

ΒΙΟΧΗΜΕΙΑ

Υποχρεωτικό μάθημα Β΄ εξαμήνου

Διδάσκοντες:

Διαμάντης Σίδερης, Αναπλ. Καθηγητής (Συντονιστής)

Διδώ Βασιλακοπούλου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Εργαστηριακές Ασκήσεις:

Νίκος Αρβανίτης, ΕΔΙΠ (Υπεύθυνος)

Παρασκευή (Βιβή) Σκούρου, ΕΔΙΠ

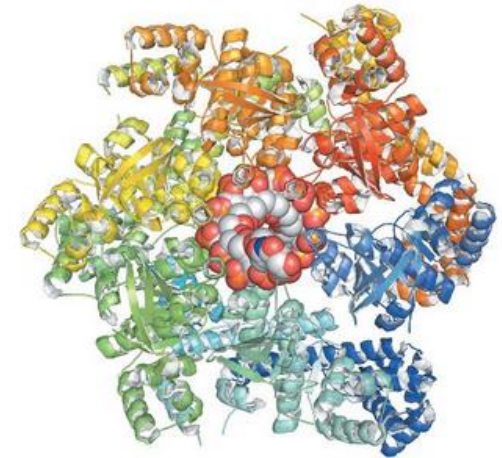
Ελευθερία (Λάρα) Κραββαρίτη, ΕΔΙΠ

- Χρονοδιάγραμμα Μαθήματος (e-class)
- (Φοιτητές παρελθόντων ετών που παρακολουθούν τα μαθήματα ΒΙΟΧΗΜΕΙΑ I και ΒΙΟΧΗΜΕΙΑ II)
- Βαθμολογία

Προτεινόμενα συγγράμματα:

- **Βιοχημεία** (μετάφραση της 6^{ης} αμερικανικής έκδοσης – 1^η ελληνική) των R. H. Garrett, Ch. M. Grisham ISBN: 978-618-5173-40-1 (Εκδότης): UTOPIA ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΕΠΕ, 2019
- **Βιοχημεία** (1^η ελληνική έκδοση /2019) Συγγραφείς: T.A. Brown ISBN: 978-618-5173-50-0 (Εκδότης): UTOPIA ΕΚΔΟΣΕΙΣ Μ. ΕΠΕ

βιοχημεία



Reginald H. Garrett | Charles M. Grisham

ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΛΕΞΕΩΝ (Ακ. Έτους 2019-20)

ΔΙΑΛΕΞΕΙΣ	ΗΜΕΡ/ΜΙΑ	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ	ΔΙΔΑΣΚΩΝ		
1 ^η	1/3	Εισαγωγή	Δ. ΣΙΔΕΡΗΣ	BIOX I	BIOX II
2 ^η -6 ^η	2/3 4/3 8/3 9/3 11/3	Αμινοξέα – Πεπτίδια Γενικές αρχές της δομής των πρωτεϊνών και μέθοδοι διαχωρισμού τους.	Δ. ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	BIOX I	
7 ^η -9 ^η	15/3* 16/3 18/3	Ένζυμα και Συνένζυμα Στρατηγικές ενζυμικής κατάλυσης και ρύθμισης	Δ. ΣΙΔΕΡΗΣ	BIOX I	
10 ^η	22/3	Βασικές αρχές του ενεργειακού μεταβολισμού	Δ. ΣΙΔΕΡΗΣ		BIOX II
11 ^η -17 ^η	23/3 25/3* 29/3 30/3 1/4 5/4 6/4	Μεταβολισμός υδατανθράκων – Ρύθμιση	Δ. ΣΙΔΕΡΗΣ		BIOX II
18 ^η -19 ^η	8/4 12/4	Κύκλος του κιτρικού οξέος	Δ. ΣΙΔΕΡΗΣ		BIOX II
20 ^η -21 ^η	13/4 15/4	Αναπνευστική αλυσίδα και οξειδωτική φωσφορυλίωση	Δ. ΣΙΔΕΡΗΣ		BIOX II
22 ^η -23 ^η	19/4 20/4	Μεταβολισμός λιπών	Δ. ΣΙΔΕΡΗΣ		BIOX II
24 ^η -25 ^η	22/4 10/5	Μεταβολισμός πρωτεϊνών και αμινοξέων	Δ. ΣΙΔΕΡΗΣ		BIOX II
26 ^η	11/5	Ορμονική ρύθμιση του μεταβολισμού Ανασκόπηση – Επαναληπτικές Ασκήσεις	Δ. ΣΙΔΕΡΗΣ		BIOX II
27 ^η -28 ^η	13/5 17/5	Μεταβολισμός νουκλεοτιδίων	Δ. ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	BIOX I	
29 ^η -30 ^η	18/5 20/5	Νουκλεϊκά οξέα - Δομή και λειτουργία	Δ. ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	BIOX I	
31 ^η -32 ^η	24/5 25/5	Σύνθεση του DNA	Δ. ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	BIOX I	
33 ^η -34 ^η	27/5 31/5	Σύνθεση και επεξεργασία του RNA	Δ. ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	BIOX I	
35 ^η -36 ^η	1/6 3/6	Σύνθεση των πρωτεϊνών	Δ. ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	BIOX I	
37 ^η -38 ^η	7/6 8/6	Βιολογικές μεμβράνες – Μεταφορά - Υποδοχείς	Δ. ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ		BIOX II
39 ^η	10/6	Ανασκόπηση – Επαναληπτικές Ασκήσεις	Δ. ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ	BIOX I	

* Για τις αργίες 15/3 και 25/3 θα γίνει αναπλήρωση των διαλέξεων σε ημερομηνία και ώρα που θα καθοριστεί σε συνεννόηση του διδάσκοντα με τους φοιτητές

•Έναρξη εργαστηρίων Βιοχημεία: ΤΡΙΤΗ 9/03/2021, ώρα 1-4 μ.μ.

Χρονοδιάγραμμα εργαστηριακών ασκήσεων ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ
ακαδημαϊκού έτους 2020-21

<i>Τμήματα</i> <i>Άσκηση</i>	ΤΡΙΤΗ 1-4 μμ	ΤΕΤΑΡΤΗ 1-4 μμ	ΠΕΜΠΤΗ 1-4 μμ	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 1-4 μμ
Ρυθμιστικά διαλύματα - Καμπύλες εξουδετέρωσης	9/3	10/3	11/3	12/3
Αμινοξέα	16/3	17/3	18/3	19/3
Πρωτεΐνες	30/3	31/3	1/4	2/4
Φωτομετρία	6/4	7/4	8/4	9/4
Ένζυμα	13/4	14/4	15/4	16/4
Κινητική ενζύμων	20/4	21/4	22/4	23/4
Σάκχαρα	11/5	12/5	13/5	14/5
Τρανσαμίνωση	18/5	19/5	20/5	21/5
Υδρόλυση Λιπών	25/5	26/5	27/5	28/5
Οξειδοαναγωγικά Ένζυμα	1/6	2/6	3/6	4/6

* Αν για οποιοδήποτε λόγο χρειαστεί το παραπάνω πρόγραμμα ενδέχεται να τροποποιηθεί από τους υπευθύνους.

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ

- Το μάθημα της Βιοχημείας περιλαμβάνει, εκτός των παραδόσεων, και εργαστηριακές ασκήσεις, που γίνονται σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα το οποίο αναρτάται έγκαιρα στον πίνακα του Εργαστηρίου Βιοχημείας.
- Η παρουσία των φοιτητών στα εργαστήρια είναι υποχρεωτική για όλες τις ασκήσεις (Δεν υπάρχει δικαίωμα απουσίας σε καμία άσκηση).
- Σε εξαιρετική περίπτωση που κάποιος φοιτητής δεν ασκηθεί για κάποιο πολύ σοβαρό λόγο σε κάποια άσκηση είναι υποχρεωμένος να καταθέσει αμέσως στην Γραμματεία του Τομέα τα σχετικά δικαιολογητικά, προκειμένου να εξεταστεί η πιθανότητα αναπλήρωσης της άσκησης που χάθηκε.
- Προτάσεις για αμοιβαίες αλλαγές τμημάτων είναι δυνατόν να γίνουν μέσα σ' ένα τριήμερο από την ανάρτηση των τμημάτων με τα ονόματα των φοιτητών. Μετά την διαμόρφωση των οριστικών τμημάτων δεν γίνονται σε καμία περίπτωση αλλαγές στα τμήματα.
- Κατά την διάρκεια διεξαγωγής της άσκησης οι φοιτητές πρέπει υποχρεωτικά να φορούν την εργαστηριακή μπλούζα. Δεν επιτρέπεται επίσης να εξέρχονται από την αίθουσα για κανένα λόγο χωρίς την άδεια του υπευθύνου της άσκησης.
- Η προσέλευση των φοιτητών στο εργαστήριο και η προετοιμασία της θέσης εργασίας κάθε ομάδας πρέπει να γίνεται κατά την διάρκεια του ακαδημαϊκού τετάρτου και οπωσδήποτε πριν από την έναρξη της παράδοσης. Όλα τα γυάλινα σκεύη που χρησιμοποιήθηκαν κατά την άσκηση πρέπει να ξεπλένονται καλά με νερό και να τοποθετούνται στα ειδικά δοχεία που υπάρχουν στο εργαστήριο, έτσι ώστε η κάθε θέση εργασίας να παραδίδεται καθαρή και τακτοποιημένη μετά το τέλος της άσκησης.
- Οι φοιτητές είναι υποχρεωμένοι να έχουν μελετήσει προσεκτικά το εργαστηριακό φυλλάδιο και να ακολουθούν τις οδηγίες που δίδονται από τον υπεύθυνο του εργαστηρίου για την ορθή και ασφαλή διεξαγωγή των πειραμάτων της άσκησης. Πρέπει επίσης να έχουν μαζί τους υαλογραφικό μαρκαδόρο, αριθμομηχανή, μιλιμετρέ χαρτί και ότι άλλο απαιτείται για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων του κάθε πειράματος.
- Τα κινητά τηλέφωνα πρέπει να είναι απενεργοποιημένα μέσα στο εργαστήριο.

Εισαγωγικές έννοιες

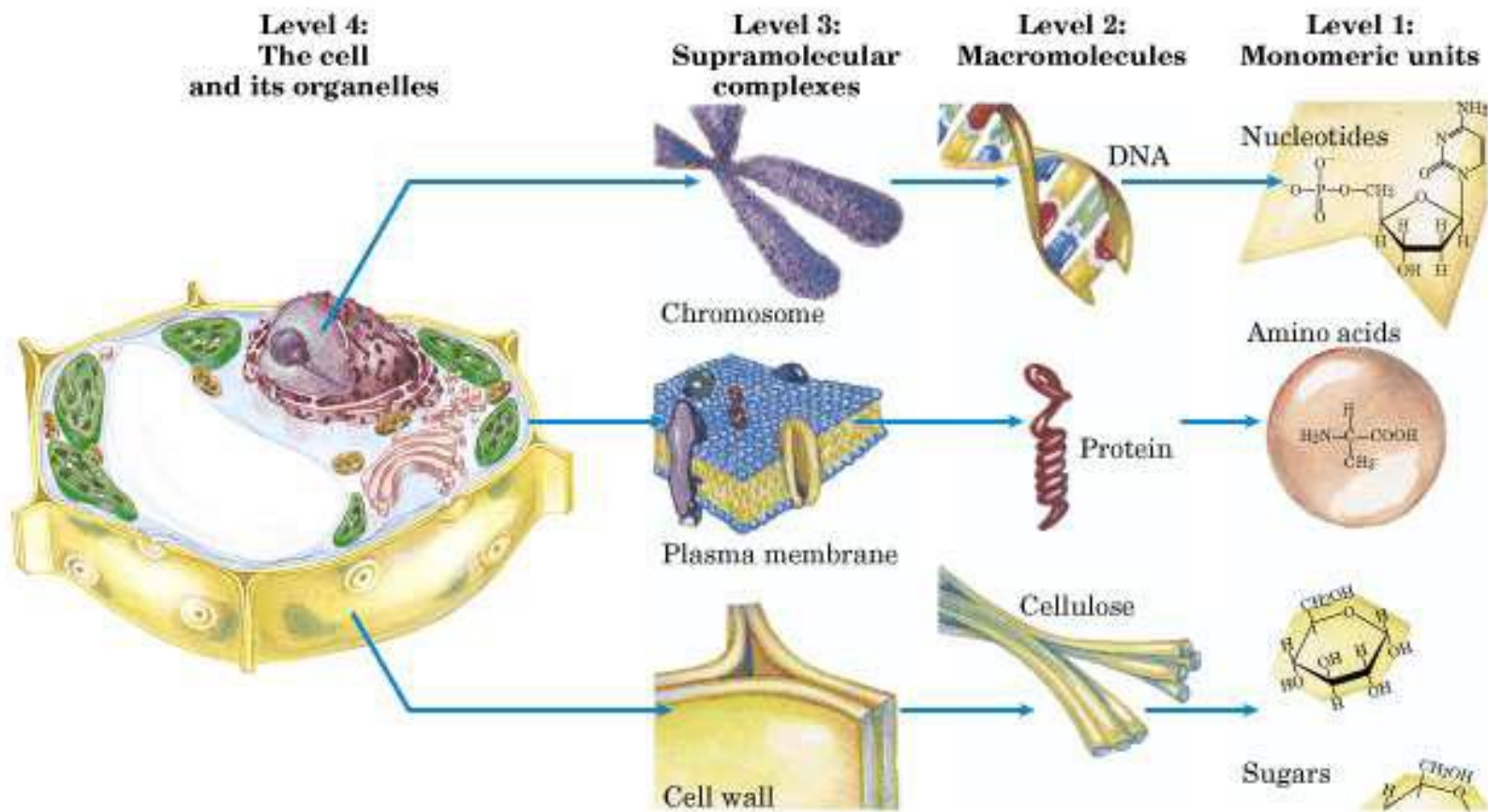
Ορισμός: Βιο-χημεία, είναι η Χημεία της Ζωής

Είναι η επιστήμη που επιχειρεί να προσδιορίσει τον τρόπο με τον οποίο τα μόρια συνδυάζονται για να δώσουν τα χαρακτηριστικά της ζωής.

Αντικείμενο: Είναι η μελέτη των χημικών μορίων (βιομορίων) και των χημικών διεργασιών (μοριακών αλληλεπιδράσεων και αντιδράσεων) που λαμβάνουν χώρα μέσα στους ζωντανούς οργανισμούς, καθώς και του ρόλου τους στην λειτουργία του οργανισμού.

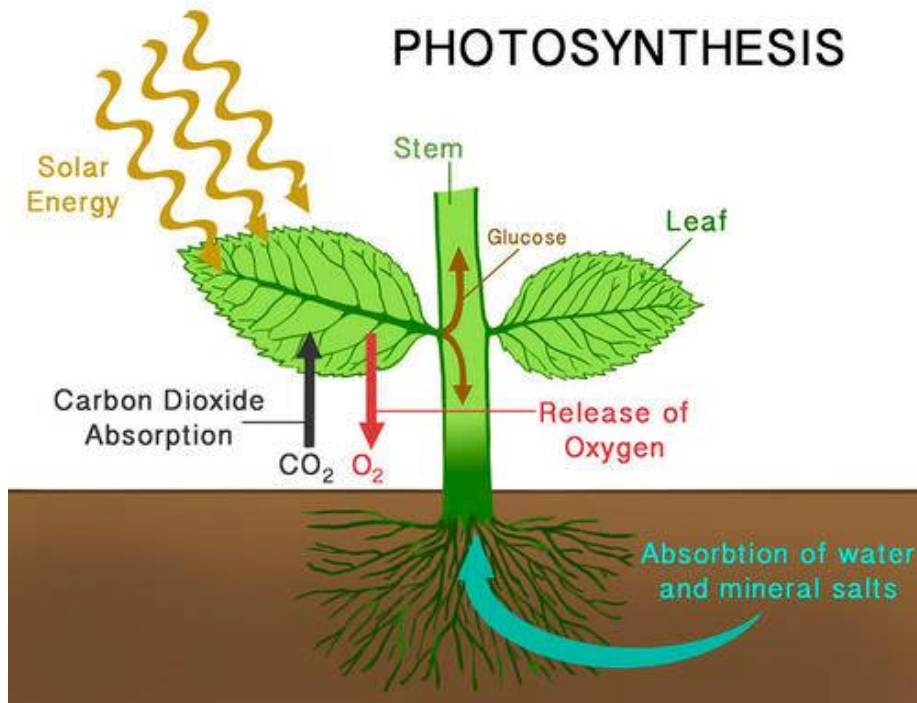
Η Βιοχημεία απαντάει στις ερωτήσεις:

- Ποια είναι η δομή και λειτουργία των συστατικών των ζωντανών οργανισμών και πώς αλληλεπιδρούν αυτά τα συστατικά για να δημιουργηθούν οι οργανωμένες υπερμοριακές δομές: οργανίδια, κύτταρα, ιστοί και οργανισμοί;



Η Βιοχημεία απαντάει στις ερωτήσεις:

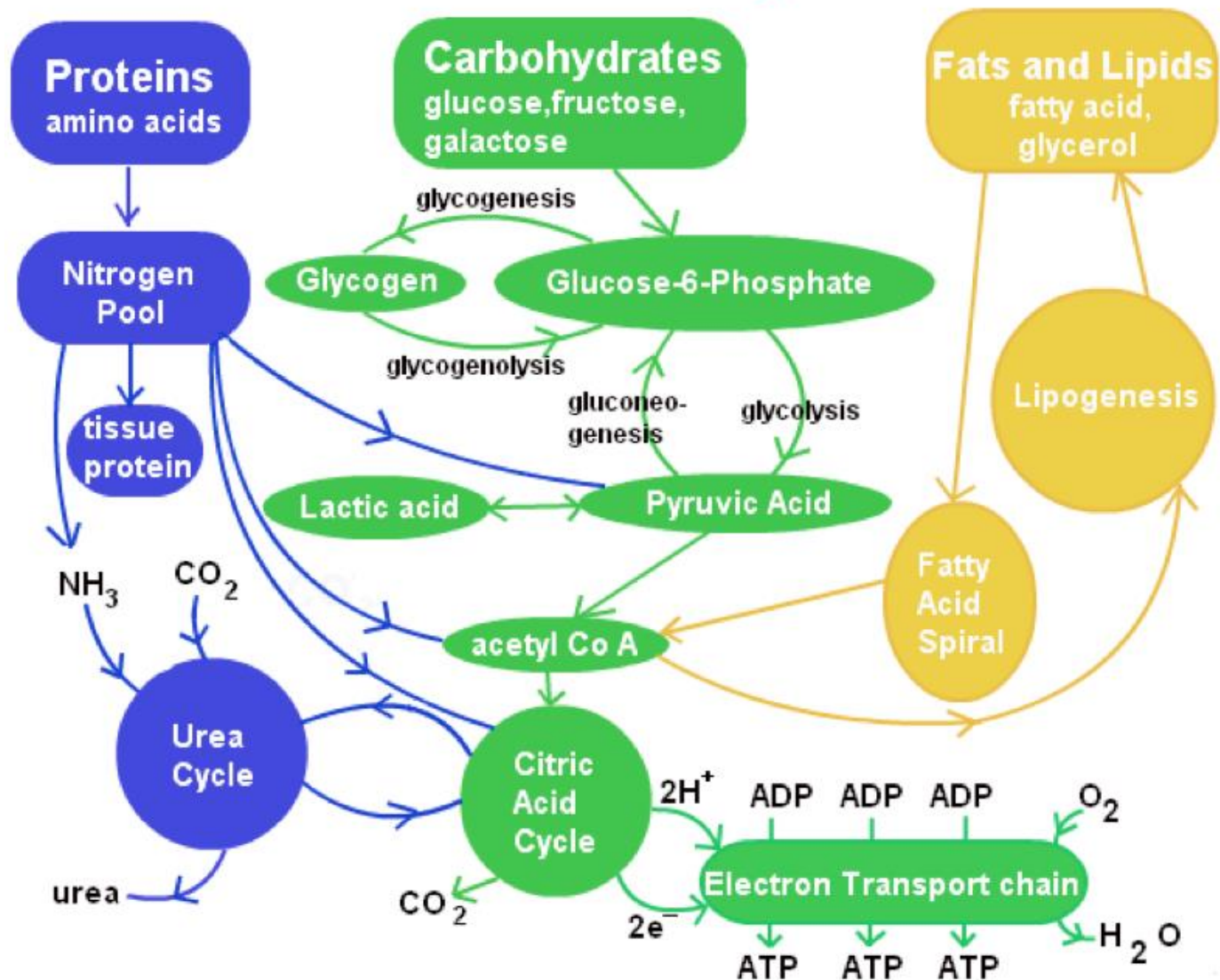
- Πώς οι οργανισμοί προσλαμβάνουν ενέργεια από το περιβάλλον τους για να παραμείνουν ζωντανοί, πως την αποθηκεύουν ή μετασχηματίζουν και πως την χρησιμοποιούν για να συνθέσουν τα συστατικά τους (μεταβολισμός);



Η Βιοχημεία απαντάει στις ερωτήσεις:

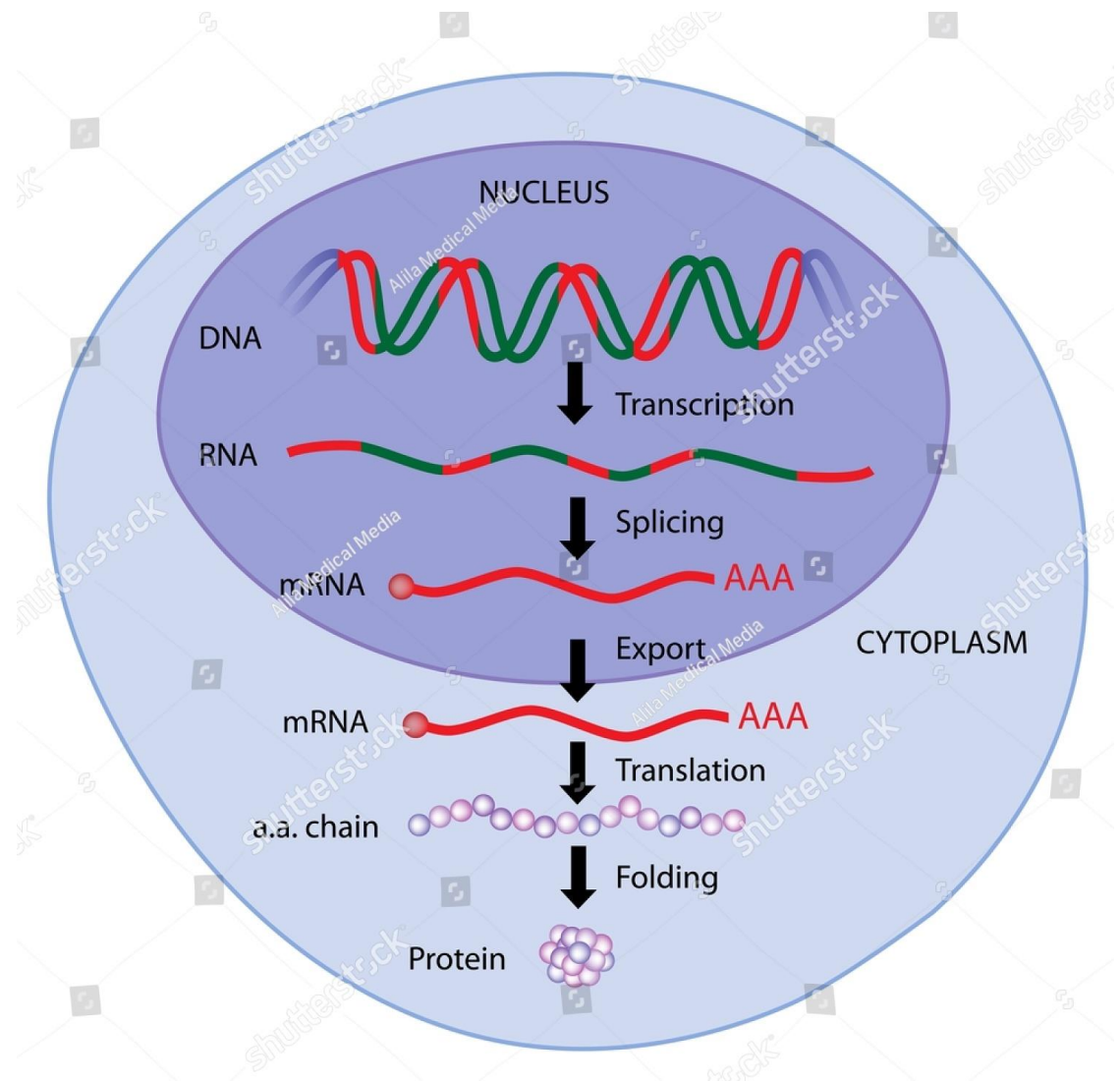
- Πώς καταλύονται και πως ρυθμίζονται οι χιλιάδες των χημικών αντιδράσεων που συντελούνται μέσα στα κύτταρα (ρύθμιση μεταβολισμού);

Metabolism Summary



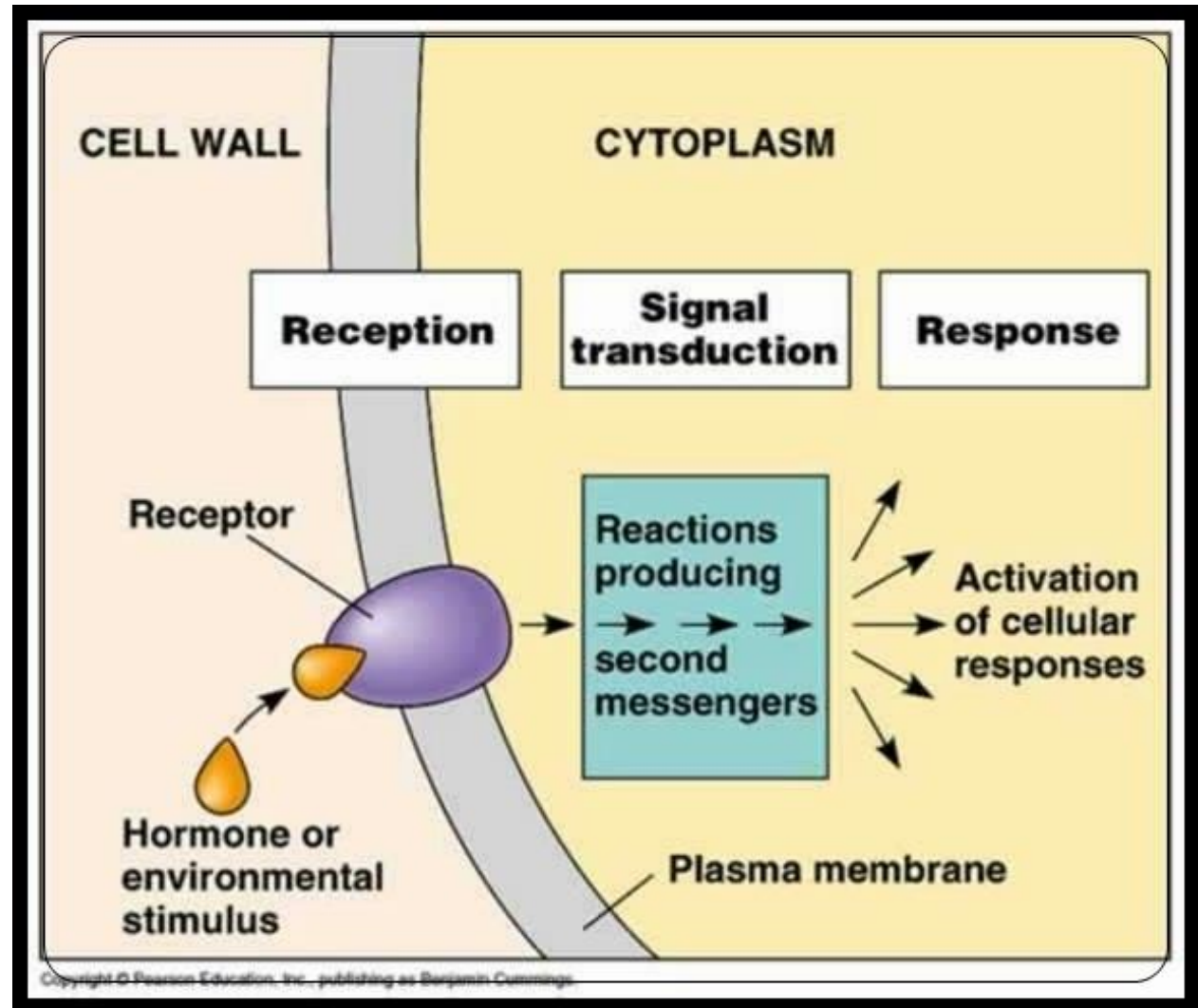
Η Βιοχημεία απαντάει στις ερωτήσεις:

- Πώς ένας οργανισμός αποθηκεύει, μεταδίδει και εκφράζει τις (γενετικές) πληροφορίες που χρειάζεται για να αναπτυχθεί και να αναπαραχθεί με ακρίβεια (ρυθμιζόμενη αποκωδικοποίηση της γενετικής πληροφορίας);



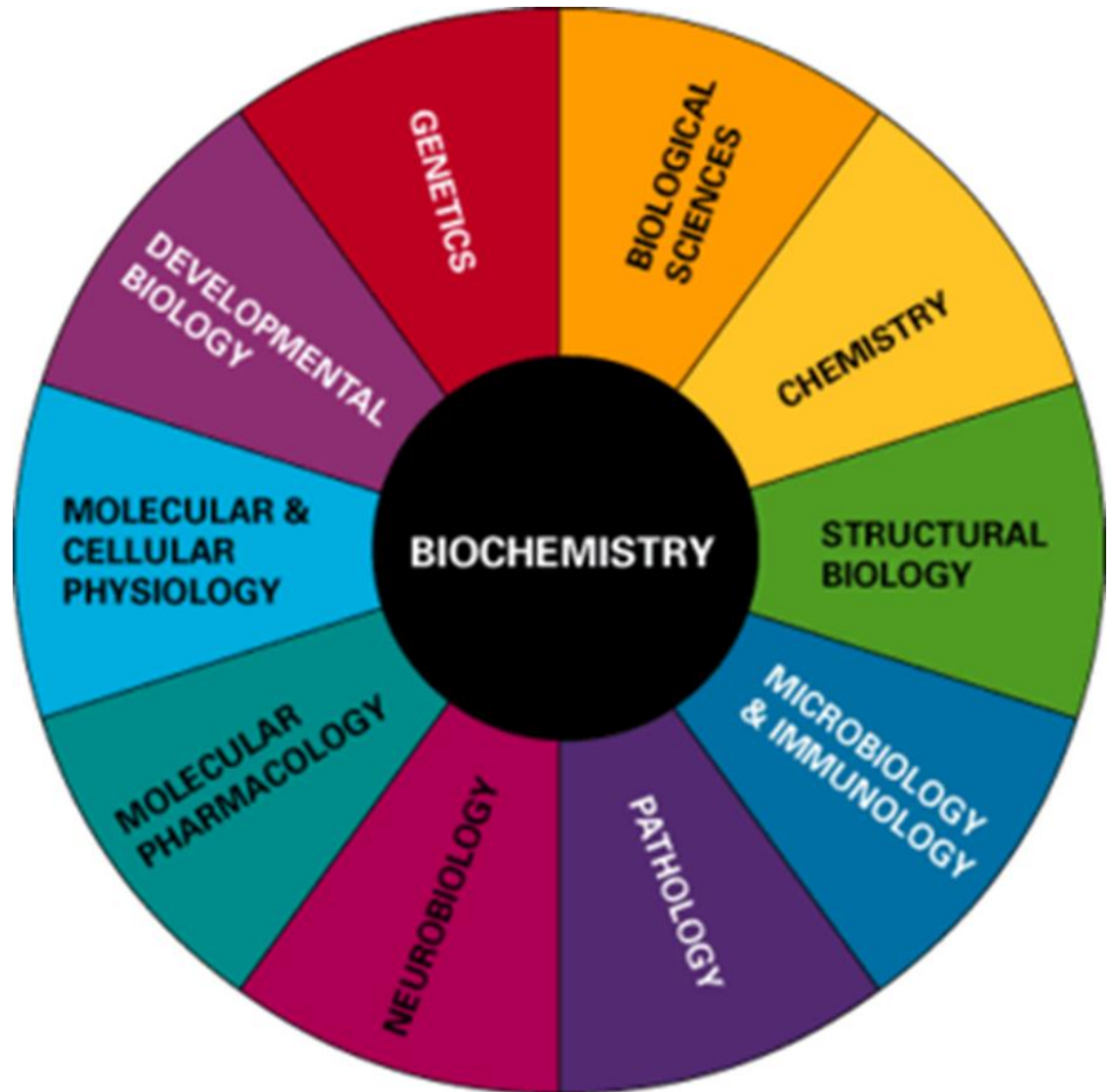
Η Βιοχημεία απαντάει στις ερωτήσεις:

- Πώς τα κύτταρα ενός οργανισμού επικοινωνούν μεταξύ τους, πώς τα σήματα επικοινωνίας μεταβιβάζονται στο εσωτερικό των κυττάρων και τι είδους αποκρίσεις και αλλαγές προκαλούν;



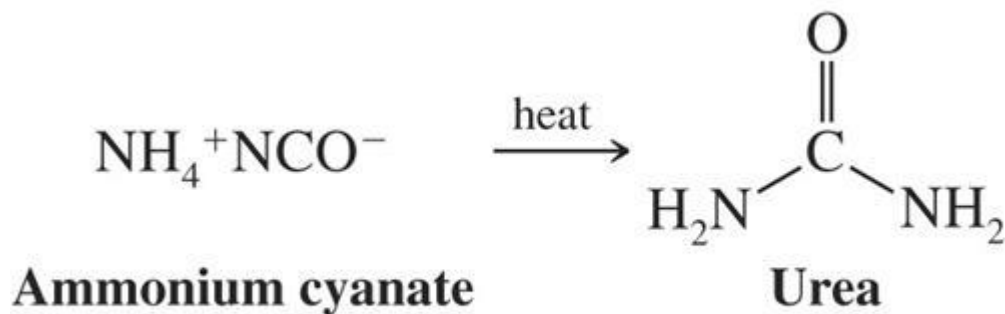
Η Βιοχημεία αποτελεί τη βάση των Βιοιατρικών Επιστημών

Η Βιοχημεία προσφέρει σημαντικές γνώσεις για την συνεχή εξέλιξη πολλών επιστημών και μια μεγάλη σειρά πρακτικών εφαρμογών στην ιατρική, την γεωργία, την διατροφή κ.α.



Σταθμοί στην ιστορία της Βιοχημείας :

1828: Χημική σύνθεση ουρίας από ανόργανα συστατικά (Friedrich Wohler)

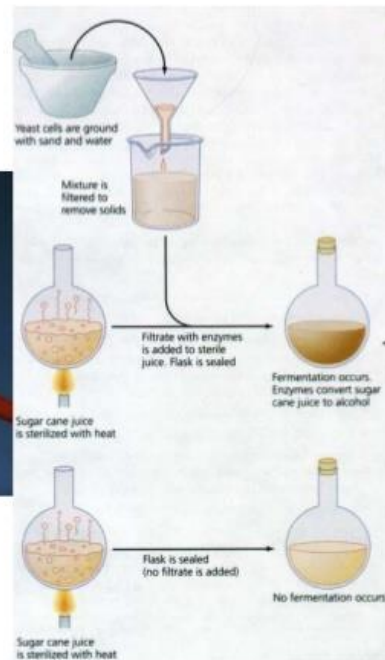


1869: Απομόνωση νουκλεϊκών οξέων από κυτταρικούς πυρήνες (Friedrich Miescher)



Σταθμοί στην ιστορία της Βιοχημείας :

1857: Ο Louis Pasteur συνέδεσε τη ζύμωση με τη δράση μυκήτων και το



The Nobel Prize in Chemistry 1907 was awarded to Eduard Buchner "for his biochemical researches and his discovery of cell-free fermentation".



1897: Ο Edward Bucher απέδειξε ότι η ζύμωση προκαλείται από «ειδικές ύλες» που λέγονται ένζυμα και παράγονται από τους ίδιους τους ζυμομύκητες (Αλκοολική ζύμωση in vitro).

Σταθμοί στην ιστορία της Βιοχημείας :

1903: Ο Neuberg εισήγαγε τον όρο ΒΙΟΧΗΜΕΙΑ

1925: Οι Embden & Meyerhof βρήκαν τη γλυκολυτική οδό

1926: Ο James Sumner απέδειξε την πρωτεϊνική φύση των ενζύμων και απομόνωσε και κρυστάλλωσε την ουρεάση.

1937: Κύκλος του κιτρικού οξέος (Hans Adolf Krebs)

1940: Ρόλος του ATP και του ακετυλοCoA στο μεταβολισμό



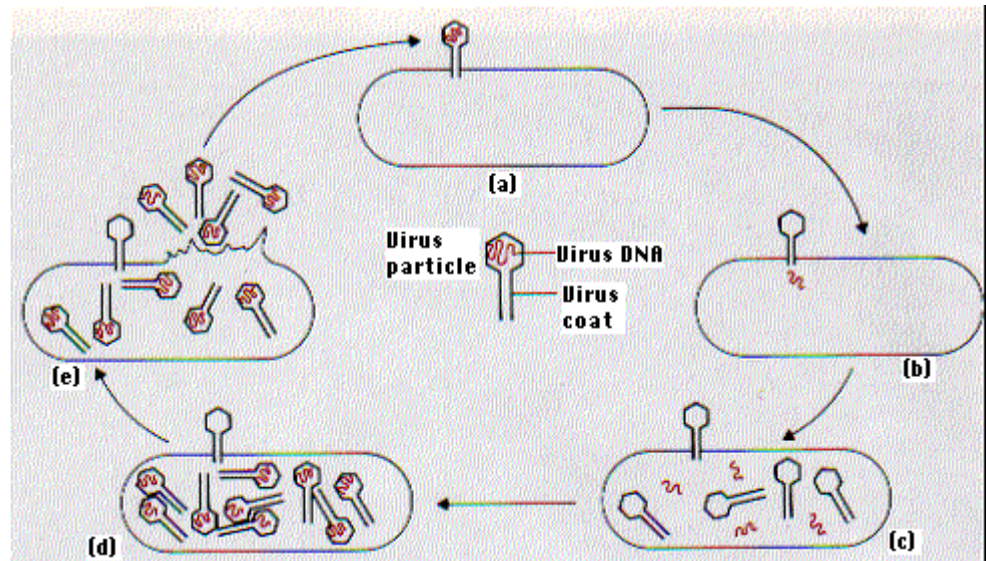
Hans Adolf Krebs



Fritz Albert Lipmann

Σταθμοί στην ιστορία της Βιοχημείας :

1952: Οι Hershey and Chase απέδειξαν ότι το γενετικό υλικό των οργανισμών είναι το DNA

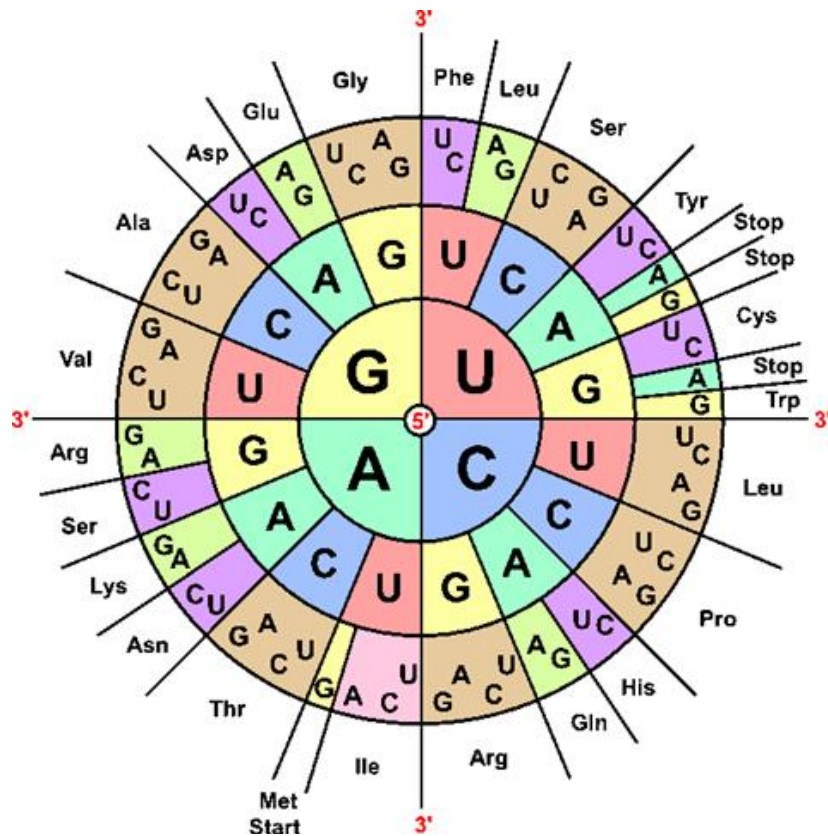
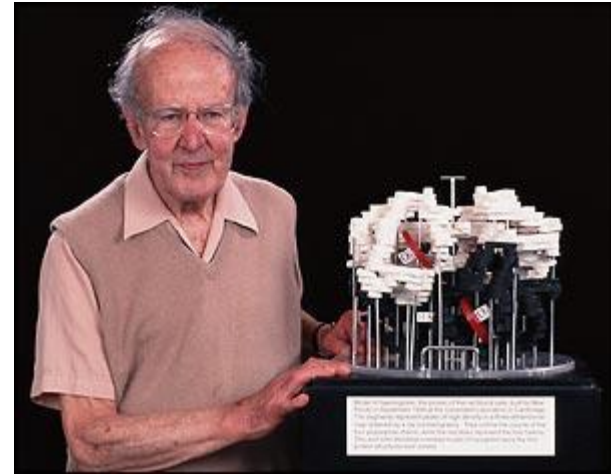


Hershey Chase Experiment

1953: Οι James D. Watson and Francis H. C. Crick προέβλεψαν τη διπλή ελικοειδή δομή του DNA.

Σταθμοί στην ιστορία της Βιοχημείας :

1959: Τρισδιάστατη δομή της αιμοσφαιρίνης (Perutz)

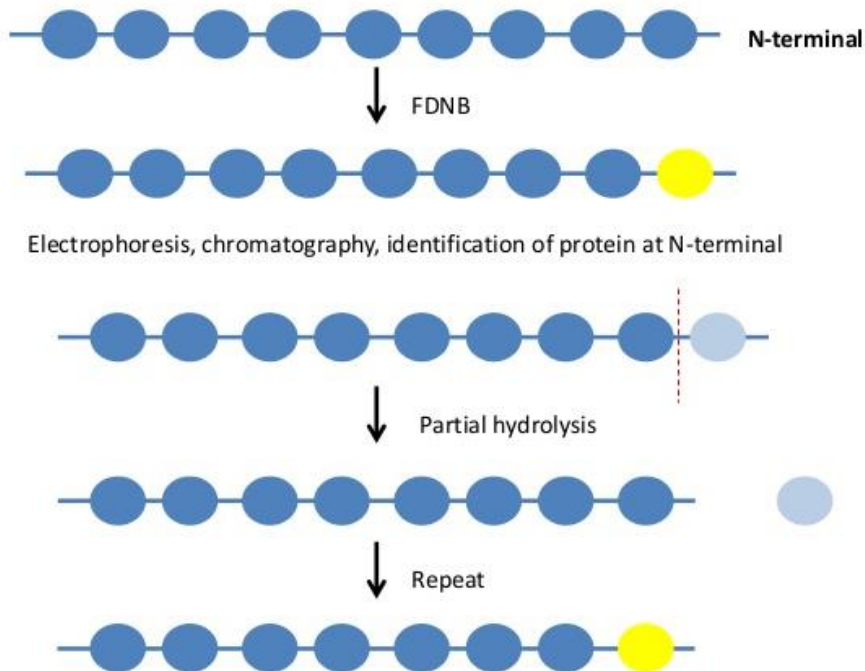


1966: Ο γενετικός κώδικας

Σταθμοί στην ιστορία της Βιοχημείας :

1953: (F. Sanger) Μέθοδος προσδιορισμού αμινοξικής αλληλουχίας των πρωτεϊνών και

1997: (F. Sanger) Μέθοδος προσδιορισμού αλληλουχίας νουκλεοτιδίων στο DNA.



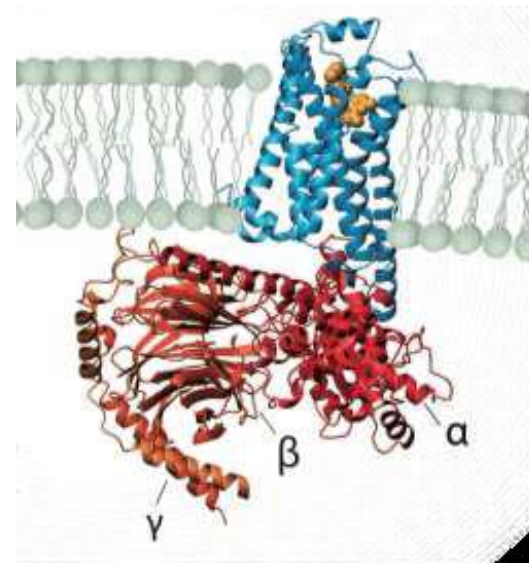
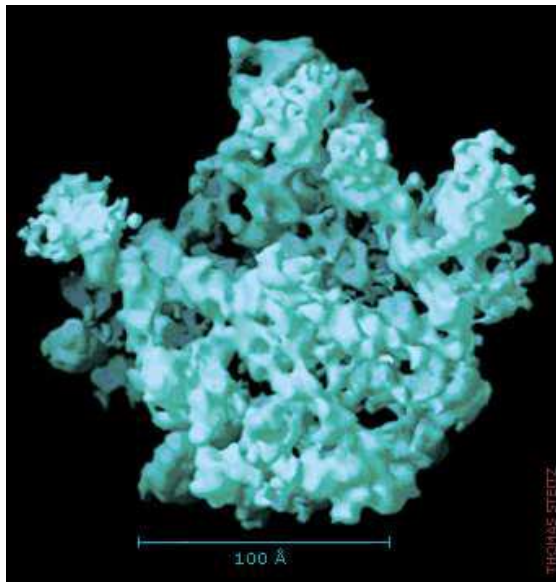
Η Βιοχημεία αποτελεί την πιο γρήγορα εξελισσόμενη από τις βασικές επιστήμες κατά τον 20ο και 21ο αιώνα και «κερδίζει» τα περισσότερα Βραβεία Νόμπελ Ιατρικής ή Φυσιολογίας και Χημείας:

48 βραβεία Νόμπελ για το χαρακτηρισμό της μοριακής δομής και λειτουργίας βιομορίων.

1902, Fischer: σύνθεση σακχάρων και πουρινών

2009, Ramakrishnan, Steitz, Yonath: Δομή του ριβοσώματος

2012, Lefkowitz & Kobilka: Δομή ορμονικών υποδοχέων GPCR

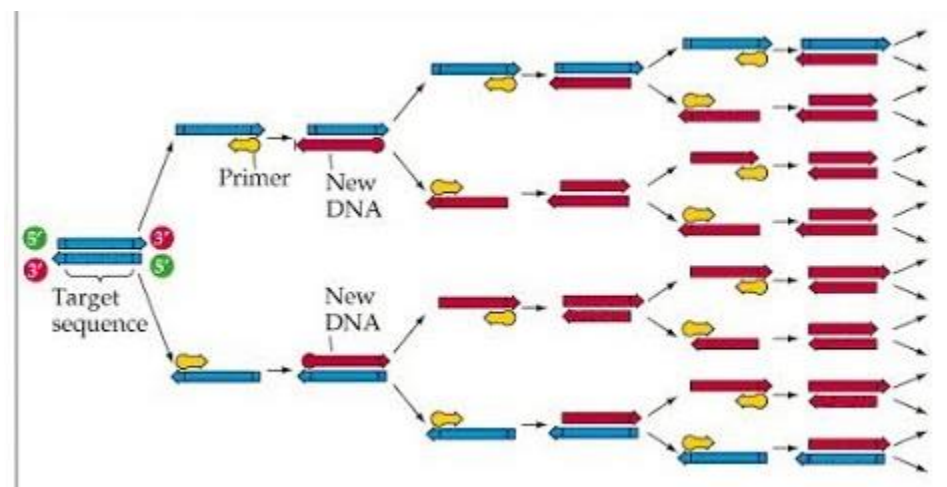
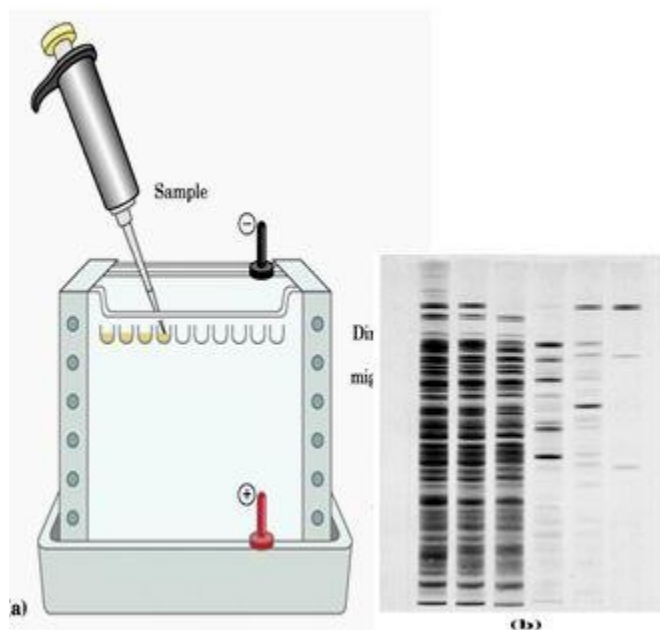


6 βραβεία Νόμπελ για ανάπτυξη μεθόδων

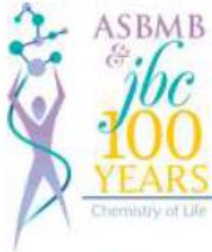
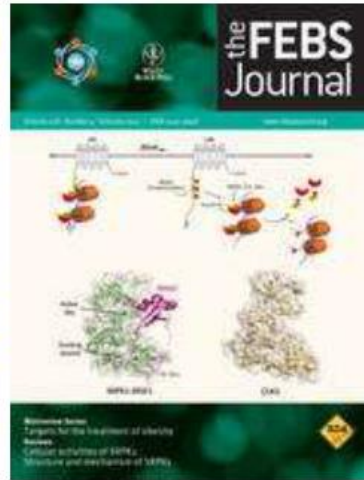
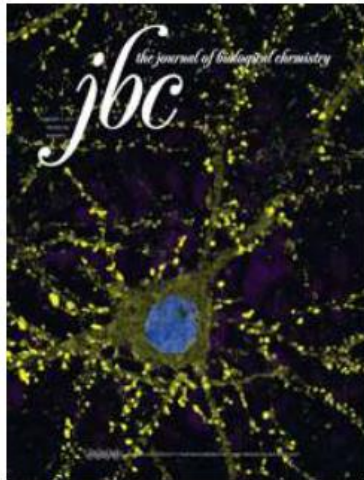
1948, Tiselius: ηλεκτροφόρηση πρωτεϊνών ορού

1993, Mullis: τεχνική της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης (PCR)

2002, Fenn, Tanaka, Wuthrich: φασματοσκοπία μαζών και NMR πρωτεϊνών

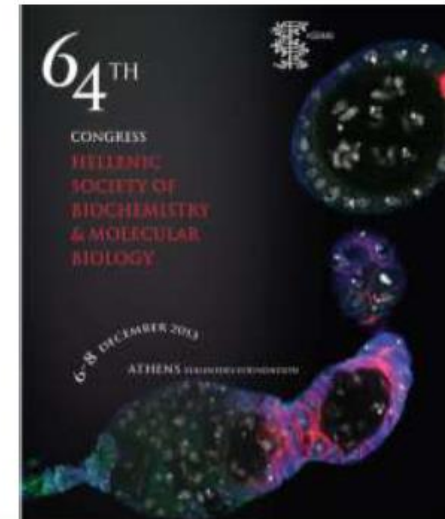


Ορισμένα Επιστημονικά Περιοδικά και Οργανώσεις στο πεδίο της Βιοχημείας



European Molecular
Biology Organization

Federation of European
Biochemical Societies



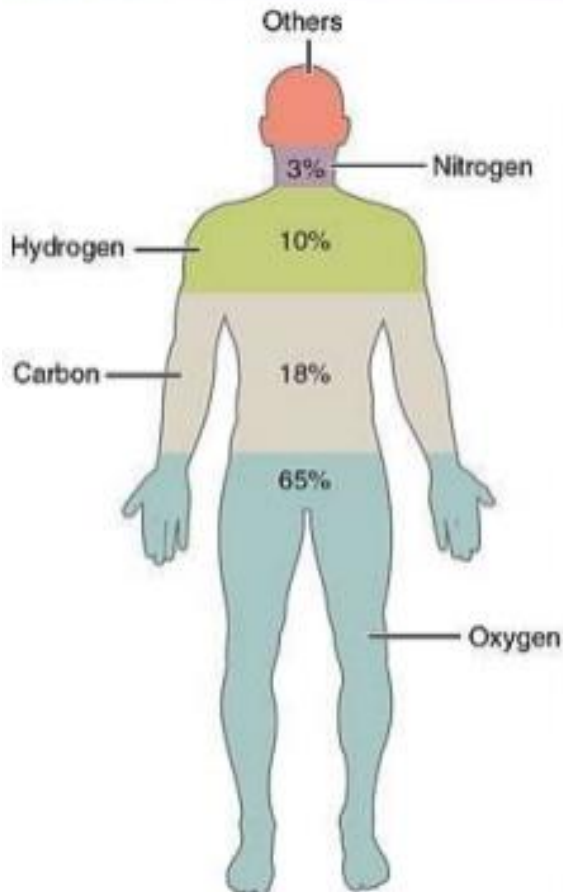
International Union of
Biochemistry and
Molecular Biology



EEBMB

Ελληνική Εταιρεία Βιοχημείας
και Μοριακής Βιολογίας

Elements in the Human Body



Element	Symbol	Percentage in Body
Oxygen	O	65.0
Carbon	C	18.5
Hydrogen	H	9.5
Nitrogen	N	3.2
Calcium	Ca	1.5
Phosphorus	P	1.0
Potassium	K	0.4
Sulfur	S	0.3
Sodium	Na	0.2
Chlorine	Cl	0.2
Magnesium	Mg	0.1
Trace elements include boron (B), chromium (Cr), cobalt (Co), copper (Cu), fluorine (F), iodine (I), iron (Fe), manganese (Mn), molybdenum (Mo), selenium (Se), silicon (Si), tin (Sn), vanadium (V), and zinc (Zn).		less than 1.0

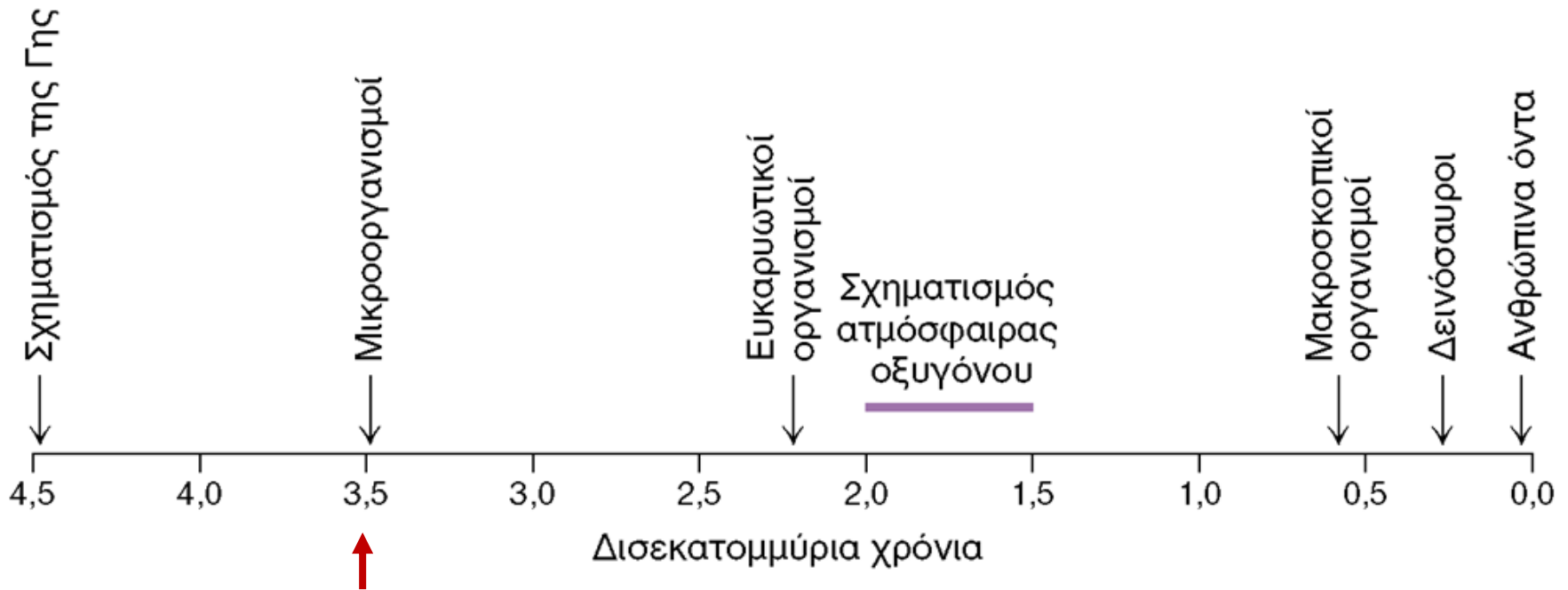
Ποιες είναι οι ενέργειες δεσμών των ομοιοπολικών δεσμών;

Ποια η κοινή ιδιότητα των H, O, C και N που καθιστά τα άτομα αυτά τόσο κατάλληλα για την Χημεία της Ζωής;

Απάντηση: Η ικανότητα τους να σχηματίζουν ομοιοπολικούς δεσμούς

Atoms	e ⁻ pairing	Covalent bond	Bond energy (kJ/mol)
H· + H·	→ H:H	H—H	436
·C· + H·	→ ·C:H	$\begin{array}{c} \\ -C-H \\ \end{array}$	414
·C· + ·C·	→ ·C:C·	$\begin{array}{c} \quad \\ -C-C- \\ \quad \end{array}$	343
·C· + ·N·	→ ·C:N:	$\begin{array}{c} \\ -C-N \diagup \\ \end{array}$	292
·C· + ·O·	→ ·C:O:	$\begin{array}{c} \\ -C-O- \\ \end{array}$	351
·C· + ·C·	→ C::C	$\diagdown C=C \diagup$	615
·C· + ·N·	→ C::N:	$\diagdown C=N-$	615
·C· + ·O·	→ C::O:	$\diagdown C=O$	686
·O· + ·O·	→ O:O:	-O—O-	142
·O· + ·O·	→ O::O:	O=O	402
·N· + ·N·	→ N::N:	N≡N	946
·N· + H·	→ ·N:H	$\diagdown N-H$	393
·O· + H·	→ ·O:H	-O—H	460

Τα χημικά στοιχεία και οι βασικές χημικές αντιδράσεις είναι κοινές για όλους τους οργανισμούς που έχουν ζήσει πάνω στη γη



Πιθανό χρονοδιάγραμμα της Βιοχημικής εξέλιξης, όπου υποδεικνύονται τα βασικά βιοχημικά γεγονότα.

BIOMOPIA: Τα Μόρια της Ζωής

Table 3.2 *Estimated Gross Molecular Contents of a Typical 20- μ m Human Cell*^{398,531,758-760,938}

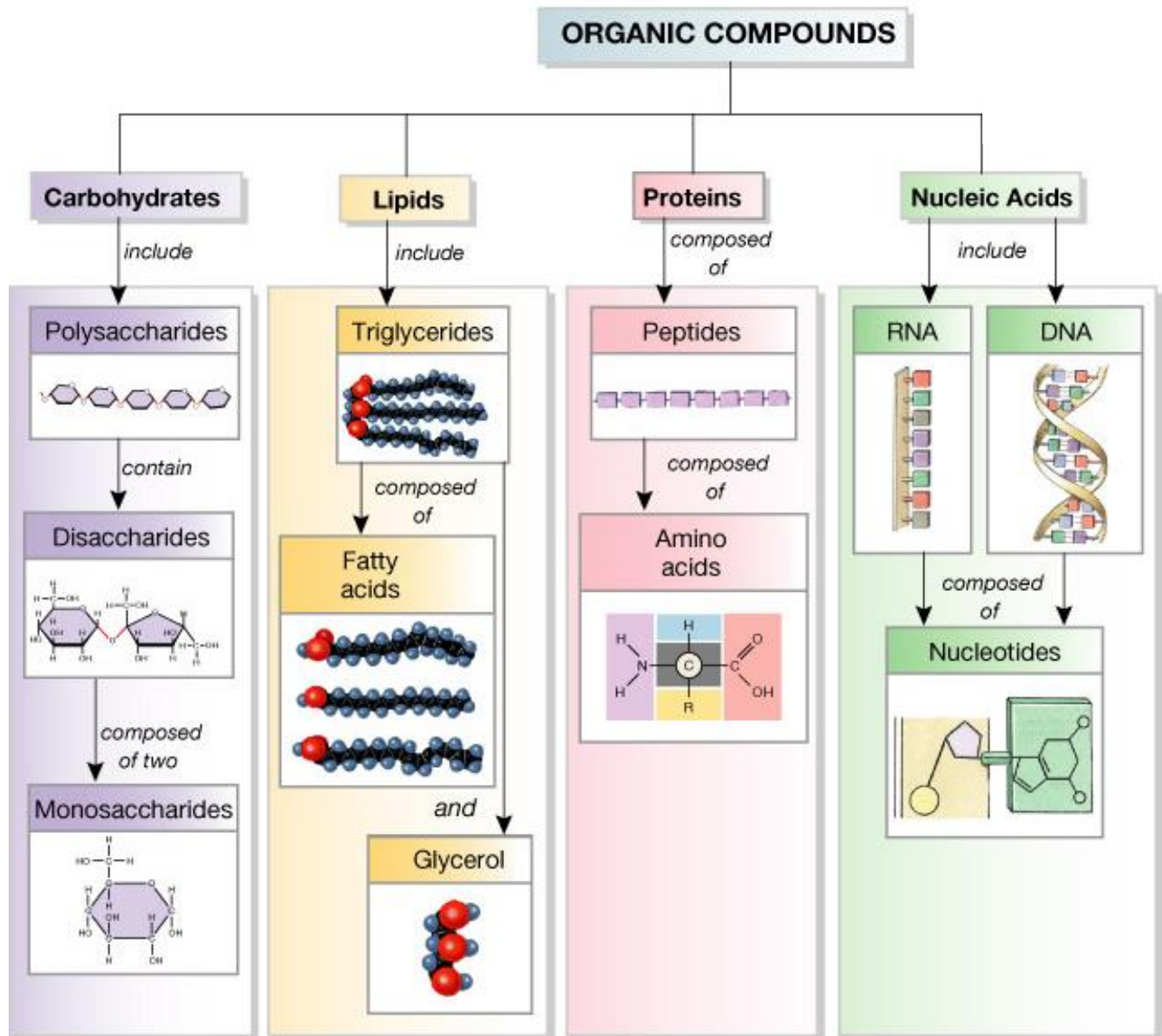
Molecule	Mass %	MW (daltons)	# Molecules	Molecule %	Number of Molecular Types
Water	65	18	1.74×10^{14}	98.73	1
Other Inorganic	1.5	55	1.31×10^{12}	0.74	20
Lipid	12	700	8.4×10^{11}	0.475	50
Other Organic	0.4	250	7.7×10^{10}	0.044	~200
Protein	20	50,000	1.9×10^{10}	0.011	~5,000
RNA	1.0	1×10^6	5×10^7	3×10^{-5}	---
DNA	0.1	1×10^{11}	46	3×10^{-11}	---
TOTALS	100%	---	1.76×10^{14}	100%	---

ΒΙΟΜΟΡΙΑ: Τα Μόρια της Ζωής

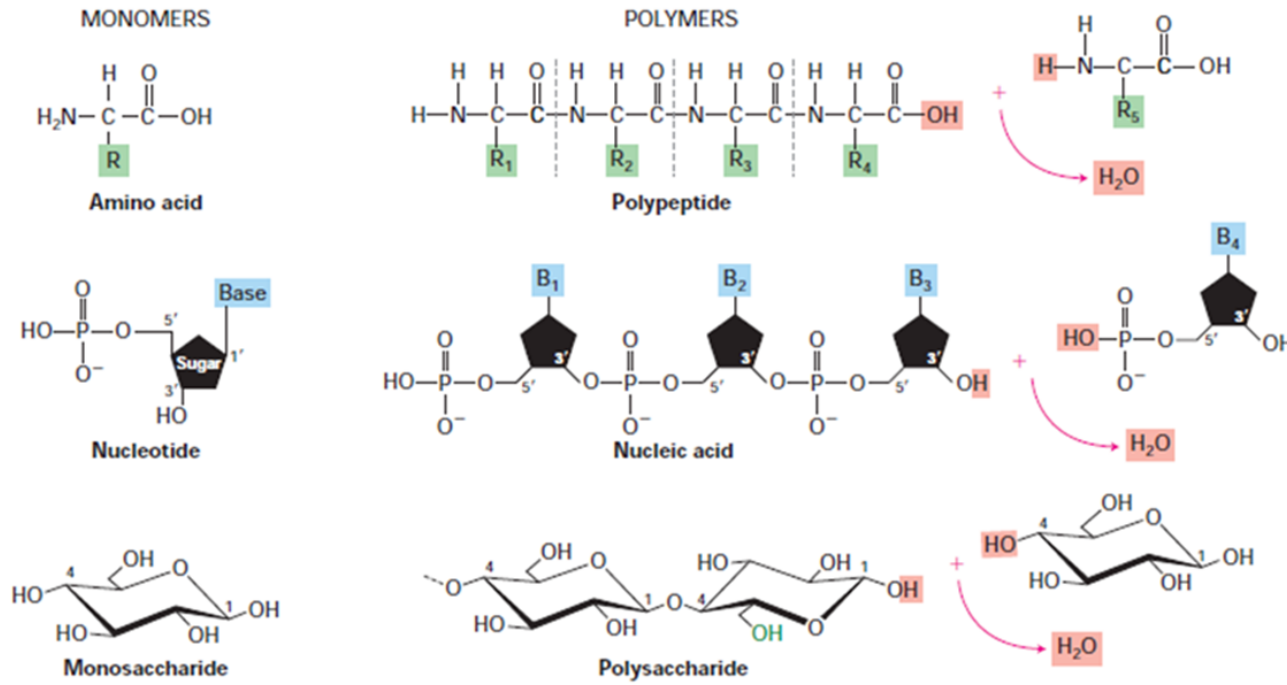
Τα περισσότερα Βιομόρια συγκροτούνται από περίπου 40 μικρά μόρια προδρόμους που συχνά ονομάζονται και αλφάβητο της Βιοχημείας.

- Είκοσι αμινοξέα τα οποία είναι οι δομικοί λίθοι των πρωτεϊνών
- Πέντε αρωματικές βάσεις δύο πουρίνες και τρεις πυριμιδίνες οι οποίες συνδέονται με το σάκχαρο και σχηματίζουν νουκλεοτίδια
- Το σάκχαρο γλυκόζη το οποίο είναι το κύριο προϊόν της φυτικής φωτοσύνθεσης
- Το σάκχαρο ριβόζη το οποίο συμμετέχει στον σχηματισμό νουκλεοτιδίων
- Ένας μικρός αριθμός λιπαρών οξέων, η γλυκερόλη και ορισμένες αμίνες συμμετέχουν στο σχηματισμό των λιπιδίων και των φωσfolιπιδίων.

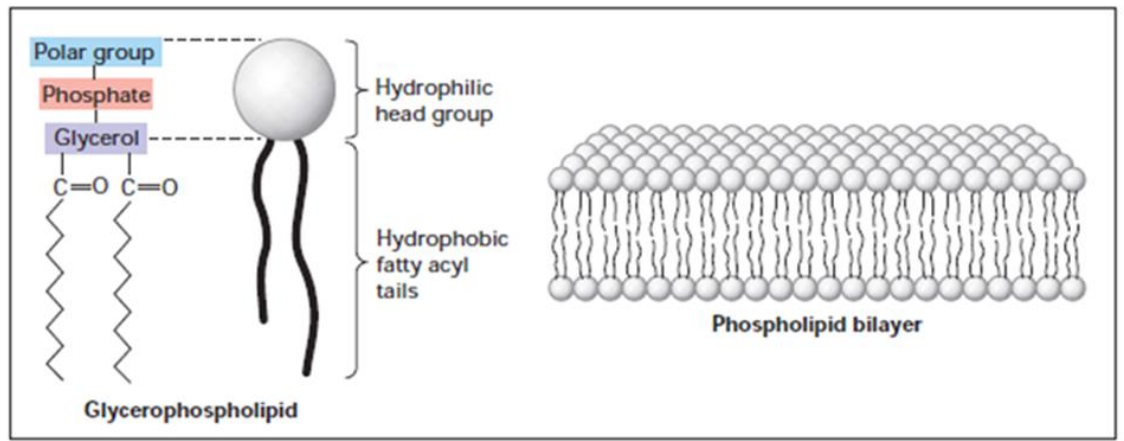
ΜΑΚΡΟΜΟΡΙΑ: πολυμερή απλών δομικών λίθων



Τα μονομερή συνδέονται **ομοιοπολικά** σε πολυμερή μέσω συζευγμένων αντιδράσεων των οποίων το καθαρό αποτέλεσμα είναι **συμπύκνωση μέσω μιας αντίδρασης αφυδάτωσης**.



Σε αντίθεση, μονομερή φωσφολιπιδίων συναρμολογούνται **μη ομοιοπολικά** σε δομή διπλής στιβάδας, η οποία αποτελεί τη βάση όλων των κυτταρικών μεμβρανών.



ΧΗΜΙΚΟΙ ΔΕΣΜΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ

Τα άτομα αλληλεπιδρούν το ένα με το άλλο μέσω χημικών δεσμών. Σε αυτούς συγκαταλέγονται:

- Οι **ομοιοπολικοί δεσμοί** οι οποίοι καθορίζουν τη δομή των μορίων,
- Μια ποικιλία **μη ομοιοπολικών δεσμών**, οι οποίοι έχουν μεγάλη σημασία για τη βιοχημεία και διαφέρουν ως προς την διαμόρφωση, την ένταση και την εξειδίκευση, οι κυριότεροι εκ των οποίων είναι:
 - Οι ιοντικές αλληλεπιδράσεις
 - Οι δεσμοί υδρογόνου
 - Οι αλληλεπιδράσεις van der Waals
 - Οι υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις

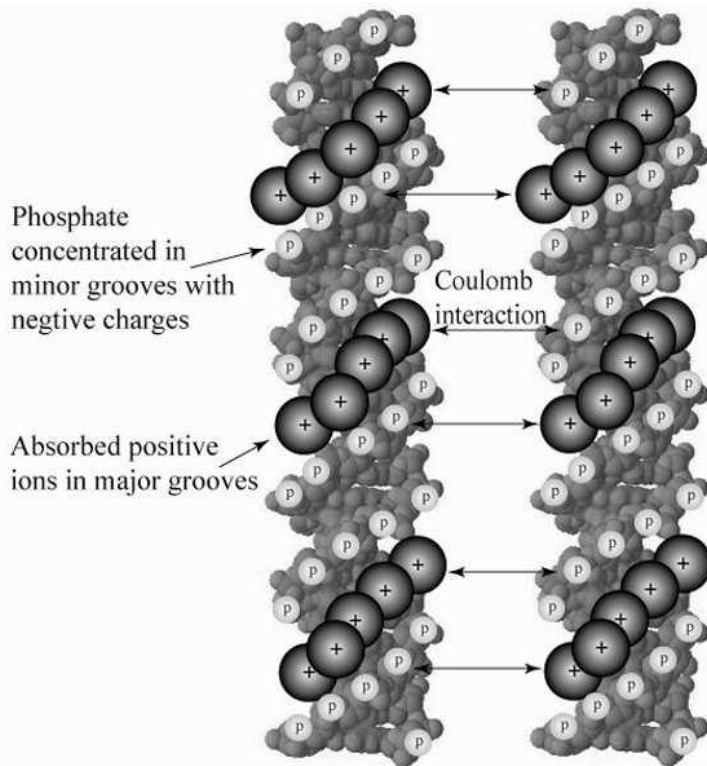
ΙΟΝΤΙΚΕΣ ή ΗΛΕΚΤΡΟΣΤΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ

Μια φορτισμένη ομάδα σε ένα μόριο μπορεί να έλξει μια αντίθετα φορτισμένη ομάδα στο ίδιο ή σε άλλο μόριο.

Η ενέργεια μιας ιοντικής αλληλεπίδρασης δίνεται από τον νόμο του Coulomb:

$$E = k q_1 \cdot q_2 / D \cdot r^2$$

όπου k μια σταθερά και D η διηλεκτρική σταθερά του μέσου.

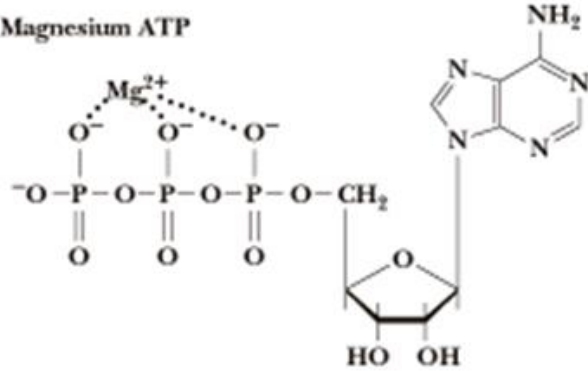


Οι αρνητικά φορτισμένες φωσφορικές ομάδες σε κάθε αλυσίδα του DNA, απωθούν η μία την άλλη και συνεπώς οι ηλεκτροστατικές αυτές αλληλεπιδράσεις ανθίστανται στον σχηματισμό της διπλής έλικας.

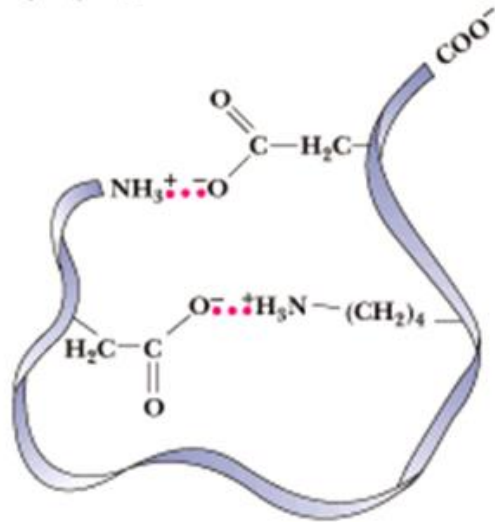
Η ισχύς των απωστικών αυτών αλληλεπιδράσεων μειώνεται από την υψηλή διηλεκτρική σταθερά του νερού, καθώς και την παρουσία θετικά φορτισμένων ιόντων π.χ Na^+ Mg^{+2} που εξουδετερώνουν εν μέρει τα αρνητικά φορτία των φωσφορικών ομάδων.

Ιοντικοί δεσμοί: 20 kJ/mole

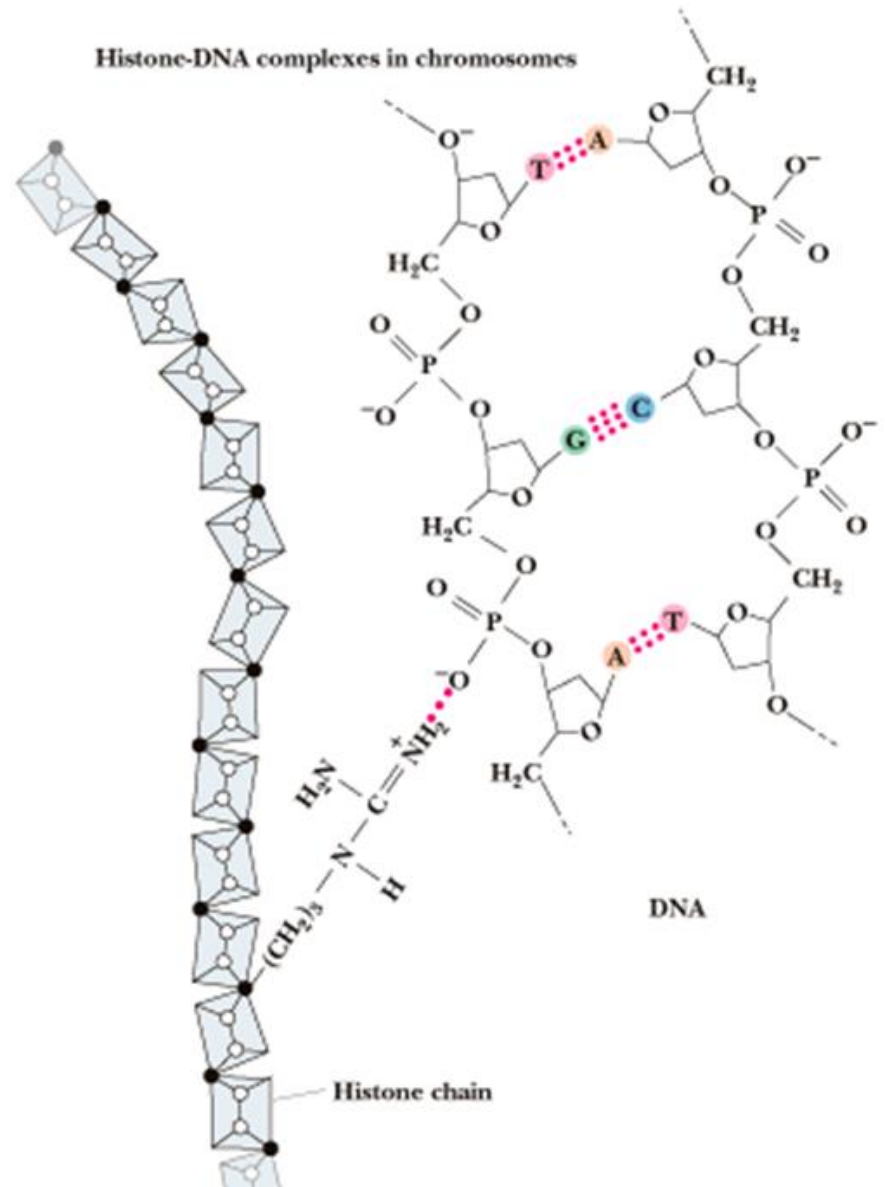
Magnesium ATP



Intramolecular ionic bonds between oppositely charged groups on amino acid residues in a protein



Histone-DNA complexes in chromosomes

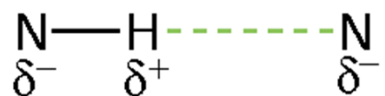


ΔΕΣΜΟΙ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ

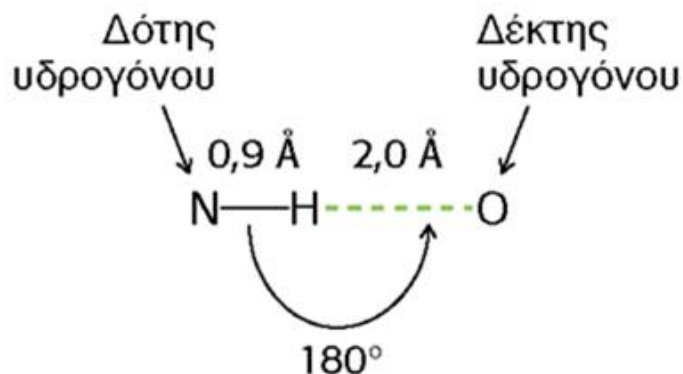
Όταν ένα υδρογόνο συνδέεται ομοιοπολικά με ένα από τα άτομα F, N, O λόγω της μεγάλης διαφοράς στην ηλεκτραρνητικότητα, το ηλεκτρονιακό νέφος είναι μετατοπισμένο προς το ηλεκτραρνητικότερο άτομο αφήνοντας το υδρογόνο μερικώς θετικά φορτισμένο.

Έτσι το υδρογόνο με το μερικώς θετικό φορτίο μπορεί να αλληλεπιδράσει ηλεκτροστατικά με ένα άλλο μερικώς αρνητικά φορτισμένο άτομο.

Δότης δεσμού υδρογόνου	Δέκτης δεσμού υδρογόνου
------------------------	-------------------------



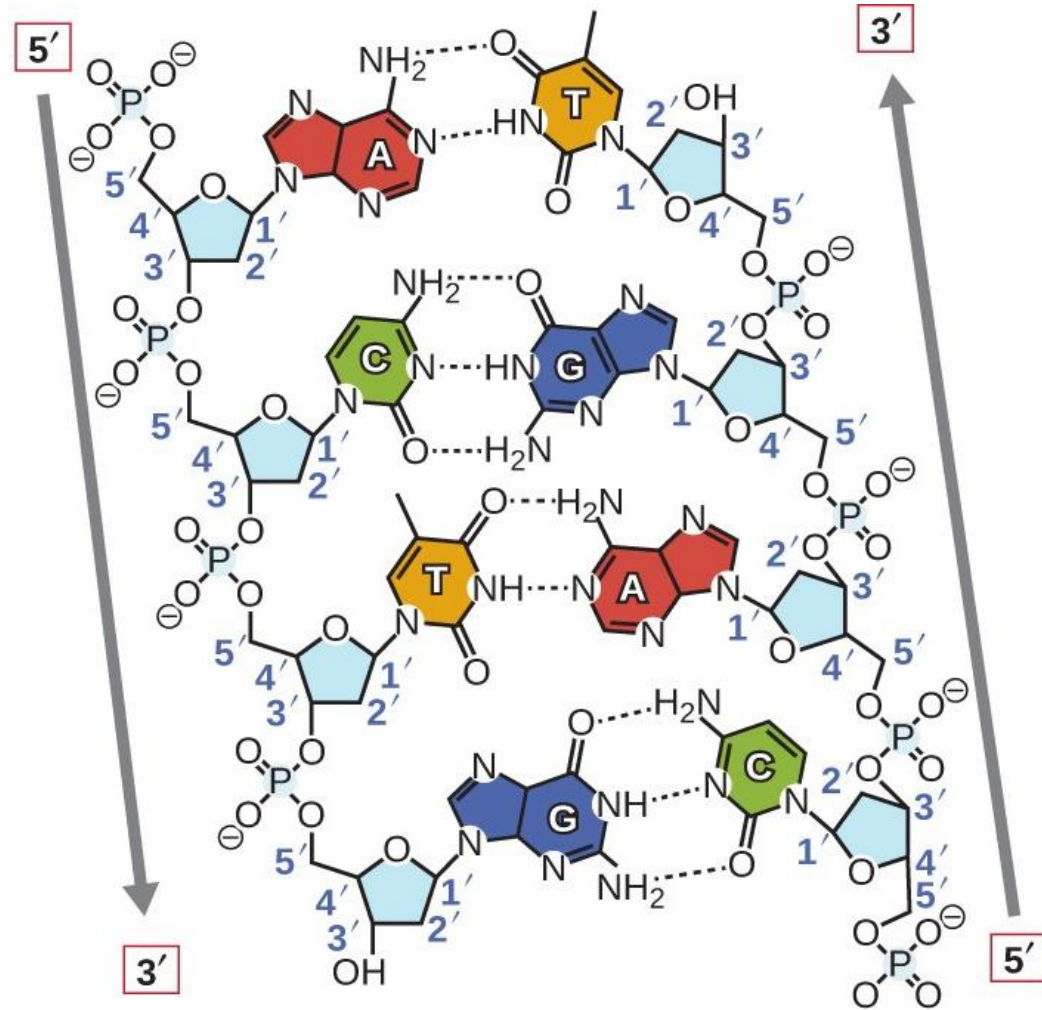
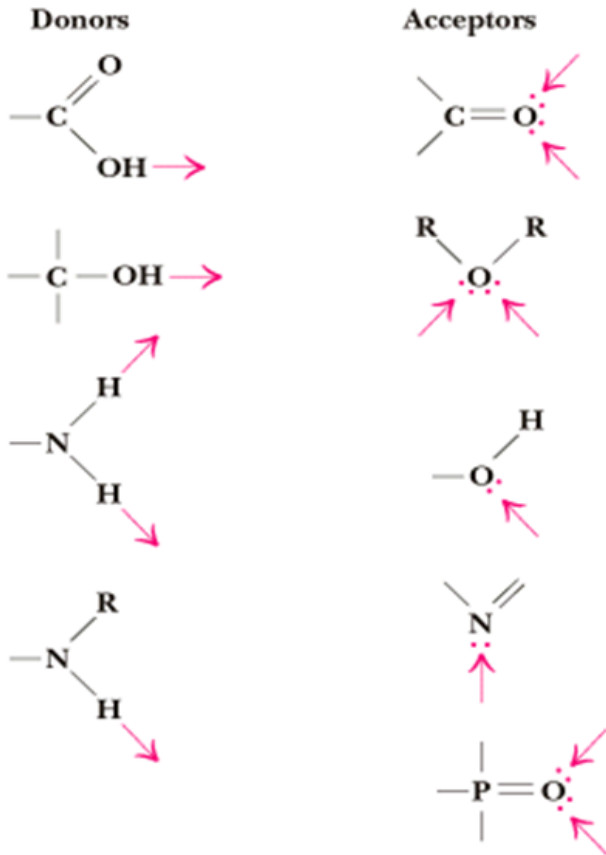
Οι δεσμοί υδρογόνου είναι πολύ ασθενέστεροι από τους ομοιοπολικούς. Η ενέργειά τους κυμαίνεται από 4 έως 20 kJ/mol.



Τα μήκη των δεσμών υδρογόνου (από το άτομο του H) κυμαίνονται μεταξύ 1.5 και 2.6 Å και τα άτομα δότη υδρογόνου, και δέκτη υδρογόνου βρίσκονται σε ευθεία γραμμή.

ΔΕΣΜΟΙ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ

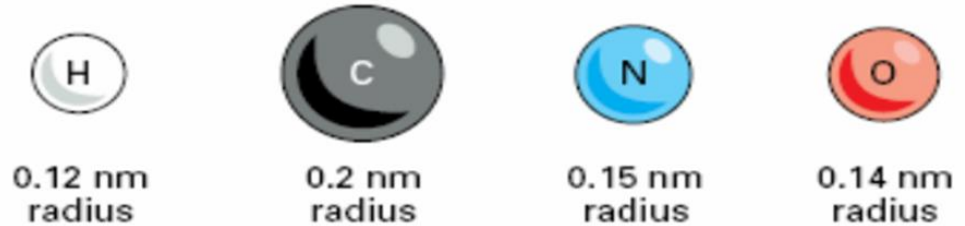
Λειτουργικές ομάδες βιομορίων
σημαντικοί
δότες ή δέκτες δεσμών υδρογόνου



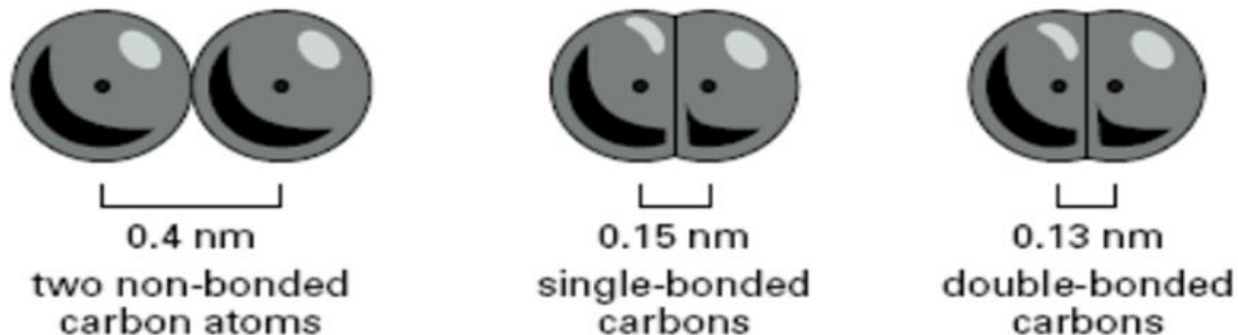
AKTINEΣ *van der Waals*

Ένα άτομο μπορεί συχνά να αντιμετωπίζεται ως σφαίρα με μια καθορισμένη ακτίνα. Το χαρακτηριστικό «μέγεθος» για κάθε άτομο προδιαγράφεται από μια μοναδική ακτίνα *van der Waals*.

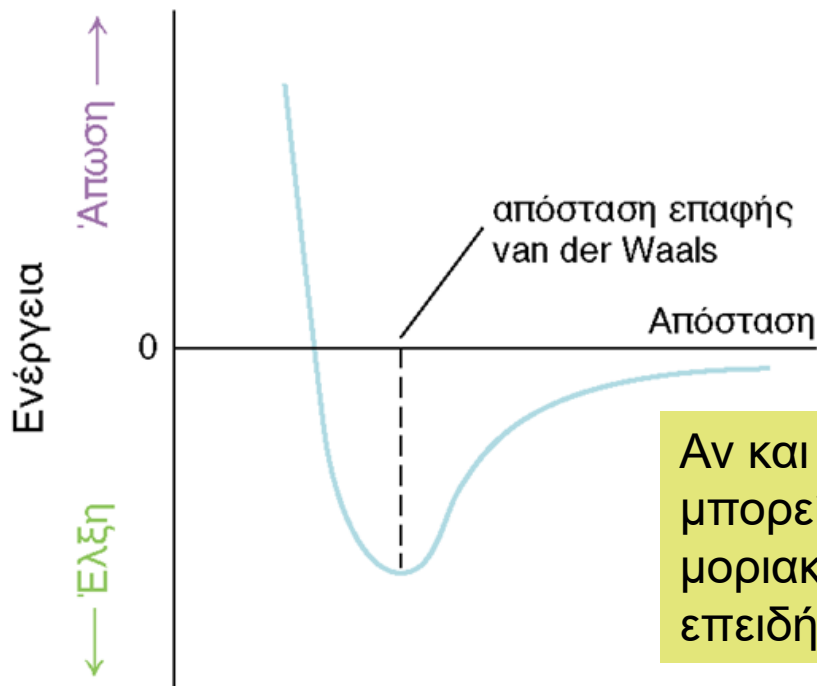
Η απόσταση επαφής μεταξύ οποιονδήποτε δυο μη ομοιοπολικά συνδεδεμένων ατόμων είναι το άθροισμα των ακτίνων *van der Waals*.



Σημειωτέον, ότι όταν δύο άτομα διαμορφώνουν έναν ομοιοπολικό δεσμό, τα κέντρα των δύο ατόμων (οι δύο ατομικοί πυρήνες) είναι πολύ πιο κοντά ο ένας στον άλλον από το άθροισμα των δύο ακτίνων *van der Waals*.



ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ *van der Waals*



Η ενέργεια που σχετίζεται με την αλληλεπίδραση *van der Waals* είναι πολύ μικρή και κυμαίνεται μεταξύ 0.4-4 kJ/mol ανά ζεύγος ατόμων.

Αν και είναι αδύναμη, η έλξη *van der Waals* μπορεί να γίνει σημαντική όταν δύο μακρομοριακές επιφάνειες βρεθούν πολύ κοντά, επειδή έτσι περιλαμβάνονται πολλά άτομα.

Επειδή η κατανομή των ηλεκτρονιακών φορτίων γύρω από ένα άτομο αλλάζει με την πάροδο του χρόνου, η κατανομή του φορτίου του δεν είναι απολύτως συμμετρική. Έτσι, σε πολύ κοντινές αποστάσεις, δύο άτομα παρουσιάζουν μια αδύναμη έλξη λόγω των κυμαινόμενων ηλεκτρικών φορτίων τους και τα δύο άτομα πλησιάζουν το ένα στο άλλο, έως ότου η μεταξύ τους απόσταση γίνει περίπου ίση με το άθροισμα των ακτίνων *van der Waals*. Σε αποστάσεις μικρότερες από αυτήν αναπτύσσονται απωστικές δυνάμεις, διότι τα εξωτερικά νέφη των ηλεκτρονίων αλληλεπικαλύπτονται.

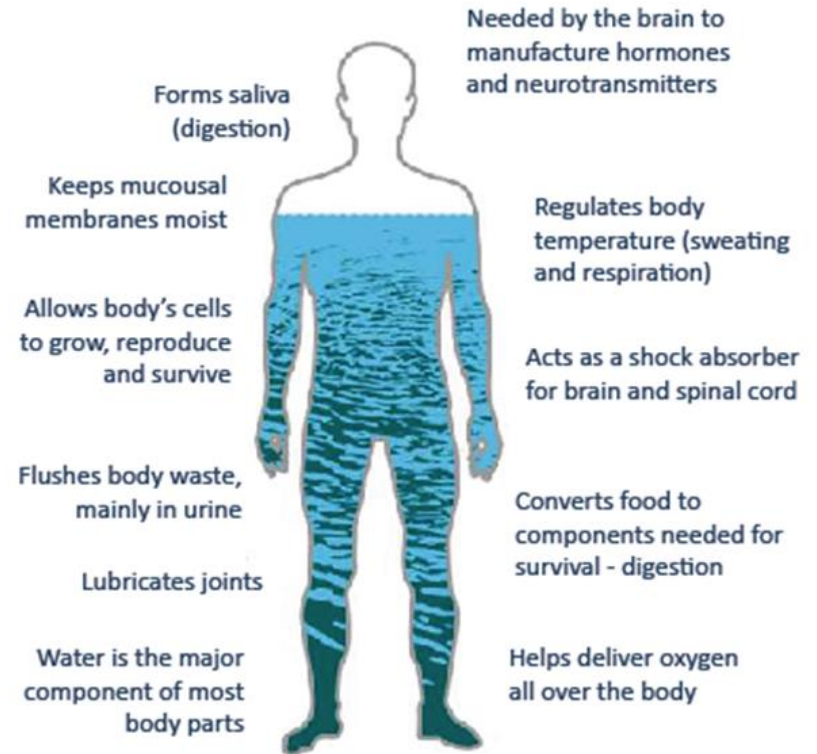
Αποτελεί την πιο απαραίτητη και άφθονη ένωση των ζωντανών οργανισμών (75% στα πράσινα φυτά, 60-70% στα ενήλικα θηλαστικά).

Είναι ο διαλύτης μέσα στον οποίο γίνονται οι περισσότερες βιοχημικές αντιδράσεις, και συμμετέχει ουσιαστικά για το σχηματισμό της δομής των μακρομορίων.

Δύο ιδιότητες του H_2O είναι ιδιαίτερα σημαντικές:

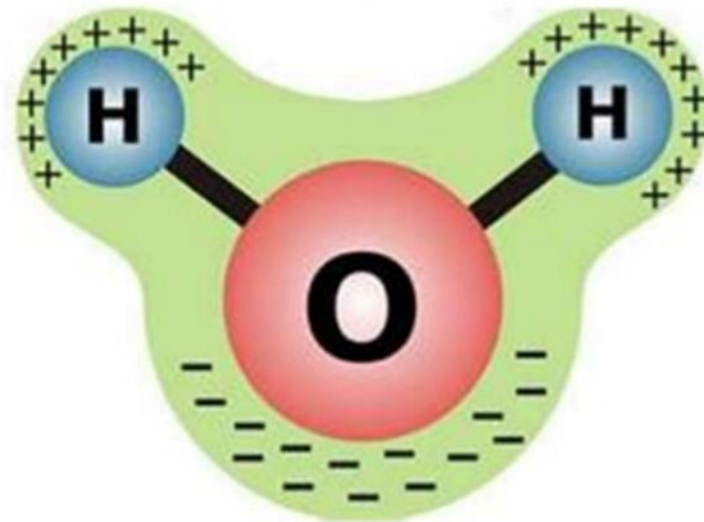
- Το νερό είναι πολικό μόριο
- Το νερό έχει πολύ μεγάλη συνοχή

What Does Water do for You?



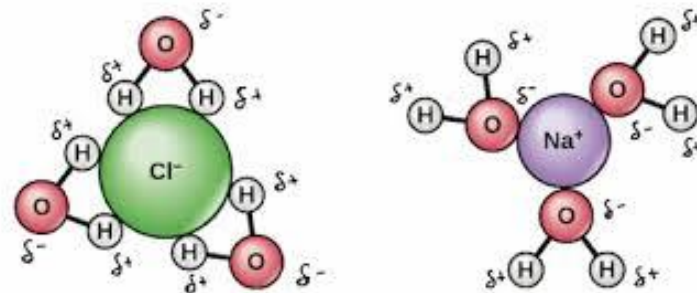
ΤΟ ΝΕΡΟ ΕΙΝΑΙ ΠΟΛΙΚΟ ΜΟΡΙΟ

Ο πυρήνας του οξυγόνου έλκει τα ηλεκτρόνια μακριά από τους δύο πυρήνες υδρογόνου, με αποτέλεσμα να δημιουργείται μια ηλεκτρικά πολωμένη ένωση, τριγωνικού σχήματος με αρνητική "πλευρά" το οξυγόνο και θετική το υδρογόνο.



Η πολική φύση του νερού είναι υπεύθυνη για την υψηλή τιμή διηλεκτρικής σταθεράς, η οποία ισούται με 80.

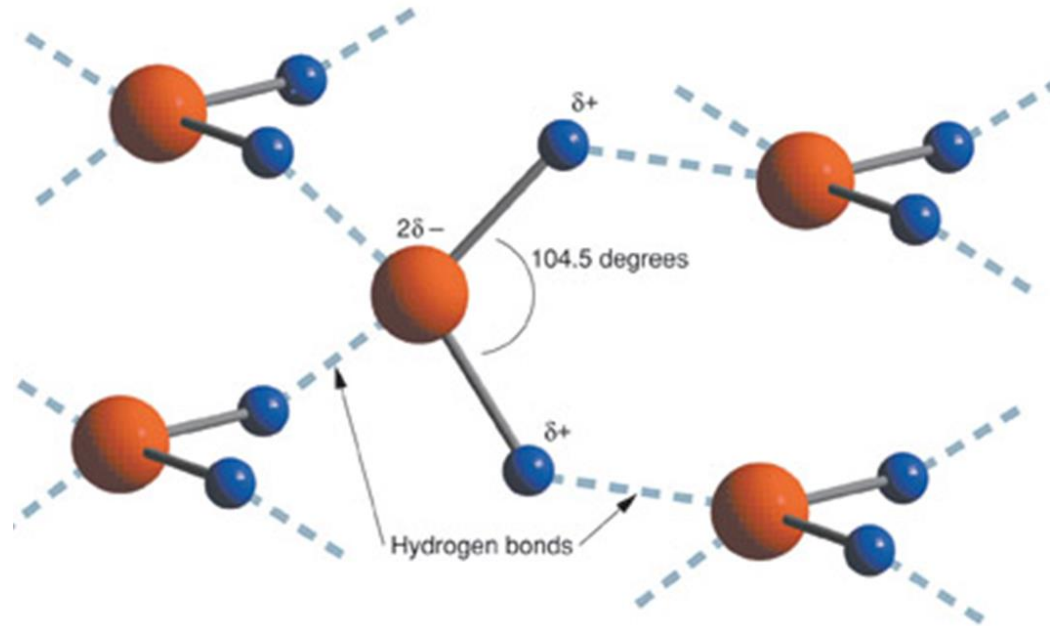
Όταν ρίξουμε αλάτι (NaCl) μέσα σε νερό διαλύεται. Ξέρουμε ότι τα ιόντα Na⁺ και Cl⁻ συγκρατούνται μεταξύ τους με ηλεκτροστατικές δυνάμεις. Οι δυνάμεις αυτές, μέσα στο νερό, χαλαρώνουν και έτσι τα ιόντα απομακρύνονται. Ειδικά για το νερό οι δυνάμεις ελαττώνονται κατά 80 φορές. Μ' αυτόν τον τρόπο διαλύονται οι ετεροπολικές ενώσεις.



ΤΟ ΝΕΡΟ ΕΧΕΙ ΠΟΛΥ ΜΕΓΑΛΗ ΣΥΝΟΧΗ

Τα δίπολα μόρια του νερού έλκονται και συγκρατούνται το ένα κοντά στο άλλο μέσω δεσμών υδρογόνου.

Συνεπώς, τα μόρια του νερού είναι δεμένα μεταξύ τους.



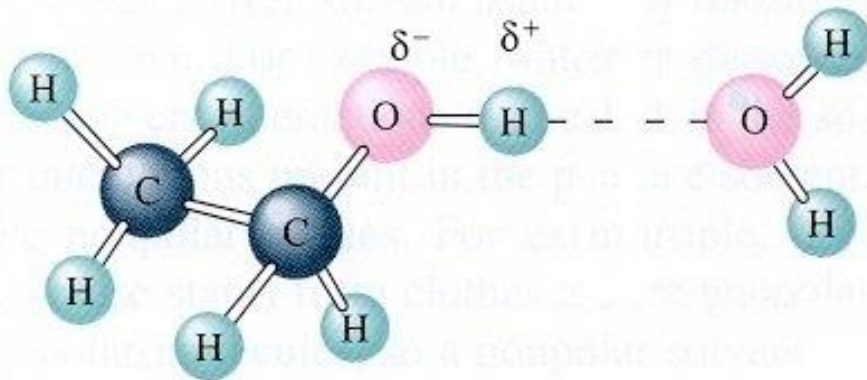
Οι ισχυρές αλληλεπιδράσεις μέσω δεσμών υδρογόνου που συνδέουν τα μόρια του νερού, είναι υπεύθυνες για πολλές από τις ιδιότητές του.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΩΣ ΔΙΑΛΥΤΗΣ

Το νερό λόγω των ιδιοτήτων του, θεωρείται ένας ιδανικός διαλύτης, ικανός να διαλύσει αμέσως ένα πολύ μεγάλο φάσμα μορίων, ιδίως πολικά και φορτισμένα μόρια.

Τα μόρια αυτά μέσα σε ένα υδατικό διάλυμα αλληλεπιδρούν με τα μόρια του νερού

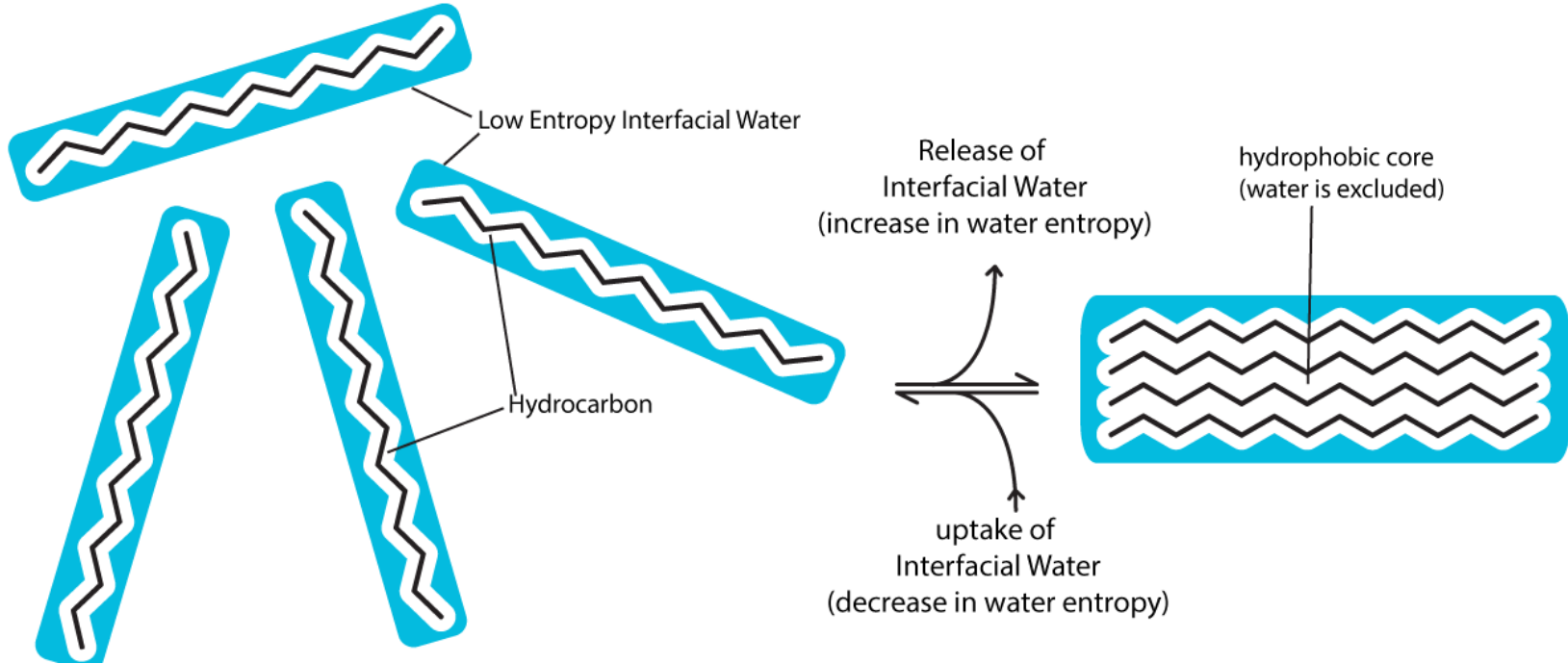
- μέσω του σχηματισμού δεσμών υδρογόνου
- και μέσω ιοντικών αλληλεπιδράσεων.



ΥΔΡΟΦΟΒΙΚΕΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ

Τα μη πολικά μόρια, δεν μπορούν να συμμετέχουν σε σχηματισμό δεσμών υδρογόνου ή σε ιοντικές αλληλεπιδράσεις με τα μόρια του νερού με αποτέλεσμα να δείχνουν αυξημένη τάση συσσωμάτωσης.

Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται φαινόμενο υδροφοβικότητας και οι σχετικές αλληλεπιδράσεις *υδροφοβικές αλληλεπιδράσεις*.



Ενέργεια υδρόφοβων αλληλεπιδράσεων: $<40 \text{ kJ/mole}$

Οι μη ομοιοπολικοί δεσμοί,
αν και είναι
κατά πολύ ασθενέστεροι
των ομοιοπολικών
είναι κρίσιμοι στις
βιοχημικές διεργασίες

Σημαντικοί Αριθμοί!

van der Waals: 0.4-4.0 kJ/mole

Δεσμοί υδρογόνου: 12-30 kJ/mole

Ιοντικοί δεσμοί: 20 kJ/mole

Υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις: <40 kJ/mole

Π.χ η αναγνώριση
των βιομορίων
γίνεται μέσω
ασθενών χημικών
δυνάμεων

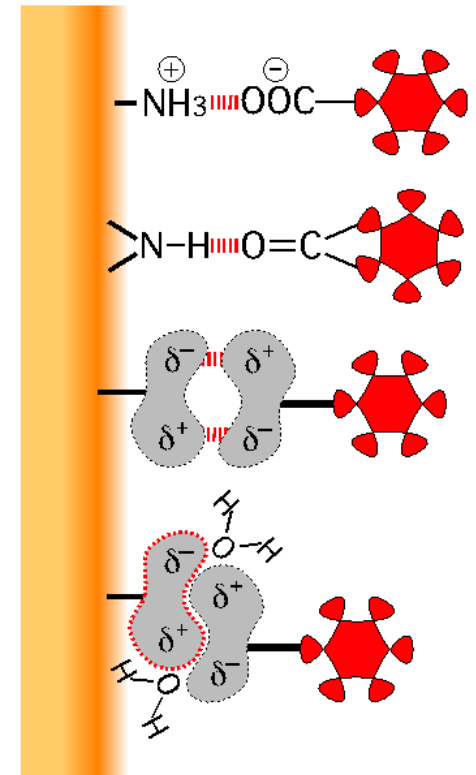
Electrostatic Forces: Attraction
between opposite charges

Hydrogen Bonds: Hydrogen shared
between electronegative atoms

Van der Waals Forces: Fluctuation in
electron clouds around molecules
oppositely polarize neighboring atoms

Hydrophobic Forces: Hydrophobic
groups interact with each other to
exclude water molecules

Cell Receptor Viral Ligand



Η ζωντανή ύλη υπακούει στους ίδιους ακριβώς νόμους της Φυσικής και της Χημείας όπως και η μη ζωντανή ύλη.

1ος νόμος Θερμοδυναμικής
(νόμος διατήρησης της ενέργειας
στο σύμπαν):

Η συνολική ενέργεια ενός
συστήματος και του περιβάλλοντός του παραμένει σταθερή.

2ος νόμος Θερμοδυναμικής
(αύξηση της αταξίας στο σύμπαν):

Η συνολική εντροπία ενός συστήματος και του περιβάλλοντος του πάντοτε αυξάνεται σε μια αυθόρμητη διεργασία.

$$\Delta S_{\text{Συστήματος}} + \Delta S_{\text{Περιβάλλοντος}} > 0$$

Η ζωή φαινομενικά αντιβαίνει τον 2^ο νόμο, αλλά η δημιουργία και διατήρηση οργανωμένων βιολογικών συστημάτων προϋποθέτει την κατανάλωση μορφών ενέργειας και συνεπώς την παραγωγή θερμότητας που αυξάνει την εντροπία (αταξία) του σύμπαντος.

Το 1878 ο Willard Gibbs συνδυάζοντας το πρώτο και το δεύτερο θερμοδυναμικό αξίωμα κατέληξε στην σχέση:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

Όπου,

ΔH η μεταβολή στην ενθαλπία

ΔS η μεταβολή στην εντροπία

ΔG η μεταβολή στην ελεύθερη ενέργεια

T απόλυτη θερμοκρασία στην οποία γίνεται η αντίδραση σε βαθμούς Kelvin

Με άλλα λόγια, η μεταβολή της ελεύθερης ενέργειας μιας αντίδρασης πρέπει να είναι αρνητική για να είναι η αντίδραση αυθόρμητη.