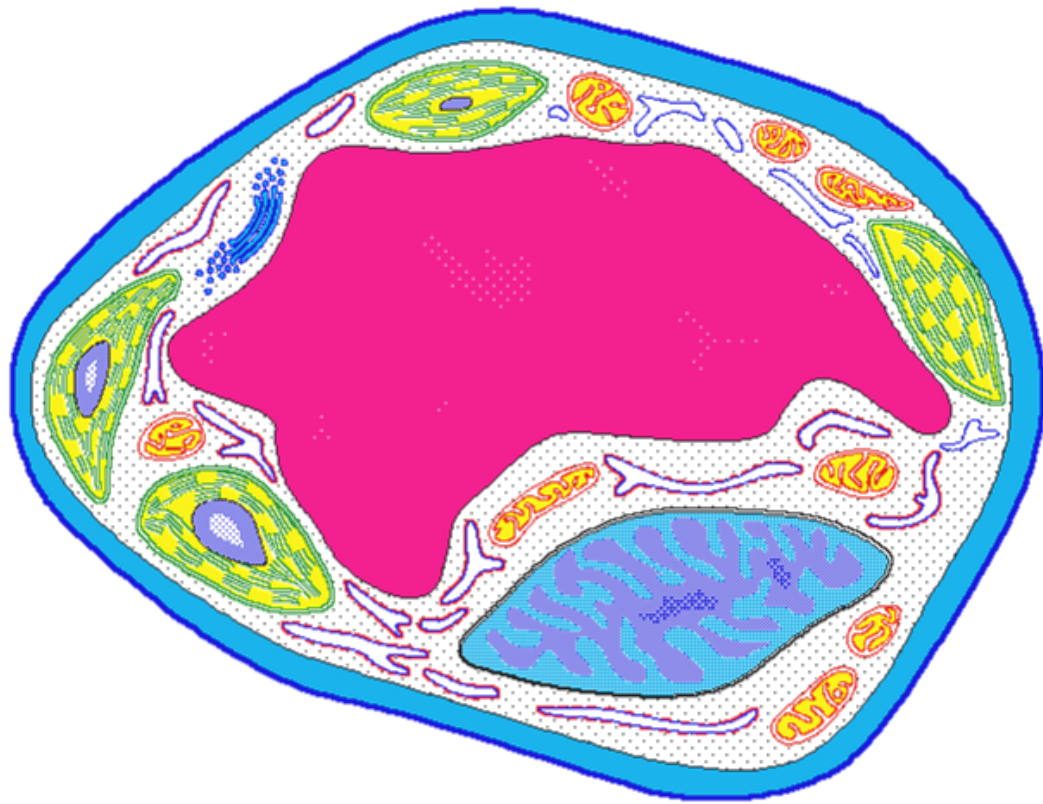




Βιολογία Κυττάρου

2. Μακρομόρια

Τα δομικά συστατικά της ζωής...

Λιπίδια



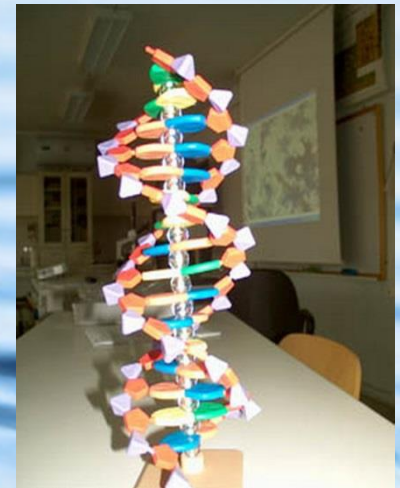
Υδατάνθρακες



Πρωτεΐνες



Νουκλεϊκά οξέα



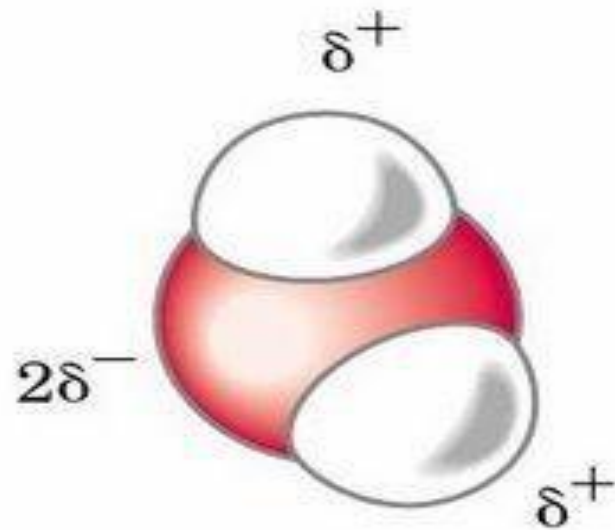
Νερό & Ζωή

Ιδιότητες του νερού:

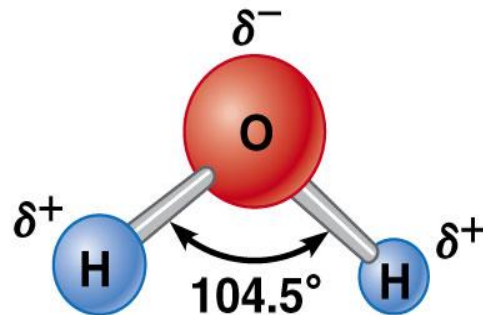
- Πολικότητα του μορίου
- Ισχυρές δυνάμεις
συνοχής & συνάφειας
- Πολύ καλός διαλύτης



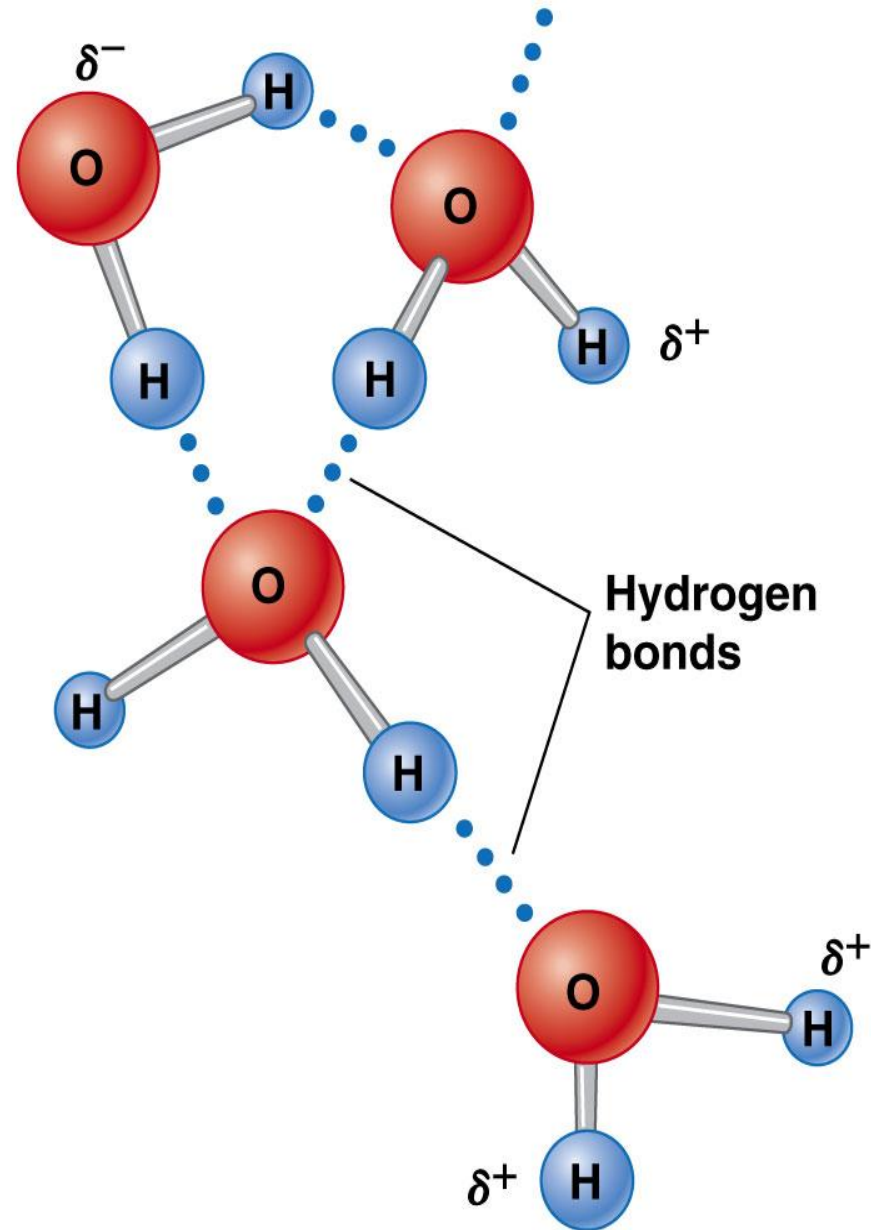
Τα μόρια του νερού έχουν πολικότητα



Συνοχή...

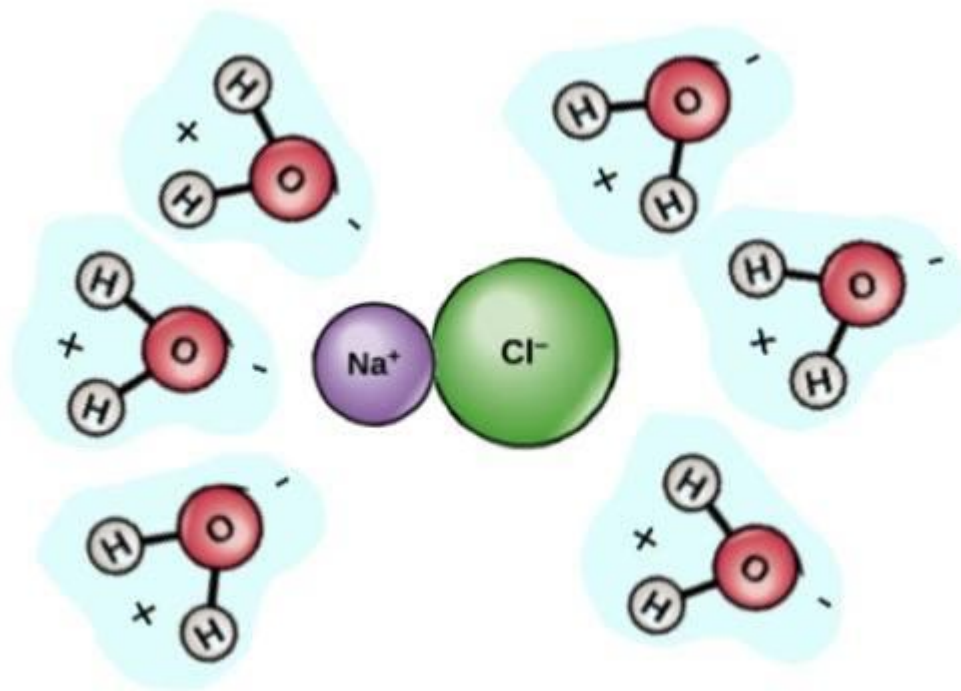


(a) Polarity of water molecule

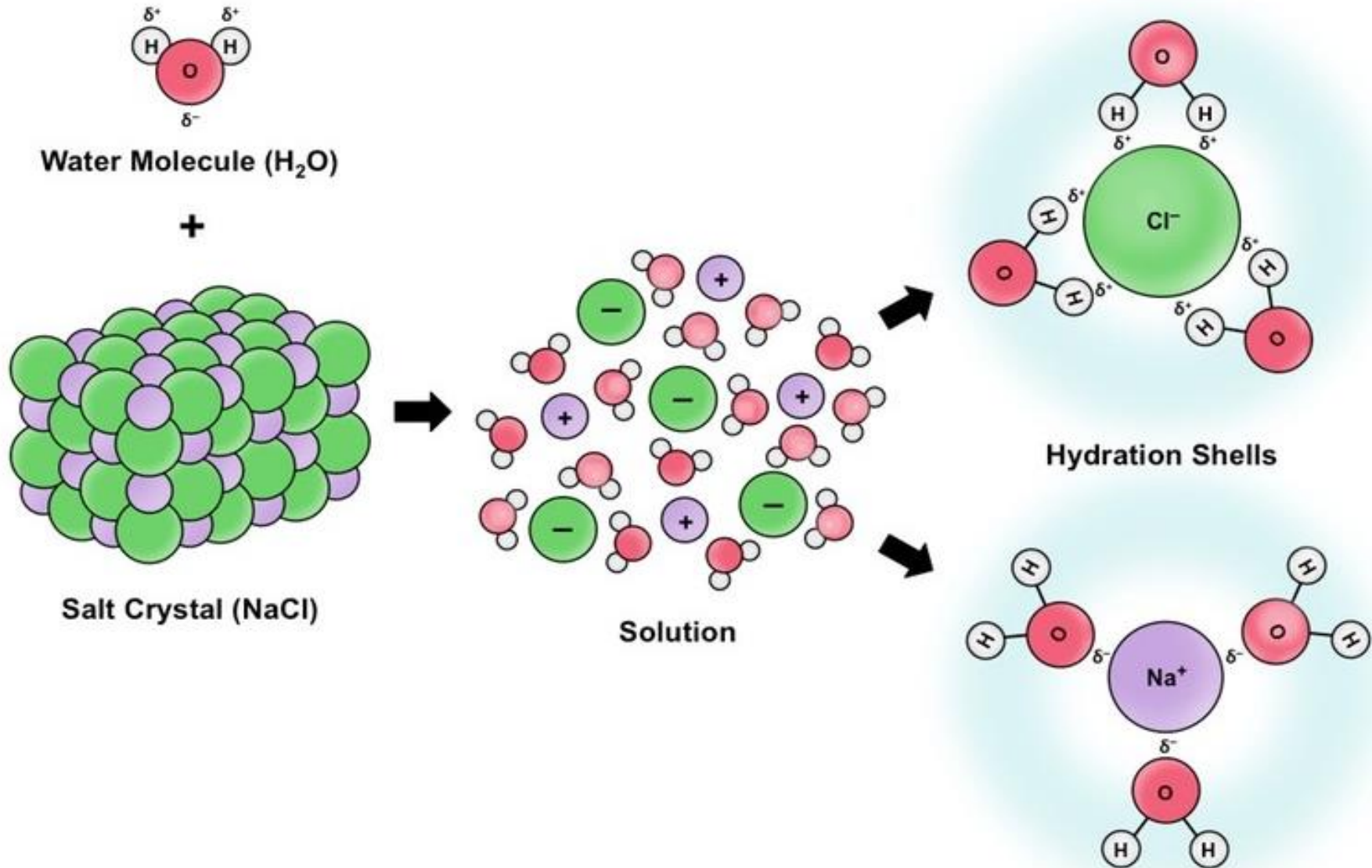


(b) Hydrogen bonding between water molecules

... και συνάφεια

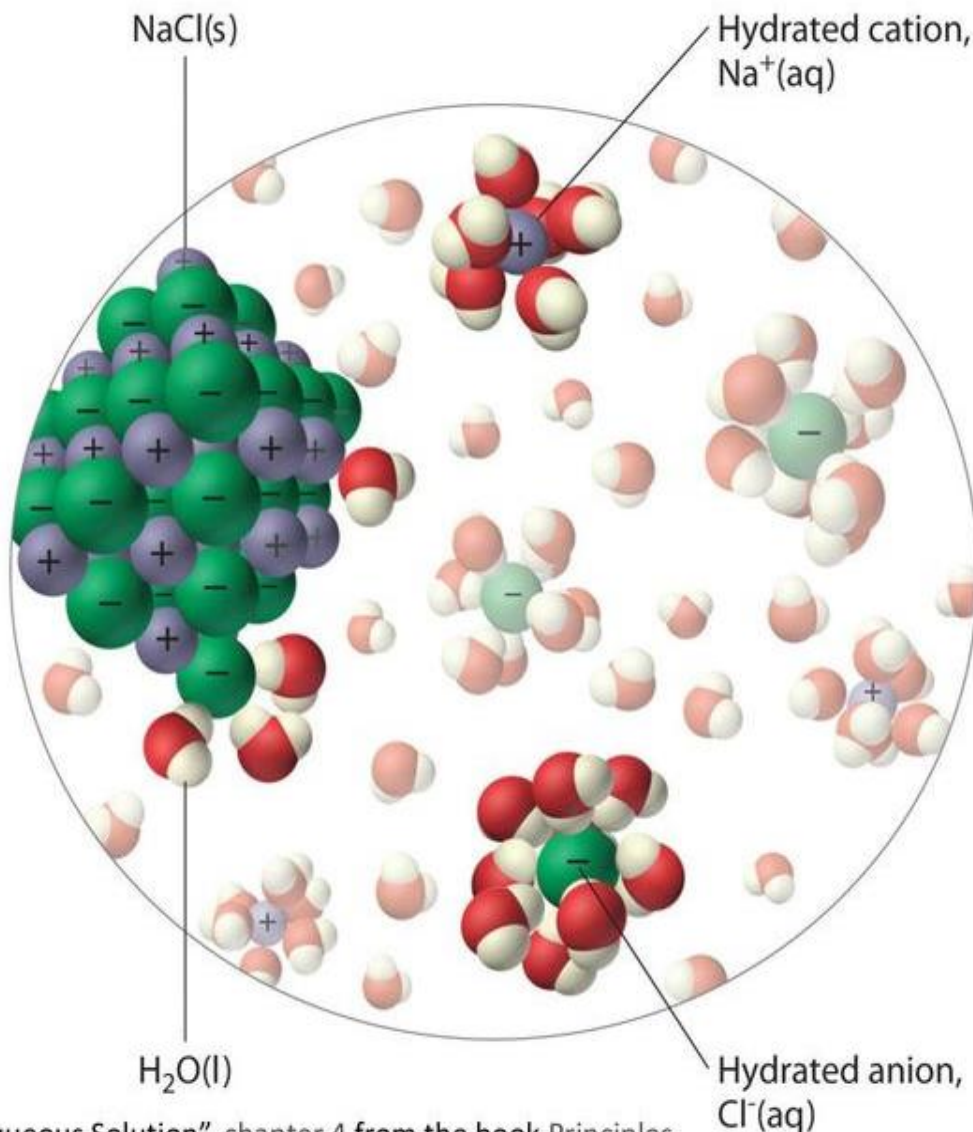


Το νερό είναι πολύ καλός διαλύτης



Το νερό είναι πολύ καλός διαλύτης

- Τα μόρια νερού περιστοιχίζουν κάθε ιόν και έτσι ξεχωρίζει το χλώριο από το νάτριο στο χλωριούχο νάτριο = μαγειρικό αλάτι



Τα δομικά συστατικά της ζωής...

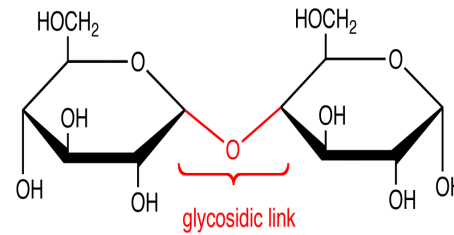
Τα μακρομόρια:

- Μόρια μεγάλου μήκους που αποτελούνται από πολλές ίδιες/παρόμοιες δομικές μονάδες
- Μονομερή και Πολυμερή

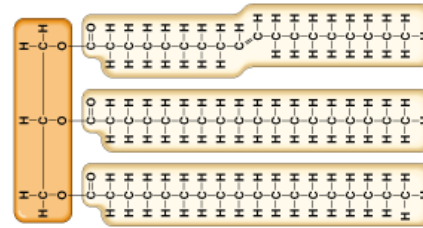


Οι οργανικές ενώσεις των κυττάρων είναι πολυμερή των:

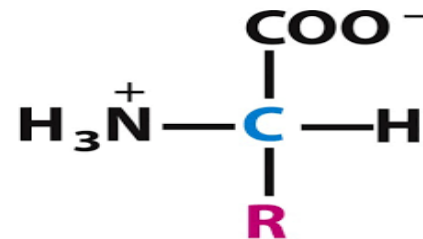
- Σακχάρων



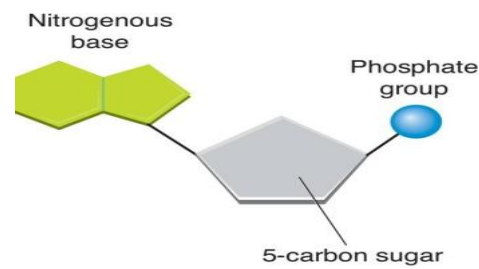
- Λιπαρών οξέων



- Αμινοξέων

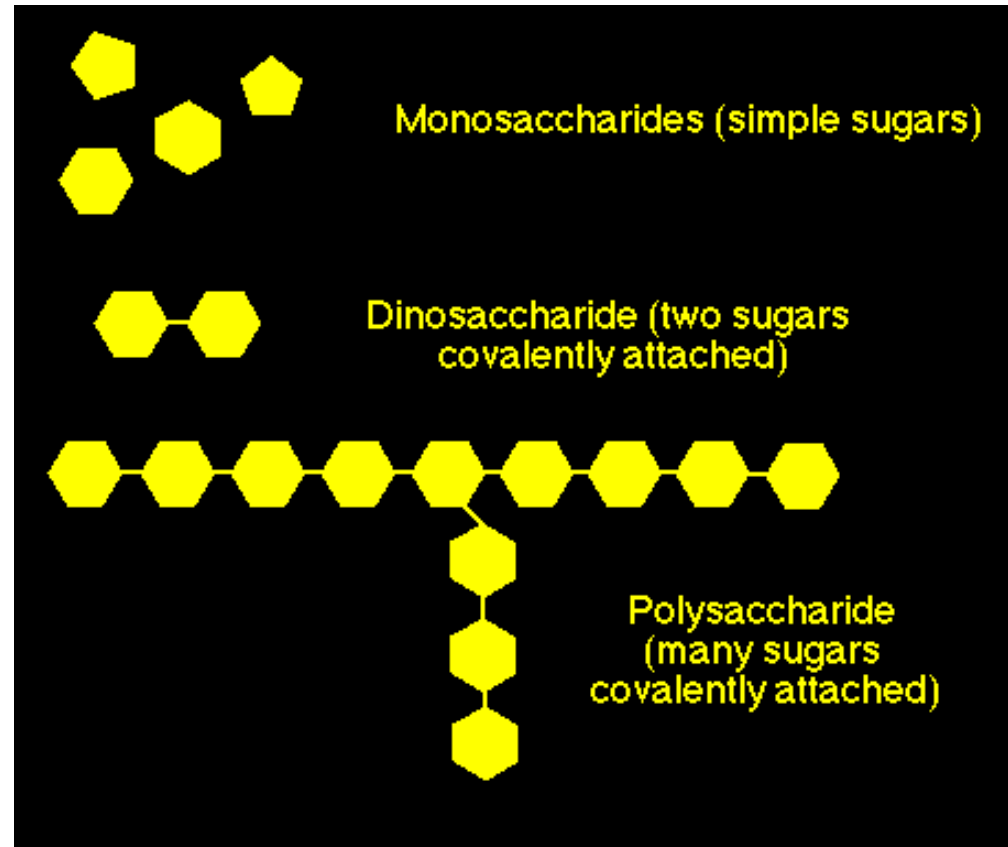


- Νουκλεοτιδίων



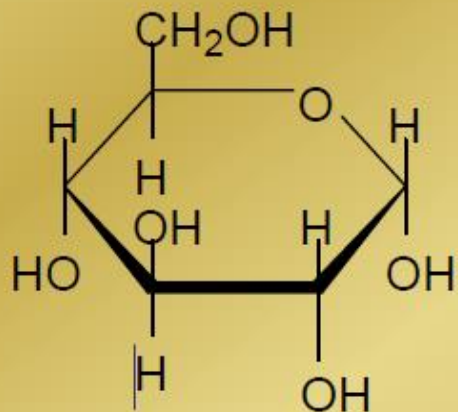
Τα Σάκχαρα ή Υδατάνθρακες

- **Δομικός** και **αποθηκευτικός** ρόλος στο κύτταρο
- Κύριοι τύποι:
 - Μονοσακχαρίτες
 - Ολιγοσακχαρίτες
 - Πολυσακχαρίτες

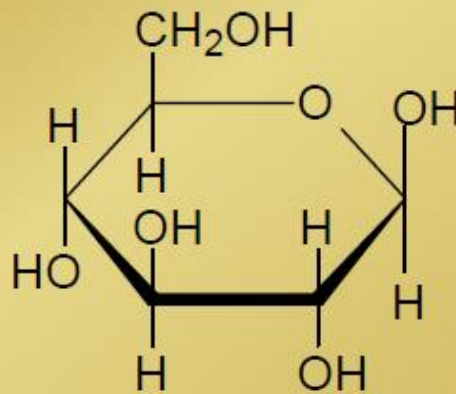


Μονοσακχαρίτες (CH₂O)

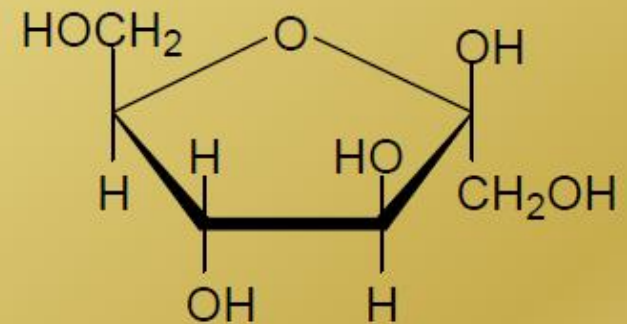
- Γενικός μοριακός τύπος (CH₂O)_n
- Πιο κοινοί μονοσακχαρίτες είναι η γλυκόζη και η φρουκτόζη (C₆H₁₂O₆)



α-γλυκόζη



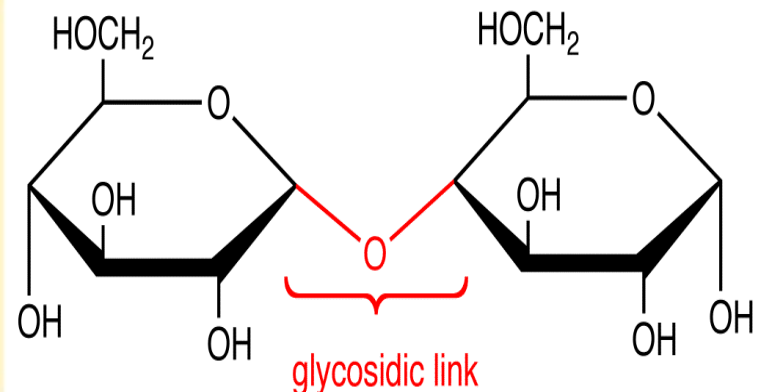
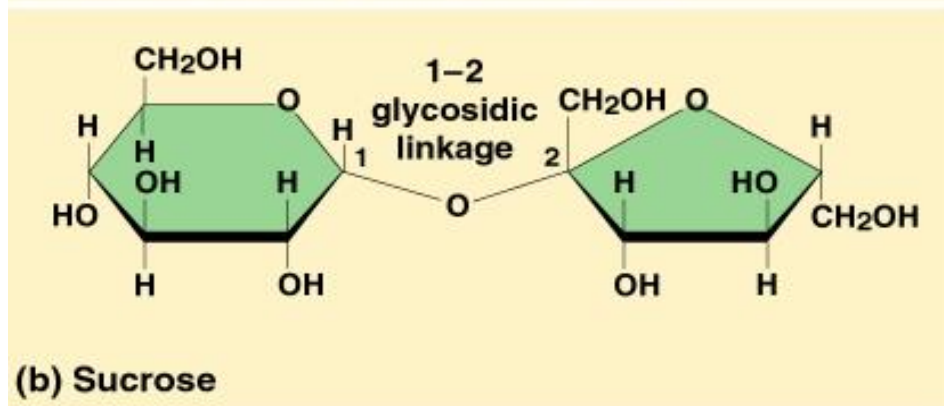
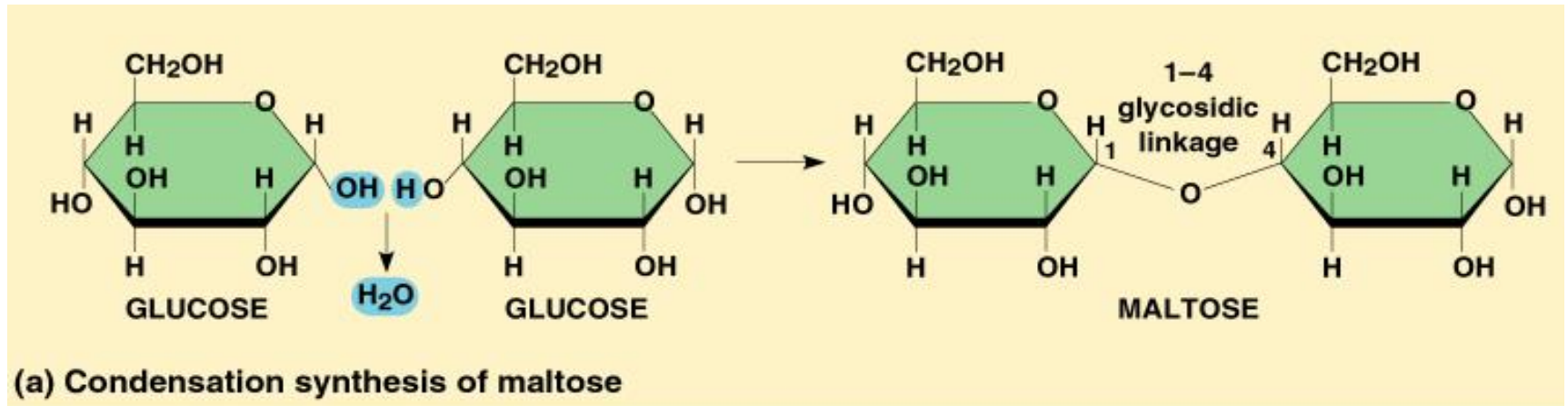
β-γλυκόζη



φρουκτόζη

Ολιγοσακχαρίτες

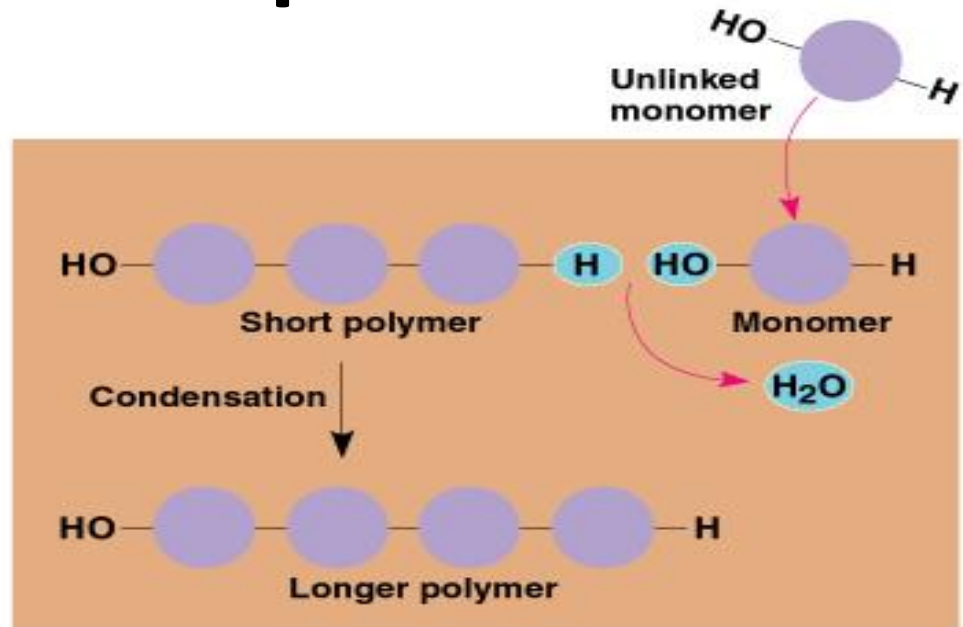
- Δύο μονοσακχαρίτες ενώνονται με **γλυκοσιδικό δεσμό**
- Πιο κοινός δισακχαρίτης είναι η σουκρόζη



Συμπύκνωση & Υδρόλυση

Συμπύκνωση:

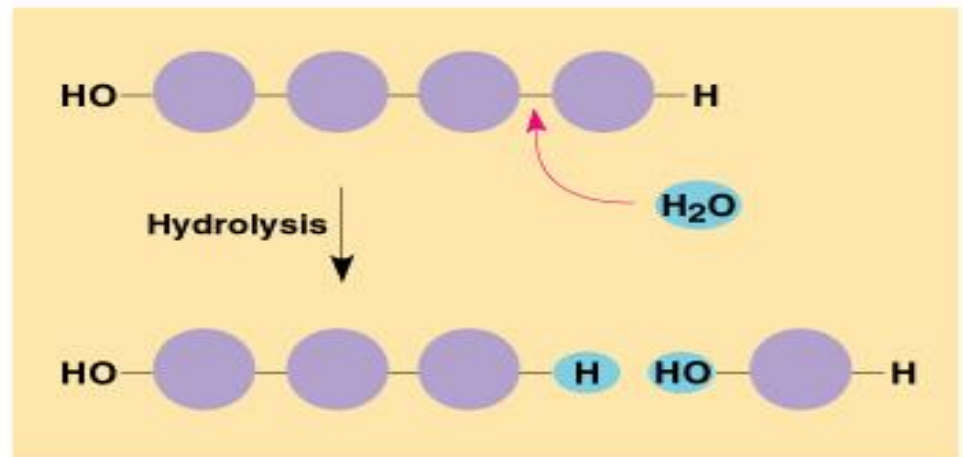
- δύο μόρια ενώνονται ομοιοπολικά μέσω της απομάκρυνσης ενός μορίου νερού



(a) Condensation (dehydration) synthesis of a polymer

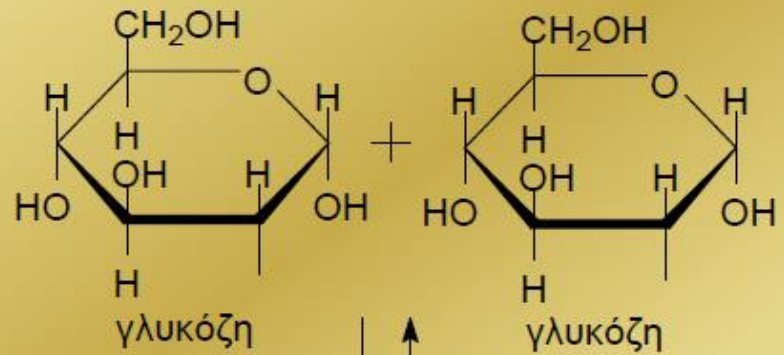
Υδρόλυση:

- δύο μόρια διαχωρίζονται μέσω της προσθήκης ενός μορίου νερού



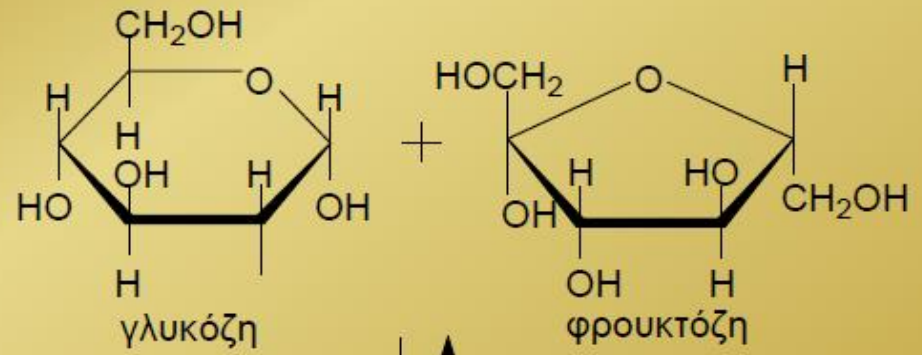
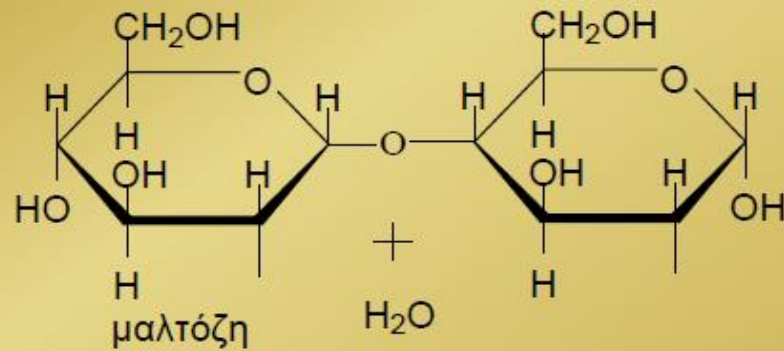
(b) Hydrolysis of a polymer

Συμπύκνωση & Υδρόλυση



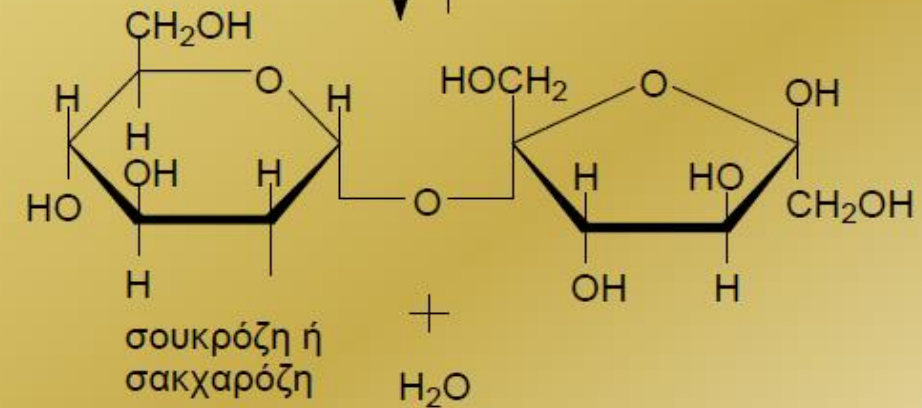
συμπύκνωση

υδρόλυση



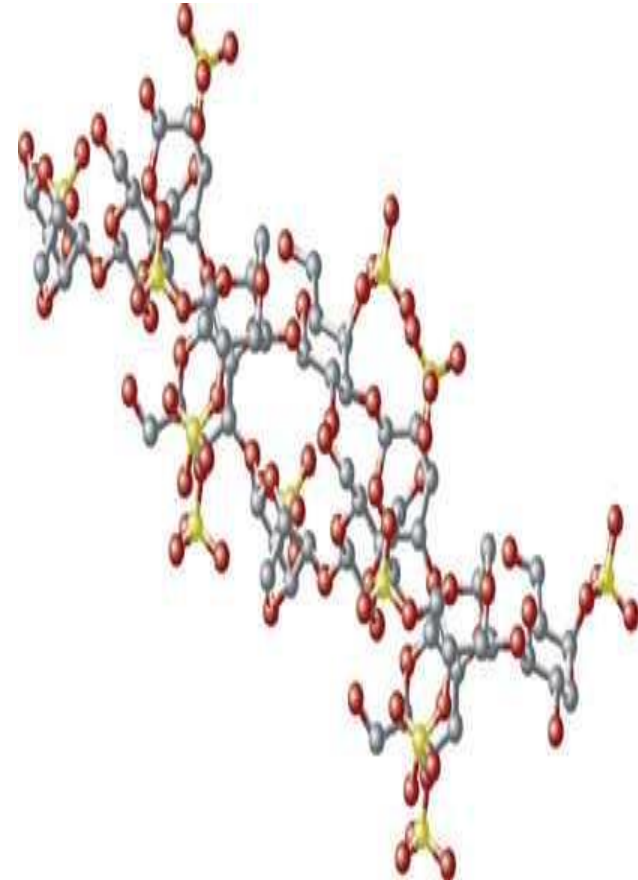
συμπύκνωση

υδρόλυση



Πολυσακχαρίτες

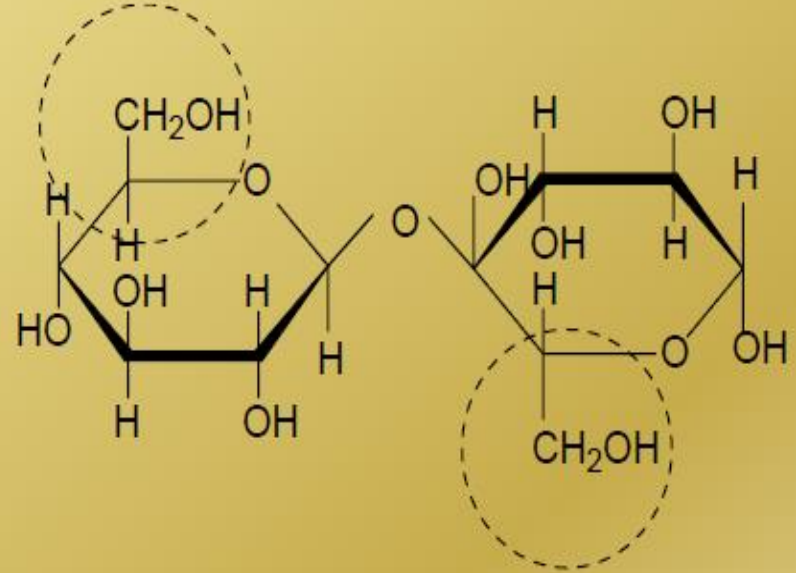
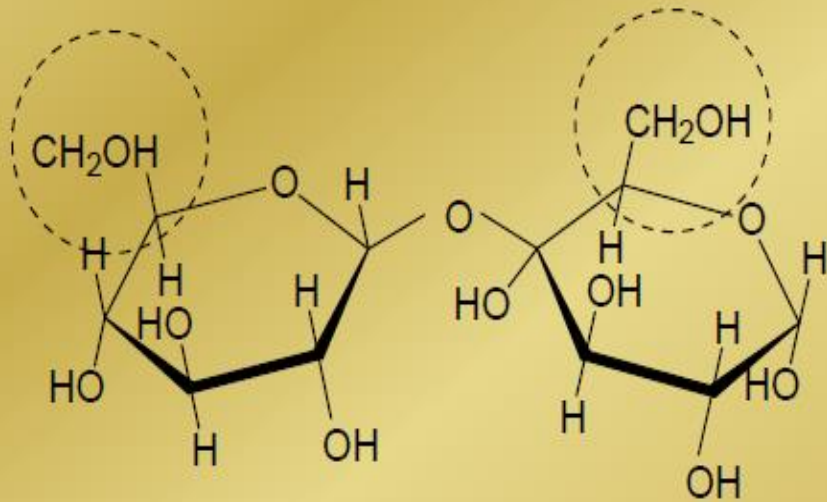
- Αποτελούνται από 100s ή/και 1000s μονομερή (μονοσακχαρίτες)
- Οι πιο κοινοί πολυσακχαρίτες είναι:
 - το άμυλο
(αποθηκευτικός ρόλος στα φυτά)
 - το γλυκογόνο
(αποθηκευτικός ρόλος στα ζώα)
 - η κυτταρίνη
(δομικός ρόλος στο κυτταρικό τοίχωμα των φυτών)
 - η χιτίνη
(δομικός ρόλος στον εξωσκελετό των αρθροπόδων)

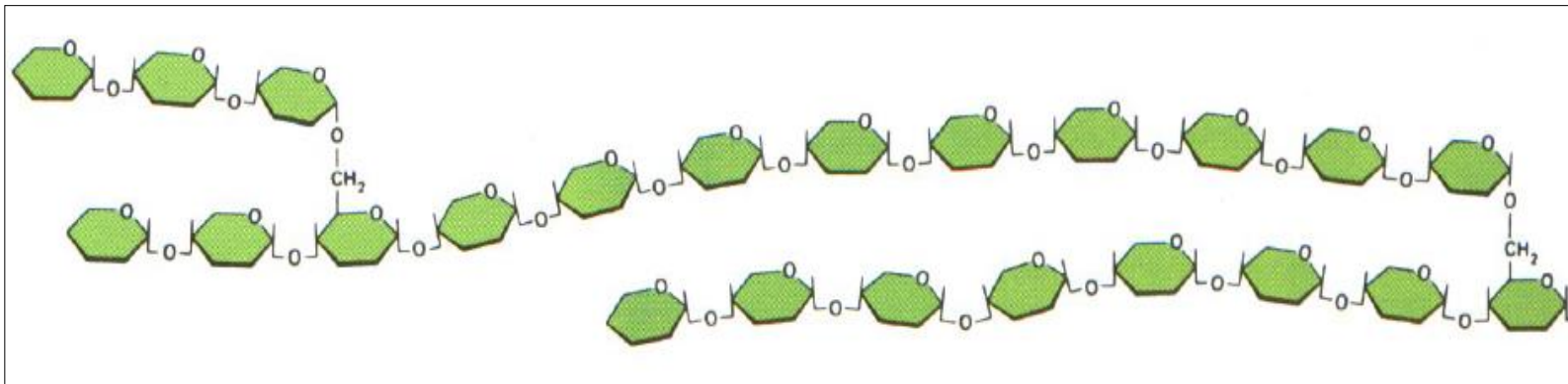


Φυσικές ιδιότητες των υδατανθράκων

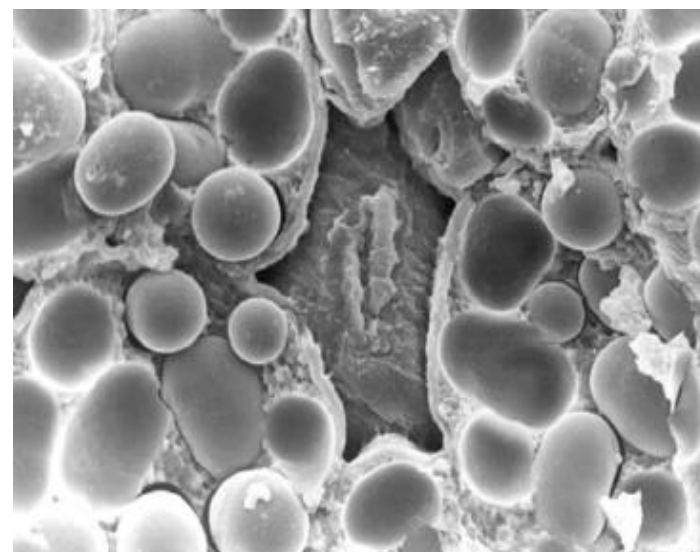
Πολυσακχαρίτες ($C_6H_{10}O_5$) _n όχι γλυκιά γεύση αδιάλυτοι μη κρυσταλλώσιμοι	άμυλο	κυτταρίνη			γλυκογόνο
Δισακχαρίτες $C_{12}H_{22}O_{11}$ με γλυκιά γεύση υδατοδιαλυτοί κρυσταλλώσιμοι	μαλτόζη	κελλοβιόζη	σουκρόζη (σακχαρόζη)	λακτόζη	
Μονοσακχαρίτες $C_6H_{12}O_6$ με γλυκιά γεύση υδατιδιαλυτοί κρυσταλλώσιμοι	α-γλυκόζη	β-γλυκόζη	γλυκόζη + φρουκτόζη	γλυκόζη + γαλακτόζη	α-γλυκόζη

Σε τί οφείλονται οι διαφορές των πολυσακχαριτών...

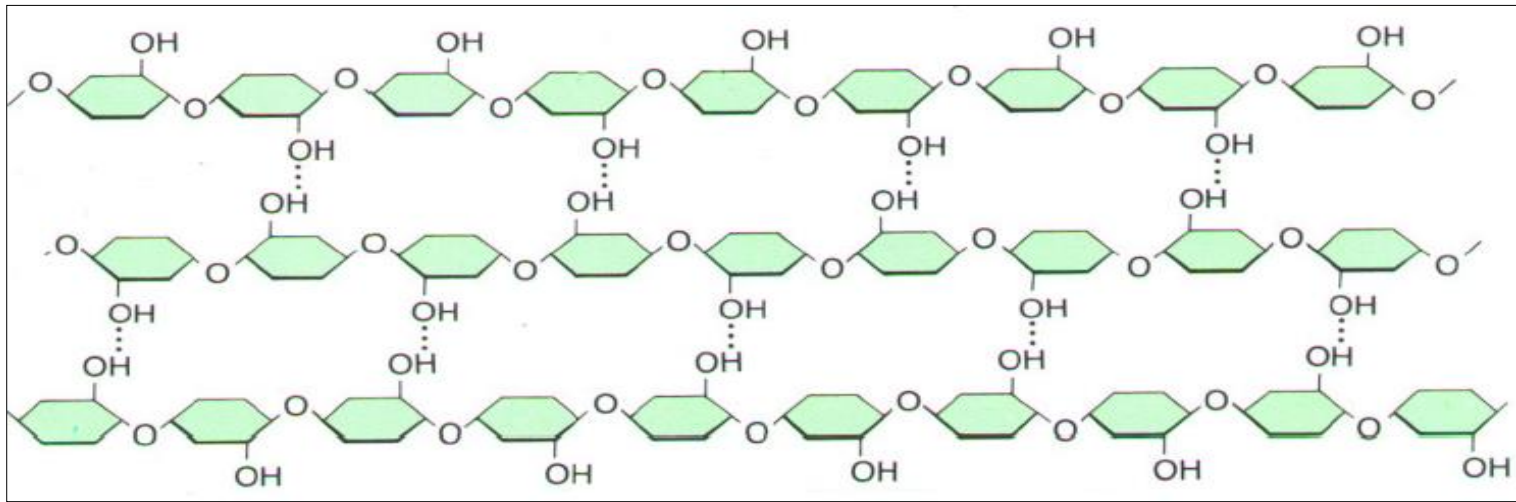




Η δομή του μορίου του αμύλου

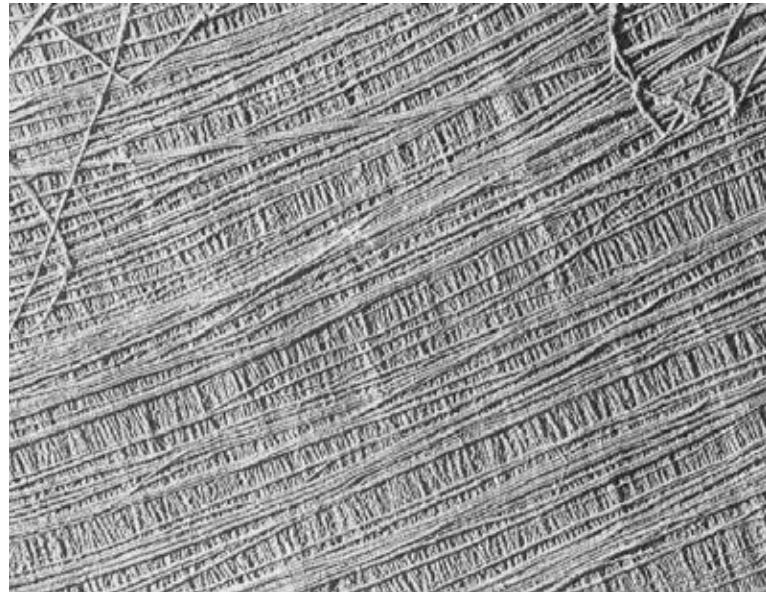


Το άμυλο όπως φαίνεται στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο



Η δομή του μορίου της κυτταρίνης

**Τα μικροϊνίδια της κυτταρίνης
όπως φαίνονται στο ηλεκτρονικό
μικροσκόπιο**



Τα Λιπίδια

- Είναι ενώσεις της **γλυκερόλης** με **λιπαρά οξέα**
- Είναι **υδρόφοβα** μόρια, αδιάλυτα στο νερό και ευδιάλυτα σε οργανικούς διαλύτες
- Έχουν **δομικό** και **αποθηκευτικό** ρόλο στο κύτταρο
- Κύριοι τύποι λιπιδίων:
 - τα **λιπαρά οξέα**
 - τα **φωσfolιπίδια**
 - τα **στεροειδή**

Λιπαρά οξέα

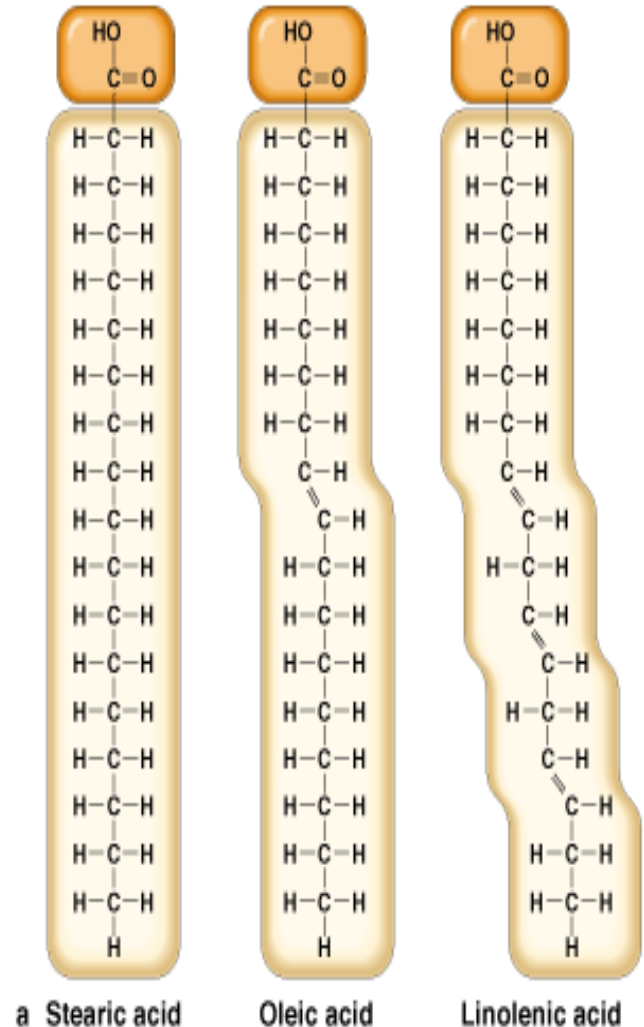
- Μόρια μεγάλου μήκους, αλλά όχι πολυμερή

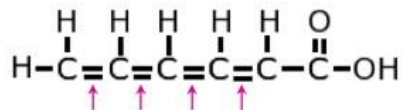
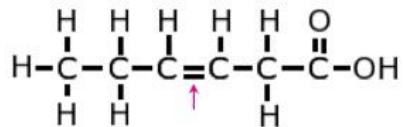
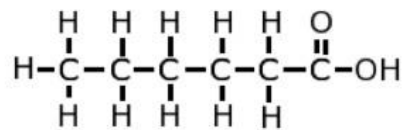
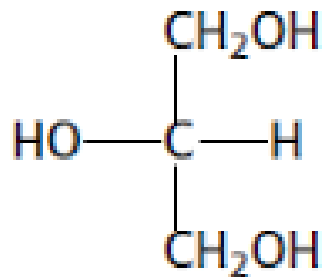
Κορεσμένα λιπαρά οξέα:

- **δεν υπάρχει διπλός δεσμός** μεταξύ ατόμων άνθρακα
- είναι στερεά σε θερμοκρασία δωματίου

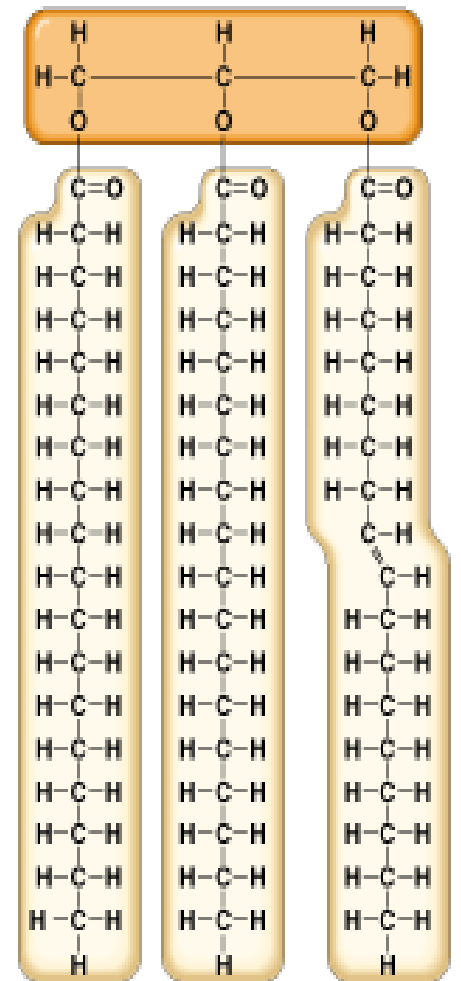
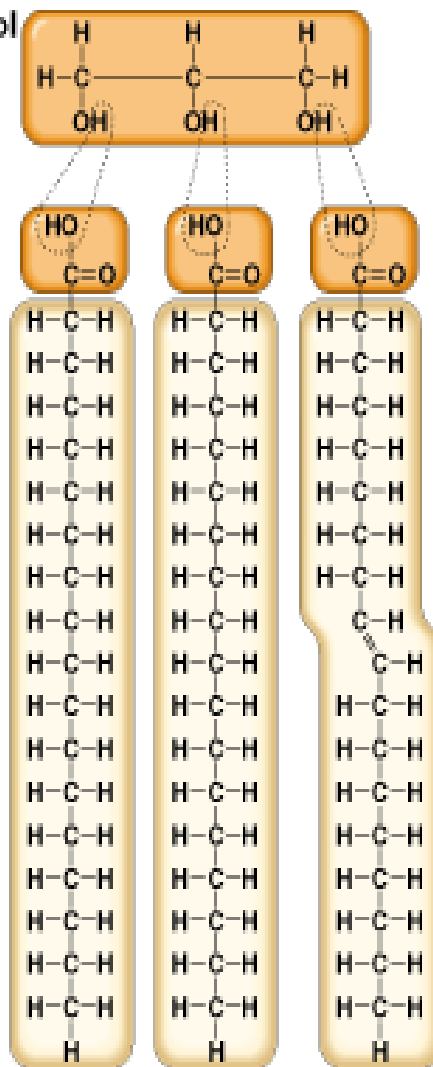
Ακόρεστα λιπαρά οξέα:

- **υπάρχει ένας ή περισσότεροι διπλοί δεσμοί** μεταξύ ατόμων άνθρακα
- είναι υγρά σε θερμοκρασία δωματίου





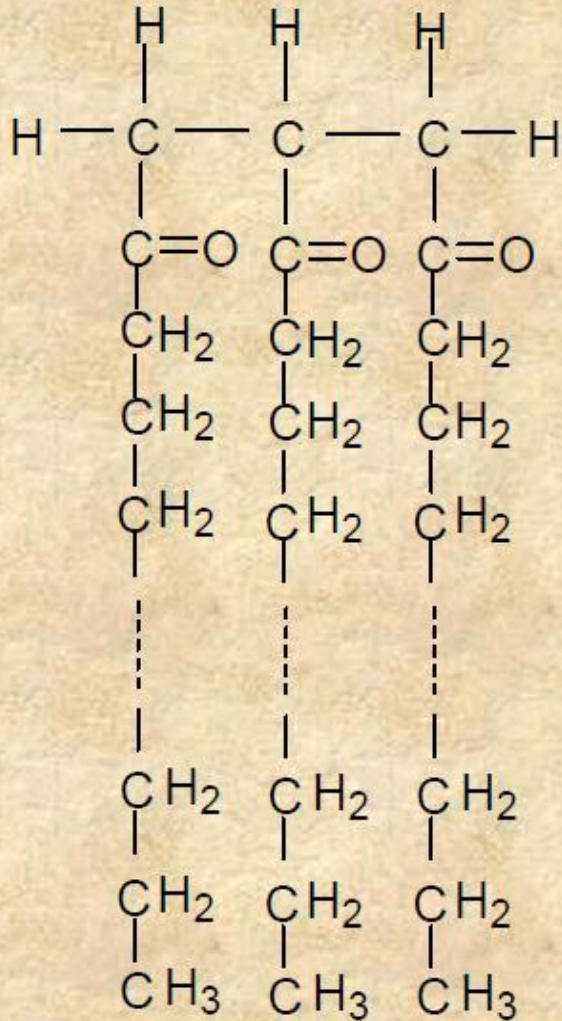
Glycerol



Triglyceride
+
3H₂O

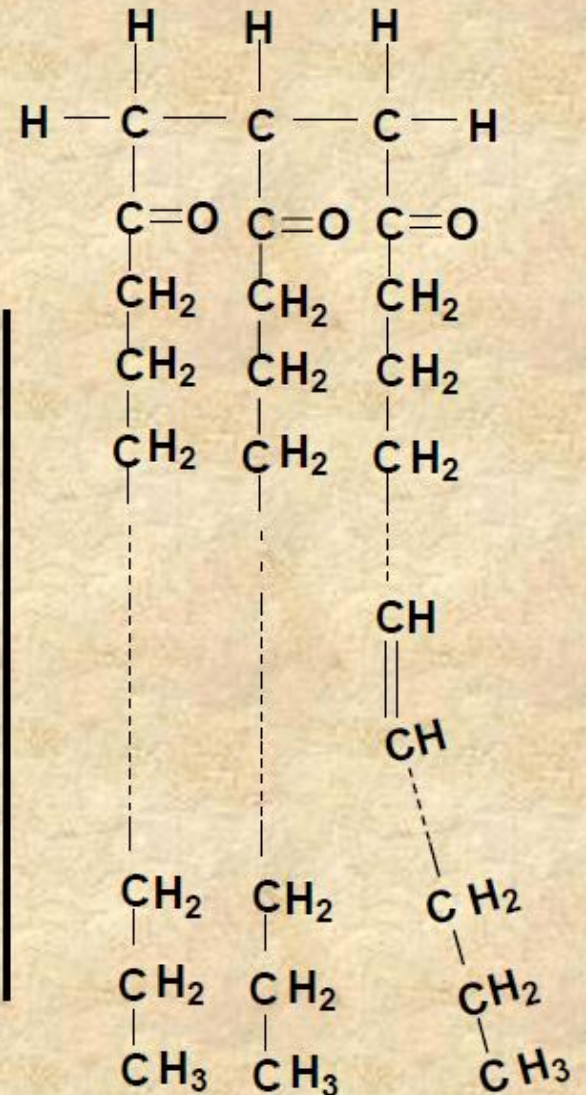
b Three fatty acids

Κορεσμένα και ακόρεστα λιπαρά οξέα



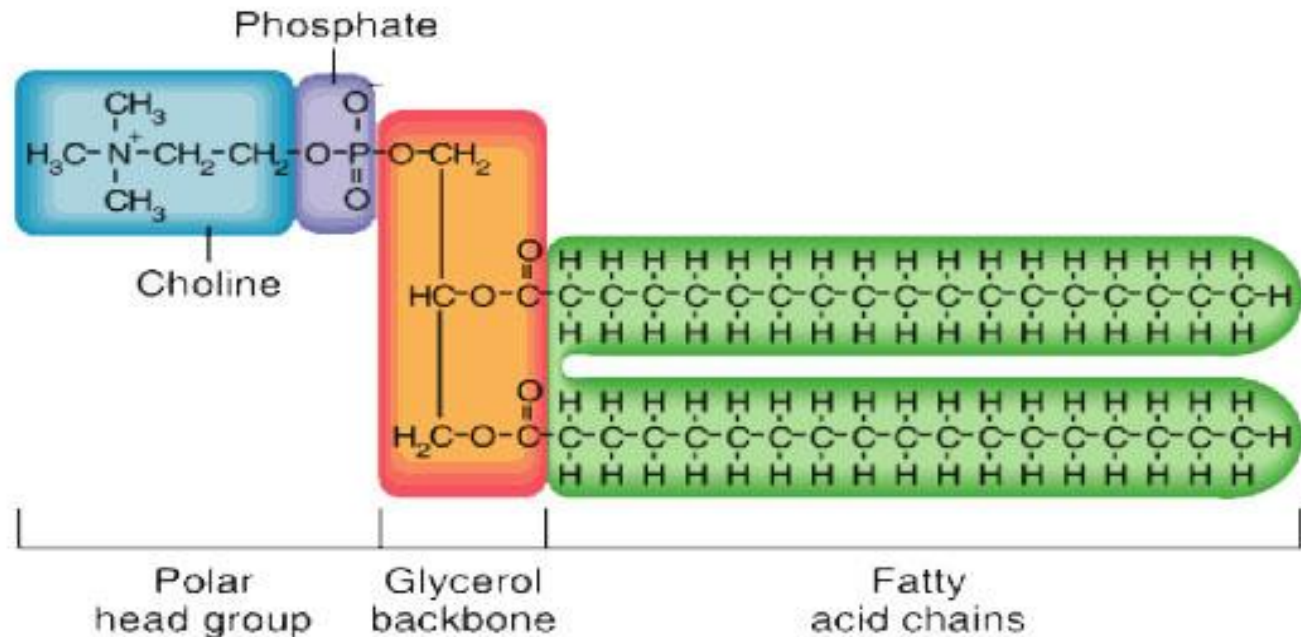
Ένα κορεσμένο
τριγλυκερίδιο

Ένα μονοακόρεστο
τριγλυκερίδιο

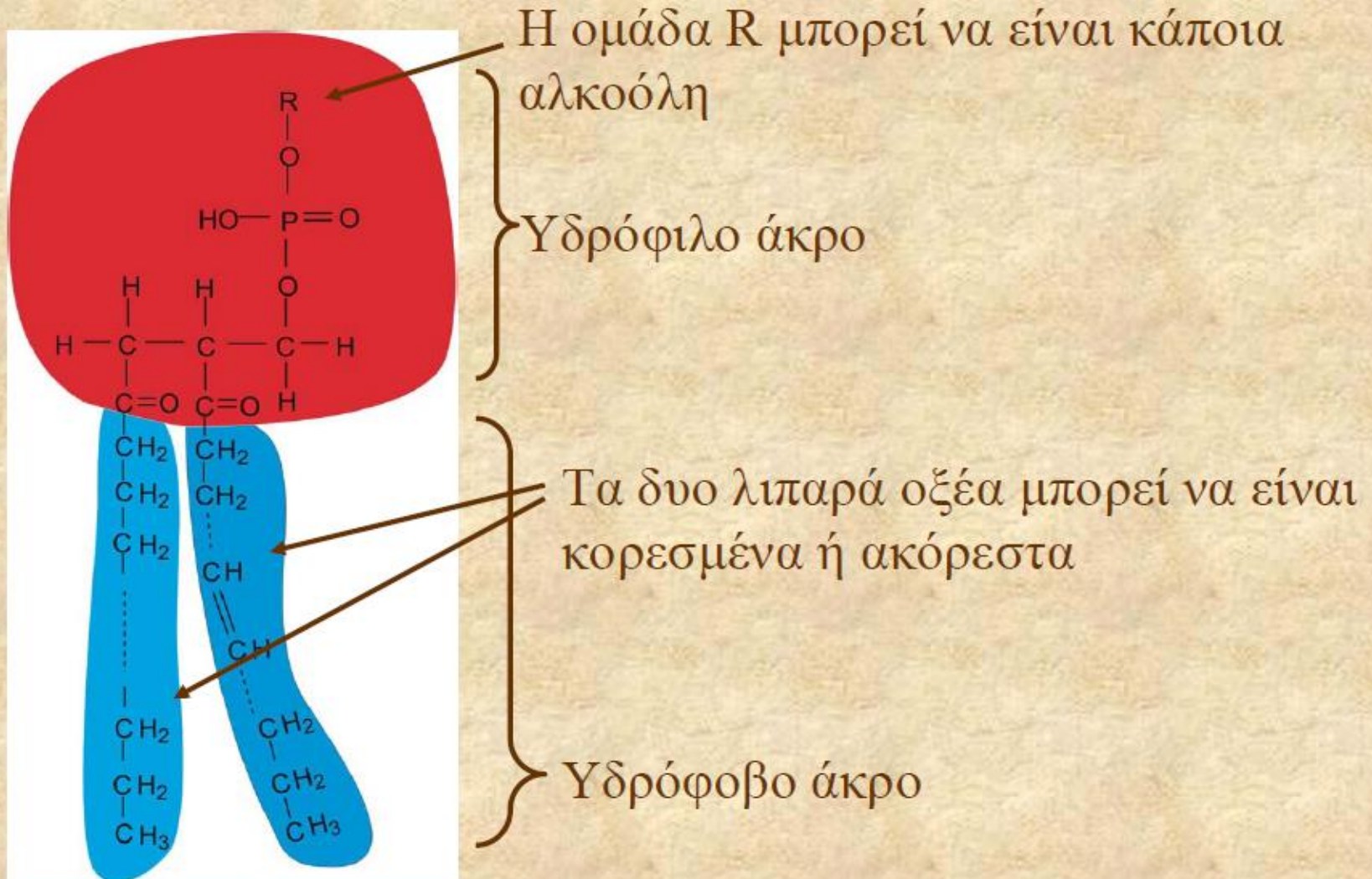


Τα Φωσφολιπίδια

- Αποτελούνται από **δύο μόρια λιπαρών οξέων** που ενώνονται με **ένα μόριο γλυκερόλης**
- Είναι πολικά μόρια με ένα **υδρόφιλο** και ένα **υδρόφοβο** άκρο
- Είναι συστατικά των κυτταρικών **μεμβρανών**



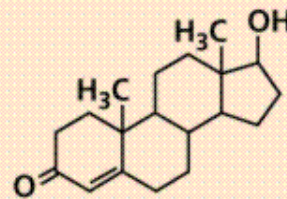
Τα Φωσfolιπίδια



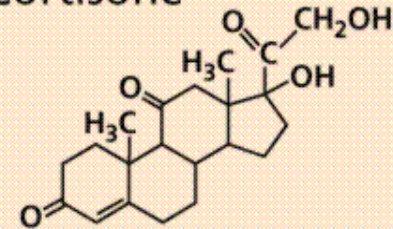
Τα Στεροειδή

- Λιπίδια που η δομή τους χαρακτηρίζεται από 4 αλληλοσυνδεόμενους δακτυλίους
- Πιο σημαντικό στεροειδές είναι η χοληστερόλη
 - συστατικό των κυτταρικών μεμβρανών στα ζώα
 - πρόδρομη ουσία στη βιοσύνθεση ορμονών

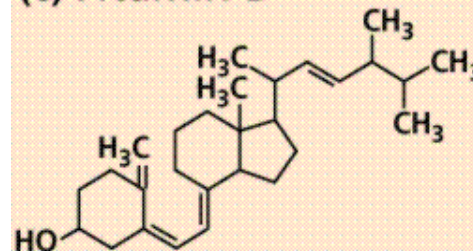
(a) Testosterone



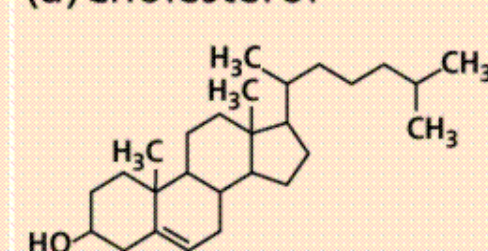
(b) Cortisone



(c) Vitamin D



(d) Cholesterol



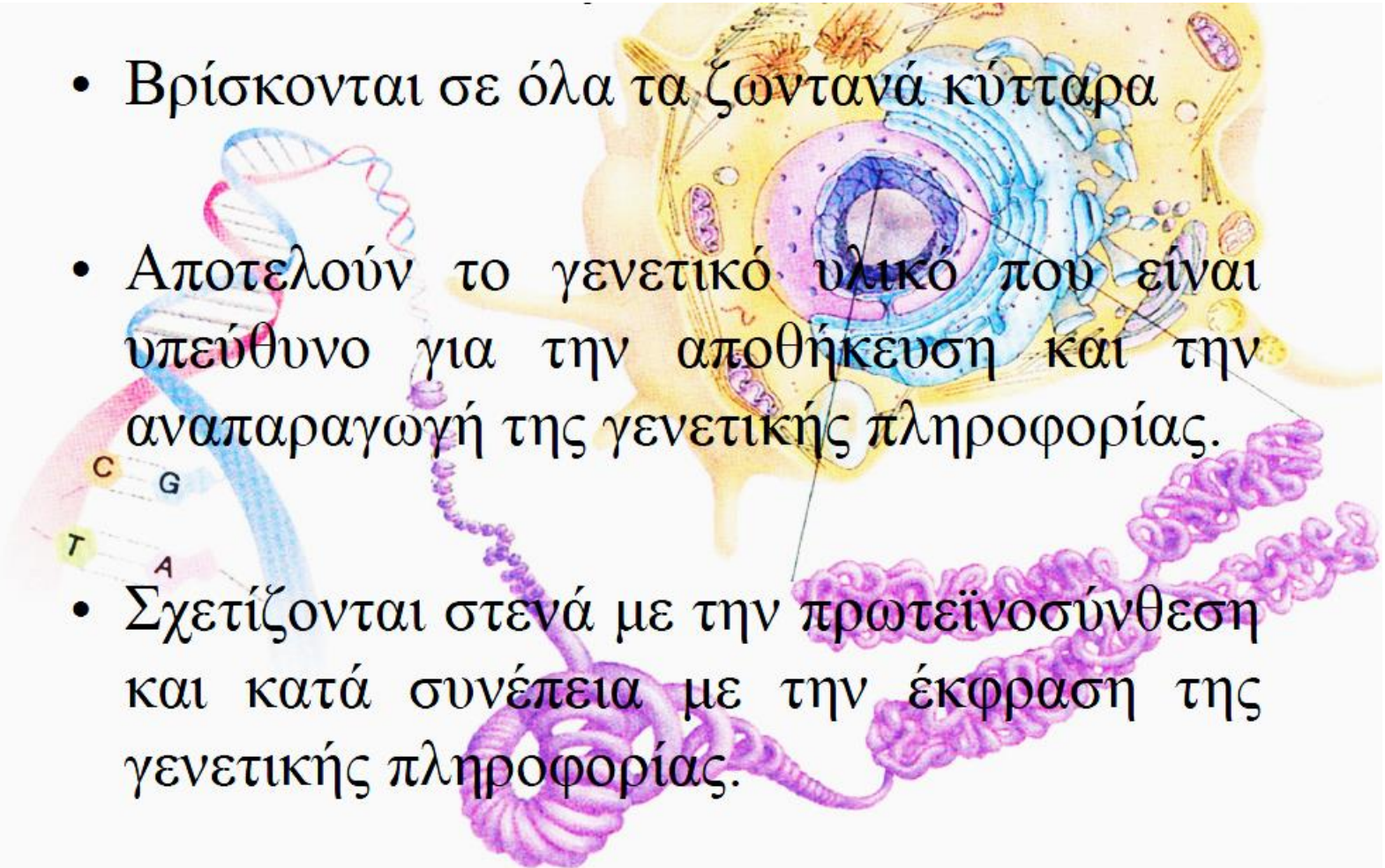
Τα Νουκλεϊκά οξέα

- Αποθήκευση, αναπαραγωγή και μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας
- DNA (δεοξυριβονουκλεϊκό οξύ)
& RNA (ριβονουκλεϊκό οξύ)
- Πολυμερή των νουκλεοτιδίων



Τα Νουκλεϊκά οξέα

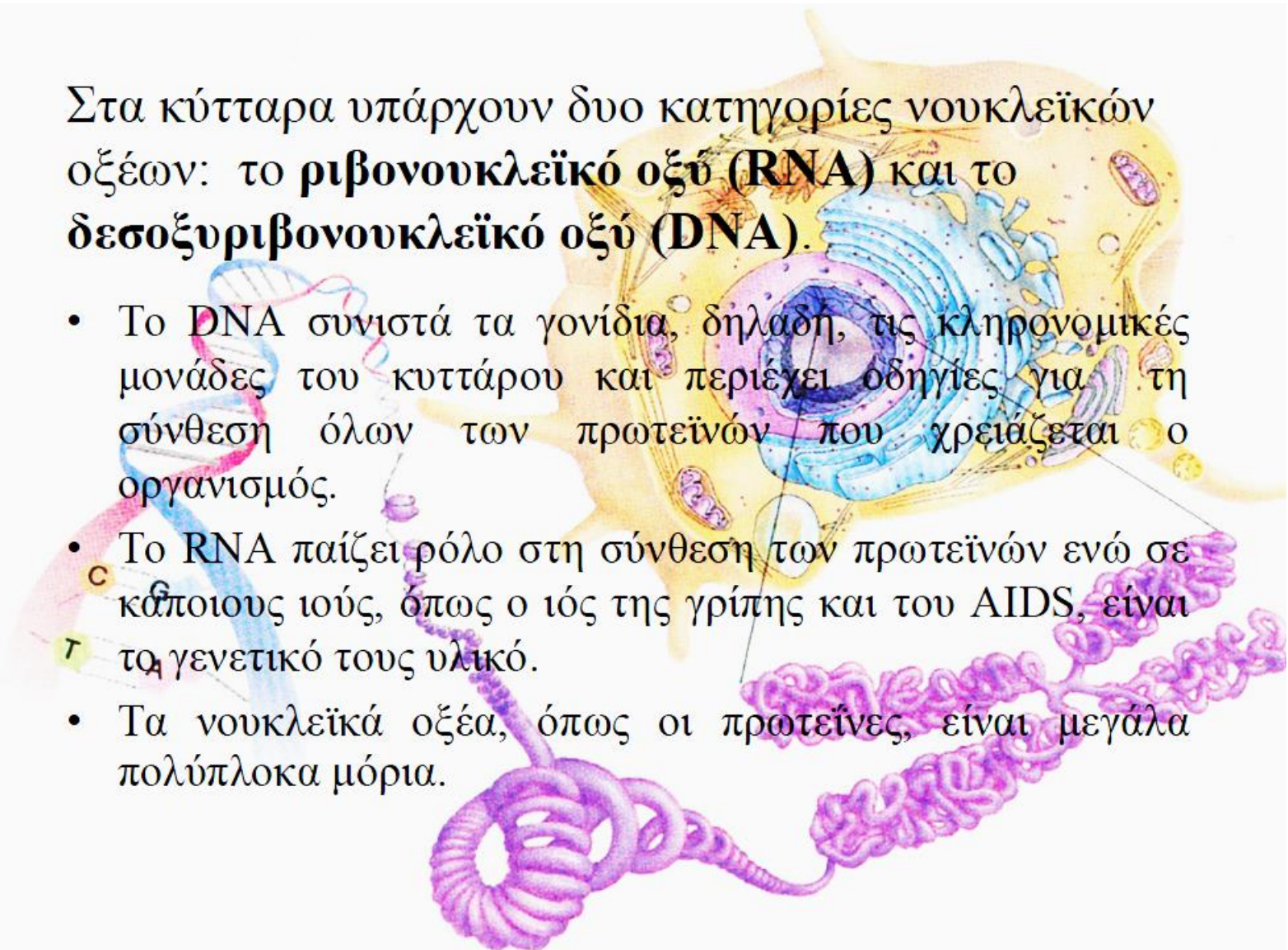
- Βρίσκονται σε όλα τα ζωντανά κύτταρα
- Αποτελούν το γενετικό υλικό που είναι υπεύθυνο για την αποθήκευση και την αναπαραγωγή της γενετικής πληροφορίας.
- Σχετίζονται στενά με την πρωτεϊνοσύνθεση και κατά συνέπεια με την έκφραση της γενετικής πληροφορίας.



Τα Νουκλεϊκά οξέα

Στα κύτταρα υπάρχουν δυο κατηγορίες νουκλεϊκών οξέων: το ριβονουκλεϊκό οξύ (RNA) και το δεσοξυριβονουκλεϊκό οξύ (DNA).

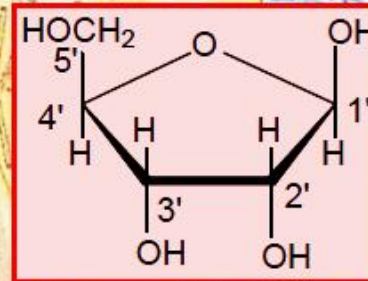
- Το DNA συνιστά τα γονίδια, δηλαδή, τις κληρονομικές μονάδες του κυττάρου και περιέχει οδηγίες για τη σύνθεση όλων των πρωτεϊνών που χρειάζεται ο οργανισμός.
- Το RNA παίζει ρόλο στη σύνθεση των πρωτεϊνών ενώ σε κάποιους ιούς, όπως ο ιός της γρίπης και του AIDS, είναι το γενετικό τους υλικό.
- Τα νουκλεϊκά οξέα, όπως οι πρωτεΐνες, είναι μεγάλα πολύπλοκα μόρια.



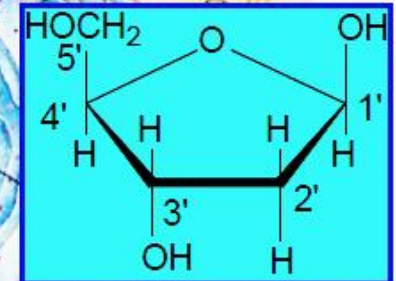
Τα Νουκλεϊκά οξέα

Κάθε νουκλεοτίδιο αποτελείται από:

- μια **πεντόζη**, που στο RNA είναι η **ριβόζη**, και στο DNA η **δεσοξυριβόζη**,

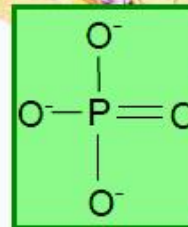


ριβόζη

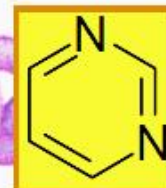


δεσοξυριβόζη

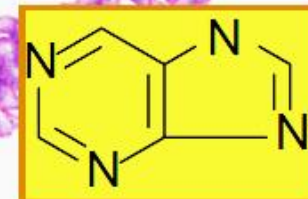
- μια **φωσφορική** ομάδα



- μια κυκλική **αζωτούχο βάση**



πυριμιδίνη



πουρίνη

Τα Νουκλεϊκά οξέα

Οι αζωτούχος βάση μπορεί να είναι
είτε μια **πυριμιδίνη** είτε μια **πουρίνη**

Πυριμιδίνες

Μόνο στο
DNA

θυμίνη (T)

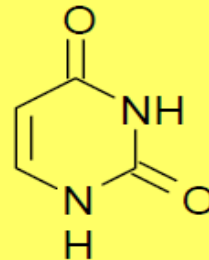


κυτοσίνη (C)

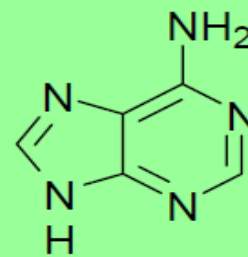


Μόνο στο
RNA

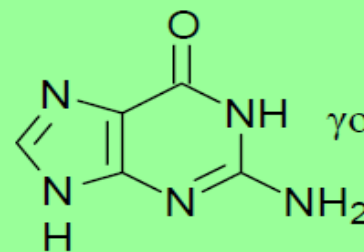
ουρακίλη (U)



Πουρίνες

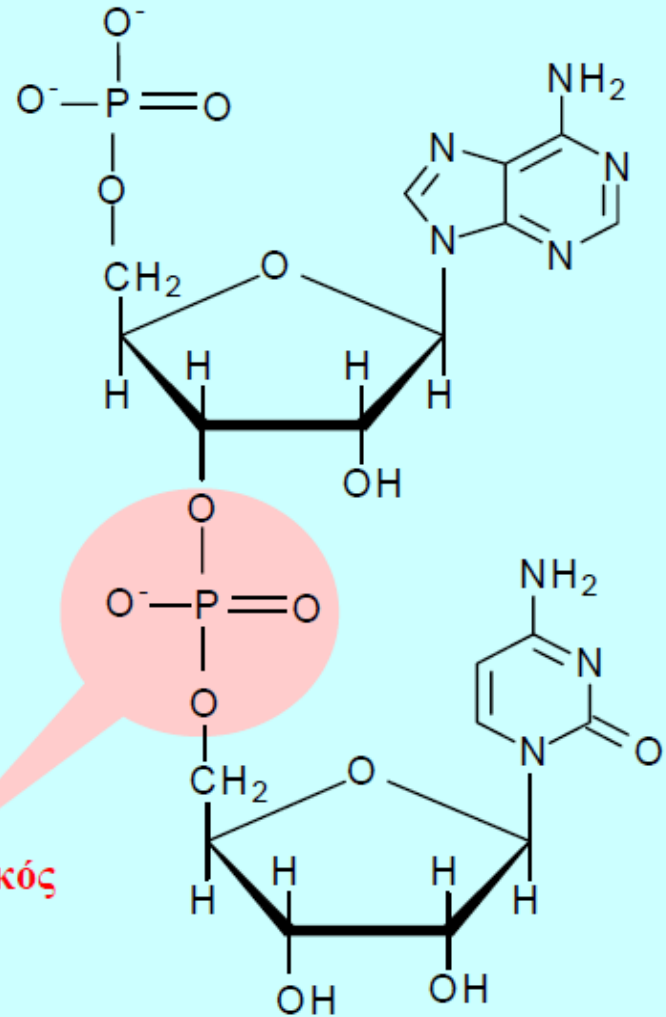
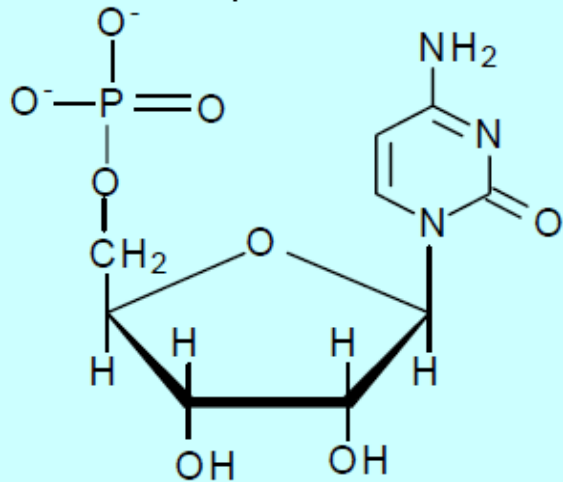
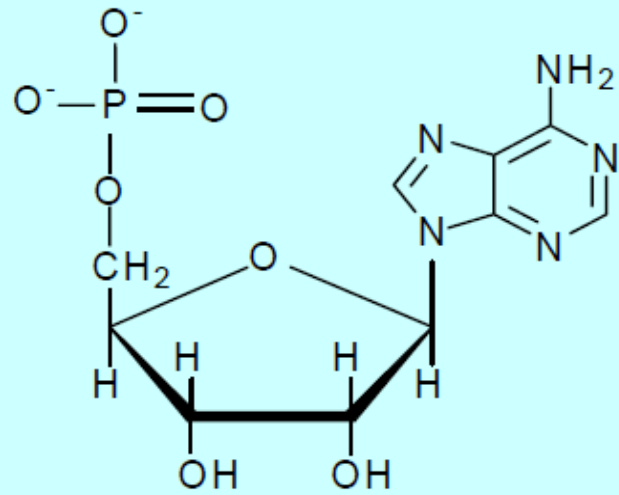


αδενίνη (A)



γουανίνη (G)

Ο φωσφοδιεστερικός δεσμός



φωσφοδιεστερικός
δεσμός

Ονοματολογία των μονομερών των νουκλεϊνικών οξέων

ΒΑΣΗ + ΠΕΝΤΟΖΗ = ΝΟΥΚΛΕΟΣΙΔΙΟ

ΒΑΣΗ + ΠΑΝΤΟΖΗ + ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ = ΝΟΥΚΛΕΟΤΙΔΙΟ

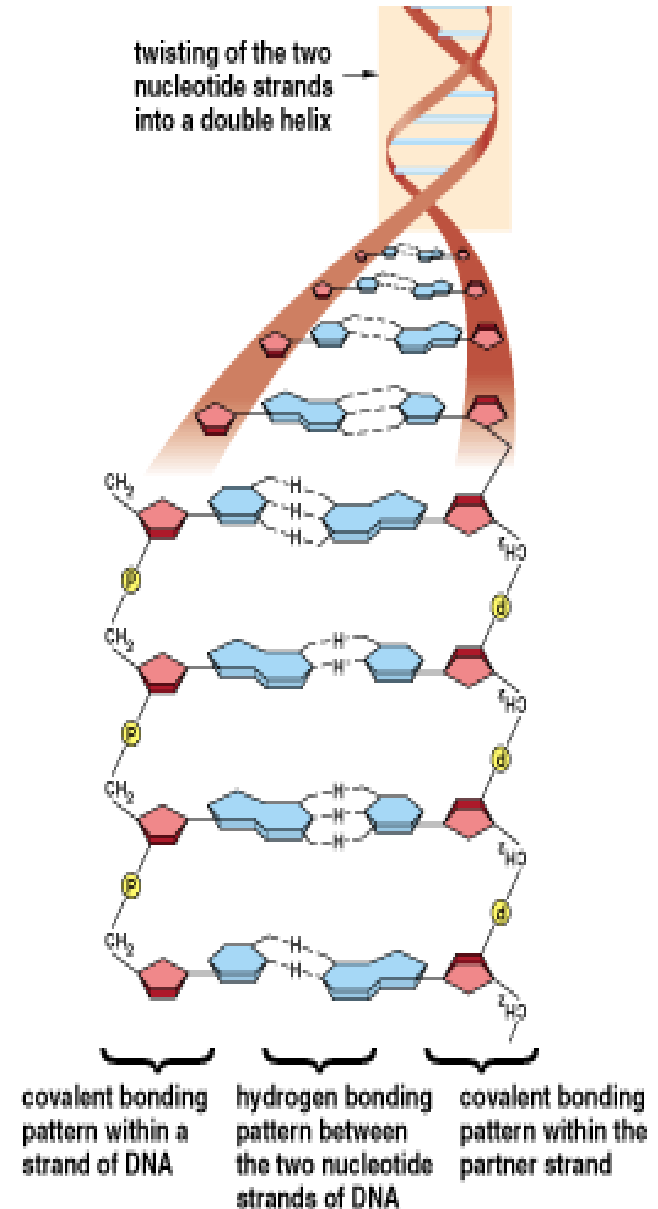
ΒΑΣΗ	ΝΟΥΚΛΕΟΣΙΔΙΟ	ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΗ
αδενίνη	αδενοσίνη	A
γουανίνη	γουανοσίνη	G
κυτοσίνη	κυτιδίνη	C
ουρακίλη	ουριδίνη	U
θυμίνη	θυμιδίνη	T

Οι συντομεύσεις των νουκλεοτιδίων
αποτελούνται από τρία γράμματα

- AMP = μονοφωσφορική αδενοσίνη
 - dAMP = μονοφωσφορική δεοξυαδενοσίνη
 - UDP = διφωσφορική ουριδίνη
 - ATP = τριφωσφορική αδενοσίνη
- κλπ.

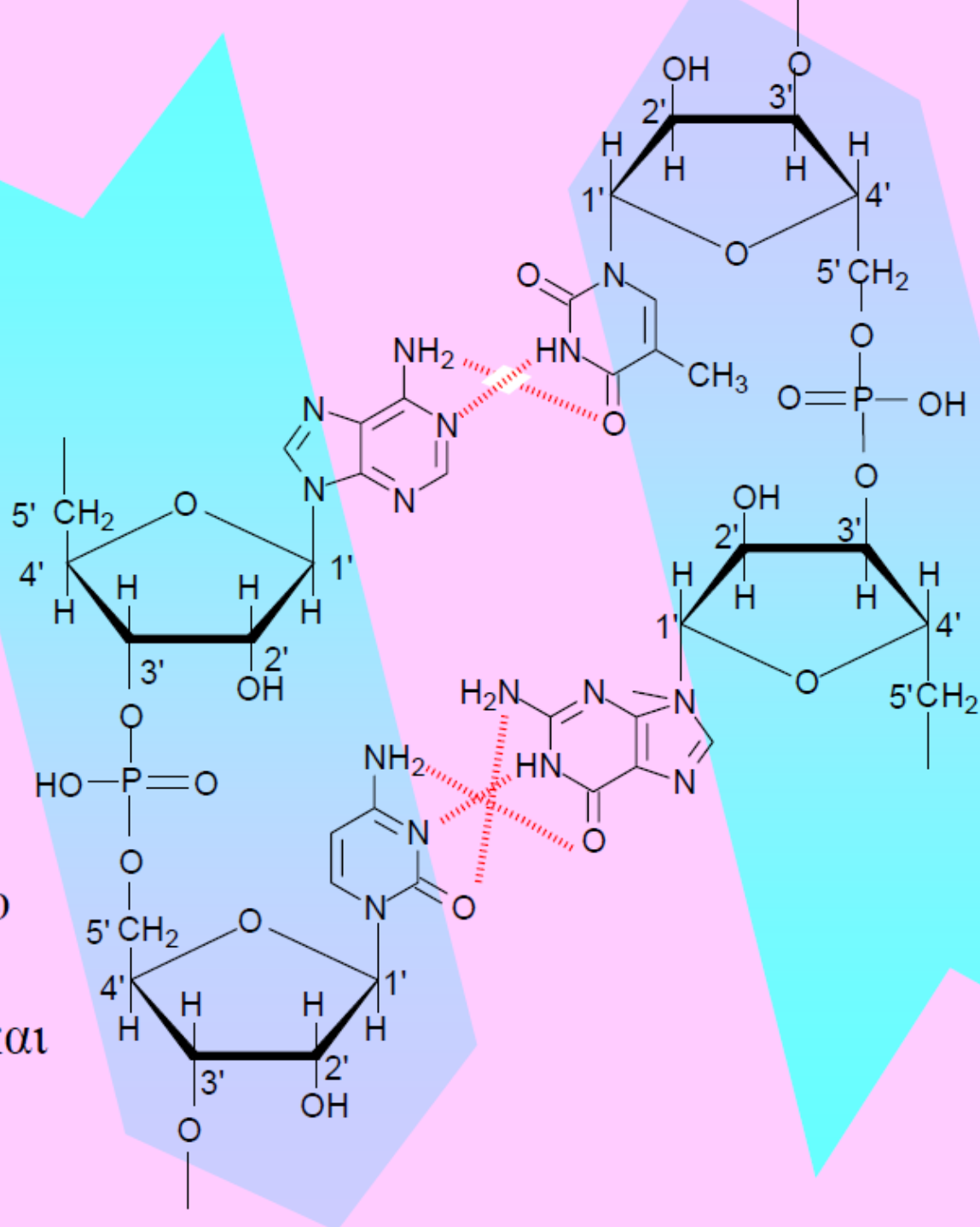
Το μόριο του DNA

- **Δομή δίκλωνης έλικας**
Δύο αλυσίδες νουκλεοτιδίων περιελίσσονται γύρω από έναν νοητό άξονα
- Οι δύο αλυσίδες ενώνονται με **δεσμούς υδρογόνου**
- Οι δύο αλυσίδες είναι **συμπληρωματικές** και **αντιπαράλληλες**





Οι δυο αλυσίδες του
DNA είναι
συμπληρωματικές και
αντιπαράλληλες



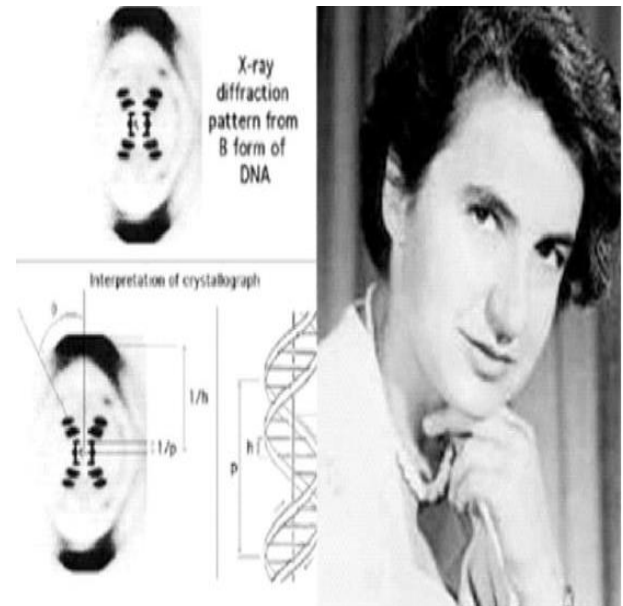
Λίγη Ιστορία ...

Το 1953 ο James Watson (1928-) και ο Francis Crick (1916-2004) προτείνουν την δομή της «διπλής έλικας» για το μόριο του DNA.

Μαζί με τον Maurice Wilkins (1916-2004) κερδίζουν το βραβείο Nobel το 1962

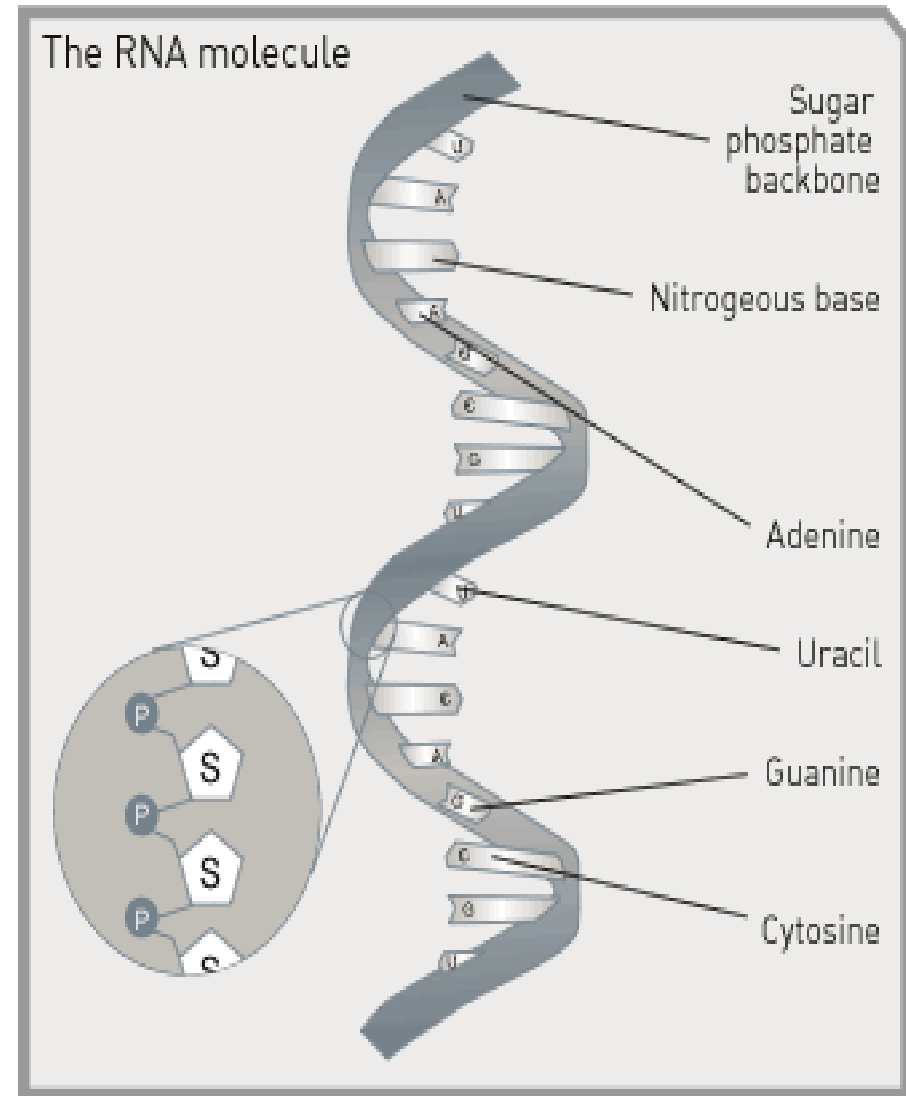


Η Rosalind Franklin (1920-1958)
η «ξεχασμένη ηρωίδα του DNA»



Το μόριο του RNA

- Δομή **μονόκλωνης έλικας**
- Ρόλος-κλειδί στην μεταγραφή και στην πρωτεϊνοσύνθεση
- mRNA, tRNA, rRNA



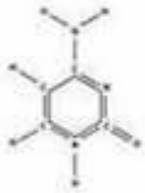
Το μόριο του RNA

- Υπάρχει σε διάφορες μορφές:
 - mRNA - μεταγραφικό
 - t-RNA - μεταφορικό
 - rRNA - ριβοσωμικό
- Είναι συνήθως μονόκλωνο
- Παρατηρείται συμπληρωματικότητα μόνο σε ορισμένα σημεία του που κάνει αναδιπλώσεις

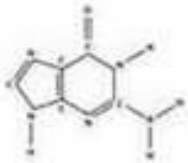
DNA

RNA

Cytosine



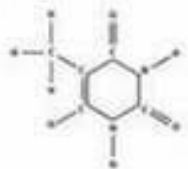
Guanine



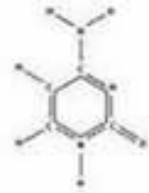
Adenine



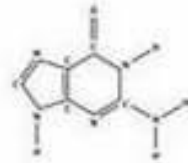
Thymine



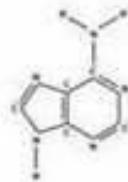
Cytosine



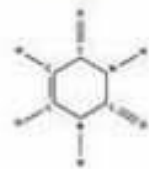
Guanine



Adenine



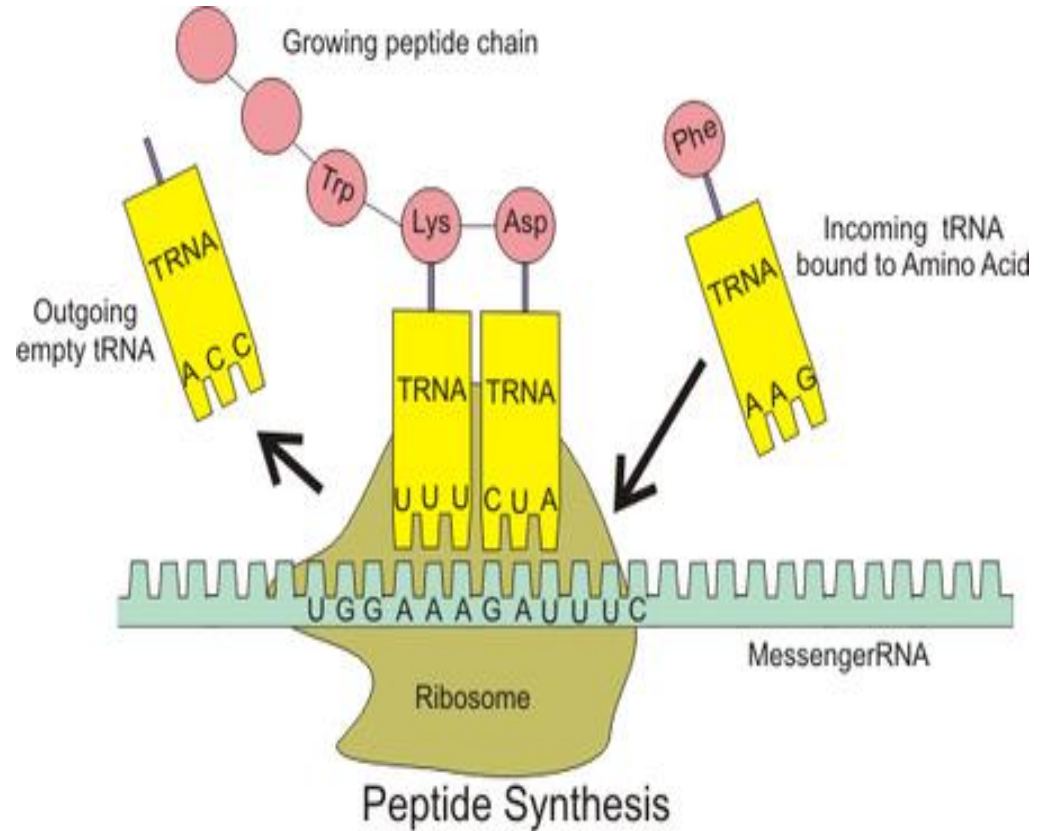
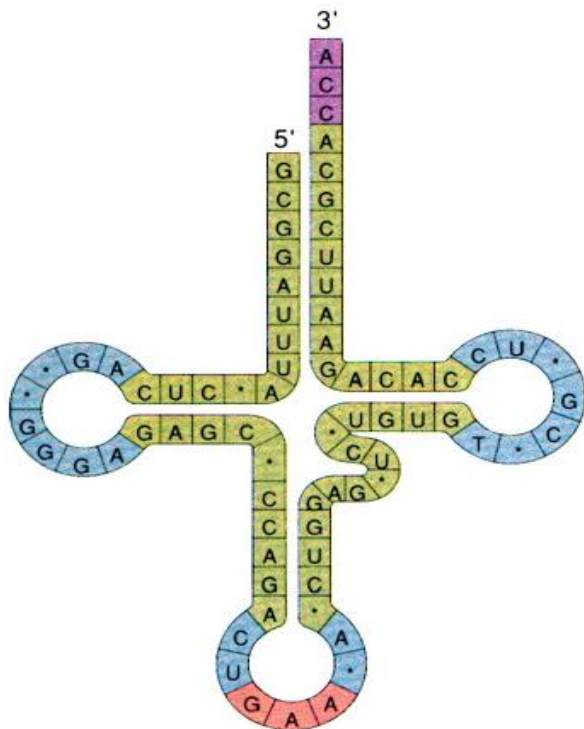
Uracil

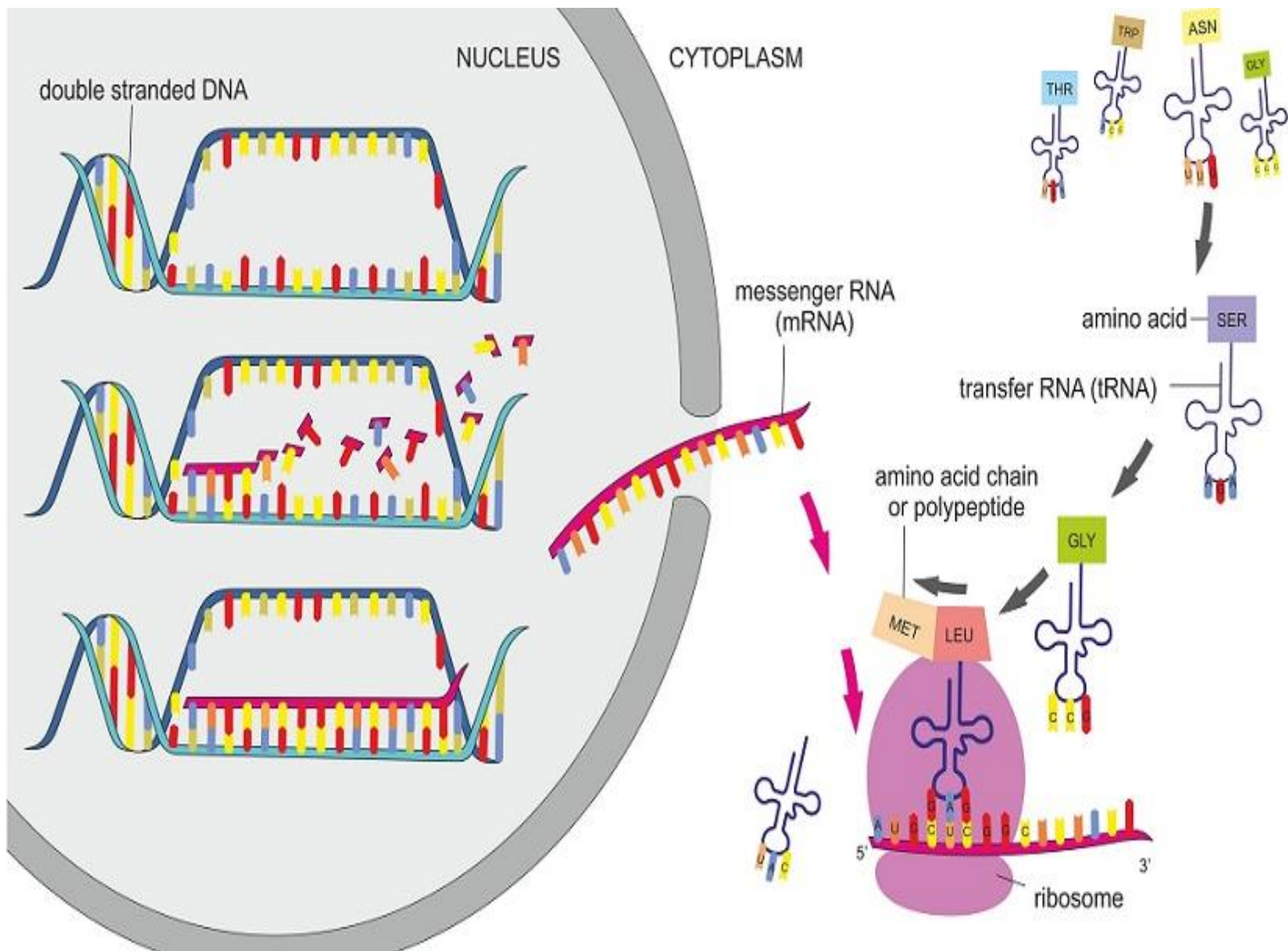


Οι διαφορές μεταξύ των μορίων DNA και RNA

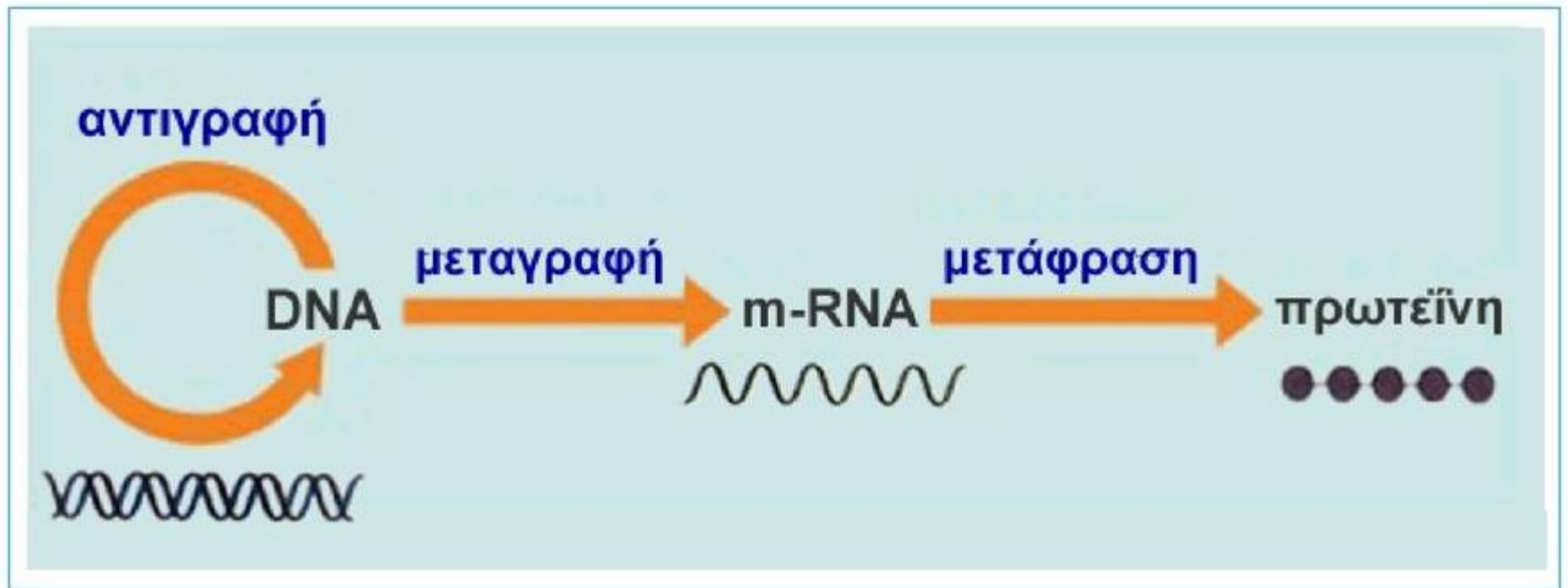
	DNA	RNA
πεντόζη	δεοξυριβόζη	ριβόζη
βάσεις	αδενίνη (A), γουανίνη (G), θυμίνη (T), κυτοσίνη (C)	αδενίνη (A), γουανίνη (G), ουρα-κίλη (U), κυτοσίνη (C)
κλώνοι	δίκλωνο με συμπληρωματικές βάσεις	μονόκλωνο, σε ορισμένα σημεία του δίκλωνο
μορφή έλικας	ναι	όχι
λειτουργία	περιέχει κωδικοποιημένες τις γενετικές πληροφορίες, δηλαδή τα γονίδια	διάφορες: (α) μεταφορά του γενετικού μηνύματος (mRNA), (β) μεταφορά αμινοξέων (tRNA), (γ) συστατικό των ριβοσωμά-των (rRNA), και (δ) ενζυμική δράση (RNA)

Το μόριο του tRNA



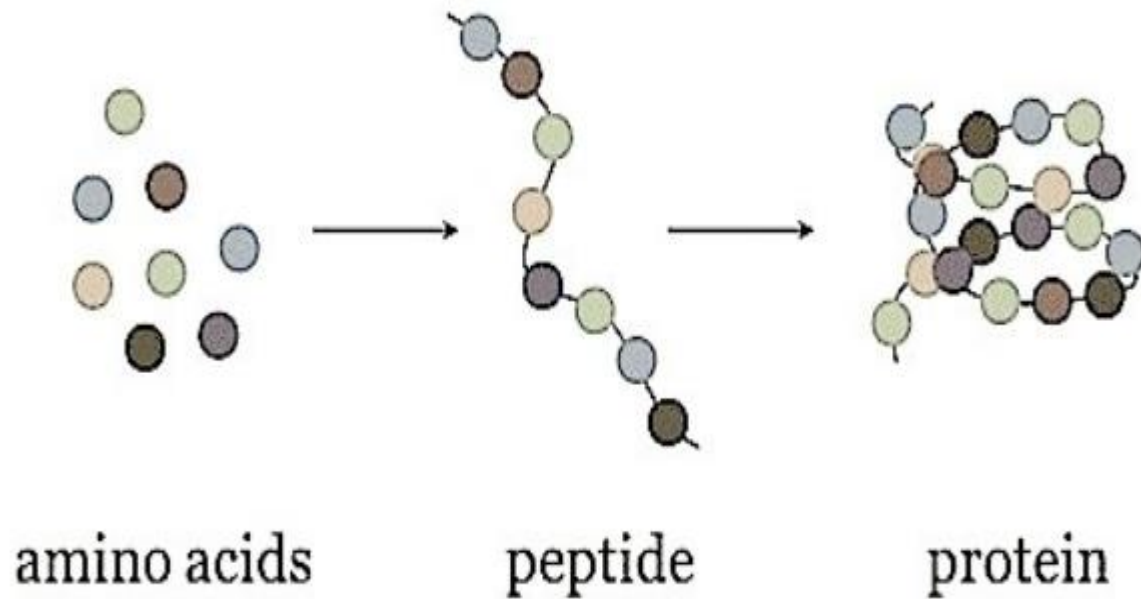


Το κεντρικό δόγμα της Βιολογίας...



Οι Πρωτεΐνες

- Τα μοριακά εργαλεία για τις λειτουργίες του κυττάρου



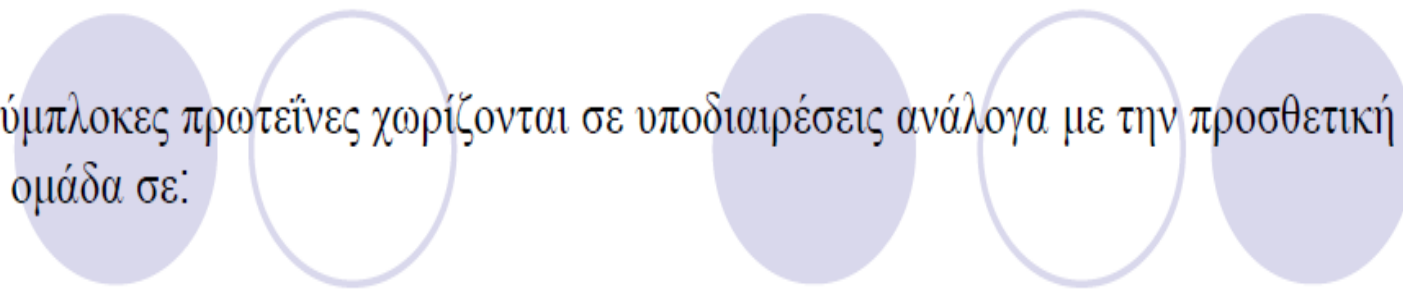
Οι πρωτεΐνες

- Δεν υπάρχει κάποιο ικανοποιητικό σύστημα κατάταξης των πρωτεϊνών.
- Ο παλιότερος τρόπος τις κατατάσσει ανάλογα με την τρισδιάστατη δομή τους και τη διαλυτότητά τους.
- Με αυτό το σύστημα οι πρωτεΐνες διακρίνονται στις **ινώδεις** που είναι αδιάλυτες και στις **σφαιρίνες** (ή **γλοβουλίνες**, globus = σφαίρα, Λατ.) που είναι ευδιάλυτες.

Άλλος τρόπος κατάταξης των πρωτεϊνών
τις διαχωρίζει σε **απλές** και **σύμπλοκες**

Οι **απλές** κατά την υδρόλυσή τους δίνουν μόνο
αμινοξέα.

Οι **σύμπλοκες** αποτελούνται από το πρωτεϊνικό
μέρος και το μη πρωτεϊνικό που αναφέρεται ως
προσθετική ομάδα



Οι σύμπλοκες πρωτεΐνες χωρίζονται σε υποδιαιρέσεις ανάλογα με την προσθετική τους ομάδα σε:

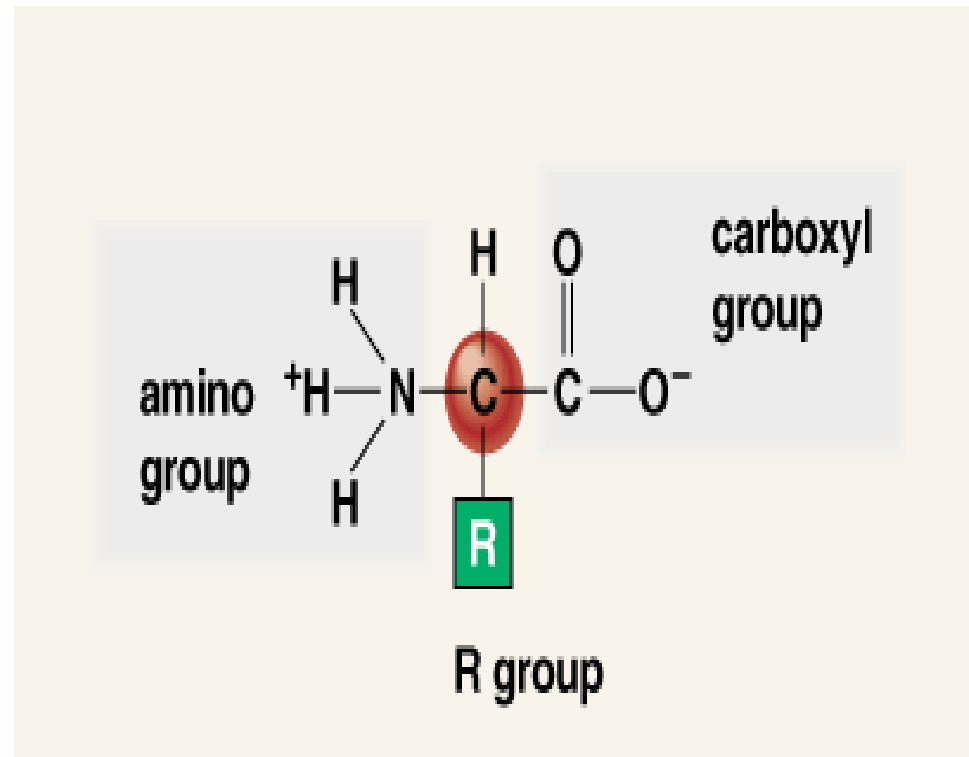
- **νουκλεοπρωτεΐνες** (πρωτεΐνη με νουκλεϊκό οξύ),
- **γλυκοπρωτεΐνες ή μουκοπρωτεΐνες** (πρωτεΐνη με υδατάνθρακα),
- **χρωμοπρωτεΐνες** (πρωτεΐνη με κάποιο χρωστική που οφείλεται σε κάποιο μέταλλο)
- **φωσφοπρωτεΐνες** (πρωτεΐνη με φωσφορικές ομάδες εκτός εκείνων που βρίσκονται στα φωσφολιπίδια ή τα νουκλεϊκά οξέα).

Κατάταξη των πρωτεϊνών σύμφωνα με τη λειτουργία τους:

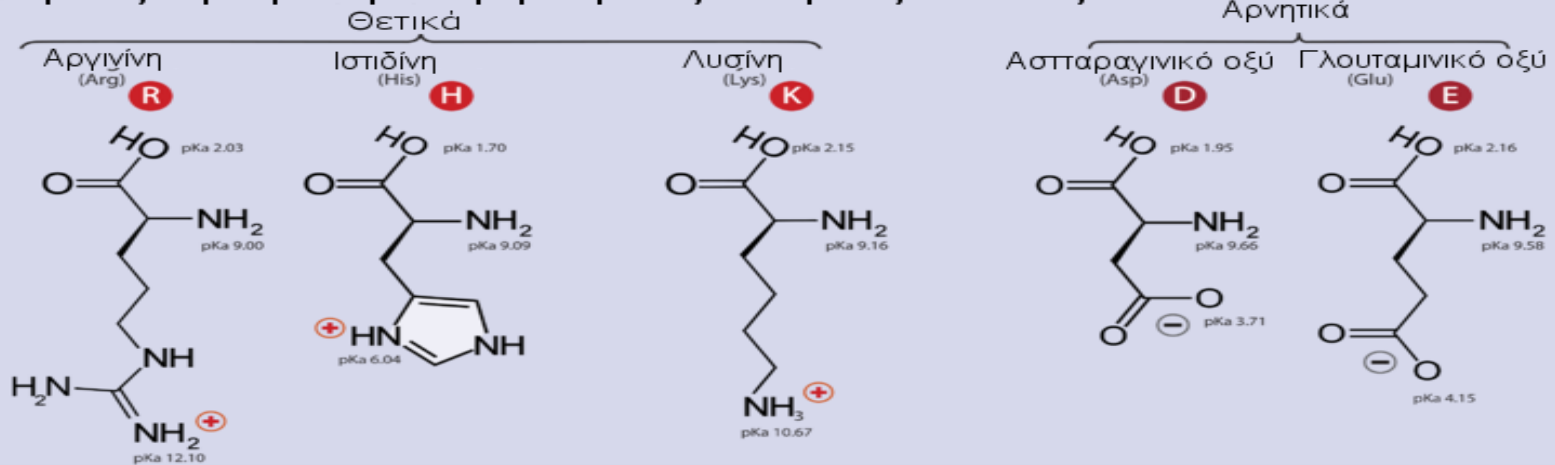
- 1. ENZYMA (Βιολογικοί καταλύτες)**
- 2. ΔΟΜΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ (κυτταροσκελετός όλων των οργανισμών)**
- 3. ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΜΕΤΑΓΩΓΗΣ ΜΥΝΗΜΑΤΩΝ**
- 4. ΜΟΡΙΑΚΟΙ ΣΥΝΟΔΟΙ (π.χ., επιδιόρθωση άλλων πρωτεϊνών)**
- 5. ΑΠΟΘΗΣΑΥΡΙΣΤΙΚΕΣ (π.χ., πρωτεΐνες σπόρων, καζεΐνη γάλακτος)**
- 6. ΟΡΜΟΝΕΣ (Ζωικές ορμόνες, π.χ., ινσουλίνη)**
- 7. ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΥΛΙΚΩΝ (π.χ., αιμοσφαιρίνη)**
- 8. ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΜΥΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (συσταλτές πρωτεΐνες)**
- 9. ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ (π.χ., αντισώματα)**

Πολυπεπτιδική αλυσίδα

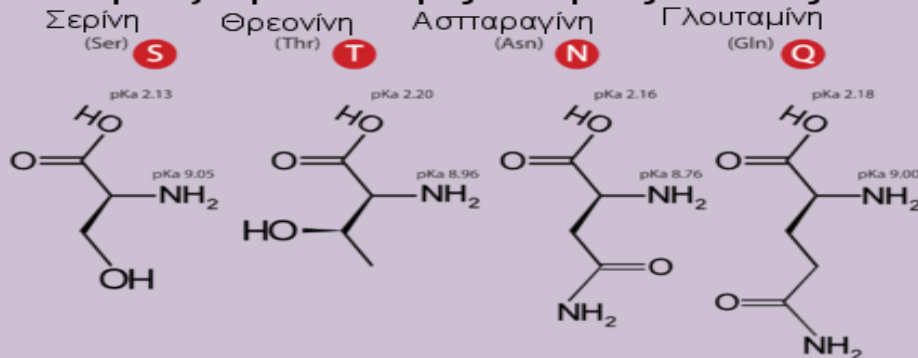
- Πολυμερές αμινοξέων που συνδέονται με συγκεκριμένη αλληλουχία
- Αμινοξέα: οργανικά μόρια που έχουν μία **καρβοξυλομάδα** και μία **αμινομάδα**
- Οι ιδιότητες των αμινοξέων καθορίζονται από την πλευρική τους αλυσίδα



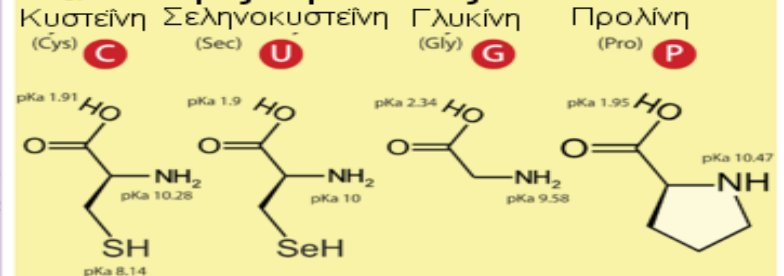
Α. Αμινοξέα με ηλεκτρικά φορτισμένες πλευρικές αλυσίδες



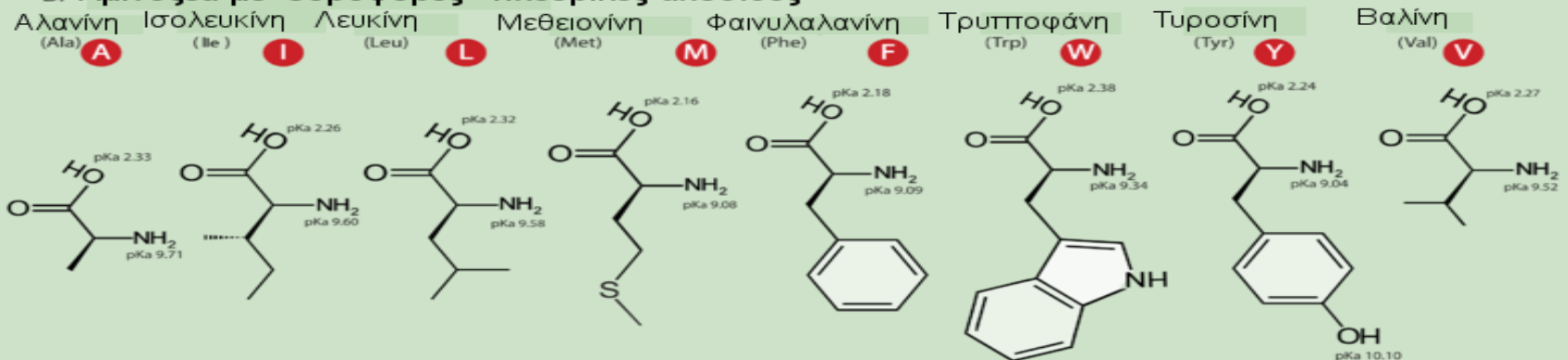
Β. Αμινοξέα με ουδέτερες πλευρικές αλυσίδες



Γ. Ιδιαίτερες περιπτώσεις

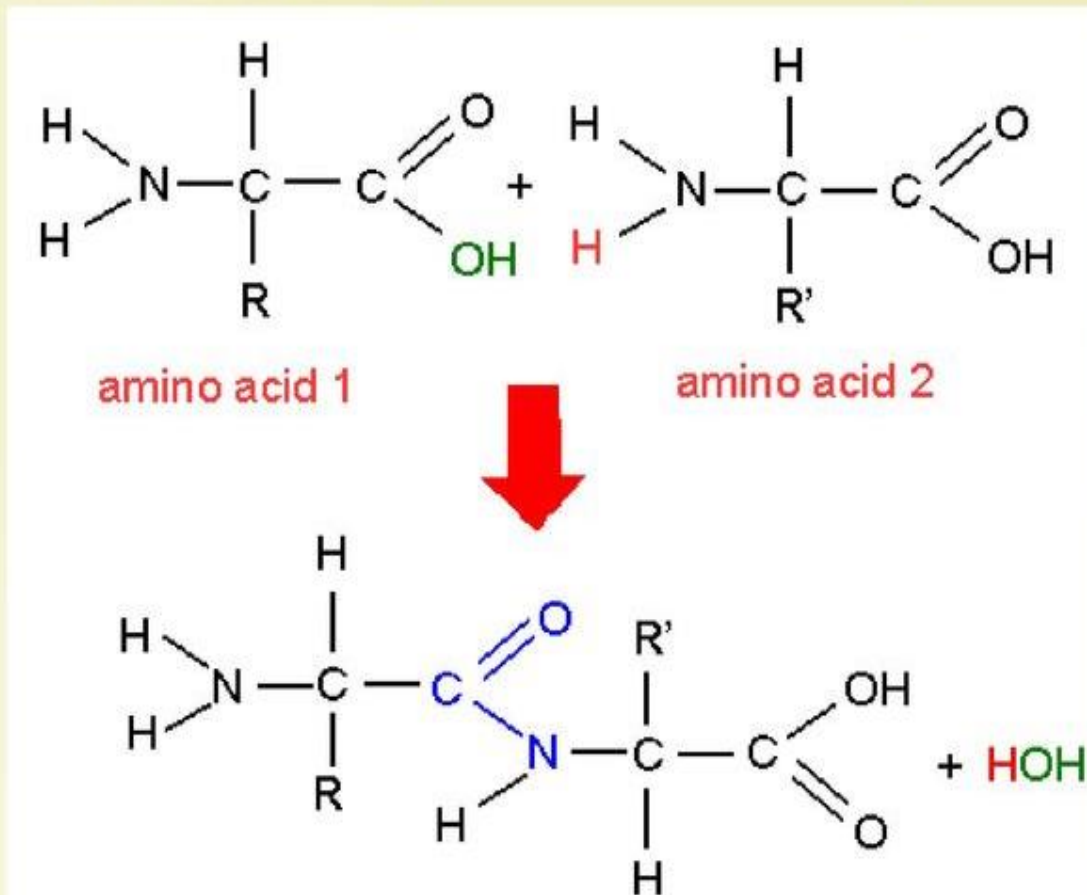


Δ. Αμινοξέα με υδρόφοβες πλευρικές αλυσίδες



Ο Πεπτιδικός δεσμός

- Ένωση **αμινοομάδας** του **ενός** αμινοξέος με την **καρβοξυλομάδα** του **επόμενου**

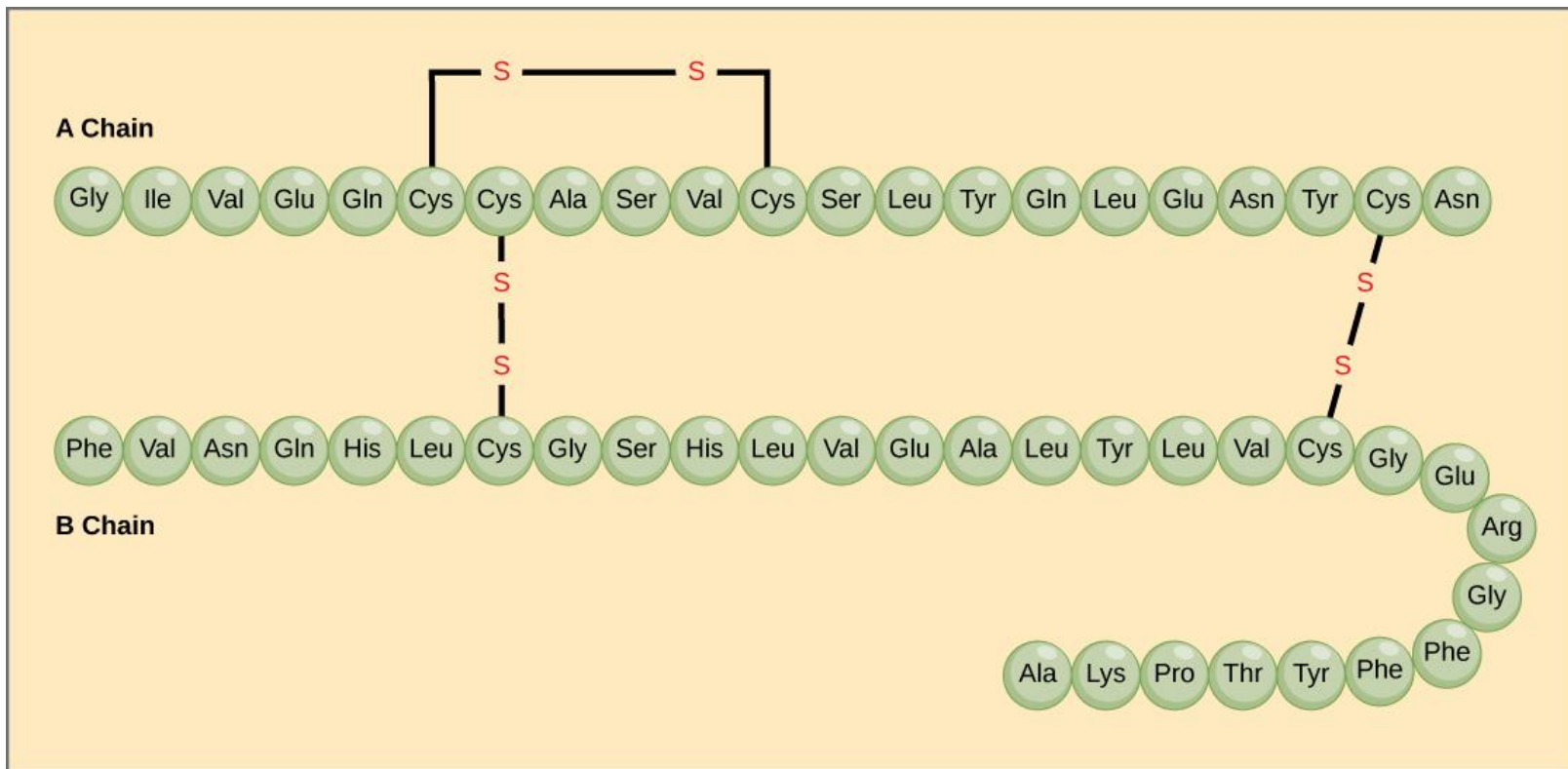


Διαμόρφωση των πρωτεϊνών

- Εξαρτάται από την αλληλουχία των αμινοξέων στο πολυπεπτίδιο και καθορίζει τη λειτουργία της πρωτεΐνης
- Οι αναδιπλώσεις και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ πολυπεπτιδικών αλυσίδων οδηγούν στο σχηματισμό της λειτουργικής πρωτεΐνης
- Υπάρχουν 4 επίπεδα διαμόρφωσης μίας πρωτεΐνης:
 - Η πρωτοταγής δομή
 - Η δευτεροταγής δομή
 - Η τριτοταγής δομή
 - Η τεταρτοταγής δομή

I. Πρωτοταγής δομή

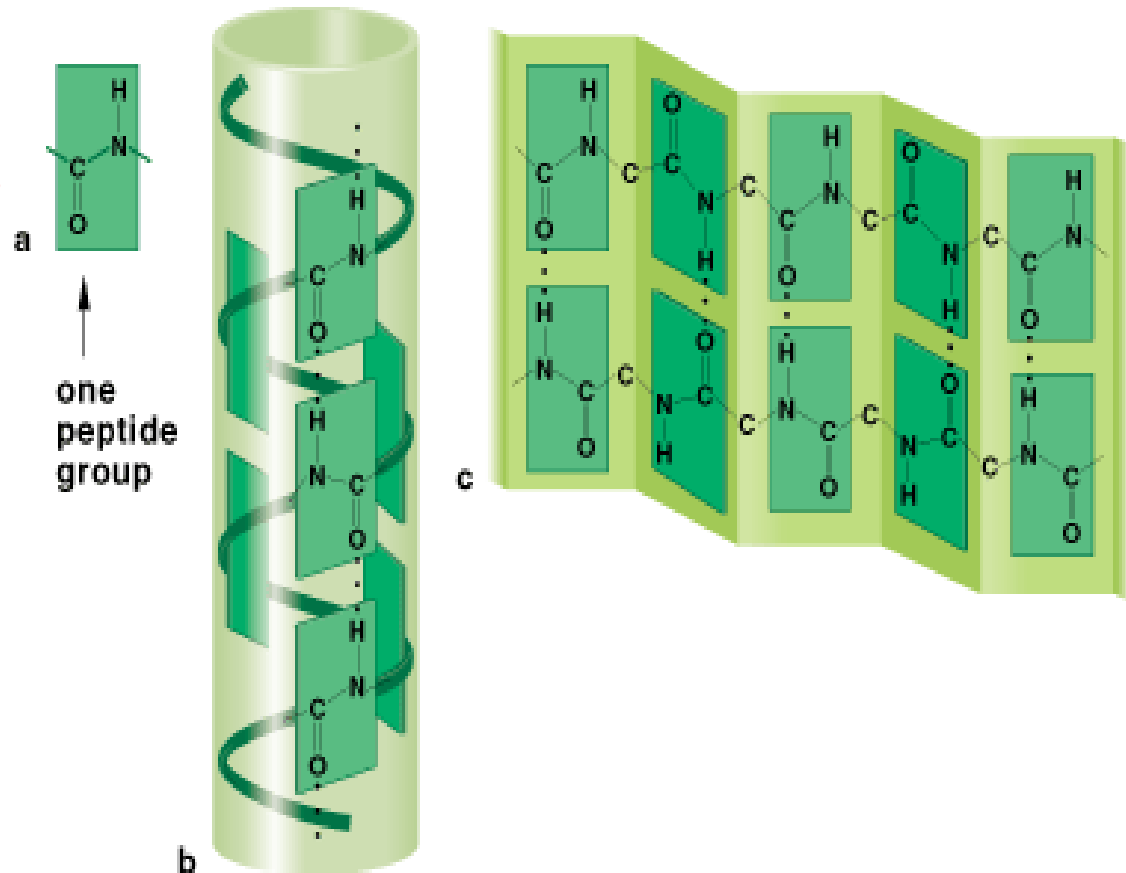
- Η μοναδική, γραμμική **αλληλουχία των αμινοξέων** σε μία πολυπεπτιδική αλυσίδα



II. Δευτεροταγής δομή

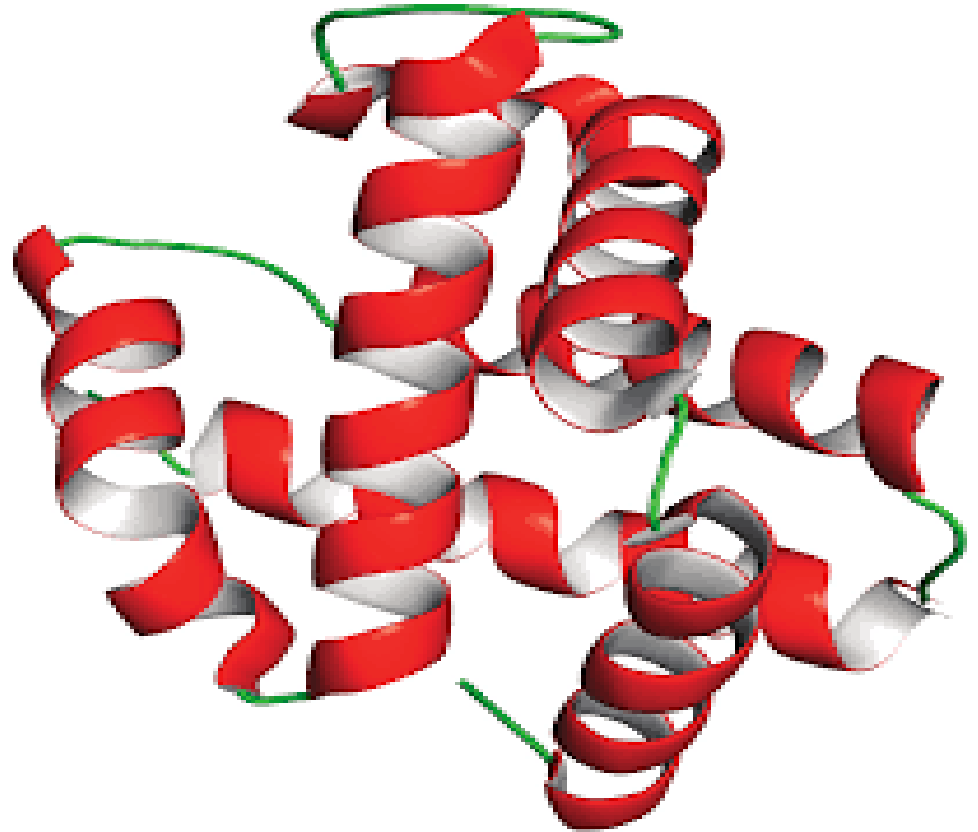
- Δεσμοί υδρογόνου μεταξύ γειτονικών αμινοξέων δημιουργούν δύο τύπους δομών:

- δομή **α-έλικας**
- δομή **β-ελάσματος**



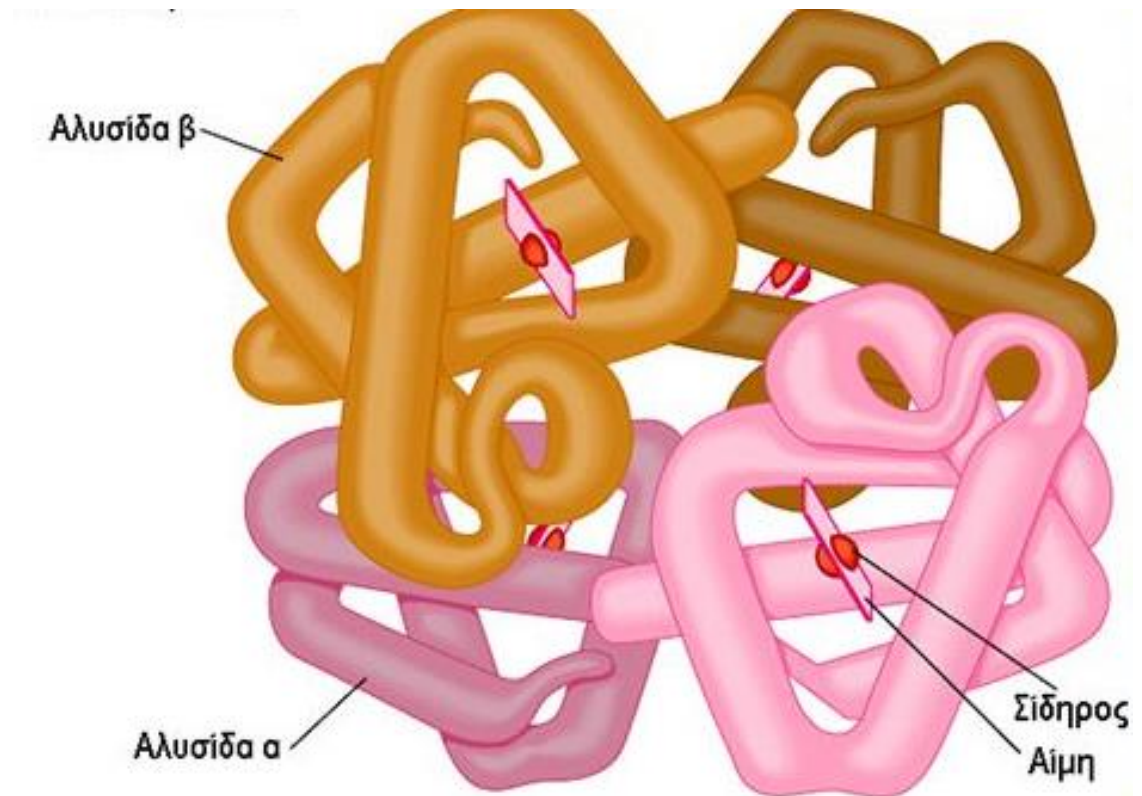
III. Τριτοταγής δομή

- Οι αναδιπλώσεις της πολυπεπτιδικής αλυσίδας **στο χώρο**



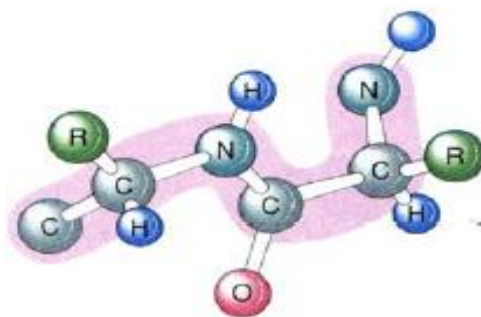
IV. Τεταρτοταγής δομή

- Ο συνδυασμός πολλών πολυπεπτιδικών αλυσίδων (**πρωτεϊνικές υπομονάδες**) για το σχηματισμό μιας λειτουργικής πρωτεΐνης

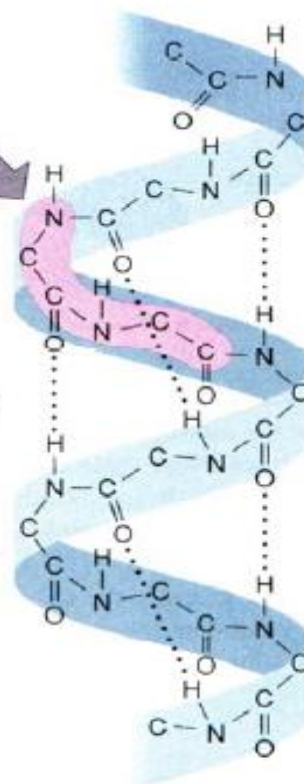


Διαμόρφωση των πρωτεϊνών

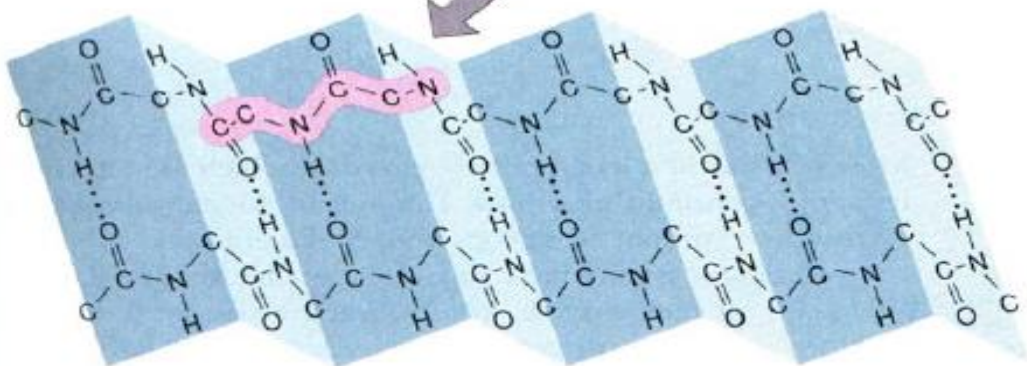
Επίπεδο δομής	Περιγραφή	Τύποι δεσμών
Πρωτοταγής	αμινοξέα στη σειρά συνδεδεμένα με πεπτιδικούς δεσμούς	Ομοιοπολικοί (πεπτιδικοί) μεταξύ των αμινοξέων
Δευτεροταγής	Σπειροειδής (α-έλικας) ή διάταξη σε ένα επίπεδο (β- επιφάνεια)	Δεσμοί υδρογόνου μεταξύ των στοιχείων που απαρτίζουν τους πεπτιδικούς δεσμούς
Τριτοταγής	Πολυπεπτιδική αλυσίδα με αναδιπλώσεις και συστροφές στο χώρο	Δεσμοί υδρογόνου, ιοντικοί, S-S, υδρόφοβες δυνάμεις Το S είναι συστατικό των αμινοξέων κυστεΐνη και μεθειονίνη
Τεταρτοταγής	Μερικές πολυπεπτιδικές αλυσίδες ενώ μπορεί να υπάρχουν και μη πρωτεϊνικές ομάδες (προσθετική ομάδα)	Δεσμοί υδρογόνου, και ιοντικοί δεσμοί μεταξύ πολυπεπτιδικών αλυσίδων



πρωτοταγής δομή



δευτεροταγής δομή



πτυχωτή μορφή



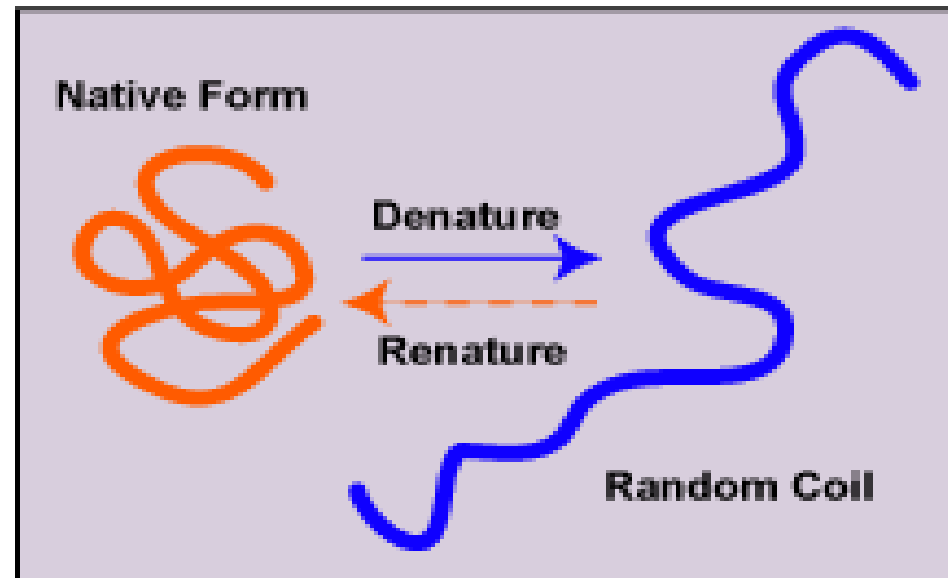
τριτοταγής δομή



τεταρτοταγής δομή

Μετουσίωση των πρωτεϊνών

- Απώλεια της λειτουργικής διαμόρφωσης μιας πρωτεΐνης
- Μπορεί να είναι αντιστρεπτή ή μη αντιστρεπτή
- Πιθανές αιτίες είναι η υψηλή θερμοκρασία, η υψηλή αλατότητα, το pH, αποδιατακτικές χημικές ενώσεις κ.α.



Τα ένζυμα

Πρωτεϊνικά μόρια που καταλύουν τις χιλιάδες βιοχημικές αντιδράσεις που γίνονται στα ζωντανά κύτταρα.

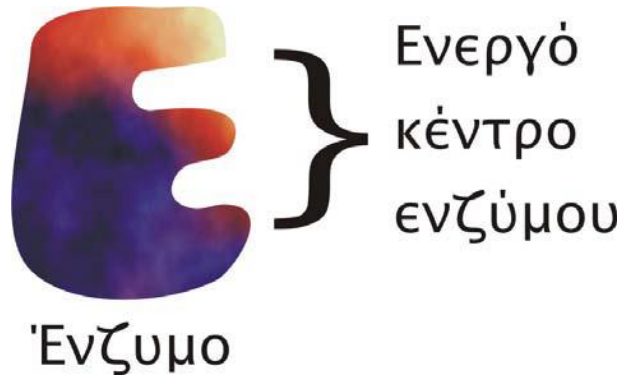
- Το όνομα «ένζυμο» (που σημαίνει «μέσα στη ζύμη») δόθηκε από τον φυσιολόγο Wilhelm Kuhne (1837-1900) προς το τέλος του 19^{ου} αιώνα.
- Στα ζωντανά κύτταρα γίνονται συγχρόνως και με μεγάλη ταχύτητα χιλιάδες διαφορετικές βιοχημικές αντιδράσεις.
- Οι αντιδράσεις αυτές γίνονται σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες και ρυθμίζονται με τρόπο ώστε τα χρήσιμα προϊόντα να παράγονται με ρυθμούς που να ικανοποιούν τις μεταβολικές ανάγκες των κυττάρων



Τα ένζυμα

Πού βρίσκονται και τι κάνουν τα ένζυμα;

- Τα ένζυμα βρίσκονται υπό μορφή διαλύματος στο κυτταρόπλασμα ή προσηλωμένα σε μεμβράνες
- Τα ίδια ένζυμα δεν χρησιμοποιούνται σε όλη τη διάρκεια της ζωής ενός κυττάρου αλλά παράγονται και καταστρέφονται από το κύτταρο ανάλογα με τις ανάγκες
- Κάθε ένζυμο καταλύει μόνο μια αντίδραση ή μόνο μια κατηγορία αντιδράσεων



Ο συμβολισμός μιας ενζυμικής αντίδρασης

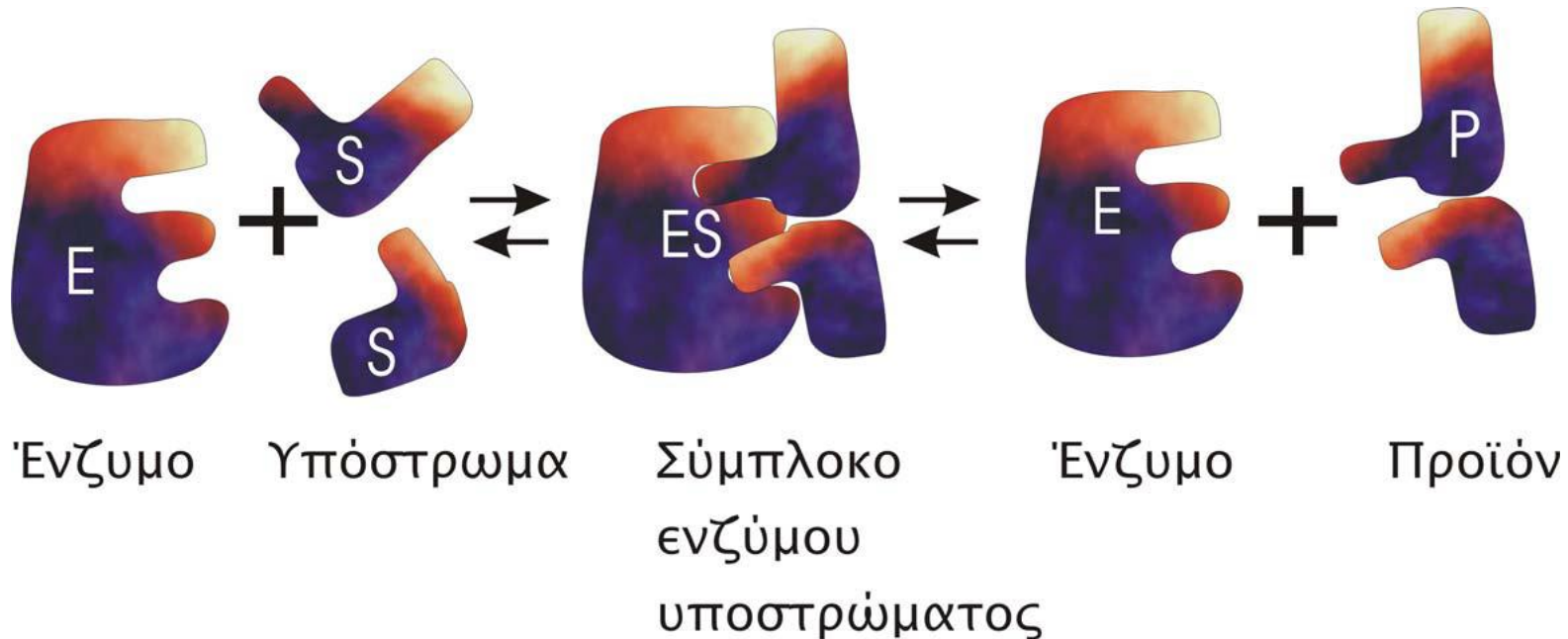


E = ένζυμο,

S = υπόστρωμα,

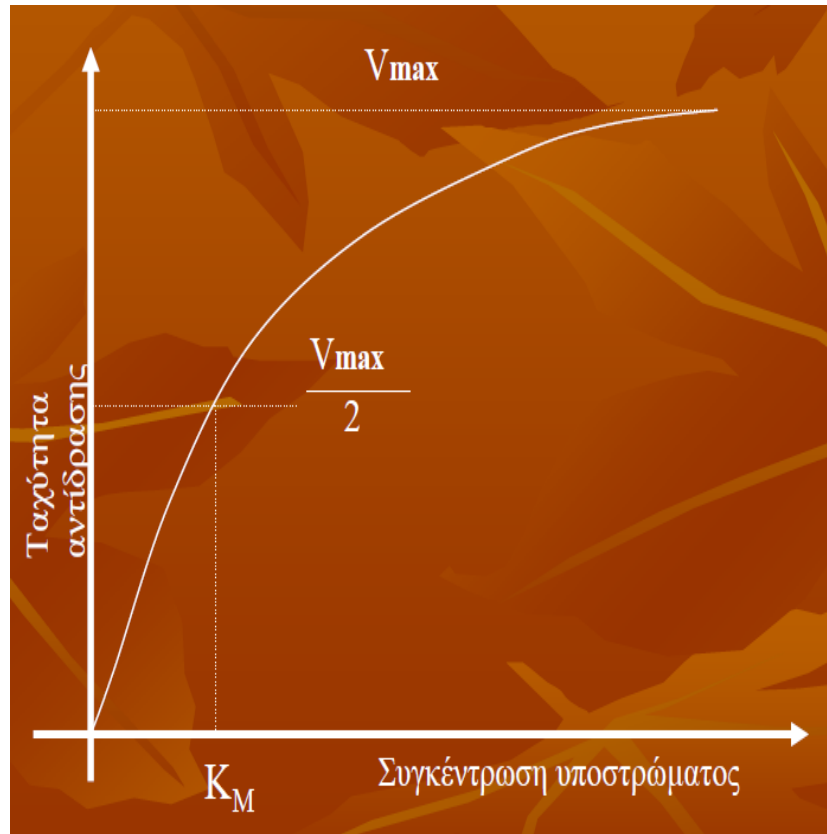
ES = σύμπλοκο ενζύμου-υποστρώματος,

P = προϊόν.



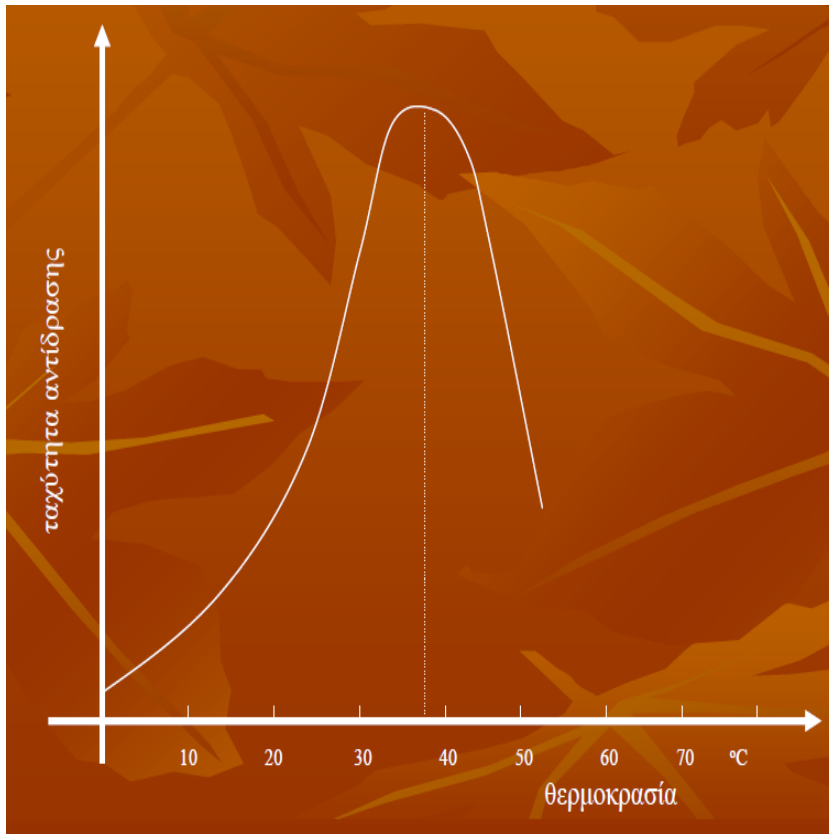
Η ταχύτητα μιας ενζυμικής αντίδρασης εξαρτάται από:

- την συγκέντρωση του υποστρώματος



Η ταχύτητα μιας ενζυμικής αντίδρασης εξαρτάται από:

- την θερμοκρασία



- το pH του δ/τος

