

Βιολογία

Τμήμα Ωκεανογραφίας και Θαλάσσιων Βιοεπιστημών

Διδάσκουσα: Μεζίτη Αλεξάνδρα

Διάλεξη 3: Άνθρακας/ Μεγάλα Βιολογικά μόρια

22/10/2025

▼ Εικόνα 4.2 Διερεύνηση

Μπορούν να σχηματιστούν οργανικά μόρια στις συνθήκες που θεωρείται ότι επικρατούσαν στην αρχέγονη Γη;

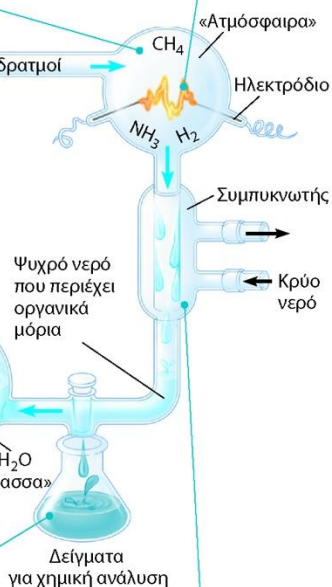
ΠΕΙΡΑΜΑ

Το 1953, ο Stanley Miller κατασκεύασε ένα κλειστό σύστημα για να προσομοιώσει τις συνθήκες που πιστεύεται ότι επικρατούσαν στην αρχέγονη Γη. Η προσομοίωση της αρχέγονης θάλασσας έγινε με μια φιάλη γεμάτη νερό. Το νερό θερμάνθηκε, έτσι ώστε ένα μέρος του να εξατμιστεί, και οι υδρατμοί διοχετεύθηκαν μέσω ενός σωλήνα σε μια δεύτερη φιάλη τοποθετημένη ψηλότερα. Στη δεύτερη φιάλη υπήρχε ένα μείγμα αερίων που συνιστούσε την προσομοίωση της «ατμόσφαιρας». Ηλεκτρικές εκκενώσεις σε αυτή την τεχνητή ατμόσφαιρα προσομοίωναν τους κεραυνούς στην αρχέγονη Γη.

2 Η «ατμόσφαιρα» περιέχει μείγμα αέριου υδρογόνου (H_2), μεθανίου (CH_4), αμμωνίας (NH_3) και υδρατμών.

3 Η πληθώρα των κεραυνών που πιστεύεται ότι έπεφταν στην αρχέγονη Γη προσομοιώθηκε με ηλεκτρικές εκκενώσεις.

1 Το υδατικό μείγμα στη φιάλη της «θάλασσας» θερμαίνεται και οι υδρατμοί εισέρχονται στη φιάλη της «ατμόσφαιρας».



5 Καθώς τα υλικά ανακυκλώνονται στη συσκευή, ο Miller ανά διαστήματα συνέλεγε δείγματα προς ανάλυση.

4 Τα αέρια της «ατμόσφαιρας» ψύχονται μέσω ενός συμπυκνωτή και παροχετεύουν το νερό και όσες διαλυτές ουσίες έχουν προκύψει, πίσω στη φιάλη της «θάλασσας».

Οργανική Χημεία

Οι ενώσεις που περιέχουν άνθρακα ονομάζονται οργανικές και ο αντίστοιχος κλάδος της Χημείας Οργανική Χημεία

Πείραμα Miller: Προσωμείωση συνθηκών της αρχέγονης γης

→ Νερό

→ Υδρατμοί

→ Μίγμα αερίων (H_2 , CH_4 , NH_3)

→ Ηλεκτρικές εκκενώσεις

→ Σχηματισμός περίπλοκων οργανικών ενώσεων

Stanley Miller

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ο Miller ανίχνευσε διάφορα οργανικά μόρια που απαντούν σε πολλούς οργανισμούς. Μεταξύ αυτών υπήρχαν απλές ενώσεις όπως η φορμαλδεΐδη (CH_2O) και το υδροκυάνιο, καθώς και πιο περίπλοκες ενώσεις, όπως αμινοξέα, αλλά και διάφορα μόρια με μακρές αλυσίδες άνθρακα και υδρογόνου (γνωστά ως υδρογονάνθρακες).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η σύνθεση οργανικών μορίων, το πρώτο βήμα για τη εμφάνιση της ζωής, ενδέχεται να έγινε αβιοτικά στην αρχέγονη Γη. (Θα εξετάσουμε αναλυτικότερα αυτή την υπόθεση στο Κεφάλαιο 25.)

ΠΗΓΗ

S. Miller, A production of amino acids under possible primitive Earth conditions, *Science* 117:528–529 (1953).

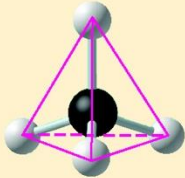
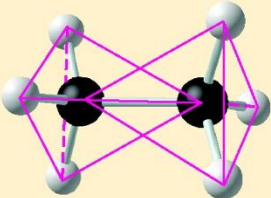
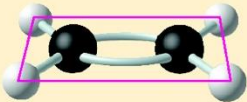
ΤΙ ΘΑ ΓΙΝΟΤΑΝ ΑΝ...;

Αν στο πείραμά του ο Miller χρησιμοποιούσε μεγαλύτερη συγκέντρωση NH_3 , θα άλλαζαν οι σχετικές συγκεντρώσεις των προϊόντων HCN και CH_2O ;

Άτομα C: μεγάλη ποικιλία μορίων → δεσμοί με 4 άτομα

C: 4 e⁻ σθένους

Στα οργανικά μόρια κάθε άτομο C σχηματίζει απλούς ή διπλούς ομοιοπολικούς δεσμούς
→ Κόμβος που βοηθά στην διακλάδωση του μορίου προς πολλές κατευθύνσεις

Ονομασία και σχόλια	Χημικός τύπος	Συντακτικός τύπος	Μοντέλο με σφαίρες και ράβδους	Χωροπληρωτικό μοντέλο
(α) Μεθάνιο. Όταν ένα άτομο άνθρακα δημιουργεί τέσσερεις απλούς δεσμούς με άλλα άτομα, το μόριο που προκύπτει μοιάζει με τετράεδρο.	CH ₄	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$		
(β) Αιθάνιο. Ένα μόριο μπορεί να αποτελείται από περισσότερα του ενός τετράεδρα, όταν συντίθεται από απλούς δεσμούς. Π.χ., το αιθάνιο αποτελείται από δύο τέτοια τετράεδρα.	C ₂ H ₆	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{H} - \text{C} & - & \text{C} - \text{H} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$		
(γ) Αιθυλένιο. Όταν δύο άτομα άνθρακα συνδέονται με διπλό δεσμό, όλα τα άλλα άτομα που είναι ενωμένα με αυτούς τους άνθρακες βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο, επομένως όλο το μόριο είναι επίπεδο.	C ₂ H ₄	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$		

▲ **Εικόνα 4.3** Το σχήμα τριών απλών οργανικών μορίων.

Σθένος

Ο αριθμός των ηλεκτρονίων που απαιτούνται για τη συμπλήρωση της στιβάδας σθένους ισούται με το σθένος του ατόμου → ο αριθμός των ομοιοπολικών δεσμών που μπορεί να σχηματίσει.

Υδρογόνο
(σθένος = 1)



H·

Οξυγόνο
(σθένος = 2)



·Ö·

Άζωτο
(σθένος = 3)

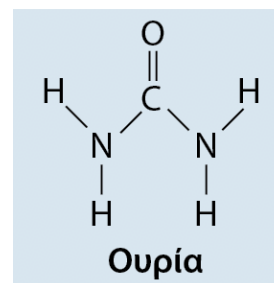


·N·

Άνθρακας
(σθένος = 4)



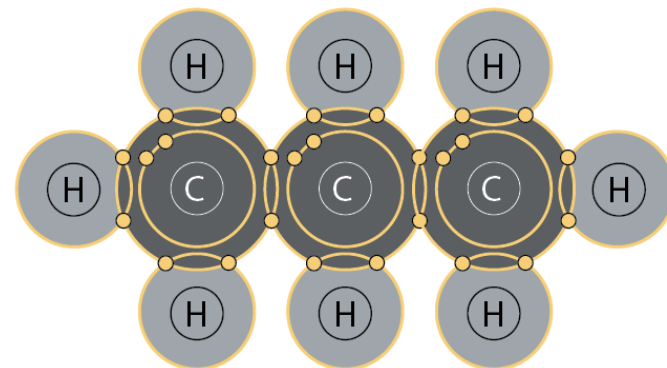
·C·



▲ **Εικόνα 4.4 Τα σθένη των κυριότερων στοιχείων στα οργανικά μόρια.** Σθένος είναι ο αριθμός των ομοιοπολικών δεσμών που μπορεί να σχηματίσει ένα άτομο. Το σθένος ισούται, κατά κανόνα, με τον αριθμό των ηλεκτρονίων που χρειάζονται για να συμπληρωθεί η εξωτερική στιβάδα, δηλαδή η στιβάδα σθένους του (βλ. Εικόνα 2.9). Τα διαγράμματα κατανομής ηλεκτρονίων (πάνω) παρουσιάζουν το σύνολο των ηλεκτρονίων για κάθε άτομο, ενώ στα διαγράμματα Lewis παρουσιάζονται μόνο τα ηλεκτρόνια της στιβάδας σθένους.

ΣΧΕΔΙΑΣΤΕ!

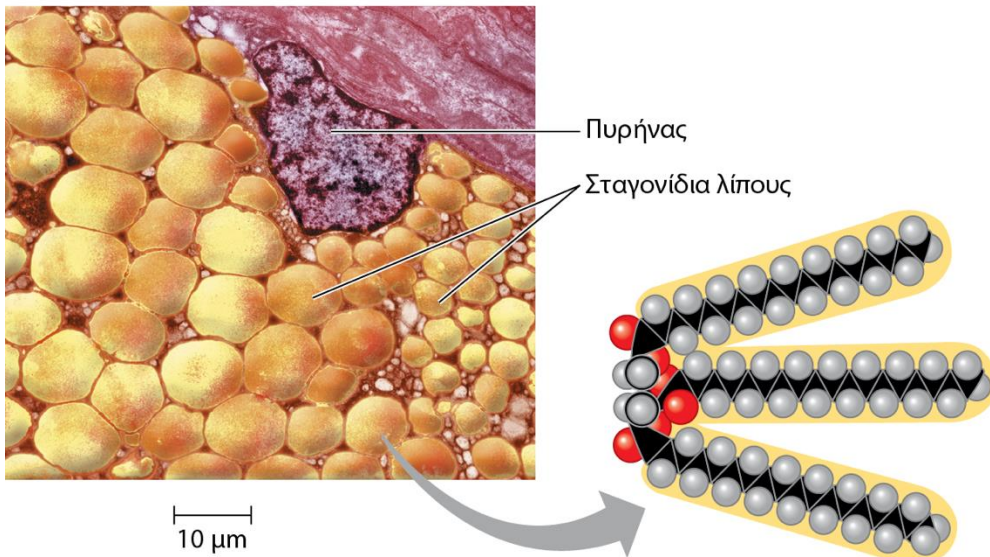
Συμβουλευθείτε την Εικόνα 2.9 και σχεδιάστε τα διαγράμματα Lewis για το νάτριο, τον φωσφόρο, το θείο και το χλώριο.



Παραλλαγές στον ανθρακικό σκελετό

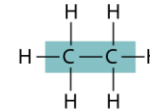
Όλα τα μόρια στις προηγούμενες εικόνες (διαφ. 3/4) είναι υδρογονάνθρακες

- Δεν είναι το κυριότερο συστατικό των ζώντων οργανισμών!!!!
- Αλλα είναι μέρος των βασικών οργανικών μορίων (π.χ. λίπη)
- Συμμετοχή σε αντιδράσεις που απελευθερώνουν μεγάλες ποσότητες ενέργειας

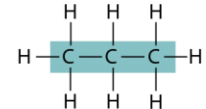


(α) Τμήμα ανθρώπινου λιποκυττάρου (β) Μόριο λίπους

(α) Μήκος



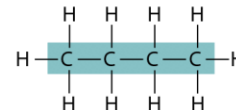
Αιθάνιο



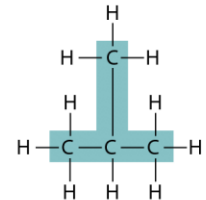
Προπάνιο

Ο ανθρακικός σκελετός ποικίλλει σε μήκος.

(β) Διακλαδώσεις



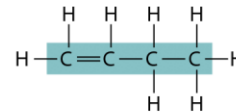
Βουτάνιο



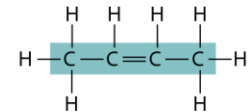
2-Μεθυλοπροπάνιο
(πιο γνωστό ως ισοβουτάνιο)

Ο ανθρακικός σκελετός μπορεί να έχει ή να μην έχει διακλαδώσεις.

(γ) Θέση διπλών δεσμών



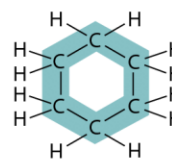
1-Βουτένιο



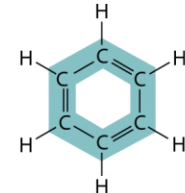
2-Βουτένιο

Ο σκελετός μπορεί να έχει διπλούς δεσμούς σε διάφορες θέσεις.

(δ) Παρουσία δακτυλίων



Κυκλοεξάνιο



Βενζόλιο



Σε ορισμένες ενώσεις, ο ανθρακικός σκελετός μπορεί να διατάσσεται σε δακτύλιο. Στον συντετμημένο συντακτικό τύπο των ενώσεων (δεξιά), κάθε γωνία αντιπροσωπεύει ένα άτομο άνθρακα και τα συνδεδεμένα σε αυτό υδρογόνα.

Ισομερή

Ίδιος μοριακός τύπος αλλά διαφορετική δομή

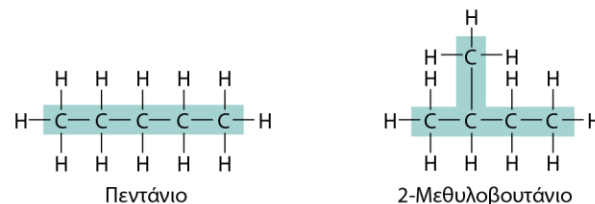
1. Συντακτικά ισομερή: διαφορά ως προς την ομοιοπολική διάταξη των ατόμων (ευθύς ή διακλαδισμένος σκελετός)

1. Γεωμετρικά ισομερή (ή στεροϊσομερή ή *cis-trans* ισομερή: ίδιοι ομοιοπολικοί δεσμοί αλλά διαφορετική διατάξη στον χώρο- αυτές οι λεπτές διαφορές μπορεί να επηρεάσουν καθοριστικά την βιολογική δραστηριότητα

1. Εναντιομερή: κατοπτρική εικόνα το ένα του άλλου- οφείλονται στην παρουσία ασυμμετρου άνθρακα
2. → σύννηθως μόνο το ένα εναντιομερές είναι βιολογικά ενεργό

▼ **Εικόνα 4.7** Τρεις τύποι ισομερών. Τα ισομερή είναι ενώσεις με τον ίδιο μοριακό τύπο αλλά διαφορετική δομή.

(α) Συντακτικά ισομερή



Τα συντακτικά ισομερή διαφέρουν ως προς την ομοιοπολική διάταξη των ατόμων-συνεταίρων, όπως φαίνεται εδώ στο παράδειγμα των δύο ισομερών του C_5H_{12} .

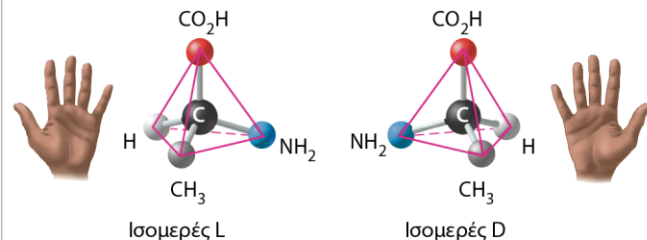
(β) Γεωμετρικά ισομερή (ή στερεοϊσομερή ή *cis-trans* ισομερή)



Ισομερές *cis*: Τα δύο X βρίσκονται στην ίδια πλευρά. Ισομερές *trans*: Τα δύο X βρίσκονται σε αντίθετες πλευρές.

Τα γεωμετρικά ισομερή διαφέρουν ως προς τη διάταξή τους γύρω από έναν διπλό δεσμό. Στα διαγράμματα της εικόνας, το X αναπαριστά ένα άτομο ή μια ομάδα ατόμων που συνδέεται σε έναν άνθρακα του διπλού δεσμού.

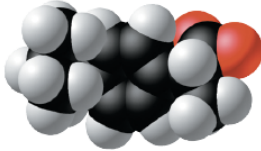
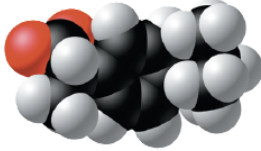
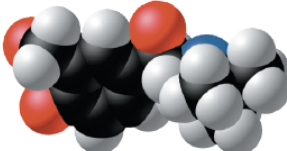
(γ) Εναντιομερή



Τα εναντιομερή διαφέρουν ως προς τη διάταξή τους στον χώρο γύρω από κάποιο ασύμμετρο άτομο άνθρακα· πρόκειται για ενώσεις που είναι κατοπτρικά είδωλα η μια της άλλης, όπως π.χ. το αριστερό και το δεξί χέρι. Τα δύο ισομερή συμβολίζονται με τα γράμματα L και D, από τα αρχικά των λατινικών λέξεων για το αριστερό και το δεξί (*levo* και *dextro*), αντίστοιχα. Τα εναντιομερή δεν συμπίπτουν όταν τοποθετούνται το ένα πάνω στο άλλο.

ΣΧΕΔΙΑΣΤΕ Υπάρχουν τρία συντακτικά ισομερή του C_5H_{12} . Σχεδιάστε εκείνο που λείπει στο (α).

Εναντιομερή: μεγάλη σημασία στην φαρμακευτική βιομηχανία

Φάρμακο	Δράση	Δραστικό εναντιομερές	Μη δραστικό εναντιομερές
Ιβουπροφαίνη	Μειώνει τη φλεγμονή και τον πόνο	 Ιβουπροφαίνη- <i>S</i>	 Ιβουπροφαίνη- <i>R</i>
Αλβουτερόλη	Χαλαρώνει τους μυς των βρόγχων (αεραγωγών), βελτιώνει τη ροή του αέρα στους ασθενείς με άσθμα	 Αλβουτερόλη- <i>R</i>	 Αλβουτερόλη- <i>S</i>

▲ **Εικόνα 4.8** Η φαρμακευτική σημασία των εναντιομερών. Η ιβουπροφαίνη και η αλβουτερόλη είναι δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα φαρμάκων που τα εναντιομερή τους έχουν διαφορετική φαρμακευτική δράση. (Τα γράμματα *S* και *R* είναι σύμβολα ενός εναλλακτικού συστήματος ονομασίας για τη διάκριση των εναντιομερών· χρησιμοποιούνται εδώ αντί για τα *D* και *L* της Εικόνας 4.7γ.) Η ιβουπροφαίνη συνήθως πωλείται ως μείγμα των δύο εναντιομερών της, αλλά το εναντιομερές *S* είναι 100 φορές πιο αποτελεσματικό από το *R*. Η αλβουτερόλη παρασκευάζεται και πωλείται μόνο υπό τη μορφή *R*, καθώς η *S* εξουδετερώνει τη δράση της *R*.

Λίγες χημικές ομάδες είναι υπευθυνες για τη λειτουργία των βιολογικών μορίων

Οι σημαντικότερες χημικές ομάδες

Υδροξυλομάδα: -OH $\rightarrow$ πολική λόγω του οξυγόνου $\rightarrow$ αλκοόλες

Καρβονυλομάδα: -C=O $\rightarrow$ σακχαρα με κετόνες $\rightarrow$ κετόζες
 $\rightarrow$ σάκχαρα με αλδεΐδες $\rightarrow$ αλδόζες

Καρβοξυλομάδα: -COOH $\rightarrow$ δρα ως οξύ $\rightarrow$ οργανικά οξέα

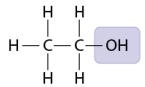
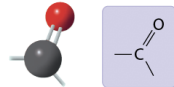
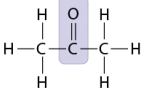
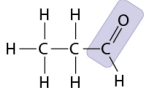
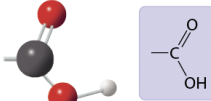
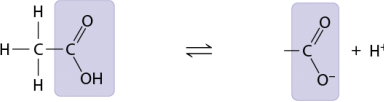
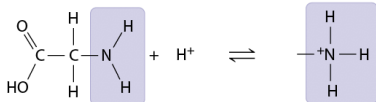
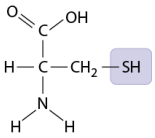
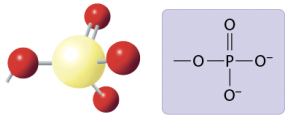
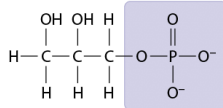
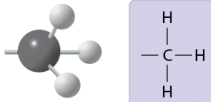
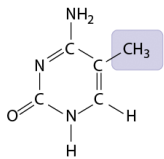
Αμινομάδα: -NH_2 $\rightarrow$ δρα ως βάση $\rightarrow$ αμινες

Σουλφυδρυλομάδα: -SH $\rightarrow$ θειόλες

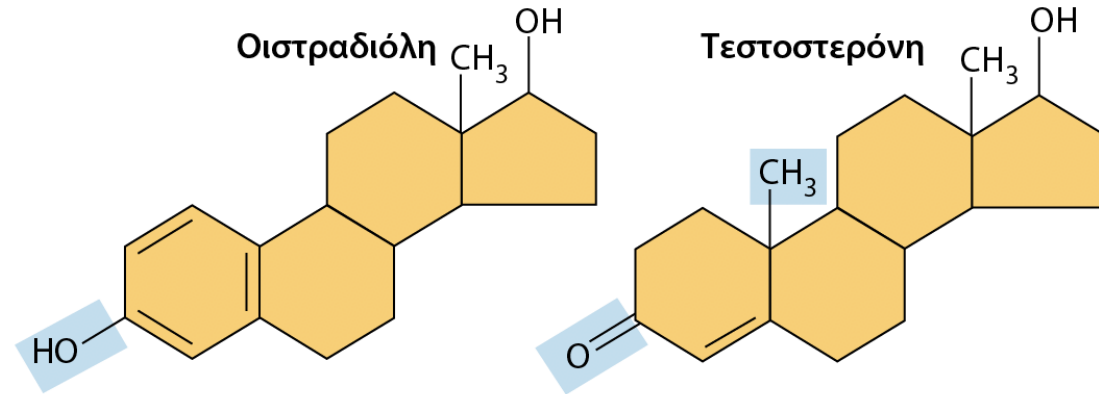
Φωσφορική ομάδα: -OPO_3^{2-} $\rightarrow$ προσδίδουν αρνητικό φορτίο $\rightarrow$ οργανοσφωσφορικές ενώσεις

Μεθυλομάδα: -CH_3 $\rightarrow$ μεθυλιωμένη ένωση

▼ **Εικόνα 4.9** Μερικές χημικές ομάδες μεγάλης βιολογικής σημασίας.

Χημική ομάδα	Ιδιότητες ομάδας και ονομασία ένωσης	Παραδείγματα
Υδροξυλομάδα (—OH) (ή υδροξύλιο)  (μπορεί να γραφτεί και ως HO—)	Είναι πολική λόγω του ηλεκτραρνητικού οξυγόνου. Μπορεί να σχηματίσει δεσμούς υδρογόνου με τα μόρια του νερού, συμβάλλοντας στη διάλυση ενώσεων όπως τα σάκχαρα. Ονομασία ένωσης: Αλκοόλη (τα εξειδικευμένα ονόματα των επιμέρους ενώσεων καταλήγουν συνήθως σε -όλη)	 Αιθανόλη , η αλκοόλη που περιέχουν τα αλκοολούχα ποτά
Καρβονυλομάδα (>C=O) (ή καρβονύλιο) 	Τα σάκχαρα που περιέχουν κετόνες ονομάζονται κετόζες και εκείνα που περιέχουν αλδεύδες ονομάζονται αλδόζες . Ονομασία ένωσης: Κετόνη όταν η καρβονυλομάδα βρίσκεται στο εσωτερικό του ανθρακικού σκελετού, ή αλδεύδη όταν η καρβονυλομάδα βρίσκεται στο άκρο του ανθρακικού σκελετού	 Ακετόνη , η απλούστερη κετόνη  Προπανάλ , μια αλδεύδη
Καρβοξυλομάδα (—COOH) (ή καρβοξύλιο) 	Δρα ως οξύ (μπορεί να προσφέρει H ⁺) επειδή ο ομοιοπολικός δεσμός ανάμεσα στο οξυγόνο και το υδρογόνο είναι ιδιαίτερα πολικός. Ονομασία ένωσης: Καρβοξυλικό οξύ , ή απλώς οργανικό οξύ	 Οξικό οξύ , η ουσία που προσδίδει στο ξίδι τη χαρακτηριστική του γεύση Ιοντισμένη μορφή της —COOH (καρβοξυλικό ιόν) που απαντά στα κύτταρα
Αμινομάδα (—NH₂) 	Δρα ως βάση, αφού μπορεί να δεσμεύσει τα H ⁺ από το περιβάλλον διάλυμα (δηλαδή το νερό, στην περίπτωση των ζώντων οργανισμών). Ονομασία ένωσης: Αμίνη	 Γλυκίνη , ένα αμινοξύ (προσέξτε ότι έχει και μια καρβοξυλομάδα) Ιοντισμένη μορφή της —NH ₂ που απαντά στα κύτταρα
Σουλφυδρυλομάδα (—SH) (ή σουλφιδρύλιο)  (μπορεί να γραφτεί και ως HS—)	Δύο σουλφυδρυλομάδες μπορούν να αντιδράσουν μεταξύ τους σχηματίζοντας μια «δισουλφιδική γέφυρα» που μπορεί να σταθεροποιήσει τη δομή μιας πρωτεΐνης. Οι δισουλφιδικές γέφυρες ανάμεσα στις πρωτεΐνες του τριχώματος ευθύνονται για το αν τα μαλλιά μας είναι ίσια ή σγουρά. Στα κομμωτήρια, οι «μόνιμες» επεξεργασίες διασπούν τις δισουλφιδικές γέφυρες και στη συνέχεια τις ξανασχηματίζουν, ενόσω τα μαλλιά έχουν την επιθυμητή φόρμα. Ονομασία ένωσης: Θειόλη	 Κυστεΐνη , ένα θειούχο αμινοξύ
Φωσφορική ομάδα (—OPO₃²⁻) 	Προσδίδει αρνητικό φορτίο στο μόριο στο οποίο συμμετέχει (1- όταν βρίσκεται εσωτερικά σε κάποια αλυσίδα φωσφορικών ομάδων και 2- όταν βρίσκεται στο τέλος του μορίου). Προσδίδει στο μόριο ικανότητα αντίδρασης με το νερό, απελευθερώνοντας ενέργεια. Ονομασία ένωσης: Οργανοφωσφορική ένωση	 Φωσφορική γλυκερόλη , ένωση που συμμετέχει σε πολλές σημαντικές χημικές αντιδράσεις στα κύτταρα
Μεθυλομάδα (—CH₃) (ή μεθύλιο) 	Όταν είναι προσδεμένη στο DNA (ή σε πρωτεΐνες που συνδέονται με το DNA) επηρεάζει την έκφραση των γονιδίων. Επιπλέον, επηρεάζει τη δομή και τη λειτουργία των ορμονών του φύλου. Ονομασία ένωσης: Μεθυλιωμένη ένωση	 5-Μεθυλοκυτοσίνη : Κυτοσίνη (ένα συστατικό του DNA) τροποποιημένη από την προσθήκη μιας μεθυλομάδας

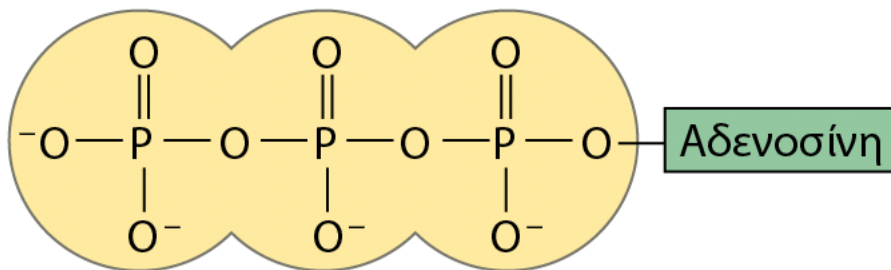
Λίγες χημικές ομάδες είναι υπεύθυνες για τη λειτουργία των βιολογικών μορίων



Ορμόνες υπεύθυνες για τον καθορισμό του φύλου
Παρόμοια δομή διαφορές μόνο στην υδροξυλομάδα και στη καρβονυλομάδα και την μεθυλομάδα αντίστοιχα

ATP: σημαντική πηγή ενέργειας για κυτταρικές διεργασίες

Αδενοσίνη + 3 φωσφορικές ομάδες
 $\text{ATP} \rightarrow \text{ADP}$ (υδρόλυση)



Το ATP δεν αποθηκεύει ενέργεια αλλά αποθηκεύει την δυνατότητα αντίδρασης με το νερό ή άλλα μόρια

Ερωτήσεις

1. Όταν ένα οργανικό μόριο συμπεριφέρεται ως βάση ποια χημική ομάδα μπορεί να ευθύνεται;

- A. υδροξυλομάδα B. καρβονυλομάδα
Γ. αμινομάδα Δ. φωσφορική ομάδα

2. Ποιος από τους παρακάτω υδρογονάνθρακες έχει διπλό δεσμό στον ανθρακικό σκελετό του;

- A. C_3H_8 B. C_2H_6 Γ. C_2H_4 Δ. C_2H_2

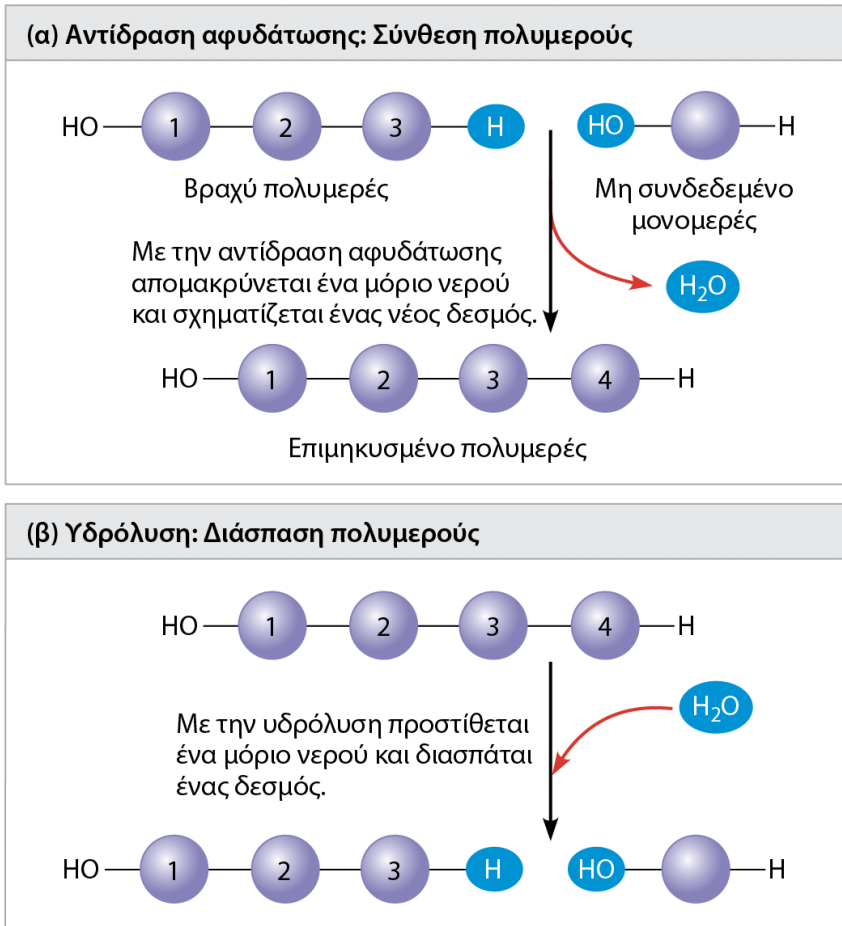
3. Με ποιον τρόπο θα μπορούσε να παραχθεί μία καρβονυλομάδα;

- A. αντικατάσταση του $-OH$ μίας καρβοξυλομάδας από υδρογόνο
B. την προσθήκη μίας θειόλης σε μία υδροξυλομάδα
Γ. την προσθήκη μίας υδροξυλομάδας σε μία φωσφορική ομάδα
Δ. την αντικατάσταση του αζώτου μίας αμινομάδας από οξυγόνο

Μακρομόρια: πολυμερή που συντίθενται από μονομερή

Σύνθεση και διάσπαση των πολυμερών

▼ **Εικόνα 5.2** Σύνθεση και διάσπαση των πολυμερών υδατανθράκων και πρωτεϊνών.



Υδατάνθρακες: καύσιμα και δομικά υλικά

Μονοσακχαρίτες

Πολλαπλάσιο της μονάδας CH_2O

Γλυκόζη $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$: ο πιο κοινός μονοσακχαρίτης

→ Μία καρβονυλομάδα

→ Πολλές υδροξυλομάδες

Ανάλογα με την θέση της καρβονυλομάδας μπορεί να είναι αλδόζη ή κετόζη

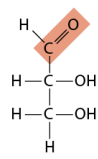
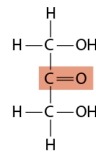
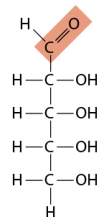
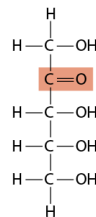
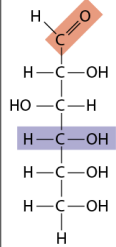
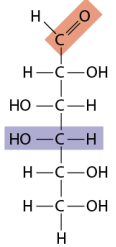
Γλυκόζη → αλδοζη

Φρουκτόζη → κετόζη

3-7 άτομα άνθρακα → καθορίζεται η ονομασία

- Πηγή ενέργειας μέσω της αναπνοής
- Δομικά συστατικά για αμινοξέα κ λιπαρά οξέα

▼ Εικόνα 5.3 Δομή και ταξινόμηση ορισμένων μονοσακχαριτών. Τα απλά σάκχαρα διαφέρουν ως προς τη θέση που κατέχει στο μόριό τους η καρβονυλομάδα (πορτοκαλί), ως προς το μήκος της ανθρακικής τους αλυσίδας και ως προς τον τρόπο με τον οποίο τα τμήματά τους διατάσσονται στον χώρο γύρω από ασύμμετρα άτομα άνθρακα (συγκρίνετε π.χ. τις σκιασμένες με μοβ περιοχές της γλυκόζης και της γαλακτόζης).

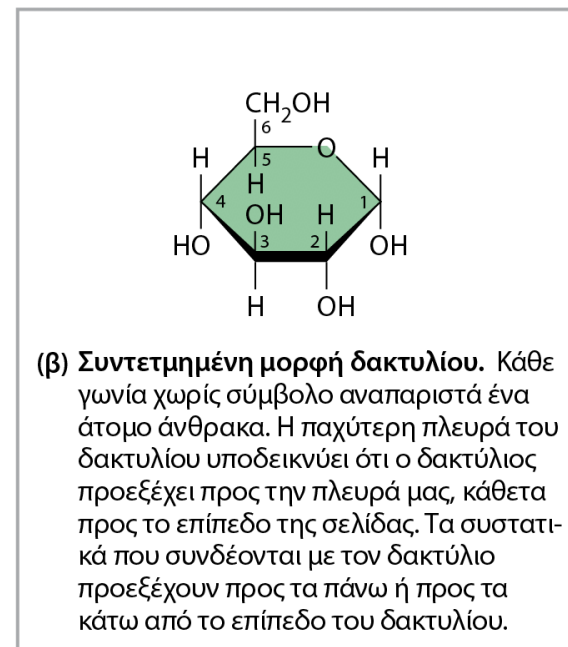
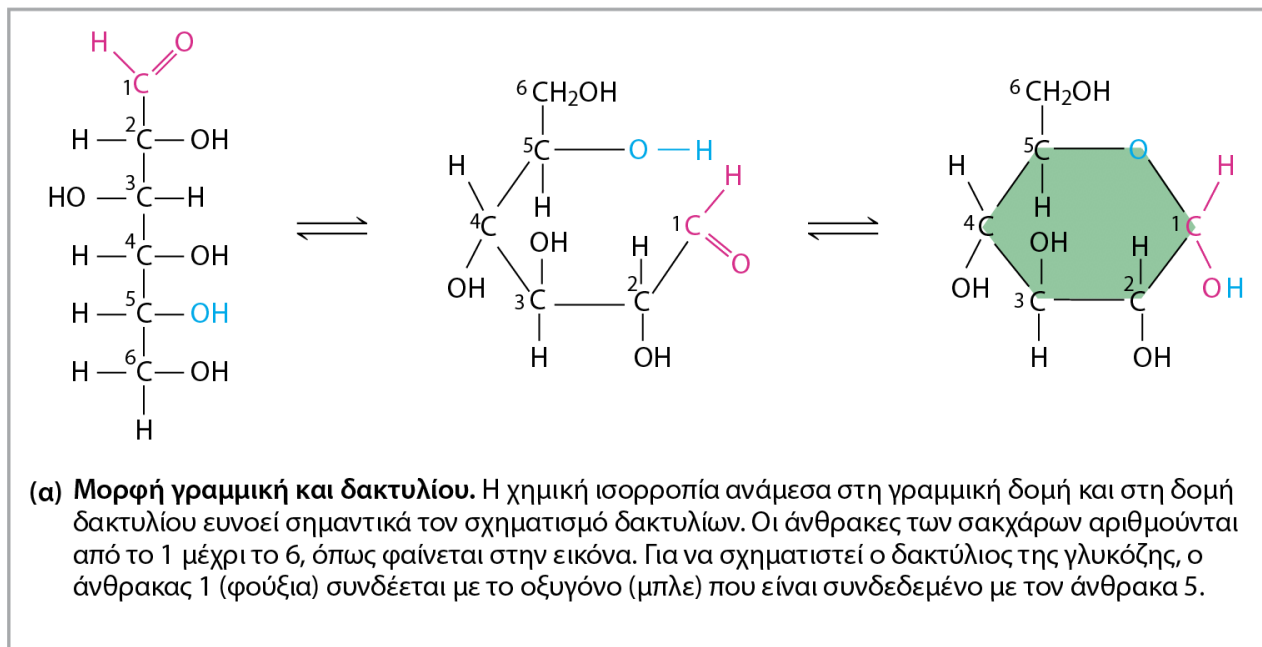
Αλδόζες (αλδεϋδικά σάκχαρα) Η καρβονυλομάδα στο άκρο της ανθρακικής αλυσίδας	Κετόζες (κετο σάκχαρα) Η καρβονυλομάδα μέσα στην ανθρακική αλυσίδα
Τριόζες: Σάκχαρα με τρία άτομα άνθρακα ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$)	
 Γλυκεραλδεϋδη Ένα από τα πρώτα προϊόντα διάσπασης της γλυκόζης	 Διυδροξυακετόνη Ένα από τα πρώτα προϊόντα διάσπασης της γλυκόζης
Πεντόζες: Σάκχαρα με πέντε άτομα άνθρακα ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$)	
 Ριβόζη Συστατικό του RNA	 Ριβουλόζη Ενδιάμεσο προϊόν της φωτοσύνθεσης
Εξόζες: Σάκχαρα με έξι άτομα άνθρακα ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)	
 Γλυκόζη Πηγές ενέργειας για τους οργανισμούς	 Γαλακτόζη Πηγές ενέργειας για τους οργανισμούς

ΣΥΣΧΕΤΙΣΤΕ Τη δεκαετία του 1970 αναπτύχθηκε μια διαδικασία η οποία μετατρέπει τη γλυκόζη που περιέχεται στο σιρόπι καλαμποκιού στο γλυκύτερο ισομερές της, τη φρουκτόζη. Το σιρόπι καλαμποκιού υψηλής περιεκτικότητας φρουκτόζης, ένα σύνθετος συστατικό των αναψυκτικών και των επεξεργασμένων τροφίμων, είναι ένα μείγμα γλυκόζης και φρουκτόζης. Τι τύπος ισομερών είναι η γλυκόζη και η φρουκτόζη; (Βλ. Εικόνα 4.7.)

Υδατάνθρακες: καύσιμα και δομικά υλικά

Γραμμικός σχεδιασμός → όχι εντελώς ακριβής
→ >5 C σχηματισμός δακτυλίου

▼ **Εικόνα 5.4** Η γλυκόζη σε γραμμική μορφή και μορφή δακτυλίου.



ΣΧΕΔΙΑΣΤΕ Ξεκινήστε με τη γραμμική μορφή της φρουκτόζης (βλ. Εικόνα 5.3) και σχεδιάστε τον σχηματισμό του δακτυλίου της φρουκτόζης σε δύο βήματα, όπως φαίνεται στο (α). Αριθμήστε τους άνθρακες ξεκινώντας από την κορυφή της γραμμικής δομής. Στη συνέχεια σχεδιάστε την κυκλοποίηση του μορίου, συνδέοντας τον άνθρακα 5 μέσω του οξυγόνου του με τον άνθρακα 2. Συγκρίνετε τον αριθμό των ατόμων άνθρακα στο τμήμα των δακτυλίων της φρουκτόζης και της γλυκόζης.

Υδατάνθρακες: καύσιμα και δομικά υλικά

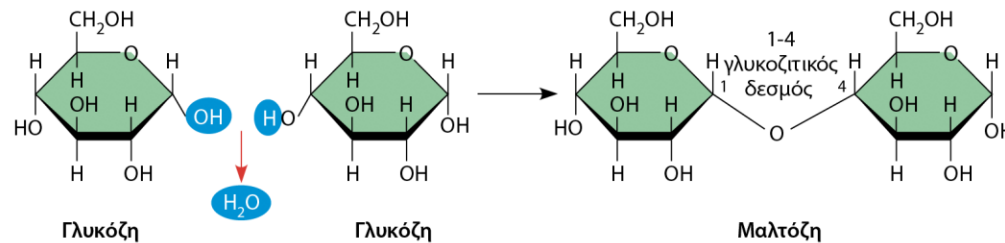
Δισακχαρίτες

Ένωση δύο μονοσακχαριτών με γλυκοζιτικό δεσμό → ομοιοπολικό με αντίδραση αφυδάτωσης

▼ **Εικόνα 5.5** Παραδείγματα σύνθεσης δισακχαριτών.

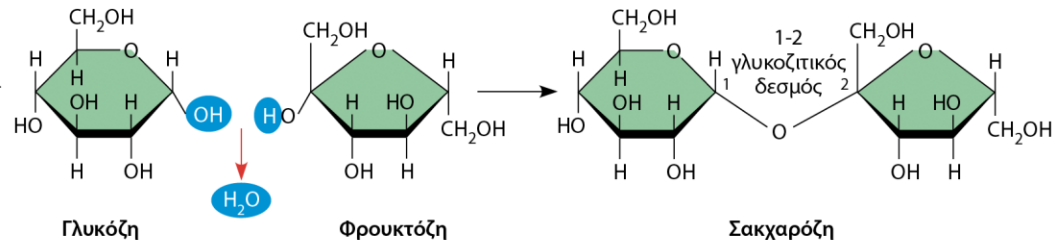
(α) Αντίδραση αφυδάτωσης κατά τη σύνθεση της μαλτόζης.

Από τη σύνδεση δύο μονάδων γλυκόζης σχηματίζεται η μαλτόζη. Ο γλυκοζιτικός δεσμός 1-4 συνδέει τον άνθρακα 1 της μιας γλυκόζης με τον άνθρακα 4 της άλλης. Αν τα δύο μονομερή ενωθούν διαφορετικά, θα σχηματιστεί διαφορετικός δισακχαρίτης.



(β) Αντίδραση αφυδάτωσης κατά τη σύνθεση της σακχαρόζης.

Η σακχαρόζη είναι ένας δισακχαρίτης που σχηματίζεται από γλυκόζη και φρουκτόζη. Παρατηρήστε ότι η φρουκτόζη σχηματίζει δακτύλιο με πέντε πλευρές, παρόλο που είναι εξόζη όπως η γλυκόζη.



ΣΧΕΔΙΑΣΤΕ Ανατρέχοντας στις Εικόνες 5.3 και 5.4, αριθμήστε τους άνθρακες κάθε σακχάρου της εικόνας αυτής. Πώς σχετίζεται η ονομασία κάθε δεσμού με τους αριθμούς;

Υδατάνθρακες: καύσιμα και δομικά υλικά

Πολυσακχαρίτες

Μακρομόρια: πολυμερη από 100αδες-1000αδες μονοσακχαρίτες

Αποθηκευτικοί

Φυτά → **άμυλο** (πολυμερές γλυκόζης) → μορφή κοκκίων μέσα στα πλαστίδια

→ διασπάται και απο τα ζώα → υδρόλυση αμύλου

→ κύριες πηγές: κόνδυλοι πατάτας, σπόροι σιταριού, καλαμποκιού

→ συνήθως δεσμοί 1-4 (~δεσμοι στη μαλτόζη)

→ αμυλόζη (χωρίς διακλαδώσεις)

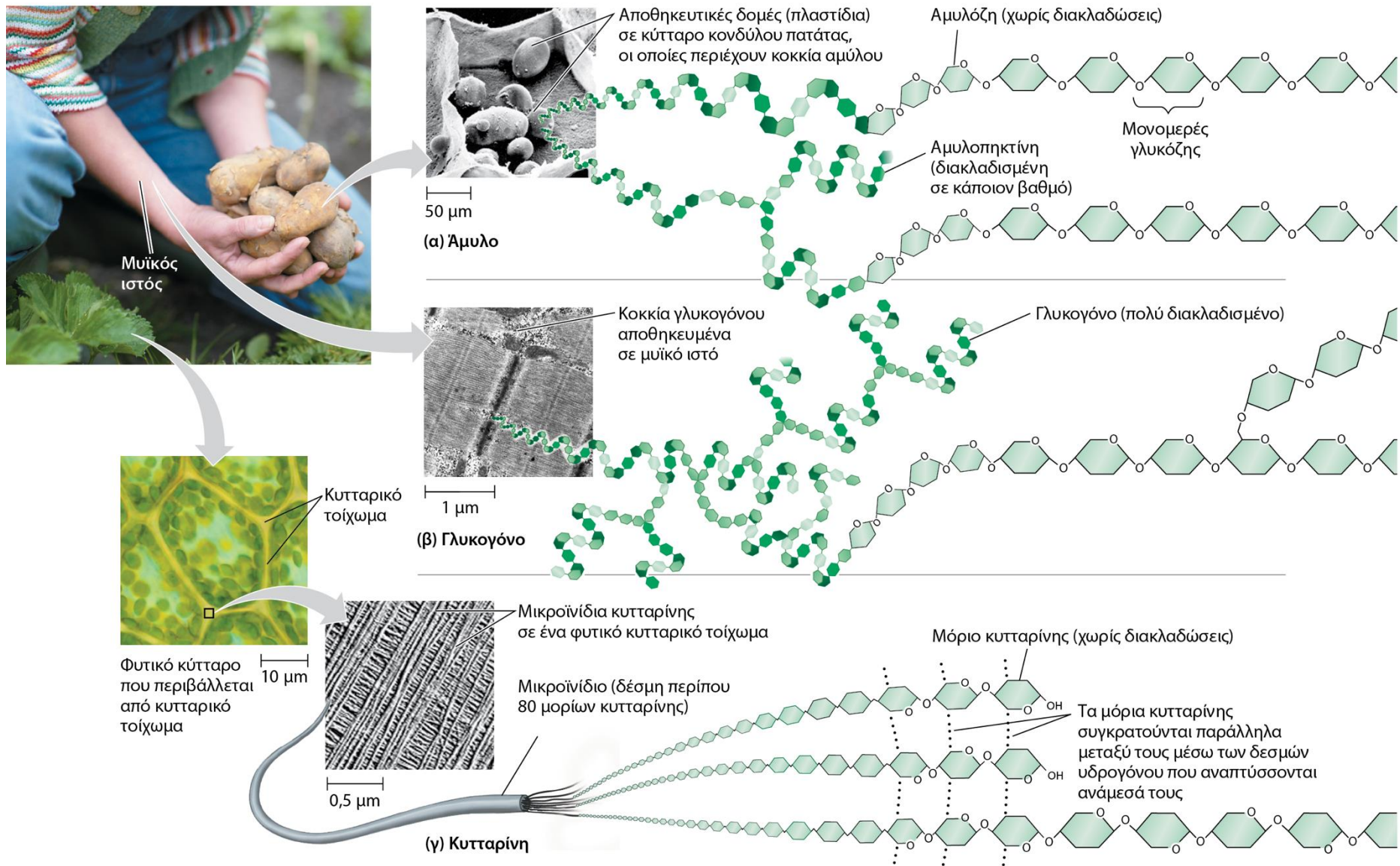
→ αμυλοπηκτίνη (δεσμοί 1-6, παρουσία διακλαδώσεων)

Ζώα → **γλυκογόνο** (~ αμυλοπηκτίνη (1-6) αλλά περισσότερες διακλαδώσεις)

→ σπονδυλωτά (;;;) αποθήκευση κυρίως στους μύες και το ήπαρ

→ στον άνθρωπο εξαντλείται μέσα σε μία μέρα

▼ **Εικόνα 5.6** Πολυσακχαρίτες των φυτών και των ζώων. **(α)** Το άμυλο που αποθηκεύεται στα φυτικά κύτταρα, **(β)** το γλυκογόνο που αποθηκεύεται στα μυϊκά κύτταρα, και **(γ)** οι δομικές ίνες κυτταρίνης που υπάρχουν στα κυτταρικά τοιχώματα των φυτών είναι πολυσακχαρίτες οι οποίοι αποτελούνται εξ ολοκλήρου από μονομερή γλυκόζης (πράσινα εξάγωνα). Στο άμυλο και το γλυκογόνο, οι πολυμερικές αλυσίδες τείνουν να σχηματίζουν έλικες στα μη διακλαδισμένα τμήματά τους, εξαιτίας της γωνίας των δεσμών 1-4 μεταξύ των μορίων της γλυκόζης. Υπάρχουν δύο τύποι άμυλου: η αμυλόζη και η αμυλοπηκτίνη. Η κυτταρίνη, με διαφορετικό γλυκοζιτικό δεσμό, δεν είναι ποτέ διακλαδισμένη.



Υδατάνθρακες: καύσιμα και δομικά υλικά

Δομικοί → χτίσιμο ισχυρών υλικών

Φυτά → κυτταρίνη → κυτταρικά τοιχώματα

→ 10^{14} Kg κυτταρίνης/έτος

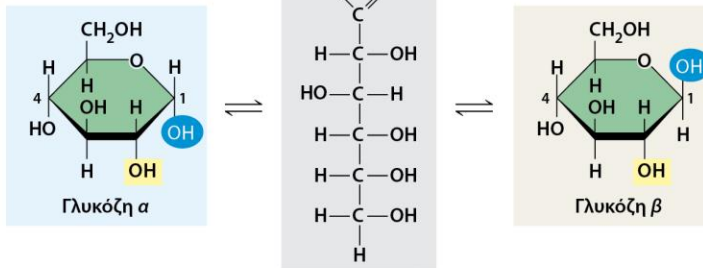
→ πολυμερές γλυκόζης β (1-4)

→ διαφορετικό τρισδιάστατο σχήμα από το άμυλο

→ αδυναμία διάσπασης κυτταρίνης από τα ζώα

▼ Εικόνα 5.7 Η δομή του αμύλου και της κυτταρίνης.

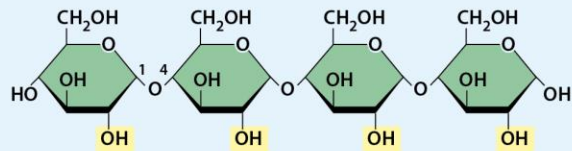
(α) Δομές α και β του δακτυλίου της γλυκόζης. Αυτές οι δύο αλληλομετατρέπομενες μορφές της γλυκόζης διαφέρουν ως προς τη θέση της υδροξυλομάδας (τονισμένη με μπλε) που συνδέεται με τον άνθρακα 1.



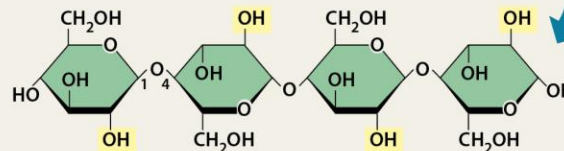
Ο όρος «Αδιάλυτες φυτικές ίνες» που αναγράφεται στις συσκευασίες των τροφίμων αναφέρεται κυρίως στην κυτταρίνη.

Διατροφικές πληροφορίες

Φυτικές ίνες 4g	16%
Διαλυτές ίνες 2g	
Αδιάλυτες ίνες 2g	



(β) Άμυλο: Δεσμοί 1-4 μεταξύ α -μονομερών γλυκόζης. Όλα τα μονομερή έχουν τον ίδιο προσανατολισμό. Συγκρίνετε τη θέση των τονισμένων με κίτρινο ομάδων —OH με εκείνες στην κυτταρίνη (γ).



(γ) Κυτταρίνη: Δεσμοί 1-4 μεταξύ β -μονομερών γλυκόζης. Στην κυτταρίνη, κάθε β -μονομερές γλυκόζης είναι αντεστραμμένο ως προς το προηγούμενο και το επόμενο. (Βλ. τις τονισμένες με κίτρινο ομάδες —OH.)

Ζώα → χιτίνη

→ γλυκόζη β

→ αντικατάσταση —OH

με αζωτούχο ομάδα

Λιπίδια: ετερογενής ομάδα υδρόφοβων μορίων

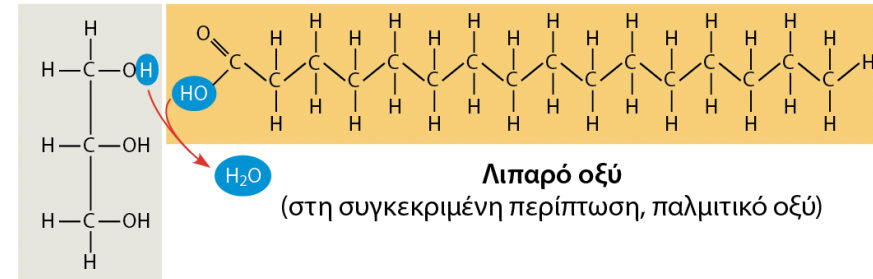
Η μοναδική κατηγορία μεγάλων βιολογικών μορίων που δεν περιλαμβάνει αληθινα πολυμερή → δεν θεωρούνται μακρομόρια!!!
Κοινο χαρακτηριστικό → υδρόφοβος χαρακτήρας!

Λίπη

- Δεν είναι πολυμερή
- Σύνθεση από μικρότερα μόρια με αντιδράσεις αφυδάτωσης
- Γλυκερόλη και τρία λιπαρά οξέα
- Τριακυλογλυκερόλες ή τριγλυκερίδια
- Κορεσμένα κ ακόρεστα

▼ Εικόνα 5.9 Σύνθεση και δομή ενός λίπους

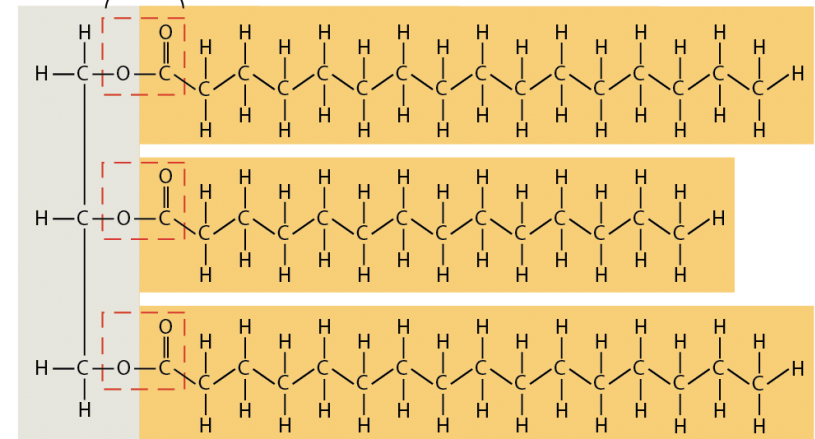
(τριάκυλογλυκερόλης). Οι μοριακοί δομικοί λίθοι ενός λίπους είναι ένα μόριο γλυκερόλης και τρία μόρια λιπαρών οξέων. Οι άνθρακες των λιπαρών οξέων παρουσιάζονται σε πριονωτή διάταξη για να υποδηλώσουν τον πραγματικό προσανατολισμό που έχουν στον χώρο οι τέσσερις απλοί δεσμοί κάθε άνθρακα (βλ. Εικόνες 4.3α και 4.6β).



Γλυκερόλη

(α) Μία από τις τρεις αντιδράσεις αφυδάτωσης κατά τη σύνθεση ενός λίπους. Κάθε φορά που συνδέεται ένα μόριο λιπαρού οξέος στη γλυκερόλη, αφαιρείται ένα μόριο νερού.

Εστερικός δεσμός



(β) Ένα μόριο λίπους (τριάκυλογλυκερόλης) με τρεις μονάδες λιπαρών οξέων. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, δύο από τις τρεις μονάδες λιπαρών οξέων είναι ίδιες.

Λιπίδια: ετερογενής ομάδα υδρόφοβων μορίων

Κορεσμένα λίπη: αποτελούνται από κορεσμένα λιπαρά οξέα → απουσία διπλών δεσμών μεταξύ των ατόμων άνθρακα που συνθέτουν την ανθρακική αλυσίδα → κορεσμένο σε υδρογόνα

Ακόρεστα λίπη: αποτελούνται από ακόρεστα λιπαρά οξέα → παρουσία ενός ή περισσότερων διπλών δεσμών και λιγότερα υδρογόνα

Τα ζωικά λίπη είναι συνήθως κορεσμένα → στερεά σε θερμοκρασία δωματίου

Τα φυτικά λίπη είναι συνήθως ακόρεστα και υγρά → στερεοποίηση με υδρογόνωση → trans λιπαρά !!!!

Κύρια λειτουργία είναι η αποθήκευση ενέργειας!!!

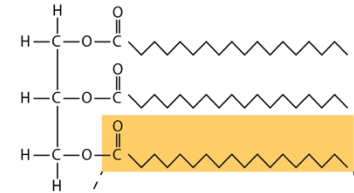
▼ Εικόνα 5.10 Κορεσμένα και ακόρεστα λίπη και λιπαρά οξέα.

(α) Κορεσμένο λίπος

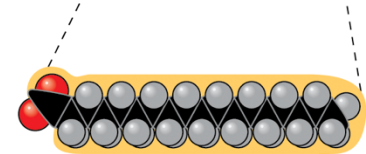
Σε θερμοκρασία δωματίου, ένα κορεσμένο λίπος, όπως το λίπος του βουτύρου, είναι στερεό, επειδή τα μόριά του στοιβάζονται πολύ κοντά το ένα στο άλλο.



Συντακτικός τύπος του μορίου ενός κορεσμένου λίπους. (Κάθε υδρογονανθρακική αλυσίδα παριστάνεται με μια πριονωτή γραμμή, κάθε κορυφή της οποίας αντιπροσωπεύει ένα άτομο άνθρακα· τα άτομα του υδρογόνου δεν φαίνονται εδώ.)



Χωροπληρωτικό μοντέλο του στεατικού οξέος, ενός κορεσμένου λιπαρού οξέος (κόκκινο = οξυγόνο, μαύρο = άνθρακας, γκρι = υδρογόνο).

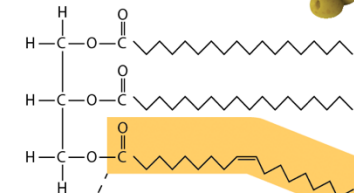


(β) Ακόρεστο λίπος

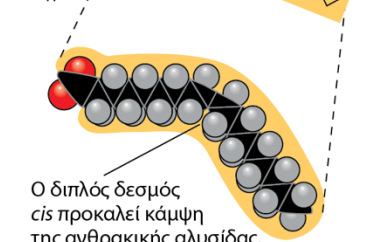
Σε θερμοκρασία δωματίου, τα μόρια ενός ακόρεστου λίπους, όπως είναι το ελαιόλαδο, δεν μπορούν να στοιβαχτούν αρκετά κοντά το ένα στο άλλο, επειδή ορισμένες υδρογονανθρακικές αλυσίδες στα λιπαρά τους οξέα είναι κεκαμμένες.



Συντακτικός τύπος του μορίου ενός ακόρεστου λίπους



Χωροπληρωτικό μοντέλο του ελαϊκού οξέος, ενός ακόρεστου λιπαρού οξέος



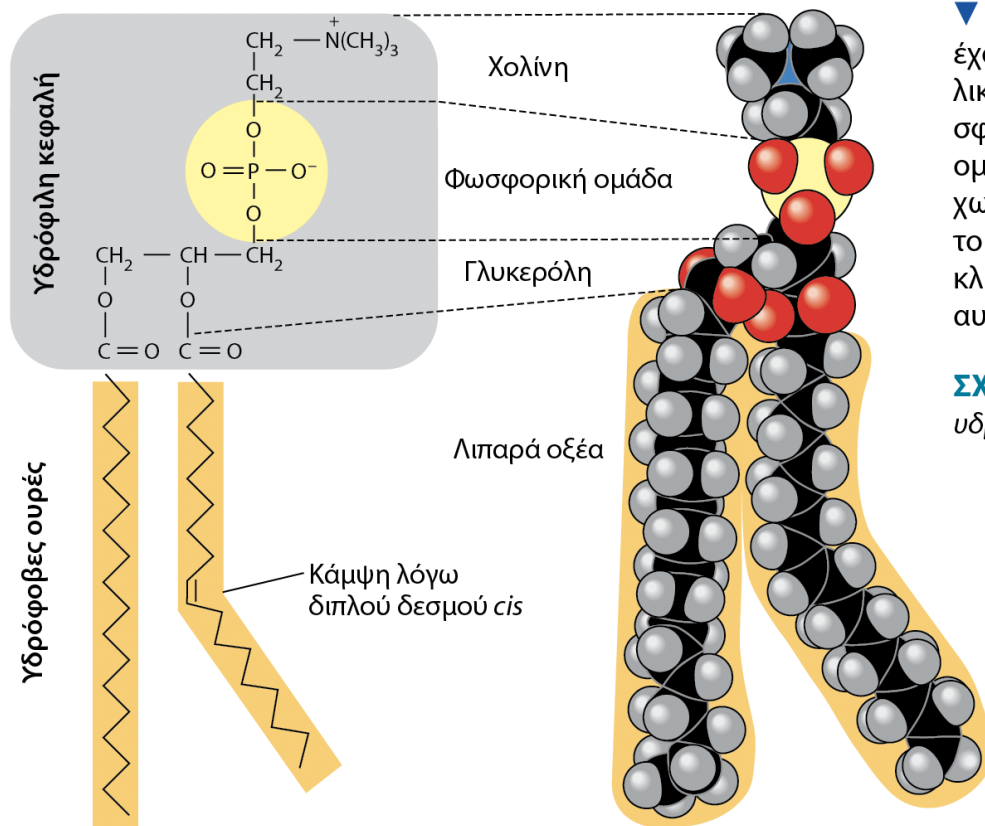
Ο διπλός δεσμός cis προκαλεί κάμψη της ανθρακικής αλυσίδας.

Λιπίδια: ετερογενής ομάδα υδρόφοβων μορίων

Φωσfolιπίδια → ζωτικής σημασίας για τα κύτταρα

→ δύο μόρια λιπαρών οξέων + γλυκερόλη

→ ένωση γλυκερόλης και με PO_4^{3-} → αρνητικό φορτίο → ένωση με πολικό μόριο (π.χ. χολίνη)



▼ **Εικόνα 5.11** Η δομή ενός φωσfolιπιδίου. Τα φωσfolιπίδια έχουν μια υδρόφιλη (πολική) κεφαλή και δύο υδρόφοβες (μη πολικές) ουρές. Το συγκεκριμένο φωσfolιπίδιο, που ονομάζεται φωσφατιδυλοχολίνη, έχει μια χολίνη συνδεδεμένη με μια φωσφορική ομάδα. Στην εικόνα παρουσιάζονται **(α)** ο συντακτικός τύπος, **(β)** το χωροπληρωτικό μοντέλο (κίτρινο = φωσφόρος, μπλε = άζωτο), **(γ)** το γενικό σύμβολο των φωσfolιπιδίων που χρησιμοποιείται σε ολόκληρο το βιβλίο, και **(δ)** η δομή της διπλοστιβάδας που σχηματίζουν αυθόρμητα τα φωσfolιπίδια όταν βρεθούν σε υδατικό περιβάλλον.

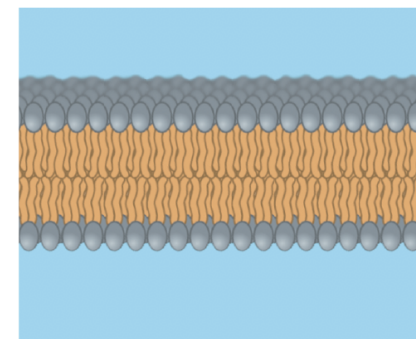
ΣΧΕΔΙΑΣΤΕ Στο χωροπληρωτικό μοντέλο, υποδείξτε με έναν κύκλο την υδρόφιλη κεφαλή.

(α) Συντακτικός τύπος

(β) Χωροπληρωτικό μοντέλο

(γ) Σύμβολο φωσfolιπιδίου

(δ) Διπλοστιβάδα φωσfolιπιδίων



Λιπίδια: ετερογενής ομάδα υδρόφοβων μορίων

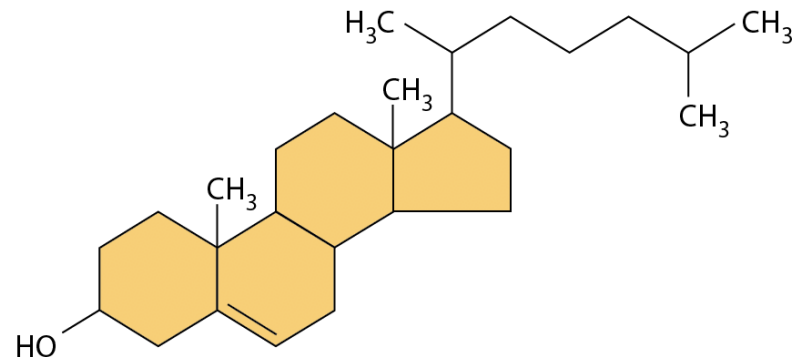
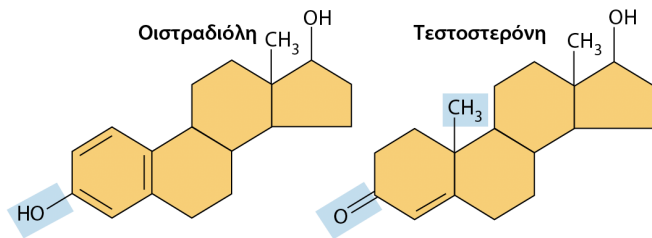
Στεροειδή: λίπιδια με 4 δακτύλιους ενωμένους μεταξύ τους

→ Διαφοροποίηση από τις χημικές ομάδες που συνδέονται στους δακτυλιούς

Χοληστερόλη: ζωτικής σημασίας για τις μεμβράνες

→ Πρόδρομο μόριο για τη σύνθεση των φυλοκαθοριστικών ορμονών

▼ **Εικόνα 5.12** Χοληστερόλη, ένα στεροειδές. Η χοληστερόλη είναι το μόριο από το οποίο συντίθενται άλλα στεροειδή, μεταξύ των οποίων και οι ορμόνες του φύλου. Τα στεροειδή ποικίλλουν ως προς τις χημικές ομάδες που είναι συνδεδεμένες στους τέσσερις συμπυκνωμένους δακτυλίους τους (εδώ παρουσιάζονται με χρώμα ώχρας).



ΣΥΣΧΕΤΙΣΤΕ Συγκρίνετε τη χοληστερόλη με τις ορμόνες του φύλου που παρουσιάζονται στην εικόνα στην αρχή του Τμήματος 4.3. Υποδείξτε με έναν κύκλο τις χημικές ομάδες που είναι κοινές στη χοληστερόλη και την οιστραδιόλη, και με ένα τετράγωνο τις χημικές ομάδες που είναι κοινές στη χοληστερόλη και την τεστοστερόνη.