπίδραση του οίνοπνεύματος με τις ουσίες που δρουν ως ηρεμιστικά στον εγκέφαλο (π.χ. γ-αμινοβουτυρικό

οξύ), οδηγεί στη δυνατότητα του οινοπνεύματος να μειώνει το άγχος. Έχει υπολογιστεί ότι 4 εκατομμύρια άτομα κάνουν κατάχρηση οινοπνεύματος και άλλα 11 εκατομμύρια έχουν εξάρτηση από αυτό. Γενετικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες συμβάλλουν στην ανάπτυξη του αλκοολισμού, αλλά δεν υπάρχει ένας παράγοντας ή συνδυασμός παραγόντων που να επιτρέπει στους γιατρούς να προβλέπουν ποιο άτομο θα γίνει αλκοολικό.

Η μακροχρόνια έκθεση του ήπατος στη χημική επίδραση της ακεταλδεΐδης μπορεί να προκαλέσει κίρρωση του ήπατος και βλάβες σε άλλα όργανα. Και η βραχυχρόνια όμως, έκθεση στην επίδραση της ακεταλδεΐδης μπορεί να προκαλέσει κάποια πάθηση, αν η συγκέντρωση σε κάποιο όργανο είναι μεγάλη.

Γνωρίζεις ότι...



Οινοπνευματώδη ποτά

Τα οινοπνευματώδη ποτά διακρίνονται ανάλογα με την πρώτη ύλη, την περιεκτικότητα σε αλκοόλη, τον τρόπο παρασκευής και την προσθήκη άλλων ουσιών σε αυτά. Μπορούν δε να χωριστούν στις εξής κατηγορίες:

(α) Μη αποσταζόμενα (β) Αποσταζόμενα και (γ) Ηδύποτα.

- Τα μη αποσταζόμενα λαμβάνονται απευθείας με αλκοολική ζύμωση διαφόρων σακχαρούχων υγρών. Τα σπουδαιότερα ποτά αυτής της κατηγορίας είναι ο οίνος (κρασί) και ο ζύθος (μπίρα).
- Τα αποσταζόμενα αλκοολούχα ποτά λαμβάνονται με απόσταξη αλκοολούχων διαλυμάτων ενώ προστίθενται σε αυτά και αρωματικές ύλες. Έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε οινόπνευμα (30-70% v/v). Τα πιο γνωστά από αυτά είναι το κονιάκ, το μπράντι, το ούζο, η ρακή, το ουίσκι, η βότκα, κ.ά.
- Τα ηδύποτα (λικέρ) λαμβάνονται είτε με κατεργασία φρούτων ή αρωματικών υλών με αλκοόλη και προσθήκη σιροπιού είτε με ανάμειξη οινοπνεύματος, νερού, ζάχαρης και αιθέριων ελαίων (φυσικών ή τεχνητών). Γνωστότερα ηδύποτα (λικέρ) είναι το τσέρι, το

πίπερμαν, το βερμούτ, το καμπάρι, κ.ά.

- **Κρασιά.** Γενικά χαρακτηριστικά για τα κρασιά είναι η περιεκτικότητά τους σε οινόπνευμα (που συνήθως κυμαίνεται από 10% έως 15% v/v), το άρωμα, το χρώμα τους (κόκκινο, λευκό, ροζέ) και η προέλευση των σταφυλιών. Τα κρασιά διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες.

- **Ξηρά (sec) ή επιτραπέζια κρασιά.** Χαρακτηριστικό τους είναι ότι όλη η ποσότητα του αρχικού σακχάρου που περιείχε ο μούστος έχει μετατραπεί σε οινόπνευμα.

- **Ημίγλυκα και γλυκά κρασιά.** Αυτά χαρακτηρίζονται από την παρουσία μέτριας ή σημαντικής ποσότητας σακχάρου αντίστοιχα. Συνήθως τα πιο εκλεκτά από αυτά παρασκευάζονται από σταφύλια που έχουν ξηραθεί στον ήλιο και δίνουν μούστο μεγάλης περιεκτικότητας σε σάκχαρο. Μέρος τους σακχάρου ζυμώνεται και δίνει αλκοόλη, ενώ το υπόλοιπο περισσεύει και δίνει τη γλυκύτητα στο κρασί.

- **Αφρώδη ή καμπανίτες (Champagne).** Οι αφρώδεις οίνοι περιέχουν CO₂, το οποίο προέρχεται είτε από τη ζύμωση και παραμένει με ειδική διεργασία στο κρασί είτε προστίθεται από έξω (τεχνητοί αφρώδεις οίνοι).

Ανακεφαλαίωση

1. Αν αντικαταστήσουμε ένα ή περισσότερα άτομα υδρογόνου άκυκλου υδρογονάνθρακα με υδροξύλιο, προκύπτουν ενώσεις που ονομάζονται αλκοόλες.
2. Αν αντικαταστήσουμε ένα ή περισσότερα άτομα υδρογόνου του βενζολικού δακτυλίου αρωματικού υδρογονάνθρακα με υδροξύλιο, προκύπτουν ενώσεις που ονομάζονται φαινόλες.
3. Η σπουδαιότερη κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη είναι η αιθανόλη ή οινόπνευμα (C_2H_5OH). Μεγάλες ποσότητες αιθανόλης παρασκευάζονται σε πετροχημικά εργοστάσια από το αιθυλένιο.
4. Οι σπουδαιότερες χημικές ιδιότητες της αιθανόλης είναι η καύση, η εστεροποίηση, η οξείδωση, η αφυδάτωση και η αντίδραση με ισχυρά μέταλλα όπως το Na.
5. Η αιθανόλη χρησιμοποιείται κυρίως στα αλκοολούχα ποτά καθώς και ως πρώτη ύλη στη βιομηχανία για τη σύνθεση οργανικών ενώσεων.
6. Η φαινόλη ή υδροξυβενζόλιο είναι η απλούστερη αρωματική αλκοόλη και τα μεγαλύτερα ποσά της σήμερα παρασκευάζονται από το πετρέλαιο.
7. Η φαινόλη δίνει δύο κατηγορίες αντιδράσεων, τις αντιδράσεις του αρωματικού δακτυλίου και της πλευρικής ομάδας που είναι το υδροξύλιο.
8. Η φαινόλη χρησιμοποιείται στη βιομηχανία πλαστικών (βακελίτης, nylon), ως αντισηπτικό κ.λπ.

Λέξεις-κλειδιά

- αλκοόλες
- φαινόλες
- αιθανόλη (οινόπνευμα)
- γλυκόζη
- ζύμωση
- αιθυλένιο
- εστεροποίηση
- οξείδωση
- αφυδάτωση
- αλκοξειδία
- φαινόλη
- κουμόλιο

Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

Ερωτήσεις Επανάληψης

1. Πώς προκύπτουν οι αλκοόλες και πώς οι φαινόλες; Να δώσετε από ένα παράδειγμα.
2. Ποιος είναι ο γενικός τύπος των κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών; Πώς θεωρούμε ότι προέρχονται οι αλκοόλες αυτές;
3. Τι είναι η αλκοολική ζύμωση; Τι είναι η ζυμάση;
4. Να αναφέρετε μερικές φυσικές ιδιότητες των κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών.
5. Πώς παρασκευαζόταν η φαινόλη στη βιομηχανία παλαιότερα και πώς παρασκευάζεται σήμερα;

Ασκήσεις - Προβλήματα

6. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:
 - α. Κορεσμένες είναι οι αλκοόλες
 - β. Ακόρεστες είναι οι αλκοόλες
 - γ. Μονοσθενείς είναι οι αλκοόλες
 - δ. Δισθενείς είναι οι αλκοόλες
 - ε. Πρωτοταγείς είναι οι αλκοόλες
 - στ. Τριτοταγείς είναι οι αλκοόλες
 - ζ. Δισθενείς είναι οι φαινόλες

7. Να γράψετε τις χημικές αντιδράσεις παρασκευής της αιθανόλης από τη γλυκόζη.
8. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:
 Η αιθανόλη είναι, άχρωμο με γεύση και σχετικά ευχάριστη Η αιθανόλη αναμειγνύεται με το σε οποιαδήποτε αναλογία και κατά την ανάμειξη παρατηρείται και εκλύεται
- *9. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω αντιδράσεις:
 α. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + |\text{O}| \longrightarrow \dots\dots\dots (\text{A}) + \dots\dots\dots$
 β. $(\text{A}) + |\text{O}| \longrightarrow \dots\dots\dots (\text{B})$
 γ. $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \dots\dots\dots (\Gamma)$
 δ. $(\Gamma) + |\text{O}| \longrightarrow \dots\dots\dots (\Delta) + \dots\dots\dots$
 ε. $(\text{B}) + (\Gamma) \longrightarrow \dots\dots\dots (\text{E}) + \dots\dots\dots$
 Οι ουσίες (A), (B), (Γ), (Δ) και (E) είναι οργανικές χημικές ενώσεις. Να δώσετε τις ονομασίες των παραπάνω οργανικών ενώσεων.
10. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις της αφυδάτωσης της 2-προπανόλης παρουσία H_2SO_4 : α) στους 170°C , β) στους 140°C . Να δώσετε τις ονομασίες των οργανικών προϊόντων.
- *11. Από το πετρέλαιο παίρνουμε αιθυλένιο. Το αιθυλένιο θερμαίνεται με υδρατμούς παρουσία οξέος και μετατρέπεται σε ένωση (A). Ορισμένη ποσότητα της (A) χωρίζεται σε δύο μέρη. Το ένα μέρος οξειδώνεται πλήρως και παίρνουμε μία μόνο οργανική ουσία (B). Οι ουσίες (A) και (B) αντιδρούν μεταξύ τους παρουσία οξέος και παίρνουμε την (Γ). Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που αναφέρθηκαν, τις συνθήκες που πραγματοποιούνται και να δώσετε τις ονομασίες των ουσιών (A), (B), (Γ).



- *12.** Από την πυρόλυση κλασμάτων του πετρελαίου παίρνουμε βενζόλιο και προπένιο. Οι δύο αυτοί υδρογονάνθρακες αντιδρούν μεταξύ τους παρουσία $AlCl_3$ και σχηματίζεται ένας αρωματικός υδρογονάνθρακας που, όταν οξειδώνεται, μας δίνει μία αρωματική αλκοόλη και μία καρβονυλική ένωση. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που αναφέρθηκαν δίνοντας και τις ονομασίες των οργανικών ενώσεων.
- 13.** Να δώσετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων με τις οποίες μπορούν να παρασκευασθούν:
- α) ένα οξύ από μία αλκοόλη,
 - β) ένας εστέρας από μία αλκοόλη,
 - γ) μία αλκοόλη από ένα αλκένιο,
 - δ) μία αλδεΐδη από ένα αλκίνιο.
- 14.** Πώς θα διαπιστώσουμε ότι το υγρό περιεχόμενο ενός δοχείου, που είναι οργανική ένωση και έχει μοριακό τύπο C_3H_8O , είναι μία αλκοόλη ή ένας αιθέρας; Να γράψετε την αντίστοιχη χημική εξίσωση.
- *15.** α) Υδατικό διάλυμα φαινόλης χρωματίζει το χαρτί ηλιοτροπίου κόκκινο. Να δώσετε μία χαρακτηριστική αντίδραση που εξηγεί το γεγονός αυτό.
β) Τι πρέπει να προσθέσουμε στο διάλυμα, ώστε μετά το χαρτί του ηλιοτροπίου να μην γίνεται κόκκινο; Να γράψετε την αντίστοιχη χημική εξίσωση.

- *16.** Να δείξετε δύο διαφορετικούς τρόπους παρασκευής του οξικού οξέος από πρώτη ύλη ακετυλένιο και ανόργανα υλικά.
- *17.** Θα μπορούσατε ποτέ να σκεφθείτε πώς από σταφύλια θα παρασκευάσετε πλαστικά είδη από πολυαιθυλένιο; Δώστε με λόγια και αντιδράσεις τη σκέψη σας. ΠΡΟΣΟΧΗ!
Η σκέψη σας είναι ασύμφορη οικονομικά, δηλαδή κοστίζει ακριβά. Γιατί;
- 18.** Πόσα γραμμάρια ανθρακασβεστίου χρειάζονται για να παρασκευαστούν με κατάλληλες αντιδράσεις 22 g αιθανάλης (ακεταλδεΐδης);

32 g

- *19.** 40 g διαλύματος γλυκόζης 50% w/w ζυμώνονται κατά 90% παρουσία ζυμάσης. Πόσα mL αλκοόλης πυκνότητας 0,8 g/mL σχηματίζονται;

11,5 mL

- *20.** Βάζουμε περίσσεια νερού σε ανθρακασβέστιο και παράγεται υδρογονάνθρακας που με σειρά αντιδράσεων μετατρέπεται σε CH_3COOH . Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων και να υπολογίσετε την ποσότητα του CaC_2 καθαρότητας 80% που απαιτείται για να παραχθούν 400 g διαλύματος οξικού οξέος 60% w/w.

320 g

- *21.** Πόση ποσότητα γλυκόζης χρησιμοποιήθηκε κατά την παρασκευή 20L αλκοολικού διαλύματος 14° (αλκοολικών βαθμών);
 $\rho_{\text{αλκοόλης}} = 0,8 \text{ g/mL}$.

Θυμίζουμε από την Α' Λυκείου: 140 σημαίνει: Στα 100 mL αλκοολικού διαλύματος 14 mL αιθανόλης. 4383 g

- 22.** Πόσα λίτρα νερού πρέπει να προσθέσουμε σε 25 L ενός κρασιού 12°, για να παρασκευάσουμε κρασί 10°;

5 L

- 23.** Σε τρία δοχεία Α, Β και Γ τοποθετούνται αντιστοίχως 6,4 g μεθανόλης, 4,6 g αιθανόλης και 7,4 g 1-βουτανόλης και επιδρούμε με μεταλλικό νάτριο. Το υδρογόνο που εκλύεται μαζεύεται και μετράται ο όγκος του σε θερμοκρασία 25°C και πίεση 740 mmHg. Πόσος είναι ο όγκος του H₂ ;

5 L

- *24.** Να γραφούν οι συντακτικοί τύποι των κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών που έχουν $M_r = 60$. Να γράψετε τις αντιδράσεις οξειδωσής τους και τις αντιδράσεις εστεροποίησης με το αιθανικό οξύ. Να ονομάσετε τις αλκοόλες, τα προϊόντα οξειδωσής και τα προϊόντα εστεροποίησης.

Θυμίζουμε ότι M_r είναι το σύμβολο της σχετικής μοριακής μάζας (μοριακό βάρος) κατά IUPAC.

- *25.** Με την επίδραση μιας κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης στο αιθανικό οξύ προκύπτει εστέρα με $M_r = 116$. Αν είναι γνωστό ότι η αλκοόλη αυτή δεν μπορεί να οξειδωθεί, να γράψετε το συντακτικό τύπο του εστέρα.
- *26.** Κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη (Α) αντιδρά με το αιθανικό (οξικό οξύ) και δίνει εστέρα (Β) που έχει

$M_r = 102$. Αν η (Α) οξειδώνεται σε κετόνη (Γ) να βρείτε το συντακτικό τύπο και τα ονόματα των (Α), (Β) και (Γ).

- *27.** Μεταλλικό νάτριο επιδρά σε μία κορεσμένη μονοσθενή αλκοόλη, οπότε εκλύεται υδρογόνο. Από 6,61 g της αλκοόλης αυτής παίρνουμε 1 L υδρογόνου μετρημένο σε STP. Να βρείτε: α) το μοριακό τύπο της αλκοόλης και β) τη σχετική μοριακή μάζα της.

α) C_4H_9OH
β) 74

- *28.** Μίγμα αιθανόλης και αιθανάλης βάρους 45 g οξειδώνεται πλήρως. Το προϊόν για να εξουδετερωθεί χρειάζεται 500 mL διαλύματος NaOH συγκέντρωσης 2 M. Να βρείτε την κατά βάρος σύσταση του μίγματος.

23 g - 22 g

- *29.** 2,3 g κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης οξειδώνονται πλήρως σε οξύ με τον ίδιο αριθμό ατόμων C. Το οξύ εξουδετερώνεται από διάλυμα NaOH. Το άλας που προκύπτει θερμαίνεται με NaOH και δίνει 1,12 L αερίου σε STP. Ποιος είναι ο μοριακός τύπος και η ονομασία της αλκοόλης;

C_2H_5OH

- **30.** Μία κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη (Α) κατά την οξείδωσή της δίνει το αντίστοιχο οξύ που έχει μάζα κατά 18,9% μεγαλύτερη από τη μάζα της αλκοόλης. Ποιοι είναι οι συντακτικοί τύποι της αλκοόλης και οι ονομασίες τους;

2 ισομερή

Δραστηριότητα

Αλκοτέστ και μεταβολισμός αλκοόλης

Η ποσότητα της αλκοόλης που καταναλώνει ένα άτομο περνά μέσα από το γαστρεντερικό του σύστημα στο αίμα. Από εκεί πρακτικά μεταφέρεται σε όλους τους ιστούς του σώματος περιλαμβανομένου και του εγκεφάλου. Το μέγιστο της ποσότητας της αλκοόλης ανιχνεύεται στο αίμα 60 έως 90 λεπτά μετά την κατανάλωση (με άδειο στομάχι). Ένα περίπου 10% της ποσότητας αυτής αποβάλλεται μέσω της αναπνοής, της διαπνοής και της ούρησης. Το υπόλοιπο 90% μεταβολίζεται από το συκώτι με έναν ορισμένο ρυθμό.

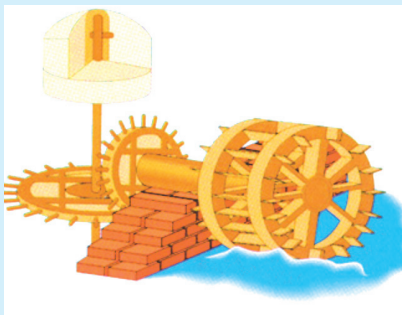
Ένας ενήλικας βάρους περί τα 70 kg καταναλώνει 6 ποτήρια κρασί 12 αλκοολικών βαθμών. Μετά από 1 h το επίπεδο αλκοόλης στο αίμα προσδιορίζεται και είναι ίσο με 0,15 g /100 mL. Με βάση τα παραπάνω, να υπολογίσετε:

1. Έναν μέσο ρυθμό μεταβολισμού της αλκοόλης.
2. Ποια ποσότητα μπύρας θα έφερνε το ίδιο αποτέλεσμα; Αν πρόκειται για «σκληρό ποτό», ποια είναι η αντιστοιχία;
3. Αν το άτομο αυτό συλληφθεί και υποβληθεί σε αλκοτέστ με ποια κατηγορία θα προσαχθεί σε δίκη; Υπενθυμίζεται ότι ανάλογα με την ποσότητα αλκοόλης στο αίμα οι κατηγορίες είναι: οδήγηση κάτω από την επήρεια και οδήγηση σε κατάσταση μέθης. Ποια είναι τα αντίστοιχα όρια;

Να αναζητήσετε τα απαραίτητα δεδομένα και τις σταθερές από την βιβλιογραφία. Μην ξεχνάτε ότι οι υπολογισμοί που κάνετε είναι «κατ' εκτίμηση».

Απαντήσεις στις ασκήσεις πολλαπλής επιλογής και σωστού - λάθους

9. Α: προπανάλη
Β: προπανικό οξύ
Γ: 2 – προπανόλη
Δ: προπανόνη
Ε: προπανικός ισοπροπυλεστέρας
11. Α: αιθανόλη (αιθυλική αλκοόλη)
Β: αιθανικό (οξικό) οξύ
Γ: αιθανικός αιθυλεστέρας



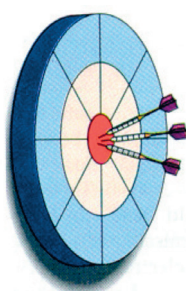
(4)

ΚΑΡΒΟΞΥΛΙΚΑ ΟΞΕΑ

Οι Στόχοι

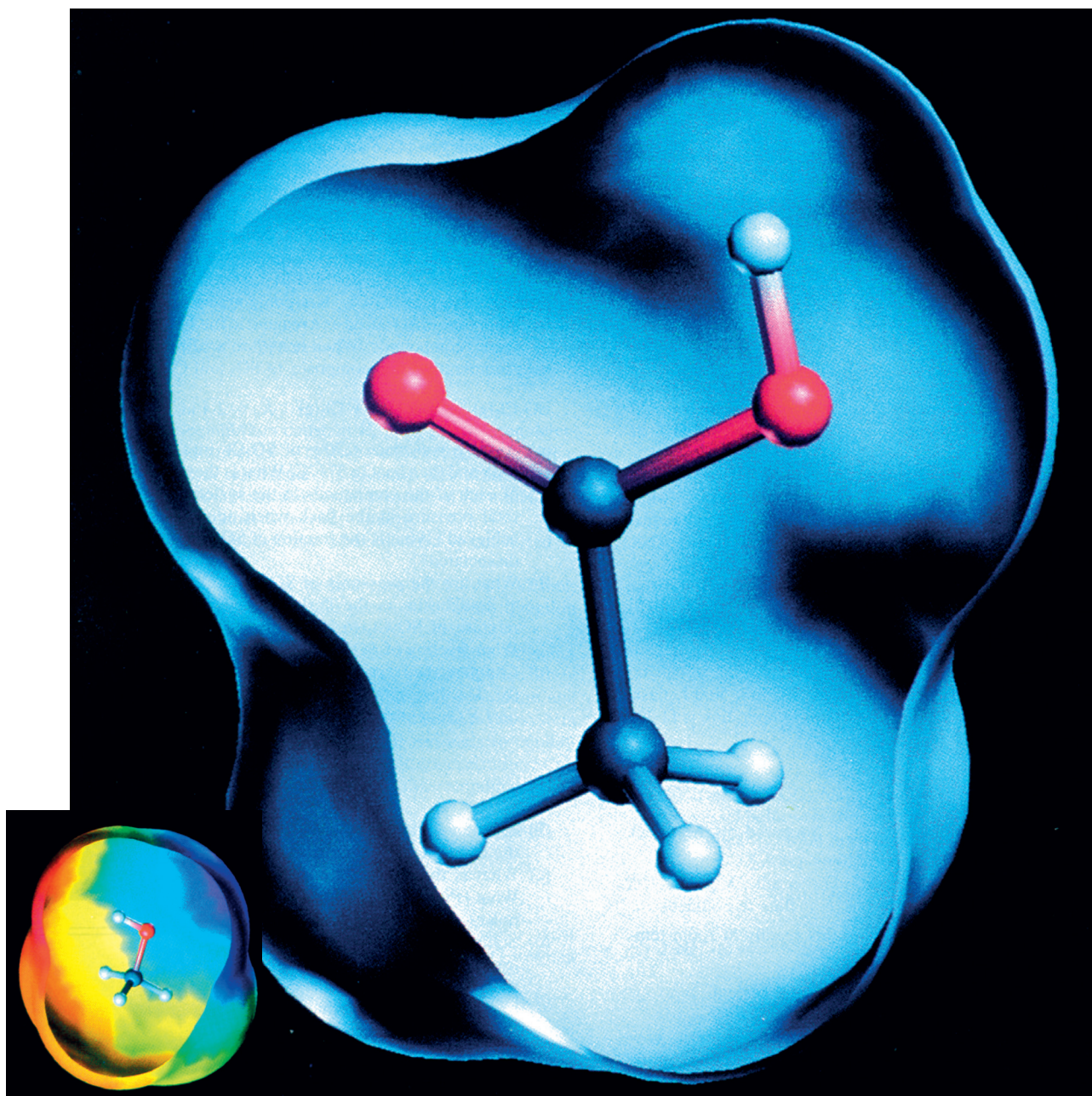
Στο τέλος της διδακτικής αυτής ενότητας θα πρέπει να μπορείς:

- Να ταξινομείς τα καρβοξυλικά οξέα σε διάφορες κατηγορίες, π.χ. ανάλογα με τον αριθμό των καρβοξυλίων που περιέχουν στο μόριό τους.
- Να αναφέρεις τις σημαντικότερες παρασκευές και χημικές ιδιότητες των κορεσμένων μονοκαρβοξυλικών οξέων (ειδικότερα του οξικού οξέος), γαλακτικού οξέος και βενζοϊκού οξέος, γράφοντας τις αντίστοιχες χημικές εξισώσεις. Να επιλύεις προβλήματα στοιχειομετρίας που βασίζονται στις προηγούμενες χημικές εξισώσεις.
- Να εκθέτεις τις σημαντικότερες χρήσεις των παραπάνω οξέων.



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 4.1 Κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα-Αιθανικό οξύ
- 4.2 Γαλακτικό οξύ ή
2- υδροξυπροπανικό οξύ
- 4.3 Βενζοϊκό οξύ
Ερωτήσεις - προβλήματα



Μοριακό μοντέλο αιθανικού οξέος (CH_3COOH), όπως προκύπτει από υπολογιστή και το οποίο δείχνει την επιφάνεια του μορίου. Οι κόκκινες σφαίρες παριστάνουν τα άτομα του οξυγόνου, οι άσπρες του υδρογόνου και οι μαύρες του άνθρακα.

Πολλές φορές μάλιστα μπαίνει και χρώμα στην «επιφάνεια», ώστε να διακρίνονται οι δραστικές περιοχές του μορίου, π.χ. όσο πιο έντονο είναι το κόκκινο χρώμα, τόσο πιο δραστική είναι περιοχή του μορίου. Αυτό φαίνεται στην περίπτωση του μορίου της μεθανόλης (CH_3OH) στο μικρό σχήμα.

[4] ΚΑΡΒΟΞΥΛΙΚΑ ΟΞΕΑ

Εισαγωγή

Σε προηγούμενα κεφάλαια αναφερθήκαμε σε οργανικές ενώσεις που παρουσιάζουν όξινο χαρακτήρα (π.χ. φαινόλες). Όμως αναμφισβήτητα τα σημαντικότερα οργανικά οξέα είναι αυτά που περιέχουν τη ρίζα καρβοξύλιο -COOH . Τα οργανικά αυτά οξέα ονομάζονται καρβοξυλικά οξέα.

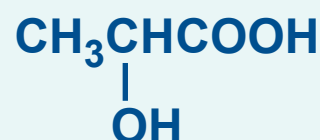
- Το όνομα καρβοξύλιο για τη ρίζα -COOH προκύπτει από το όνομα των ομάδων: καρβονύλιο + υδροξύλιο που συγκροτούν τη λέξη καρβοξύλιο.

Μία από τις χαρακτηριστικές ιδιότητες των οξέων είναι η ξινή (όξινη) γεύση, από την οποία πήραν και το όνομά τους. Από τα οργανικά οξέα πολύ γνωστά είναι:

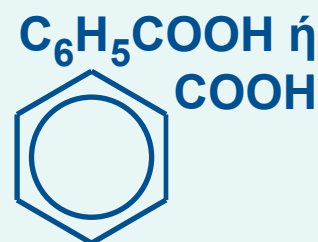
Το αιθανικό ή οξικό οξύ που βρίσκεται στο ξίδι.



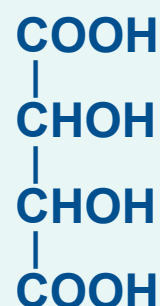
Το 2-υδροξυπροπανικό οξύ ή γαλακτικό οξύ που βρίσκεται στο γιαούρτι



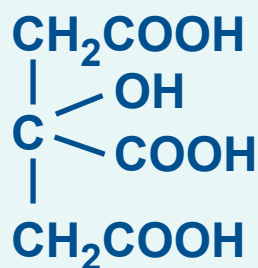
Το βενζοϊκό οξύ είναι αρωματικό οξύ και χρησιμοποιείται ως συντηρητικό τροφίμων (με τον κωδικό E120)



Το τρυγικό οξύ βρίσκεται στο κρασί και στα αναψυκτικά.



Το κιτρικό οξύ
βρίσκεται στους χυμούς
των εσπεριδοειδών
και στα αναψυκτικά.



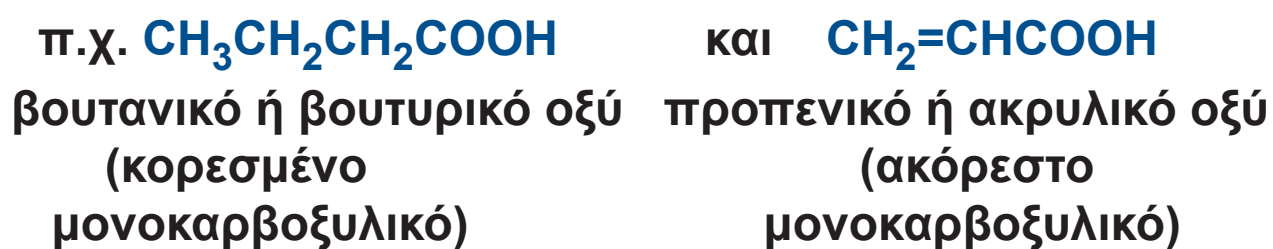
Ταξινόμηση

Τα καρβοξυλικά οξέα μπορούν να διακριθούν:

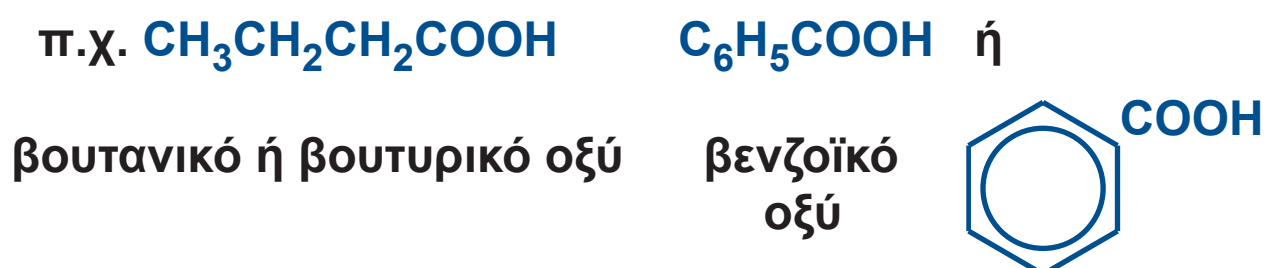
- Σε μονοκαρβοξυλικά, δικαρβοξυλικά, τρικαρβοξυλικά κ.λπ., ανάλογα με τον αριθμό των καρβοξυλίων που περιέχουν στο μόριό τους,

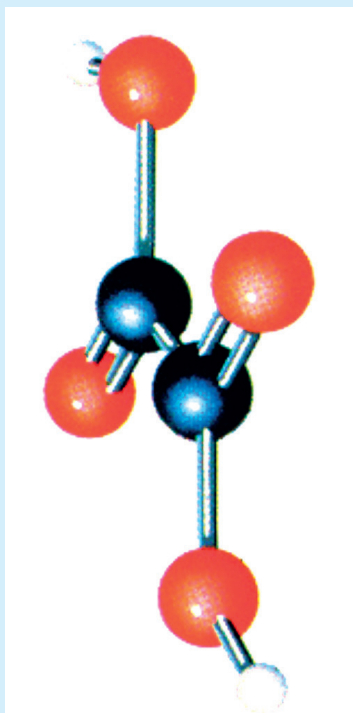


- Σε κορεσμένα ή ακόρεστα ανάλογα με τον τρόπο που συνδέονται τα άτομα του άνθρακα μεταξύ τους.

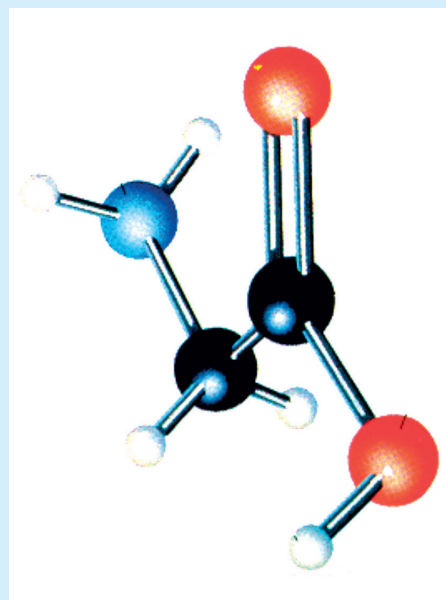


- Σε αλειφατικά (άκυκλα) και αρωματικά ανάλογα αν έχουν βεζολικό ή όχι δακτύλιο





α. Το οξαλικό οξύ είναι ένα δικαρβοξυλικό οξύ.



β. Η γλυκίνη είναι ένα αμινοξύ.

Μοριακά μοντέλα καρβοξυλικών οξέων.

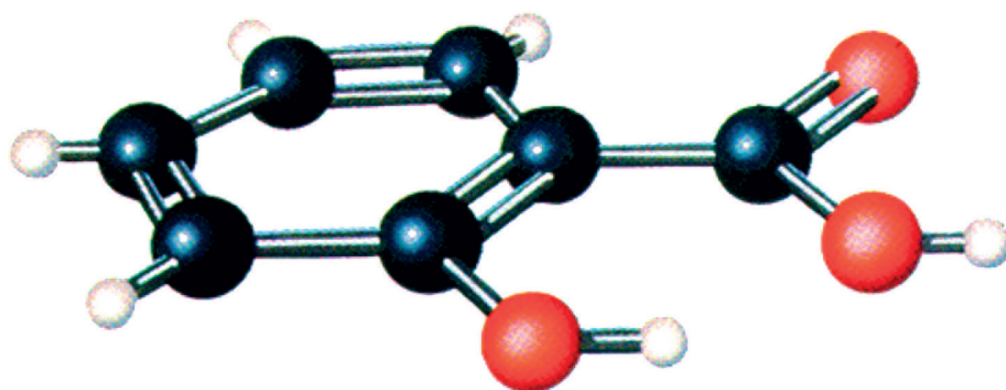
Τέλος, υπάρχουν διάφορα παράγωγα των καρβοξυλικών οξέων ανάλογα με τη χαρακτηριστική ομάδα (εκτός του καρβοξυλίου) που έχουν. Παράδειγμα τέτοιων οξέων είναι τα:

Κορεσμένα υδροξυκαρβοξυλικά οξέα, που περιέχουν υδροξύλιο:

π.χ. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ 2-υδροξυπροπανικό οξύ ή γαλακτικό οξύ

Αμινοξέα: π.χ. $\text{CH}_2(\text{NH}_2)\text{COOH}$ αμινοαιθανικό οξύ ή γλυκίνη

Χλωροξέα: π.χ. $\text{CH}_2(\text{Cl})\text{COOH}$ χλωροαιθανικό οξύ



ΣΧΗΜΑ 4.1 Μοριακό μοντέλο του σαλικυλικού οξέος (αρωματικό υδροξυκαρβοξυλικό οξύ), που αποτελεί τη βάση για την παρασκευή της ασπιρίνης.

[4.1.] Κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα - Αιθανικό οξύ

Γενικά

Τα κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα προκύπτουν θεωρητικά από τα αλκάνια, αν αντικαταστήσουμε ένα άτομο υδρογόνου με τη ρίζα καρβοξύλιο -COOH . Έχουν το γενικό τύπο:



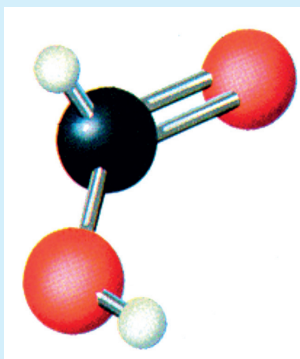
Για την ονομασία κατά IUPAC ενός οξέος δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι το άτομο άνθρακα του καρβοξυλίου αποτελεί μέρος της ανθρακικής αλυσίδας και χαρακτηρίζει την υπ' αριθμό 1 θέση αυτής. Επίσης ότι η χαρακτηριστική κατάληξη της ονομασίας για τα οξέα είναι -ικό οξύ.



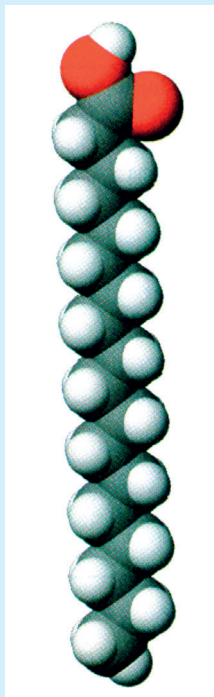
Πολλά από τα αλειφατικά καρβοξυλικά οξέα ήταν γνωστά εδώ και πολλά χρόνια γι' αυτό και έχουν κοινά ονόματα (εμπειρικά), που αναφέρονται πολλές φορές στην προέλευσή τους και όχι στη χημική τους δομή. Η «εμπειρική» αυτή ονομασία είναι σε ορισμένες περιπτώσεις επίσημα αποδεκτή από την IUPAC. Τα σημαντικότερα κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα αναφέρονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 4.1:
Ονομασίες κορεσμένων μονοκαρβοξυλικών οξέων

Τύπος	Όνομα IUPAC	Κοινό Όνομα
HCOOH	μεθανικό οξύ	μυρμηκικό
CH_3COOH	αιθανικό οξύ	οξικό
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	προπανικό οξύ	προπιονικό
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	βουτανικό οξύ	βουτυρικό
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCOOH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	μεθυλοπροπανικό οξύ	ισοβουτυρικό
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	δεκαεξανικό οξύ	παλμιτικό
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	δεκαοκτανικό οξύ	στεατικό



Το απλούστερο μέλος της σειράς απαντά σε ορισμένο είδος μυρμηγκιών, εξ ου και το όνομά του.



Μοριακό μοντέλο
του στεατικού οξέος.

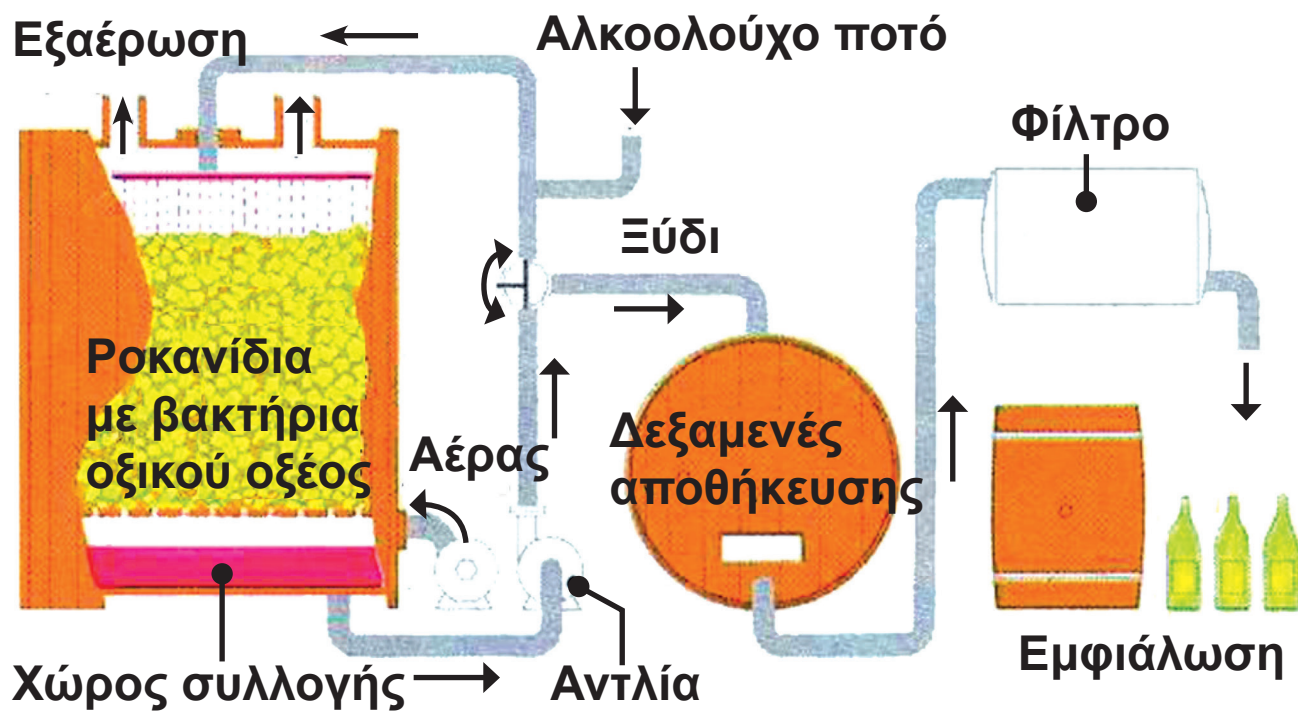
Το σημαντικότερο μέλος της σειράς είναι το αιθανικό ή οξικό οξύ (CH_3COOH), το οποίο και θα εξεταστεί αναλυτικότερα.

Παρασκευές

Βιομηχανική παρασκευή

- Το «βιομηχανικό» οξικό οξύ, που αποβλέπει στη σύνθεση άλλων προϊόντων, όπως π.χ. του πολυοξικού βινυλεστέρα παρασκευάζεται
 - α. με καταλυτική οξείδωση αλκανίων (π.χ. βουτάνιο C_4H_{10}),
 - β. με καταλυτική οξείδωση ακεταλδεΐδης,
$$\text{CH}_3\text{CHO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$$
 - γ. από μεθανόλη με επίδραση CO παρουσία καταλυτών.
- Το ξίδι είναι διάλυμα οξικού οξέος, το οποίο παρασκευάζεται από τη ζύμωση κρασιού ή άλλου αλκοολούχου ποτού μικρής περιεκτικότητας σε οινόπνευμα (περίπου 5%-8%). Κατά τη διεργασία αυτή λαμβάνει

χώρα οξείδωση της αιθυλικής αλκοόλης προς οξικό οξύ παρουσία του ενζύμου αλκοολοξειδάση.



ΣΧΗΜΑ 4.2 Διάταξη για τη βιομηχανική παραγωγή ξιδιού.

- Από τα ζωικά ή φυτικά λίπη μπορούμε με κατάλληλη διεργασία να πάρουμε τα ανώτερα μέλη της σειράς με μεγάλη καθαρότητα.

Στο εργαστήριο

- Με οξείδωση της αιθυλικής αλκοόλης με τα κατάλληλα οξειδωτικά μέσα.



- Με υδρόλυση του CH_3CN (αιθανονιτρίλιο ή μεθυλοκυανίδιο). Η υδρόλυση γίνεται παρουσία οξέος ή βάσης.



Οι δύο αυτές παρασκευές οξικού οξέος μπορούν κάλλιστα να εφαρμοστούν για την παρασκευή κι άλλων κορεσμένων μονοκαρβοξυλικών οξέων.

Φυσικές Ιδιότητες

Το οξικό οξύ και τα κατώτερα μέλη της ομόλογης σειράς, όπως το HCOOH (μεθανικό) και $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ (προπανικό) είναι υγρά που διαλύονται εύκολα στο νερό και έχουν χαρακτηριστική οσμή ξιδιού. Τα μέσα μέλη $\text{C}_4\text{--C}_8$ είναι υγρά με βαριά δυσάρεστη οσμή (το βουτανικό οξύ μυρίζει σαν ταγκισμένο βούτυρο) και λίγο διαλυτά στο νερό. Τα ανώτερα μέλη είναι στερεά, αδιάλυτα στο νερό και άοσμα. Τα καρβοξυλικά οξέα γενικά διαλύονται στον αέρα και σε άλλους οργανικούς διαλύτες.



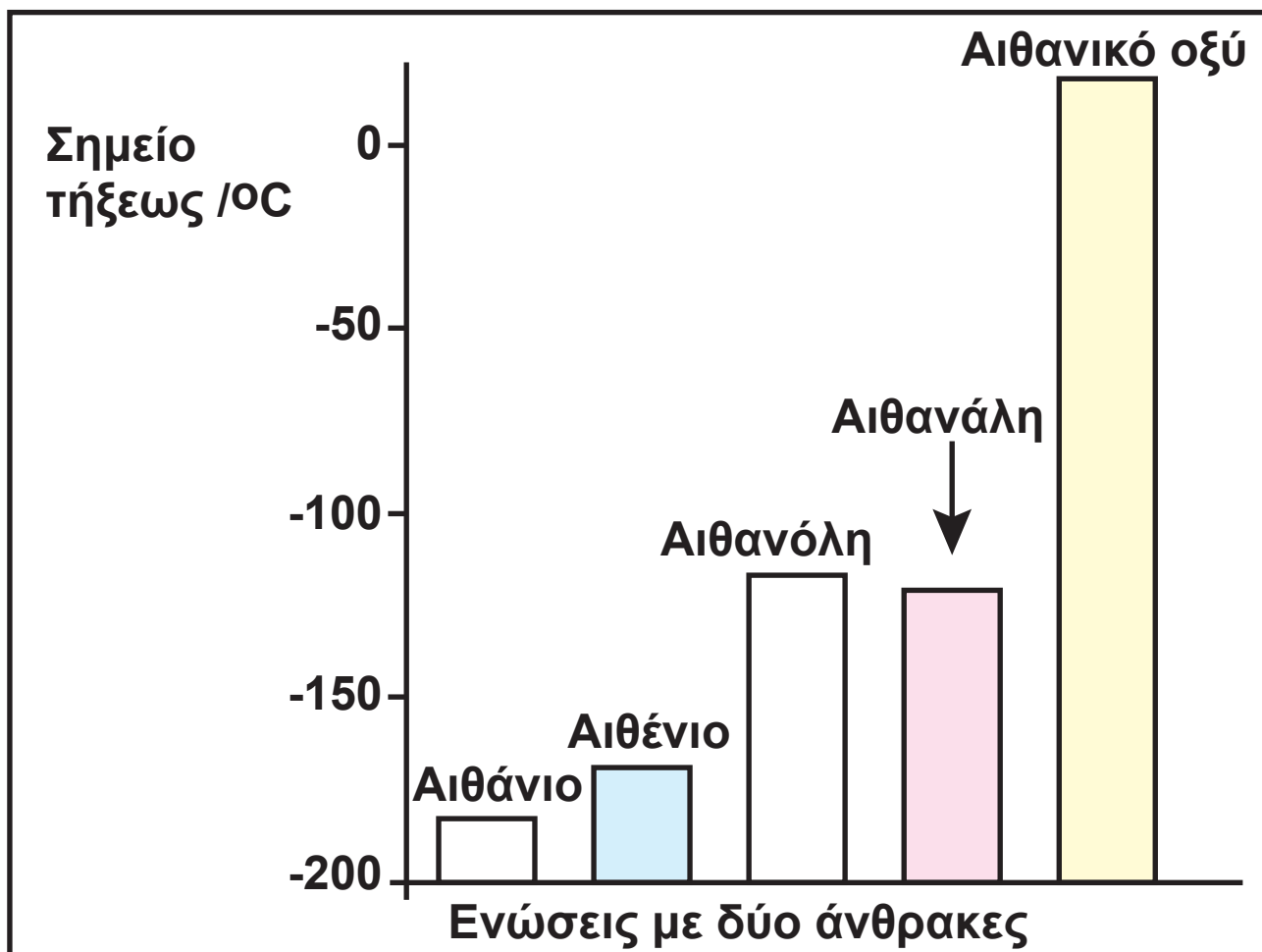
Το άνυδρο καθαρό οξικό οξύ σε $\theta < 17^\circ\text{C}$ στερεοποιείται σχηματίζοντας κρυστάλλους που μοιάζουν με πάγο και φέρεται στο εμπόριο με την ονομασία glacial.



Ανθρώπινος ιδρώτας και οργανικά οξέα

Το βουτανικό οξύ σε μικρή συγκέντρωση υπάρχει και στον ανθρώπινο ιδρώτα. Η οσμή του βουτανικού οξέος, που μοιάζει με αυτή του ταγκισμένου βουτύρου, γίνεται αντιληπτή

από τον άνθρωπο, όταν η συγκέντρωση του βουτανικού οξέος είναι μεγαλύτερη από 10^{-11} mol/L. Η ίδια οσμή γίνεται αντιληπτή από το σκύλο, όταν είναι σε συγκέντρωση μεγαλύτερη από 10^{-17} mol/L. Σε αυτό οφείλεται η ικανότητα του σκύλου να μυρίζει από πολύ μακριά πρόσωπα που μπορεί να μη βλέπει. Κάθε άνθρωπος στον ιδρώτα του έχει ένα ειδικό μίγμα οργανικών οξέων από τη σύνθεση του οποίου προκύπτει η χαρακτηριστική οσμή του ιδρώτα του.



ΣΧΗΜΑ 3.3 Το οξικό οξύ εμφανίζει ασυνήθιστα υψηλό σημείο τήξεως σε σχέση με άλλες ενώσεις με τον ίδιο αριθμό ατόμων άνθρακα.

Χημικές Ιδιότητες

- **Όξινος χαρακτήρας.** Αυτός εκφράζει το σύνολο των ιδιοτήτων που οφείλονται στην ικανότητα των οξέων να δημιουργούν σε υδατικά διαλύματα κατιόντα H^+ . Οι ιδιότητες αυτές των οξέων είναι:

1 Έχουν ξινή γεύση και αλλάζουν το χρώμα των δεικτών.

2 Αντιδρούν με βάσεις και βασικά οξειδία.



Γενικά $RCOOH + NaOH \longrightarrow RCOONa + H_2O$



Γενικά $2RCOOH + CaO \longrightarrow (RCOO)_2Ca + H_2O$

3 Διασπούν τα ανθρακικά άλατα και ελευθερώνουν CO_2 (ανίχνευση οξέων).



Γενικά



4 Αντιδρούν με μέταλλα δραστικότερα από το H.



Γενικά $2RCOOH + Mg \longrightarrow (RCOO)_2Mg + H_2 \uparrow$

- **Εστεροποίηση.** Τα κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα, όπως ήδη γνωρίζουμε, αντιδρούν με αλκοόλες σε όξινο περιβάλλον και δίνουν εστέρες, π.χ.



Χρήσεις

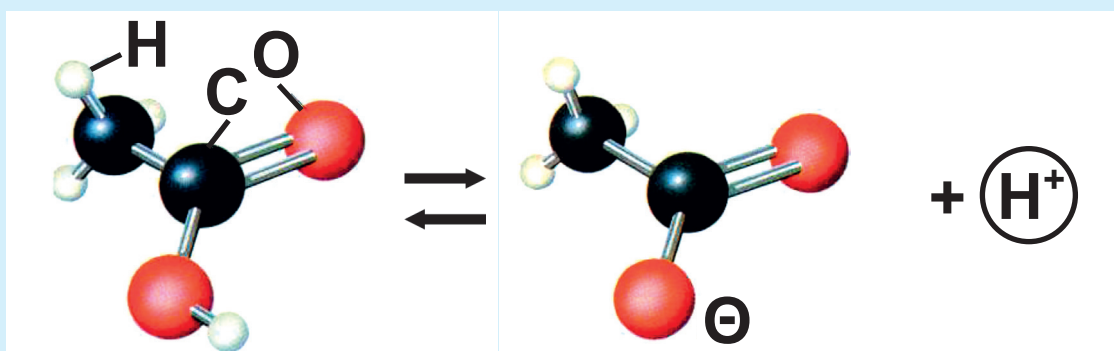
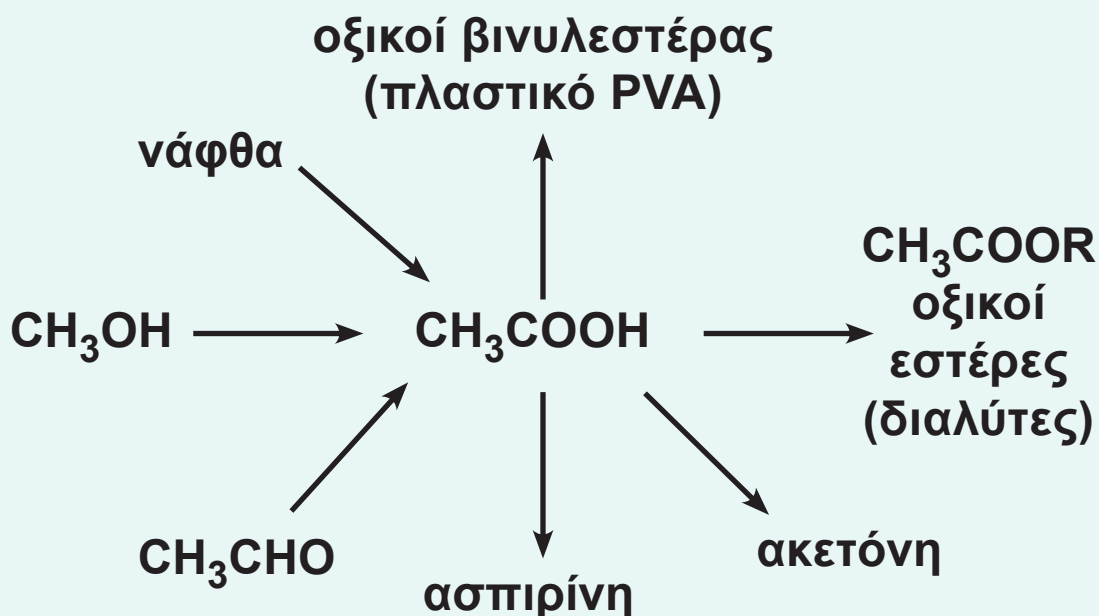
Το ξίδι, που χρησιμοποιούμε καθημερινά στο τραπέζι μας, είναι διάλυμα οξικού οξέος (περίπου 5% w/v). Το ξίδι χρησιμοποιείται επίσης στη βιομηχανία τροφίμων για τη συντήρηση τροφίμων (τουρσιά, ελιές κ.λπ.)

Το οξικό οξύ χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία ως πρώτη ύλη:

- α. στη βαφική για τη στερέωση των χρωμάτων στις ίνες,
- β. στην παρασκευή τεχνητής μέταξας (οξική κυτταρίνη),
- γ. στη βιομηχανία φαρμάκων (ασπιρίνη) και άλλων χημικών ουσιών (ακετόνη, εστέρες κ.ά.)

Στον πίνακα που ακολουθεί συνοψίζονται οι σημαντικότερες βιομηχανικές παρασκευές και χρήσεις του οξικού οξέος.

Το οξικό οξύ στη βιομηχανία

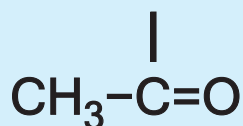


Το οξικό οξύ είναι ασθενές οξύ και ιοντίζεται μερικώς σε H^+ , όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα με μοριακά μοντέλα.

- Κατά την εστεροποίηση οργανικού οξέος με αλκοόλη αντιδρά συνήθως το υδροξύλιο του οξέος. Η ρίζα που προκύπτει, αν από το RCOOH αφαιρέσουμε το υδροξύλιο, είναι το:

RCO– ακύλιο

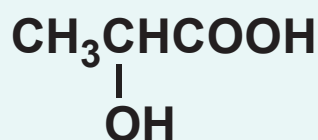
Το ακύλιο του οξικού οξέος ονομάζεται ακετύλιο:

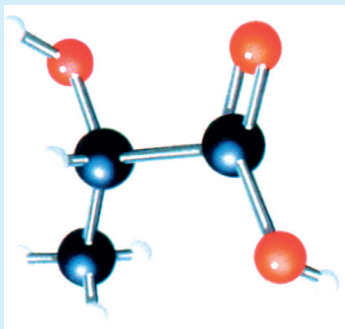


[4.2.] Γαλακτικό οξύ ή 2-υδροξυπροπανικό οξύ

Το σημαντικότερο από τα κορεσμένα μονουδροξυμονοκαρβοξυλικά οξέα είναι το γαλακτικό οξύ. Το γαλακτικό οξύ είναι πολύ διαδεδομένο στη φύση. Βρίσκεται στους μυς, όπου σχηματίζεται από τη διάσπαση του γλυκογόνου. Η περιεκτικότητα των μυών σε γαλακτικό οξύ αυξάνει κατά την κίνηση κι αυτό δημιουργεί την αίσθηση της κόπωσης. Κατά την ανάπαυση το γαλακτικό οξειδώνεται προς CO₂.

Η ονομασία του σύμφωνα με την IUPAC είναι 2-υδροξυπροπανικό οξύ ή α-υδροξυπροπανικό οξύ, γιατί το άτομο του άνθρακα, το γειτονικό στο καρβοξύλιο, ονομάζεται και άλφα άτομο άνθρακα. Ο συντακτικός τύπος του οξέος είναι:

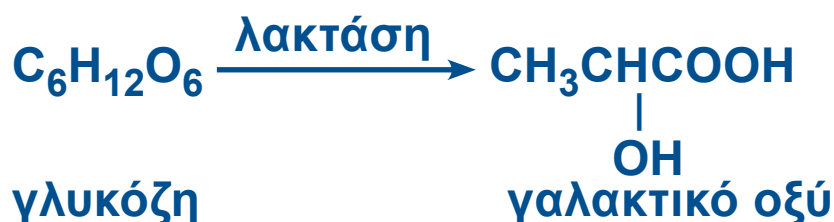




Μοριακό μοντέλο
γαλακτικού οξέος.

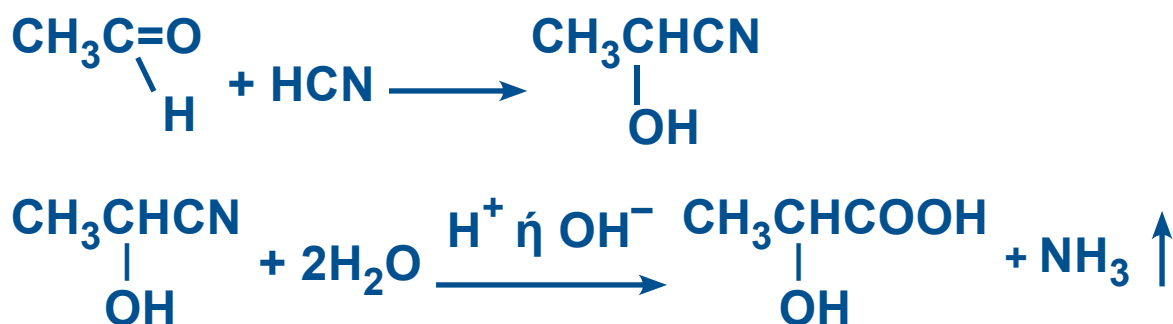
Παρασκευές

- Με γαλακτική ζύμωση διαφόρων σακχάρων, κυρίως γλυκόζης ή γαλακτόζης παρουσία ενζύμου που ονομάζεται λακτάση (βιομηχανική μέθοδος).



Η ζύμωση αυτή συντελείται κατά την παρασκευή του γιαουρτιού ή άλλων γαλακτοκομικών προϊόντων (ξινόγαλα κ.λπ.).

- **Συνθετικά** παρασκευάζεται από την αιθανάλη (ακεταλδεΐδη) με την ακόλουθη σειρά αντιδράσεων:



- **Κυανυδρινική Σύνθεση** είναι μία γενική μέθοδος παρασκευής α - υδροξυοξέων. Στη σύνθεση αυτή εφαρμόζουμε κάποιες από τις γνώσεις που ήδη έχουμε αποκτήσει. Δηλαδή, την αντίδραση προσθήκης υδροκυανίου σε καρβονυλική ένωση και την υδρόλυση νιτριλίου.

2. Εστεροποίηση

Αντιδρά με οξέα και δίνει εστέρες.

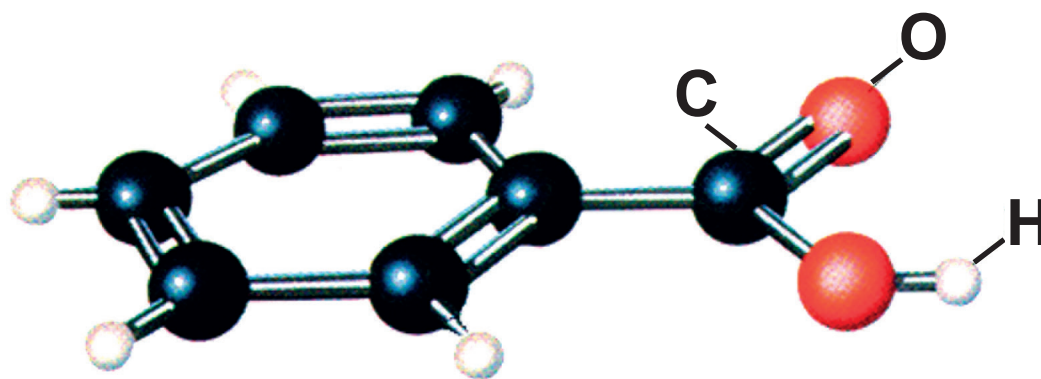
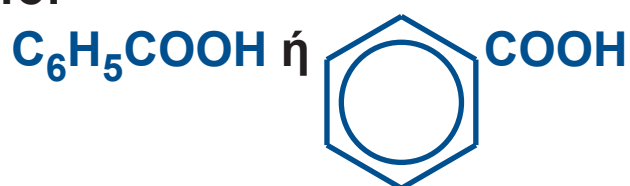


Χρήσεις

Χρησιμοποιείται στη βαφική, στη βυρσοδεψία και στη θεραπευτική ως ήπιο αντισηπτικό. Η παρασκευή γιαουρτιού στηρίζεται στη γαλακτική ζύμωση σακχάρων που περιέχονται στο γάλα. Η ξινή γεύση του γιαουρτιού οφείλεται στο γαλακτικό οξύ που περιέχεται σε αυτό.

[4.3.] Βενζοϊκό οξύ

Το βενζοϊκό οξύ είναι το απλούστερο αρωματικό οξύ και προκύπτει θεωρητικά αν αντικαταστήσουμε ένα υδρογόνο του βενζολίου με καρβοξύλιο. Συνεπώς έχει τον τύπο:



ΣΧΗΜΑ 4.4 Μοριακό μοντέλο βενζοϊκού οξέος.

Παρασκευές

Στη βιομηχανία το βενζοϊκό οξύ παρασκευάζεται με καταλυτική οξείδωση του μεθυλοβενζολίου (τολουολίου).



Το τολουόλιο, που χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη, σχηματίζεται κατά την πυρόλυση κλασμάτων του πετρελαίου και κυρίως της νάφθας. Πολύ μικρότερες ποσότητες τολουόλιου απευθείας απομονώνονται από λιθανθρακόπισσα.

Φυσικές Ιδιότητες

Το βενζοϊκό οξύ είναι στερεό, διαλυτό σε οργανικούς διαλύτες.

Χημικές Ιδιότητες

Το βενζοϊκό οξύ, όπως όλες οι αρωματικές ενώσεις, που έχουν χαρακτηριστική ομάδα ενωμένη με άνθρακα του δακτυλίου, παρουσιάζει δύο κατηγορίες αντιδράσεων.

- **Αντιδράσεις δακτυλίου** (αρωματικός χαρακτήρας). Δηλαδή, δίνει εύκολα αντιδράσεις υποκατάστασης του υδρογόνου του βενζολικού δακτυλίου.
- **Αντιδράσεις πλευρικής ομάδας**. Δηλαδή, στην περίπτωση του βενζοϊκού οξέος, δίνει αντιδράσεις οξέος λόγω του καρβοξυλίου.

Όξινος χαρακτήρας:



Εστεροποίηση:



βενζοϊκός μεθυλεστέρας

Χρήσεις

Τα μεγαλύτερα ποσά βενζοϊκού οξέος σήμερα χρησιμοποιούνται στη συντήρηση των τροφίμων και φέρεται στο εμπόριο με το κωδικό όνομα E210. Χρησιμοποιείται επίσης στη βιομηχανία χρωμάτων, καλλυντικών και πλαστικών.

Γνωρίζεις ότι...

Τα «Θαλασσινά» Οξέα

Το φυτοπλαγκτόν, η πρωτόγονη, μικροσκοπική αλλά τόσο ευεργετική μονάδα ζωής, παράγει εξαιρετικής βιολογικής σημασίας ουσίες όπως γλυκόζη, λιπίδια, πρωτεΐνες, οξυγόνο και τα θαλασσινά οξέα. Γενικά, τα θαλασσινά οξέα παράγονται «προνομιακά» από τους θαλασσινούς οργανισμούς. Ανάμεσά τους ξεχωρίζουν ορισμένα, όπως το εικοσι-πεντεν-ικό οξύ (με είκοσι άτομα άνθρακα και πέντε διπλούς δεσμούς) και το εικοσιδυο-εξεν-ικό οξύ (με εικοσιδύο άτομα άνθρακα και έξι διπλούς δεσμούς). Οι δεσμοί αυτοί ξεκινούν από τη θέση 3, από το τέλος του μορίου, γι' αυτό και οι ενώσεις χαρακτηρίζονται ως **ω-3 πολυακόρεστα οξέα**.

Το φυτοπλαγκτόν αποτελεί τροφή για τα μικροσκοπικά, αόρατα στο μάτι γαριδάκια, δηλαδή το ζωοπλαγκτόν, αλλά και για την άκακη φάλαινα, τα καλαμάρια και πολλά άλλα ακόμα θαλασσινά. Με τη σειρά τους, τα μικρά ψάρια τρέφονται με το ζωοπλαγκτόν και αυτά καταβροχθίζονται από τα μεγαλύτερα ψάρια. Τα οξέα αυτά, που υπάρχουν κυρίως στα ψάρια, δεν είναι δυνατό να δημιουργηθούν από τον ανθρώπινο οργανισμό, γι' αυτό εισάγονται σ' αυτόν με την τροφή. Οι ενάλιοι, δηλαδή, οργανισμοί έχουν κληρονομήσει τα ω-3 οξέα από την πανάρχαια ιστορία της ζωής, δισεκατομμύρια χρόνια πριν, τότε, που δεν υπήρχε παρά μόνο φυτοπλαγκτόν.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στη στεριά οι σπόροι, κύρια πηγή των λαδιών (σπορέλαια), περιέχουν κυρίως ω-6 ακόρεστα οξέα, ενώ τα ω-3 σπανίζουν. Τα ω-6

ακόρεστα οξέα έχουν την τάση να μετασχηματίζονται σε αραχιδονικό οξύ. Το αραχιδονικό οξύ αποτελείται από είκοσι άτομα άνθρακα και περιέχει τέσσερις διπλούς δεσμούς και, παρόλο που είναι απαραίτητο ως συστατικό της μεμβράνης των κυττάρων, έχει και δυσάρεστες παρενέργειες. Οι ουσίες που προέρχονται από αυτό, φαίνεται ότι συμβάλλουν στην αθηροσκλήρωση, στη θρόμβωση, στη ρευματική αρθρίτιδα και στο βρογχικό άσθμα.

Τα ω-3 ακόρεστα οξέα του θαλασσινού βασιλείου ανταγωνίζονται το σχηματισμό του αραχιδονικού οξέος, αναστέλλουν την παραγωγή του και των «απογόνων» ουσιών του. Το ίδιο αποτέλεσμα επιτυγχάνει η ασπιρίνη, το παλαιότερο συνθετικό φάρμακο, γνωστό από το 1895, της οποίας η αντιθρομβωτική και η παυσίπονη δράση οφείλεται στον ίδιο μηχανισμό παρεμπόδισης της ενζυματικής μετατροπής του αραχιδονικού οξέος στους «απογόνους» του.

Για τους παραπάνω λόγους οι καρδιολόγοι όλου του κόσμου συνιστούν τα λιπαρά ψάρια ως κύρια τροφή και μικρές δόσεις ασπιρίνης στους ηλικιωμένους.



Γνωρίζεις ότι...

Χημικά Πρόσθετα

Τα χημικά πρόσθετα που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα είναι ουσίες ή μίγματα ουσιών, που διαφέρουν από τα βασικά συστατικά των τροφίμων και προστίθενται σε αυτά με σκοπό να βελτιώσουν την παραγωγή τους, την επεξεργασία τους και γενικά τη συντήρηση και την εμφάνισή τους.

Τα χημικά πρόσθετα περιλαμβάνουν πάρα πολλές ομάδες, όπως τα συντηρητικά, τα αντιοξειδωτικά, τις χρωστικές, τις αρωματικές και τις γλυκαντικές ύλες, τους γαλακτοματοποιητές, τους σταθεροποιητές, τα πηκτικά μέσα, τα μέσα οξίνισης κι άλλες.

Σε διεθνή βάση υπάρχουν διάφορα συστήματα κωδικοποίησης των προσθέτων, για να διευκολύνεται η μελέτη και η χρήση τους. Το σύστημα κωδικοποίησης, που ισχύει από το 1978 στην Ευρωπαϊκή Ένωση, δηλώνει τα συγκεκριμένα πρόσθετα με το γράμμα «E». Το «E» συνοδεύεται από κάποιο τριψήφιο αριθμό και είναι ένας κωδικός χαρακτηριστικός της κατηγορίας, στην οποία ανήκει το πρόσθετο. Αυτός ο κωδικός σημαίνει ότι το χημικό πρόσθετο έχει λάβει την έγκρισή του από την Ευρωπαϊκή Ένωση και μπορεί να χρησιμοποιηθεί νόμιμα ως «ουσία ασφαλής για τη δημόσια υγεία» σε όλα τα κράτη μέλη.

Οι έλεγχοι για την έγκριση του προσθέτου γίνονται με μία σειρά δοκιμών, κυρίως σε πειραματόζωα, και αποβλέπουν στον καθορισμό της μέγιστης ακίνδυνης δόσης για τον άνθρωπο. Αυτή ονομάζεται «αποδεκτή ημερήσια πρόσληψη» (Α.Η.Π.) για τον άνθρωπο και εκφράζεται σε γραμμάρια ανά κιλό βάρους σώματος.

Οι κατηγορίες των προσθέτων είναι:

- E100-E199 (χρωστικές)
- E200-E299 (συντηρητικά)
- E300-E399 (αντιοξειδωτικά)
- E400-E599 (γαλακτοματοποιητές, μέσα οξίνισης κ.ά.)
- E620-E637 (ενισχυτικά γεύσης και αρώματος)
Κ.Ο.Κ.

Τα πρόσθετα που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα περιλαμβάνονται στον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών κάθε χώρας. Σ' αυτόν αναφέρονται αναλυτικά οι ύλες που επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται (ουσίες ή μίγματα ουσιών), καθώς και οι δόσεις που είναι ασφαλείς για τον άνθρωπο σύμφωνα με τις τελευταίες επιστημονικές έρευνες.



Γνωρίζεις ότι...

Ο κατάλογος των χημικών προσθέτων περιλαμβάνει πολλά οργανικά οξέα και άλατά τους, ανά κατηγορία προσθέτων όπως είναι τα:

E260	Οξικό οξύ	CH_3COOH
E262	Οξικό νάτριο	CH_3COONa

Το οξικό οξύ έχει αντιμικροβιακές ιδιότητες και χρησιμοποιείται ως συντηρητικό τροφίμων. Στην αρτοποιία χρησιμοποιείται για να εμποδίζει την ανάπτυξη μυκήτων, που προκαλούν το μούχλιασμα. Στη ζυθοποιία χρησιμοποιείται για την παραγωγή σταθερής ποιότητας μπίρας. Δεν υπάρχουν γνωστά τοξικολογικά προβλήματα από την κατανάλωσή του.

E270	γαλακτικό οξύ	$\text{CH}_3\underset{\text{OH}}{\text{CH}}\text{COOH}$
E325	γαλακτικό νάτριο	$\text{CH}_3\underset{\text{OH}}{\text{CH}}\text{COONa}$
E326	γαλακτικό κάλιο	$\text{CH}_3\underset{\text{OH}}{\text{CH}}\text{COOK}$
E327	γαλακτικό ασβέστιο	$\left(\text{CH}_3\underset{\text{OH}}{\text{CH}}\text{COO}\right)_2\text{Ca}$

Το γαλακτικό οξύ χρησιμοποιείται ως συντηρητικό στα τρόφιμα, ακόμα και για τον αρωματισμό τους και αυξάνει την αντιοξειδωτική δράση άλλων ουσιών. Τα

προϊόντα που το περιέχουν είναι πάρα πολλά, όπως η μαλακή μαργαρίνη, ποτά με διοξείδιο του άνθρακα, γάλατα βρεφών, σάλτσες για σαλάτα, συμπυκνωμένοι χυμοί ντομάτας, μαρμελάδες, κονσερβαρισμένα φρούτα κι άλλα. Στη βιολογική του δράση δεν αναφέρονται προβλήματα.

E210	Βενζοϊκό οξύ	C_6H_5COOH
E211	Βενζοϊκό νάτριο	C_6H_5COONa
E212	Βενζοϊκό κάλιο	C_6H_5COOK
E213	Βενζοϊκό ασβέστιο	$(C_6H_5COO)_2Ca$

Τα παραπάνω πρόσθετα είναι συντηρητικά, χρησιμοποιούνται σε χυμούς φρούτων, σε ανθρακούχα ποτά, σε γιαούρτια με φρούτα, σε μαργαρίνες κ.ά.

Το βενζοϊκό οξύ και οι ενώσεις του επιβαρύνουν την κατάσταση αλλεργικών ατόμων, όπως των ασθματικών και των ευαίσθητων στην ασπιρίνη.

Ανακεφαλαίωση

1. Τα σημαντικότερα οργανικά οξέα είναι αυτά που περιέχουν τη ρίζα καρβοξύλιο ($-\text{COOH}$) και ονομάζονται καρβοξυλικά.
2. Οργανικά οξέα υπάρχουν: στο ξίδι, στο γιαούρτι, στο κρασί, στα αναψυκτικά, στους χυμούς των εσπεριδοειδών, στα τρόφιμα ως συντηρητικά.
3. Τα σπουδαιότερα καρβοξυλικά οξέα είναι τα μονοκαρβοξυλικά και πολλά από αυτά έχουν εμπειρική ονομασία που δείχνει την προέλευσή τους.
4. Το σπουδαιότερο μονοκαρβοξυλικό οξύ είναι το αιθανικό ή οξικό οξύ που υπάρχει στο ξίδι. Παρασκευάζεται στη βιομηχανία με οξείδωση αλκανίων ή ακεταλδεΐδης, ή με επίδραση CO σε μεθανόλη.
5. Η χαρακτηριστική ιδιότητα των κορεσμένων μονοκαρβοξυλικών οξέων είναι ο όξινος χαρακτήρας, δηλαδή το σύνολο των ιδιοτήτων που οφείλονται στην ικανότητα των οξέων να δημιουργούν σε υδατικά διαλύματα κατιόντα υδρογόνου.
6. Τα κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα αντιδρούν με αλκοόλες και δίνουν εστέρες.
7. Το σημαντικότερο από τα κορεσμένα μονοϋδροξυμονοκαρβοξυλικά οξέα είναι το γαλακτικό οξύ. Στη βιομηχανία παρασκευάζεται με γαλακτική ζύμωση διαφόρων σακχάρων.
8. Το γαλακτικό οξύ έχει δύο χαρακτηριστικές ομάδες. Γι' αυτό δίνει αντιδράσεις οξέος (λόγω του καρβοξυλίου) και αντιδράσεις αλκοόλης (λόγω του υδροξυλίου).
9. Το βενζοϊκό οξύ είναι το απλούστερο αρωματικό οξύ, προκύπτει θεωρητικά με υποκατάσταση ενός ατόμου υδρογόνου του βενζολίου με καρβοξύλιο.

10. Το βενζοϊκό οξύ παρουσιάζει δύο κατηγορίες αντιδράσεων. Δίνει δηλαδή τις αντιδράσεις του αρωματικού δακτυλίου, αλλά και αντιδράσεις της πλευρικής ομάδας (του καρβοξυλίου).

Λέξεις-κλειδιά

- καρβοξύλιο
- οξικό οξύ
- όξινος χαρακτήρας
- εστεροποίηση
- γαλακτικό οξύ
- γαλακτική ζύμωση
- υδροξυοξύ
- βενζοϊκό οξύ

Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

Ερωτήσεις Επανάληψης

1. Πώς ταξινομούνται τα οξέα ανάλογα με τον αριθμό των καρβοξυλίων που έχουν και πώς ανάλογα με τον τρόπο που συνδέονται τα άτομα της ανθρακικής αλυσίδας τους; Να δώσετε μερικά παραδείγματα.
2. Να δώσετε τους συντακτικούς τύπους τριών καρβοξυλικών οξέων που να περιέχουν και άλλη χαρακτηριστική ομάδα εκτός από το καρβοξύλιο στο μόριό τους.
3. Πώς προκύπτουν θεωρητικά τα κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα;
4. Τι είναι το ξίδι και πώς παρασκευάζεται;
5. Τι είναι ο όξινος χαρακτήρας;
6. Γιατί το γαλακτικό οξύ έχει δύο κατηγορίες χημικών ιδιοτήτων;
7. Πώς προκύπτει θεωρητικά και ποιος είναι ο συντακτικός τύπος του βενζοϊκού οξέος;
8. Να αναφέρετε τις δύο κατηγορίες αντιδράσεων που δίνει το βενζοϊκό οξύ.
9. Να αναφέρετε μερικές χρήσεις του οξικού οξέος.
10. Πού χρησιμοποιούνται σήμερα τα μεγαλύτερα ποσά του βενζοϊκού οξέος;



Ασκήσεις – Προβλήματα

11. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις με Σ αν είναι σωστές και με Λ αν είναι λανθασμένες.
- α. Το οξικό οξύ βιομηχανικά παρασκευάζεται από οξειδωση αλκανίων της νάφθας.
 - β. Το οξικό οξύ είναι το ξίδι.
 - γ. Το βενζοϊκό οξύ έχει επτά άτομα άνθρακα στο μόριό του.
 - δ. Το γαλακτικό οξύ δίνει χημική αντίδραση με ένα άλλο οξύ.
- Να εξηγήσετε τις απαντήσεις σας στις προτάσεις γ και δ.
12. Να δώσετε δύο μεθόδους παρασκευής του οξικού οξέος χρησιμοποιώντας ως οργανική ύλη:
- α) το αιθυλένιο και β) το ακετυλένιο
13. Να συμπληρώσετε τις αντιδράσεις:
- α. $\text{CH}_3\text{CN} + \dots \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \dots$
 - β. $\text{RCH}_2\text{OH} + 2|\text{O}| \longrightarrow \dots + \dots$
 - γ. $\text{CH}_3\text{COOH} + \dots \longrightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + \dots$
 - δ. $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + \dots \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH} + \dots$
 - ε. $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \dots \longrightarrow \dots + \dots + \text{CO}_2$
14. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων του οξικού οξέος με:
- α) βάση, β) βασικό οξειδίο, γ) ανθρακικό άλας, δ) μέταλλο δραστηκότερο από το υδρογόνο.
- *15. Διαθέτουμε στο εργαστήριο ακετυλένιο και ανόργανα υλικά και θέλουμε να παρασκευάσουμε μεθάνιο. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις της παρασκευής αυτής.

Να συνδυάσετε τις αντιδράσεις των υδρογονανθράκων και των καρβοξυλικών οξέων.

- *16.** Το γαλακτικό οξύ παρασκευάζεται στη βιομηχανία με γαλακτική ζύμωση διαφόρων σακχάρων και συνθετικά από την ακεταλδεΐδη. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα.
- 17.** Το γαλακτικό, το αιθανικό και το βενζοϊκό οξύ έχουν μία κοινή χημική ιδιότητα, την εστεροποίηση. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις εστεροποίησης των οξέων αυτών με τη μεθανόλη.
- 18.** Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις με Σ, αν είναι σωστές και με Λ, αν είναι λανθασμένες.
- α. Το γαλακτικό οξύ μπορεί να αντιδράσει με το οξικό οξύ.
- β. Το βενζοϊκό οξύ μπορεί να αντιδράσει με το οξικό οξύ.
- γ. Το οξικό οξύ μπορεί να αντιδράσει με χαλκό.
- δ. Το γαλακτικό οξύ μπορεί να αντιδράσει με την αιθανόλη.
- Να αιτιολογήσετε τις σωστές προτάσεις, δίνοντας τις σχετικές αντιδράσεις.
- 19.** Πώς μπορείτε να διακρίνετε:
- α) το βουτανικό οξύ από το 3-βουτενικό οξύ;
- β) το προπανικό οξύ από τον οξικό μεθυλεστέρα;
- 20.** Πόσα γραμμάρια οξικού οξέος και πόσα γραμμάρια υδροξειδίου του νατρίου απαιτούνται για να παρασκευαστούν 33,6 L CH_4 που μετρήθηκαν σε πρότυπες συνθήκες;

90 g - 120 g

- *21.** Το ξίδι είναι ένα διάλυμα οξικού οξέος που παράγεται από τη ζύμωση της αιθυλικής αλκοόλης ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$). Θέλουμε να παρασκευάσουμε ξίδι από κρασί 11,5° (αλκοολικοί βαθμοί). Να βρείτε τη

μάζα του CH_3COOH που περιέχεται σε 1 L ξιδιού. Η πυκνότητα της αιθανόλης είναι $\rho = 0,8 \text{ g/mL}$. (Θεωρούμε ότι κατά τη ζύμωση δεν αλλάζει πρακτικά ο όγκος του διαλύματος.)

120 g

- *22. 30,4 g μίγματος που αποτελείται από οξικό και βενζοϊκό οξύ απαιτεί για την πλήρη εξουδετέρωσή του 16,8 g KOH . Να βρείτε τη σύσταση του μίγματος των δύο οξέων.

6 g - 24,4 g

- **23. 5,6 g αιθυλενίου αντιδρούν με νερό και παράγεται αλκοόλη που οξειδώνεται ποσοτικά προς την αντίστοιχη αλδεΐδη. Η αλδεΐδη αντιδρά με HCN , οπότε παράγεται το 2-υδροξυπροπανονιτρίλιο, το οποίο αντιδρά με το νερό σε όξινο περιβάλλον και δίνει γαλακτικό οξύ. Το γαλακτικό οξύ διαλύεται στο νερό και παίρνουμε διάλυμα μάζας 500 g.

α) Να γράψετε όλες τις αντιδράσεις που αναφέρθηκαν.

β) Να βρείτε την % w/w (κατά βάρος) περιεκτικότητα του διαλύματος του γαλακτικού οξέος.

3,6% w/w

24. Σε 1 L διαλύματος NaOH 0,2 M προσθέτουμε 6 g καθαρού CH_3COOH . Το διάλυμα που σχηματίζεται θερμαίνεται μέχρι το νερό να εξατμιστεί πλήρως και παίρνουμε στερεό υπόλειμμα Α.

α) Από τι αποτελείται το Α;

β) Πυρώνεται το Α, οπότε σχηματίζεται αέριο Β.

Ποιο είναι το Β και ποιος ο όγκος του σε πρότυπες συνθήκες (STP);

2,24 L

Απαντήσεις στις ασκήσεις πολλαπλής επιλογής και σωστού - λάθους

11. Σ είναι: α, γ, δ

Λ είναι: β

18. Σ είναι: α, δ

Λ είναι: β, γ



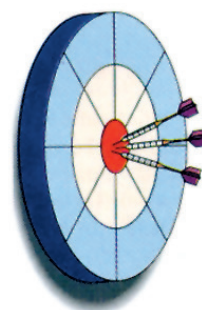
(5)

ΒΙΟΜΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΛΛΑ ΜΟΡΙΑ

Οι Στόχοι

Στο τέλος της διδακτικής αυτής ενότητας θα πρέπει να μπορείς:

- Να ταξινομείς τους υδατάνθρακες σε κατηγορίες, επισημαίνοντας τις διαφορές που εμφανίζουν ανάλογα με τη χημική τους συμπεριφορά.
- Να παρουσιάζεις το βιοχημικό ρόλο και τη θρεπτική αξία των υδατανθράκων.
- Να ταξινομείς τα λίπη και έλαια σε κατηγορίες και να παρουσιάζεις το βιοχημικό τους ρόλο και τη θρεπτική τους αξία.
- Να εξηγείς την απορρυπαντική δράση των σαπουνιών και να εκθέτεις τα μειονεκτήματα και πλεονεκτήματά τους σε σχέση με τα συνθετικά απορρυπαντικά.
- Να αναφέρεις τα δομικά συστατικά των πρωτεϊνών (αμινοξέα) και να παρουσιάζεις το βιοχημικό ρόλο των πρωτεϊνών.
- Να ταξινομείς τα διάφορα είδη πρωτεϊνών ανάλογα με το λειτουργικό τους ρόλο.
- Να ταξινομείς τα πολυμερή σε κατηγορίες ανάλογα με τις ιδιότητες που έχουν.
- Να περιγράφεις τα διάφορα είδη ινών (φυσικές - συνθετικές), εκθέτοντας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους.



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

5.1. Υδατάνθρακες

5.2. Λίπη - έλαια - σαπούνια - απορρυπαντική δράση

5.3. Πρωτεΐνες

5.4. Πολυμερή-πλαστικά

5.5. Υφάνσιμες ίνες

Ερωτήσεις - προβλήματα

Μανόμετρο



Συμπιεστής

Μανόμετρο



Δοχείο
πίεσης

Οβίδια
αιθυλενίου

Μόνωση

Σπείρες
θέρμανσης

Η ιστορική διάταξη του πειράματος για την παρασκευή του πολυαιθυλενίου το 1933 από τους Gibson και Fawcett σε συνθήκες υψηλής πίεσης. Αυτό έκανε τη μέθοδο απαγορευτική για βιομηχανική παραγωγή, ενώ παράλληλα έδινε προϊόν χαμηλής ποιότητας. Αρκετά χρόνια μετά ήρθε η επανάσταση στη βιομηχανία των πλαστικών από τους Ziegler και Natta οι οποίοι βελτίωσαν τη μέθοδο με χρήση καταλυτών. Το παραγόμενο πολυαιθylene σήμερα έχει μεγάλη αντοχή, που μπορεί να φτάσει τα όρια του χάλυβα.

[5] ΒΙΟΜΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΛΛΑ ΜΟΡΙΑ

Εισαγωγή

Η χημεία είναι κατά κύριο λόγο μία μοριακή επιστήμη, αφού ασχολείται με τη μελέτη των μορίων. Τα περισσότερα από τα μόρια των ενώσεων που έχουν ως τώρα αναφερθεί είναι απλά, αφού αποτελούνται από λίγα σχετικά, άτομα. Ίσως σε παράλληλες σπουδές π.χ. βιολογία, έχει αναφερθεί το DNA το οποίο είναι ένα γιγάντιο μόριο που ελέγχει την κληρονομικότητα. Υπάρχει όμως ένας μεγάλος αριθμός **φυσικών, συνθετικών και τεχνητών** μεγαλομορίων με τεράστια σημασία. Έτσι το **άμυλο**, η **κυτταρίνη** και οι **πρωτεΐνες** παίζουν μεγάλο ρόλο στη διαδικασία της ζωής. Από την άλλη πλευρά το **φυσικό ελαστικό** έχει μεγάλη τεχνολογική και εμπορική σημασία.

Ο άνθρωπος χρησιμοποίησε μερικές από τις φυσικές μεγαλομοριακές ενώσεις, όπως το άμυλο και τις πρωτεΐνες, από την αρχή της εμφάνισής του στον πλανήτη, εδώ και μερικές χιλιάδες χρόνια. Άρχισε να χρησιμοποιεί και άλλες τέτοιες ενώσεις, όπως ξύλο, βαμβάκι, μαλλί και ελαστικό, σχετικά πρόσφατα στην ιστορική του πορεία. Αυτά και άλλες μεγαλομοριακές ενώσεις συνεισέφεραν σημαντικά στην προώθηση του πολιτισμού ικανοποιώντας τις ανάγκες του ανθρώπου για τροφή, ένδυση και στέγη.

Ο άνθρωπος για αιώνες ήταν ευχαριστημένος χρησιμοποιώντας αυτές τις ουσίες όπως του τις προμήθευε η Φύση. Με την ανάπτυξη όμως της **δομικής θεωρίας** της οργανικής χημείας κατά τα μέσα του 19ου αιώνα, οι χημικοί άρχισαν να αναρωτιούνται τι ήταν αυτό που έδινε στα φυσικά αυτά υλικά τέτοιες ασυνήθιστες ιδιότητες. Το ξύλο, το βαμβάκι, το ελαστικό και το μετάξι έχουν, σε

κυμαινόμενο βαθμό βέβαια, ιδιότητες όπως σκληρότητα, ελαστικότητα, αντοχή στον ελκυσμό, χημική αδράνεια. Αν η δομή τους μπορούσε να διευκρινιστεί ίσως οι χημικοί να ήταν σε θέση να επινοήσουν και να συνθέσουν νέα υλικά με ακόμη «καλύτερες» ιδιότητες.

Οι πρώτες έρευνες πάνω στη δομή αυτών των υλικών έδειξαν ότι αυτή η δομή ήταν απίστευτα «πολύπλοκη». Το να τα μελετήσει μάλιστα κανείς στη στερεά κατάσταση εκείνη την εποχή ήταν πολύ δύσκολο, μια και οι **υδροχημικές τεχνικές** απαιτούσαν τη διάλυσή τους, πράγμα ιδιαίτερα δύσκολο. Πήρε αρκετά χρόνια προσεκτικών ερευνών, ώστε να έλθει η απάντηση, που από πρώτη όψη φαίνεται «απλή». Εκείνο το οποίο έκανε τις ενώσεις αυτές –τόσο δύσκολες στη μελέτη τους αλλά με τόσο ενδιαφέρουσες ιδιότητες– να έχουν κοινά χαρακτηριστικά ήταν η δομή τους. Βρέθηκε ότι όλες αυτές αποτελούνται από «γιγαντιαία μόρια» με μέσες σχετικές μοριακές μάζες (μοριακά βάρη) χιλιάδες ακόμη και εκατομμύρια.

Πήρε ακόμα αρκετά χρόνια επίπονων ερευνών, ώστε να πιστοποιηθεί η δομή ορισμένων μεγαλομοριακών ενώσεων. Μετά το 1930 πάντως, οι χημικοί ανέλυσαν ένα σχετικά μεγάλο αριθμό από αυτές και άρχισαν να καταλαβαίνουν ότι αυτά τα μεγαλομόρια ήταν φτιαγμένα από κάποια αρχικά, απλά «δομικά blocks» ή δομικές μονάδες. Το άμυλο π.χ. αλλά και η κυτταρίνη βρέθηκε ότι δημιουργούνται από τη συνένωση μεγάλου αριθμού μορίων γλυκόζης. Η δομική δηλαδή μονάδα τους είναι το μόριο της γλυκόζης, $C_6H_{12}O_6$. Έτσι άνοιξε ο δρόμος τόσο για την επινόηση νέων υλικών σε μίμηση και επέκταση της Φύσης όσο και για την αποκάλυψη της δομής των παλαιών και των νέων υλικών.

...Το κυριότερο στη γνώση και στην επιστήμη των υλικών είναι να συνειδητοποιήσει κανείς ότι οι ιδιότητες όλων των τύπων των υλικών είναι συνέπεια της δομής τους ...

...Τώρα πια η μικροδομή και οι μακροσκοπικές ιδιότητες μπορούν να συσχετίζονται...

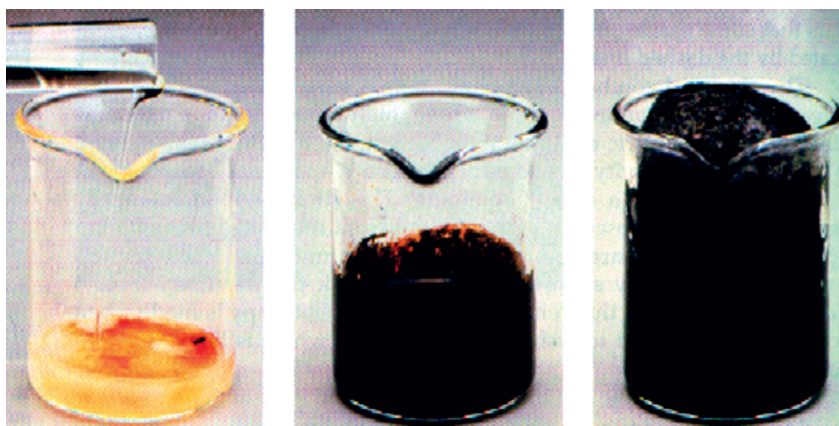
...Οι ιδιότητες των υλικών μπορούν πια να σχεδιάζονται και όχι απλώς να αναζητούνται από τα υπάρχοντα υλικά...

Απόσπασμα του άρθρου "Giant molecules" από το Περιοδικό Scientific American 9-1967.

[5.1.] Υδατάνθρακες

Κατάταξη των υδατανθράκων

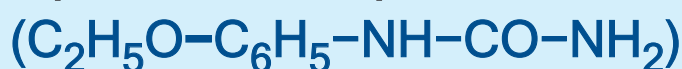
Η κατηγορία των ενώσεων που είναι γνωστή ως υδατάνθρακες πήρε αυτή τη γενική ονομασία από κάποιες αρχικές παρατηρήσεις που έδειχναν ότι συχνά έχουν το γενικό τύπο $C_x(H_2O)_y$. Θεωρήθηκαν δηλαδή «ενυδατωμένοι άνθρακες».



ΣΧΗΜΑ 4.1 Αφυδάτωση ζάχαρης με θειικό οξύ. Στη φωτογραφία φαίνεται η πλήρης απανθράκωση της ζάχαρης που δικαιολογεί το χαρακτηρισμό υδατάνθρακας.

Οι απλοί υδατάνθρακες είναι επίσης γνωστοί και ως **σάκχαρα** ή **σακχαρίτες** (από το Λατινικό *saccharum* = ζάχαρη), μια και έχουν γλυκιά γεύση. Στην ίδια αιτία οφείλεται και η κατάληξη **-όζη** στο όνομα των περισσότερων από αυτούς. Έτσι υπάρχουν ονόματα όπως **σακχαρόζη** για τη συνηθισμένη ζάχαρη, **γλυκόζη** για το κύριο ζάχαρο του αίματος και **μαλτόζη** για το ζάχαρο της βύνης.

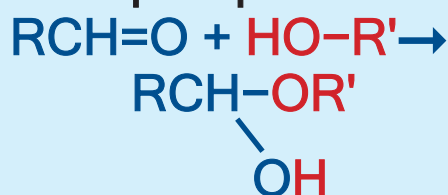
- Υπάρχουν ουσίες με έντονα γλυκιά γεύση που δεν είναι σάκχαρα, όπως τα συνθετικά γλυκαντικά σακχαρίνη και ντουλσίνη



Υδατικό διάλυμα σακχαρίνης είναι 300 φορές πιο γλυκό από διάλυμα ζάχαρης της ίδιας συγκέντρωσης.

Μία άλλη ταξινόμηση, πιο ορθολογική αυτή τη φορά, μια και αποδίδει την ή τις χαρακτηριστικές ομάδες, είναι εκείνη η οποία στηρίζεται στον ορισμό: **υδατάνθρακες είναι πολυυδροξυαλδεΐδες ή πολυυδροξυκετόνες ή καλύτερα ενώσεις που υδρολυόμενες δίνουν πολυυδροξυαλδεΐδες ή πολυυδροξυκετόνες**. Παρόλο που η διάκριση αυτή στηρίζεται στις χαρακτηριστικές ομάδες, δεν είναι πλήρως ικανοποιητική. Και αυτό διότι οι περιεχόμενες ομάδες C=O (καρβονύλιο) και -OH είναι κατά κύριο λόγο με μορφή **ημιακεταλών** ή **ακεταλών** (ή **ημικεταλών** και **κεταλών** αντίστοιχα για πολυυδροξυκετόνες).

- Μία ημιακετάλη προκύπτει με βάση την παρακάτω αντίδραση



Μία επιπλέον ταξινόμηση στηρίζεται στα προϊόντα της υδρόλυσης των υδατανθράκων. Έτσι **οι υδατάνθρακες οι οποίοι δεν υδρολύονται σε μικρότερους, απλούστερους υδατάνθρακες λέγονται μονοσακχαρίτες**. Οι υδατάνθρακες που όταν υδρολύονται δίνουν ανά μόριό τους δύο μόρια μονοσακχαριτών ονομάζονται **δισακχαρίτες**. Εκείνοι που δίνουν τρία μόρια **τρισακχαρίτες** κ.ο.κ. Υδατάνθρακες οι οποίοι υδρολύονται δίνουν 2 έως 10 μόρια μονοσακχαριτών καλούνται επίσης **ολιγοσακχαρίτες**. Αν δίνουν μεγάλο (>10) αριθμό μονοσακχαριτών, χαρακτηρίζονται **πολυσακχαρίτες**.

- Για πολυσακχαρίτες οι οποίοι προκύπτουν από εξόζες ισχύει γενικά:

$n \text{ mol } C_6H_{12}O_6$ δίνουν 1 mol πολυσακχαρίτη και $(n-1) \text{ mol } H_2O$

π.χ. για τρισακχαρίτη ($n=3$) από γλυκόζη έχουμε:



Στον παρακάτω πίνακα δίνονται μερικοί συνηθισμένοι υδατάνθρακες με την ονομασία, τη δομή και την προέλευσή τους.

Πίνακας 5.1

χαρακτηριστικά παραδείγματα υδατάνθρακων

Όνομα	Κατηγορία	Δομή	Απαντάται
Γλυκόζη	Μονοσακχαρίτης Αλζοεξόζη	$C_6H_{12}O_6$	Σε φυτά και ζώα
Φρουκτόζη	Μονοσακχαρίτης Κετοεξόζη	$C_6H_{12}O_6$	Φρούτα και μέλι

Σακχαρόζη	Δισακχαρίτης	Γλυκόζη-Φρουκτόζη	Σακχαροκάλαμο, παντζάρια
Μαλτόζη	Δισακχαρίτης	Γλυκόζη-Γλυκόζη	Βύνη
Λακτόζη	Δισακχαρίτης	Γλυκόζη-Γαλακτόζη	Γάλα
Άμυλο	Πολυσακχαρίτης	Αλυσίδα μονάδων γλυκόζης	Πατάτα, σιτάρι, αλεύρι
Κυτταρίνη	Πολυσακχαρίτης	Αλυσίδα μονάδων γλυκόζης	Ξύλο, βαμβάκι

Οι υδατάνθρακες είναι το πλέον άφθονο διαδεδομένο οργανικό υλικό των φυτών. Είναι η κύρια πηγή ενέργειας των ζώντων οργανισμών (σάκχαρα και άμυλο). Πέρα από αυτό όμως, στα φυτά και σε ορισμένα ζώα χρησιμοποιούνται ως το βασικό συστατικό του σκελετικού ιστού (κυτταρίνη). Αυτή είναι η βασική αποστολή της κυτταρίνης, που βρίσκεται στο ξύλο, στο βαμβάκι, στο λινάρι.

Συναντάμε τους υδατάνθρακες σε όλες τις δραστηριότητες της καθημερινής μας ζωής. Το χαρτί αυτού του βιβλίου είναι φτιαγμένο κατά κύριο λόγο από κυτταρίνη. Το ίδιο και το βαμβάκι των ρούχων μας και το ξύλο κάθε οικοδομής. Το αλεύρι από το οποίο φτιάχνεται το ψωμί είναι κυρίως άμυλο, το οποίο επίσης είναι συστατικό πολλών τροφών, όπως η πατάτα, το ρύζι, τα φασόλια και τα μπιζέλια.

Κατάταξη των μονοσακχαριτών

Οι μονοσακχαρίτες κατατάσσονται με βάση δύο κριτήρια:

1. Τον **αριθμό των ατόμων C** που υπάρχουν στο μόριό τους και
2. Τη **χαρακτηριστική ομάδα**, αν αυτή είναι αλδευδο- ή κέτο- ομάδα. Έτσι ένας μονοσακχαρίτης που περιέχει 3 άτομα C είναι μία **τριόζη**, 4 C μία **τετρόζη** κ.ο.κ. Σημαντικές εδώ είναι οι **εξόζες** με 6 άτομα C.



Ένας μονοσακχαρίτης (γλυκόζη), ένας δισακχαρίτης (ζάχαρη) και ένας πολυσακχαρίτης (άμυλο-αλεύρι)



Το μέλι είναι πυκνό διάλυμα σακχάρων με κύρια τα γλυκόζη και φρουκτόζη.

- Η γλυκόζη, $C_6H_{12}O_6$, είναι μία αλδοεξόζη ενώ η ισομερής της φρουκτόζη είναι μία κετοεξόζη.
- Οι γενικότερες χημικές ιδιότητες των απλών σακχάρων είναι ένας συνδυασμός των ιδιοτήτων των αλκοολικών $-OH$ και της καρβonyλομάδας $-C=O$.

Έτσι π.χ. με προσθήκη H_2 δίνουν (πολύ)αλκοόλες.

Αλδόζη είναι ένας μονοσακχαρίτης ο οποίος, πέρα των υδροξυομάδων, περιέχει και μία αλδεϋδομάδα. Αντίστοιχα, αν περιέχει μία κετονομάδα, είναι μία κετόζη. Αυτές οι δύο ταξινομήσεις συχνά συνδυάζονται. Έτσι π.χ. μία αλδόζη με 4 C είναι μία αλδοτετρόζη. Μία κετοπεντόζη θα είναι ένας υδατάνθρακας με μία κετονομάδα και με 5 C. Με ανεπτυγμένους δομικούς ή συντακτικούς τύπους θα είναι:

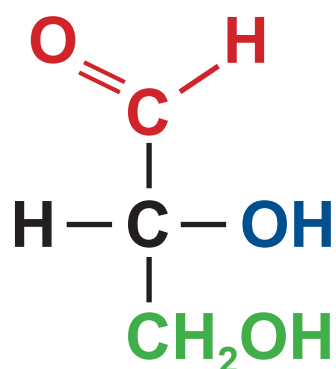
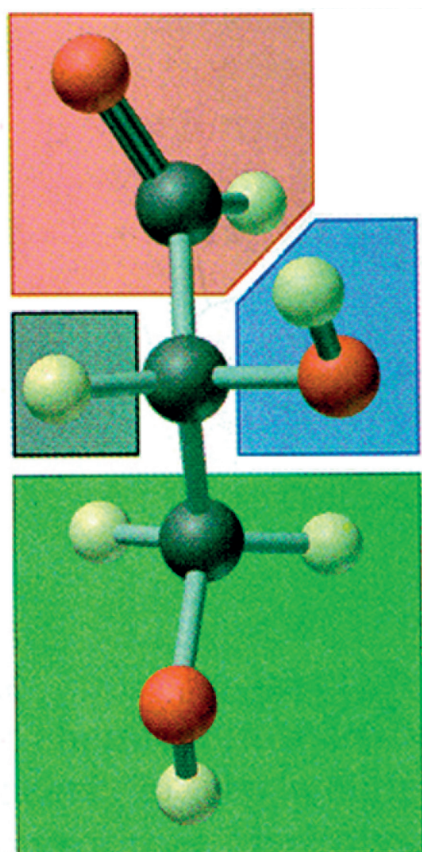


μία αλδοτετρόζη



μία κετοπεντόζη

- Άλλη μία σημαντική ιδιότητα των σακχάρων είναι ότι υφίστανται ζυμώσεις (ενζυματικές διασπάσεις). Κυριότερες είναι η γαλακτική (με προϊόν το γαλακτικό οξύ) και η αλκοολική (με προϊόν την αιθανόλη). Οι πολυσακχαρίτες γενικά δε ζυμώνονται απευθείας αλλά αφού διασπασθούν πρώτα με οξέα ή ένζυμα σε απλά σάκχαρα.



Ομάδες
συνδεδεμένες
με άτομα C₂

1. **-CHO**
2. **-H**
3. **-OH**
4. **-CH₂OH**

D - γλυκεριναλδεΐδη

ΣΧΗΜΑ 5.2 Μοριακό μοντέλο της απλούστερης αλδοτριόζης, που είναι η γλυκεριναλδεΐδη. Σ' αυτό φαίνονται οι χαρακτηριστικές ομάδες.

Αναγωγικές ιδιότητες των μονοσακχαριτών

Από χημική σκοπιά, η κύρια ιδιότητα των μονοσακχαριτών είναι ο **αναγωγικός** χαρακτήρας τους. Αυτός οφείλεται στην παρουσία χαρακτηριστικών ομάδων που είναι γνωστές για τις αναγωγικές τους ιδιότητες, όπως π.χ. η αλδεΐδομάδα $-\text{CH}=\text{O}$.

Έτσι ένας αριθμός οξειδωτικών μέσων χρησιμοποιήθηκαν για την **ταυτοποίηση** των χαρακτηριστικών ομάδων των υδατανθράκων. Αυτά τα μέσα συνέβαλαν στην αποκάλυψη της δομής τους αλλά και στη **σύνθεσή** τους στο εργαστήριο. Μεταξύ αυτών σημαντικά είναι τα αντιδραστήρια των Fehling και Benedict (το οποίο είναι μία παραλλαγή του αντιδραστηρίου του Fehling) καθώς και του Tollens.

Τα αντιδραστήρια αυτά οξειδώνουν και συνεπώς δίνουν, κατά την κλασική έκφραση, θετική αντίδραση (ή θετική δοκιμασία, test) με τις **αλδεΰδες** και τις **α-υδροξυκετόνες**. Συνεπώς, από τους υδατάνθρακες, αντιδρούν θετικά μόνο οι **αλδόζες** και οι **α-υδροξυκετόζες** (βλέπε κεφάλαιο 2).

Τα αντιδραστήρια **Fehling** και **Benedict** ανάγονται προς ένα κεραμέρυθρο ίζημα από Cu_2O ($\text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu}^+$), όταν οξειδώνουν αλδεΰδες σε αλκαλικά διαλύματα. Οι α-υδροξυ-κετόνες σε αλκαλικά διαλύματα μετατρέπονται σε αλδεΰδες και συνεπώς αντιδρούν και αυτές θετικά. Σχηματικά η αντίδραση είναι:



Η δημιουργία λοιπόν του κεραμέρυθρου ιζήματος είναι μία αδιάψευστη ένδειξη θετικής αντίδρασης. Στην περίπτωση του αντιδραστηρίου του Tollens σχηματίζεται το λεγόμενο **κάτοπτρο αργύρου**.

Υδατάνθρακες οι οποίοι αντιδρούν θετικά με τα παραπάνω αντιδραστήρια λέγονται και **αναγωγικά σάκχαρα** (ή ανάγοντα σάκχαρα). Τέτοια είναι όσα στη δομή τους περιέχουν αλδεΰδομάδα ή α-υδροξυ-κετοομάδα. Υδατάνθρακες οι οποίοι δεν αντιδρούν με αυτά λέγονται **μη αναγωγικά σάκχαρα** και δεν περιέχουν τις παραπάνω ομάδες.

Τα παραπάνω επώνυμα αντιδραστήρια έχουν σημαντική διαγνωστική αξία. Μάλιστα το αντιδραστήριο του Benedict χρησιμοποιείται και για ποσοτικούς προσδιορισμούς της γλυκόζης στο αίμα και στα ούρα.

Αναγωγικές ιδιότητες παρουσιάζουν τα απλά σάκχαρα και από τους ολιγοσακχαρίτες μόνο εκείνοι οι οποίοι έχουν ελεύθερο καρβονύλιο. Το καλαμοσάκχαρο π.χ. δεν είναι **αναγόμενο σάκχαρο**. Οι πολυσακχαρίτες δεν εμφανίζουν αναγωγικές ιδιότητες.

Φωτοσύνθεση και μεταβολισμός των υδατανθράκων.

Οι υδατάνθρακες συνθέτονται στα πράσινα φυτά με την **φωτοσύνθεση**. Αυτή είναι μία πολύπλοκη διαδικασία η οποία χρησιμοποιεί την ηλιακή ενέργεια, για να ανάγει ή να δεσμεύσει το CO_2 . Η συνολική αντίδραση για τη φωτοσύνθεση, σχηματικά μόνο δίνεται από την:



- Θερμίδες από διάφορες συνήθειες τροφές σε Kcal.

Μήλο (μεγάλο)	100
Μπίρα (ποτήρι)	115
Κόλα (ποτήρι)	105
Παγωτό (κύπελλο)	190
Milk shake	500
Hamburger	350
Μπριζόλα χοιρινή	1000

Η φωτοσύνθεση είναι ένα πολύπλοκο φαινόμενο με πολλά ενδιάμεσα στάδια στα οποία χρησιμοποιούνται ένζυμα ως καταλύτες. Έχει λοιπόν έναν πολύπλοκο μηχανισμό ο οποίος δεν έχει γίνει πλήρως κατανοητός. Γνωρίζουμε πάντως ότι η φωτοσύνθεση ξεκινά με την απορρόφηση ηλιακού φωτός από την κύρια χρωστική των φυτών, τη **χλωροφύλλη**. Το πράσινο χρώμα της και η δυνατότητα που έχει απ' αυτό ν' απορροφά στην ορατή περιοχή του ηλιακού φάσματος, οφείλονται κατά κύριο λόγο στη δομή της η οποία περιλαμβάνει εκτεταμένους **συζυγιακούς δεσμούς**. Καθώς τα φωτόνια του ηλιακού φωτός δεσμεύονται ή «παγιδεύονται» από τη χλωροφύλλη, απορροφάται και αποθηκεύεται ενέργεια από

το φυτό με μορφή χημικής ενέργειας πια. Η ενέργεια αυτή χρησιμοποιείται για την αντίδραση μετατροπής - αναγωγής του CO₂ προς υδατάνθρακες και οξείδωσης του νερού προς O₂.

Οι υδατάνθρακες στα φυτά είναι η κύρια «αποθήκη» της ηλιακής ενέργειας και μέσω αυτών μεταφέρεται και στα ζώα ως τροφή. Η ενέργεια αυτή απελευθερώνεται, όταν τα ζώα ή τα φυτά μεταβολίζουν τους υδατάνθρακες προς CO₂ και νερό σύμφωνα με τη γενική σχηματική αντίδραση:



Ο μεταβολισμός των υδατανθράκων είναι και αυτός με τη σειρά του ένα σύνολο ενζυματικά καταλυομένων αντιδράσεων στις οποίες κάθε στάδιο-βήμα που δίνει ενέργεια (εξώθερμο ή καλύτερα **εξωεργονικό**) είναι μία οξείδωση (ο C από αριθμό οξείδωσης 0 αυξάνει προς το +4).

Παρόλο που ένα μέρος της ενέργειας η οποία απελευθερώνεται αναπόφευκτα μετατρέπεται σε θερμότητα, το μεγαλύτερο μέρος αυτής, μετατρέπεται σε μία νέα χημική μορφή. Αυτό επιτυγχάνεται με τη σύνθεση της **τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP)** από τη **διφωσφορική αδενοσίνη (ADP)** και ανόργανα άλατα του φωσφόρου. Η ενδοεργονική αυτή δράση παρίσταται ως:



Τα φυτά και τα ζώα χρησιμοποιούν την αποθηκευμένη ενέργεια του ATP, για να ικανοποιήσουν όλες τις διαδικασίες οι οποίες απαιτούν ενέργεια, όπως π.χ. μία μυϊκή δραστηριότητα.

Τρεις είναι οι κυριότεροι πολυσακχαρίτες που αποτελούν και οι τρεις πολυμερή της γλυκόζης: **το άμυλο, το γλυκογόνο και η κυτταρίνη**. Από αυτούς το άμυλο είναι η κύρια αποθηκευμένη τροφή στα φυτά. Το γλυκογόνο

είναι η αποθηκευμένη μορφή υδατανθράκων στα ζώα. Η δε κυτταρίνη χρησιμοποιείται ως δομικό υλικό των φυτών.

- Παρόλο που υπάρχουν μικρές διαφορές στην θερμιδομετρική αξία, 1g σακχάρων αποδίδει $\approx 4,0$ kcal. έναντι 9,0 Kcal των λιπών.

Συνήθως η θερμιδομετρική αξία των τροφών υπολογίζεται από την περιεκτικότητά τους σε σάκχαρα, λίπη και πρωτεΐνες και από τον “κώδικα 4-4-9” σε Kcal ανά g αντίστοιχα.

[5.2.] Λίπη και έλαια

Εισαγωγή

Όταν ένας ζωικός ή φυτικός ιστός εκχυλιστεί με ένα μη πολικό διαλύτη (π.χ. αιθέρα, χλωροφόρμιο, βενζόλιο ή κάποιο αλκάνιο), ένα μέρος από τον ιστό αυτό διαλύεται. Τα συστατικά αυτά, τα οποία διαλύονται σε αυτές τις συνθήκες λέγονται **λιπίδια**.

Τα λιπίδια περιλαμβάνουν μία μεγάλη ποικιλία διαφορετικών ενώσεων όπως **καρβοξυλικά οξέα** (ή **λιπαρά οξέα**), **τριεστέρες της γλυκερίνης** ή **τριγλυκερίδια** (ή ουδέτερα λίπη), **φωσφολιπίδια**, **γλυκολιπίδια**, **κηρούς**, **τερπένια**, **στεροειδή** και **προσταγλανίνες**. Στις παραγράφους που ακολουθούν θα εξεταστούν τα σημαντικότερα θέματα που αφορούν τα λίπη.

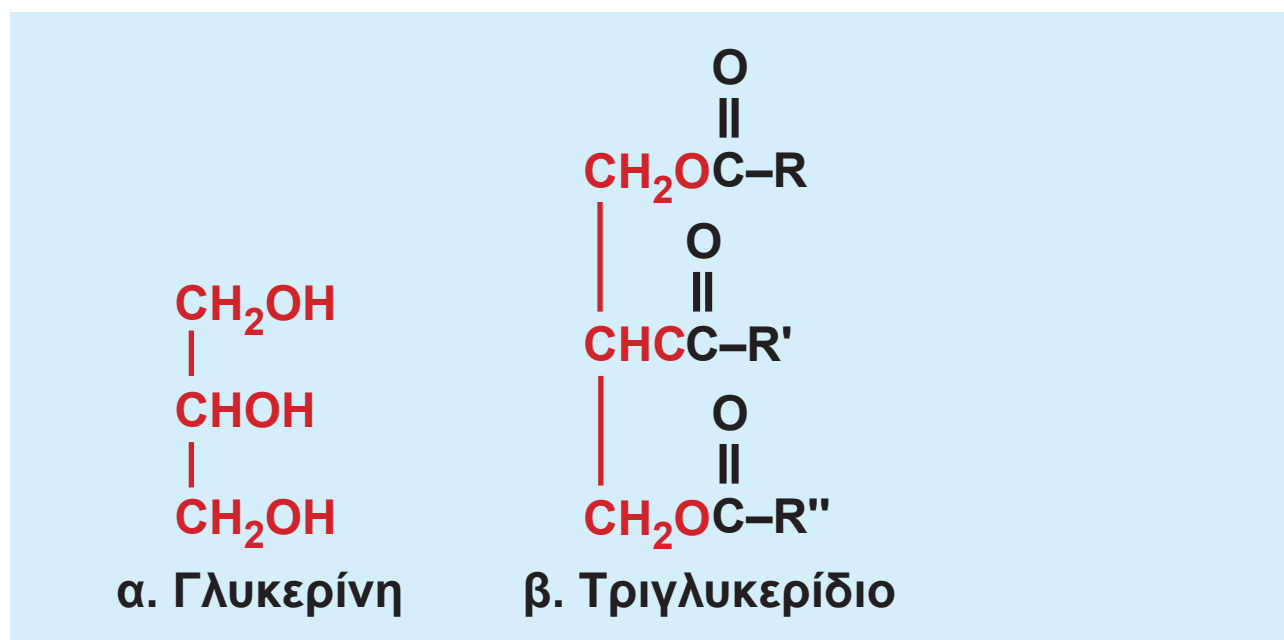
- Τα λιπίδια βλέπει κανείς ότι ορίζονται μέσα από τη φυσική διαδικασία η οποία χρησιμοποιείται για την απομόνωσή τους και όχι από τη χημική δομή τους, όπως συμβαίνει στους υδατάνθρακες και στις πρωτεΐνες.

Λιπαρά οξέα και τριγλυκερίδια

Όπως είδαμε, μόνο ένα μικρό μέρος από το παραπάνω εκχύλισμα του ιστού αποτελείται από ελεύθερα **καρβοξυλικά οξέα**, ενώ το μεγαλύτερο μέρος είναι κυρίως εστέρες αυτών με **γλυκερίνη**, γνωστοί ως **γλυκερίδια** ή **τριγλυκερίδια** ή με πιο σύγχρονη ονοματολογία **γλυκερυλοαλκανοϊκοί (εστέρες)**. Τα πλέον συνήθη τριγλυκερίδια είναι εκείνα τα οποία έχουν καρβοξυλικά οξέα με μεγάλη ανθρακική αλυσίδα.

Τα τριγλυκερίδια αυτά είναι τα **έλαια** και τα **λίπη** φυτικής και ζωικής προέλευσης. Περιλαμβάνουν πολλές ουσίες κοινής χρήσης, όπως φυστικέλαιο, ελαιόλαδο,

σογιέλαιο, αραβοσιτέλαιο, βούτυρο, λαρδί και ξίγκι. Εκείνα τα τριγλυκερίδια που είναι υγρά σε θερμοκρασία δωματίου είναι γνωστά ως **έλαια**, ενώ εκείνα που είναι στερεά ονομάζονται συνήθως **λίπη**.



Τα καρβοξυλικά οξέα που προκύπτουν από την **υδρόλυση** των φυσικών λιπών και ελαίων έχουν συνήθως ευθεία αλυσίδα με άρτιο αριθμό ατόμων άνθρακα. Μεταξύ αυτών κυριότερα είναι εκείνα με 14, 16 και 18 C.

Λαρδί: το “bacon”

Στον πίνακα 5.2 δίνονται τα συνήθη λιπαρά οξέα με τα αντίστοιχα σημεία τήξης τους (μία και αυτά κανονίζουν και τη φυσική κατάσταση των εστέρων τους).



μυριστικό οξύ
(δεκατετρανικό οξύ)



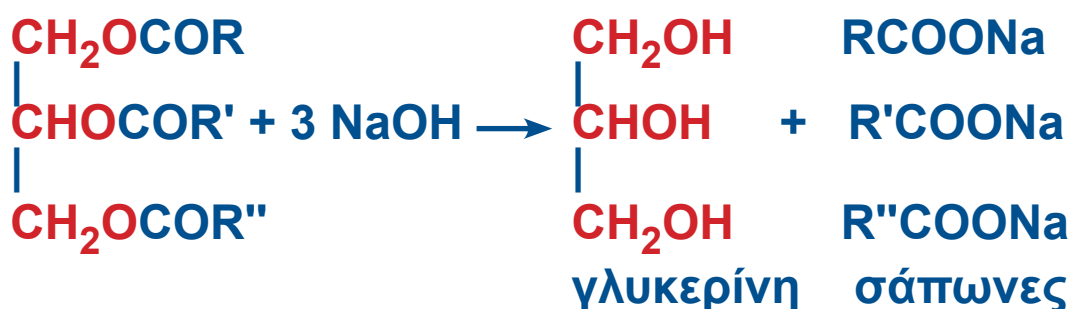
παλμιτικό οξύ
(δεκαεξανικό οξύ)

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$ (70°C)	στεατικό οξύ (δεκαοκτανικό οξύ)
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ (4°C)	ελαϊκό οξύ (9-δεκαοκτενικό οξύ)

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2 Συνήθη λιπαρά οξέα και τα σ.τ. αυτών

Σαπωνοποίηση των τριγλυκεριδίων

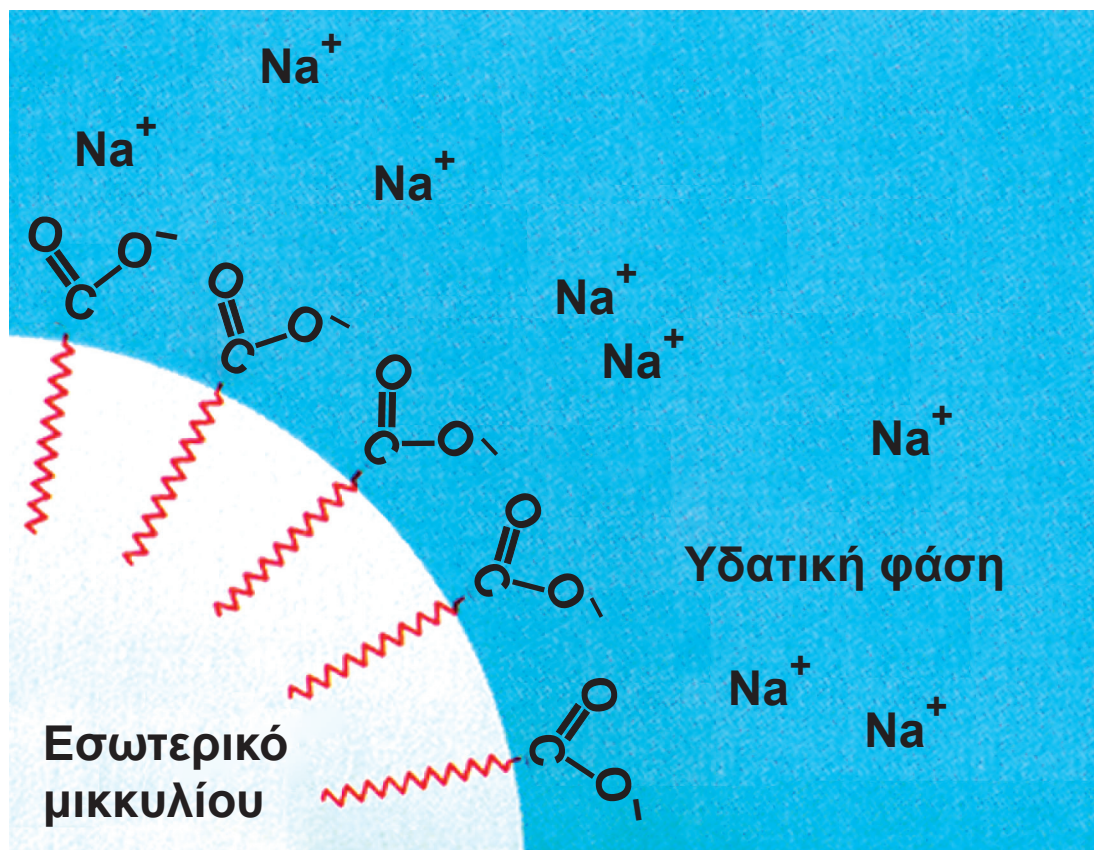
Σαπωνοποίηση των τριγλυκεριδίων είναι η υδρόλυσή τους σε αλκαλικό περιβάλλον π.χ. παρουσία NaOH ή KOH. Αυτή δίνει ως προϊόντα γλυκερίνη και ένα μίγμα αλάτων μακράς αλυσίδας καρβοξυλικών οξέων με Na ή K. Το μίγμα αυτό αποτελεί τους σάπωνες και οι αντιδράσεις σαπωνοποίησης είναι ο τρόπος με τον οποίο αυτοί παρασκευάζονται. Η αντίδραση δίνεται παρακάτω:



Έτσι, λίπη και έλαια βράζονται σε υδατικό διάλυμα NaOH μέχρι να υδρολυθούν πλήρως. Με προσθήκη NaCl στο μίγμα καθιζάνουν οι σάπωνες (εξαλάτωση). Μετά την απομάκρυνση των σαπώνων, η γλυκερίνη διαχωρίζεται από την υδατική φάση με **απόσταξη**. Προσθήκη αρωμάτων παράγει τα αρωματικά σαπούνια. Προσθήκη άμμου Na_2CO_3 και άλλων πληρωτικών υλικών δίνει τα σκληρά σαπούνια. Αν κατά την παρασκευή διοχετευθεί αέρας, παράγονται επιπλέοντα σαπούνια (αν αυτό επιθυμεί η αγορά...).

Απορρυπαντική δράση των σαπώνων

Τα σαπούνια είναι σχεδόν πλήρως αναμίξιμα -διαλυτά- με το νερό. Όμως ο μηχανισμός με τον οποίο διαλύονται είναι διαφορετικός από μία απλή διάσταση προς RCOO^- και Na^+ (αυτό συμβαίνει μόνο στα πολύ αραιά διαλύματα). Κατά τη διάλυσή τους τα σαπούνια σχηματίζουν **μικκύλια** (όπως στην περίπτωση των **κολλοειδών συστημάτων**). Τα μικκύλια των σαπώνων είναι συνήθως σφαιρικά συσσωματώματα καρβοξυλικών ιόντων τα οποία **διασπείρονται** στην υδατική φάση (σχήμα 5.3).



ΣΧΗΜΑ 5.3 Αιώρημα σάπωνα στο νερό.

Τα καρβοξυλικά ιόντα συνωθούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε το αρνητικό τους άκρο (άρα και το πολικό τους τμήμα) να κατευθύνεται προς την επιφάνεια του μικκυλίου, δηλαδή προς την υδατική πολική φάση. Αντίθετα η μη πολική ανθρακική τους αλυσίδα κατευθύνεται προς το

εσωτερικό του μικκυλίου. Τα Na^+ διασπείρονται στην υδατική φάση ως μεμονωμένα, ενυδατωμένα ιόντα. Ο σχηματισμός αυτών των μικκυλίων εξηγεί το μηχανισμό της διάλυσης των σαπώνων στο νερό. Το μη πολικό τμήμα τους – άρα το **υδρόφοβο** – της ανθρακικής αλυσίδας παραμένει σε μη πολικό περιβάλλον, στο εσωτερικό του μικκυλίου. Το πολικό τμήμα – άρα και **υδρόφιλο** – δηλαδή η ομάδα RCOO^- κατευθύνεται προς το πολικό υδάτινο περιβάλλον. Μια και η επιφάνεια των μικκυλίων είναι αρνητικά φορτισμένη, αυτά απωθούνται και παραμένουν σε αιώρηση ή διασπορά μέσα στην υδατική φάση.

Η κύρια χρήση των σαπουνιών στηρίζεται στη λεγόμενη **απορρυπαντική τους δράση**. Ο μηχανισμός με τον οποίο αυτοί απομακρύνουν τους ρύπους είναι ανάλογος με εκείνον της διάλυσής τους. Οι περισσότερες «βρωμιές» π.χ. στο δέρμα περιβάλλονται από ένα στρώμα λίπους ή λαδιού. Τα μόρια του νερού από μόνα τους είναι ανήμπορα να διαπεράσουν αυτά τα λιπαρά σφαιρίδια, μια και δε διαπερνούν την ελαιώδη φάση. Έτσι, δεν μπορούν να διασπάσουν τον ρύπο σε μικρότερα τεμαχίδια και να τον απομακρύνουν από την επιφάνεια στην οποία αυτός έχει κολλήσει. Αντίθετα, το αιώρημα του σαπουνιού μπορεί να διαχωρίσει τη «βρωμιά» σε μικρότερα τμήματα, μια και η ανθρακική υδρόφοβη αλυσίδα μπορεί να διέλθει από την ελαιώδη επικάλυψή της. Καθώς αυτό γίνεται, κάθε μεμονωμένο σωματίδιο του ρύπου αναπτύσσει μία εξωτερική στοιβάδα καρβοξυλικών ιόντων και συνεπώς προβάλλεται προς την υδατική φάση πιο συμβατά, θα έλεγε κανείς, μέσω της πολικής αυτής ομάδας. Τα τμήματα πια του ρύπου απωθούνται λόγω του εξωτερικού φορτίου, διασπείρονται προς την υδατική φάση και παίρνουν το δρόμο προς την αποχέτευση.

Συνθετικά απορρυπαντικά

Τα **συνθετικά απορρυπαντικά** δρουν με τον ίδιο τρόπο με τον οποίο δρουν και οι σάπωνες. Από άποψη δομής έχουν και αυτά μία μακριά, μη πολική, κορεσμένη, ανθρακική αλυσίδα με μία πολική ομάδα στο τέλος της. Οι πολικές ομάδες των περισσοτέρων συνθετικών απορρυπαντικών είναι θειικοί ή, καλύτερα, σουλφονικοί εστέρες ή θειικά άλατα του Na, π.χ.:



Στα τυπικά απορρυπαντικά το v έχει τιμή ίση με 10-14.

Τα συνθετικά απορρυπαντικά παρουσιάζουν ένα σημαντικό πλεονέκτημα έναντι των σαπώνων – και αυτό πέρα από το γεγονός ότι αυτά παρασκευάζονται από μη βρώσιμες ύλες – λειτουργούν το ίδιο καλά και σε “σκληρό νερό”, το οποίο έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε ιόντα Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} και Fe^{3+} . Αυτό συμβαίνει διότι τα άλατα των αλκυλοσουλφονικών και όξινων θειικών αλκυλίων με Ca, Mg και Fe είναι διαλυτά στο νερό και συνεπώς τα συνθετικά απορρυπαντικά παραμένουν ενεργά και σε τέτοιο περιβάλλον. Αντίθετα, τα αντίστοιχα άλατα των λιπαρών οξέων σχηματίζουν ιζήματα – τις γνωστές αποθέσεις στα είδη υγιεινής και κουζίνας – και συνεπώς απενεργοποιούνται στο σκληρό νερό.

- Ένα κοινό στερεό συνθετικό απορρυπαντικό έχει την παρακάτω μέση σύσταση:

θειικό αλκυλβενζολνάτριο	18%
τριπολυφωσφορικονάτριο	50%
αφροματοποιητή	3%
λαμπρυντικό	3%
αποκονιοτικό	3%
νερό και ανόργανο πληρωτικό	20%

Βιολογικός ρόλος των λιπών και ελαίων

Ο κυριότερος ρόλος των λιπών στη διατροφή των θηλαστικών είναι σαν μία πηγή χημικής ενέργειας. Όταν τα γλυκερίδια αυτά μετατραπούν στον οργανισμό σε CO_2 και H_2O , δηλαδή όταν **μεταβολιστούν**, αποδίδουν διπλάσιο αριθμό θερμίδων ανά g από εκείνες που δίνουν τα σάκχαρα. Αυτό οφείλεται κυρίως στη μεγάλη αναλογία των δεσμών C-H ανά μόριο.

Τα γλυκερίδια είναι διανεμημένα σε όλα σχεδόν τα κύτταρα του σώματος, κυρίως όμως είναι αποθηκευμένα ως **σωματικό λίπος** σε μερικές «αποθήκες» από ειδικό συνδετικό ιστό, γνωστό με το όνομα λιπώδης ιστός. Στον ανθρώπινο οργανισμό τα τριγλυκερίδια μπορούν να συντίθενται και από τα τρία βασικά ήδη τροφών, δηλαδή τις πρωτεΐνες, τα σάκχαρα και κυρίως από τα λίπη και τα έλαια. Οι καταναλωτές στην Ευρώπη και στην Αμερική προτιμούσαν ιστορικά τα ζωικά λίπη (βούτυρο) τα οποία είναι στερεά, μια και η βάση τους είναι από κορεσμένα λιπαρά οξέα. Η αύξηση του πληθυσμού αλλά και η διαπίστωση ότι τα λίπη αυτά πέρα

από κάποιο όριο είναι επιβλαβή, οδήγησε τόσο στην **υδρογόνωση** όσο και κύρια στην εκτεταμένη χρήση των πολυακορέστων ελαίων.

Κατά την πέψη, τα λίπη και έλαια δεν υδρολύονται στο στόμα ή στο στομάχι. Το ένζυμο **λιπάση**, το οποίο εκκρίνεται από το **πάγκρεας**, καταλύει την υδρόλυση του εστερικού δεσμού στο λεπτό έντερο. Όμως το ένζυμο είναι διαλυτό στο νερό σε αντίθεση με τα λίπη. Με τη βοήθεια όμως των χολικών αλάτων, τα οποία εκκρίνει το συκώτι, επιτυγχάνεται ο κατακερματισμός των σταγόνων των ελαίων σε ελαχιστότατα σταγονίδια, τα οποία έχουν μεγάλη επιφάνεια και επιτρέπουν το υδατοδιαλυτό ένζυμο να δράσει. Η δράση δηλαδή των χολικών αυτών αλάτων μοιάζει πολύ με εκείνη των απορρυπαντικών.

- Η παρουσία του τριπολυφωσφορικού νατρίου σε μεγάλη αναλογία στα συνθετικά απορρυπαντικά δημιούργησε το φαινόμενο του ευτροφισμού. Η προσπάθεια αντικατάστασής του με $N(CH_2COOH)_3$, νιτρίλοτριοξικό οξύ, ΝΤΑ, δεν ευοδώθηκε, μια και αυτό αποδείχτηκε καρκινογόνο.

[5.3.] Πρωτεΐνες

Εισαγωγή

Από τα λεγόμενα βιοπολυμερή, τρεις είναι οι κύριες ομάδες: οι πολυσακχαρίτες, οι πρωτεΐνες και τα πυρηνικά ή νουκλεϊνικά οξέα. Από αυτές, όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο των υδατανθράκων, οι πολυσακχαρίτες δρουν κατά κύριο λόγο ως «αποθήκες» ενέργειας (άμυλο και γλυκογόνο) και στα φυτά ως δομικό υλικό (κυτταρίνη). Τα νουκλεϊνικά οξέα έχουν ως κύρια αποστολή την αποθήκευση και μεταφορά πληροφοριών. Οι πρωτεΐνες έχουν, όμως, ποικίλες αποστολές. Ως ένζυμα και ορμόνες οι πρωτεΐνες καταλύουν και ρυθμίζουν τις αντιδράσεις οι οποίες γίνονται στο ανθρώπινο σώμα. Ως μύες και τένοντες προμηθεύουν στο σώμα τα μέσα για την κίνησή του. Ως δέρμα και μαλλί του δίνουν την εξωτερική κάλυψη και προστασία. Ως αιμοσφαιρίνη μεταφέρουν όλο το απαραίτητο O_2 και στις πιο απομακρυσμένες «γωνιές» του σώματος. Σαν αντισώματα προμηθεύουν στον οργανισμό τα μέσα προστασίας από διάφορες ασθένειες. Σε συνδυασμό δε με άλλες ουσίες στα οστά, του παρέχουν ένα σκελετικό σύστημα στήριξης.

• Πρωτεΐνες ή λευκώματα

Καθαρή κυτταρίνη είναι το βαμβάκι. Το μετάξι και το μαλλί είναι καθαρές πρωτεΐνες.

Με μία τόσο μεγάλη ποικιλία αρμοδιοτήτων που έχουν οι πρωτεΐνες δεν πρέπει να εκπλήσσεται κανείς από το γεγονός ότι υπάρχουν πολλές πρωτεΐνες οι οποίες διαφέρουν σε σχήμα και σε μέγεθος. Με μέτρο σύγκρισης τα περισσότερα από τα μόρια τα οποία

έχουν αναφερθεί, ακόμη και οι πλέον μικρές πρωτεΐνες έχουν μεγάλες σχετικές μοριακές μάζες. Η **λυσοζύμη**, ένα ένζυμο, είναι μία σχετικά μικρή πρωτεΐνη η οποία όμως έχει σχετική μοριακή μάζα 14 600. Οι περισσότερες πρωτεΐνες έχουν σχετικές μοριακές μάζες κατά πολύ μεγαλύτερες από αυτό. Όσον αφορά το σχήμα τους, αυτό καλύπτει μία ευρεία γκάμα που ξεκινά από τις σφαιροειδείς πρωτεΐνες, όπως η αιμοσφαιρίνη, μέχρι τα ελικοειδή νημάτια της **α-κερατίνης** (τρίχα, νύχι, μαλλί) και τις φυλλοειδείς επιστρώσεις του μεταξιού.

Παρόλα αυτά και τις διαφορές μεγέθους, σχήματος, αποστολής, όλες οι πρωτεΐνες έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά μέσω των οποίων αποκαλύπτεται η δομή τους και αιτιολογούνται οι ιδιότητές τους.

- Νηματοειδείς πρωτεΐνες όπως η κερατίνη και το γλυκογόνο.
Σφαιροειδείς πρωτεΐνες όπως τα ένζυμα, η αιμοσφαιρίνη. Η διάμετρος των ενζύμων είναι περί τα 20 Å (2 nm).

Αμινοξέα - Πρωτεΐνες

Τα διάφορα **πολυμερή**, συνθετικά ή βιολογικά, από την άποψη του τρόπου δημιουργίας τους κατατάσσονται σε δύο ομάδες. Στην πρώτη ομάδα ανήκουν τα **πολυμερή προσθήκης**, τα οποία παράγονται με βάση αντιδράσεις προσθήκης, π.χ. το πολυαιθυλένιο από το αιθυλένιο (βλέπε πλαστικά). Στη δεύτερη ομάδα ανήκουν τα **πολυμερή συμπύκνωσης**. Αυτά τα πολυμερή, όπως δηλώνει και το όνομά τους, προκύπτουν από αντιδράσεις συμπύκνωσης. Αυτές είναι αντιδράσεις όπου τα μόρια της **μονομερούς** ουσίας ενώνονται μεταξύ τους μέσω διαμοριακών αποσπάσεων μικρών μορίων, όπως νερού ή

δευτερογενής και τριτογενής δομή της πρωτεΐνης.

Υδρόλυση των πρωτεϊνών με οξέα ή βάσεις δίνει ένα μίγμα των διαφόρων αμινοξέων που τις συνιστούν. Από τις φυσικές πρωτεΐνες μπορούν να προκύψουν 22 διαφορετικά αμινοξέα. Το πλέον κοινό χαρακτηριστικό αυτών είναι ότι όλα διαθέτουν την L - στερεοχημική απεικόνιση στο α- άτομο του C (πλην της **γλυκίνης** $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$).

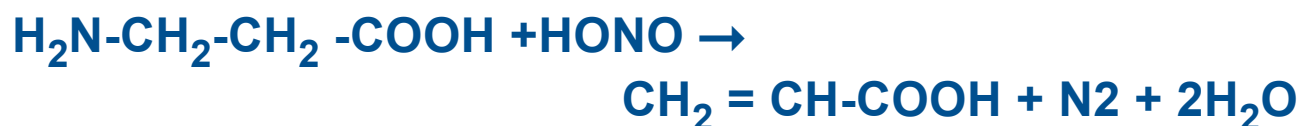
- Ο αμιδικός δεσμός, ο οποίος συνδέει τα αμινοξέα στις πρωτεΐνες, ονομάζεται συνήθως πεπτιδικός δεσμός. Αν το προκύπτον πολυμερές έχει $M_r < 10\ 000$, τότε λέγεται πολυπεπτίδιο. Αν έχει μεγαλύτερο, είναι μία πρωτεΐνη. Ο διαχωρισμός είναι αρκετά αυθαίρετος και υπάρχουν αλληλοκαλύψεις. Πρακτικά τα πολυπεπτίδια και οι πρωτεΐνες είναι πολυαμίδια.
- Οι πρωτεΐνες και τα πολυπεπτίδια γενικότερα μπορούν να παρασταθούν και μέσα από τα συντομευμένα ονόματα των αμινοξέων που τις αποτελούν. Έτσι π.χ. το διπεπτίδιο γλυκυλβαλίνη παριστάνεται ως Γλυ-Βαλ. Το διπεπτίδιο βαλιλγλυκίνη ως Βαλ-Γλυ. Σε κάθε περίπτωση το αμινοξύ του οποίου η $-\text{COOH}$ εμπλέκεται σε αμιδικό δεσμό μπαίνει πρώτο.
- Μία μορφή αναιμίας γνωστή ως δρεπανοκυτταρική οφείλεται στο ότι η αιμοσφαιρίνη του ασθενούς διαφέρει από την κανονική κατά 1 αμινοξύ. Το γλουταμινικό οξύ έχει αντικαταστήσει τη βαλίνη.
- Ο L. Pauling πήρε το βραβείο Nobel το 1954 για τη μελέτη της σπειροειδούς δομής των πεπτιδίων.
- Η αλληλουχία των αμινοξέων στην παραγωγή των

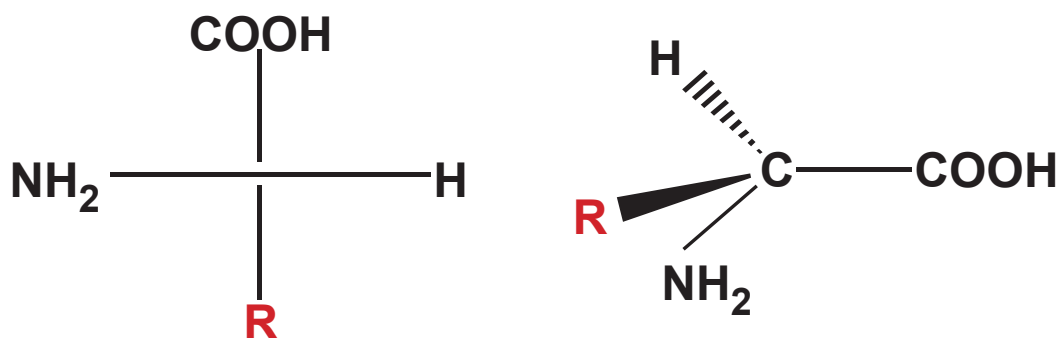
πρωτεϊνών ακολουθεί οδηγίες οι οποίες δίνονται από το γενετικό κώδικα των νουκλεϊνικών οξέων.

Τα 22 αμινοξέα τα οποία προκύπτουν από την υδρόλυση των φυσικών πρωτεϊνών μπορούν να ταξινομηθούν σε 5 υποομάδες, ανάλογα με τη φύση του R στο γενικό τους τύπο $\text{NH}_2\text{CH}(\text{R})\text{COOH}$. Αυτά δίνονται στον πίνακα 5.3 στο τέλος της παραγράφου. Μόνον 20 από τα 22 αμινοξέα χρησιμοποιούνται πρακτικά από τα κύτταρα, όταν αυτά συνθέτουν πρωτεΐνες. Δύο από τα αμινοξέα συντίθενται δευτερογενώς, αφού δημιουργηθεί η πεπτιδική αλυσίδα. Η **υδρόξυπρολίνη** (παρούσα κυρίως στο κολλαγόνο) συντίθεται από την **προλίνη** και η **κυστίνη** (παρούσα στις περισσότερες των πρωτεϊνών) από την **κυστεΐνη**.


Τα αμινοξέα μπορούν να συντίθενται από όλους τους ζωντανούς οργανισμούς, ζώα και φυτά. Παρόλα αυτά, πολλά ανώτερα ζώα παρουσιάζουν αδυναμία στο να συνθέτουν όλα τα απαραίτητα αμινοξέα για τη σύνθεση των πρωτεϊνών τους. Ως εκ τούτου αυτά τα «ανώτερα» ζώα απαιτούν κάποια αμινοξέα ως μέρος της καθημερινής τους διατροφής. Για τον ενήλικα άνθρωπο υπάρχουν 8 τέτοια **απαραίτητα αμινοξέα** τα οποία και υποσημειώνονται στον πίνακα με την ένδειξη (α).

Πολλά αμινοξέα αντιδρούν με νιτρώδες οξύ, HNO_2 ή καλύτερα HONO , και δίνουν ποσοτικά αέριο N_2 (μέθοδος Van Slyke για τον ποσοτικό προσδιορισμό αμινοξέων). Βασική προϋπόθεση για θετική αντίδραση είναι να περιέχει στο μόριό του μία πρωτοταγή αμινομάδα. Έτσι το β-αμινοξύ $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ θα δίνει:

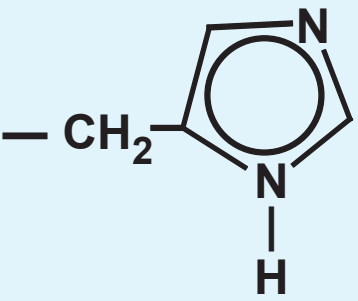




ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3 Τα αμινοξέα των πρωτεϊνών

Δομή του R	Όνομα	Σύντμηση
- H	Γλυκίνη	Gly
- CH ₃	Αλανίνη	Ala
- CH(CH ₃) ₂	Βαλίνη (A)	Val
- CH ₂ CH(CH ₃) ₂	Λευκίνη	Leu
- CHCH ₂ CH ₃ CH ₃	Ισολευκίνη (A)	Ile
- CH ₂ - 	Φαινυλαλανίνη (A)	Phe
- CH ₂ CONH ₂	Ασπαριγίνη	Asn
- CH ₂ CH ₂ CONH ₂	Γλουταμίνη	Gln

$ \begin{array}{c} -\text{CH}_2 \\ \\ \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{C} \quad \text{C} \\ \backslash \quad / \\ \text{N} \\ \\ \text{H} \end{array} $	Τριπτοφάνη (A)	Trp
$ \begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{HN} \quad \text{CH}_2 \\ \backslash \quad / \\ \text{CH}_2 \\ \text{πλήρης δομή} \end{array} $	Προλίνη	Pro
$-\text{CH}_2\text{OH}$	Σερίνη	Ser
$-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{OH}$	Θρεονίνη	Thr
$ \begin{array}{c} -\text{CH}_2 \quad \text{---} \quad \text{C}_6\text{H}_4 \quad \text{---} \quad \text{OH} \end{array} $	Τυροζίνη	Tyr
$ \begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{HN} \quad \text{CH} \\ \backslash \quad / \\ \text{CH}_2 \quad \text{OH} \\ \text{πλήρης δομή} \end{array} $	Υδροξυπρολίνη	Hyp
$-\text{CH}_2\text{SH}$	Κυστεΐνη	Cys
$ \begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{S} \\ \\ -\text{CH}_2-\text{S} \end{array} $	Κυστίνη	Cys-Cys
$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{SCH}_3$	Μεθιονίνη (A)	Met
$-\text{CH}_2\text{COOH}$	Ασπαρτικό οξύ	Asp

$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	Γλουταμικό οξύ	Glu
$-(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2$	Λυσίνη (A)	Lys
$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}-\overset{\text{NH}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$	Αργινίνη	Arg
	Ιστιδίνη	His

Ο βιοχημικός ρόλος των πρωτεϊνών

Οι πρωτεΐνες είναι βασικά συστατικά όλων των ζωντανών κυττάρων. Διακρίνονται, από χημική σκοπιά, από τους υδατάνθρακες και τα λίπη, μια και περιέχουν $\approx 16\%$ N πέρα από τα C, H και O. Οι πρωτεΐνες έχουν ως γενική αποστολή να κατασκευάζουν και να συντηρούν ιστούς. Επίσης σχηματίζουν ένζυμα, **αντισώματα** και κάποιες ορμόνες. Ρυθμίζουν ορισμένες σωματικές λειτουργίες, όπως την κίνηση των υγρών, την ισορροπία οξέων-βάσεων κ.λπ.

Οι πρωτεΐνες υδρολύονται στον οργανισμό με την επίδραση ενζύμων γνωστών ως **πρωτεολυτικά ένζυμα** ή **πρωτεάσες**. Τα προϊόντα της υδρόλυσης αυτής ποικίλλουν ανάλογα με το είδος του ενζύμου. Έτσι οι **πρωτεϊνάσες** (π.χ. **πεψίνη**) δίνουν πεπτίδια, ενώ οι **πεπτιδάσες** αμινοξέα.

Αν το ενεργειακό ισοζύγιο ενός οργανισμού είναι αρνητικό, αυτός μπορεί να χρησιμοποιήσει και πρωτεΐνες για την παραγωγή ενέργειας πέρα από τις βασικές του "αποθήκες", που είναι οι υδατάνθρακες και τα λίπη. Η μέση ενεργειακή απόδοση των πρωτεϊνών είναι της τάξεως των 4 Kcal g^{-1} , μικρότερη δηλαδή εκείνης των λιπών και των σακχάρων. Οι πρωτεΐνες κατά το μεταβολισμό τους δεν οξειδώνονται προς CO_2 και H_2O (όπως οι υδατάνθρακες και τα λίπη) αλλά μεταπίπτουν σε ουρία, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Αυτό εξηγεί και τη σχετικά χαμηλή τους θερμιδομετρική απόδοση.

- Καθημερινά 20-30 g πρωτεϊνών είναι απαραίτητα στον ανθρώπινο οργανισμό για την παραγωγή των άλλων χημικών τα οποία συντηρούν τη ζωή. Πολλοί υγιεινολόγοι συνιστούν 44 g για μία μέση γυναίκα και 56 g για ένα μέσο άνδρα.
- 600 mL γάλα περιέχουν 20 g πρωτεϊνών, 1 αυγό 6 g και 1 κοτόπουλο (στήθος) 52 g.
- Η πεψίνη διασπά μόνο το 10% των πεπτιδικών δεσμών της πρωτεΐνης. Δημιουργεί έτσι πεπτίδια με σχετικές μοριακές μάζες από 300 έως 600.

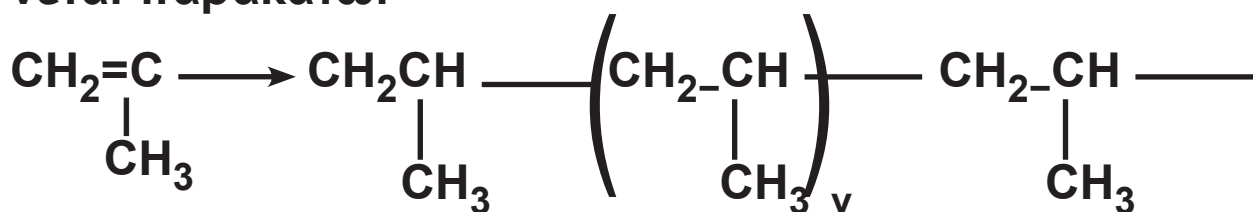
[5.4.] Πολυμερή («πλαστικά»)

Γενικά - κατάταξη

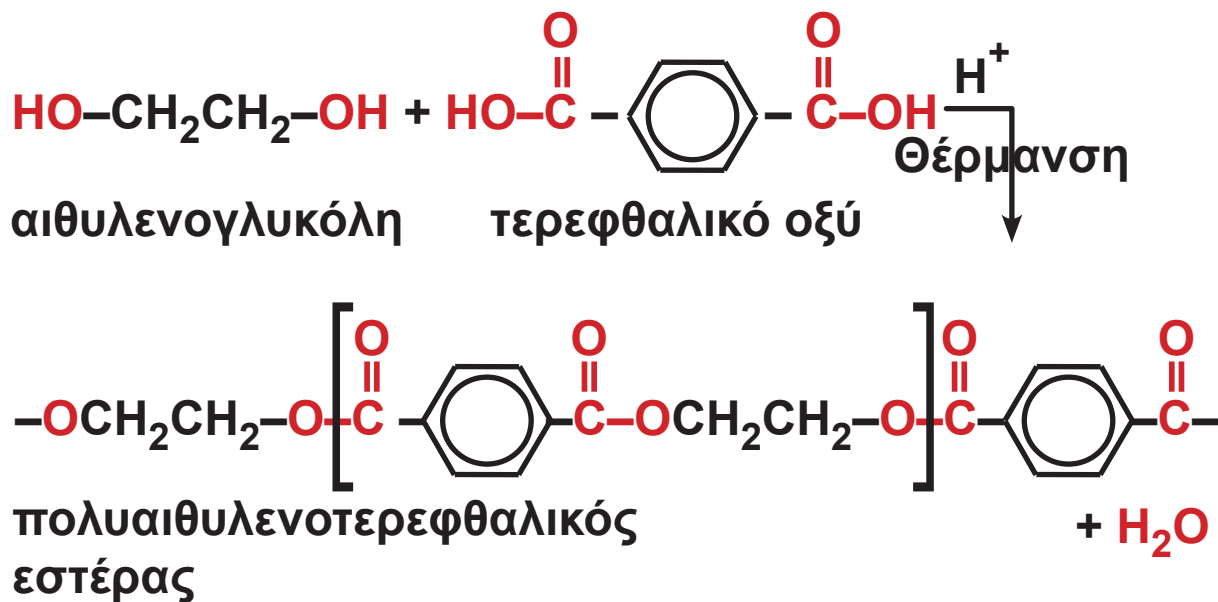
Τα πολυμερή είναι ενώσεις οι οποίες συνίστανται από πολύ μεγάλα μόρια τα οποία είναι φτιαγμένα από ένα μεγάλο αριθμό επαναλαμβανόμενων υπομονάδων. Η μοριακή αυτή (υπο)μονάδα, η οποία χρησιμοποιείται στη σύνθεση του πολυμερούς, ονομάζεται **μονομερές** και οι αντιδράσεις μέσω των οποίων το μονομερές ενώνεται προς το μεγαλομόριο λέγονται **αντιδράσεις πολυμερισμού**. Ο ορισμός αυτός αφορά τα λεγόμενα **πολυμερή προσθήκης**, μια και αυτά παράγονται από αντιδράσεις σύνθεσης ή προσθήκης. Μία δεύτερη περίπτωση πολυμερών είναι τα λεγόμενα **πολυμερή συμπύκνωσης** τα οποία, όπως ήδη αναφέρθηκε (βλέπε παράγραφο πρωτεϊνών) παράγονται από αντιδράσεις συμπυκνώσεως. Σ' αυτές οι μονομερείς ομάδες ενώνονται με διαμοριακή απόσπαση μικρών μορίων, όπως το H_2O .

- Ο όρος πλαστικά αφορά μία μεγάλη κατηγορία πολυμερών και δίνεται για διάκριση από συνθετικά ελαστικά και συνθετικές υφάνσιμες ίνες.

Ανάλογα λοιπόν με την αντίδραση παρασκευής τους τα πολυμερή διακρίνονται σε πολυμερή προσθήκης και συμπύκνωσης. Από ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα δίνεται παρακάτω.



Πολυμερισμός προπενίου ως παράδειγμα **πολυμερούς προσθήκης**.



Πολυμερισμός συμπύκνωσης με προϊόν πολυεστέρα.

Από άποψη προέλευσης τα πολυμερή μπορούν να διακριθούν σε πολυμερή τα οποία παράγει η φύση, τα λεγόμενα **βιοπολυμερή** και τα **συνθετικά** και τεχνητά πολυμερή. Ήδη έχουν αναφερθεί διάφορα βιοπολυμερή, όπως π.χ. τα παράγωγα της γλυκόζης (άμυλο και κυτταρίνη) καθώς και τα μετάξι και μαλλί σαν πρωτεΐνες (πολυαμίδια ή πολυπεπτίδια). Πολλά από τα συνθετικά ή τεχνητά πολυμερή, επειδή είναι παράγωγα του εργαστηρίου και της βιομηχανίας και όχι της φύσης δεν είναι «βιοαποσυντιθέμενα» πλαστικά. Και τούτο διότι, μια και δεν τα παράγει η φύση δεν τα αναγνωρίζει και δεν έχει τον τρόπο να τα αποβάλει ή απορροφήσει ή να τα αφομοιώσει. Βέβαια πολλά από αυτά τα υλικά είναι καύσιμα, αν και η πύρωση ή **πυρόλυσή** τους δεν είναι πάντα πρόσφορη μέθοδος απόρριψης, μια και προκαλεί σοβαρή μόλυνση του αέρα. Οι προσπάθειες τείνουν αφενός μεν στην παρασκευή βιοαποσυντιθεμένων πλαστικών, αφετέρου δε στην **ανακύκλωση** των πλαστικών απορριμμάτων.

Ανάλογα τώρα με τη συμπεριφορά τους κατά τη θέρμανσή τους, διακρίνονται σε **θερμοστατικά** και

Θερμοπλαστικά. Τα θερμοπλαστικά μαλακώνουν με τη θέρμανσή τους και μάλιστα με κατάλληλη πίεση μορφοποιούνται σε διάφορα σχήματα. Επανέρχονται δε, όταν ψυχθούν στην αρχική τους κατάσταση. Τα θερμοστατικά συνήθως σκληραίνουν με θέρμανση και δεν επανέρχονται στην αρχική τους κατάσταση, όταν ψυχθούν.

- Φυσικό προϊόν: προϊόν το οποίο παράγει η φύση.
Συνθετικό προϊόν: προϊόν το οποίο έχει την ίδια χημική σύσταση με το φυσικό και ανάλογες ιδιότητες (απομίμηση της φύσης από τον άνθρωπο).

- Τεχνητό προϊόν: δεν έχει την ίδια σύσταση με το φυσικό και βέβαια έχει διαφοροποιημένες ιδιότητες.

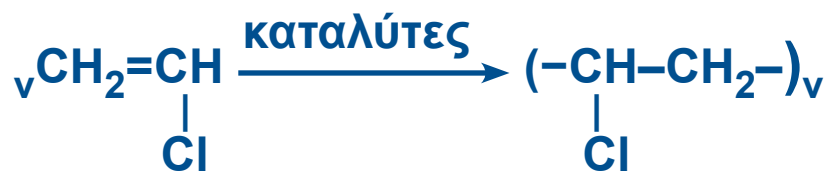
- Το πρώτο από τα θερμοστατικά πολυμερή ήταν ο κελλουλοΐτης (παράγωγο της κυτταρίνης), το οποίο ανακαλύφθηκε στην προσπάθεια εύρεσης υλικού που θα αντικαθιστούσε το ελεφαντόδοντο στις μπάλες του μπιλιάρδου.

Πολυμερή προσθήκης

Από το μηχανισμό της αντίδρασης πολυμερισμού προσθήκης φαίνεται ότι οι καλύτερες πρώτες ύλες (μονομερή) είναι τα αλκένια. Έτσι πράγματι τα πρώτα και πολύ σπουδαία πολυμερή προέκυψαν από το $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ και $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ (πολυαιθυλένιο και πολυπροπυλένιο αντίστοιχα).

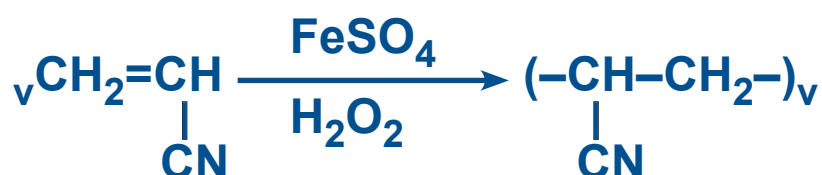
- Πολυαιθυλένιο μικρής πυκνότητας έχει M_r μεταξύ 50 000 και 300 000. Το μεγάλης πυκνότητας περί τα 3 000 000.

Το χλωροαιθένιο ή βινυλοχλωρίδιο, $\text{CH}_2=\text{CHCl}$, πολυμεριζόμενο δίνει ένα πολυμερές γνωστό ως PVC (ΠολυΒινυλοΧλωρίδιο):



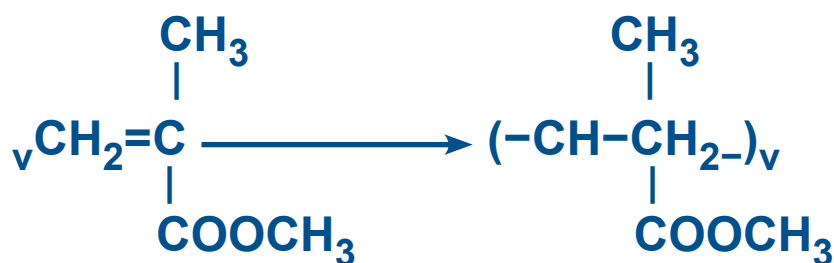
Το PVC έχει μέση σχετική μοριακή μάζα 1 500 000 και είναι ένα σκληρό και ανθεκτικό υλικό. Με τη μορφή αυτή χρησιμοποιείται για την παρασκευή σωλήνων, δίσκων φωνογράφου (pick-up) κ.λπ. Αν αναμειχθεί με εστέρες, μπορεί να γίνει πιο μαλακό (για το λόγο αυτό οι εστέρες λέμε ότι δρουν σαν πλαστικοποιητές). Το πλαστικοποιημένο PVC χρησιμοποιείται για την παρασκευή "δέρματος βινυλικού" από το οποίο κατασκευάζονται πλαστικά αδιάβροχα, πετάσματα μπάνιου (κουρτίνες) κ.λπ.

Πολυμερισμός του ακρυλονιτριλίου, $\text{CH}_2=\text{CHCN}$, δίνει το πολυακρυλονιτρίλιο το οποίο διαλυόμενο σε κατάλληλο διαλύτη (το διμεθυλοφορμαμίδιο) μπορεί να δώσει συνθετικές υφάνσιμες ίνες (Orlon).

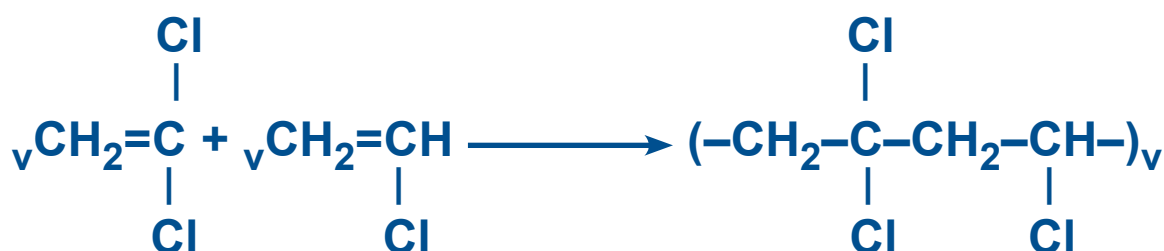


Το Teflon παράγεται από τον πολυμερισμό του τετραφθοροαιθυλενίου, $\text{CF}_2=\text{CF}_2$ παρουσία Fe^{2+} , H_2O_2 και H_2O . Το Teflon έχει σημείο τήξης 327°C που είναι ασυνήθιστα υψηλό για πολυμερές προσθήκης. Είναι αδρανές στα χημικά αντιδραστήρια και έχει πολύ μικρό συντελεστή τριβής.

Ένα πολυμερές με εξαιρετικές οπτικές ιδιότητες παράγεται από τον πολυμερισμό του μεθακρυλικού μεθυλίου, $\text{CH}_2=\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_3$.



Από τον **συμπολυμερισμό** βινυλοχλωριδίου και 1,1-διχλωρο-αιθυλενίου (βινυλιδενχλωρίδιο) παράγεται το κυριότερο υλικό κατασκευής ειδών συσκευασίας περιτυλίγματος τροφίμων:



Οι ιδιότητες των πολυμερών προσθήκης, όπως η κρυσταλλική ή όχι δομή τους, το σημείο τήξης ή καλύτερα μαλάκυσής τους, η πυκνότητα και οι μηχανικές τους ιδιότητες εξαρτώνται σε μέγιστο βαθμό από τις συνθήκες παραγωγής τους. Αυτές τελικά διαμορφώνουν τη στερεοχημεία του πολυμερούς. Με τη χρήση των λεγομένων καταλυτών Ziegler–Natta είναι πλέον δυνατός ο στερεοχημικός έλεγχος του παραγόμενου πολυμερούς.

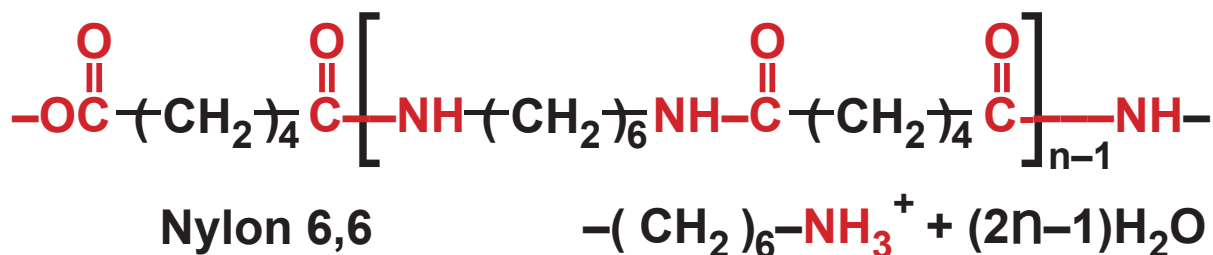
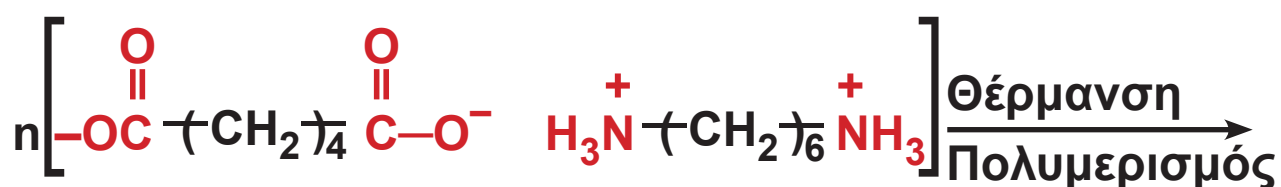
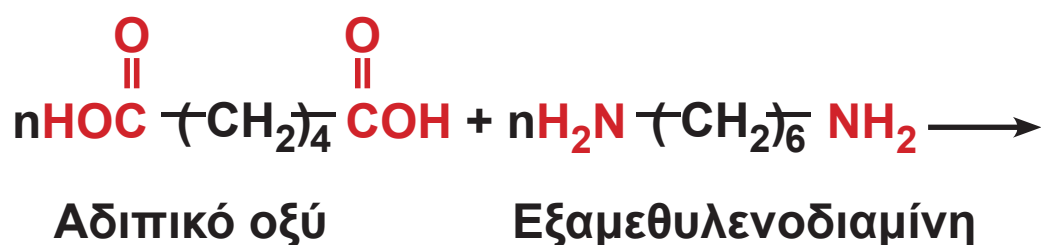
- Οι Ziegler και Natta μοιράστηκαν το βραβείο Nobel Χημείας το 1963.

Πολυμερή συμπύκνωσης

Εκτός από τις πρωτεΐνες που αναφέρθηκαν σε προηγούμενη παράγραφο, τα πλέον σημαντικά πολυμερή συμπύκνωσης είναι τα **πολυαμίδια**, οι **πολυεστέρες** και οι **ρητίνες της φορμαλδεΐδης**.

Τα πολυαμίδια (–NH–CO–)_n

Η έρευνα για ένα συνθετικό υλικό με ιδιότητες ανάλογες με εκείνες του μεταξιού οδήγησαν στην ανακάλυψη μιας ολόκληρης οικογένειας **συνθετικών πολυαμιδίων** γνωστών με το γενικό όνομα Nylon. Ένα από τα πιο σημαντικά Nylon είναι το Nylon 6,6. Αυτό μπορεί να παρασκευαστεί από ένα δικαρβονικό οξύ με έξι άτομα άνθρακα (το πρώτο 6 στην ονομασία), το **αδιπικό οξύ** και από μία διαμίνη με έξι άτομα άνθρακα (το δεύτερο 6...), την **εξαμεθυλενοδιαμίνη**. Στη βιομηχανική παραγωγή αυτές οι δύο ενώσεις αντιδρούν σε ισομοριακές αναλογίες ώστε να δώσουν ένα 1:1 άλας. Στη συνέχεια το άλας αυτό (λέγεται και άλας του Nylon) θερμαίνεται στους 270°C και σε πίεση ≈ 17 atm, οπότε πολυμερίζεται προς το πολυαμίδιο (Nylon).



Το Nylon 6,6 το οποίο παράγεται με αυτές τις συνθήκες έχει σχετική μοριακή μάζα ≈ 10 000 και σημείο τήξης

$\approx 250^{\circ}\text{C}$. Όταν τακεί μπορεί να μορφοποιηθεί σε ίνες οι οποίες στη συνέχεια επιμηκύνονται μηχανικά σε μήκος 4^{10} του αρχικού τους. Αυτή η επεξεργασία αυξάνει πολύ τις μηχανικές του ιδιότητες.



Ένας από τους σπουδαιότερους πολυεστέρες είναι και ο **πολυαιθυλενοτερεφθαλικός**, ο οποίος δόθηκε ως παράδειγμα πολυμερούς συμπύκνωσης. Εκτός από την παραπάνω αντίδραση, ο πολυεστέρας αυτός μπορεί να παρασκευαστεί και με αντίδραση **μετεστεροποίησης** και μετά πολυμερισμό του νέου εστέρα. Έτσι, αρχικά θερμαίνεται (≈ 200 οC) διμέθυλο τερεφθαλικός εστέρας με περίσσεια **αιθυλένο γλυκόλης** (το γνωστό και ως αντιψυκτικό στα ψυγεία των αυτοκινήτων). Έτσι προκύπτει ο νέος εστέρας, ο οποίος στη συνέχεια πολυμερίζεται προς τον πολυαιθυλενοτερεφθαλικό πολυεστέρα. Με μορφή υφανσίμων, συνθετικών ινών είναι γνωστός με τα ονόματα Dacron και Terylene.

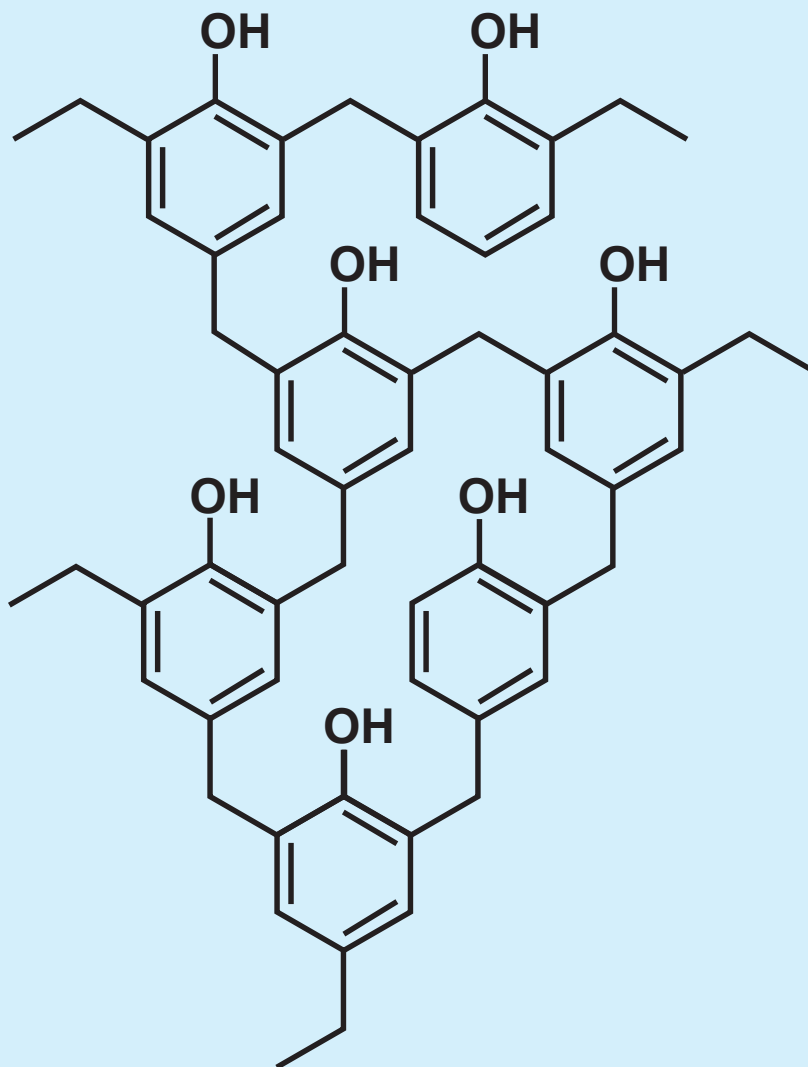


Μία ουρεθάνη παράγεται από την αντίδραση μιας αλκοόλης με ένα **ισοκυανικό ομόλογο**: $\text{R}-\text{OH} + \text{O}=\text{C}=\text{N}-\text{R}' \rightarrow \text{R}-\text{O}-\text{CO}-\text{NH}-\text{R}'$ (ουρεθάνη). Οι πολυουρεθάνες συνήθως παράγονται με αντίδραση μιας **διόλης** (πολυμερές με πρωτοταγείς $-\text{OH}$ με ένα διισοκυανικό παράγωγο, το οποίο συνήθως είναι το **τολουολο-2,4 - διισοκυανικό**. Προσθήκη μικρής ποσότητας

νερού στο μίγμα που πολυμερίζεται προκαλεί μερική υδρόλυση του $R-N=C=O$ προς CO_2 . Αυτό δημιουργεί τον **αφρό της πολυουρεθάνης**.

Πολυμερή φορμαλδεΐδης- φαινόλης

Ένα από τα πρώτα συνθετικά πολυμερή τα οποία παρήχθησαν ήταν και ένα πολυμερές (ή ρητίνη) γνωστό ως **βακελίτης**. Αυτός παράγεται με αντίδραση συμπύκνωσης μεταξύ φαινόλης C_6H_5OH και $HCH=O$ με καταλύτες οξέα ή βάσεις. Το παραγόμενο πολυμερές έχει πολύ υψηλό σημείο τήξης και είναι μονωτικό του ηλεκτρισμού.



Η δομή του
βακελίτη.

[5.5.] Υφάνσιμες ίνες

Υφάνσιμες ύλες είναι εκείνες οι οποίες με κατάλληλη επεξεργασία μπορούν να μετατραπούν σε ίνες από τις οποίες παρασκευάζονται νήματα και υφάσματα. Υφάνσιμες ίνες υπάρχουν: **φυσικές** (ο αμίαντος από τις ανόργανες, βαμβάκι, λινάρι, η κάνναβη από φυτικές και το μετάξι από ζωικές), **τεχνητές** (όπως αναγεννημένη φυτική κυτταρίνη και καζεΐνη του γάλακτος ζωική), **συνθετικές** (πολυαμίδια, πολυεστέρες κ.λπ.).

Εκτός από τα **πλαστικά** και τα **ελαστικά** ή ελαστομερή, ο πολυμερισμός χρησιμοποιήθηκε και για την παραγωγή συνθετικών υφανσίμων ινών. Ο άνθρωπος από νωρίς χρησιμοποίησε για την ένδυσή του τις τρεις κύριες φυσικές ίνες. **Μαλλί** και **μετάξι**, τα οποία όπως αναφέρθηκε είναι πρωτεϊνικής δομής, και **βαμβάκι** το οποίο είναι καθαρή κυτταρίνη (υδατάνθρακας). Οι μεγάλες όμως ανάγκες οδήγησαν στην έρευνα και δημιουργία συνθετικών και τεχνητών ινών, οι οποίες αποτελούν πλέον το αντικείμενο ενός μεγάλου βιομηχανικού κλάδου.

Για την παρασκευή τεχνητών υφανσίμων ινών δοκιμάστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν σε γενικές γραμμές όλα τα προϊόντα πολυμερισμού. Κυρίως όμως χρησιμοποιήθηκαν **πολυαμίδια**, **πολυεστέρες** και **πολυακρυλονιτρίλια**.

Η πλέον γνωστή συνθετική ίνα είναι το Nylon 6,6, το οποίο είναι ένα **πολυαμίδιο**, όπως ήδη αναφέρθηκε. Ειπώθηκε επίσης ότι δεν υπάρχει “ένα μόνο” Nylon. Το αρχικό Nylon 6,6 μετεξελίχθη σε Nylon 10,10 στο οποίο τα μονομερή (καρβοξυλικό οξύ και αμίνη) έχουν από 10 άτομα άνθρακα. Το Nylon 6 αποδείχτηκε πάντως το πλέον πετυχημένο, το οποίο προκύπτει από ένα μόνο μονομερές με 6 άτομα C και περιέχει στο ένα άκρο του την

–COOH και στο άλλο την –NH₂ .

Μετά τα πολυαμίδια η έρευνα οδήγησε στην παρασκευή ινών από **πολυεστέρες** και **ακρυλικά**. Από τους πολυεστέρες κυριότερος εκπρόσωπος είναι ο παραγόμενος από τη συμπύκνωση τερεφθαλικού οξέος με την αιθυλενογλυκόλη. Το προϊόν (Terylene, Dacron) πλησιάζει περισσότερο τις ιδιότητες του μαλλιού και σ' αυτό υπερτερεί του Nylon. Δεν έχει όμως την ελαστικότητα του τελευταίου.

Τα ακρυλικά (Orlon, Acrilan) είναι πολυμερή του ακρυλονιτριλίου και πλησιάζουν τις ιδιότητες μιας καλής ποιότητας μαλλιού. Ένα εξελιγμένο προϊόν στην κατηγορία αυτή είναι ένα **συμπολυμερές** ακρυλονιτριλίου με **CH₂=CCl₂** του οποίου οι ιδιότητες πλησιάζουν εκείνες του μεταξιού. Επιπλέον είναι ανθεκτικό στη φλόγα και δεν αναφλέγεται.

- Η πλέον γνωστή τεχνητή κυτταρινούχος υφάνσιμη ύλη είναι το τεχνητό μετάξι (rayon).
- Τεχνητό μαλλί είναι η λανιτάλη από καζεΐνη και φορμόλη.



Η ετήσια παραγωγή των υφανσίμων συνθετικών ινών για τις αρχές της δεκαετίας του '90 είναι περίπου 45 000 000 τόνοι. Οι πολυεστέρες είναι το 40%, τα Nylon το 35% και τα ακρυλικά το υπόλοιπο.

Ίνες αναπτύχθηκαν και από τα πολυαιθυλένιο και πολυπροπυλένιο για ειδικότερες χρήσεις. Γενικότερα οι τεχνητές ίνες έχουν το πλεονέκτημα να παρουσιάζουν **εξειδικευμένες ιδιότητες**, οι οποίες καλύπτουν ευρύ φάσμα αναγκών. Αυτό ίσως είναι και το κυριότερο πλεονέκτημά τους έναντι των φυσικών ινών.

Όπως καταλαβαίνει κανείς, οι διαφορές των υφανσίμων υλών και ινών θα πηγάζουν από τις διαφορές στη χημική τους σύσταση. Έτσι π.χ. το μετάξι είναι πρωτεϊνικής φύσης, ενώ το τεχνητό μετάξι (rayon) είναι υδατάνθρακας. Το μαλλί είναι ζωική πρωτεΐνη, ενώ η λανιτάλη ξεκινά από πρωτεΐνη γάλακτος. Το βαμβάκι είναι καθαρή κυτταρίνη (υδατάνθρακας), ενώ το terylene πολυεστέρας. Οι φυσικές ίνες απορροφούν νερό (όπως ιδρώτα) σε γενικές γραμμές ευκολότερα από τις συνθετικές και συνεπώς μπορούν να βαφούν και να φινιριστούν με τη βοήθεια ουσιών διαλυτών στο νερό. Αντίθετα, οι συνθετικές επειδή δεν προσροφούν νερό, απαιτούν πολυπλοκότερες επεξεργασίες και ακριβότερα υλικά. Επίσης, οι φυσικές ίνες αντέχουν σε υψηλότερες θερμοκρασίες από τις συνθετικές και δε διαλύονται σε πολλούς οργανικούς διαλύτες, πράγμα το οποίο διευκολύνει το λεγόμενο στεγνό καθάρισμα.

Γνωρίζεις ότι...

Προϊόντα από
πολυαιθυλένιο



Η ανακάλυψη του πολυαιθυλενίου

Χωρίς καμιά αμφιβολία το πιο πετυχημένο πολυμερές από αυτά που αναπτύχθηκαν τη δεκαετία του '30 ήταν το πολυαιθυλένιο. Η ανακάλυψή του ήταν τυχαία και έγινε στα πλαίσια ενός προγράμματος βασικής έρευνας στα εργαστήρια της βιομηχανίας ICI στην Αγγλία.

Ως τις αρχές του 1930 δεν είχαν γίνει πολλές έρευνες γύρω από την επίδραση υψηλών πιέσεων πάνω στις χημικές αντιδράσεις. Η ICI αποφάσισε να κάνει μία βασική έρευνα αντιδράσεων υπό πίεση 1000 atm για να «δει τι θα γίνει». Έτσι το 1933 οι Dr. Gibson και Fawcett άρχισαν να μελετούν την αντίδραση μεταξύ αιθυλενίου και βενζαλδεΐδης περιμένοντας το σχηματισμό μιας σύμπλοκης ένωσης μεταξύ τους. Το πείραμα ξεκίνησε την Παρασκευή 24 Μαρτίου και όταν επέστρεψαν τη Δευτέρα διαπίστωσαν ότι υπήρχε διαρροή στη συσκευή και όλη η αλδεΐδη είχε φύγει. Ξεσκεπάζοντας το θερμαντικό μανδύα διαπίστωσαν ότι στο εσωτερικό της διάταξης είχε σχηματισθεί ένα κηρώδες υλικό. Στη μηνι-

αία τους αναφορά έγραψαν: «Μελετήθηκε η αντίδραση μεταξύ αιθυλενίου και βενζαλδεΐδης στους 170°C και 2 000 atm πίεση. Μία ποσότητα κηρώδους πολυμερούς του αιθυλενίου σχηματίστηκε». Η εργασία γύρω από το θέμα αυτό σταμάτησε. Το πολυαιθυλένιο είχε ανακαλυφθεί αλλά δεν είχε εξερευνηθεί...

Οι ίδιοι, σχολιάζοντας τα γεγονότα αυτά το 1964, έγραψαν: «Ανατρέχοντας στα τότε γεγονότα, κάνει εντύπωση το σταμάτημα των εργασιών γύρω από αυτήν την ενδιαφέρουσα ανακάλυψη η οποία είχε μόνο ακαδημαϊκό ενδιαφέρον εκείνη την εποχή. Όμως τότε η επιστήμη των συνθετικών πολυμερών ήταν ακόμη στα σπάργανα και κανείς δεν ονειρευόταν τη σημερινή τεράστια τεχνολογική και εμπορική εξέλιξή τους. Την εποχή εκείνη τα μόνα θερμοπλαστικά πολυμερή ήταν το πολυμεθυλομεθακρυλικό και το πολυστυρένιο, υλικά και τα δύο πολύ σκληρά και πολύ διαφορετικά από το μαλακό, διαφανές πολυμερές του αιθυλενίου το οποίο είχαμε ανακαλύψει...»

Δύο χρόνια αργότερα επαναλήφθηκε το πείραμα προσπαθώντας να ανεβάσουν την πίεση στις 2 000 atm. Δεν πέτυχαν όμως την πίεση αυτή και απλά διαβίβαζαν, όσο αέριο αιθυλένιο είχαν, στη συσκευή πιστεύοντας ότι υπήρχε διαρροή. Έψυξαν στη συνέχεια το δοχείο χωρίς όμως να το ανοίξουν αμέσως (δηλαδή κρατώντας την πίεσή του σταθερή). Ανοίγοντάς το τελικά το βρήκαν γεμάτο από μία άσπρη σκόνη που ήταν το πολυμερές. Αργότερα βρέθηκε ότι, αν η πίεση ελαττωθεί πριν από την ψύξη, τότε το πολυμερές παράγεται στην κηρώδη μορφή των Gibson και Fawcett.

Ανακεφαλαίωση

1. Η έρευνα έδειξε ότι τα πολυμερή είναι μεγαλομοριακές ενώσεις οι οποίες αποτελούνται από μία επαναλαμβανόμενη βασική μονάδα. Έτσι π.χ. η κυτταρίνη έχει για βασική μονάδα τη γλυκόζη.
2. Οι υδατάνθρακες θεωρήθηκαν αρχικά ως ενώσεις του C με μόρια νερού. Επίσης ονομάστηκαν και σάκχαρα, γιατί ορισμένες από αυτές έχουν γλυκιά γεύση.
3. Οι υδατάνθρακες με βάση τις περιεχόμενες χαρακτηριστικές ομάδες διακρίνονται σε πολυυδροξυαλδεΐδες και πολυυδροξυκετόνες.
4. Οι υδατάνθρακες με βάση τα προϊόντα υδρόλυσης διακρίνονται σε ολιγοσακχαρίτες (μόνο, δι ... σακχαρίτες) και πολυσακχαρίτες, οι οποίοι υδρολύόμενοι δίνουν πάνω από 10 μόρια μονοσακχαριτών.
5. Οι μονοσακχαρίτες κατατάσσονται με βάση τη χαρακτηριστική ομάδα σε αλδόζες και κετόζες και με τον αριθμό ατόμων C τα οποία έχουν. Έτσι π.χ. η γλυκόζη είναι μία αλδοεξόζη, ενώ η φρουκτόζη είναι μία κετοεξόζη.
6. Μία από τις χημικές ιδιότητες των μονοσακχαριτών η οποία χρησιμοποιείται για την ταυτοποίησή τους είναι ο αναγωγικός τους χαρακτήρας. Οι αλδόζες και οι α-υδροξυκετόζες ανάγουν ήπια οξειδωτικά, όπως τα αντιδραστήρια Fehling και Tollens δίνοντας χαρακτηριστικά ιζήματα.
7. Οι υδατάνθρακες συνθέτονται στα πράσινα φυτά με τη **φωτοσύνθεση**. Αυτή είναι μία πολύπλοκη διαδικασία η οποία χρησιμοποιεί την ηλιακή ενέργεια, για να ανάγει ή να δεσμεύσει το CO_2 . Οι υδατάνθρακες στα φυτά είναι η κύρια “αποθήκη” της

- ηλιακής ενέργειας και μέσω αυτών αυτή μεταφέρεται και στα ζώα ως τροφή.
8. Ο μεταβολισμός των υδατανθράκων είναι και αυτός με τη σειρά του ένα σύνολο ενζυματικά καταλυομένων αντιδράσεων, στις οποίες κάθε στάδιο-βήμα που δίνει ενέργεια (εξώθερμο ή καλύτερα **εξω-εργονικό**) είναι μία οξείδωση. Η απόδοσή τους είναι περίπου $4 \text{ kcal}\cdot\text{g}^{-1}$
 9. Τα λίπη και τα έλαια είναι εστέρες της γλυκερίνης με ανώτερα μονοκαρβονικά οξέα κορεσμένα (λίπη) ακόρεστα (έλαια).
 10. Η σαπωνοποίηση των λιπών και των ελαίων είναι η υδρόλυσή τους σε αλκαλικό περιβάλλον. Έτσι παράγονται τα άλατα των οξέων με Na ή K τα οποία αποτελούν τους σάπωνες.
 11. Η κύρια χρήση των σαπουνιών στηρίζεται στη λεγόμενη **απορρυπαντική τους δράση**. Ο μηχανισμός με τον οποίο αυτοί απομακρύνουν τους ρύπους είναι ανάλογος με εκείνον της διάλυσής τους. Το αιώρημα του σαπουνιού μπορεί να διαχωρίσει τη «βρωμιά» σε μικρότερα τμήματα, μια και η ανθρακική, υδρόφοβη, αλυσίδα μπορεί να διέλθει από την ελαιώδη επικάλυψή της.
 12. Τα **συνθετικά απορρυπαντικά** δρουν με τον ίδιο τρόπο με τον οποίο δρουν και οι σάπωνες. Από άποψη δομής έχουν και αυτά μία μακριά μη πολική, κορεσμένη, ανθρακική αλυσίδα με μία πολική ομάδα στο τέλος της. Οι πολικές ομάδες των περισσοτέρων συνθετικών απορρυπαντικών είναι θειικοί ή καλύτερα σουλφονικοί εστέρες ή θειικά άλατα του Na.
 13. Ο κυριότερος ρόλος των λιπών στη διατροφή των θηλαστικών είναι ως πηγή χημικής ενέργειας. Αποδίδουν σε μέσο όρο $9 \text{ kcal}\cdot\text{g}^{-1}$.

14. Οι πρωτεΐνες είναι τα σημαντικότερα βιολογικά πολυαμίδια και οι μονομερείς τους μονάδες είναι περίπου 20 διαφορετικά αμινοξέα. Τα αμινοξέα αυτά συνδέονται με πεπτιδικό δεσμό κάνοντας τις πρωτεΐνες πολυπεπτίδια.
15. Οι πρωτεΐνες εκτελούν πολλές αποστολές, όπως να κατασκευάζουν και να συντηρούν ιστούς. Μεταβολίζονται σε ουρία αποδίδοντας περίπου $4 \text{ kcal} \cdot \text{g}^{-1}$.
16. Τα πολυμερή προσθήκης είναι ενώσεις οι οποίες συνίστανται από πολύ μεγάλα μόρια τα οποία είναι φτιαγμένα από έναν μεγάλο αριθμό επαναλαμβανομένων υπομονάδων. Η μοριακή αυτή (υπο) μονάδα ονομάζεται μονομερές και οι αντιδράσεις μέσω των οποίων το μονομερές ενώνεται προς το μεγαλομόριο, λέγονται αντιδράσεις πολυμερισμού.
17. Τα πολυμερή συμπύκνωσης παράγονται από αντιδράσεις συμπύκνωσης. Σ' αυτές οι μονομερείς ομάδες ενώνονται με διαμοριακή απόσπαση μικρών μορίων όπως το H_2O .
18. Πολυμερή προσθήκης είναι τα πολυαιθυλένιο, πολυπροπυλένιο, πολυβινυλοχλωρίδιο, πολυακρυλονιτρίλιο. Η στερεοδομή του πολυμερούς μπορεί να ελέγχεται με καταλύτες.
19. Τα πλέον σημαντικά πολυμερή συμπύκνωσης είναι τα πολυαμίδια, οι πολυεστέρες και οι ρητίνες της φορμαλδεΐδης. Από τα πολυαμίδια σπουδαιότερα είναι τα Nylon και από τους πολυεστέρες ο πολυαιθυλενοτερεφθαλικός. Η ουρεθάνη παράγεται από την αντίδραση μιας αλκοόλης με ένα ισοκυανικό ομόλογο. Ο βακελίτης είναι ένα συμπολυμερές φαινόλης και φορμαλδεΐδης.

20. Υφάνσιμες ύλες είναι εκείνες οι οποίες με κατάλληλη επεξεργασία μπορούν να μετατραπούν σε ίνες από τις οποίες παρασκευάζονται νήματα και υφάσματα. Υφάνσιμες ίνες υπάρχουν: **φυσικές** (ο **αμίαντος** από τις ανόργανες, βαμβάκι, λινάρι, η κάνναβη από φυτικές και το μετάξι από ζωικές), **τεχνητές** (όπως αναγεννημένη κυτταρίνη, φυτική και καζεΐνη του γάλακτος ζωική), **συνθετικές** (πολυαμίδια, πολυεστέρες).

Λέξεις-κλειδιά

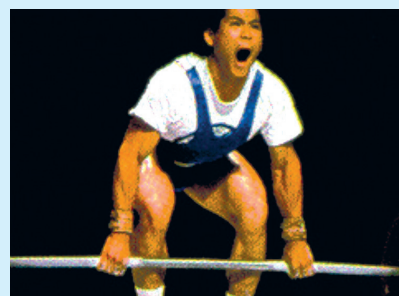
● μεγαλομόρια	● λιπίδια	● πλαστικά
● δομική μονάδα	● τριγλυκερίδια	● πολυμερές
● υδατάνθρακες	● λίπη	● μονομερές
● σάκχαρα	● έλαια	● πολυμερή προσθήκης
● πολυυδροξυαλδεΐδες	● σαπωνοποίηση	● πολυαιθυλένιο
● πολυυδροξυκετόνες	● σάπωνες	● πολυπροπυλένιο
● ολιγοσακχαρίτες	● υδρόφιλο	● πολυακρυλικό
● πολυσακχαρίτες	● υδρόφοβο	● συμπολυμερισμός
● μονοσακχαρίτες	● απορρυπαντικά	● πολυμερή συμπύκνωσης
● αλδόζες	● αλκυλοσουλφονικά	● πολυαμίδια

● κετόζες	● εξαλάτωση	● nylon
● εξόζες	● μετάξι	● πολυεστέρες
● γλυκεριναλ- δεϋδρη	● βιοπολυμερή	● πολυουρεθάνες
● ταυτοποίηση	● πρωτεΐνες	● βακελίτης
● σύνθεση	● λευκώματα	● υφάνσιμες ίνες
● Fehling	● ορμόνες	● μαλλί
● Benedict	● ένζυμα	● orlon
● Tollens	● αμινοξέα	
● φωτοσύνθεση	● πεπτιδικός δεσμός	
● μεταβολισμός	● πολυαμίδια	
● άμυλο	● πρωτογενής δομή	
● γλυκογόνο	● γλυκίνη	
● κυτταρίνη	● αλανίνη	

Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

Ερωτήσεις επανάληψης

1. Ποιες ενώσεις λέγονται μεγαλομοριακές;
2. Τι είναι οι δομικές μονάδες των μεγαλομοριακών ενώσεων;
3. Από πού προέρχεται η ονομασία υδατάνθρακες;
4. Όλα τα σάκχαρα έχουν γλυκιά γεύση;
5. Πώς ταξινομούνται τα σάκχαρα με βάση τις χαρακτηριστικές τους ομάδες;
6. Ποια σάκχαρα καλούνται απλά και ποια υδρολυόμενα;
7. Τι είναι οι ολιγοσακχαρίτες και τι οι πολυσακχαρίτες;
8. Τι είναι η γλυκόζη και τι η σακχαρόζη;
9. Δώστε δύο παραδείγματα πολυσακχαριτών.
10. Δώστε από ένα παράδειγμα αλδοπεντόζης και κετοεξόζης.
11. Ποιο είναι το απλούστερο σάκχαρο;
12. Ποια σάκχαρα ονομάζονται αναγόμενα;
13. Ποιο είναι το αντιδραστήριο του Fehling;
14. Ποια δοκιμασία δίνει ως προϊόν το κάτοπτρο Ag;
15. Τι χρώμα έχει το ίζημα που προκύπτει από το αντιδραστήριο του Fehling;
16. Τι καλείται ταυτοποίηση μιας ένωσης;
17. Τι είναι η φωτοσύνθεση και τι ο μεταβολισμός ενός σακχάρου;



18. Ποια είναι σε μέσο όρο η θερμοδομετρική αξία ενός g υδατάνθρακα;
19. Ποια είναι τα βιοπολυμερή;
20. Τι είναι ο πεπτιδικός δεσμός;
21. Ποια η διαφορά πολυπεπτιδίων από πρωτεΐνες;
22. Τι είναι ο πολυμερισμός συμπύκνωσης και σε τι διαφέρει από εκείνον της προσθήκης;
23. Τι καλείται πρωτογενής δομή στα αμινοξέα;
24. Δώστε παραδείγματα πρωτεϊνών καθώς και τις λειτουργίες που επιτελούν.
25. Τι είναι από άποψη δομής το βαμβάκι, το μαλλί και το Nylon;
26. Τι είναι τα πολυαμίδια;
27. Δώστε ένα παράδειγμα πολυεστέρα και των εφαρμογών του.
28. Τι περιλαμβάνει ο όρος πλαστικά;
29. Δώστε από δύο παραδείγματα πολυμερών προσθήκης.
30. Τι είναι ο συμπολυμερισμός; Δώστε ένα παράδειγμα.
31. Δώστε ένα παράδειγμα πολυεστέρα και μιας πολυουρεθάνης.
32. Τι είναι ο βακελίτης και ποια η κύρια ιδιότητά του;
33. Να αναφέρετε παραδείγματα φυσικών, τεχνητών και συνθετικών υφανσίμων ινών.
34. Να αναφέρετε δύο πλεονεκτήματα των φυσικών ινών έναντι των συνθετικών.

Ασκήσεις - Προβλήματα

α. Συνθετικά πολυμερή

35. Παρακάτω δίνονται τα εμπορικά ονόματα ορισμένων πολύ γνωστών πολυμερών (πλαστικών). Δώστε τα αντίστοιχα μονομερή:

- α. PVC β. Στυρόλιο γ. Πολυπροπυλένιο δ. Teflon
ε. Orlon στ. Plexiglas
36. Τα πολυμερή συμπύκνωσης τα οποία προκύπτουν από δύο ή περισσότερα μονομερή λέγονται:
α. ετεροπολυμερή β. ομοπολυμερή
γ. συμπολυμερή δ. ελαστικά ε. πλαστικά
37. Το μόριο που θα αποσπασθεί κατά τη συμπύκνωση των $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ και $\text{C}_2\text{H}_5\text{OOC} - \text{C}_6\text{H}_5 - \text{COOC}_2\text{H}_5$ (διαιθυλοτερεφθαλικός εστέρας) είναι:
α. H_2O β. CH_3OH γ. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ δ. C_6H_6
- *38. Υπάρχουν ανάμεσα στα άλλα και δύο πολυπροπυλένια. Το ένα είναι μαλακό, με χαμηλό σημείο τήξης και μικρή αντοχή. Το άλλο είναι μεγάλης αντοχής και υψηλού σημείου τήξης. Σε ποιο από τα δύο πιστεύετε ότι τα μόριά του είναι πιο «τακτικά» συνδεδεμένα ή πιο κρυσταλλικά;
39. Στα πολυμερή προσθήκης η σχετική μοριακή μάζα του πολυμερούς είναι ακριβώς της M_r του
40. Ένα πολυμερές που έχει την παρακάτω δομή:
 $\sim\text{A} - \text{A} - \text{A} - \text{A} - \text{A} - \text{A} \sim$ θα το χαρακτηρίζατε σαν:

A	A	A	A	A	A

α. γραμμικό
β. διακλαδισμένο
γ. δικτυωτό
41. Τι είναι σωστότερο να ορίζεται ως βαθμός πολυμερισμού (n ή i): ο αριθμός των μονομερών που αποτελούν το πολυμερές ή ο αριθμός των μονομερών που αποτελούν μία αλυσίδα του πολυμερούς;
42. Τα υλικά τα οποία επανακτούν το αρχικό τους σχήμα μετά από μία παραμόρφωση λέγονται:
α. πλαστικά β. ελαστομερή γ. θερμοπλαστικά
δ. ίνες

43. Ποια είναι η σχετική μοριακή μάζα του PVC, αν ένα μόριο του πολυμερούς αποτελείται από 2 500 μόρια του μονομερούς;

$$M_r = 156\ 250$$

44. Η αντίδραση



είναι μία αντίδραση: α. πολυμερισμού
β. συμπύκνωσης
γ. εστεροποίησης
δ. προσθήκης

45. Στην παραπάνω αντίδραση και κυρίως στη φάση του πολυμερισμού απομακρύνεται κατάλληλα το νερό. Αυτό γίνεται:

α. Για να παράγεται άνυδρο προϊόν.
β. Για να μη διασπάται το προϊόν.
γ. Για να επιταχύνεται η αντίδραση λόγω αύξησης της συγκέντρωσης των αντιδρώντων.
δ. Για να μετατοπίζεται η ισορροπία προς τα «δεξιά».

46. Το μονομερές του $(-CH_2-CH=CH-CH_2-)_v$ είναι:

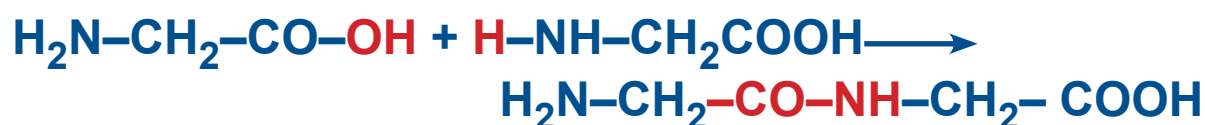


47. Ποια είναι η σχετική μοριακή μάζα πολυμερούς που αποτελείται από 2000 μόρια του μονομερούς $CH_2=CH-CH=CH_2$;

$$M_r = 108\ 000$$

β. Πρωτεΐνες

48. Το προϊόν της αντίδρασης:



είναι: α. μία πρωτεΐνη β. ένας εστέρας
 γ. ένα πολυπεπτίδιο δ. ένα διπεπτίδιο

49. Μεταξύ των αμινοξέων **αλανίνη**, $\text{NH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-COOH}$ και **γλυκίνη**, πόσα και ποια διπεπτίδια μπορούν να δημιουργηθούν; Σε τι τυχόν διαφέρουν;

$2^2 = 4$ αμινοξέα

- *50. Πόσα διπεπτίδια μπορούν να προκύψουν από συνδυασμό 20 διαφορετικών αμινοξέων; Θυμηθείτε ότι μεταξύ 2 προκύπτουν δύο, μεταξύ τριών 9 κ.ο.κ.

51. Οι πρωτεΐνες μπορούν να θεωρηθούν φυσικά ή πολυμερή.....

- *52. Η $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$, το CH_3COOH και το $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ έχουν αντίστοιχα σημεία τήξης -81 , 17 και 233°C . Αυτό οφείλεται στις διαφορετικές μοριακές τους μάζες ή στην ύπαρξη διαφορετικών δυνάμεων άρα και δεσμών μεταξύ των μορίων τους; Τι είδους δυνάμεις αναμένετε να υπάρχουν στα δύο τελευταία;

53. Ένα αμινοξύ το οποίο απομονώθηκε από έναν ιστό ζώου αναλύθηκε και βρέθηκε να περιέχει $18,65\%$ N. Το αμινοξύ αυτό είναι:

α. η γλυκίνη β. η αλανίνη

γ. η σερίνη ($\text{HO-CH}_2\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-COOH}$)

54. Ποσότητα $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ (αλανίνη) θερμαίνεται με διάλυμα HNO_2 , οπότε παράγονται $448\text{ cm}^3\text{ N}_2$ αναγόμενα σε πρότυπες συνθήκες (μέθοδος Van Slyke). Υπολογίστε την ποσότητα της αλανίνης.

1,78 g

γ. Υδατάνθρακες

55. Η αντίδραση



είναι μία:

(γλυκόζη) (φρουκτόζη)

α. φωτοσύνθεση β. καύση γ. υδρόλυση

δ. ισομερείωση

56. Στη φύση απαντούν περίπου 20 μονοσακχαρίτες εκ των οποίων ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζουν η γλυκόζη και η φρουκτόζη. Και οι δύο έχουν μοριακό τύπο $C_6H_{12}O_6$, αλλά διαφέρουν στη δομή τους, δηλαδή στο δομικό, συντακτικό τύπο τους. Συνεπώς είναι ενώσεις:

α. πολυμερείς β. ισομερείς γ. μονομερείς

δ. διμερείς

*57. Η αμυλόζη που είναι το κύριο συστατικό του αμύλου βρέθηκε να έχει M_r ίσο με $4,5 \cdot 10^5$. Αυτή είναι πολυμερές της γλυκόζης προς την οποία και υδρολύεται: $(C_6H_{10}O_5)_v + vH_2O \longrightarrow v C_6H_{12}O_6$. Από πόσες λοιπόν γλυκοζιτικές μονάδες αποτελείται η συγκεκριμένης προέλευσης αμυλόζη;

58. Να αντιστοιχίσετε τους παρακάτω υδατάνθρακες με τις κατηγορίες στις οποίες ανήκουν

$C_{12}H_{22}O_{11}$ πολυσακχαρίτης

$C_6H_{12}O_6$ τρισακχαρίτης

$(C_6H_{10}O_5)_v$ εξόζη

$C_{18}H_{32}O_{16}$ δισακχαρίτης

59. Στα φυτά η περίσσεια της παραγόμενης γλυκόζης αποθηκεύεται ως, ενώ στα ζώα η αποθήκευση γίνεται στο συκώτι και τους μύς ως

60. Μία από τις σπουδαιότερες ζυμώσεις (ενζυματικές

διασπάσεις) που υφίστανται ορισμένα ζάχαρα είναι και η οينوπνευματική:



Το παραγόμενο CO_2 απομακρύνεται από το διάλυμα προκαλώντας έτσι μείωση βάρους του διαλύματος που ζυμώθηκε. Άρα η απώλεια βάρους % του σακχάρου θα είναι:

α. 88% β. 48,8% γ. 52% δ. 44% ε. 24,4%

61. Με ποια σειρά αντιδράσεων είναι δυνατόν με πρώτη ύλη γλυκόζη να παρασκευαστεί οξικός αιθυλεστέρας; Να αναφέρετε συνθήκες για κάθε προτεινόμενη αντίδραση.

****62.** Σε περίσσεια διαλύματος του Benedict προστίθενται 50,0 mL ενός διαλύματος $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

Καταπίπτει έτσι ερυθρό ίζημα Cu_2O , το οποίο πυρώνεται στον αέρα και μετατρέπεται σε CuO .

Αυτό τελικά ζυγίζει 3,18 g. Να υπολογίσετε την % w/v περιεκτικότητα του σακχαρούχου διαλύματος.

7,2% w/v

****63.** Από 1 000 Kg σακχαρότευτλα, τα οποία περιέχουν 15% σε βάρος καλαμοσάκχαρο, λαμβάνεται με σειρά ποσοτικών αντιδράσεων οينوπνευματικό διάλυμα 94 αλκοολικών βαθμών. Αν η πυκνότητα ρ της αλκοόλης είναι $0,8 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ να υπολογίσετε τον όγκο του διαλύματος.

107,3 L

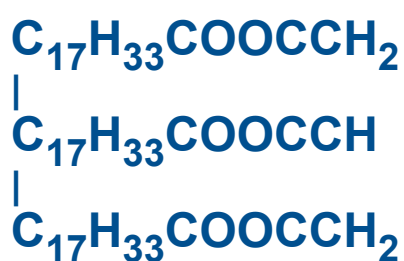
***64.** Οι σπόροι από το φυτό ηλιοτρόπιο περιέχουν ανά 28 g (μία ουγκιά) 7 g πρωτεΐνες, 5 g σάκχαρα και 12 g λίπους. Πόσα Kcal παίρνει κάποιος τρώγοντας 10 g από τους «ηλιόσπορους» αυτούς;

55,8 Kcal

δ. Λίπη, έλαια, σαπούνια, απορρυπαντικά

65. Οι εστέρες της γλυκερίνης με ανώτερα οργανικά οξέα είναι τα και τα Οι εστέρες κατώτερων ή μέσων αλκοολών με κατώτερα ή μέσα οξέα είναι τα ή essences.

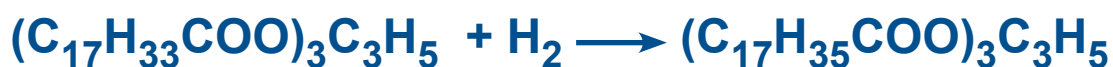
66. Η ένωση:



Είναι η:

- α. τριελαΐνη
- β. τριελαϊκός εστέρας της γλυκερίνης
- γ. ελαΐνη
- δ. όλα αυτά

67. Η αντίδραση

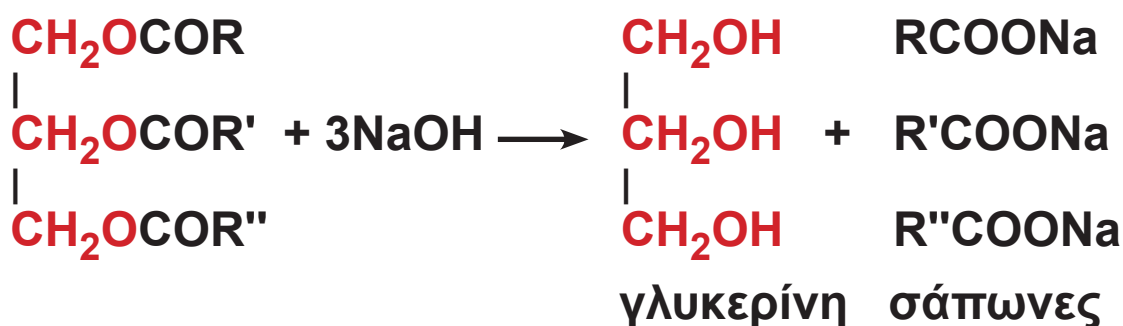


είναι:

- α. πολυμερισμός
- β. υδρογόνωση
- γ. σαπωνοποίηση
- δ. υδρόλυση

68. Το 9-οκταδιενικό οξύ (για την ακρίβεια το cis-) είναι το α. παλμιτικό β. το ελαϊκό γ. το στεατικό δ. οξικό

69. Η παρακάτω αντίδραση δίνει το γενικό σχήμα μιας αντίδρασης σαπωνοποίησης:



Η αντίδραση αυτή είναι ποσοτική, δηλαδή από 1 mol γλυκεριδίου παράγεται 1 mol γλυκερίνης. Αν όμως η αντίδραση γίνει σε ουδέτερο περιβάλλον, τότε παράγεται $\frac{1}{3}$ mol γλυκερίνης. Τότε η απόδοση αυτής θα είναι:

α. 66,6% β. 33,3% γ. 0,333 δ. 11,1%

70. Τα συνθετικά απορρυπαντικά υπερέχουν ως προς τα σαπούνια διότι: (Επιλέξτε τα σωστά)

- α. είναι πιο δυσδιάλυτα,
- β. δρουν και σε σκληρό νερό,
- γ. έχουν συναγωνίσιμο κόστος, μια και χρησιμοποιούν ως πρώτες ύλες πετρέλαιο και H_2SO_4 ,
- δ. παρουσιάζουν αλκαλική αντίδραση,
- ε. δε χρησιμοποιούν ως πρώτες ύλες ουσίες που έχουν θρεπτική αξία.

71. Τα σαπούνια με κάλιο, δηλαδή τα με Κ άλατα των λιπαρών οξέων είναι πιο απαλά και πιο διαλυτά από εκείνα με νάτριο. Χρησιμοποιούνται στις κρέμες ξυρίσματος και στα υγρά σαπούνια. Να γράψετε την αντίδραση σαπωνοποίησης της τριστεαρίνης με KOH .

72. Ένα πλυντήριο περιέχει 40 L νερό το οποίο είναι πολύ σκληρό και περιέχει $0,1 \text{ mol Ca}^{2+}$ ανά L. Πόσα g Na_2CO_3 (το οποίο είναι αποσκληρυντικό) χρειάζονται για να απομακρύνουν την ποσότητα αυτή του Ca; Ποια ποσότητα σαπουνιού σε σκόνη $[NaOCO(CH_2)_{16}CH_3]$ με σχετική μοριακή μάζα 306 καταναλώνεται για την καταβύθιση της ποσότητας αυτής του Ca;

416 g Na_2CO_3

1232 g σαπούνι.

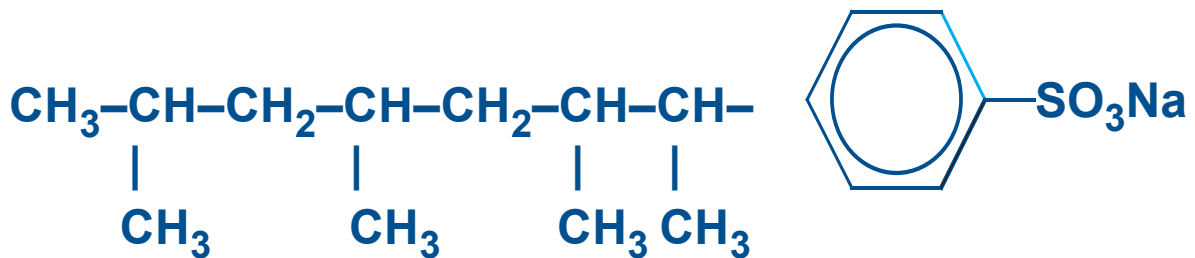
73. Γιατί δε θα χρησιμοποιούσατε για την παρασκευή σαπουνιού:

- α. λιπαρά οξέα με λιγότερα από 12 άτομα C,
- β. λιπαρά οξέα με πάνω από 18 άτομα C,

γ. οξέα με μεγάλη ανθρακική αλυσίδα για υγρά σαπούνια.

74. Μετά το 1970, πάνω από το 75% των απορρυπαντικών πλυντηρίων περιέχουν ένζυμα. Μπορείτε να κάνετε μια γενική αιτιολόγηση για την προσθήκη αυτή; Να εστιάσετε την προσοχή σας στη χρήση των ενζύμων **λιπάση** και **πρωτεάση**.

75. Η παρακάτω ένωση δε συνιστάται ως απορρυπαντικό διότι:



- α. προκαλεί πολύ μεγάλο αφρισμό,
- β. δε διαλύεται στο νερό,
- γ. δε βιοαποσυντίθεται από τα ένζυμα.

Δραστηριότητα

Η λακτόζη είναι ένας δισακχαρίτης που βρίσκεται στο γάλα. Παρόλο που το γάλα θεωρείται «σωματοφύλακας της υγείας», πολλοί ενήλικοι σε όλο τον κόσμο δεν μπορούν να πιουν γάλα, διότι δεν το χωνεύουν. Ο λόγος είναι ότι τα άτομα αυτά στερούνται της λακτάσης. Στα άτομα αυτά όταν πιουν γάλα, η λακτόζη σωρεύεται στο λεπτό έντερο, μια και δεν υπάρχει μηχανισμός απορρόφησης αυτού του δισακχαρίτη.

Η συσσώρευση αυτή προκαλεί «φούσκωμα», κράμπες και διάρροια.

Συνδυάζοντας χημεία και φυσιολογία απαντήστε:

- α. Γιατί η λακτόζη δεν περνά μέσα από τη μεμβρά-

νη των επιθηλίων κυττάρων του εντέρου στο κυτταρικό υγρό;

β. Γιατί αυτή η αυξημένη συγκέντρωση σακχάρου στο έντερο προκαλεί την υπερβολική είσοδο νερού σε αυτό με αποτέλεσμα να προκαλεί διάρροια;

γ. Πώς όλα αυτά αποφεύγονται από την παρουσία του κατάλληλου ενζύμου;

Απαντήσεις στις ασκήσεις πολλαπλής επιλογής και σωστού - λάθους

36. γ

37. με το ψηλό σ.τ.

39. πολλαπλάσιο
του μονομερούς

40. γ

41. το δεύτερο

42. β

44. β

45. γ και δ

46. γ

48. δ

51. Πολυπεπτίδια
ή αμίδια

52. Δεσμός Η

53. α

55. γ

56. β

59. άμυλο, γλυκογόνο

60. β

65. λίπη, έλαια,
αιθέρια έλαια

66. δ

67. β

68. β

69. β και γ

70. β και γ και ε

75. β



[ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α]

**ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ ΟΡΩΝ
ΕΡΕΥΤΗΡΙΟ
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΟΝΟΜΑΤΩΝ**

ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ ΟΡΩΝ

A

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

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

Αλεικυκλικές: όλες οι μη αρωματικές ισοκυκλικές ενώσεις.

Αλκαδιένια: υδρογονάνθρακες με δύο διπλούς δεσμούς στο μόριό τους.

Αλκάνια: οι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες.

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

Αλκίνια: υδρογονάνθρακες με ένα τριπλό δεσμό στο μόριό τους.

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

Αλκοολική ζύμωση: η παρασκευή οينوπνεύματος από τη γλυκόζη παρουσία ενζύμου.

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

Αριθμός οκτανίου: δείκτης ποιότητας βενζίνης.

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

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

B

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

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

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

Βιομόρια: χημικά μόρια που υπάρχουν στους ζωντανούς οργανισμούς.

Γ

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

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

Δ

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

Ε

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

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

Εστεροποίηση: η αντίδραση οξέος με αλκοόλη.

Η

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

Ι

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

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

Κ

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

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

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

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

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

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

M

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

N

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

Ξ

Ξίδι: το διάλυμα του οξικού οξέος.

O

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

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

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

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

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

Όξινος χαρακτήρας: κοινές ιδιότητες των οξέων.

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

Οργανική Χημεία: η χημεία των ενώσεων του άνθρακα.

Π

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

Πετρέλαιο: υγρό ορυκτό που αποτελείται κυρίως

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

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

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

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

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

Σ

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

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

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

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

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

Υ

Υδατάνθρακες: πολυυδροξυαλδεΐδες και πολυυδροξυκετόνες.

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

Φ

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

Φυσικό αέριο: μίγμα υδρογονανθράκων που συνυπάρχει με το πετρέλαιο και έχει ως κύριο συστατικό του το μεθάνιο (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

ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	2 He
2	Li	Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	Na	Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	81 Th	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	Fr	Ra	89-103	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt				112					

58	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
90	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Μέταλλα
 Μεταλλοειδή

Αμέταλλα

Ευγενή αέρια

λανθανίδες

ακτινίδες

[ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ]

ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΑΤΟΜΙΚΕΣ ΜΑΖΕΣ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΜΑΖΩΝ ΜΕ ΤΕΣΣΕΡΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΨΗΦΙΑ

Σχετικές Ατομικές Μάζες ορισμένων στοιχείων
(για υπολογισμούς)

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

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

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

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

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

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

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

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

[ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ]

ΘΕΜΕΛΙΩΔΗ ΜΕΓΕΘΗ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΕΣ

**ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑ ΚΑΙ
ΥΠΟΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑ ΜΟΝΑΔΩΝ**

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

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

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», 4^η 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. Μπομπέτσης, Δ. Υφαντής, «**Εργαστήριο Χημείας - Γ' Τάξη ΕΠΛ**», ΟΕΔΒ, 1992.
 - * Β. Καρώνης, Α. Μπομπέτσης, 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. Λοίζος, «**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. Μπομπέτσης, 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. Παπαχρυσόστομου, 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.
- * Morrison 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.
 - * 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. Robinson, "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.

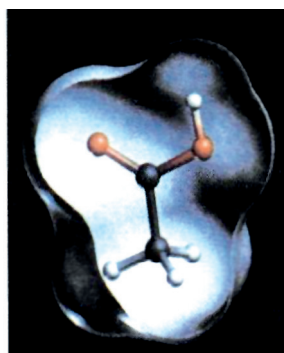
Περιεχόμενα Γενικής Παιδείας Β' Λυκείου

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ 2ου ΤΟΜΟΥ

3	Αλκοόλες – Φαινόλες	
3.1	Αλκοόλες	10
3.2	Κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες - Αιθανόλη	14
3.3	Φαινόλες	28
	Γνωρίζεις ότι: «Οι ψευδορμόνες»	33
	Γνωρίζεις ότι: «Το οινόπνευμα και οι συνέπειές του»	35
	Γνωρίζεις ότι: «Οινοπνευματώδη ποτά»	38
	Ανακεφαλαίωση - Λέξεις κλειδιά - Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα	40

4	Καρβοξυλικά οξέα	
4.1	Κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα - Αιθανικό οξύ	54
4.2	Γαλακτικό οξύ ή 2 - υδροξυπροπανικό οξύ	62
4.3	Βενζοϊκό οξύ	65
	Γνωρίζεις ότι: «Τα θαλασσινά οξέα»	70
	Γνωρίζεις ότι: «Χημικά πρόσθετα»	72
	Ανακεφαλαίωση - Λέξεις κλειδιά - Ερωτήσεις - σκήσεις - Προβλήματα	74

5	Βιομόρια και άλλα μόρια	
5.1	Υδατάνθρακες	86
5.2	Λίπη και έλαια	97
5.3	Πρωτεΐνες	106
5.4	Πολυμερή - πλαστικά	115
5.5	Υφάνσιμες ύλες	123
	Γνωρίζεις ότι: «Η ανακάλυψη του πολυαιθυλενίου»	126
	Ανακεφαλαίωση - Λέξεις κλειδιά - Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα	128
	Παραρτήματα	145
	Βιβλιογραφία	164







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.