

# Τείχη

Χωρίς περίσκεψιν, χωρίς λύπην, χωρίς αιδώ  
μεγάλα κ' υψηλά τριγύρω μου έκτισαν τείχη.

Και κάθομαι και απελπίζομαι τώρα εδώ.

Άλλο δεν σκέπτομαι:

τον νουν μου τρώγει αυτή η τύχη·

διότι πράγματα πολλά έξω να κάμω είχαν.

Α όταν έκτιζαν τα τείχη πώς να μην προσέξω.

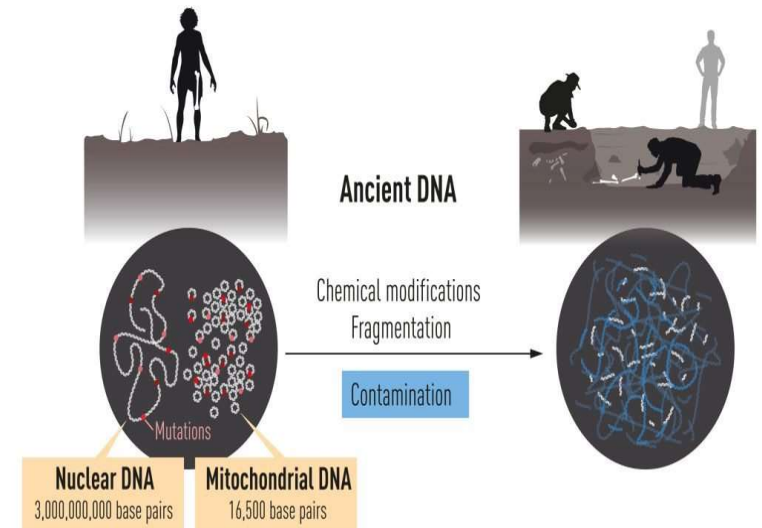
Αλλά δεν άκουσα ποτέ κρότον κτιστών ή ήχον.

Ανεπαισθήτως μ' έκλεισαν από τον κόσμο  
έξω.

Κωνσταντίνος Π. Καβάφης (1897)

Ο Σουηδός γενετιστής Σβάντε Πάαμπο  
επικεφαλής του **Ινστιτούτο Μαξ Πλανκ** για την Εξελικτική Ανθρωπολογία.  
Το βραβείο δόθηκε «για τις ανακαλύψεις του σχετικά με το γονιδίωμα των  
εξαφανισμένων ανθρώπινων ειδών και την ανθρώπινη εξέλιξη».

## The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2022



## Η Χημεία της ζωής

- Βασίζεται στη χημεία των ενώσεων του άνθρακα
- Είναι η χημεία των ελαφρότερων χημικών στοιχείων (C,N,O,H)
- Εξαρτάται από χημικές αντιδράσεις σε υδατικά διαλύματα και ήπιες θερμοκρασίες
- Είναι εξαιρετικά περίπλοκη στην οργάνωση του κυττάρου
- Συντονίζεται από τεράστια πολυμερή μόρια-μακρομόρια με μοναδικές ιδιότητες
- Ρυθμίζεται αυστηρά ώστε να διασφαλιστεί ότι όλες οι χημικές αντιδράσεις συμβαίνουν στον κατάλληλο τόπο και χρόνο

# Χημικά στοιχεία-Άτομα

## Atoms and Molecules

- **Subatomic Particles**

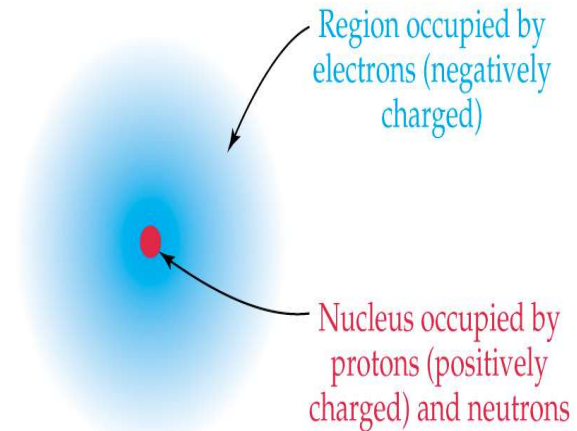
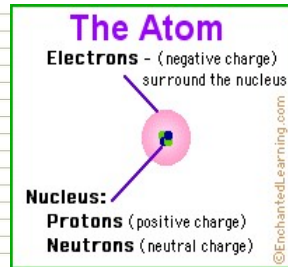
- Neutrons
- Protons
- Electrons

- **Atomic Number**

- the number of protons

- **Atomic Mass (Mass number)**

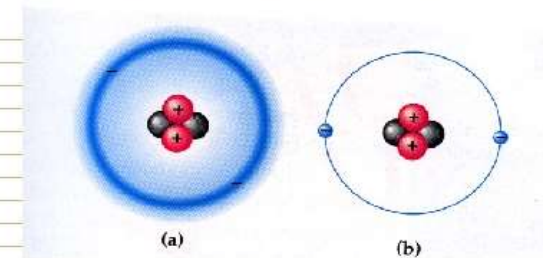
- Neutrons plus Protons



## Atomic Structure

- **Energy levels and electrons**
- **Electron configuration and chemical properties**

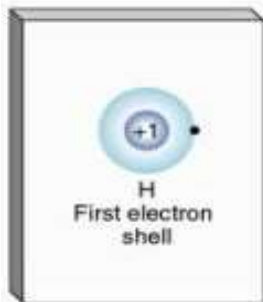
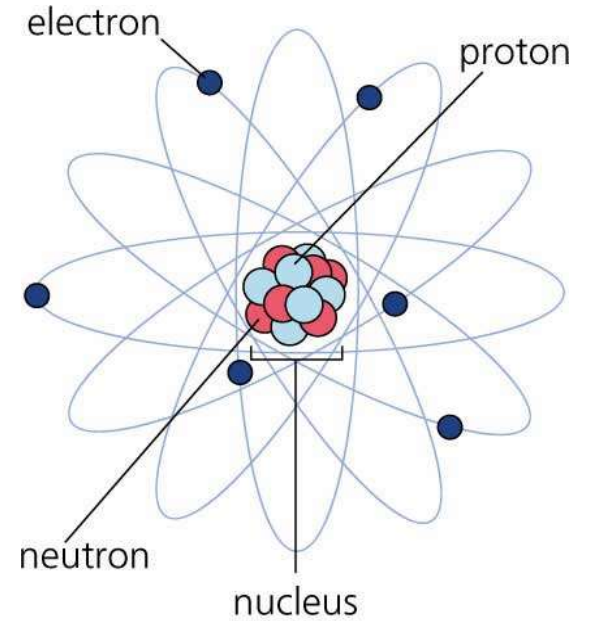
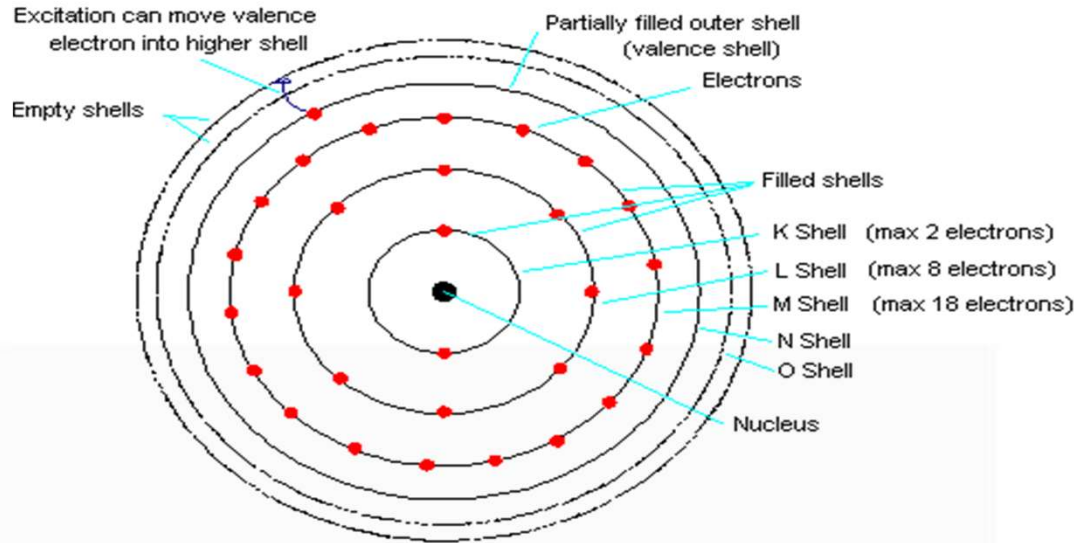
## Structure of Helium



- **Nucleus**
  - Red - Protons, positive charge
  - Black - Neutrons, no charge
- **Outside of Nucleus**
  - Blue - Electrons, Negative charge

*\*Αφθονία στοιχείων στη φύση (έμβια-άβια)*

# Στοιβάδες ηλεκτρονίων

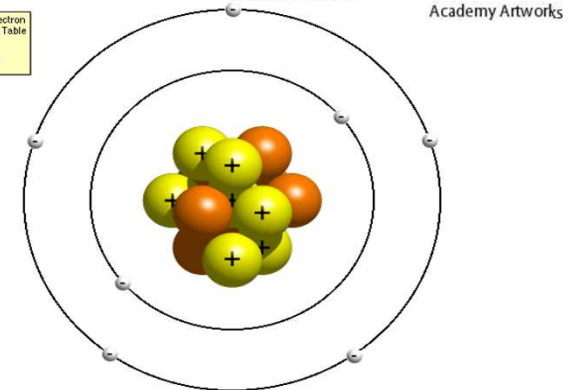


SIMPLIFIED ORBITAL MODEL OF A MANY-ELECTRON ATOM

<p>Li Second electron shell</p>	<p>C</p>	<p>O</p>	<p>F</p>	<p>Ne</p>
<p>Na Third electron shell</p>	<p>Si</p>	<p>S</p>	<p>Cl</p>	<p>Ar</p>
-1	+4	+2	+1	0 (Inert elements)

ELECTRONS NEEDED FOR ATOMS IN EACH COLUMN TO ACHIEVE STABILITY

Nitrogen's Electron Configuration Table  
 $1s^2$   
 $2s^2 2p^3$



- \*Ποια είναι η βάση της κατανομής των ηλεκτρονίων;
- \*Ποια είναι η βάση της δημιουργίας δεσμών;
- \*Γιατί το H<sub>2</sub>O είναι υγρό και το H<sub>2</sub>S είναι αέριο;

# Ισότοπα Η και C

## Isotopes

$^1_1\text{H}$   
Hydrogen  
Stable

$^3_1\text{H}$   
Tritium  
Radioactive

## Isotopes

- Some atoms of a given element have more neutrons than others
- eg.  $^{12}\text{C}$  is the most common form of carbon
- $^{14}\text{C}$  is an unstable “radioactive isotope” of carbon

1 electron  
1 proton  
HYDROGEN

1 electron  
1 neutron  
1 proton  
DEUTERIUM

1 electron  
2 neutrons  
1 proton  
TITRIUM

Stable Isotopes		99%		1%			
9	10	11	12	13	14	15	16
$^9_6\text{C}$	$^{10}_6\text{C}$	$^{11}_6\text{C}$	$^{12}_6\text{C}$	$^{13}_6\text{C}$	$^{14}_6\text{C}$	$^{15}_6\text{C}$	$^{16}_6\text{C}$
.13	19	20.6			5730	2.25	.74
sec.	sec.	min.			years	sec.	sec.
Positron decay				beta decay			

$\text{C}^{12}_6$

$\text{C}^{14}_6$

$\text{C}^{12}_6$  — Mass Number = A

                  Atomic Number = Z

- \*Ποια η χρήση των ισοτόπων;
- \*Σε ποια ιδιότητά τους στηρίζεται;

## ΧΗΜΙΚΟΙ ΔΕΣΜΟΙ

- **Ομοιοπολικοί δεσμοί (ισχυροί)**

Μη πολικοί-Πολικοί-Ιοντικοί

- **Μη ομοιοπολικοί δεσμοί (ασθενείς)**

Υδρογόνου-van der Waals-

Υδρόφιλοι+Υδρόφοβοι

# Χημικοί δεσμοί

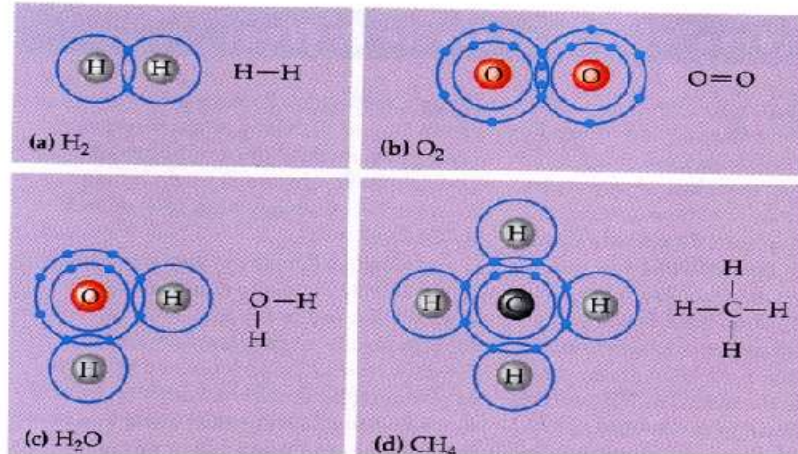
ανταλλαγή ηλεκτρονίων: μεταφορά ή κοινή συνεισφορά

Υδρόφοβα μόρια: υδρογονάνθρακες, μεμβράνες

## Chemical Bonds

- Covalent Bonds
- Nonpolar and Polar Covalent Bonds
- Ionic Bonds
- Hydrogen Bonds

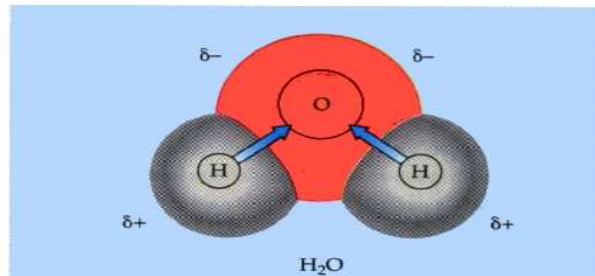
## Covalent Bonds



- Pairs of “Shared Electrons”

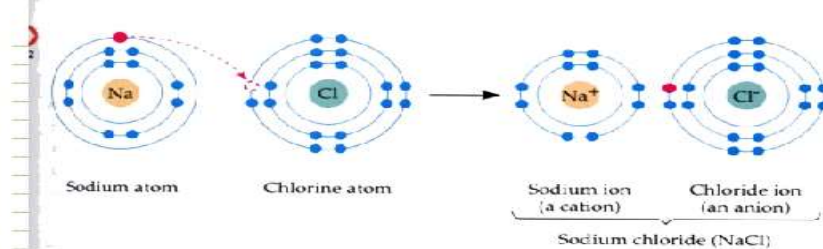
Υδρόφιλα μόρια: DNA, πρωτεΐνες, σάκχαρα

## Polar Covalent Bonds



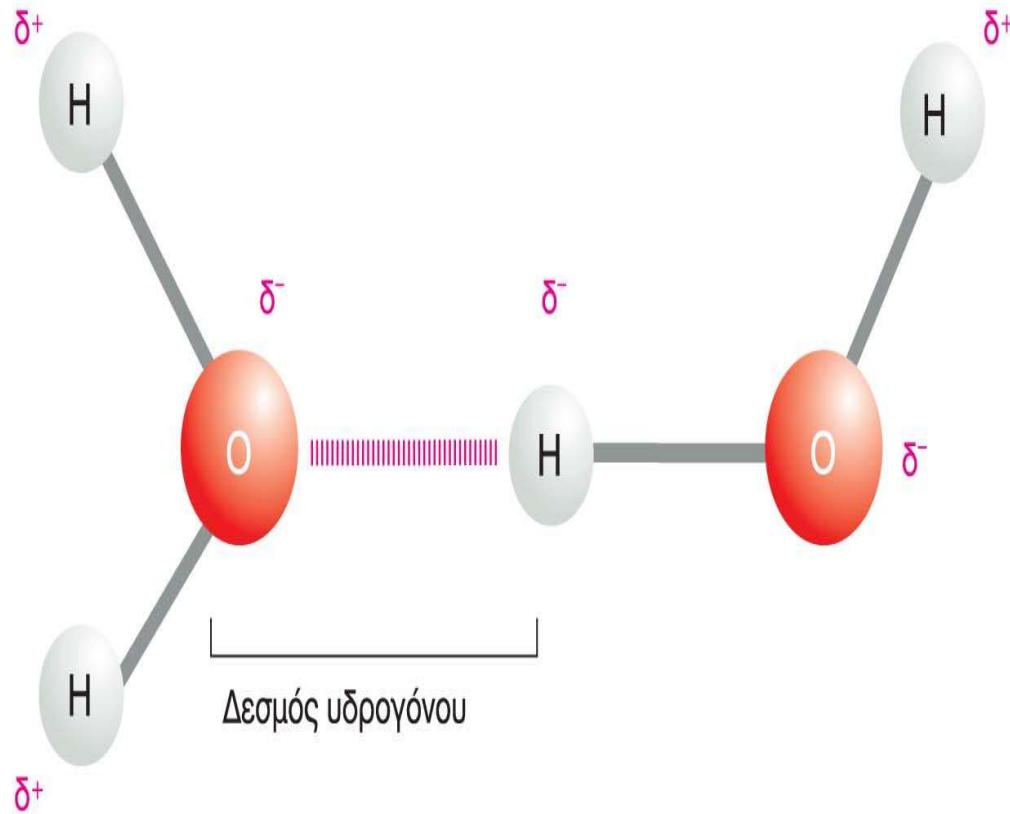
- The more “Electronegative” nucleus attracts the electron pair.
- Therefore that end of the bond becomes slightly negative

## Ionic Bonds



- One atom “takes” the electron to complete its outermost electron shell - becomes a positive ion
- The other atom “gives up” the electron and becomes a negative ion

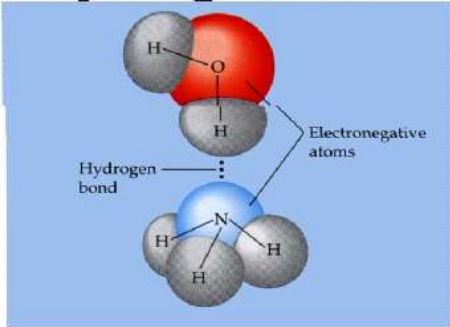




**Εικόνα 2-14.** Ένας δεσμός υδρογόνου σχηματίζεται μεταξύ δύο μορίων νερού. Αυτοί οι δεσμοί ευθύνονται σε μεγάλο βαθμό για τις ιδιότητες που διατηρούν τη ζωή (συμπεριλαμβανομένης της ικανότητας ύπαρξής του σε υγρή μορφή στις θερμοκρασίες που επικρατούν μέσα στο σώμα ενός συνηθισμένου θηλαστικού).

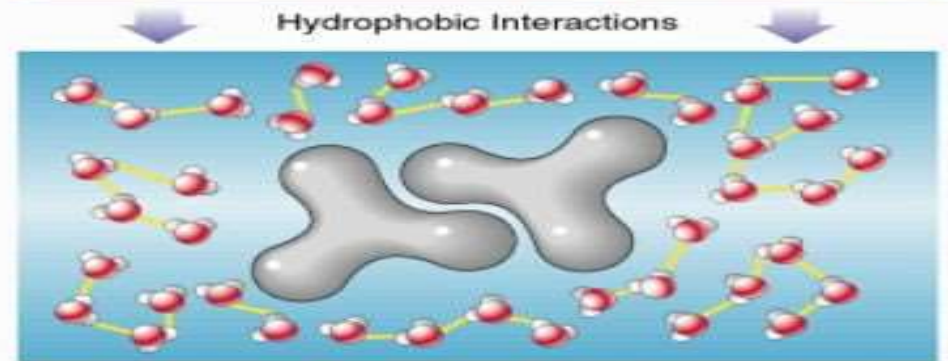
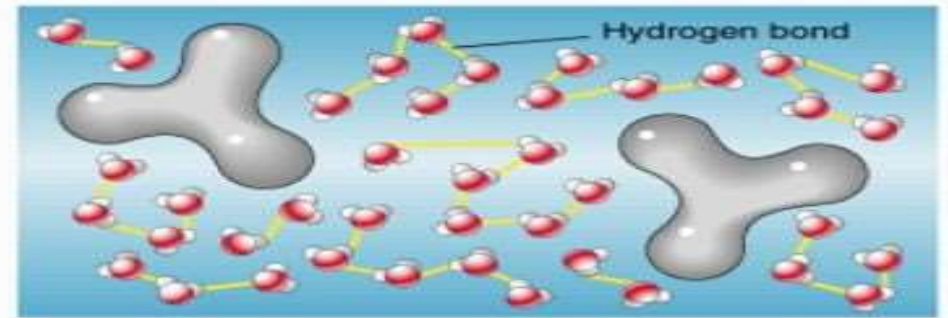
# Δεσμοί: υδρογόνου-υδρόφοβοι-υδρόφιλοι-van der Waals

### Hydrogen Bonds

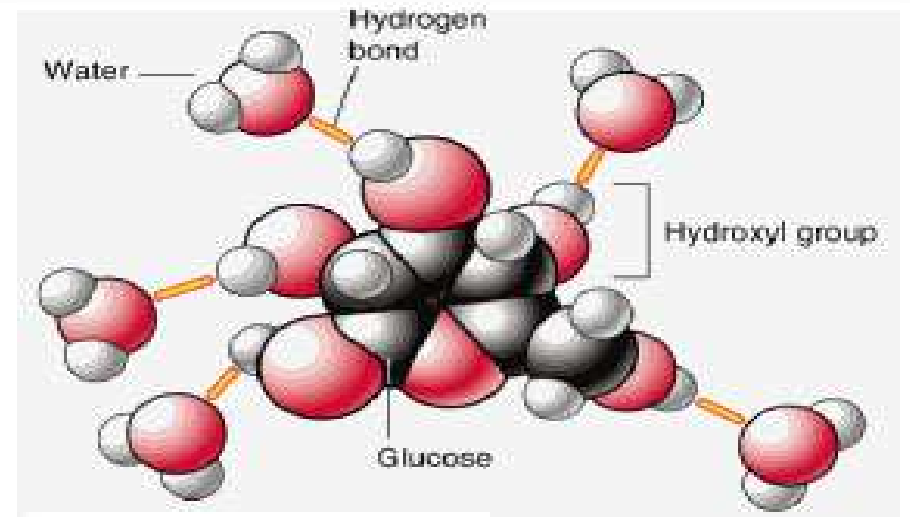
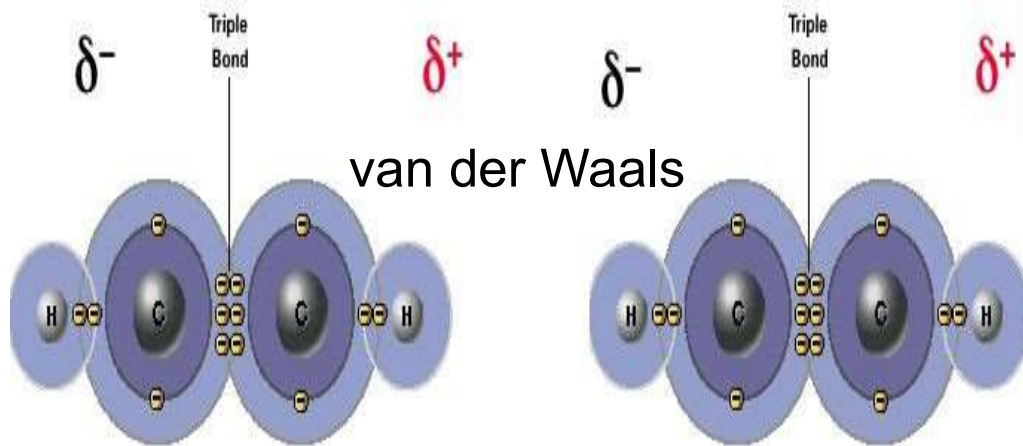


The diagram shows a water molecule (H<sub>2</sub>O) with a red oxygen atom and two white hydrogen atoms, and an ammonia molecule (NH<sub>3</sub>) with a blue nitrogen atom and three white hydrogen atoms. A dashed line represents a hydrogen bond between a hydrogen atom of the water molecule and the nitrogen atom of the ammonia molecule. Labels include 'Hydrogen bond', 'Electronegative atoms', and 'Hydrogen bond'.

- The slightly positive end of one polar molecule (usually H), attracts the negative end of another polar molecule.
- These are very weak bonds



Copyright 1999 John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.



# Μήκος και ισχύς δεσμού

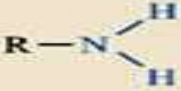
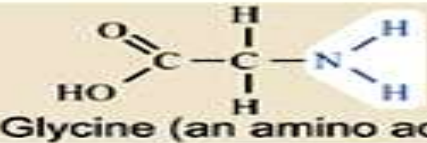
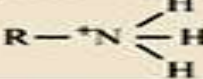
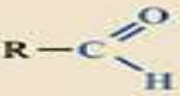

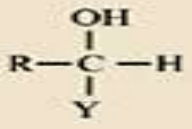

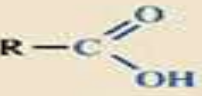

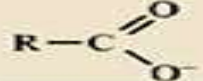

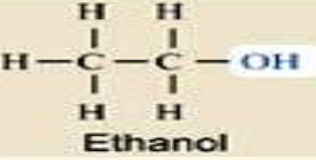

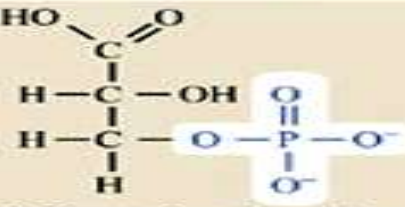


**Average Bond Lengths for Some Single, Double, and Triple Bonds**

Bond	Bond Length (Å)	Bond	Bond Length (Å)
C—C	1.54	N—N	1.47
C=C	1.34	N=N	1.24
C≡C	1.20	N≡N	1.10
C—N	1.43	N—O	1.36
C=N	1.38	N=O	1.22
C≡N	1.16	O—O	1.48
C—O	1.43	O=O	1.21
C=O	1.23		
C≡O	1.13		

<u>Δεσμός</u>	<u>μήκος (nm)</u>	<u>ισχύς(kcal/mol)</u>
Ομοιοπολικός	0.15	90
Ιοντικός	0.25	80 (-H <sub>2</sub> O)
Υδρογόνου	0.30	4
Van der Waals	0.35	0.1
Θερμική σύγκρουση		1

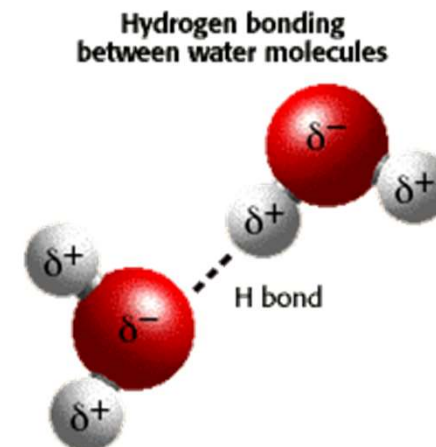
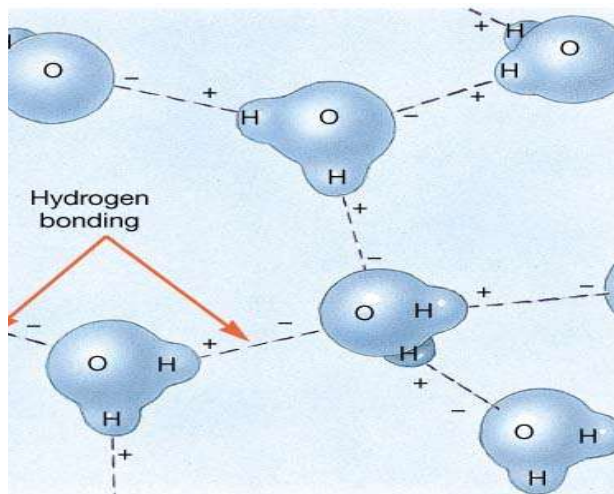
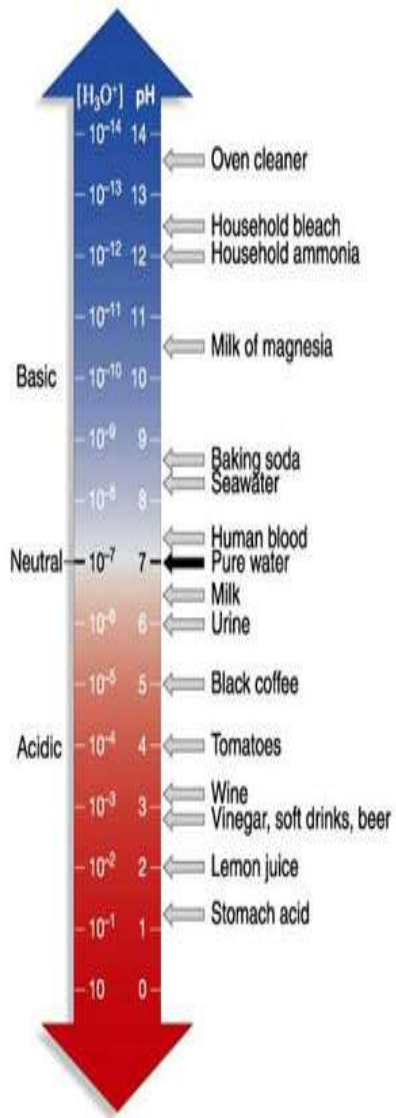
- \*Τι σημαίνει και που οφείλεται η διαφορετική ισχύς δεσμών;
- \*Οι θερμικές συγκρούσεις δημιουργούν/καταργούν δεσμούς;

# Χημικές ομάδες άνθρακα

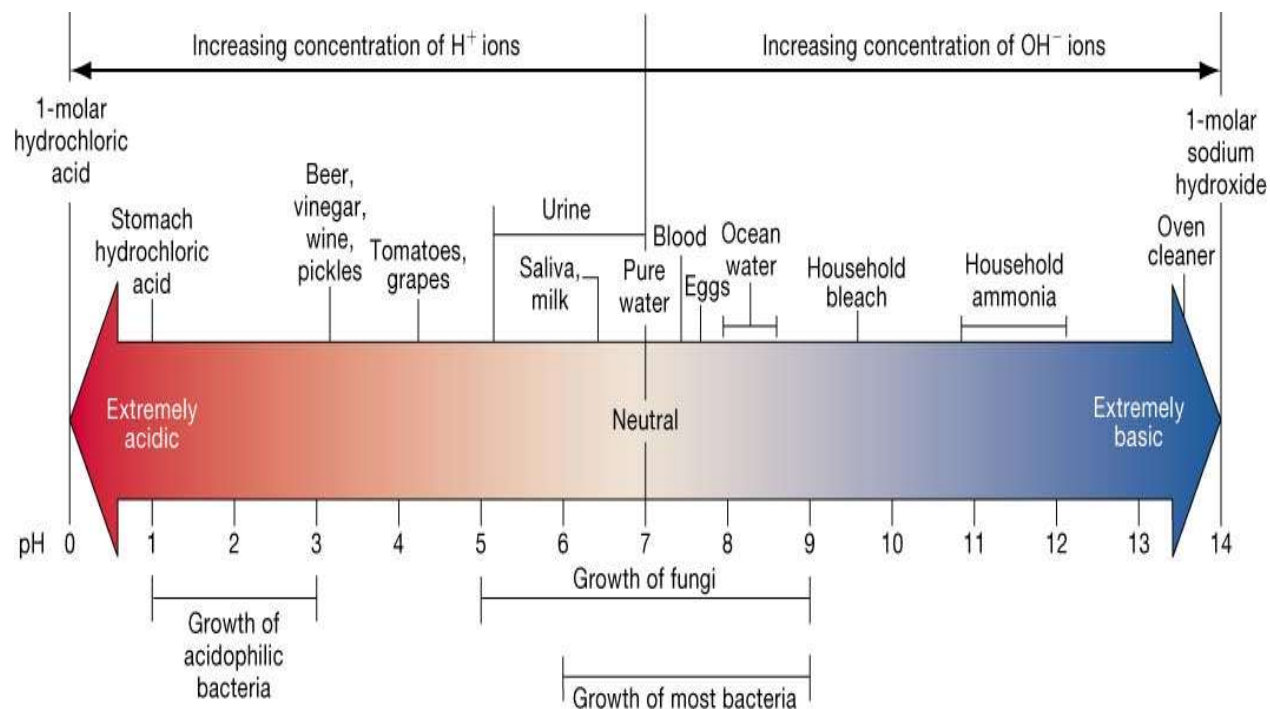
TABLE FUNCTIONAL GROUPS ATTACHED TO CARBON ATOMS				
Functional group	*Formula	Family of molecules	Example	Properties of functional group
Amino		Amines	 Glycine (an amino acid)	Acts as a base—tends to attract a proton to form 
Carbonyl		Aldehydes	 Acetaldehyde	Aldehydes, especially, react with compounds of form HY to produce larger molecules with form 
		Ketones	 Acetone	
Carboxyl		Carboxylic acids	 Acetic acid	Acts as an acid—tends to lose a proton to form 
Hydroxyl		Alcohols	 Ethanol	Highly polar, so makes compounds more soluble through hydrogen-bonding with water
Phosphate		Organic phosphates	 3-Phosphoglyceric acid	When several phosphate groups are linked together, breaking O-P bonds between them releases large amounts of energy
Sulfhydryl		Thiols	 Mercaptoethanol	When present in proteins, can form disulfide (S-S) bonds that contribute to protein structure

\*In these structural formulas, "R" stands for the rest of the molecule.

# H<sub>2</sub>O και pH

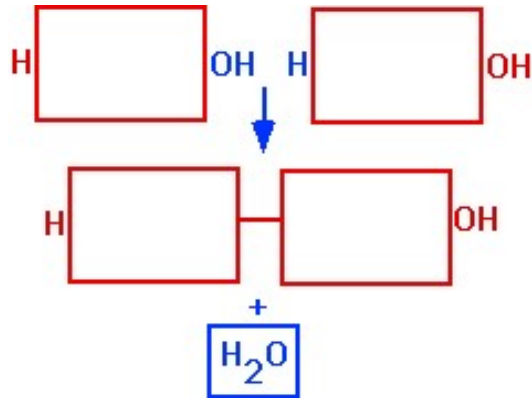


- \* Χημικές αντιδράσεις σε υδατικό διάλυμα και σε ήπιες θερμοκρασίες
- \* 1 H<sup>+</sup> per 555 million waters = 1 x 10<sup>-7</sup>
- \* pH= 1, ποια η αναλογία H και H<sub>2</sub>O;



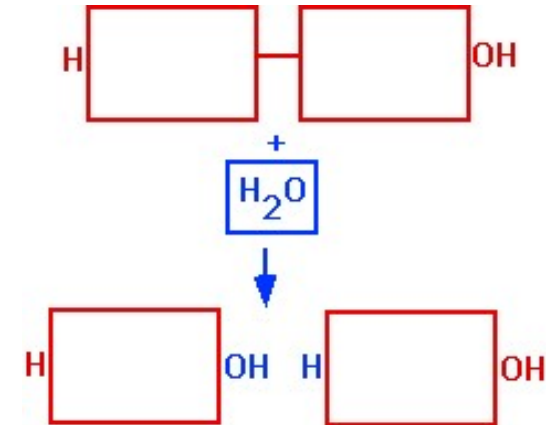
# Δομικοί λίθοι-μακρομόρια Συμπύκνωση-Υδρόλυση

## Συμπύκνωση



Μονοσακχαρίτες  
Λιπαρά οξέα/στεροειδή-γλυκερόλη  
Αμινοξέα  
Νουκλεοτίδια

## Υδρόλυση

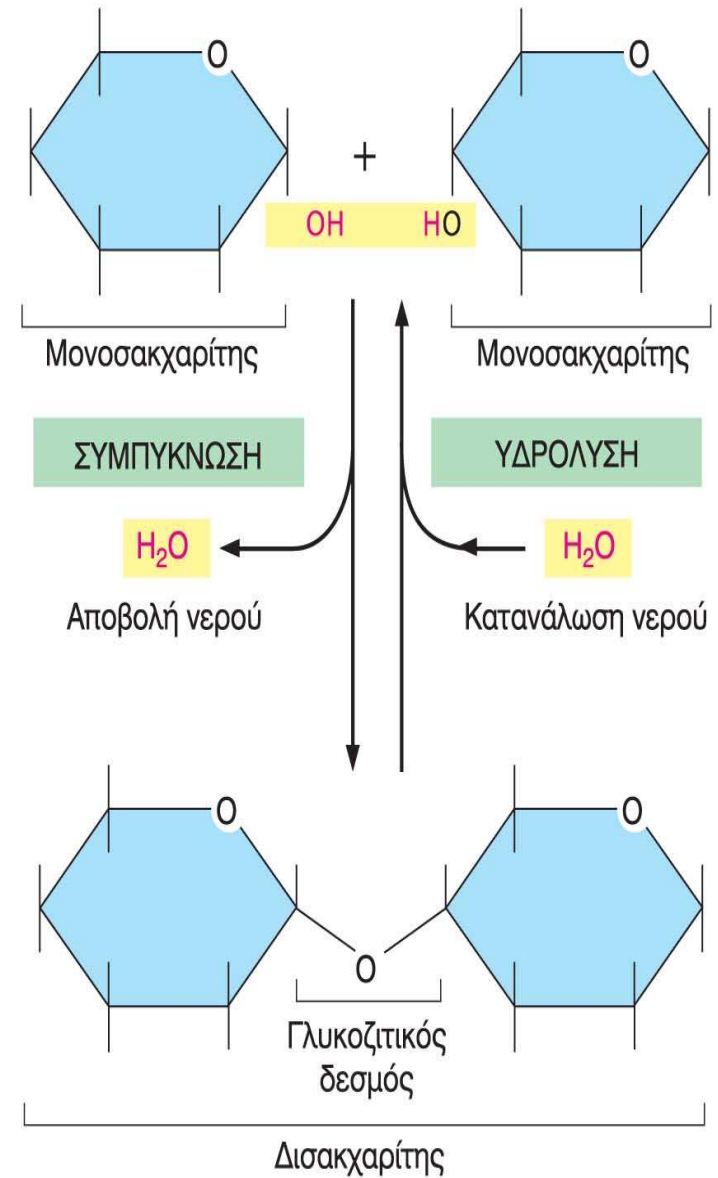


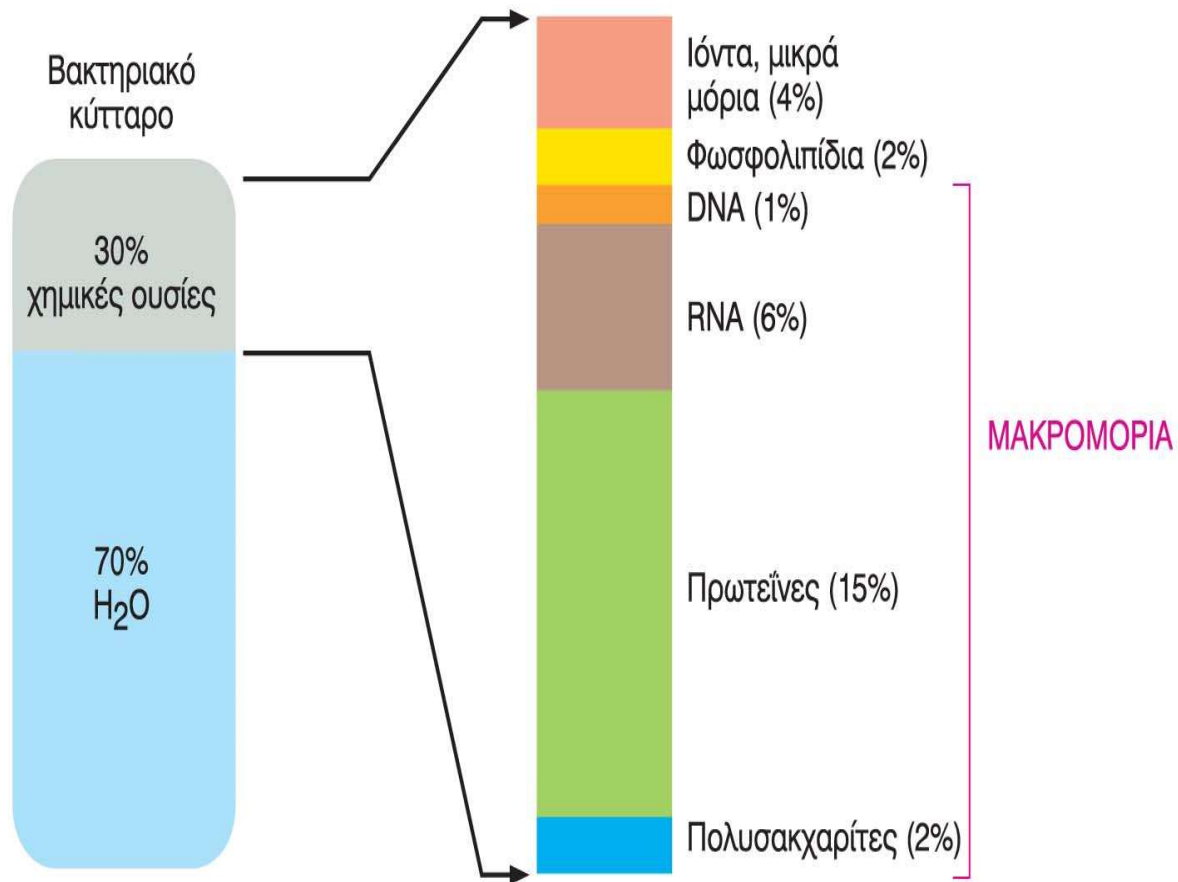
Πολυσακχαρίτες  
Λιπίδια  
Πρωτεΐνες  
Νουκλεικά οξέα

*\*Κοινά χαρακτηριστικά δημιουργίας μεγαλομορίων (συμπύκνωση)*

*\*Κοινά χαρακτηριστικά διάσπασης μεγαλομορίων (υδρόλυση)*

**Εικόνα 2-18.** Η αντίδραση δύο μονοσακχαριτών μέσω ενός γλυκοσιδικού δεσμού για το σχηματισμό ενός δισακχαρίτη. Αυτή η αντίδραση ανήκει στη γενική κατηγορία των αντιδράσεων συμπύκνωσης, κατά τις οποίες δύο μόρια συνδέονται μεταξύ τους με απώλεια ενός μορίου νερού. Η αντίστροφη αντίδραση (στην οποία προστίθεται ένα μόριο νερό) καλείται υδρόλυση.

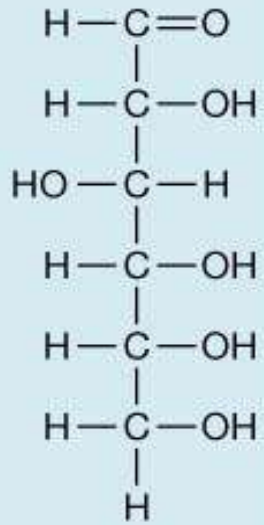




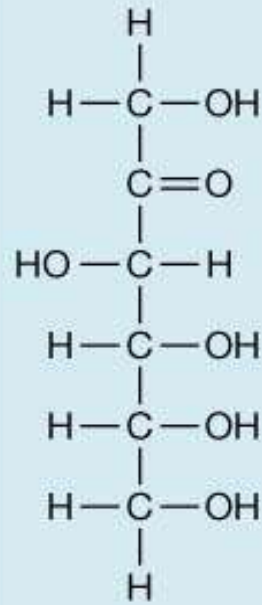
**Εικόνα 2-27.** Τα μακρομόρια αφθονούν στα κύτταρα. Στην εικόνα αυτή παρουσιάζεται (κατά προσέγγιση) η σύσταση ενός βακτηριακού κυττάρου (ανάλογα με τη μάζα). Ανάλογη είναι η σύσταση ενός ζωικού κυττάρου.



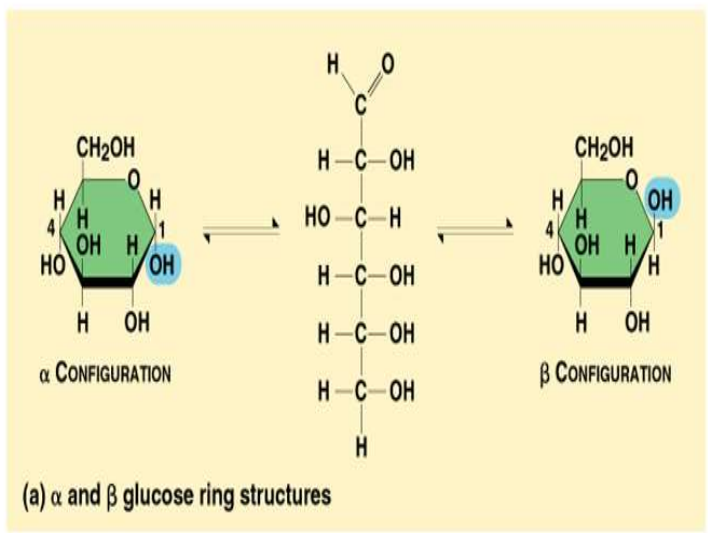
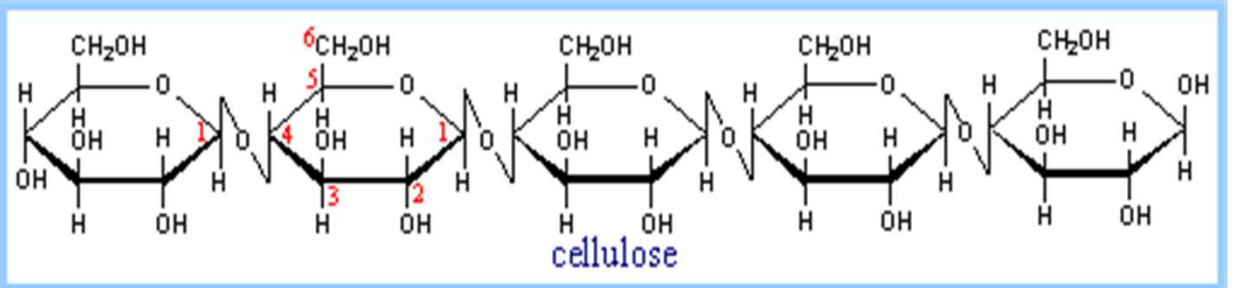
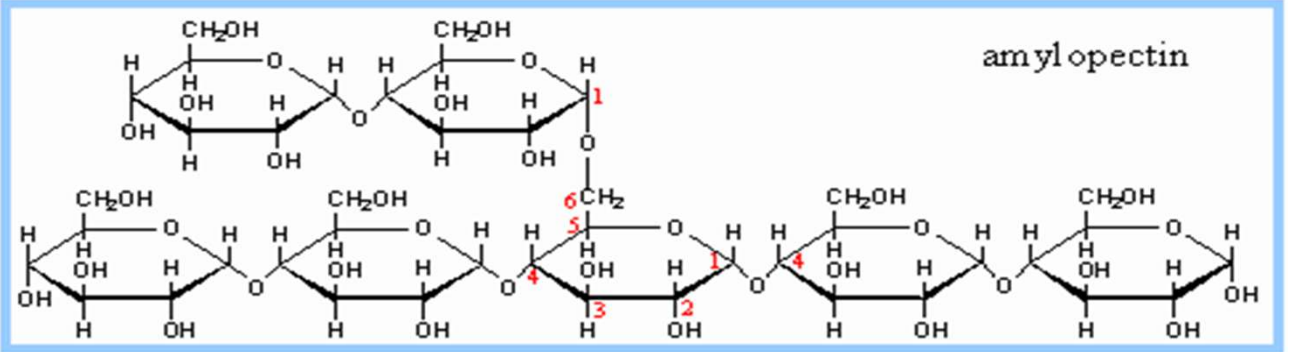
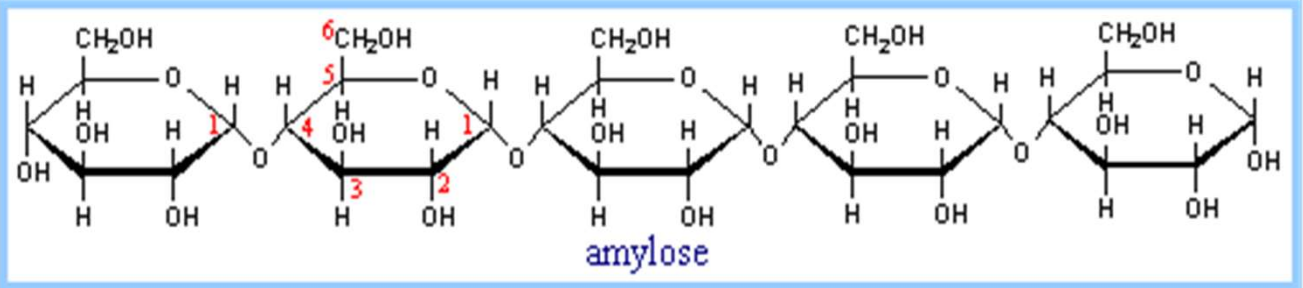
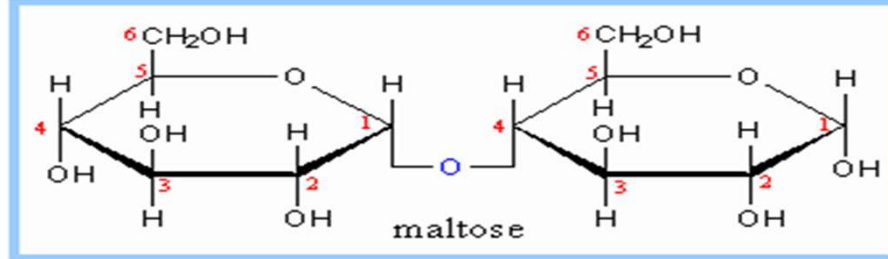
# Σάκχαρα-πολυσακχαρίτες



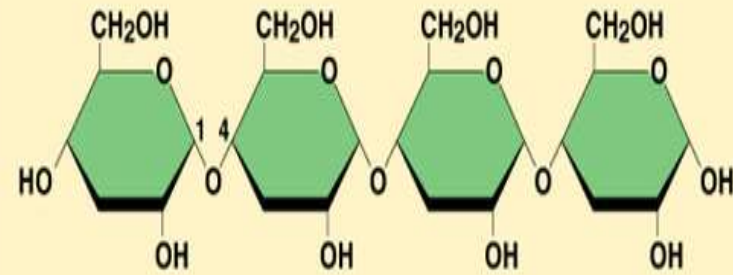
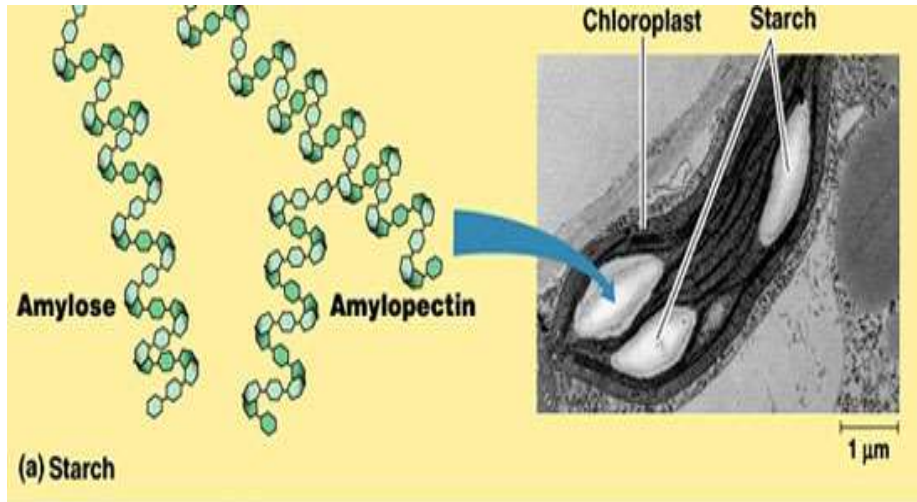
Glucose  
( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ )



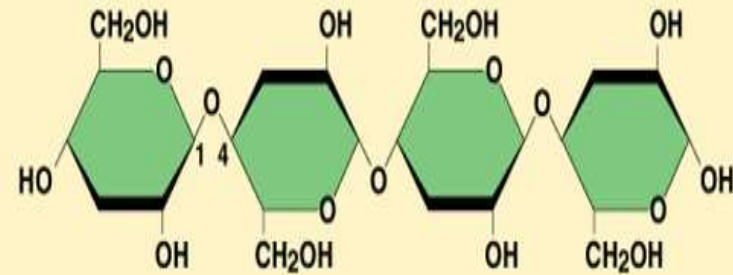
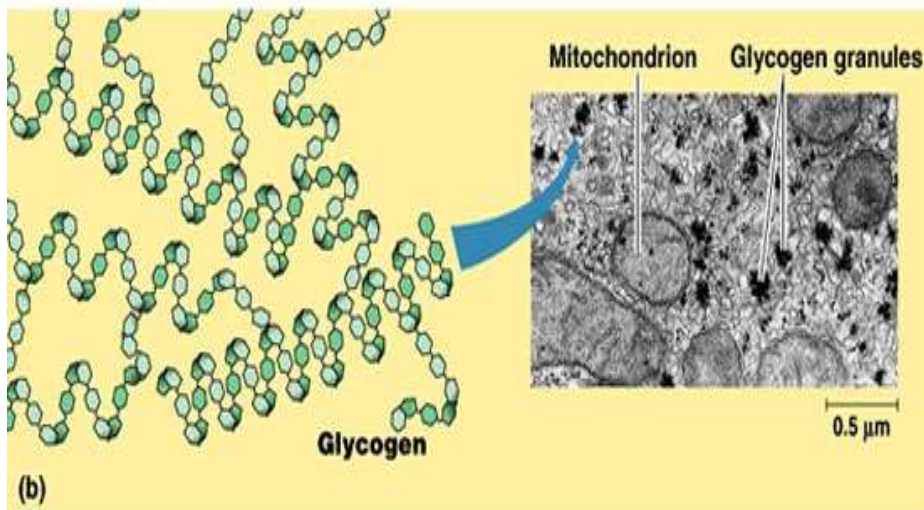
Fructose  
( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ )



# Πολυσακχαρίτες δομή και λειτουργία



(b) Starch: 1-4 linkage of α glucose

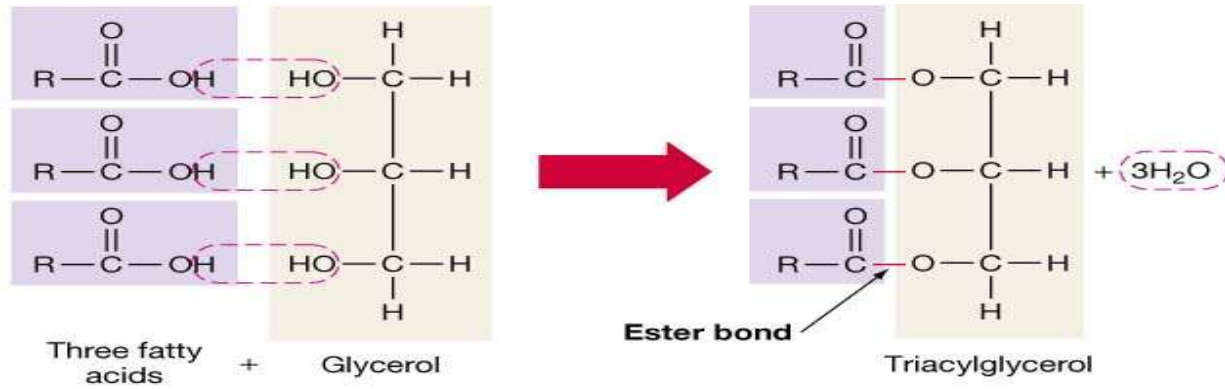


(c) Cellulose: 1-4 linkage of β glucose

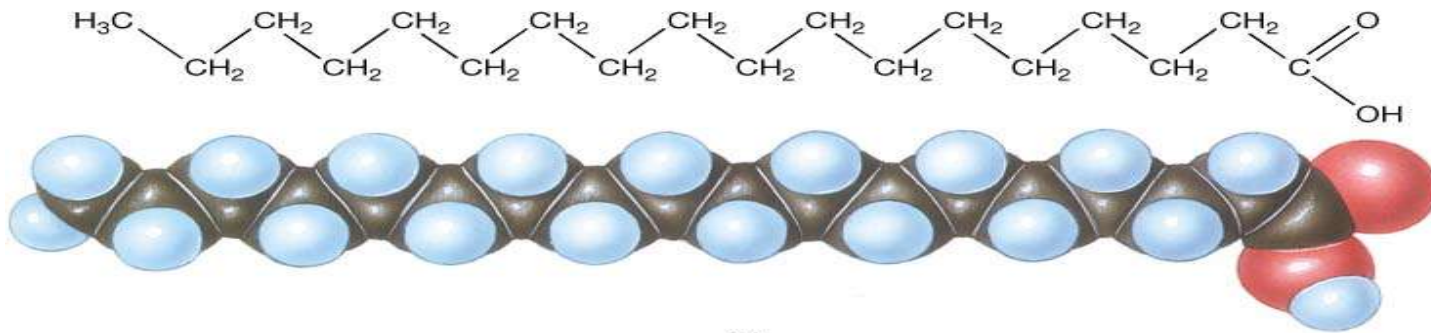
©1999 Addison Wesley Longman, Inc.

- **Αποθήκευση ενέργειας**
- **Στοιχεία μεμβράνης-κυτταρικού σκελετού**
- **Ομάδες αίματος**
- **Κυτταρική επικοινωνία**
- **Κυτταρική αναγνώριση**
- **Σήματα ενεργοποίησης ανοσοποιητικού συστήματος**

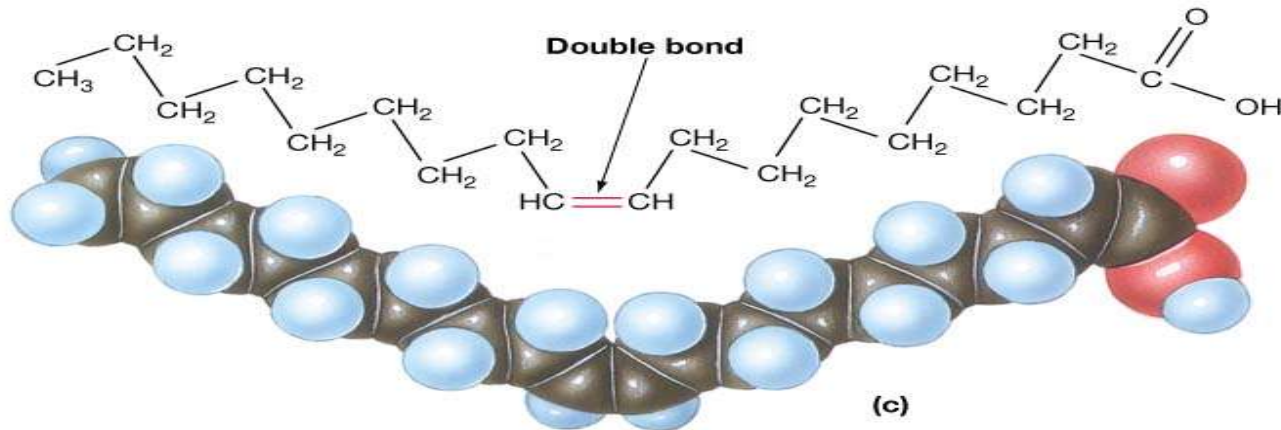
# Δομή Λιπιδίων



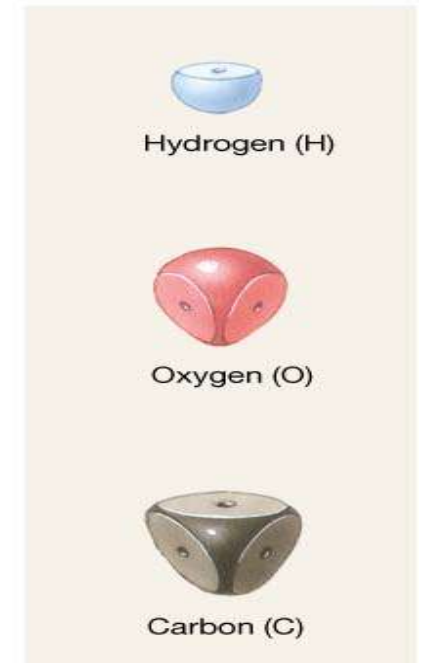
(a)



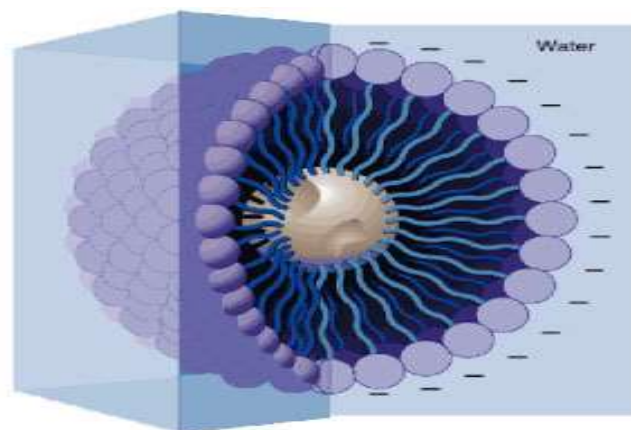
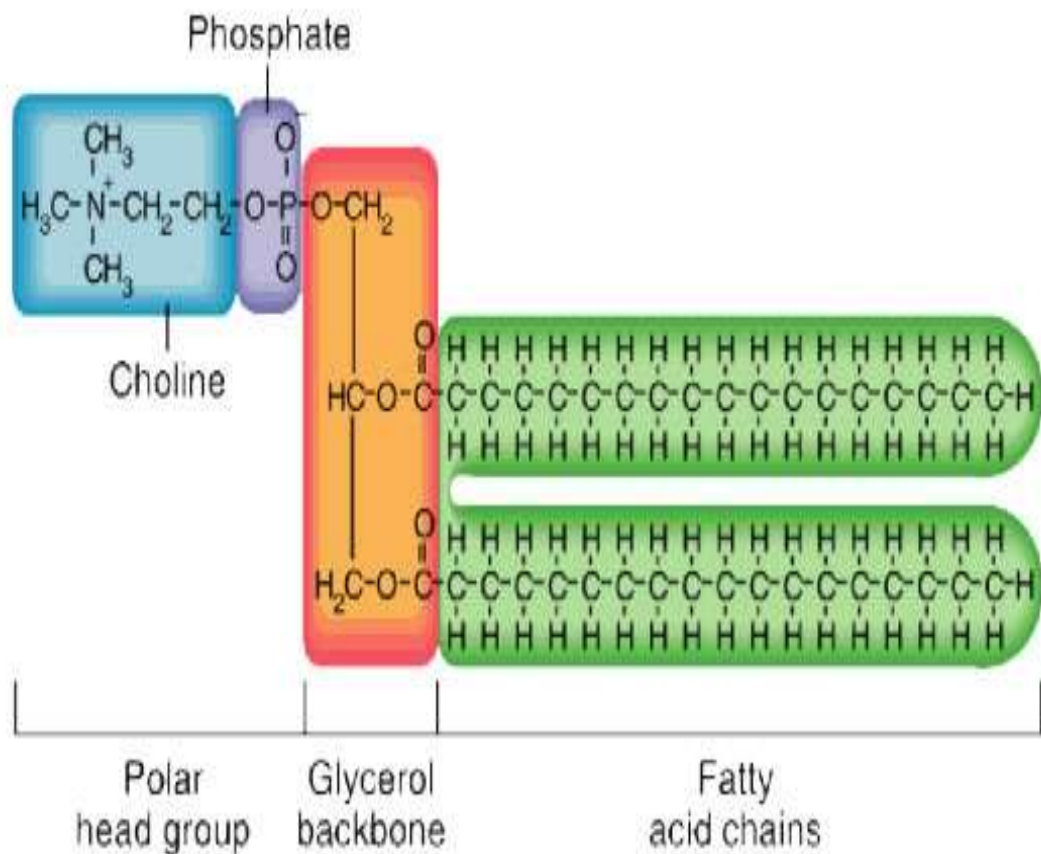
(b)



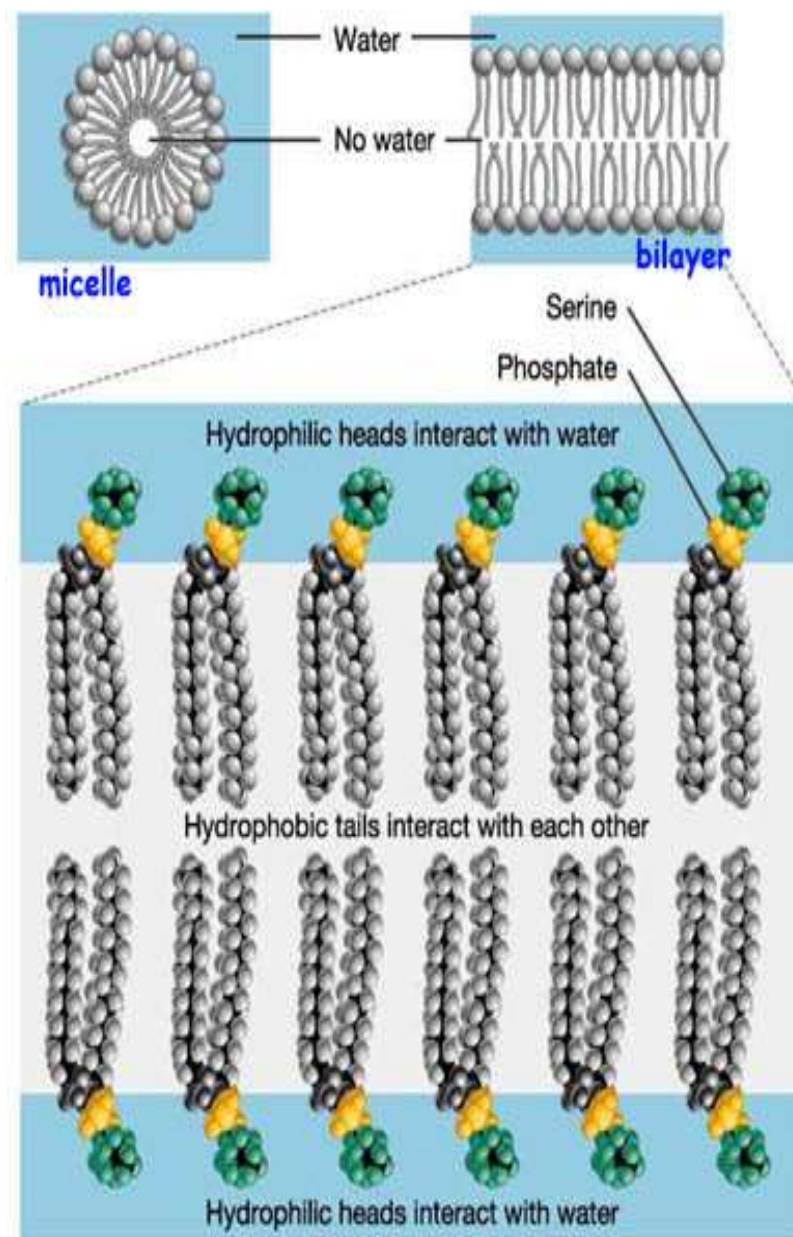
(c)



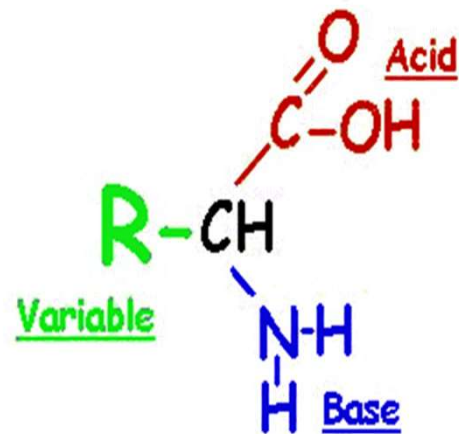
# Δομή Φωσφολιπιδίων



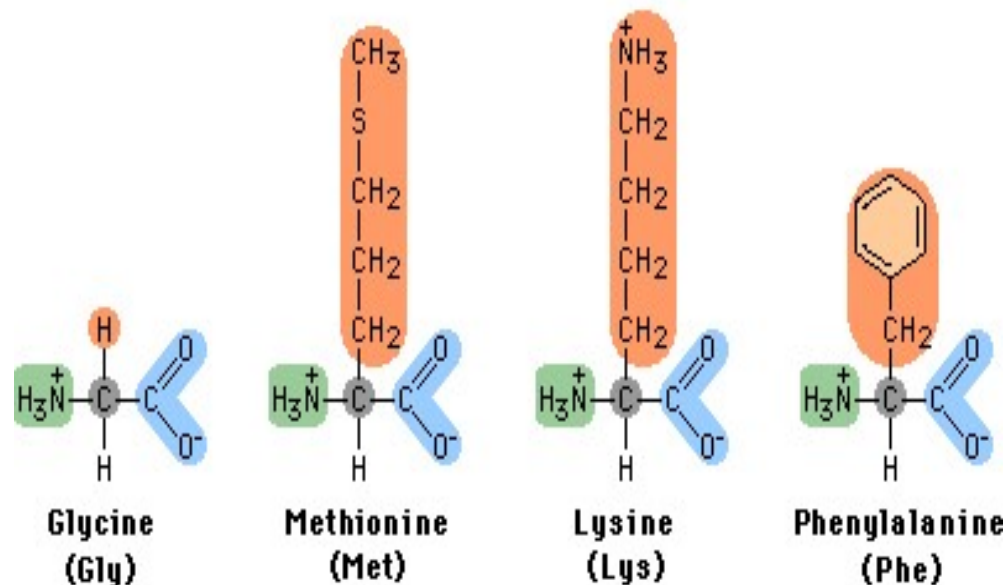
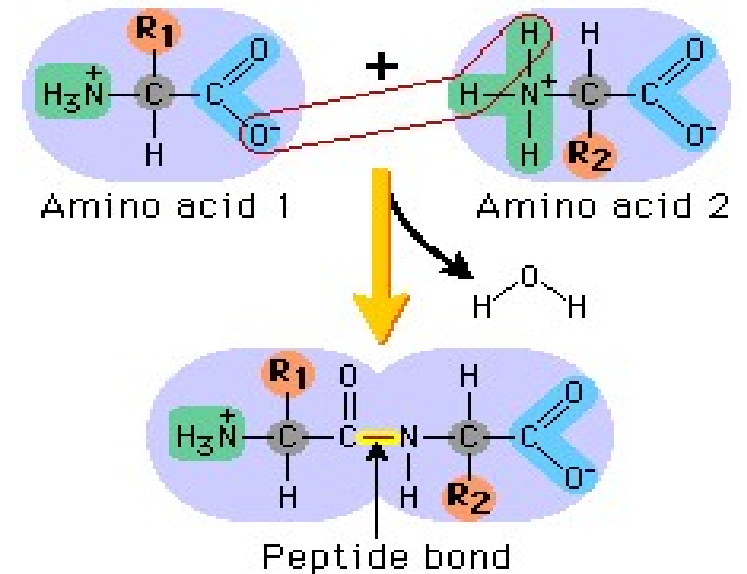
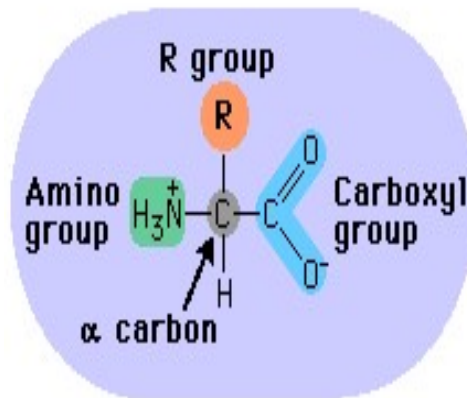
*Χαρακτηριστικά δομής  
φωσφολιπιδίων σε  
σχέση με τις υδρόφοβες  
και υδρόφιλες ιδιότητές  
τους*



# Αμινοξέα-Πεπτιδικός δεσμός

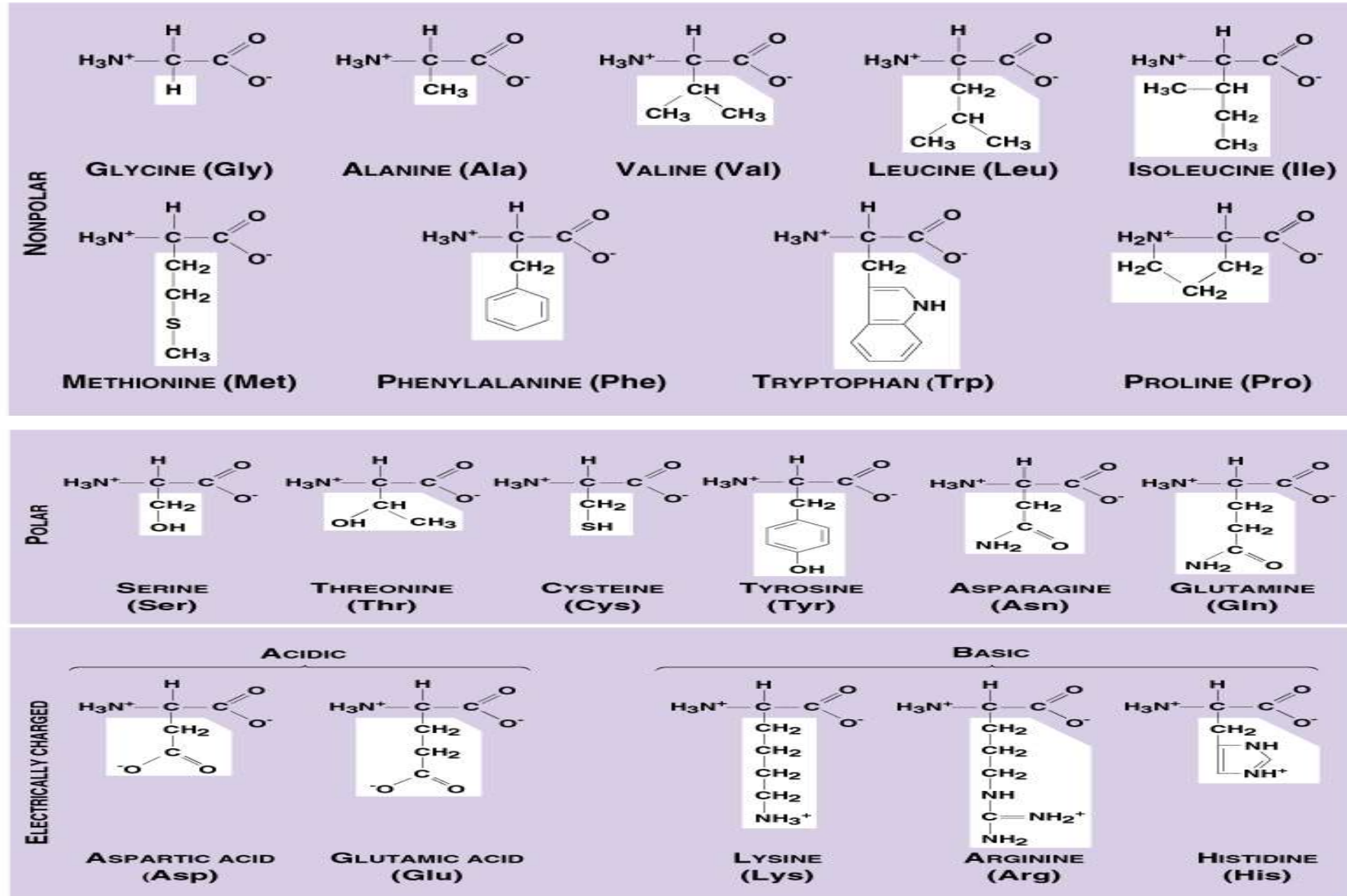


A theoretical amino acid



		Second base				
		U	C	A	G	
U	UUU } Phe	UCU } Ser	UAU } Tyr	UGU } Cys	U C A G	
	UUC } Phe	UCC } Ser	UAC } Tyr	UGC } Cys		
	UUA } Leu	UCA } Ser	UAA Stop	UGA Stop		
	UUG } Leu	UCG } Ser	UAG Stop	UGG Trp		
C	CUU } Leu	CCU } Pro	CAU } His	CGU } Arg	U C A G	
	CUC } Leu	CCC } Pro	CAC } His	CGC } Arg		
	CUA } Leu	CCA } Pro	CAA } Gln	CGA } Arg		
	CUG } Leu	CCG } Pro	CAG } Gln	CGG } Arg		
A	AUU } Ile	ACU } Thr	AAU } Asn	AGU } Ser	U C A G	
	AUC } Ile	ACC } Thr	AAC } Asn	AGC } Ser		
	AUA } Ile	ACA } Thr	AAA } Lys	AGA } Arg		
	AUG Met start	ACG } Thr	AAG } Lys	AGG } Arg		
G	GUU } Val	GCU } Ala	GAU } Asp	GGU } Gly	U C A G	
	GUC } Val	GCC } Ala	GAC } Asp	GGC } Gly		
	GUA } Val	GCA } Ala	GAA } Glu	GGA } Gly		
	GUG } Val	GCG } Ala	GAG } Glu	GGG } Gly		

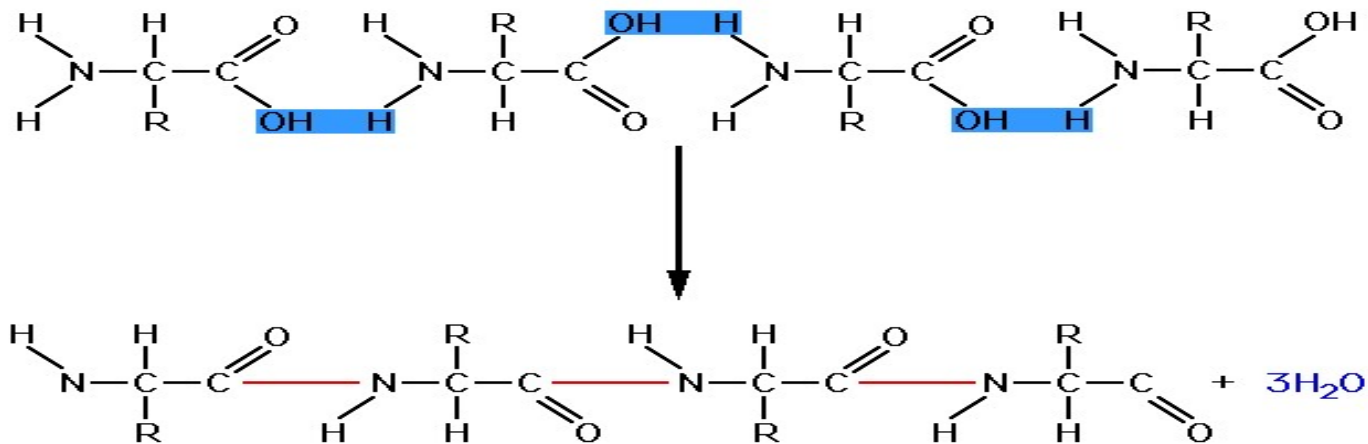
# Αμινοξέα: πολικά, μη –πολικά, φορτισμένα



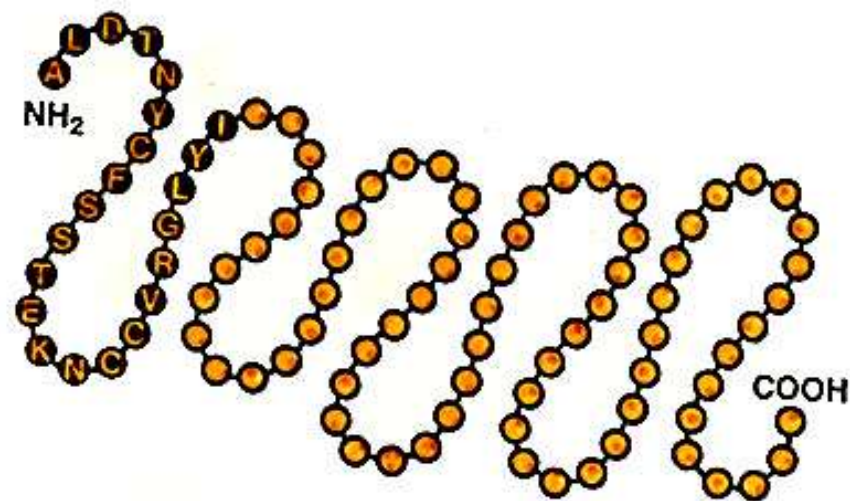
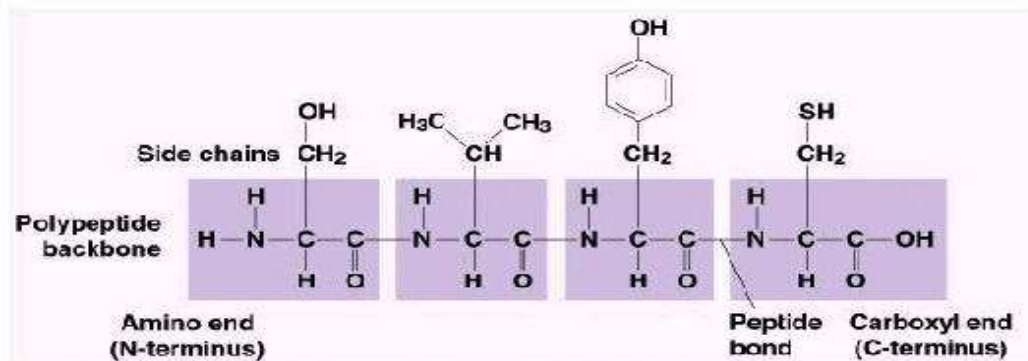
©1999 Addison Wesley Longman, Inc.

**Δρεπανοκυτταρική αναιμία:**  
 αιμοσφαιρίνη λιγότερο διαλυτή-  
 καταστροφή ερυθροκυττάρων (Glu-----Val)

# Πολυπεπτίδια

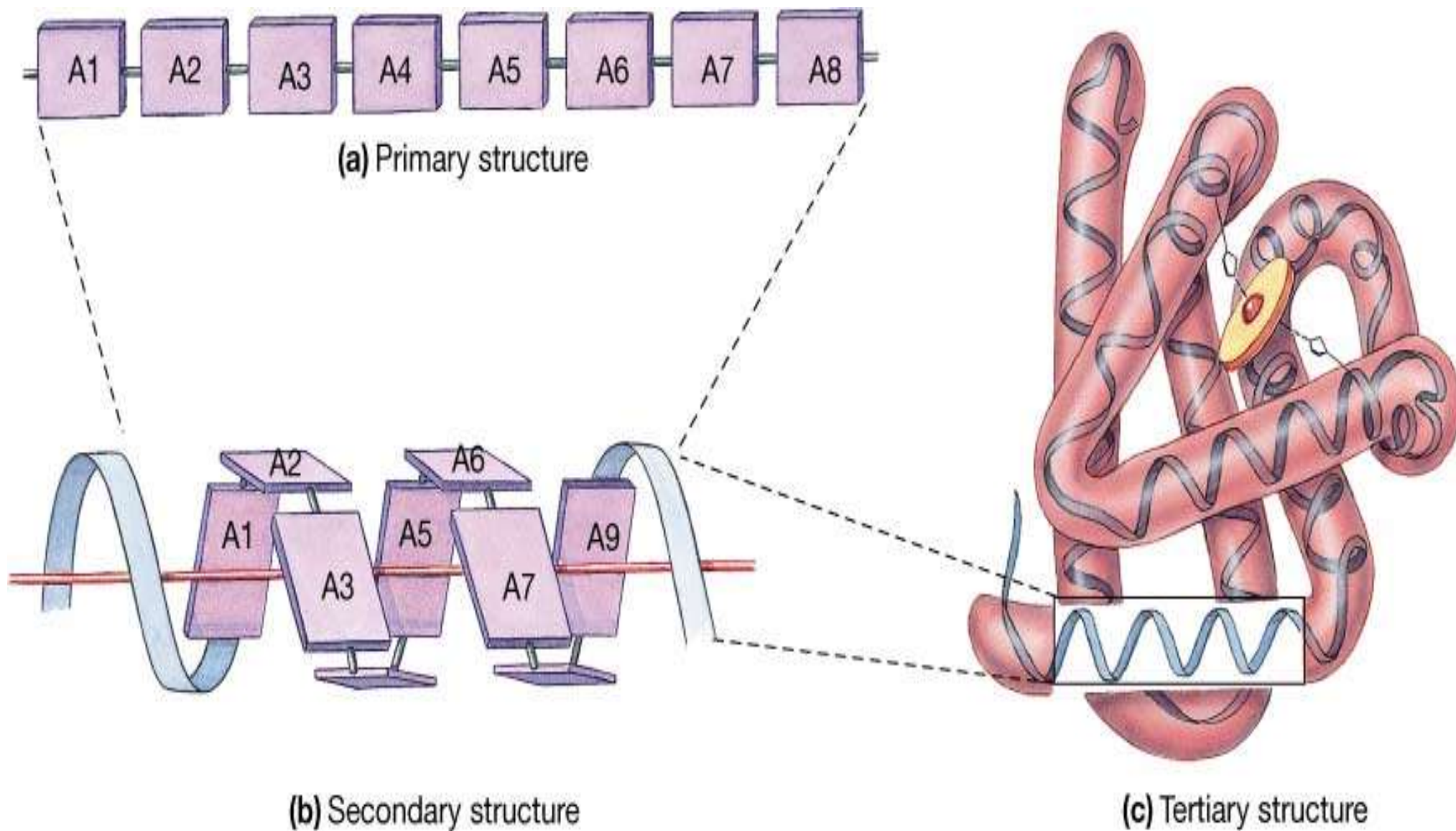


Polypeptide is a polymer with the amino acids as monomeric units. Unlike protein with its sequence of amino acids specified by the gene and performing an useful function for the organism, the sequence of amino acids in polypeptide is synthesized at random.



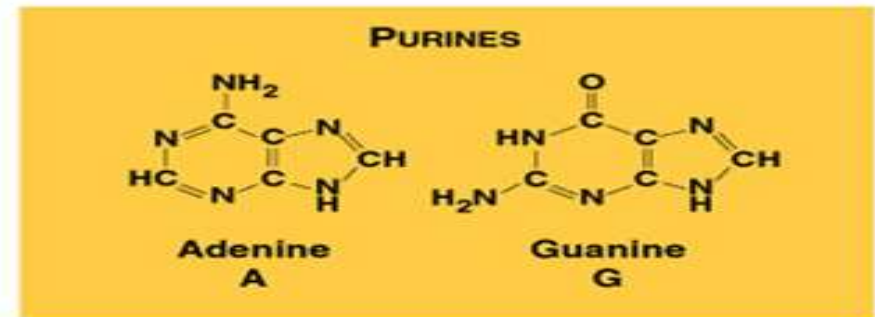
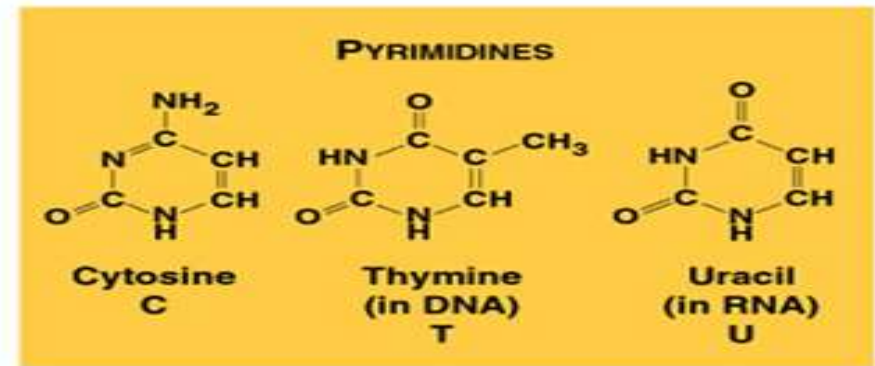
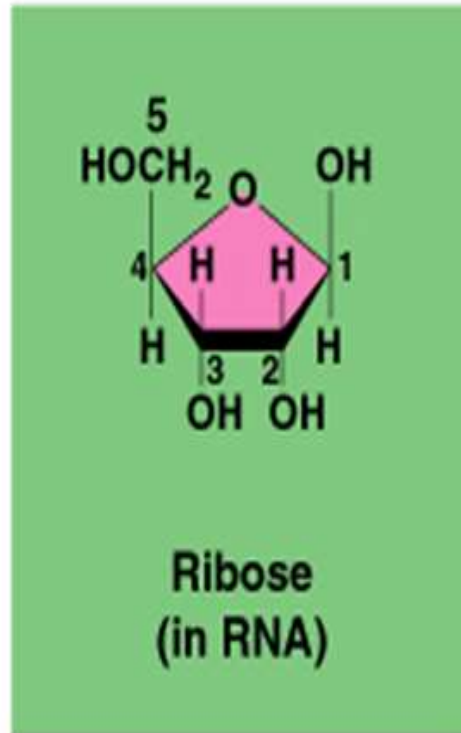
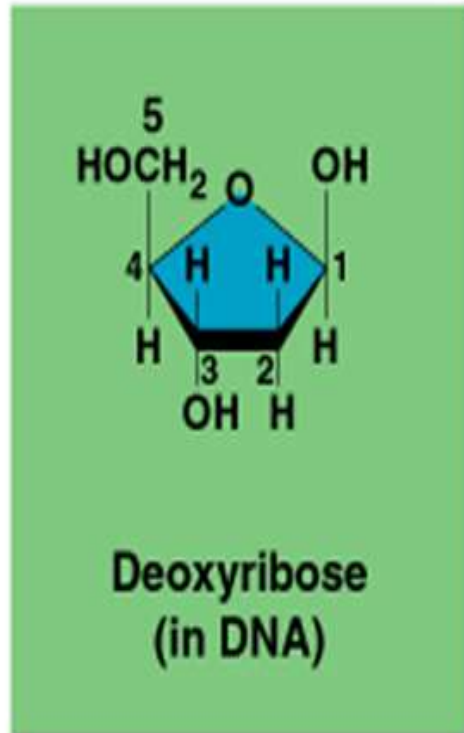
**Monomers** are small molecules, mostly organic, that can join with other similar molecules to form very large molecules, or polymers. All monomers have the capacity to form chemical bonds to at least two other monomer molecules.  
**Polymers** are a class of synthetic substances composed of multiples of simpler units called monomers. Polymers are chains with an unspecified number of monomeric units.

# Πρωτεϊνική δομή



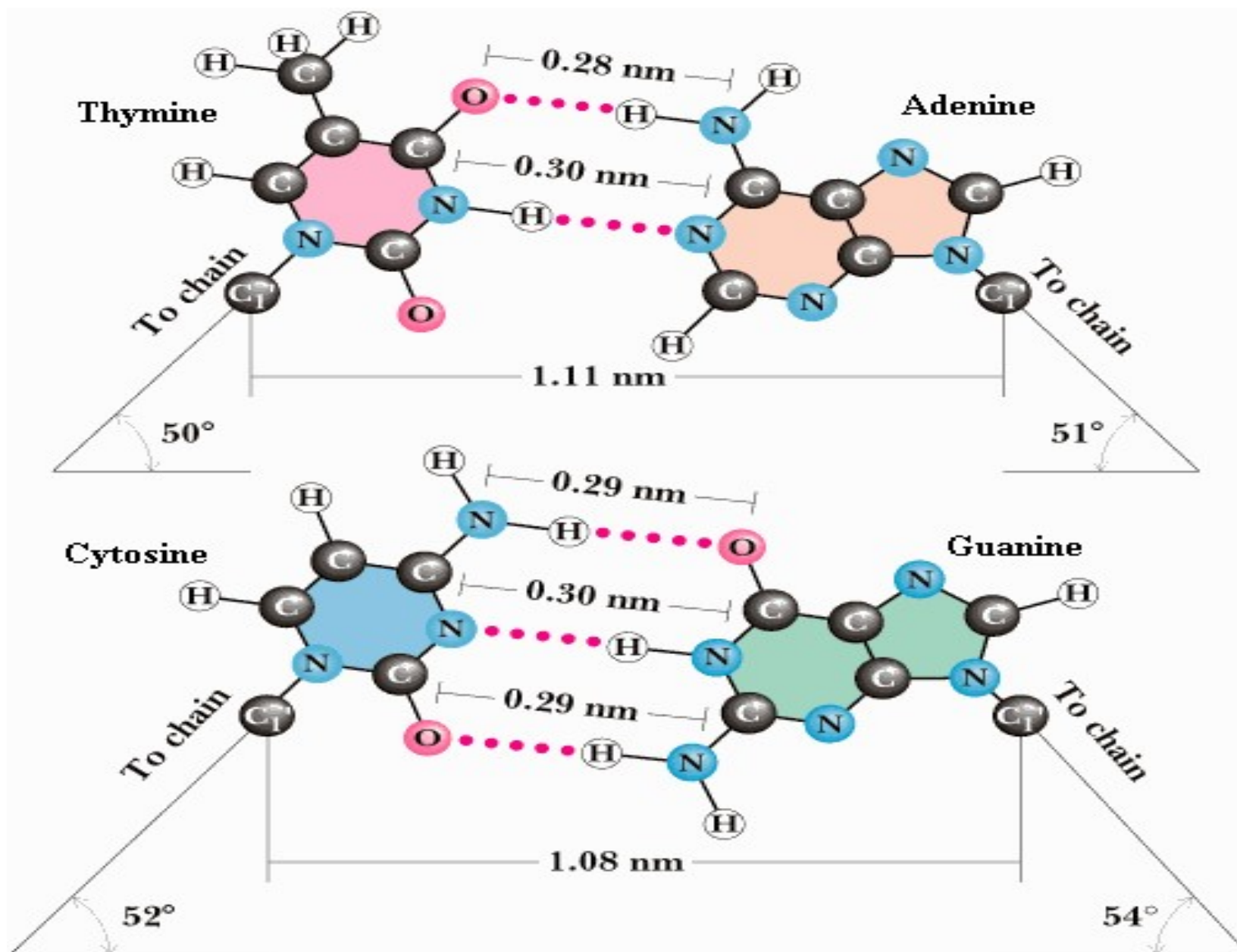


# Χημικές ομάδες νουκλεοτιδίων



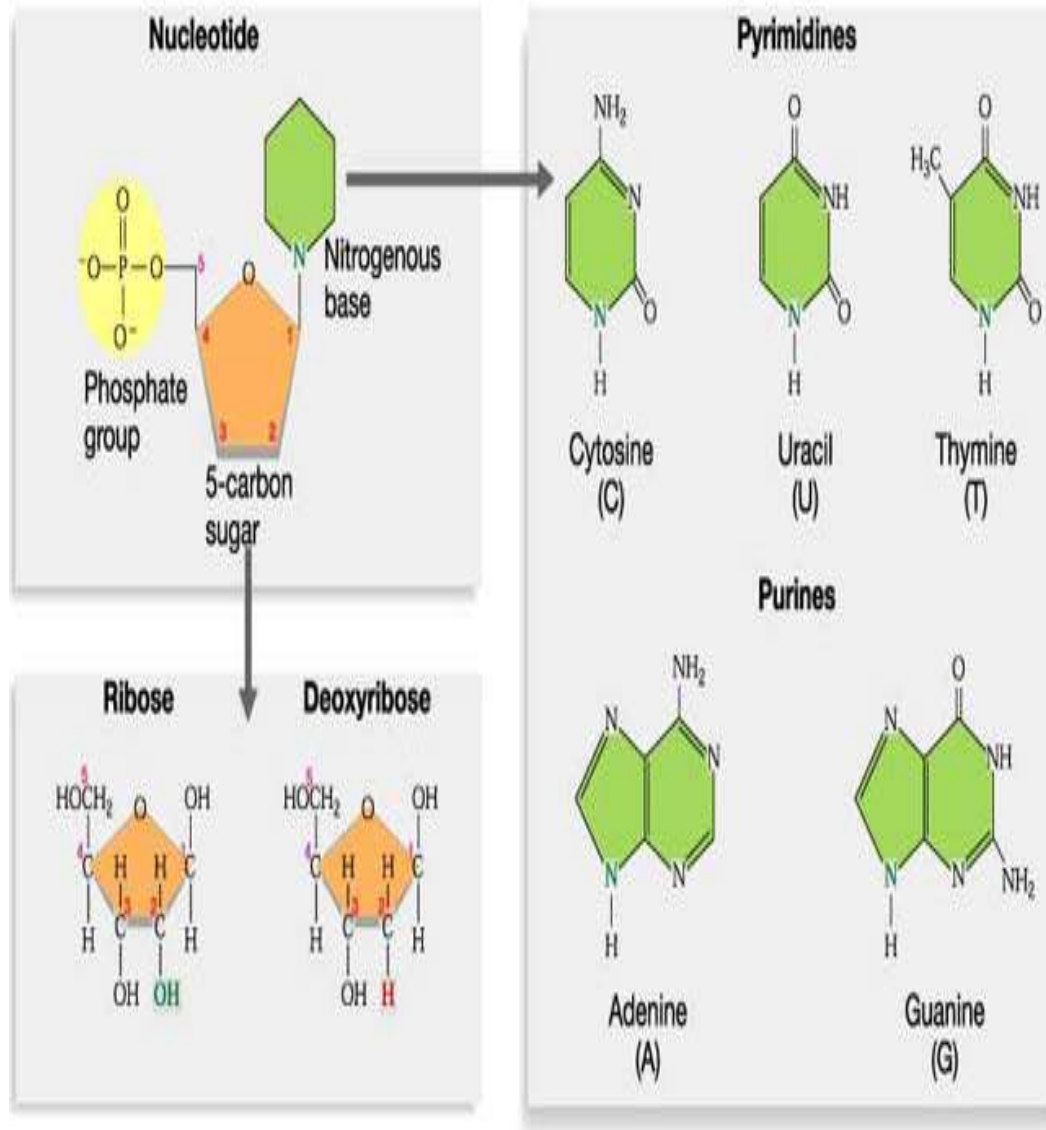
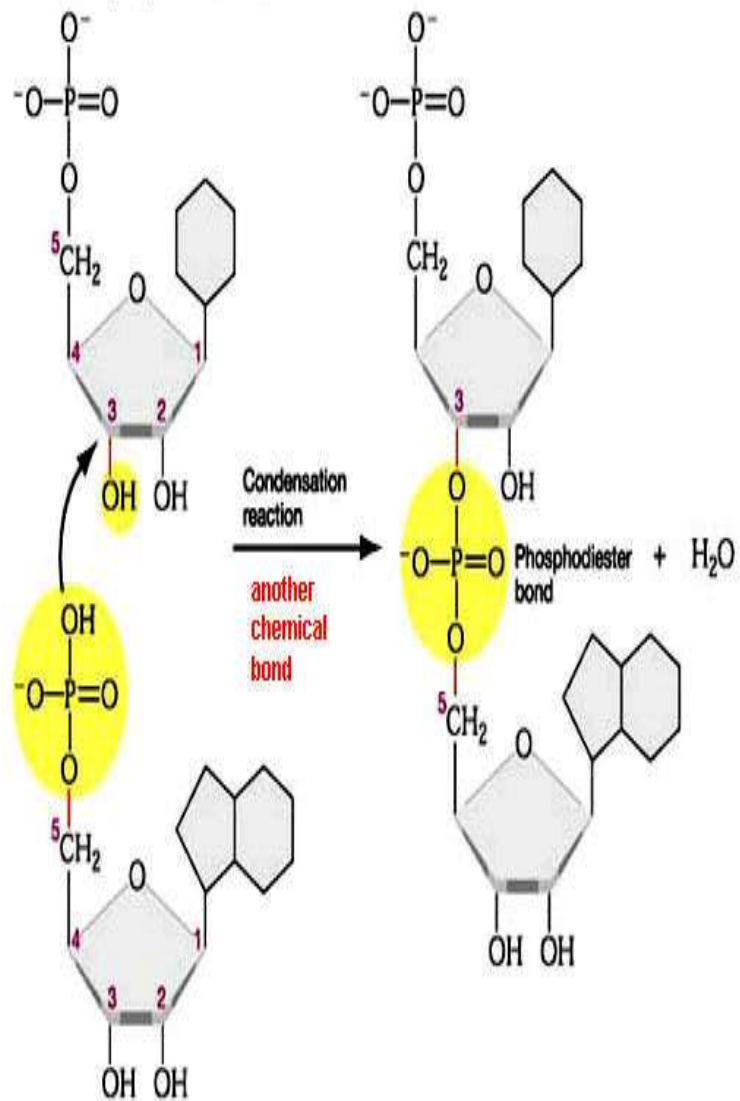
Phosphate group

## Δομικά στοιχεία νουκλεοτιδικής έλικας



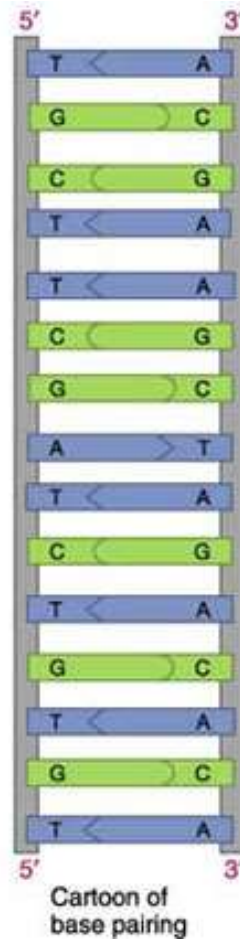
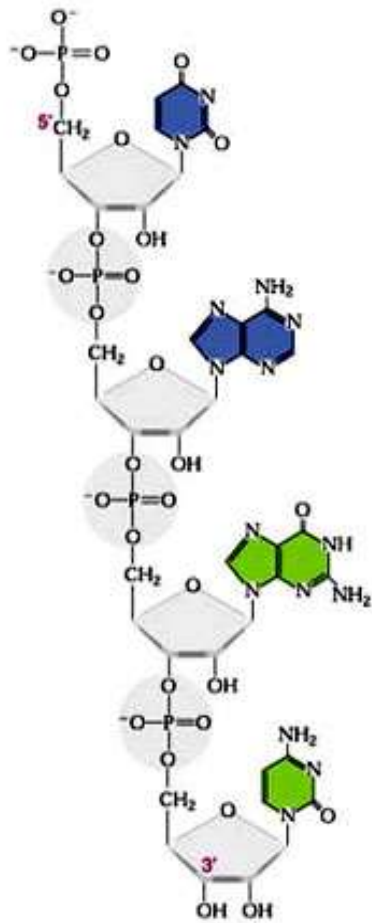
# Φωσφοδιεστερικός δεσμός

Formation of phosphodiester bond

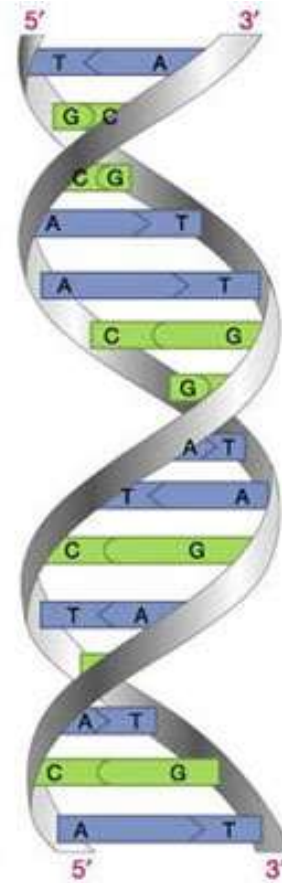


# Νουκλεικά οξέα

The sequence of bases found in an RNA strand is written in the 5' → 3' direction:



Cartoon of base pairing

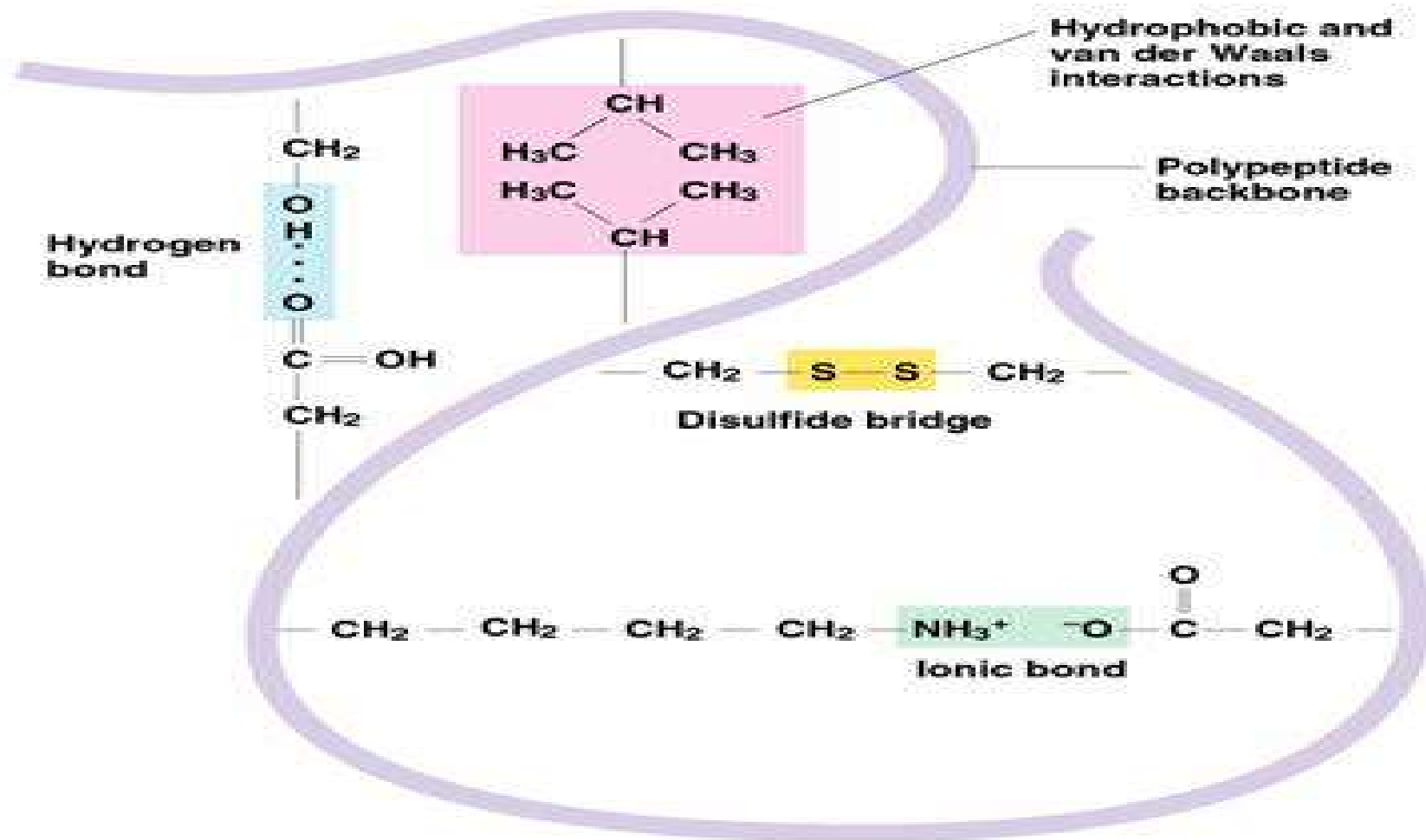


Cartoon of double helix



Space-filling model of double helix

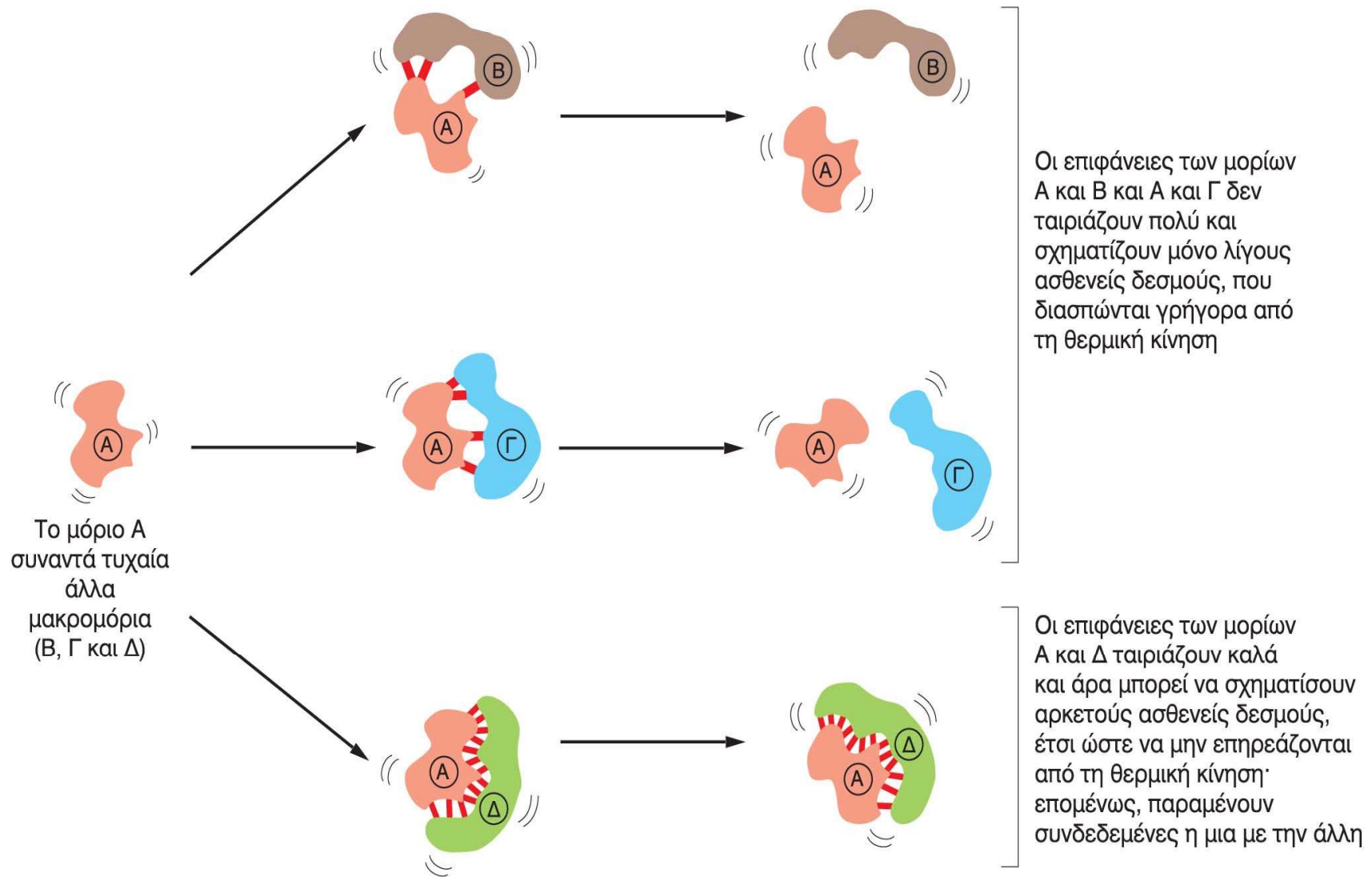
# Χημικοί δεσμοί-διαμόρφωση πρωτεϊνών



© 1999 Addison Wesley Longman, Inc.

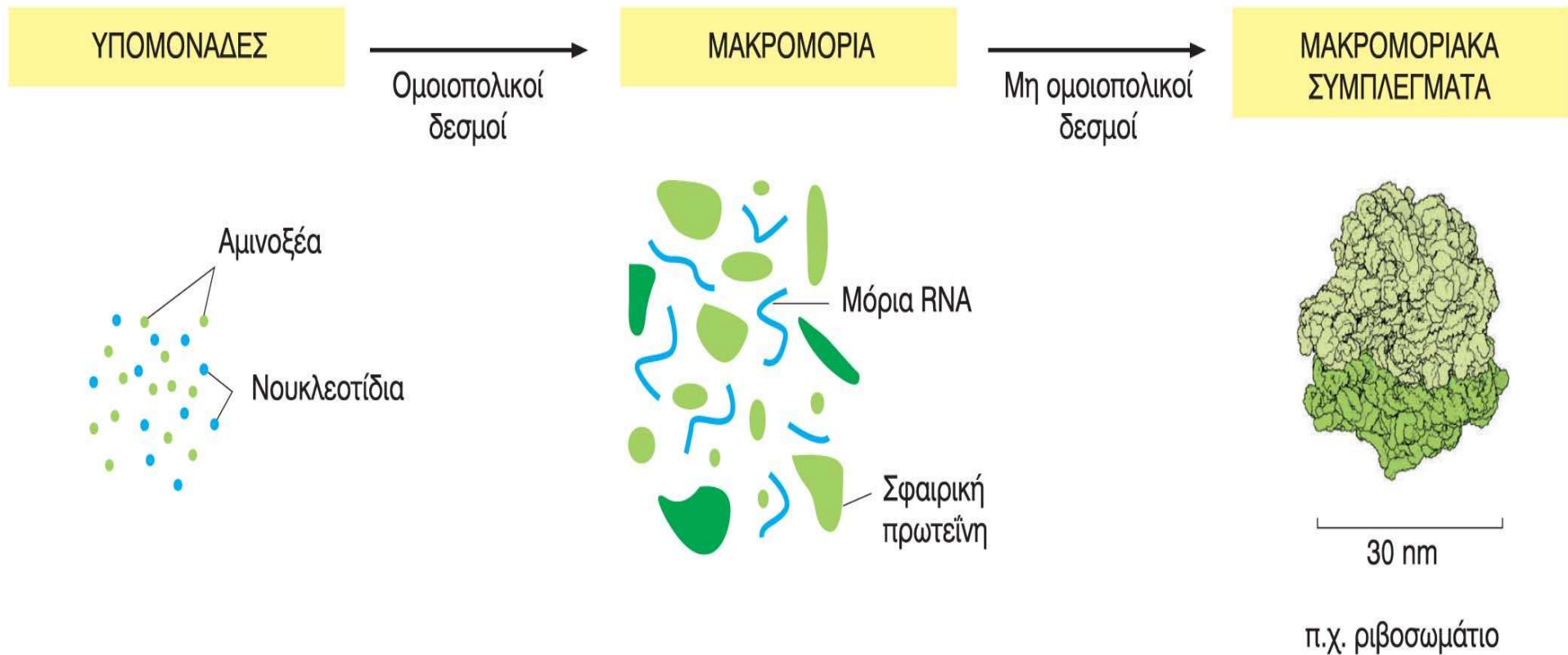
*\*Γιατί χρήση μη ομοιοπολικών δεσμών; Ποιος ο ρόλος τους;*

# Αλληλεπιδράσεις μακρομορίων



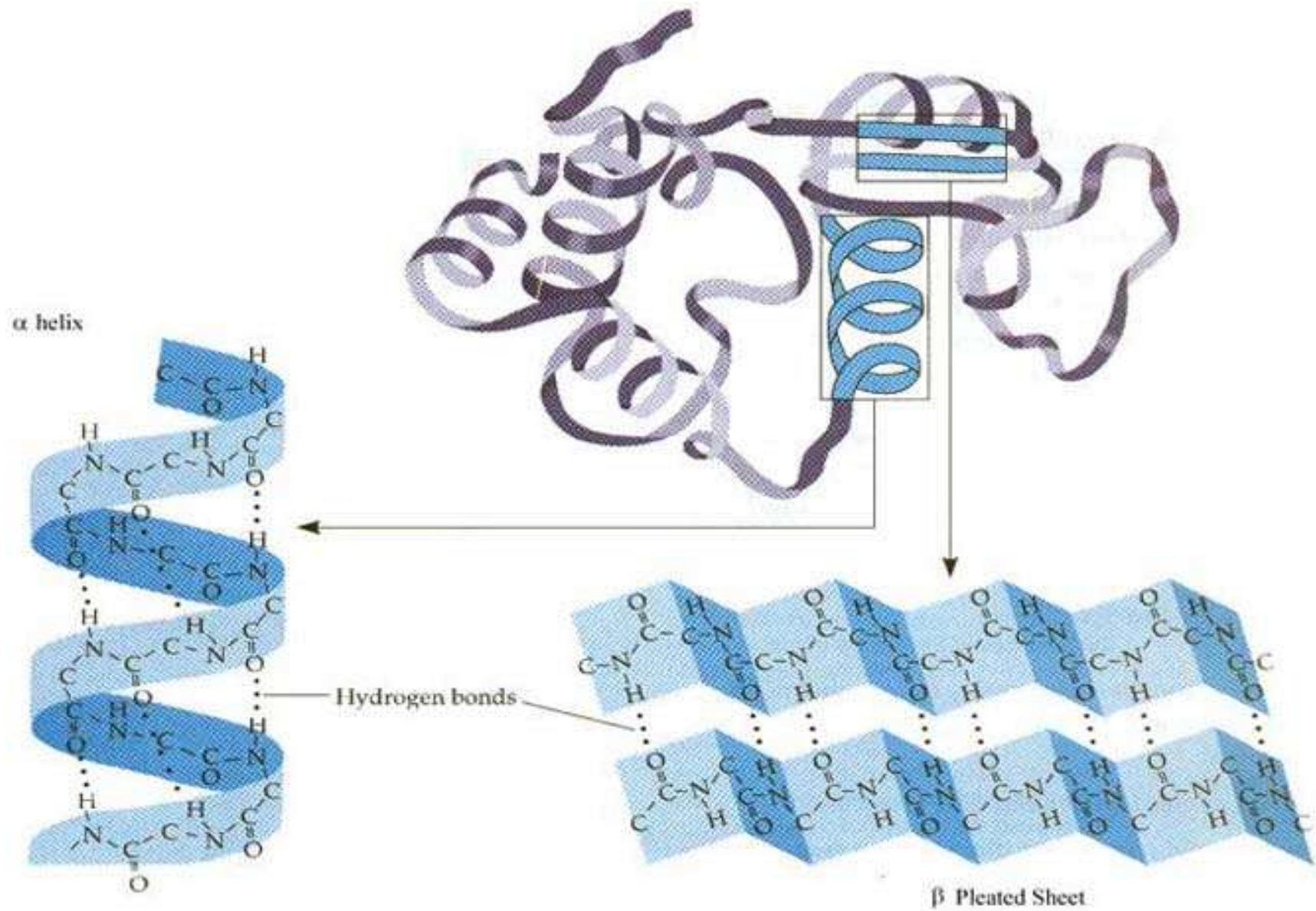
**Εικόνα 2-33.** Μη ομοιοπολικό δεσμοί συμμετέχουν στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ μακρομορίων. Επίσης συμμετέχουν σε αλληλεπιδράσεις μεταξύ ενός μορίου και μικρών μορίων (δεν απεικονίζεται).

# Δεσμοί στον σχηματισμό μακρομοριακών συμπλόκων



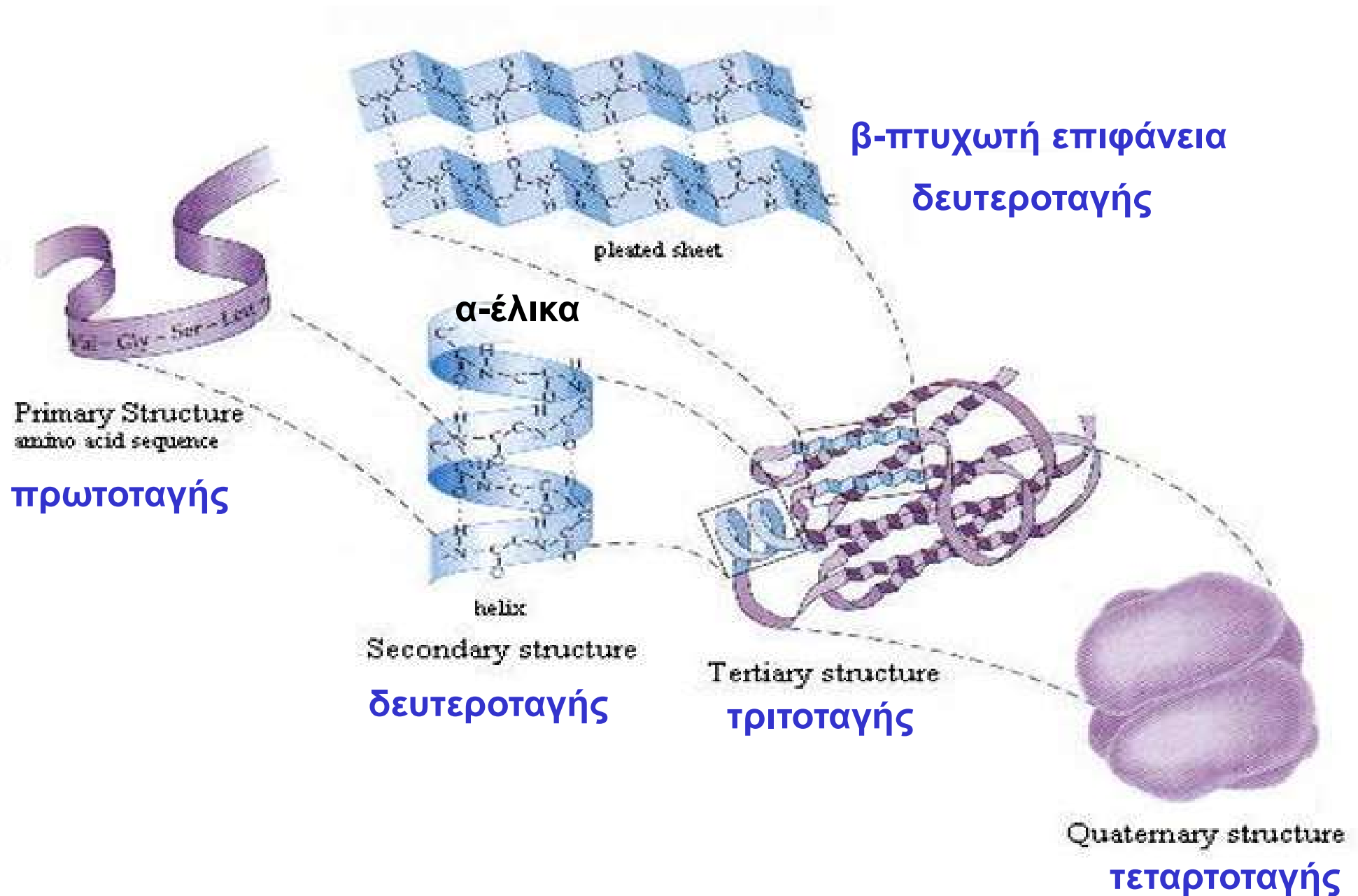
**Εικόνα 2-34.** Οι ομοιοπολικί και οι μη ομοιοπολικί δεσμοί είναι αναγκαίοι για το σχηματισμό ενός μακρομοριακού συμπλόκου. Οι ομοιοπολικί δεσμοί επιτρέπουν τη σύνδεση μικρών οργανικών μορίων για το σχηματισμό μακρομορίων, που συναρμολογούνται σε μεγάλα μακρομοριακά σύμπλοκα μέσω μη ομοιοπολικών δεσμών. Τα ριβοσωμάτια είναι μεγάλες μακρομοριακές μηχανές που συνθέτουν πρωτεΐνες εντός των κυττάρων. Κάθε ριβοσωμάτιο αποτελείται από περίπου 90 μακρομόρια (πρωτεΐνες και μόρια RNA), και μπορεί να παρατηρηθεί στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (βλ. Εικόνα 7-31). Οι υπομονάδες, τα μακρομόρια και το ριβοσωμάτιο απεικονίζονται σε κλίμακα.

# Δευτεροταγή δομή πρωτεϊνών





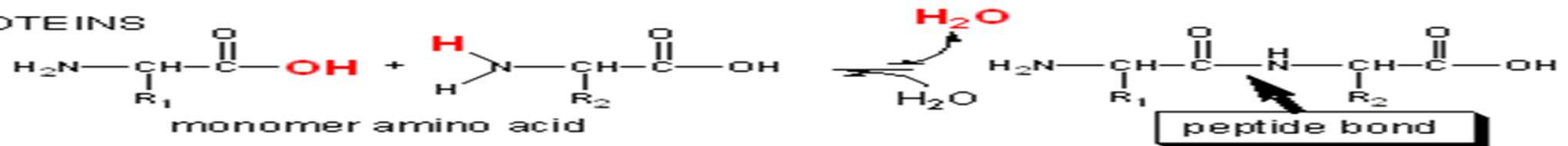
# Δομές πρωτεϊνών



# Μακρομόρια στο κύτταρο (συμπύκνωση-υδρόλυση)

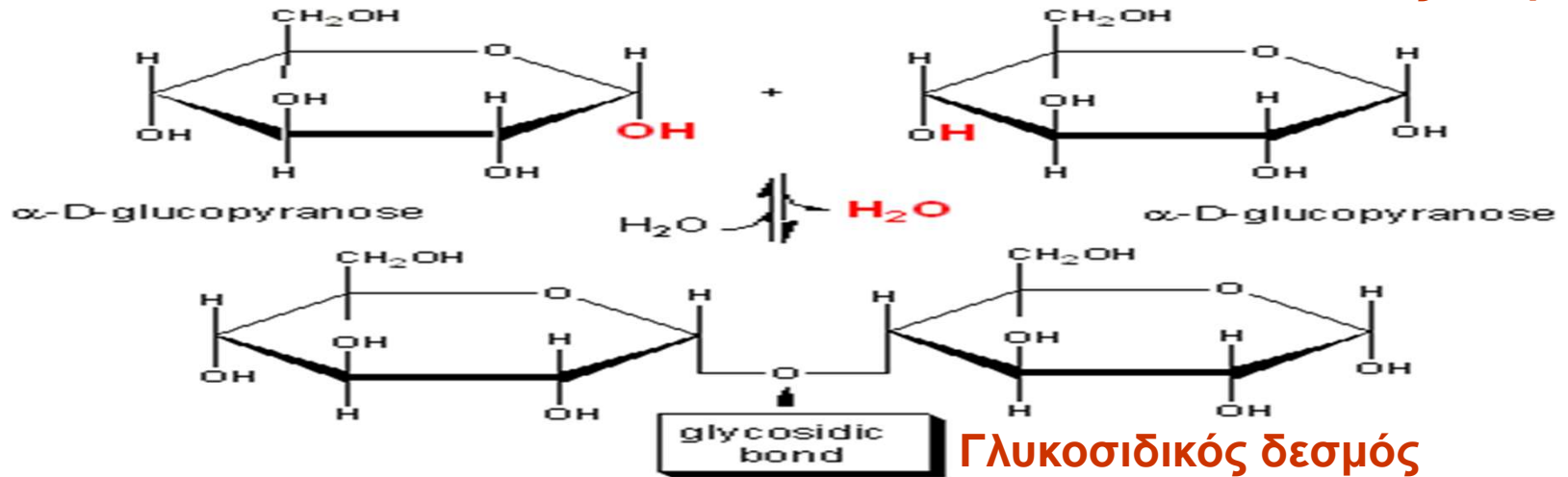
## BIOLOGICAL (MACRO)MOLECULES

### 1. PROTEINS

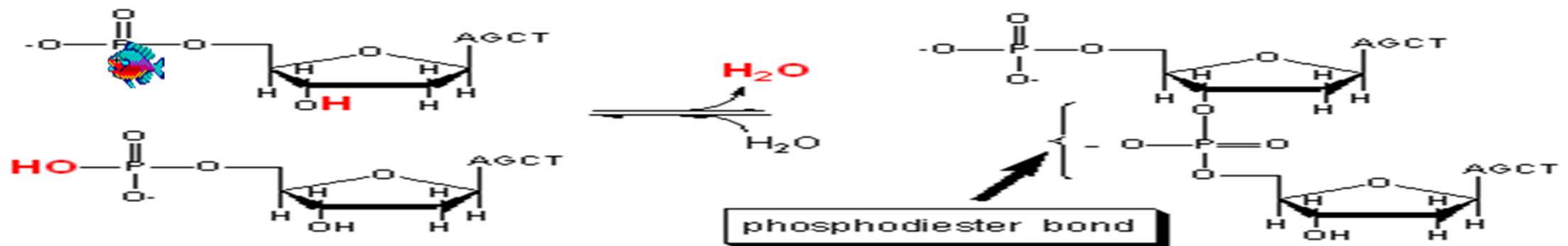


Πεπτιδικός δεσμός

### 2. COMPLEX CARBOHYDRATES



### 3. NUCLEIC ACIDS



Φωσφοδιεστερικός δεσμός

# Μακρομόρια-Λειτουργίες

ORGANIC Molecules... molecules composed of C and H

## Ομάδες

## Βιολογικός ρόλος

carbohydrate (CH<sub>2</sub>O)

structure & energy molecules

fats (lipids) (CHO)

structure & energy molecules

phospholipids (CHO-P)

membrane structure

steroids/sterols

membrane structure - hormones

proteins

structural, enzymatic (catalytic)



nucleic acids

informational, genetic role

**Οι σημαντικότερες αντιδράσεις στο κύτταρο**

*\*Αποδόμηση των τροφών σε δομικά μόρια*

*\*Μετατροπή των τροφών σε ενεργειακά χημικά μόρια*

*\*Σύνθεση των δομικών μονάδων*

*\*Σύνθεση των μακρομορίων*