



BIOΧΗΜΕΙΑ

Τμήμα Αειφορικής Γεωργίας

Παναγιώτα Σταθοπούλου

Φεβρουάριος, 2024

Βιοχημεία



ΣΧΟΛΗ	ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ		
ΤΜΗΜΑ	ΑΕΙΦΟΡΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ		
ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟ		
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	SAG_203	ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	2 ^ο
ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΒΙΟΧΗΜΕΙΑ		

Υπεύθυνη διδάσκουσα:

Δρ Παναγιώτα Σταθοπούλου, Βιολόγος

Επίκουρη Καθηγήτρια

panstath@upatras.gr, panayotastathopoulou@gmail.com

Τηλ: 2641074152

Υπεύθυνη διδάσκουσα:
Δρ Παναγιώτα Σταθοπούλου, Βιολόγος
panstath@upatras.gr, panayotastathopoulou@gmail.com
Τηλ: 2641074152

Μαθήματα που έχω διδάξει:

- ❖ Μικροβιακή Οικολογία - Υποχρεωτικό
- ❖ Διαχείριση Χλωρίδας και Χερσαίων Οικοσυστημάτων-Υποχρεωτικό
- ❖ Μοριακή Βιολογία – Υποχρεωτικό
- ❖ Βιοτεχνολογία εργαστήριο – Υποχρεωτικό
- ❖ Ειδικά Θέματα Γενετικής Μηχανικής - Επιλογής
- ❖ Ζωικοί Εχθροί & Ζωοανθρωπονόσοι –Επιλογής
- ❖ Γονιδιωματική-Μεταγονιδιωματική – Επιλογής
- ❖ Εξέλιξη – Επιλογής
- ❖ Γενική Μικροβιολογία – Υποχρεωτικό
- ❖ Γεωργική Φαρμακολογία – Επιλογής
- ❖ Εντομολογία -Επιλογής

Βιοχημεία – Συγγράμματα

1. ΒΙΟΧΗΜΕΙΑ

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 102074412

Έκδοση: 1η/2021

Συγγραφείς: Jeremy M. Berg, John L. Tymoczko, Gregory J. Gatto, Jr., Lubert Stryer

ISBN: 9789605246365

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΙΔΡΥΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΕΡΕΥΝΑΣ-ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΗΤΗΣ



2. ΒΙΟΧΗΜΕΙΑ

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 77113116

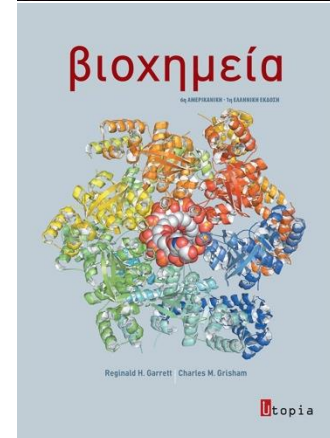
Έκδοση: 6η αμερικανική - 1η ελληνική έκδοση/2019

Συγγραφείς: Reginald H. Garrett, Charles M. Grisham

ISBN: 9786185173401

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): UTOPIA ΕΚΔΟΣΕΙΣ Μ. ΕΠΕ.



Η Βιοχημεία είναι η μελέτη της χημείας των διεργασιών της ζωής

Το μάθημα εξετάζει:

- Την χημική σύσταση των οργανισμών (βιομόρια της ζωής)
- Τον μεταβολισμό των συστατικών (διαχείριση ενέργειας, βιοσύνθεση)



Οι βιοχημικές διεργασίες περιλαμβάνουν δύο διαφορετικές κατηγορίες μορίων

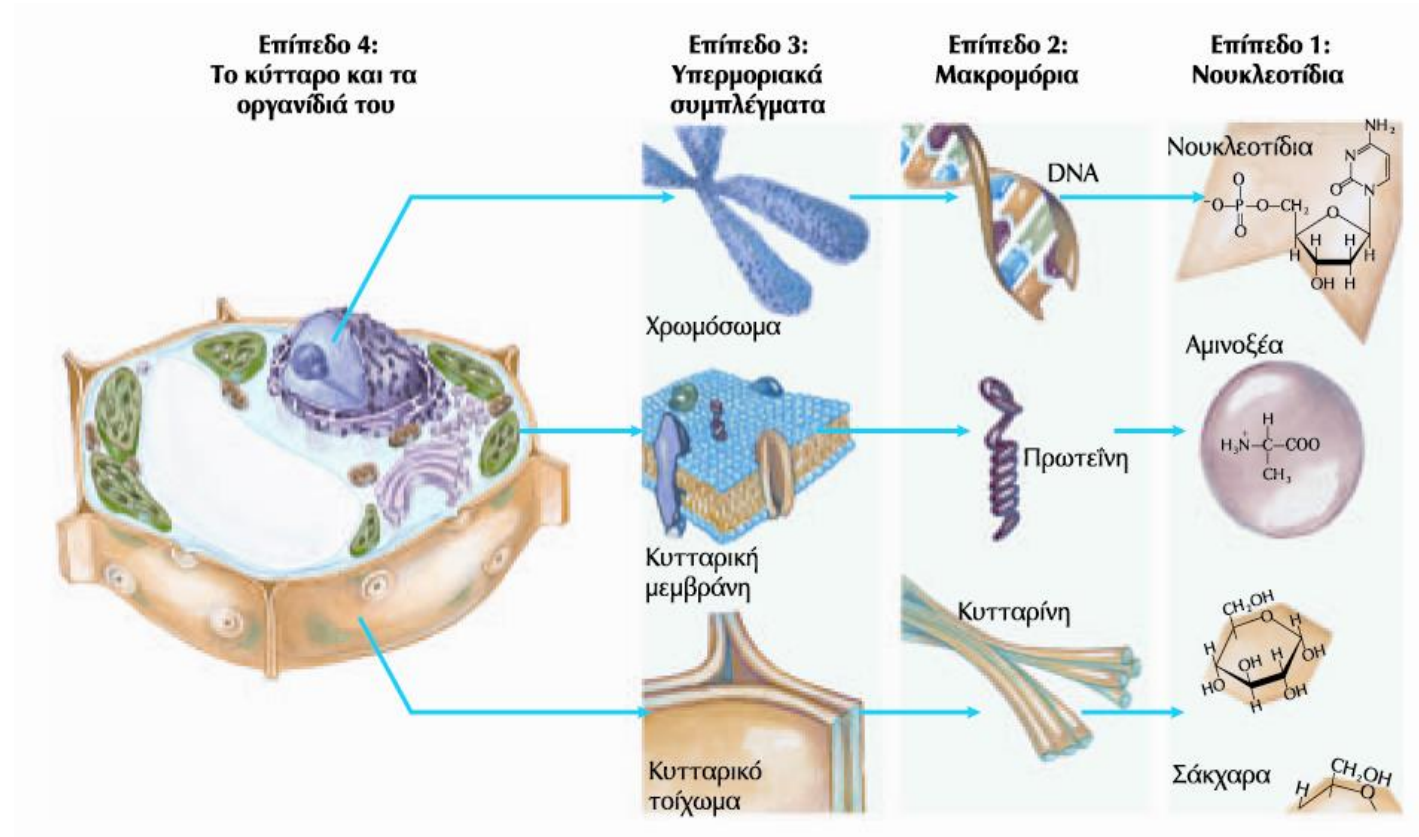
Μεγάλα μόρια
Πρωτεΐνες, νουκλεϊκά οξέα...

ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΜΑΚΡΟΜΟΡΙΑ

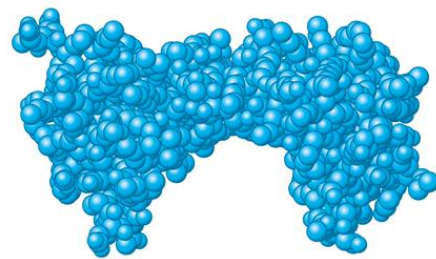
Μόρια μικρού μοριακού βάρους
Γλυκόζη, γλυκερόλη...

ΜΕΤΑΒΟΛΙΤΕΣ

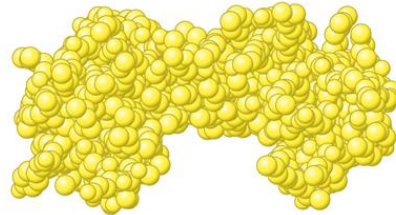
Επίπεδα οργάνωσης κυτταρικής ζωής



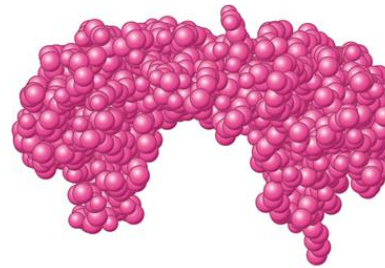
Σε βιοχημικό επίπεδο, όλοι οι οργανισμοί έχουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά



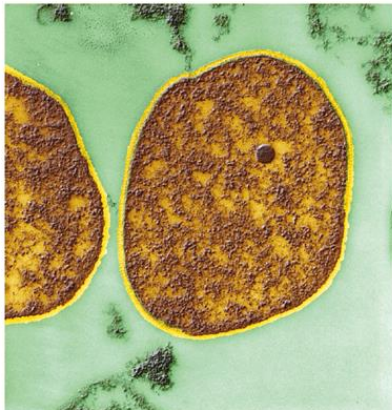
Sulfolobus archaea



Arabidopsis thaliana

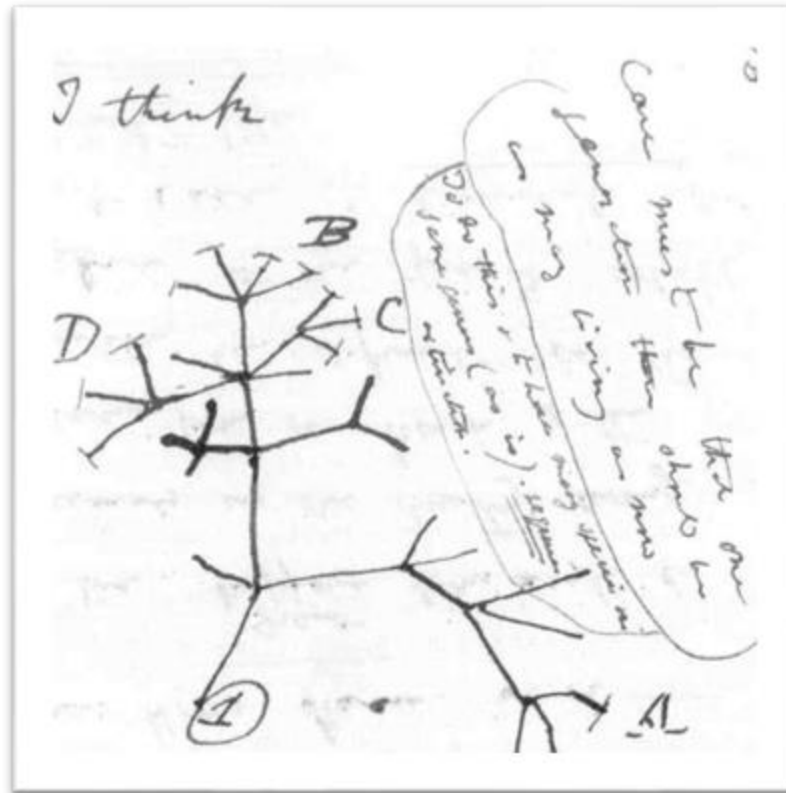


Homo sapiens

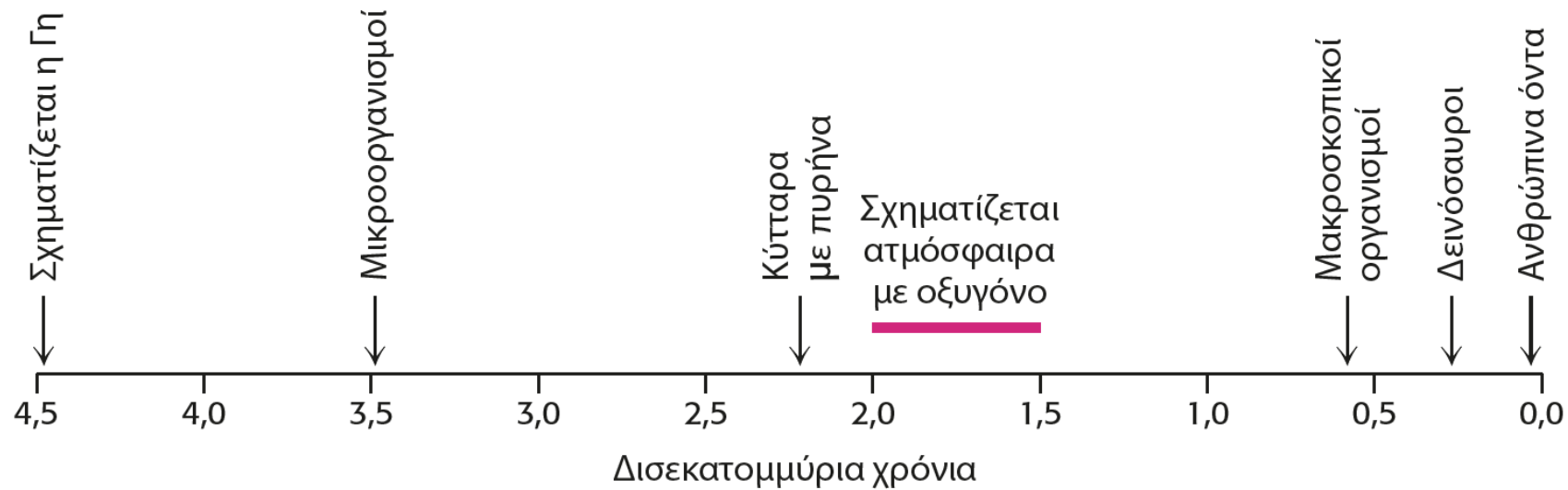


ΕΙΚΟΝΑ 1.1 Βιολογική ποικιλομορφία και ομοιότητα. Το σχήμα ενός μορίου σημαντικού για τη γονιδιακή ρύθμιση (η πρωτεΐνη που δεσμεύεται στο πλαίσιο TATA) είναι παρόμοιο σε τρεις οργανισμούς πολύ διαφορετικούς μεταξύ τους, που τους χωρίζουν στην εξελικτική κλίμακα δισεκατομμύρια χρόνια. [(Αριστερά) Eye of Science/Science Source (μεσαία εικόνα), Nigel Cattlin/Science Source (δεξιά) Photo by J. R. Eyerman/ The LIFE Picture Collection/Getty Images. Σ.τ.Μ.: Εικονίζεται ο Linus Pauling, από τους μεγαλύτερους χημικούς του 20ού αιώνα, με σημαντικότερη συνεισφορά στη βιοχημεία.]

“all the organic beings which have ever lived on this earth have descended from some primordial form”
Charles Darwin



Χρονοδιάγραμμα βιοχημικής εξέλιξης

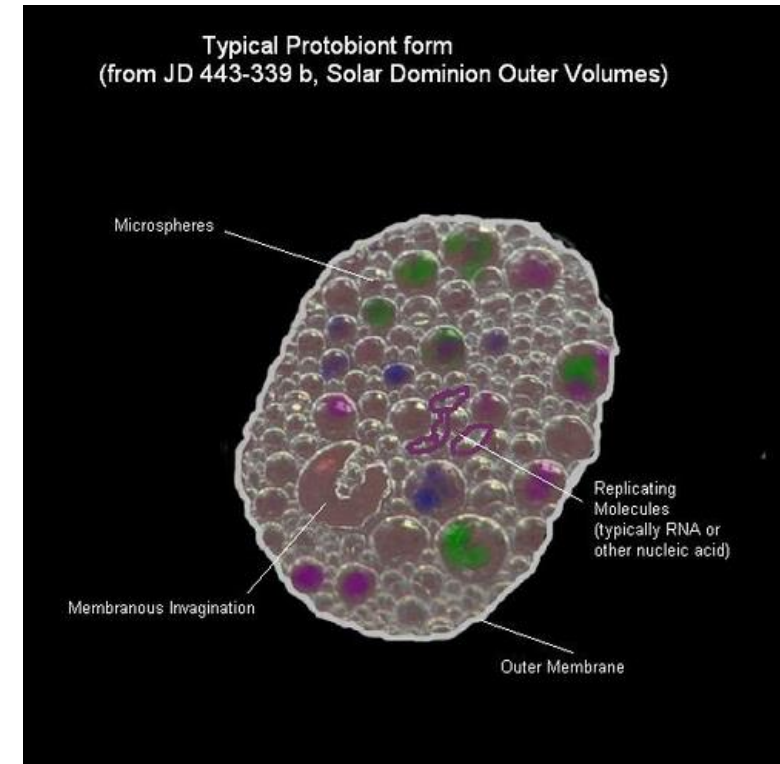
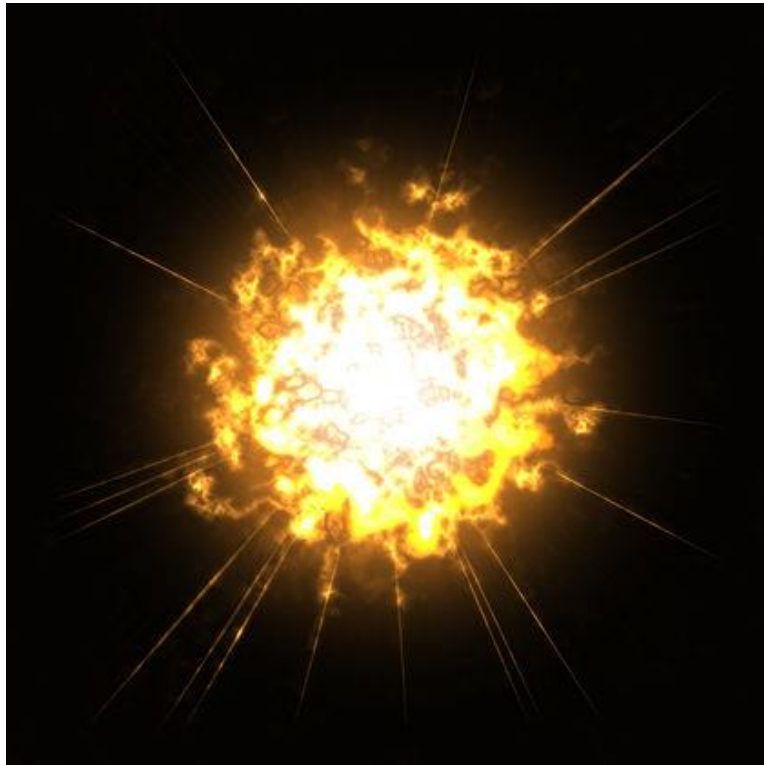


Η Γη σχηματίστηκε πριν από 4,5 δις χρόνια.

Η πρώιμη Γη χαρακτηρίζεται από αφιλόξενες συνθήκες (τηγμένη επιφάνεια, βομβαρδισμός από αστεροειδείς, υψηλή θερμοκρασία, νερό σε υδρατμούς, υψηλά επίπεδα υπεριώδους ακτινοβολίας)

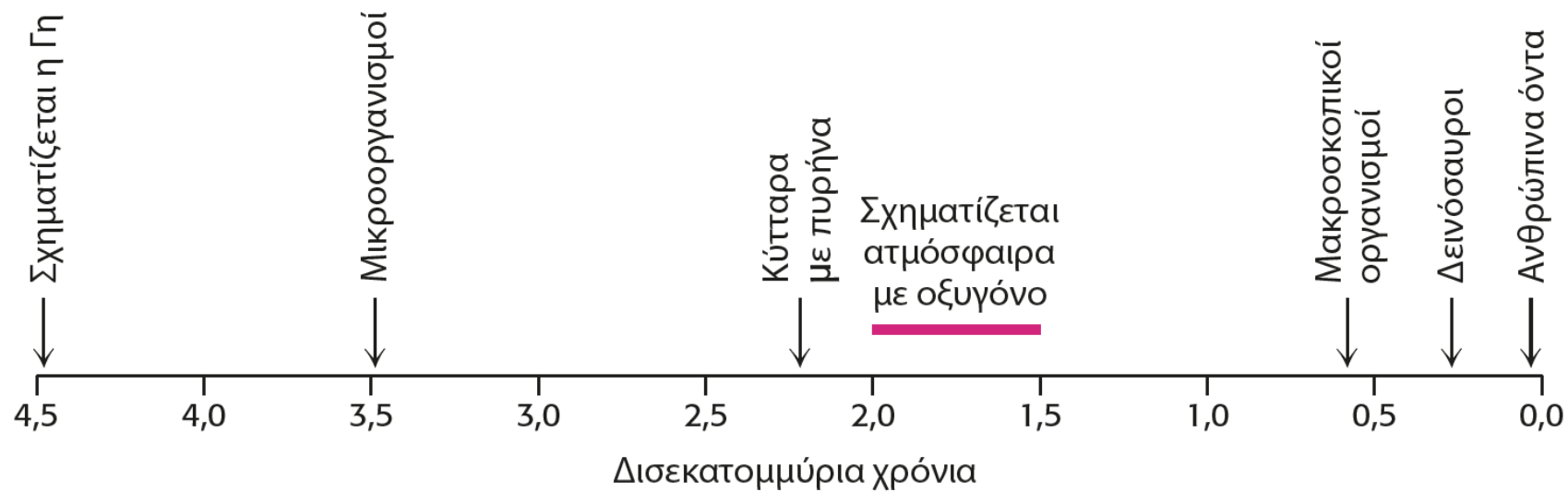
Πριν από 4,3 δις χρόνια σχηματίζεται συμπαγής φλοιός και ωκεανοί
Πριν από 4 δις χρόνια υπολογίζεται η εμφάνιση κυτταρικής ζωής (πιθανά σε υδροθερμικές πηγές στον πυθμένα των ωκεανών)

Από τον Ανόργανο Κόσμο στο πρώτο ζωντανό κύτταρο....

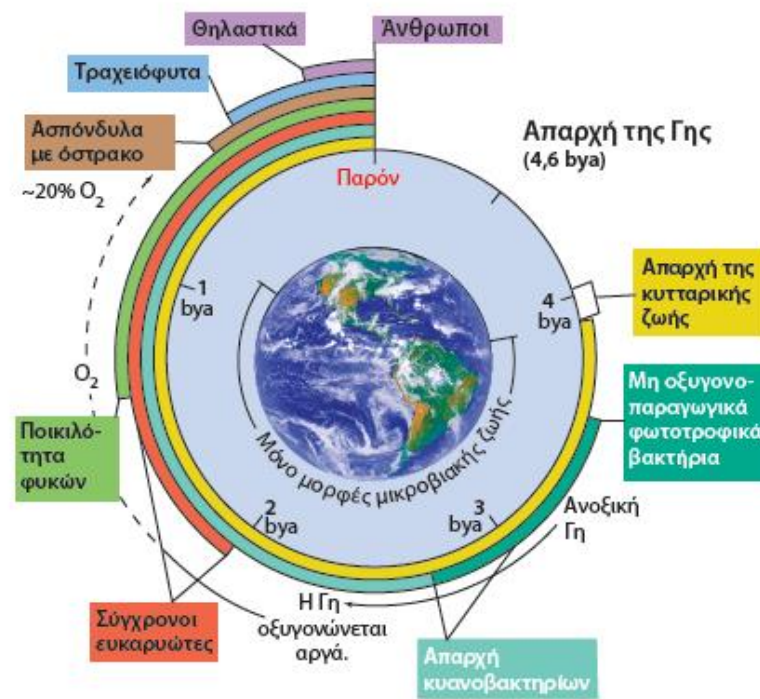


<https://www.youtube.com/watch?v=2hk1mYxKyE0>

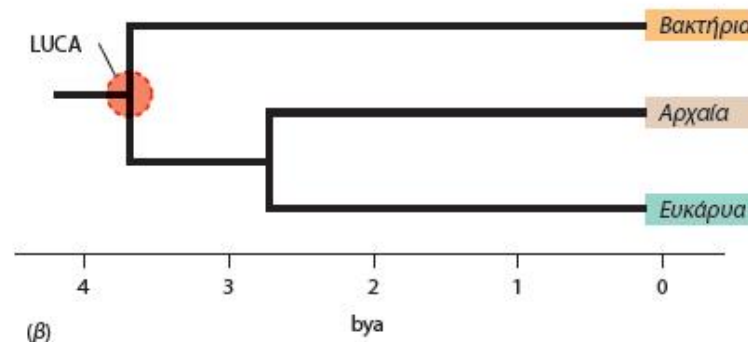
Χρονοδιάγραμμα βιοχημικής εξέλιξης



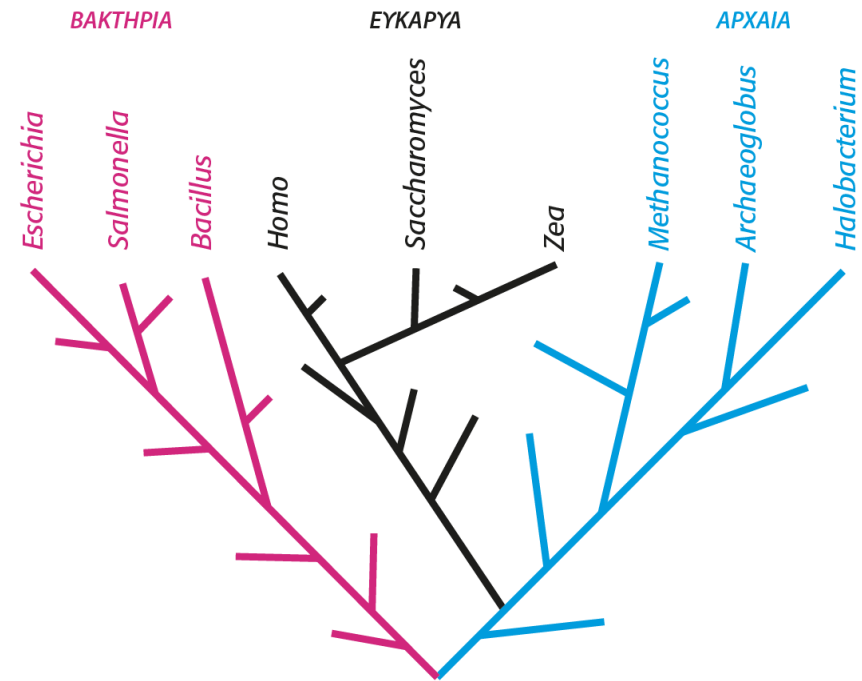
Αναερόβιος και Θερμοσταθερός μεταβολισμός των πρωτόγονων κυττάρων
Ανοξική Γη έως την εμφάνιση των κυανοβακτηρίων (οξυγονοπαραγωγική φωτοσύνθεση)
2,5 έως 3,3 δις χρόνια



(α)



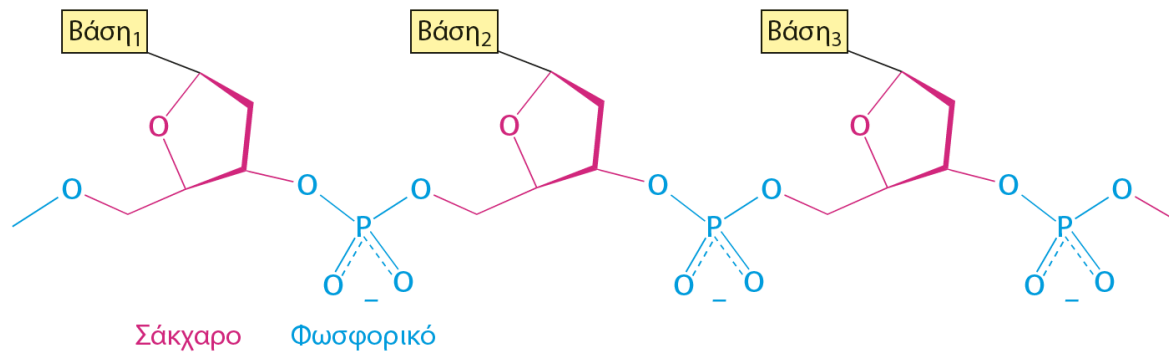
(β)



ΕΙΚΟΝΑ 1.3 Το δέντρο της ζωής. Μια πιθανή εξελικτική πορεία από έναν κοινό πρόγονο περίπου 3,5 δισεκατομμύρια χρόνια πριν (στο κάτω μέρος της εικόνας). Οι σύγχρονοι οργανισμοί εμφανίζονται στο επάνω μέρος της εικόνας.

DNA: σχέση δομής και λειτουργίας

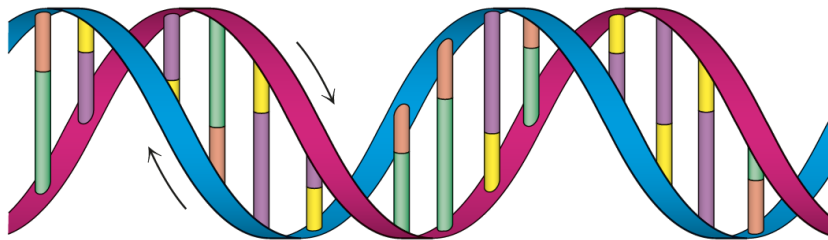
Χημική ουσία – Αποθήκευση πληροφορίας



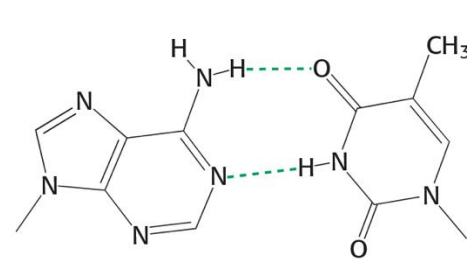
ΕΙΚΟΝΑ 1.4 Ομοιοπολική δομή του DNA. Κάθε μονάδα του πολυμερούς αποτελείται από ένα σάκχαρο (δεοξυριβόζη), ένα φωσφορικό και μία από τις τέσσερις διαφορετικές αζωτούχες βάσεις, οι οποίες προεξέχουν από τον κορμό σακχάρου-φωσφορικού.

Γραμμικό πολυμερές

DNA: τρισδιάστατη δομή

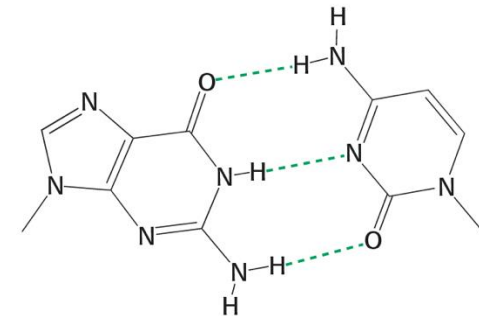


ΕΙΚΟΝΑ 1.5 Η διπλή έλικα. Η δομή διπλής έλικας του DNA που προτάθηκε από τους Watson και Crick. Οι κορμοί σακχάρου-φωσφορικού των δύο αλυσίδων είναι με μπλε και πορφυρό χρώμα, ενώ οι βάσεις είναι με πράσινο, μοβ, πορτοκαλί και κίτρινο. Οι δύο αλυσίδες (κλώνοι) είναι αντιπαράλληλες, με αντίθετες κατευθύνσεις αναφορικά με τον άξονα της διπλής έλικας, όπως φαίνεται και από τα βέλη.



Αδενίνη (A)

Θυμίνη (T)



Γουανίνη (G)

Κυτοσίνη (C)

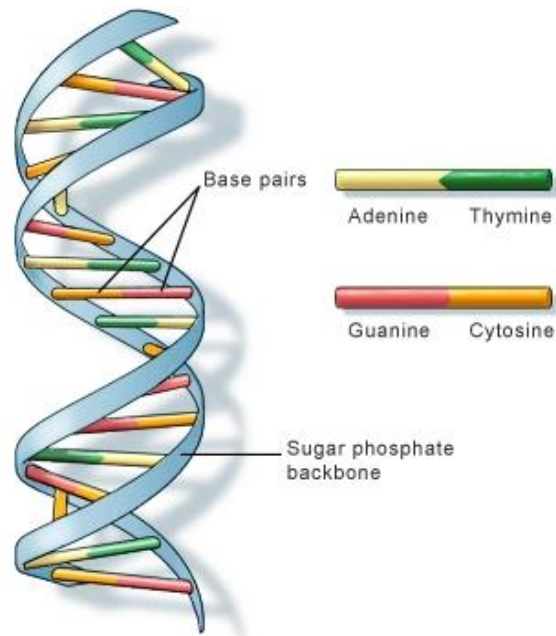
Οι δεσμοί υδρογόνου

- Είναι ασθενέστεροι των ομοιοπολικών δεσμών (δεσμοί άνθρακα-άνθρακα ή άνθρακα-αζώτου)
- Είναι αρκετά ασθενείς ώστε να μπορούν να διασπαστούν και αρκετά ισχυροί ώστε να σταθεροποιούν δομές

DNA: η δομή εξηγεί τον ρόλο

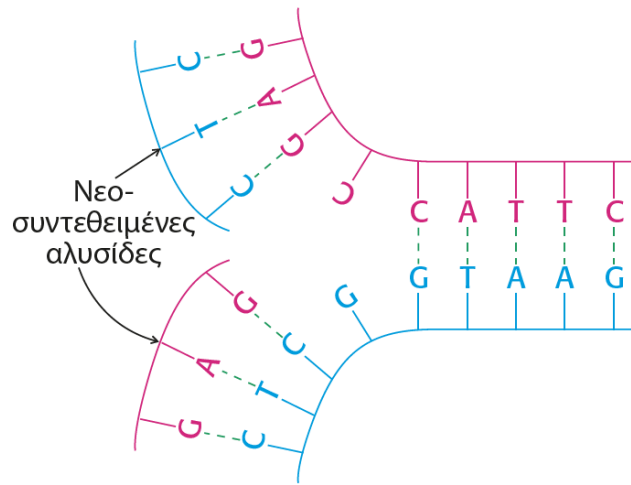
Η ΔΟΜΗ ΕΙΝΑΙ ΣΥΜΒΑΤΗ ΜΕ ΟΠΟΙΑΔΗΠΟΤΕ
ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑ ΒΑΣΕΩΝ

Αν και οι βάσεις διαφέρουν στην δομή, τα ζεύγη
έχουν πάντα το ίδιο σχήμα

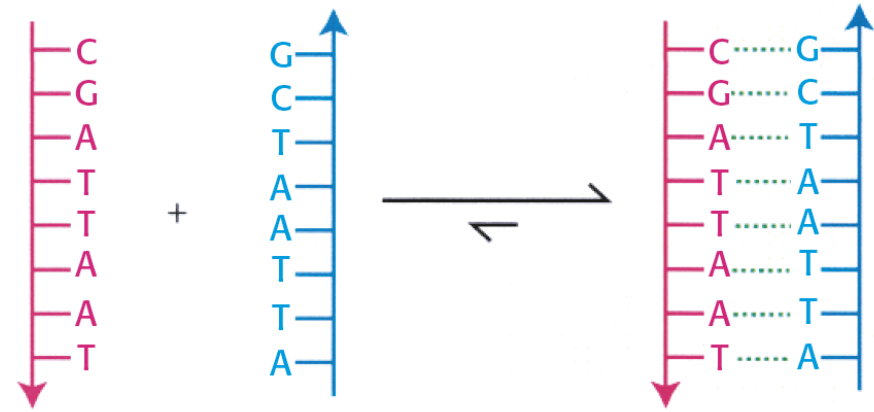


Η ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑ ΤΩΝ ΒΑΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΜΙΑ
ΑΛΥΣΙΔΑ ΚΑΘΟΡΙΖΕΙ ΤΗΝ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑ ΤΩΝ
ΒΑΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΑΛΛΗ

Κάθε αλυσίδα λειτουργεί ως εκμαγείο για την
δημιουργία της άλλης



ΕΙΚΟΝΑ 1.7 Αντιγραφή του DNA. Αν ένα μόριο DNA χωριστεί σε δύο μονές αλυσίδες, κάθε αλυσίδα μπορεί να λειτουργήσει ως το εκμαγείο για την παραγωγή και της άλλης.



ΕΙΚΟΝΑ 1.8 Σχηματισμός της διπλής έλικας. Όταν αναμειχθούν δύο αλυσίδες DNA με τις σωστές συμπληρωματικές αλληλουχίες, τότε συσσωματώνονται αυθόρμητα για τον σχηματισμό διπλής έλικας.

DNA: η δομή εξηγεί τον ρόλο

Χημικοί δεσμοί και ιδιότητες σχετικά με την δομή και τη σταθερότητα των βιομορίων

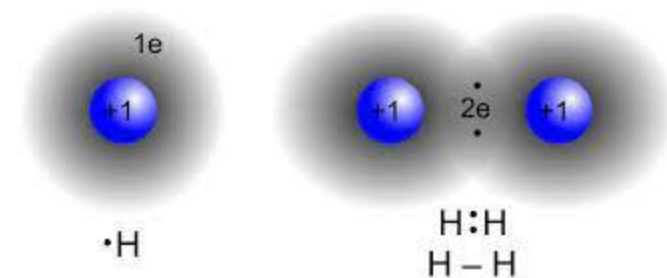
Ομοιοπολικοί Δεσμοί

Ισχυροί δεσμοί

Χρειάζονται ενέργεια για την διάσπασή τους

Δύο γειτονικά άτομα μοιράζονται ένα ζεύγος ηλεκτρονίων

Πολλαπλοί δεσμοί



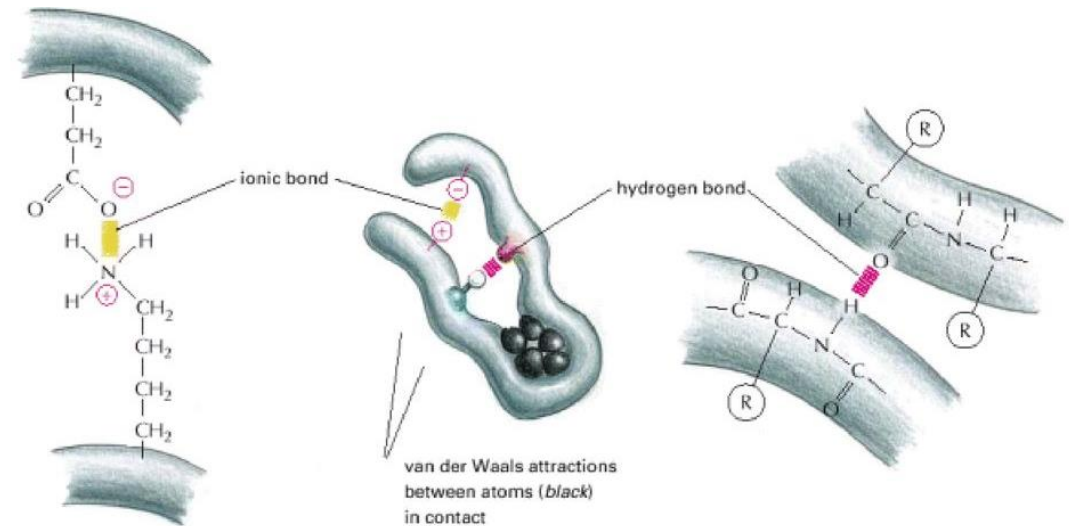
Χημικοί δεσμοί και ιδιότητες σχετικά με την δομή και τη σταθερότητα των βιομορίων

Μη ομοιοπολικοί δεσμοί

Ασθενείς δεσμοί

Κρίσιμοι για βιοχημικές διεργασίες

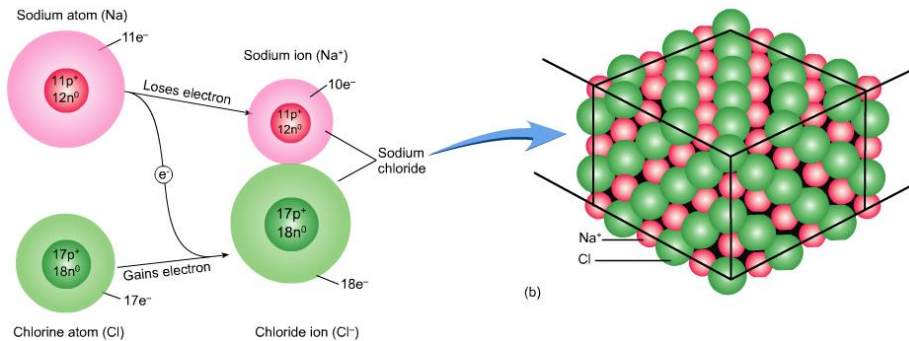
- Ιοντικές αλληλεπιδράσεις
 - Δεσμοί Υδρογόνου
- Αλληλεπιδράσεις van der Waals
- Υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις



Χημικοί δεσμοί και ιδιότητες σχετικά με την δομή και τη σταθερότητα των βιομορίων

Μη ομοιοπολικοί δεσμοί

- Ιοντικές αλληλεπιδράσεις



Δεσμοί μεταξύ μετάλλων-αμέταλλων

Τα άτομα του μετάλλου αποβάλλουν ηλεκτρόνια και μετατρέπονται σε κατιόντα

Τα άτομα του αμετάλλου προσλαμβάνουν ηλεκτρόνια και μετατρέπονται σε ανιόντα

Αναπτύσσονται ηλεκτροστατικές δυνάμεις
Coulomb-ιοντικός δεσμός

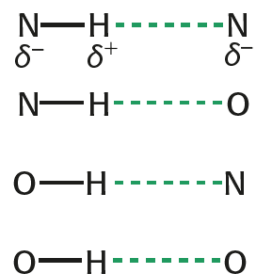
Τα ιόντα διατάσσονται στον χώρο και σχηματίζουν κρυστάλλους

Χημικοί δεσμοί και ιδιότητες σχετικά με την δομή και τη σταθερότητα των βιομορίων

Μη ομοιοπολικοί δεσμοί

- Δεσμοί Υδρογόνου

Δότης δεσμού υδρογόνου Δέκτης δεσμού υδρογόνου



ΕΙΚΟΝΑ 1.9 Δεσμοί υδρογόνου. Οι δεσμοί υδρογόνου εμφανίζονται ως διακεκομμένες πράσινες γραμμές. Φαίνονται οι θέσεις των μερικών φορτίων (δ^+ και δ^-).

Δεσμοί υδρογόνου δημιουργούνται μεταξύ του ατόμου H ενός μορίου και ενός ηλεκτραρνητικού ατόμου κάποιου άλλου μορίου

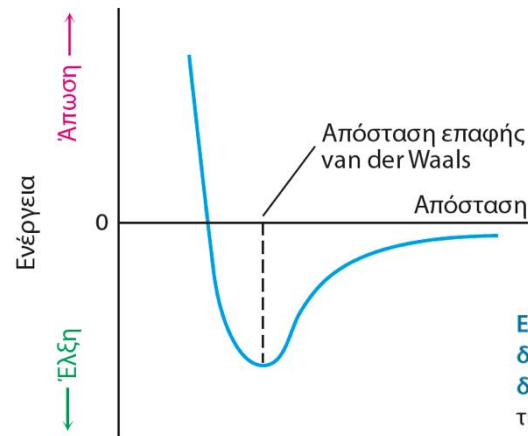
Δότης δεσμού υδρογόνου – περιέχει τόσο το άτομο υδρογόνου όσο και το άτομο στο οποίο το υδρογόνο είναι δεσμευμένο

Δέκτης δεσμού υδρογόνου – άτομο με την ασθενέστερη δέσμευση στο υδρογόνο

Χημικοί δεσμοί και ιδιότητες σχετικά με την δομή και τη σταθερότητα των βιομορίων

Μη ομοιοπολικοί δεσμοί

- Αλληλεπιδράσεις van der Waals



ΕΙΚΟΝΑ 1.10 Η ενέργεια μιας αλληλεπίδρασης van der Waals κατά την προσέγγιση δύο ατόμων. Η ενέργεια έχει την πιο ευνοϊκή τιμή όταν η απόσταση μεταξύ των πυρήνων ισούται με την απόσταση επαφής van der Waals. Η προσέγγιση των ατόμων σε απόσταση μικρότερη απ' αυτήν οδηγεί σε θεαματική αύξηση της ενέργειας λόγω της άπωσης μεταξύ ηλεκτρονίων.

Μη συμμετρική κατανομή ηλεκτρονιακού φορτίου γύρω από το άτομο

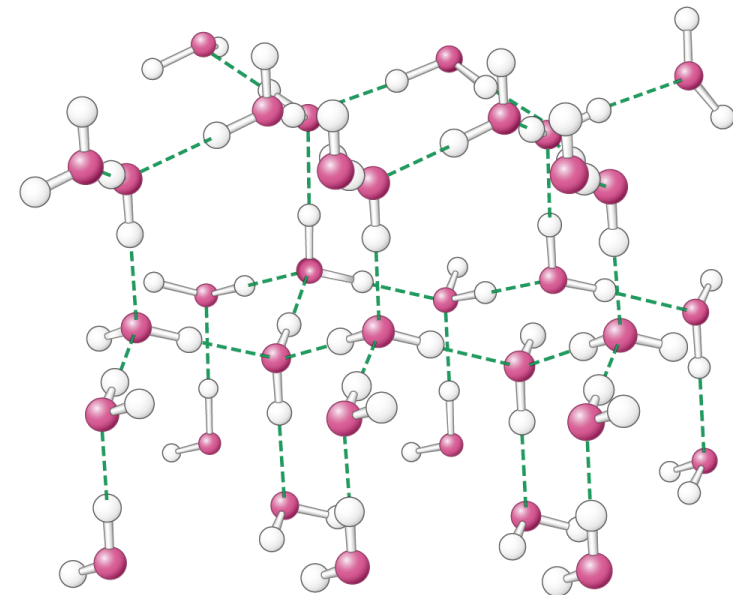
Συμπληρωματική ασυμμετρία στην κατανομή των ηλεκτρονίων γύρω από τα γειτονικά του άτομα

Μικρή ενέργεια, αλλά αθροιζόμενη είναι σημαντική

Υδροφοβικότητα και Νερό

Ιδιότητες του Νερού

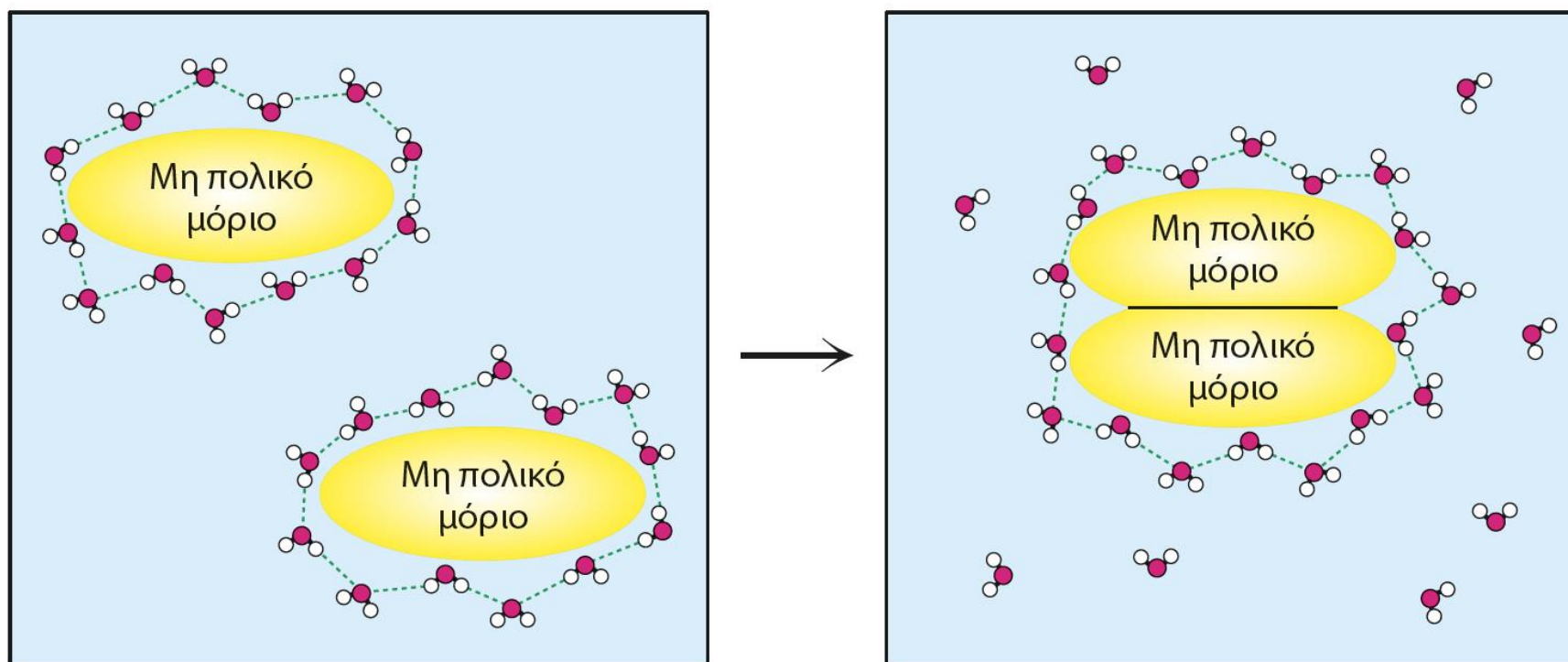
- Το νερό είναι πολικό μόριο (τριγωνικό σχήμα, ασύμμετρη κατανομή φορτίων)
- Το νερό έχει μεγάλη συνοχή (αλληλεπίδραση με δεσμούς υδρογόνου και ιοντικούς δεσμούς)



ΕΙΚΟΝΑ 1.11 Δομή του πάγου.

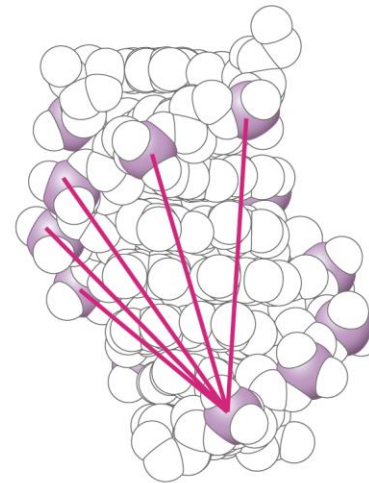
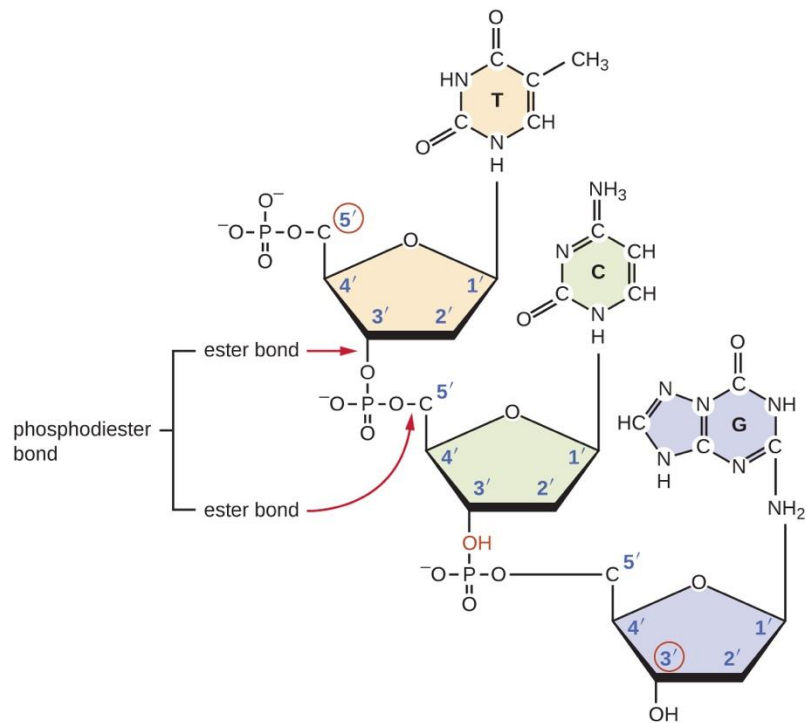
Δεσμοί υδρογόνου (απεικονίζονται ως διακεκομμένες πράσινες γραμμές) σχηματίζονται μεταξύ μορίων ύδατος, ώστε να προκύψει μια εξαιρετικά οργανωμένη και ανοιχτή δομή.

Υδροφοβικότητα και Νερό

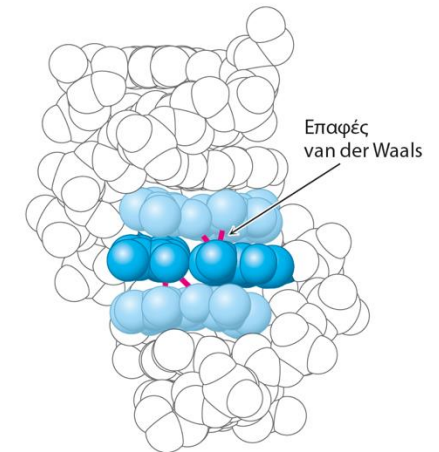


Η συσσωμάτωση μη πολικών ομάδων στο νερό οδηγεί στην απελευθέρωση μορίων ύδατος προς το υπόλοιπο νερό

Διπλή έλικα DNA και χημικοί δεσμοί

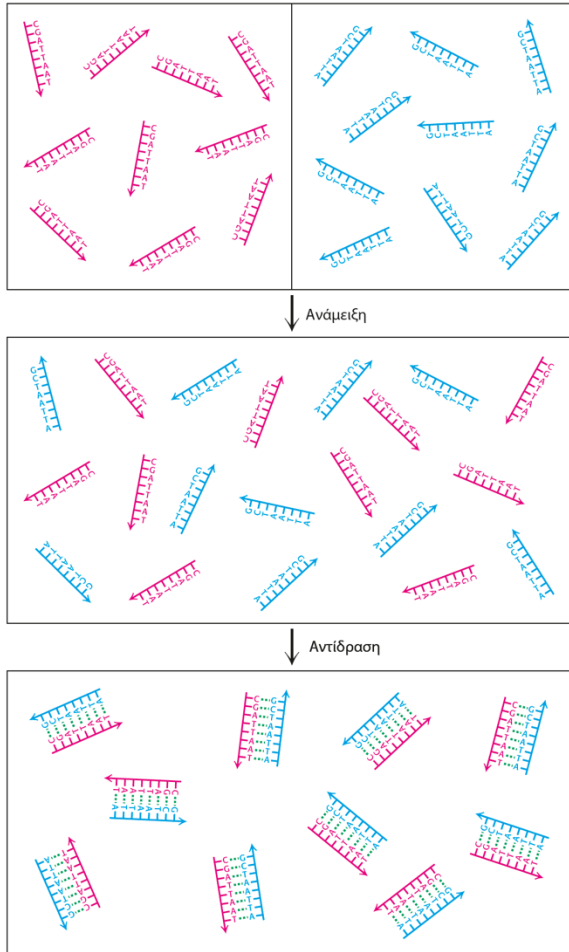


ΕΙΚΟΝΑ 1.13 Ιοντικές αλληλεπιδράσεις στο DNA. Κάθε μονάδα μέσα στη διπλή έλικα περιλαμβάνει μια φωσφορική ομάδα (το άτομο φωσφόρου απεικονίζεται με πορφυρό χρώμα) η οποία είναι αρνητικά φορτισμένη. Οι αρνητικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ φωσφορικών ομάδων παρουσιάζονται με κόκκινο χρώμα. Αυτές οι απωστικές αλληλεπιδράσεις αντιτίθενται στον σχηματισμό της διπλής έλικας.



ΕΙΚΟΝΑ 1.14 Στοιβάγμα βάσεων. Μέσα στη διπλή έλικα του DNA γειτονικά ζεύγη βάσεων στοιβάζονται το ένα επάνω στο άλλο, έτσι ώστε πολλά άτομα σε δύο γειτονικά ζεύγη βάσεων να απέχουν το ένα από το άλλο όσο και η μεταξύ τους απόσταση επαφής van der Waals. Το ζεύγος βάσεων αναφοράς φαίνεται με σκούρο μπλε χρώμα, ενώ τα δύο γειτονικά ζεύγη βάσεων είναι με ανοιχτό μπλε χρώμα. Διάφορα σημεία επαφής van der Waals υποδεικνύονται με κόκκινο.

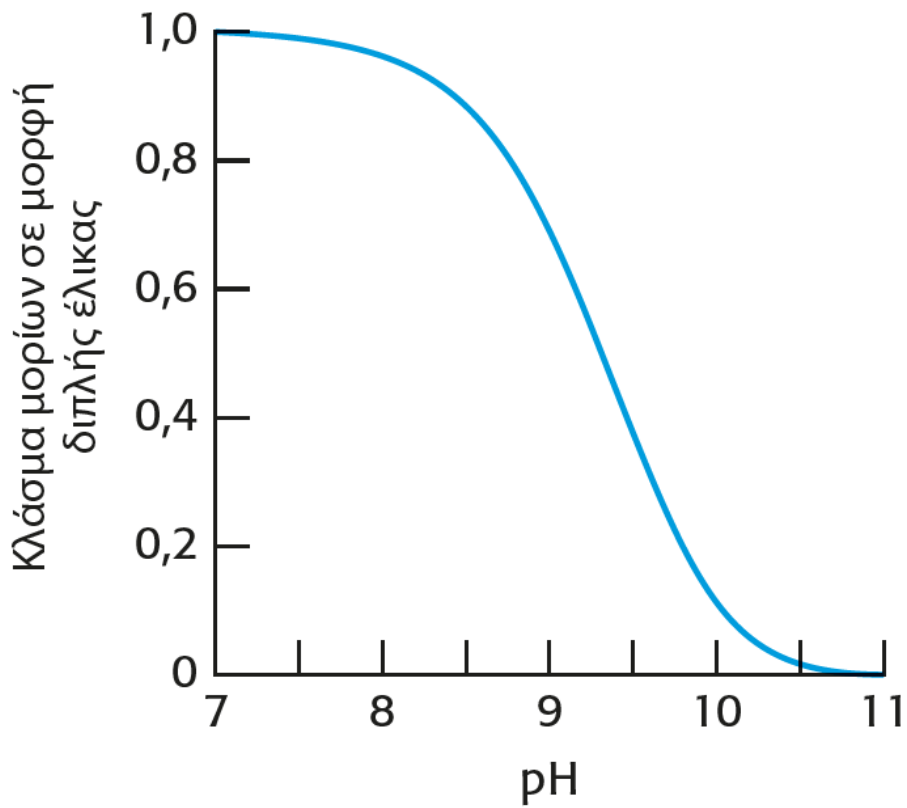
Διπλή έλικα DNA και θερμοδυναμική



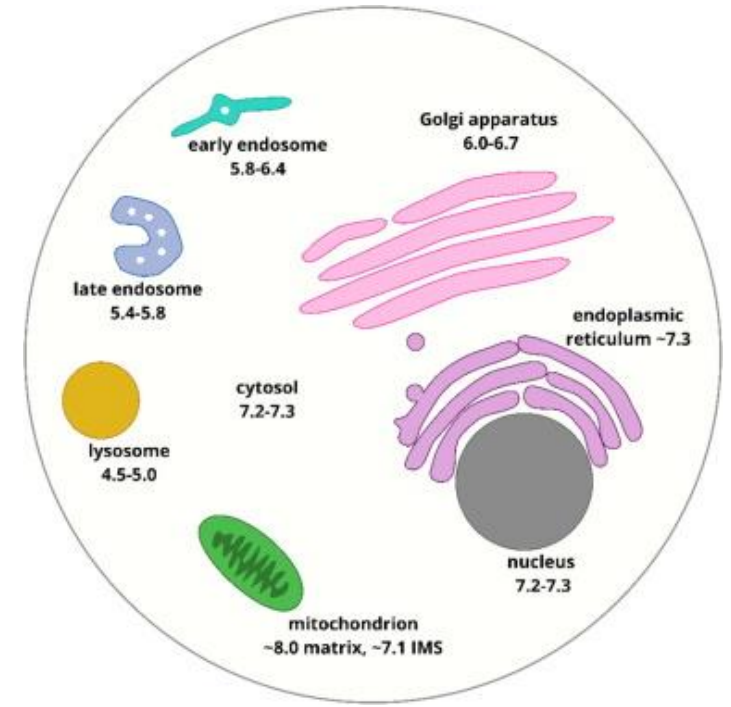
ΕΙΚΟΝΑ 1.15 Σχηματισμός διπλής έλικας και εντροπία. Όταν αναμειχθούν δύο διαλύματα που περιέχουν αλυσίδες DNA με συμπληρωματικές αλληλουχίες, τότε οι αλυσίδες αντιδρούν για να σχηματιστούν διπλές έλικες. Η διεργασία οδηγεί σε μείωση της εντροπίας του συστήματος, γεγονός που υποδηλώνει ότι θα πρέπει να απελευθερωθεί θερμότητα προς το περιβάλλον ώστε να αποκλειστεί η παραβίαση του δεύτερου νόμου της θερμοδυναμικής.

Ο **πρώτος νόμος της Θερμοδυναμικής** δηλώνει ότι η ενέργεια δεν μπορεί να δημιουργηθεί, ούτε να καταστραφεί, μπορεί μόνο να μετατραπεί από τη μια μορφή στην άλλη.

Ο **δεύτερος νόμος της Θερμοδυναμικής** δηλώνει ότι η συνολική εντροπία ενός συστήματος και του περιβάλλοντος του τείνει να αυξάνεται.



ΕΙΚΟΝΑ 1.16 Αποδιάταξη του DNA με την προσθήκη βάσης. Η προσθήκη βάσης σε ένα διάλυμα διπλής έλικας DNA που βρίσκεται αρχικά σε pH 7 ωθεί τη διπλή έλικα να διαχωριστεί σε δύο μονές αλυσίδες. Η διεργασία ολοκληρώνεται κατά το ήμισυ σε pH ελαφρώς υψηλότερο του 9.



Διπλή έλικα DNA και pH

Ρυθμιστικά Διαλύματα

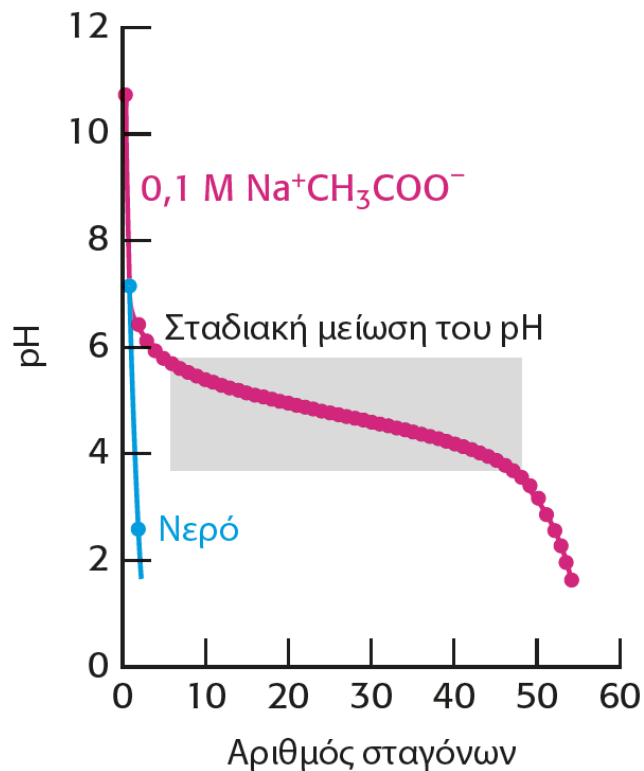
Ρυθμιστικό διάλυμα είναι το διάλυμα στο οποίο αν προστεθεί μικρή αλλά υπολογίσιμη ποσότητα ισχυρής βάσης ή ισχυρού οξέος δεν μεταβάλλει το pH του

Τα διαλύματα αυτά περιέχουν ένα ασθενές οξύ και τη συζυγή του βάση (HA /A-) ή μια ασθενή βάση και το συζυγές της οξύ (B / BH+).

Σταθερά διάστασης οξέος, K_a ,
(γνωστή επίσης και ως σταθερά οξύτητας, ή σταθερά ιοντισμού οξέος) είναι μια ποσοτική μέτρηση της ισχύος ενός οξέος σε διάλυμα.
Κάθε οξύ έχει διαφορετικό pKa.

εξίσωση Χέντερσον-Χάσελμπαχ

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$



ΕΙΚΟΝΑ 1.17 Δράση ρυθμιστικού

διαλύματος. Η προσθήκη ενός ισχυρού οξέος, 1 M HCl, σε καθαρό νερό έχει ως αποτέλεσμα την απότομη πτώση του pH κοντά στο 2. Αντίθετα, η προσθήκη οξέος σε ένα διάλυμα 0,1 M οξικού νατρίου ($\text{Na}^+ \text{CH}_3\text{COO}^-$) οδηγεί σε σταδιακή μείωση του pH μέχρι αυτό να φθάσει σε τιμή χαμηλότερη του 3,5.

Ρυθμιστικά διαλύματα

Επιλογή ένωσης με pK_a κοντά στο επιθυμητό pH και συγκεκριμένα σε εύρος ± 1 μονάδα από την τιμή pK_a .

Ένα ρυθμιστικό λειτουργεί σε τιμές pH ίσες με $\text{pK}_a \pm 1$

$\text{pH} = \text{pK}_a + 1$ όταν $[\text{βάσης}]/[\text{οξέος}] = 10$

$\text{pH} = \text{pK}_a - 1$ όταν $[\text{βάσης}]/[\text{οξέος}] = 1/10$

Η ρυθμιστική ικανότητα είναι μέγιστη για $\text{pK}_a = \text{pH}$ (δηλ όταν ασθενές οξύ ή βάση και το αντίστοιχο άλας έχουν ίσες συγκεντρώσεις)