

Χημεία

Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

ΤΟΜΟΣ 6ος

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

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

**Ομάδα Συγγραφής:
Στέλιος Λιοδάκης, Δρ. Χημικός,
Επικ. Καθηγητής ΕΜΠ**

**Δημήτρης Γάκης, Δρ. Χημικός
Μηχανικός, Λέκτορας ΕΜΠ**

**Δημήτρης Θεοδωρόπουλος, Χημικός
Μηχανικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης**

**Παναγιώτης Θεοδωρόπουλος,
Χημικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης**

**Αναστάσιος Κάλλης,
Χημικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης**

**Ομάδα Τεχνικής Υποστήριξης:
Στάθης Σιάνος, Χημικός Μηχανι-
κός ΕΜΠ**

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

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

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

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

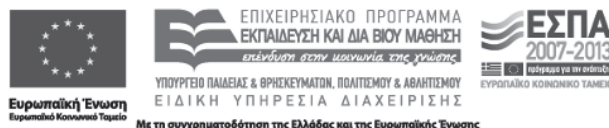
Γλωσσική Επιμέλεια:
Ελένη Δημητρίου

Τεχνική Επιμέλεια:
Στέλιος Λιοδάκης

**Υπεύθυνος στο πλαίσιο του
Παιδαγωγικού Ινστιτούτου:**
**Αντώνιος Μπομπέτσας, Χημικός,
M.Ed, Ph.D, Σύμβουλος Π.Ι.**

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

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



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

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

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

**ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ
ΓΙΑ ΜΑΘΗΤΕΣ
ΜΕ ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΟΡΑΣΗ**

ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ
ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ**

**ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ**

Χημεία

Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

Στέλιος Λιοδάκης

Δημήτρης Γάκης

Δημήτρης Θεοδωρόπουλος

Παναγιώτης Θεοδωρόπουλος

Αναστάσιος Κάλλης

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

ΤΟΜΟΣ 6ος

Ι.Τ.Υ.Ε. «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

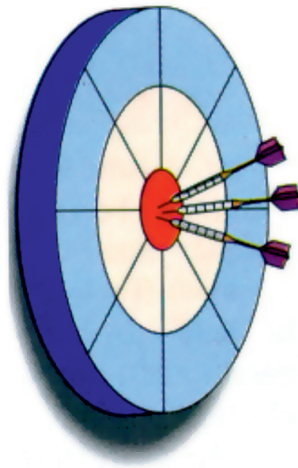
(5) ΒΙΟΜΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΛΛΑ ΜΟΡΙΑ

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

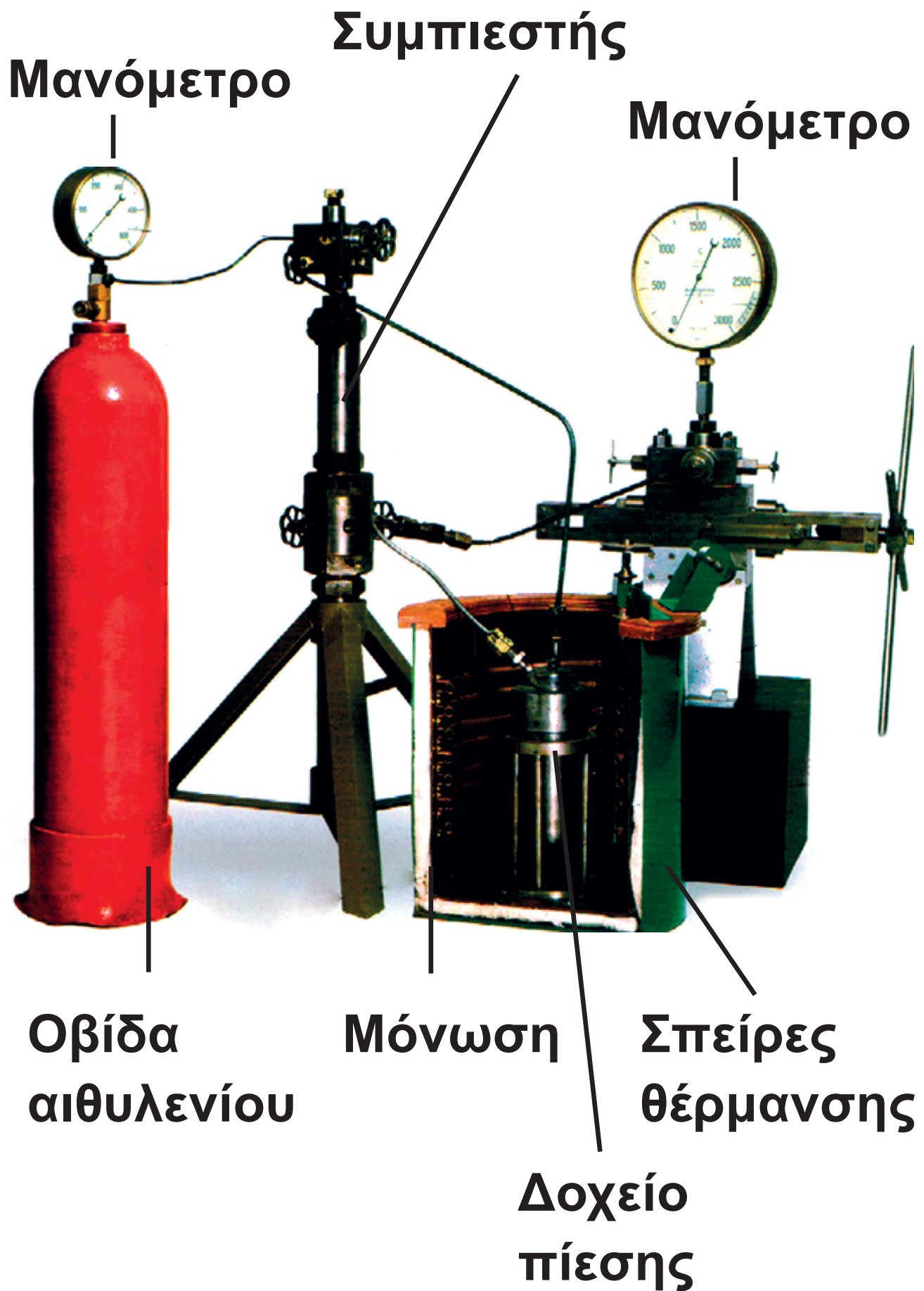
5.2. Λίπη - έλαια - σαπούνια -
απορρυπαντική δράση

5.3. Πρωτεΐνες

5.4. Πολυμερή-πλαστικά

5.5. Υφάνσιμες ίνες

Ερωτήσεις - προβλήματα



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 πολυαιθυλένιο 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, μαλί 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 υγροχημικές 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 επιπλέον 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...

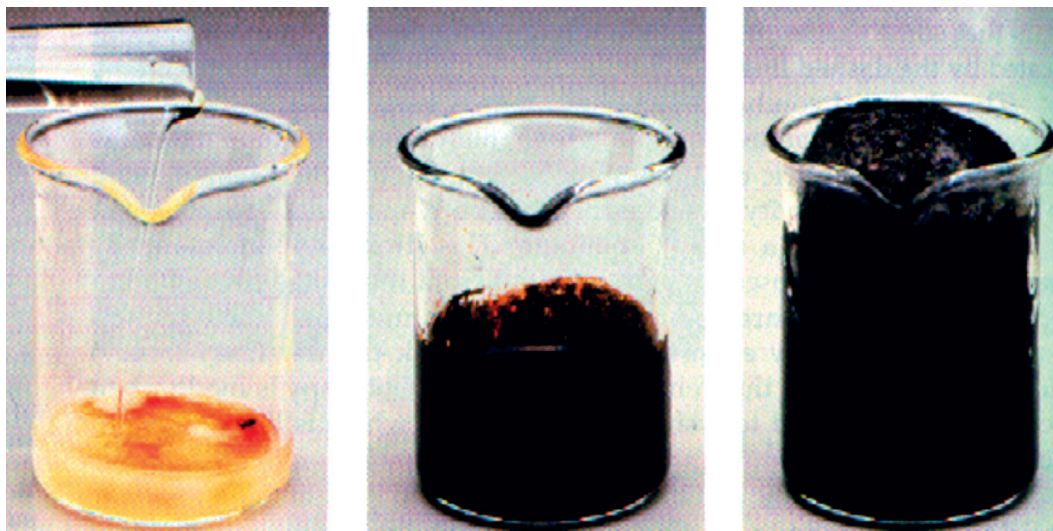
...Οι ιδιότητες των υλικών μπορούν πια να σχεδιάζονται και όχι απλώς να αναζητούνται από τα υπάρχοντα υλικά...

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 **σάκχα-ρα** 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.

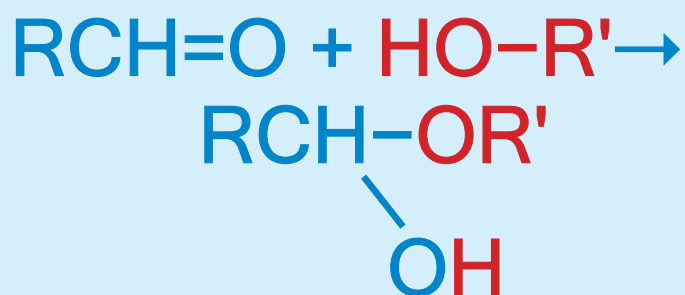
Έτσι υπάρχουν ονόματα όπως **σακχαρόζη** για τη συνηθισμένη ζάχαρη, **γλυκόζη** για το κύριο ζάχαρο του αίματος και **μαλτόζη** για το ζάχαρο της βύνης.

- Υπάρχουν ουσίες με έντονα γλυκιά γεύση που δεν είναι σάκχαρα, όπως τα συνθετικά γλυκαντικά σακχαρίνη και ντουλσίνη ($C_2H_5O-C_6H_5-NH-CO-NH_2$)
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 ομά-

δες, 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 υδρολυόμενοι 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 mol $C_6H_{12}O_6$ δίνουν 1mol πολυσακχαρίτη και $(n-1)$ 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	Μονοσακχα- ρίτης Αλζοεξόζη	$C_6H_{12}O_6$	Σε φυτά και ζώα
Φρουκτόζη	Μονοσακχα- ρίτης Κετοεξόζη	$C_6H_{12}O_6$	Φρούτα και μέλι
Σακχαρόζη	Δισακχαρί- της	Γλυκόζη- Φρουκτόζη	Σακχαρο- κάλαμο, παντζάρια

Μαλτόζη	Δισακχαρί- της	Γλυκόζη- Γλυκόζη	Βύνη
Λακτόζη	Δισακχαρί- της	Γλυκόζη- Γαλακτόζη	Γάλα
Άμυλο	Πολυσακχα- ρίτης	Αλυσίδα μονάδων γλυκόζης	Πατάτα, σι- τάρι, αλεύρι
Κυτταρίνη	Πολυσακχα- ρίτης	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.



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 καρβονυλομάδας $\begin{array}{c} | \\ -C=O \end{array}$.

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

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.

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:



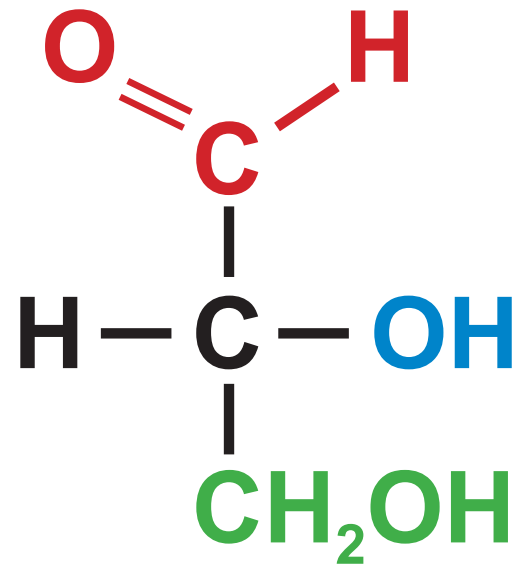
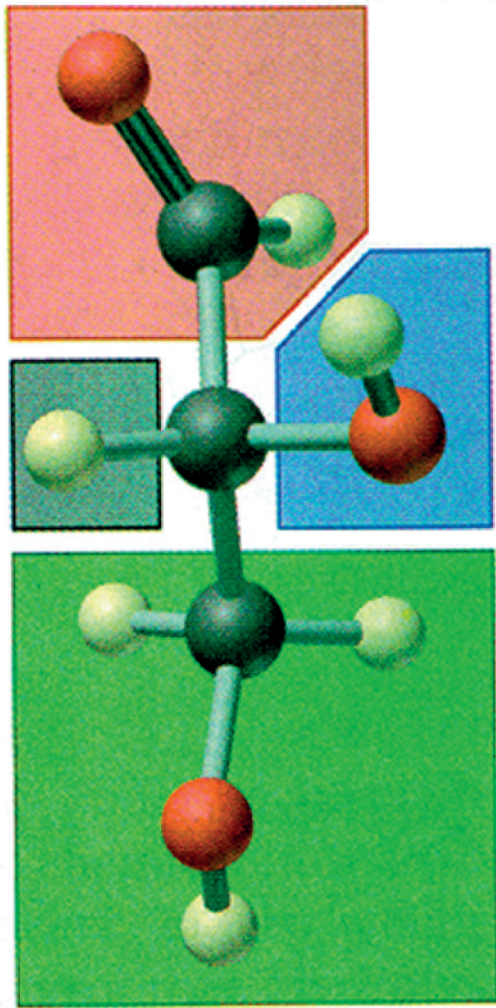
μία αλδοτετρόζη



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.



D - γλυκεριναλδεΐδη

Ομάδες
συνδεδεμένες
με άτομα C₂

1. -CHO
2. -H
3. -OH
4. -CH₂OH

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 αλδεϋδομάδα -CH=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 **αλδεΐδες** και τις **α-υδροξυκετόνες**. Συνεπώς, από τους υδατάνθρακες, αντιδρούν θετικά μόνο οι **αλδόζες** και οι **α-υδροξυκετόζες** (βλέπε κεφάλαιο 2, τόμος 2ος).

Τα αντιδραστήρια **Fehling** και **Benedict** ανάγονται προς ένα κεραμέρυθρο ίζημα από Cu_2O ($\text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu}^+$), όταν οξειδώνουν αλδεΐδες σε αλκαλικά διαλύματα. Οι α-υδροξυ-κετόνες σε αλκαλικά διαλύματα μετατρέπονται σε αλδεΐδες

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 αντιδραστήριου 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-υδροξύκετοομάδα. Υδατάνθρακες οι οποίοι

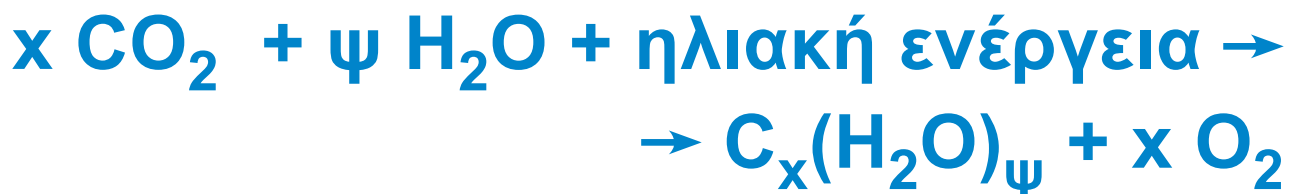
δεν αντιδρούν με αυτά λέγονται **μη αναγωγικά σάκχαρα** και δεν περιέχουν τις παραπάνω ομάδες.

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:



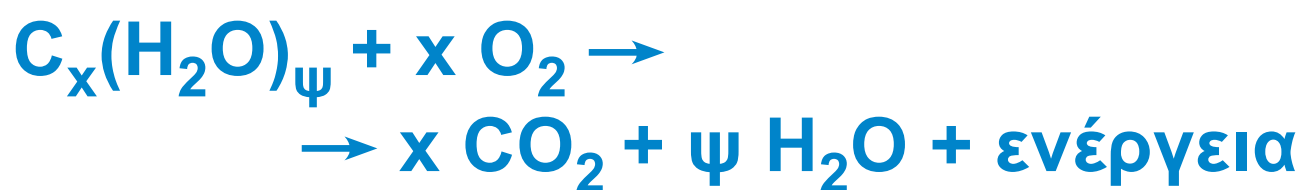
- Θερμίδες από διάφορες συνήθειες τροφές σε Kcal.

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 ενδιαμέσα 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 CO_2 προς υδατάνθρακες και οξείδωσης του νερού προς O_2 .

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 CO_2 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 οξειδωση (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.

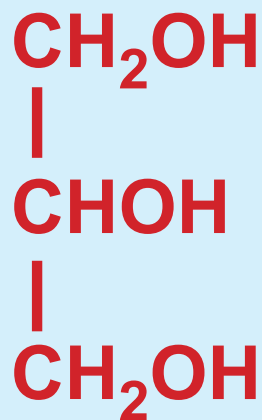
- Τα λιπίδια βλέπει κανείς ότι ορίζονται μέσα από τη φυσική διαδικασία η οποία χρησιμοποιείται για την απομόνωσή τους και όχι από τη χημική δομή τους, όπως συμβαίνει στους υδατάνθρακες και στις πρωτεΐνες.

Λιπαρά οξέα και τριγλυκερίδια

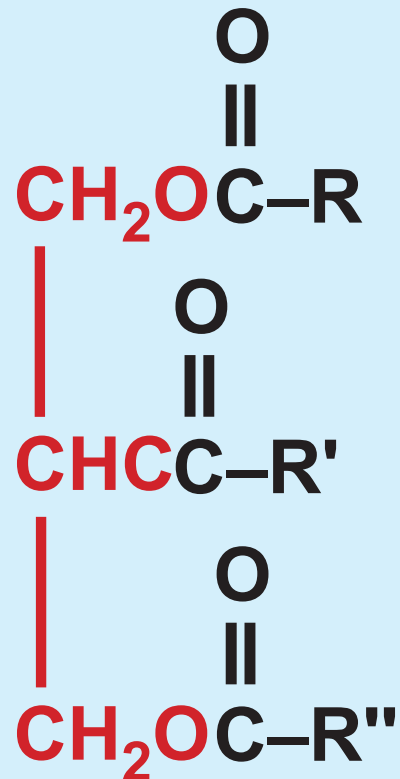
Όπως είδαμε, μόνο ένα μικρό μέρος από το παραπάνω εκχύλισμα του ιστού αποτελείται από ελεύθερα καρβοξυλικά οξέα, ενώ το μεγαλύτερο μέρος είναι κυρίως

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**.



α. Γλυκερίνη



β. Τριγλυκερίδιο

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 κα-
νονίζουν και τη φυσική κατάσταση των εστέρων τους).

46 / 135



μυριστικό οξύ (δε-
κατετρανικό οξύ)



παλμιτικό οξύ (δε-
καεξανικό οξύ)



στεατικό οξύ (δεκα-
οκτανικό οξύ)

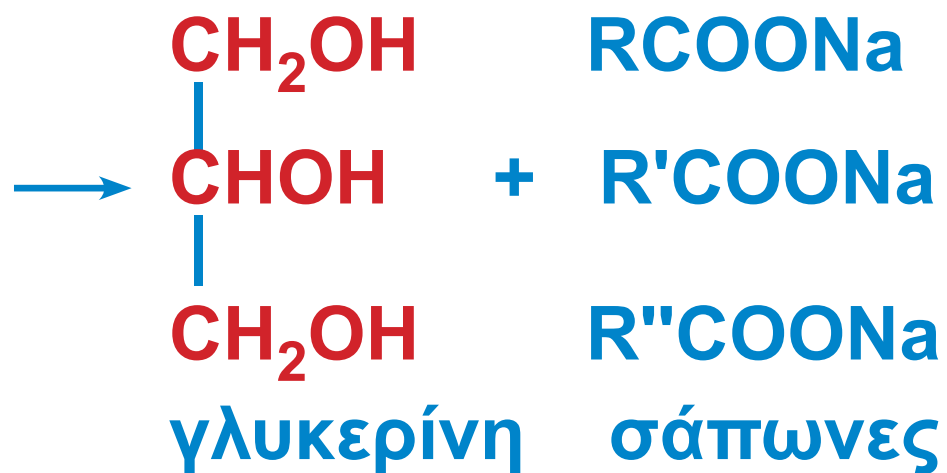
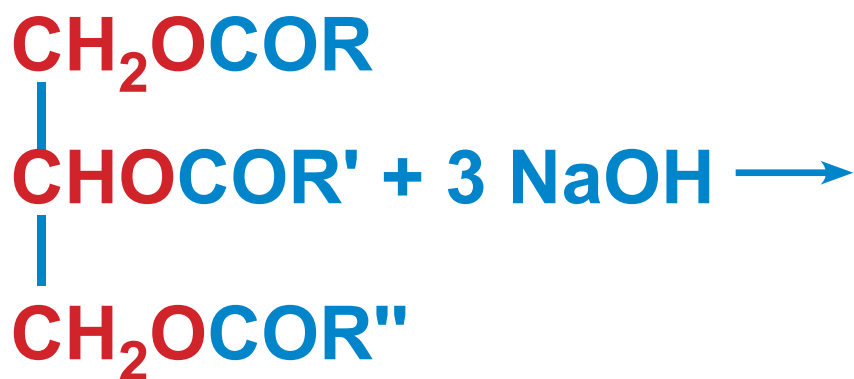
ελαϊκό οξύ
(9-δεκαοκτενικό
οξύ)



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 Na₂CO₃

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

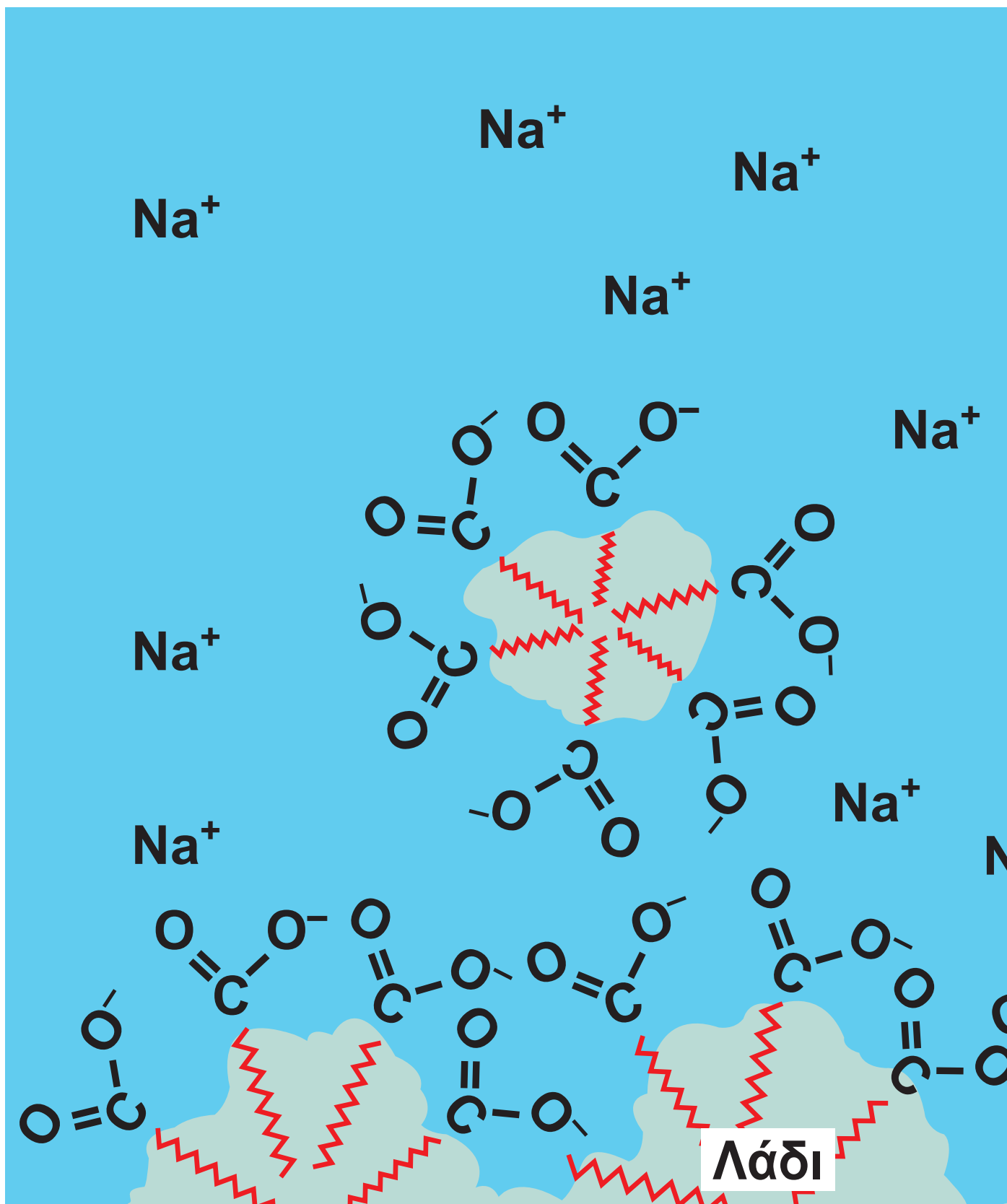
Τα καρβοξυλικά ιόντα συνωθούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε το αρνητικό τους άκρο (άρα και το πολικό τους τμήμα) να κατευθύνεται προς την επιφάνεια του μικκυλίου, δηλαδή προς την υδατική πολική φάση. Αντίθετα η μη πολική ανθρακική τους αλυσίδα κατευθύνεται προς το εσωτερικό του μικκυλίου. Τα Na^+ διασπείρονται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

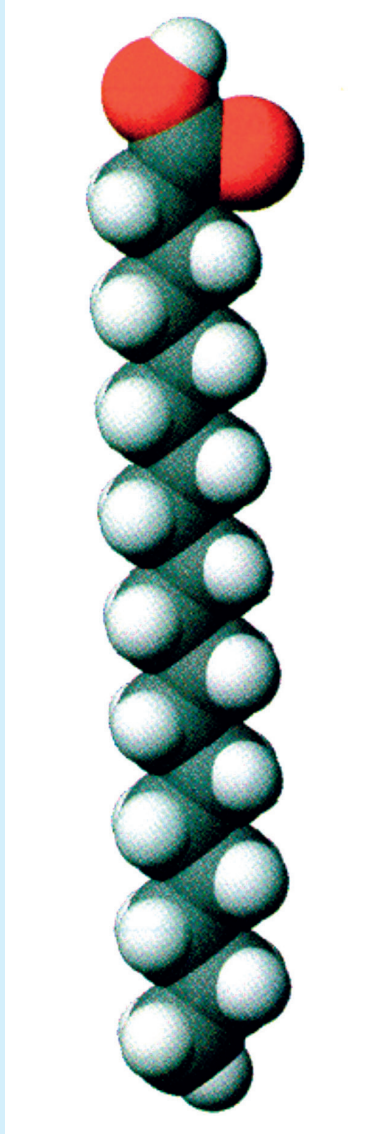
λιπαρά σφαιρίδια, μια και δε διαπερνούν την ελαιώδη φάση. Έτσι, δεν μπορούν να διασπάσουν τον ρύπο σε μικρότερα τεμαχίδια και να τον απομακρύνουν από την επιφάνεια στην οποία αυτός έχει κολλήσει. Αντίθετα, το αιώρημα του σαπουνιού μπορεί να διαχωρίσει τη «βρωμιά» σε μικρότερα τμήματα, μια και η ανθρακική 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 πολιτικής αυτής ομάδας. Τα τμήματα πια

του ρύπου απωθούνται λόγω του εξωτερικού φορτίου, διασπείρονται προς την υδατική φάση και παίρνουν το δρόμο προς την αποχέτευση.

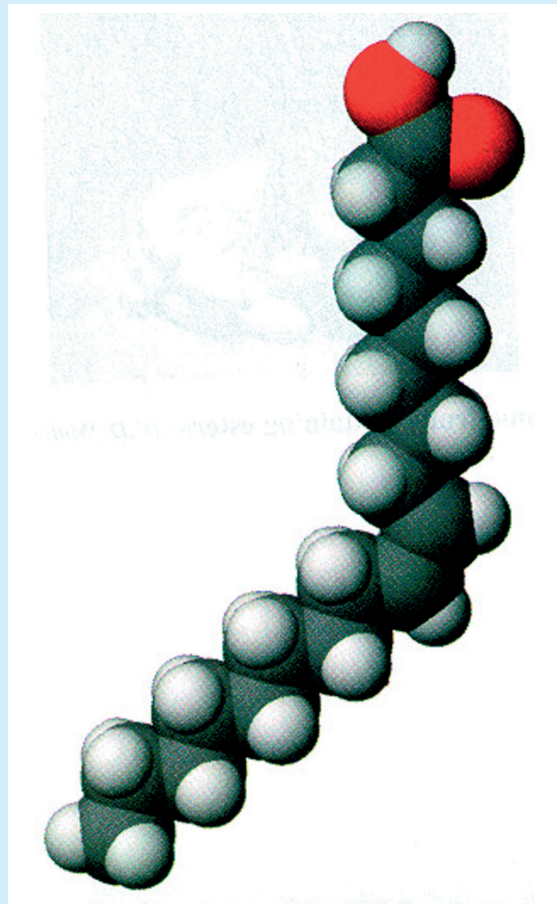


ΣΧΗΜΑ 5.4 Απορρυπαντική δράση

στεατικό οξύ



ελαϊκό οξύ



- Στη βιομηχανία των απορρυπαντικών γενικά χρησιμοποιείται το λαουρικό οξύ (δωδεκανικό οξύ) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$, το οποίο υπάρχει στο καρυδέλαιο (coconut oil).

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 περισσότερων συνθετικών απορρυπαντικών είναι θειικοί ή, καλύτερα, σουλφονικοί εστέρες ή θειικά άλατα του Na, π.χ.:

$$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_v\text{CH}_2\text{SO}_2\text{O}^-\text{Na}^+$$

(αλκυλοθειικό νάτριο),



(θειικοαλκυλονάτριο, άλας),



(αλκυλβενζόλοθειικό νάτριο).

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^{2+} . 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%
τριπολυφωσφορικόνάτριο	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 όποιες 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.

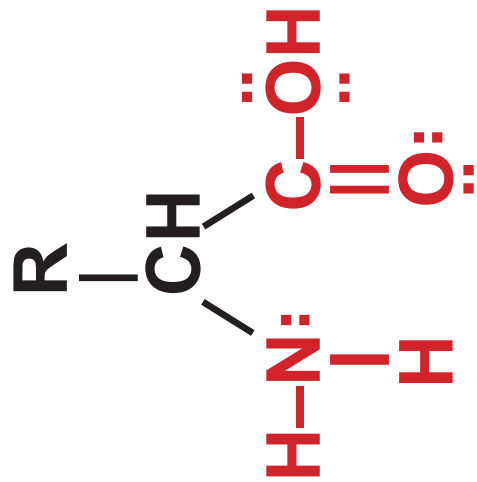
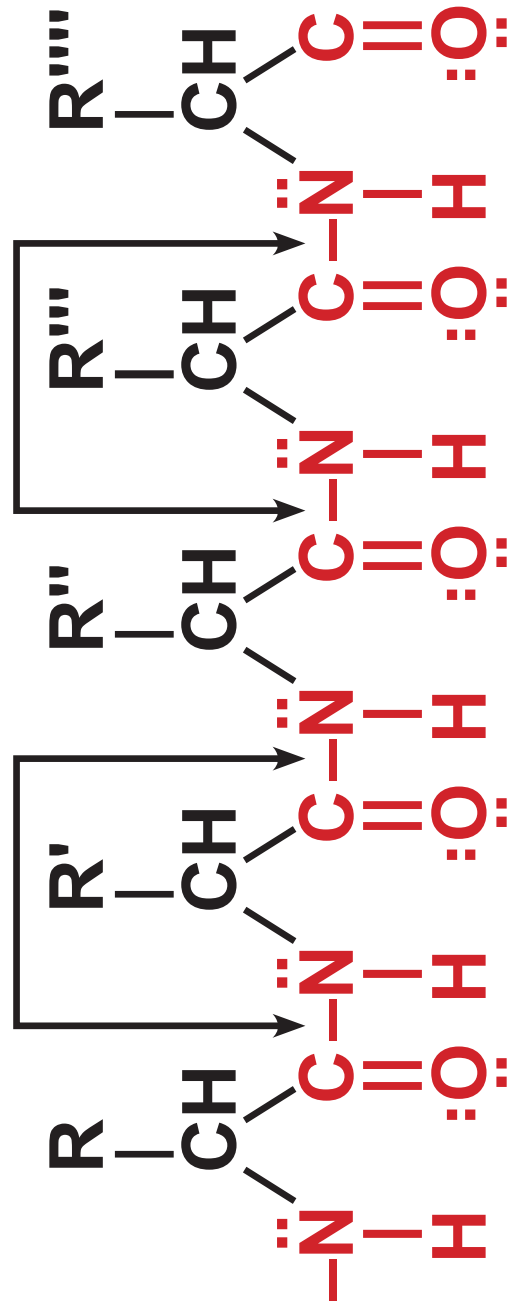
- Νηματοειδείς πρωτεΐνες όπως η κερατίνη και το γλυκογόνο. Σφαιροειδείς πρωτεΐνες όπως τα ένζυμα, η αιμοσφαιρίνη. Η διάμετρος των ενζύμων είναι περί τα 20 Å (2 nm).

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 αλκοόλης.

Μεταξύ των πλέον σημαντικών πολυμερών συμπύκνωσης είναι και τα **πολυαμίδια**. Σ' αυτά τα μονομερή είναι **α-αμινοξέα** τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με ταυτόχρονη απόσπαση H_2O και δημιουργία του **αμιδικού ή πεπτιδικού δεσμού**.

αμιδικός δεσμός



α-αμινοξύ

τμήμα πρωτεΐνης

Οι πρωτεΐνες λοιπόν είναι τα σημαντικότερα βιολογικά πολυαμίδια και οι μονομερείς τους μονάδες είναι περίπου 20 διαφορετικά αμινοξέα. Ο ανθρώπινος οργανισμός προσλαμβάνει πρωτεΐνες από κάποιες τροφές και μέσω υδρόλυσης τις διασπά στις αρχικές τους μονάδες, τα αμινοξέα. Στη συνέχεια στα κύτταρά του και σε ιστούς επανασυνθέτει «ανθρώπινες» αυτήν τη φορά πρωτεΐνες.

Η ακριβής αλληλουχία των διαφόρων αμινοξέων κατά μήκος της πρωτεϊνικής αλυσίδας ονομάζεται **πρωτογενής δομή** της πρωτεΐνης και είναι ιδιαίτερης σημασίας για το ρόλο που αυτή θα διαδραματίσει. Για να μπορεί μία πρωτεΐνη

να εκτελέσει την αποστολή της, πρέπει η πρωτογενής αυτή δομή της να είναι «ορθή». Αν αυτή είναι ορθή, τότε είναι δυνατό η πολυαμιδική αλυσίδα να κάμπτεται σε κάποιες ιδιαίτερες θέσεις ώστε να της δίνεται το σχήμα το οποίο απαιτείται για την εκτέλεση αυτή. Αυτή η κάμψη της αλυσίδας οδηγεί σε πολύ ψηλότερα επίπεδα πολυπλοκότητας, η οποία καλείται 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 πολυπεπίδια 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 $-COOH$ 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).

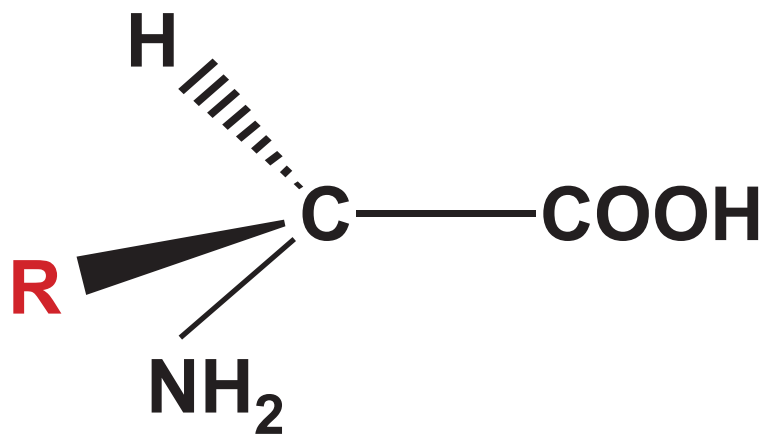
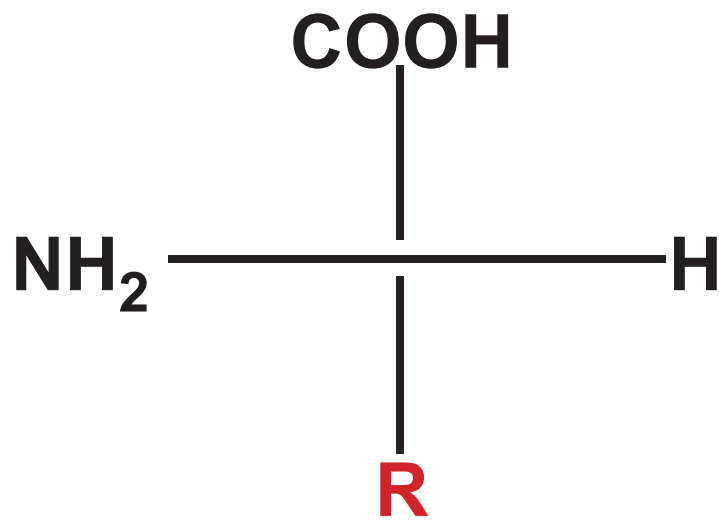
Βασική προϋπόθεση για θετική αντίδραση είναι να περιέχει στο μόριό του μία πρωτοταγή αμινομάδα.

Έτσι το β-αμινοξύ

$H_2N-CH_2-CH_2-COOH$ θα δίνει:

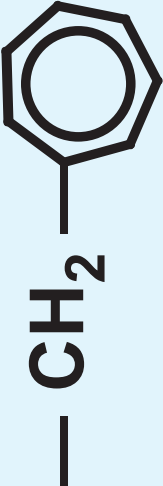
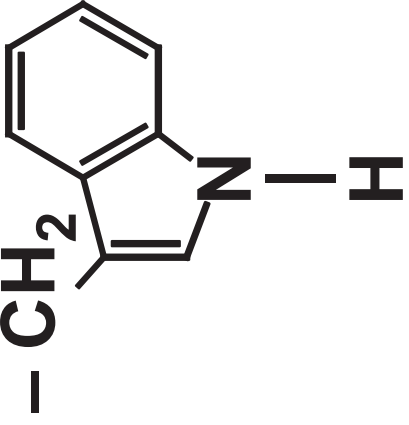
$H_2N-CH_2-CH_2-COOH + HONO \rightarrow$

$\rightarrow CH_2 = CH-COOH + N_2 + 2H_2O$

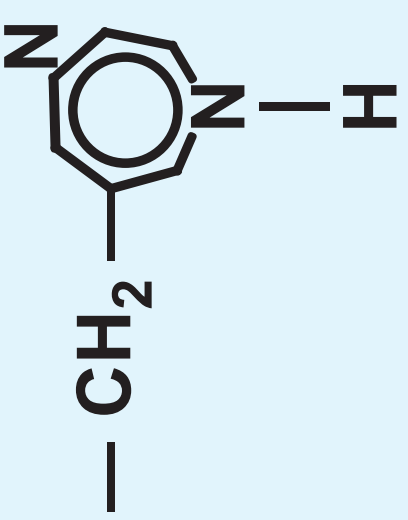


ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3 Τα αμινοξέα των πρωτεϊνών

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

	Φαινυλαλα- νίνη (A)	Phe
$-\text{CH}_2\text{CONH}_2$	Ασπαριγίνη	Asn
$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CONH}_2$	Γλουταμίνη	Gln
	Τριπτοφά- νη (A)	Trp

Δομή του R	Όνομα	Σύντμηση
$-\text{CH}_2\text{COOH}$	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

 <chem>*CC1=CN=CN=C1</chem>	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

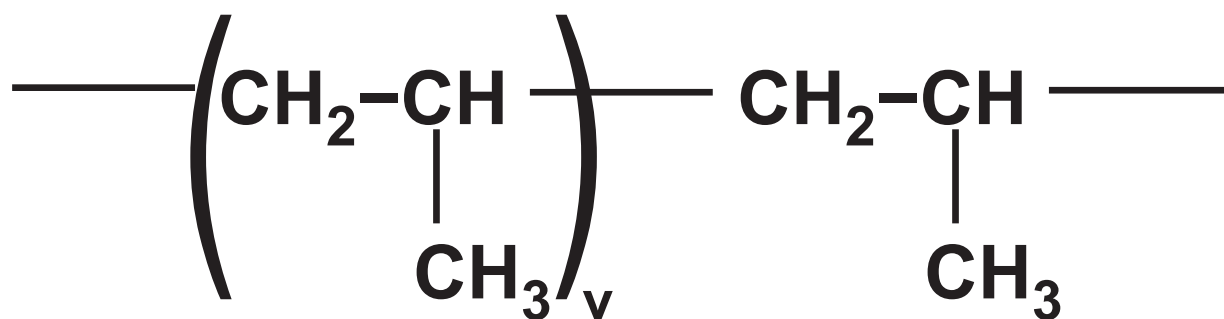
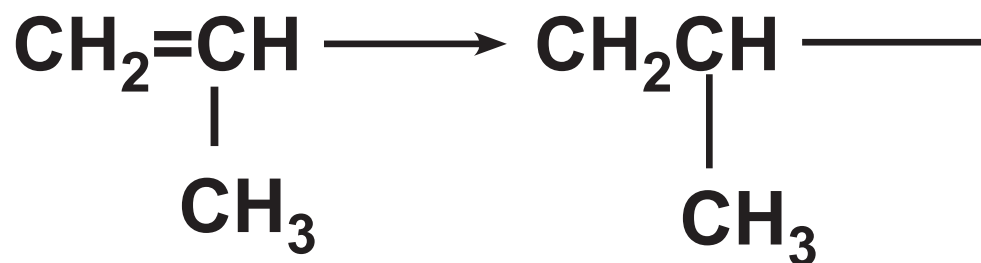
Τα πολυμερή είναι ενώσεις οι οποίες συνίστανται από πολύ μεγάλα μόρια τα οποία είναι φτιαγμένα από ένα μεγάλο αριθμό επαναλαμβανόμενων υπομονάδων. Η μοριακή αυτή (υπο)μονάδα, η οποία χρησιμοποιείται στη σύνθεση του πολυμερούς, ονομάζεται μονομερές και οι αντιδράσεις μέσω των οποίων το μονομερές ενώνεται 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 .

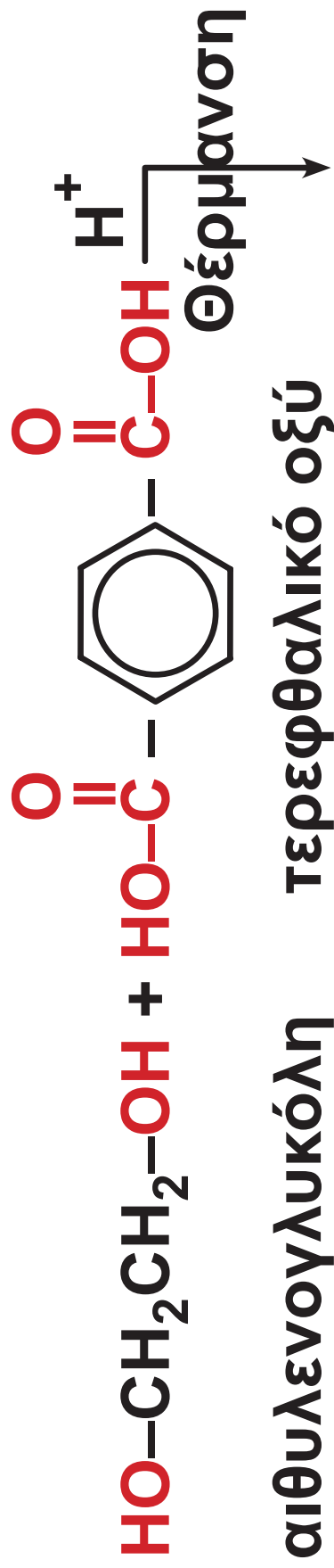
- Ο όρος πλαστικά αφορά μία μεγάλη κατηγορία πολυμερών και δίνεται για διάκριση από συνθετικά ελαστικά και συνθετικές υφάνσιμες ίνες.

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

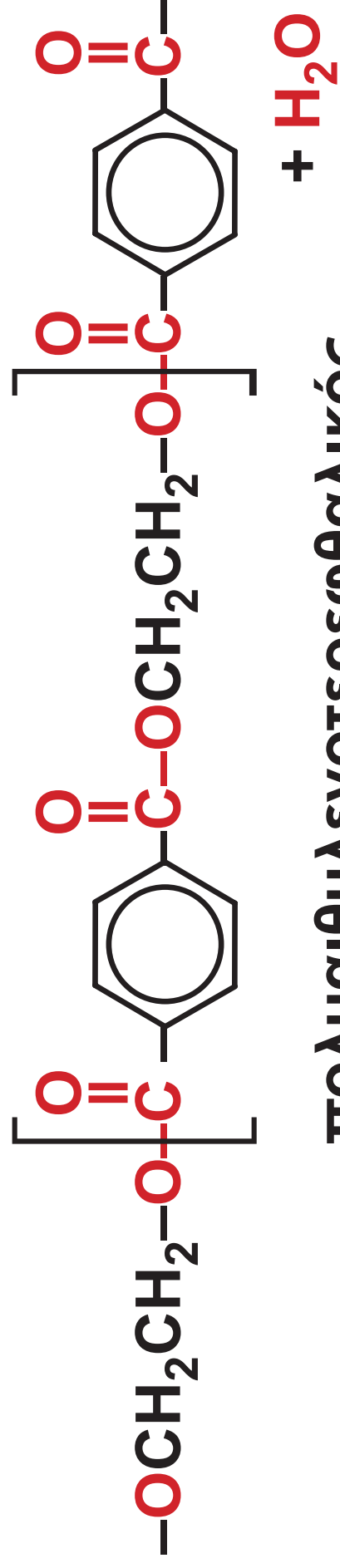
παρακάτω.



Πολυμερισμός προπενίου ως παράδειγμα **πολυμερούς προσθήκης**.



αιθυλενογλυκόλη τερεφθαλικό οξύ



πολυαιθυλενοτερεφθαλικός
εστέρας

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 **πυρόλυση** 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.

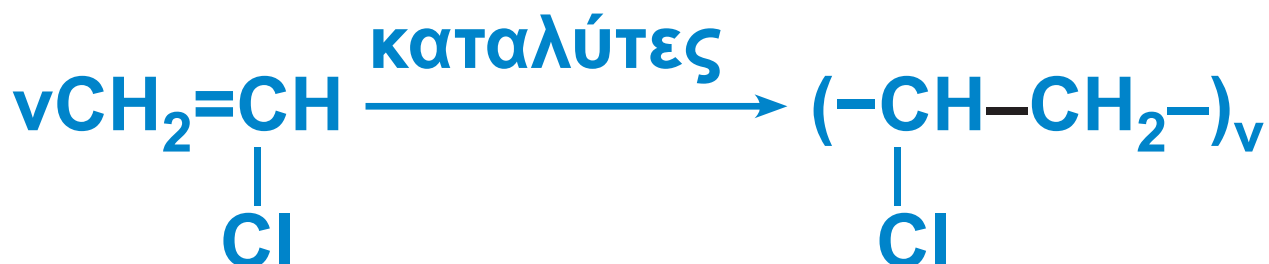
- Το πρώτο από τα θερμοστατικά πολυμερή ήταν ο κελουλοΐτης (παράγωγο της κυτταρίνης), το οποίο ανακαλύφθηκε στην προσπάθεια εύρεσης υλικού που θα αντικαθιστούσε το ελεφαντόδοντο στις μπάλες του μπιλιάρδου.

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 μεγαλύτερης πυκνότητας περί τα 3 000 000.

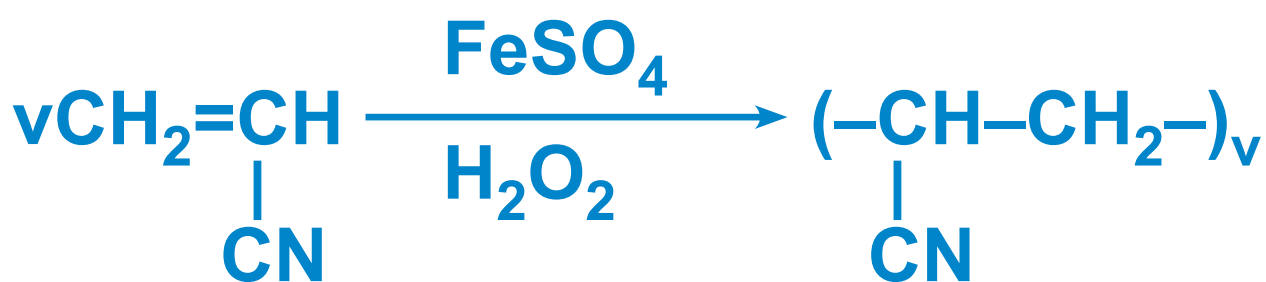
Το χλωροαιθένιο ή βινυλοχλωρίδιο, $\text{CH}_2=\text{CHCl}$, πολυμεριζόμενο δίνει ένα πολυμερές γνωστό ως PVC (ΠολυΒινυλοΧλωρίδιο):



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

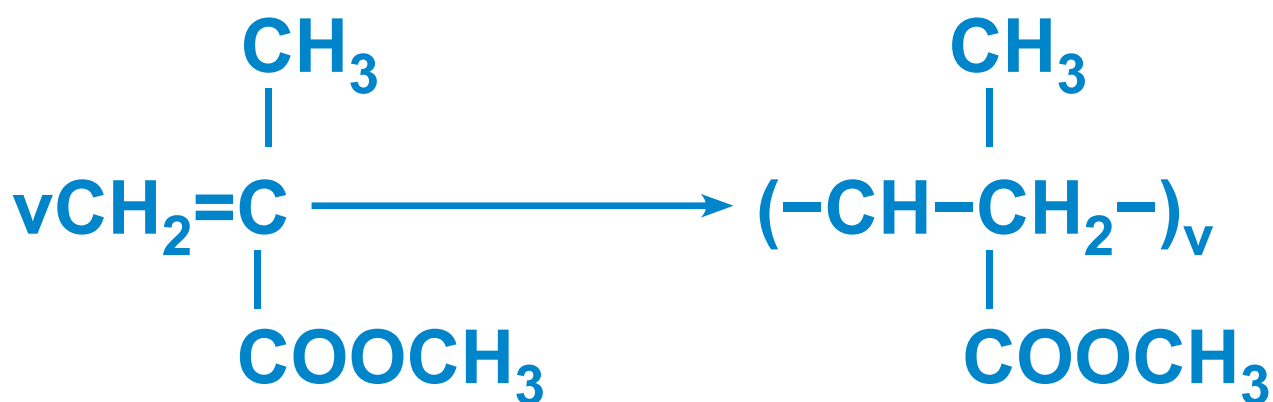
αναμειχθεί με εστέρες, μπορεί να γίνει πιο μαλακό (για το λόγο αυτό οι εστέρες λέμε ότι δρουν σαν πλαστικοποιητές). Το πλαστικοποιημένο PVC χρησιμοποιείται για την παρασκευή «δέρματος βινυλικού» από το οποίο κατασκευάζονται πλαστικά αδιάβροχα, πετάσματα μπάνιου (κουρτίνες) κ.λπ.

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

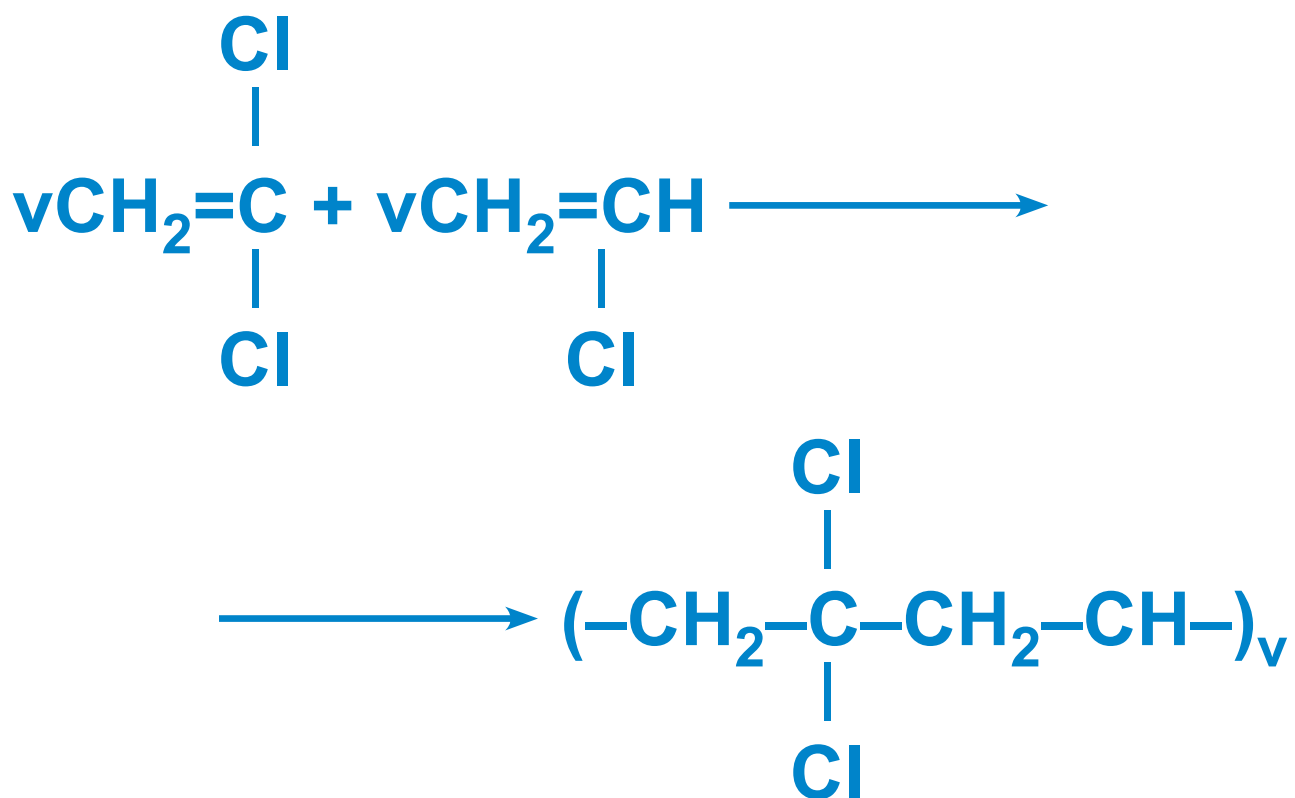


Το Teflon παράγεται από τον πολυμερισμό του τετραφθοροαιθυλενίου, $\text{CF}_2=\text{CF}_2$ παρουσία Fe^{2+} , H_2O_2 και H_2O . Το Teflon έχει σημείο τήξης 327°C που είναι ασυνήθιστα υψηλό για πολυμερές προσθήκης. Είναι αδρανές στα χημικά αντιδραστήρια και έχει πολύ μικρό συντελεστή τριβής.

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 μαλάκυνσής 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

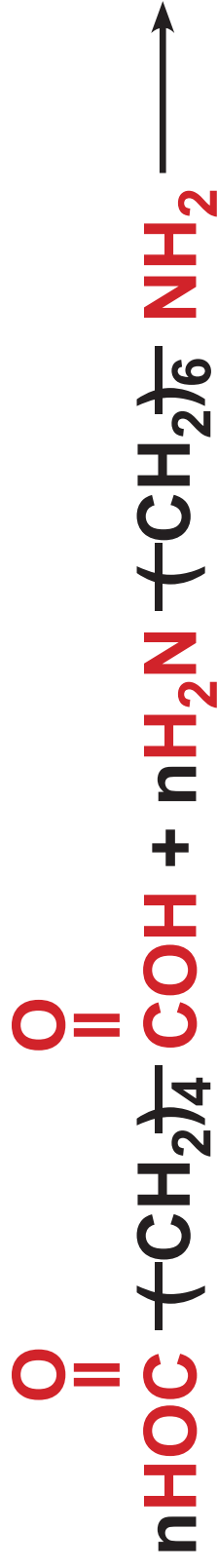
Εκτός από τις πρωτεΐνες που αναφέρθηκαν σε προηγούμενη παράγραφο, τα πλέον σημαντικά

πολυμερή συμπύκνωσης είναι τα πολυαμίδια, οι πολυεστέρες και οι ρητίνες της φορμαλδεΐδης.

Τα πολυαμίδια (-NH-CO-)_v

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

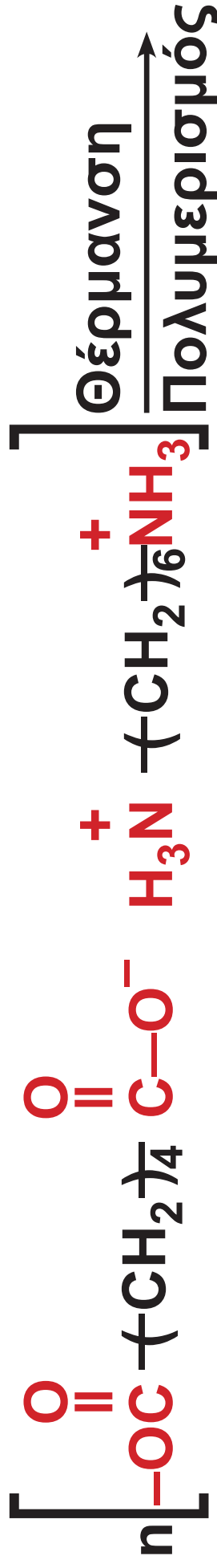
άνθρακα (το δεύτερο 6...), την **εξα-
μεθυλενοδιαμίνη**. Στη βιομηχανική
παραγωγή αυτές οι δύο ενώσεις
αντιδρούν σε ισομοριακές αναλο-
γίες ώστε να δώσουν ένα 1:1 άλας.
Στη συνέχεια το άλας αυτό (λέγε-
ται και άλας του Nylon) θερμαίνεται
στους 270°C και σε πίεση ≈ 17 atm,
οπότε πολυμερίζεται προς το πολυ-
αμίδιο (Nylon).



Αδιτιτικό οξύ

Εξαμεθυλενοδιαμίνη

107 / 146 - 147



Nylon 6,6



Το Nylon 6,6 το οποίο παράγεται με αυτές τις συνθήκες έχει σχετική μοριακή μάζα $\approx 10\ 000$ και σημείο τήξης $\approx 250^{\circ}\text{C}$. Όταν τακεί μπορεί να μορφοποιηθεί σε ίνες οι οποίες στη συνέχεια επιμηκύνονται μηχανικά σε μήκος 4° του αρχικού τους. Αυτή η επεξεργασία αυξάνει πολύ τις μηχανικές του ιδιότητες.

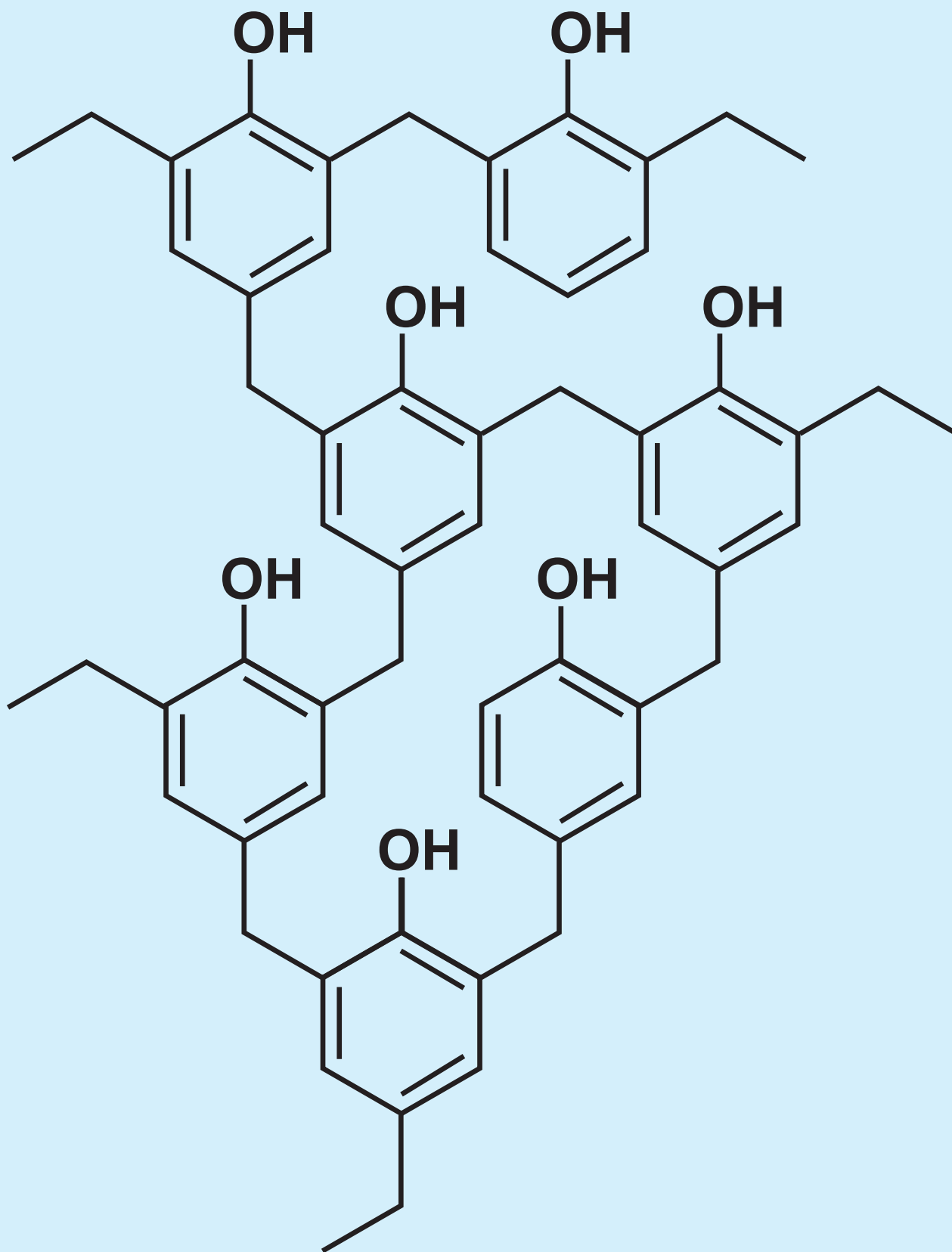


Ένας από τους σπουδαιότερους πολυεστέρες είναι και ο **πολυαιθυλένοτερεφθαλικός**, ο οποίος δόθηκε ως παράδειγμα πολυμερούς συμπύκνωσης. Εκτός από

την παραπάνω αντίδραση, ο πολυεστέρας αυτός μπορεί να παρασκευαστεί και με αντίδραση **μετεστεροποίησης** και μετά πολυμερισμό του νέου εστέρα. Έτσι, αρχικά θερμαίνεται ($\approx 200\text{ }^{\circ}\text{C}$) 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: $\text{R-OH} + \text{O}=\text{C}=\text{N-R}' \rightarrow \text{R}-\text{O}-\text{CO}-\text{NH}-\text{R}'$ (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-δισοκυανικό**. Προσθήκη μικρής ποσότητας νερού στο μίγμα που πολυμερίζεται προκαλεί μερική υδρόλυση του $\text{R}-\text{N}=\text{C}=\text{O}$ προς CO_2 . Αυτό δημιουργεί τον **αφρό της πολυουρεθάνης**.



Η δομή του βακελίτη.

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.

(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. **Μαλί** 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 NH_2 .

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 $\text{CH}_2=\text{CCl}_2$ 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 πολυαιθυλε- νίου

Χωρίς καμιά αμφιβολία το πιο πετυχημένο πολυμερές από αυτά που αναπτύχθηκαν τη δεκαετία του '30 ήταν το πολυαιθυλένιο. Η

120 / 150

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 μηνιαία 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 υδρολυόμενοι 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 **εξωεργονικό**) 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 οξεών 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 πολιική ομάδα στο τέλος της. Οι πολικές ομάδες των περισσότερων 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 επαναλαμβανόμενων 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 πολυαιθυλενο-
τερεφθαλικός. Η ουρεθάνη πα-
ράγεται από την αντίδραση
μιας αλκοόλης με ένα ισοκυανι-
κό ομόλογο. Ο βακελίτης είναι
ένα συμπολυμερές φαινόλης και
φορμαλδεΐδης.

20. Υφάνσιμες ύλες είναι εκείνες οι
οποίες με κατάλληλη επεξεργα-
σία μπορούν να μετατραπούν
σε ίνες από τις οποίες παρα-
σκευάζονται νήματα και υφά-
σματα. Υφάνσιμες ίνες υπάρ-
χουν: **φυσικές** (ο **αμίαντος** από
τις ανόργανες, βαμβάκι, λινά-
ρι, 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
- δομική μονάδα
- υδατάνθρακες
- σάκχαρα
- πολυυδροξυαλδεΐδες
- πολυυδροξυκετόνες
- ολιγοσακχαρίτες
- πολυσακχαρίτες
- μονοσακχαρίτες
- αλδόζες
- κετόζες
- εξόζες
- γλυκεριναλδεΐδη
- ταυτοποίηση

- σύνθεση
- Fehling
- Benedict
- Tollens
- φωτοσύνθεση
- μεταβολισμός
- άμυλο
- γλυκογόνο
- κυτταρίνη
- λιπίδια
- τριγλυκερίδια
- λίπη
- έλαια
- σαπωνοποίηση
- σάπωνες
- υδρόφιλο
- υδρόφοβο
- απορρυπαντικά
- αλκυλοσουλφονικά

- εξαλάτωση
- μετάξι
- βιοπολυμερή
- πρωτεΐνες
- λευκώματα
- ορμόνες
- ένζυμα
- αμινοξέα
- πεπτιδικός δεσμός
- πολυαμίδια
- πρωτογενής δομή
- γλυκίνη
- αλανίνη
- πλαστικά
- πολυμερές
- μονομερές
- πολυμερή προσθήκης
- πολυαιθυλένιο
- πολυπροπυλένιο

- πολυακρυλικό
- συμπολυμερισμός
- πολυμερή συμπύκνωσης
- πολυαμίδια
- nylon
- πολυεστέρες
- πολυουρεθάνες
- βακελίτης
- υφάνσιμες ίνες
- μαλλί
- orlon



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 σάκχα-
ρα 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 σακχα-
ρόζη;
- 9.** Δώστε δύο παραδείγματα πολυ-
σακχαριτών.
- 10.** Δώστε από ένα παράδειγμα αλ-
δοπεντόζης και κετοεξόζης.
- 11.** Ποιο είναι το απλούστερο σάκ-
χαρο;
- 12.** Ποια σάκχαρα ονομάζονται ανα-
γόμενα;

- 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

39. Στα πολυμερή προσθήκης η σχετική μοριακή μάζα του πολυμερούς είναι ακριβώς
..... της M_r του

40. Ένα πολυμερές που έχει την παρακάτω δομή:



θα το χαρακτηρίζατε σαν:

- 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 ισοροπία προς τα «δεξιά».

46. Το μονομερές του $(-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_v$ είναι:

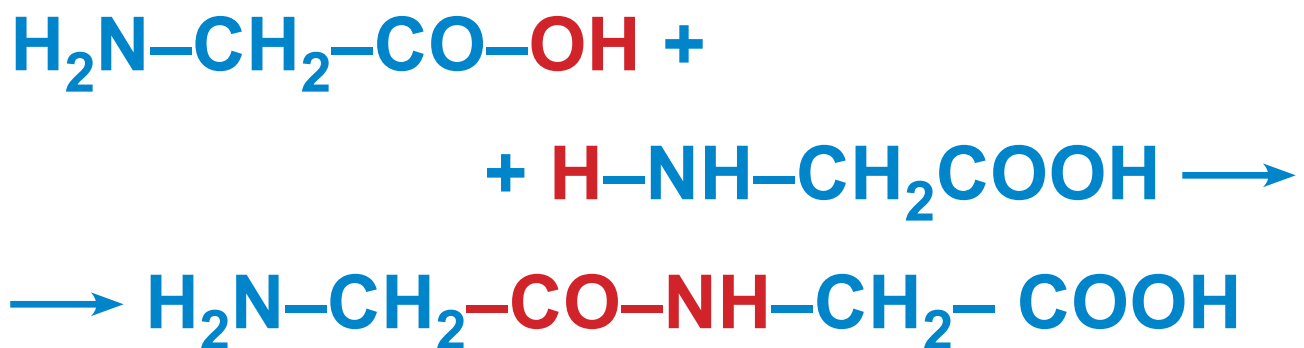
- α. $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$
β. $\text{CH}=\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
γ. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$

47. Ποια είναι η σχετική μοριακή μάζα πολυμερούς που αποτελείται από 2000 μόρια του μονομερούς $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$;

$$M_r = 108\ 000$$

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;

$$2^2 = 4 \text{ αμινοξέα}$$

- *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 $C_2H_5NH_2$, το CH_3COOH και το NH_2CH_2COOH έχουν αντίστοιχα σημεία τήξης -81 , 17 και $233^\circ C$. 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

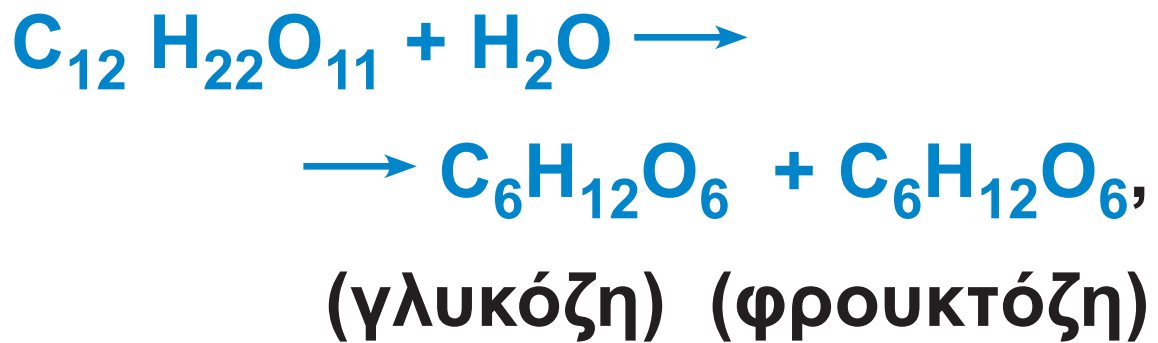
(HO – CH₂ – CH(NH₂) – COOH)

54. Ποσότητα **CH₃CH(NH₂)COOH** (αλανίνη) θερμαίνεται με διάλυμα HNO₂, οπότε παράγονται 448 cm³ N₂ αναγόμενα σε πρότυπες συνθήκες (μέθοδος Van Slyke). Υπολογίστε την ποσότητα της αλανίνης.

1,78 g

γ. Υδατάνθρακες

55. Η αντίδραση



είναι μία: 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 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, 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:



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

$(C_6H_{10}O_5)_n$ 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 **οινοπνευματική**:



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 $C_6H_{12}O_6$. 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

157 / 158

αλκοόλης είναι $0,8 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ να υπολογίσετε τον όγκο του διαλύματος.

107,3 L

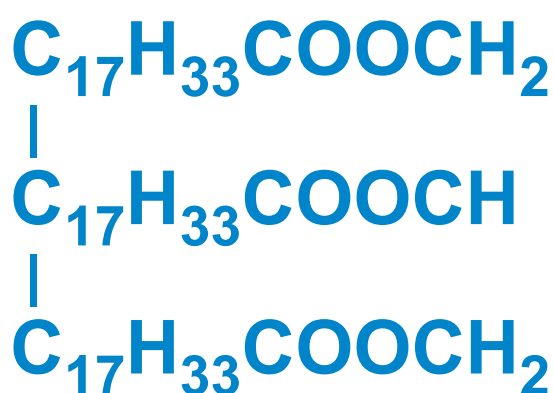
***64.** Οι σπόροι από το φυτό ηλιότροπιο περιέχουν ανά 28 g (μία ουγκιά) 7 g πρωτεΐνες, 5 g σάκχαρα και 12 g λίπους. Πόσα Kcal παίρνει κάποιος τρώγοντας 10 g από τους «ηλιόσπορους» αυτούς;

55,8 Kcal

δ. Λίπη, έλαια, σαπούνια, απορρυπαντικά

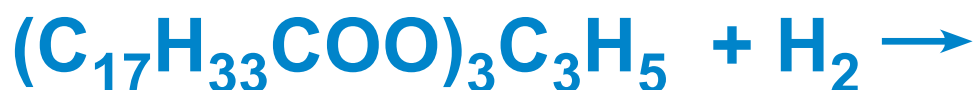
65. Οι εστέρες της γλυκερίνης με ανώτερα οργανικά οξέα είναι τα και τα Οι εστέρες κατώτερων ή μέσων αλκοολών με κατώτερα ή μέσα οξέα είναι τα ή essences.

66. Η ένωση:



Είναι η: α. τριελαΐνη
β. τριελαϊκός εστέρας της γλυκερίνης
γ. ελαΐνη
δ. όλα αυτά

67. Η αντίδραση

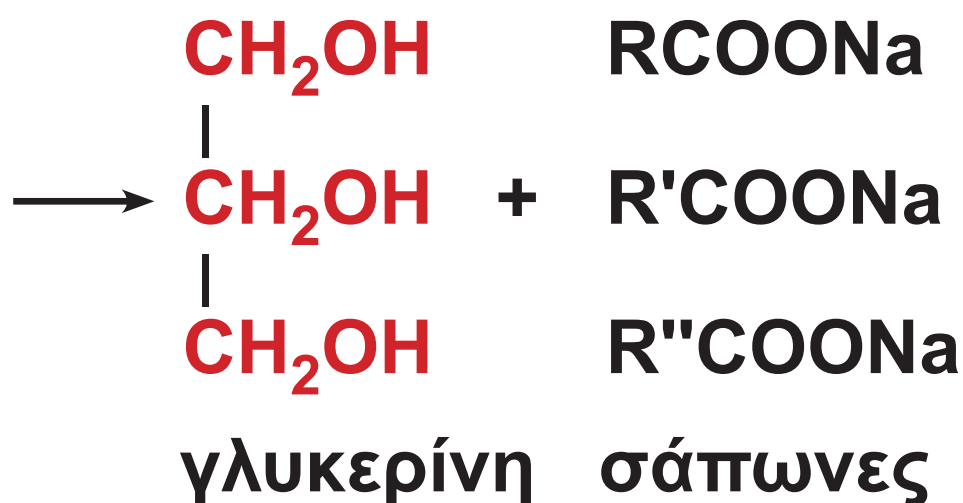
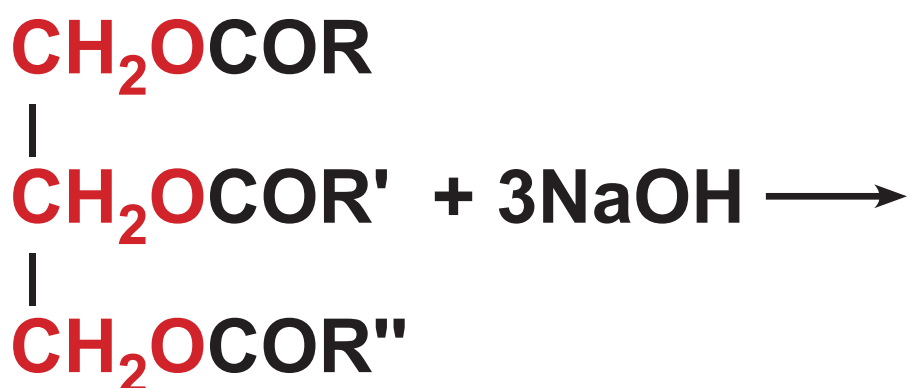


- α. πολυμερισμός
- β. υδρογόνωση
- γ. σαπωνοποίηση
- δ. υδρόλυση

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 ΚΟΗ.
- 72.** Ένα πλυντήριο περιέχει 40 L νερό το οποίο είναι πολύ σκληρό και περιέχει 0,1 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 $[\text{NaOCO}(\text{CH}_2)_{16}\text{CH}_3]$ με σχετική μοριακή μάζα 306

καταναλώνεται για την καταβύ-
θιση της ποσότητας αυτής του
Ca;

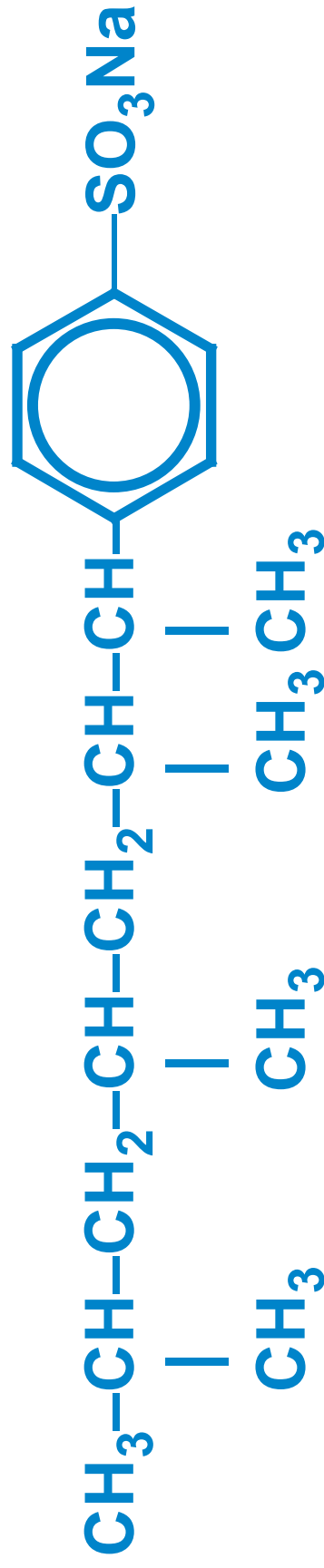
416 g Na_2CO_3

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:



166 / 160

- 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 μεμβράνη των επιθηλίων κυττάρων του εντέρου στο κυτταρικό υγρό;

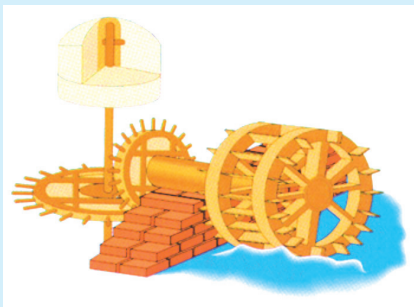
β. Γιατί αυτή η αυξημένη συγκέντρωση σακχάρου στο έντερο προκαλεί την υπερβολική είσοδο νερού σε αυτό με αποτέλεσμα να προκαλεί διάρροια;

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 H
- 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



170 / 160

(ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α)

ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ ΟΡΩΝ

171 / 161

ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ ΟΡΩΝ

A

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

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

Αλεικυκλικές: όλες οι μη αρωματικές ισοκυκλικές ενώσεις.

Αλκαδιένια: υδρογονάνθρακες με δύο διπλούς δεσμούς στο μόριό τους.

Αλκάνια: οι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες.

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

Αλκίνια: υδρογονάνθρακες με ένα τριπλό δεσμό στο μόριό τους.

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

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

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

Αριθμός οκτανίου: δείκτης ποιότητας βενζίνης.

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

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

B

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

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

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

Βιομόρια: χημικά μόρια που υπάρχουν στους ζωντανούς οργανισμούς.

Γ

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

Γαλακτική ζύμωση: διεργασία που βρίσκει εφαρμογή στη βιομηχανία

για την παρασκευή γαλακτικού οξέ-
ος.

Δ

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

Ε

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

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

Εστεροποίηση: η αντίδραση οξέος με αλκοόλη.

Η

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

Ι

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

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

Κ

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

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

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

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

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

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

M

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

N

Νάφθα: το κλάσμα της απόσταξης

του αργού πετρελαίου μεταξύ βενζίνης και κηροζίνης.



Ξίδι: το διάλυμα του οξικού οξέος.

O

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

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

εξής κοινά χαρακτηριστικά:

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

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

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

Όξινος χαρακτήρας: κοινές ιδιότητες των οξέων.

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

Οργανική Χημεία: η χημεία των ενώσεων του άνθρακα.

Π

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

Πετρέλαιο: υγρό ορυκτό που αποτελείται κυρίως από υγρούς υδρογονάνθρακες στους οποίους είναι διαλυμένοι αέριοι και στερεοί υδρογονάνθρακες.

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

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

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

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

Σ

Σάπωνες: μίγματα αλάτων, μακράς αλυσίδας, καρβοξυλικών οξέων με

Na ή K.

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

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

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

ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΑ ΙΣΟΜΕΡΗ: 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

**Για τον Περιοδικό Πίνακα βλέπε
στο τέλος του βιβλίου.**

(ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ)

**ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΑΤΟΜΙΚΕΣ
ΜΑΖΕΣ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ
ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΓΙΑ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥΣ**

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

191 / 169

**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**

192 / 169

**Σχετικές Ατομικές Μάζες
ορισμένων στοιχείων
(για υπολογισμούς)**

Κασσίτερος Sn 119

Μαγγάνιο Mn 55

Μαγνήσιο Mg 24

Μόλυβδος Pb 207

Νάτριο Na 23

Νικέλιο Ni 59

Οξυγόνο O 16

Πυρίτιο Si 28

Σίδηρος Fe 56

Υδράργυρος Hg 201

193 / 169

Υδρογόνο	H	1
Φθόριο	F	19
Φωσφόρος	P	31
Χαλκός	Cu	63,5
Χλώριο	Cl	35,5
Χρώμιο	Cr	52
Ψευδάργυρος	Zn	65

194 / 169

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

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

$A_r = 12$ ακριβώς

195 / 170

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

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

196 / 170

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

197 / 170

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ)

**ΘΕΜΕΛΙΩΔΗ ΜΕΓΕΘΗ
ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΕΣ**

**ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑ ΚΑΙ
ΥΠΟΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑ
ΜΟΝΑΔΩΝ**

207 / 171

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνόγλωσση

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

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

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

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

**στοιχεία μεθοδολογίας», ΟΕΔΒ,
Αθήνα, 1997.**

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

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

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

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

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

Ξενόγλωσση

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

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

219 / 174 - 175

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

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

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

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

ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	57-71 *La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Th	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	89-103 **Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt									

Μέταλλα
 Μεταλλοειδή

Αμέταλλα

Ευγενή αέρια

λανθανίδες

ακτινίδες

58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr



Περιεχόμενα Γενικής Παιδείας Β' Λυκείου

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ 6ου ΤΟΜΟΥ

5	Βιομόρια και άλλα μόρια	
5.1	Υδατάνθρακες	16
5.2	Λίπη και έλαια	42
5.3	Πρωτεΐνες	66
5.4	Πολυμερή - πλαστικά	92
5.5	Υφάνσιμες ύλες	113
	Γνωρίζεις ότι: «Η ανακάλυψη του πολυαιθυλενίου»	120

**Ανακεφαλαίωση - Λέ-
ξεις κλειδιά - Ερω-
τήσεις - Ασκήσεις
- Προβλήματα** **126**

Παραρτήματα **171**

Βιβλιογραφία **210**

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.