



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Ζωολογία Ι

Ενότητα 2: Προέλευση και Χημεία της Ζωής

**Αναστάσιος Λεγάκις, Αναπλ. Καθηγητής
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Βιολογίας**

Προέλευση της ζωής

- Από τα πολύ παλιά χρόνια κοινή ήταν η πεποίθηση των ανθρώπων ότι η **ζωή πολλές φορές προέκυψε με αυτόματη γένεση από μη ζώσα ύλη, παράλληλα με τη γονική αναπαραγωγή.**



Louis Pasteur 1/2



- Το **1861**, ο μεγάλος Γάλλος επιστήμονας **Louis Pasteur** έπεισε τον επιστημονικό κόσμο ότι **οι ζώντες οργανισμοί δεν μπορούν να προκύψουν αυτόματα από μη ζώσα ύλη.**



Louis Pasteur 2/2



Ο Pasteur συμπέρανε ότι:

“Η ζωή δεν μπορεί να προκύψει χωρίς την παρουσία οργανισμών που προϋπάρχουν, καθώς και των αναπαραγωγικών τους στοιχείων, όπως αυγά και σπόρια.”

Κατά την ανακοίνωση των αποτελεσμάτων του στη Γαλλική Ακαδημία ο Pasteur δήλωσε:

“Ποτέ πια το δόγμα της αυτόματης γένεσης δεν θα υποστηριχθεί μετά από αυτό το θανατηφόρο πλήγμα που υπέστη.”



Προέλευση οργανισμών

- Όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί προέρχονται από ένα **κοινό πρόγονο**, που έμοιαζε περισσότερο με **έναν πληθυσμό αποικιακών μικροοργανισμών** που έζησε 4 δισεκατομύρια χρόνια πριν.



Κοινός πρόγονος 1/2

- Αυτός ο **κοινός πρόγονος** υπήρξε το προϊόν μιας μακράς περιόδου **προβιοτικής συγκέντρωσης μη ζώσας ύλης, συμπεριλαμβανομένων οργανικών μορίων και νερού**, απ' όπου σχηματίστηκαν **αυτόαναπαραγόμενες ενότητες**.

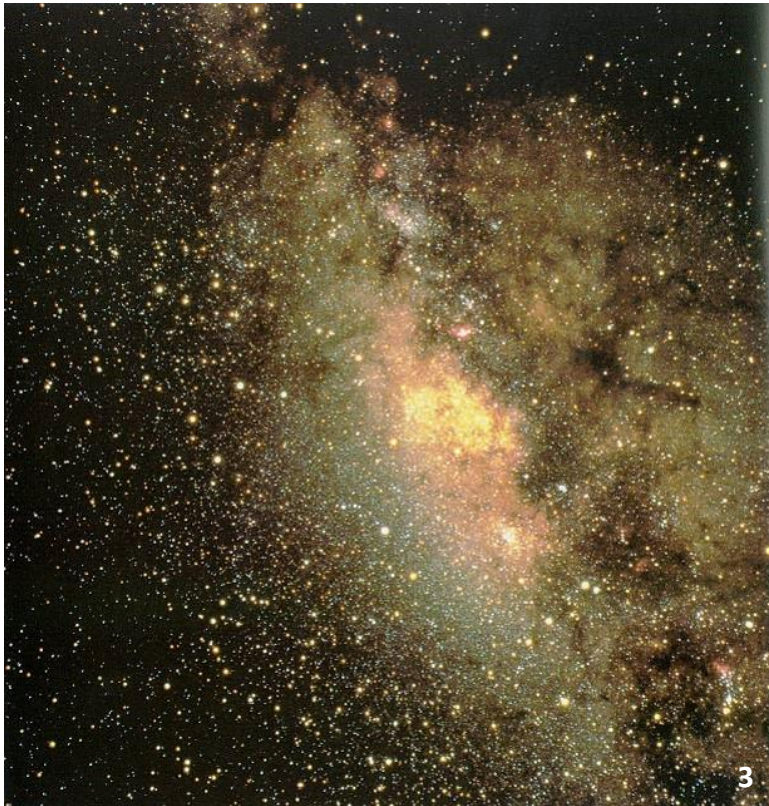


Κοινός πρόγονος 2/2

- Όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί διατηρούν **μια βασική χημική σύνθεση** που την κληρονόμησαν από τον **παλαιό κοινό τους πρόγονο**.



Το μοντέλο της μεγάλης έκρηξης



- Σύμφωνα με το μοντέλο της μεγάλης έκρηξης, το σύμπαν προήλθε από μια πρωτόγονη φλεγόμενη σφαίρα που επεκτείνεται και ψύχεται εδώ και 10 έως 20 δισεκατομμύρια χρόνια.



Ηλιακό σύστημα 1/2



Ηλιακό σύστημα που δείχνει το περιορισμένο εύρος των συνθηκών, οι οποίες είναι κατάλληλες για τη ζωή

- Ο ήλιος και οι πλανήτες σχηματίστηκαν πριν από περίπου 4,6 δισεκατομμύρια χρόνια από ένα σφαιρικό σύννεφο κοσμικής σκόνης και αερίων.
- Το σύννεφο κατέρρευσε υπό την επήρεια της ίδιας του της βαρύτητας, σχηματίζοντας έναν περιστρεφόμενο δίσκο.

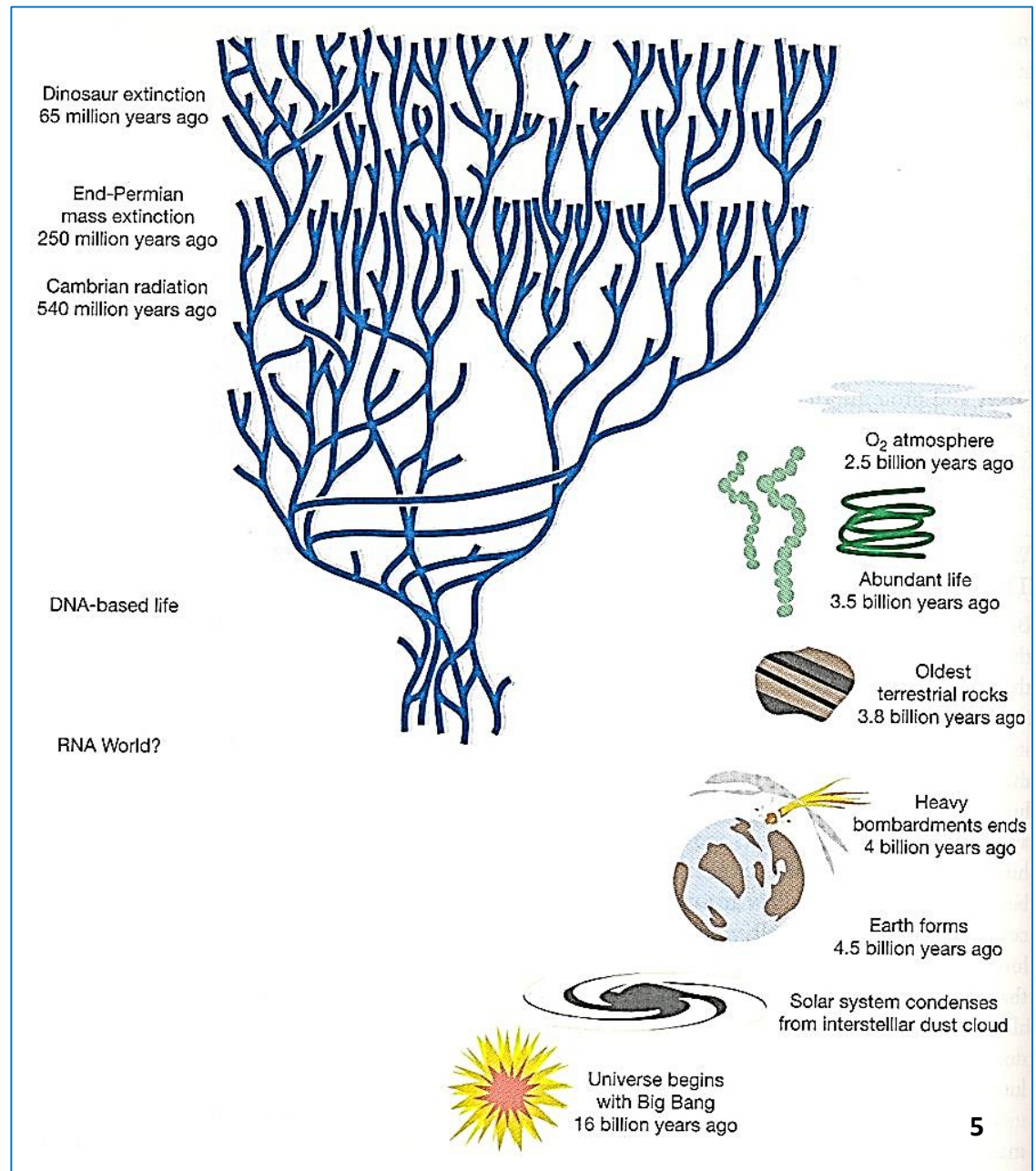


Ηλιακό σύστημα 2/2

- Καθώς η ύλη στο κέντρο του δίσκου συμπυκνώθηκε σχηματίζοντας τον **ήλιο**, εκλύθηκε **βαρυτική ενέργεια** με τη μορφή ακτινοβολίας.
- Η **ουσία** που απέμεινε **ψύχθηκε** και πιθανώς **σχημάτισε τους πλανήτες** συμπεριλαμβανομένης και της Γης.



Ηλιακό σύστημα και δημιουργία της ζωής



Η εμφάνιση της ζωής στη Γη 1/3

- Στη δεκαετία του 1920, ο Ρώσος βιοχημικός **Alexander Oparin** και ο Βρετανός βιολόγος **J.B.S. Haldane** πρότειναν, ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλον, ότι η ζωή ξεκίνησε στη Γη μετά από μια μεγάλη περίοδο αβιογενούς μοριακής εξέλιξης.



Η εμφάνιση της ζωής στη Γη 2/3

- Αντί να δεχθούν ότι οι πρώτοι ζωντανοί οργανισμοί εμφανίστηκαν κατά θαυμαστό τρόπο όλοι μαζί ξαφνικά – μια άποψη που τα προηγούμενα χρόνια είχε αποθαρρύνει την επιστημονική έρευνα – οι **Oparin** και **Haldane** υποστήριξαν ότι οι **απλούστερες μορφές ζωής εμφανίστηκαν σταδιακά μέσω της προοδευτικής συνένωσης μικρών ανόργανων μορίων σε πιο πολύπλοκα οργανικά μόρια.**



Η εμφάνιση της ζωής στη Γη 3/3

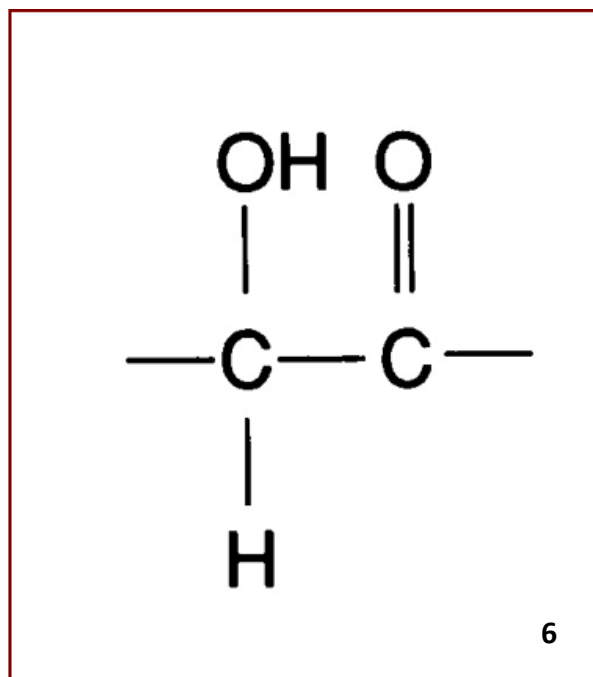
- Ενδεχομένως, αργότερα σχηματίστηκαν **μόρια** ικανά να αναπαραχθούν, τα οποία τελικώς κατέληξαν σε **συγκεντρώσεις ζωντανών μικροοργανισμών**.



Οργανική Μοριακή Δομή των Ζωντανών Οργανισμών



Χημική εξέλιξη και οργανικές ενώσεις 1/3



Ελεύθερη σακχαρική ένωση

- Από τη χημική εξέλιξη στο προβιοτικό περιβάλλον προέκυψαν **απλές οργανικές ενώσεις**, οι οποίες τελικά απετέλεσαν τις **δομικές μονάδες των ζωντανών κυττάρων**.
- Ο όρος «**οργανική ένωση**» αναφέρεται γενικώς σε ενώσεις που περιέχουν **άνθρακα**.



Χημική εξέλιξη και οργανικές ενώσεις 2/3

- Πολλές περιέχουν επίσης υδρογόνο, οξυγόνο, άζωτο, θείο, φωσφόρο, άλατα και άλλα στοιχεία.
- Ο άνθρακας σχηματίζει πολύ εύκολα δεσμούς με άλλα άτομα άνθρακα, σχηματίζοντας αλυσίδες που ποικίλλουν σε μήκος και μορφή.



Χημική εξέλιξη και οργανικές ενώσεις 3/3

- Οι **δεσμοί** μεταξύ ατόμων άνθρακα δίνουν τη δυνατότητα **τεράστιας πολυπλοκότητας** και **ποικιλίας** στη μοριακή δομή.
- Έχουν προσδιοριστεί περισσότερες από ένα **εκατομμύριο οργανικές ενώσεις**.



Η Χημική Εξέλιξη



Χημική εξέλιξη 1/6

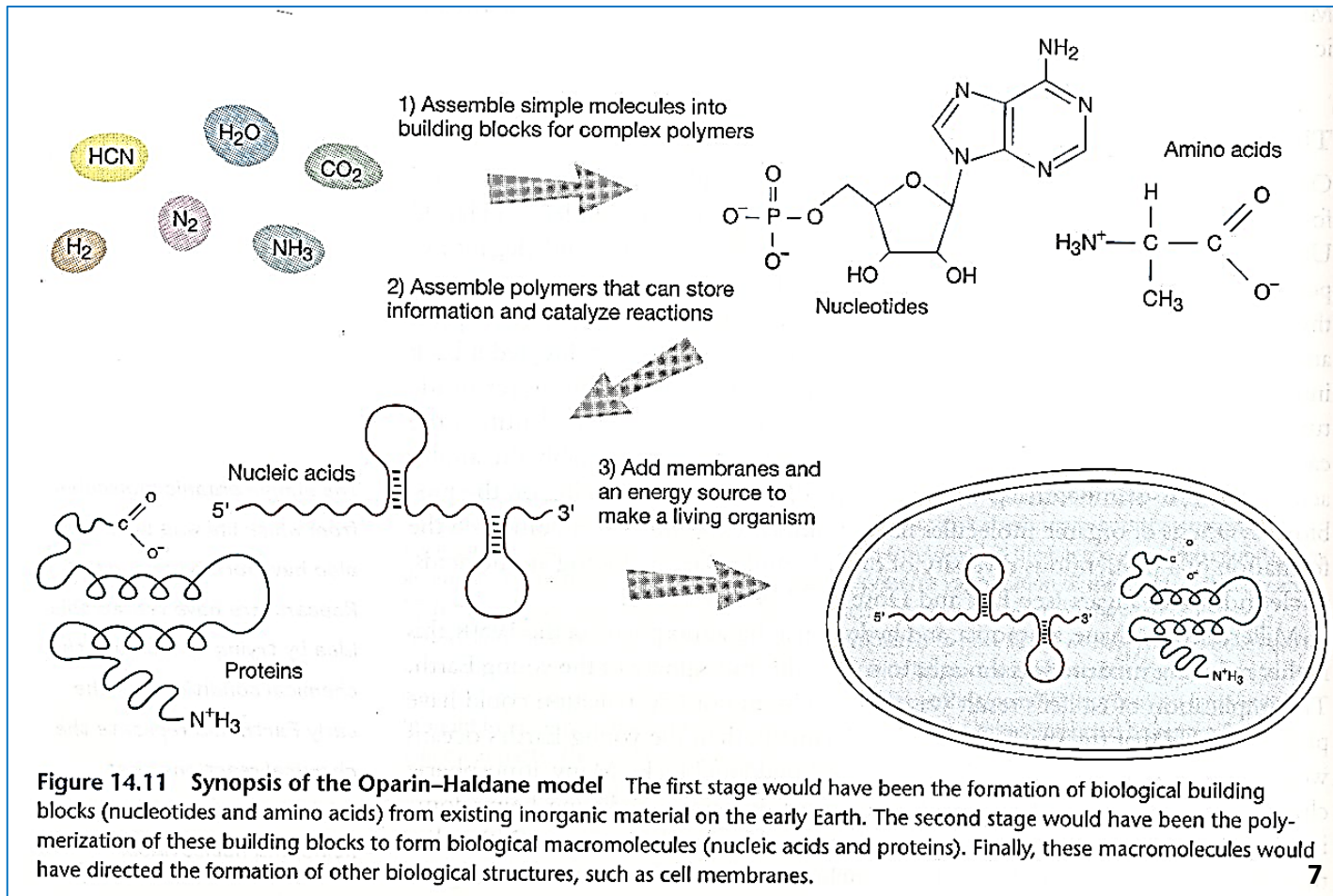


Figure 14.11 Synopsis of the Oparin-Haldane model The first stage would have been the formation of biological building blocks (nucleotides and amino acids) from existing inorganic material on the early Earth. The second stage would have been the polymerization of these building blocks to form biological macromolecules (nucleic acids and proteins). Finally, these macromolecules would have directed the formation of other biological structures, such as cell membranes. **7**



Χημική εξέλιξη 2/6

Η πρωτόγονη ατμόσφαιρα: αναγωγική

- Νερό
- Διοξείδιο άνθρακα
- Μοριακό υδρογόνο
- Μεθάνιο
- Αμμωνία
- Ίχνη μοριακού οξυγόνου



Χημική εξέλιξη 3/6

Όταν ένα τέτοιο μίγμα αερίων εκτίθεται σε υπεριώδη ακτινοβολία δημιουργούνται πολλές οργανικές ενώσεις:

- Υδατάνθρακες
- Λίπη
- Πρωτεΐνες
- Νουκλεϊκά οξέα



Χημική εξέλιξη 4/6



Τα πρώτα οργανικά μόρια σχημάτισαν έναν ζεστό, αραιό ζωμό.



Χημική εξέλιξη 5/6

Αέρια μείγματα της πρωτόγονης
ατμόσφαιρας + μεθάνιο + αμμωνία σε
θερμοκρασία δωματίου:

Καμία αντίδραση

+ παροχή ελεύθερης ενέργειας:

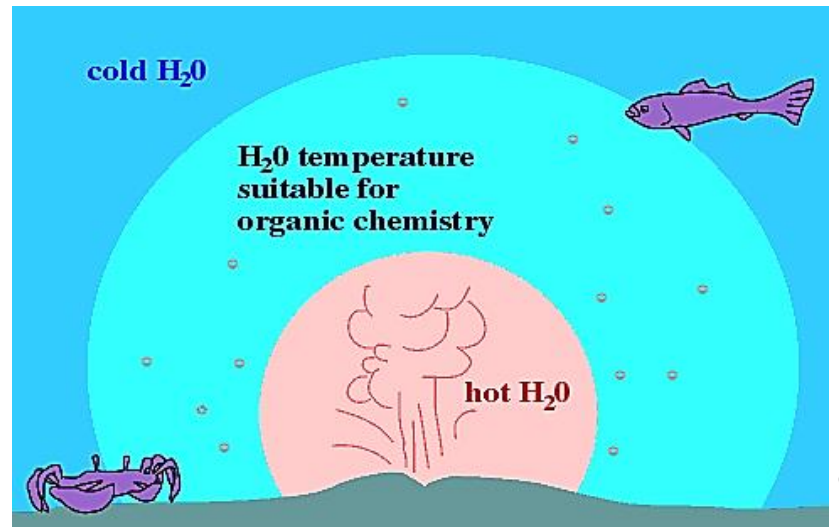
Χημική αντίδραση



Χημική εξέλιξη 6/6

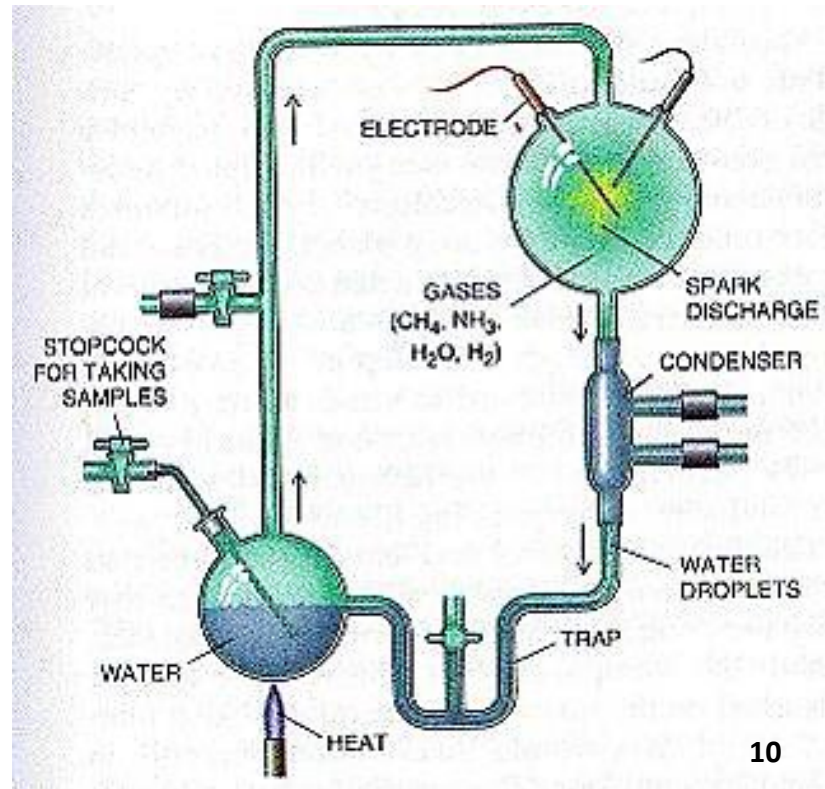
Πιθανές πηγές ενέργειας:

- Υπεριώδης ακτινοβολία
- Ηλεκτρικές εκκενώσεις
- Εκτεταμένη ηφαιστειακή δραστηριότητα
- Υδροθερμικές αναβλύσεις



Προβιοτική σύνθεση μικρών οργανικών μορίων 1/2

- Σύνθεση σε πειραματικές συνθήκες.
- Miller και Urey 1953



10



Προβιοτική σύνθεση μικρών οργανικών μορίων 2/2

Μετά από μια εβδομάδα συνεχών εκκενώσεων το 15% του άνθρακα είχε μετατραπεί σε οργανικές ενώσεις:

- 4 αμινοξέα
- Μερικά απλά λιπαρά οξέα

Άλλα πειράματα έχουν δείξει ότι για τη δημιουργία οργανικών μορίων χρειάζονται αναγωγικές συνθήκες και παροχή έντονης ενέργειας.



Ο σχηματισμός των πολυμερών

Επόμενο στάδιο:

- Συμπύκνωση αμινοξέων, αζωτούχων ενώσεων, σακχάρων.
- Αποτέλεσμα: Μεγαλύτερα μόρια.
- Πρωτεΐνες, νουκλεϊκά οξέα.

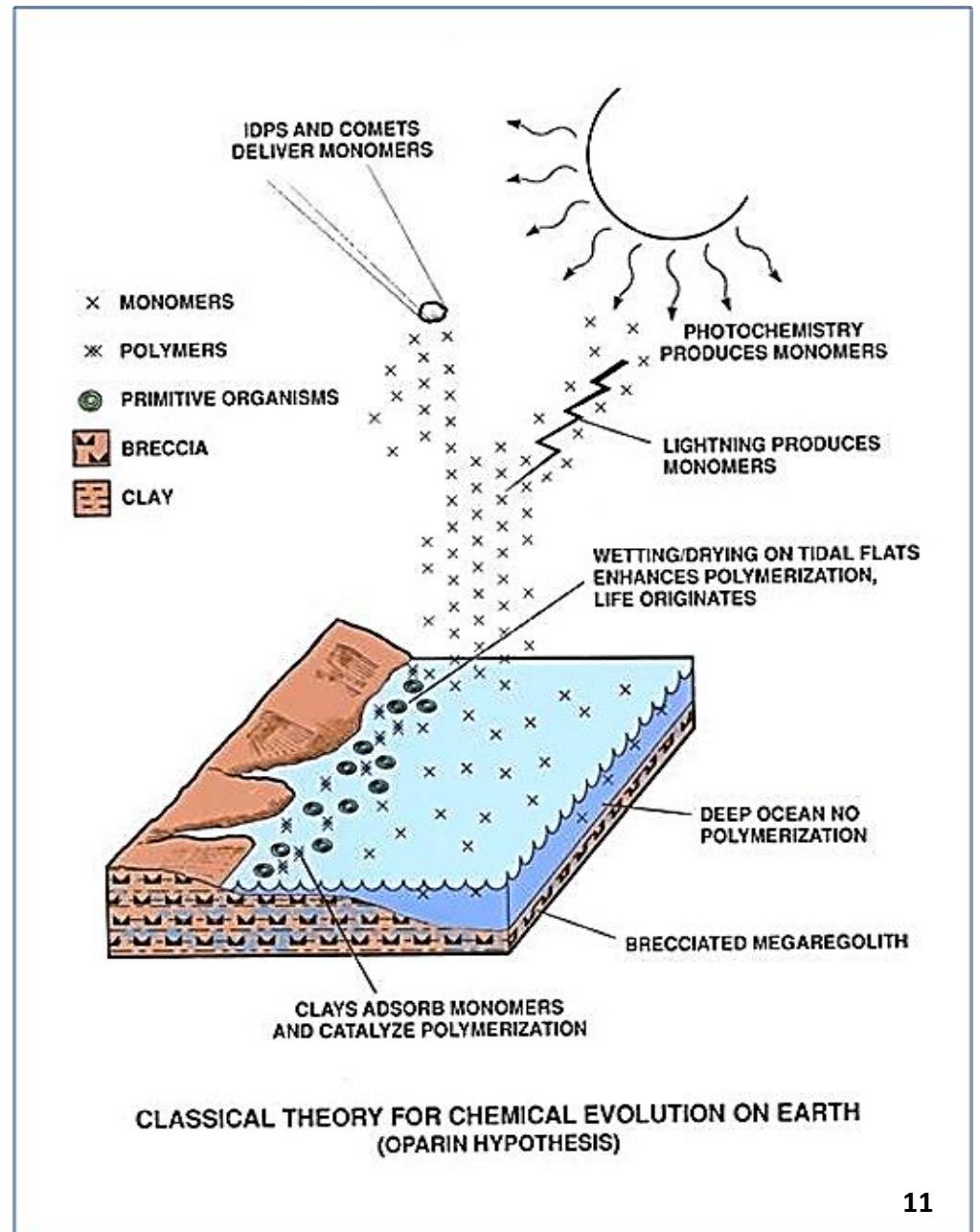


Πως σχηματίστηκαν τα πολυμερή

- Σκόνη από καταιγίδες και πτώση μετεωριτών.
- Εστίες συγκέντρωσης σταγόνων νερού.
- Υγρές επιφάνειες αργίλου και άλλων ορυκτών.



Η κλασική θεωρία για την χημική εξέλιξη στη γη 1/4



Η κλασική θεωρία για την χημική εξέλιξη στη γη 2/4



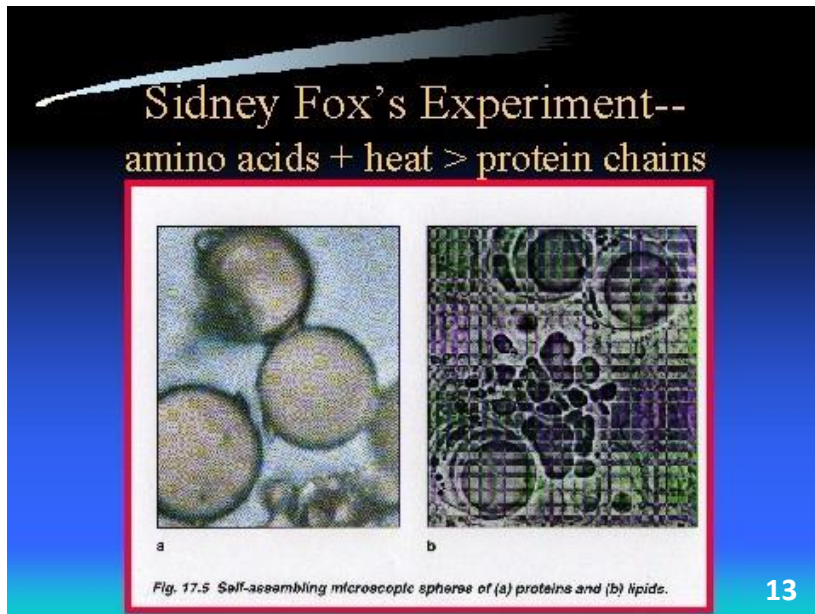
- **Θερμική συμπύκνωση**
- Τα μονομερή ενώνονται μεταξύ τους με την αφαίρεση νερού.
- **Θερμική σύνθεση**
- Πειράματα Sydney Fox.
- Σχηματισμός πρωτεϊνοειδών σφαιριδίων.



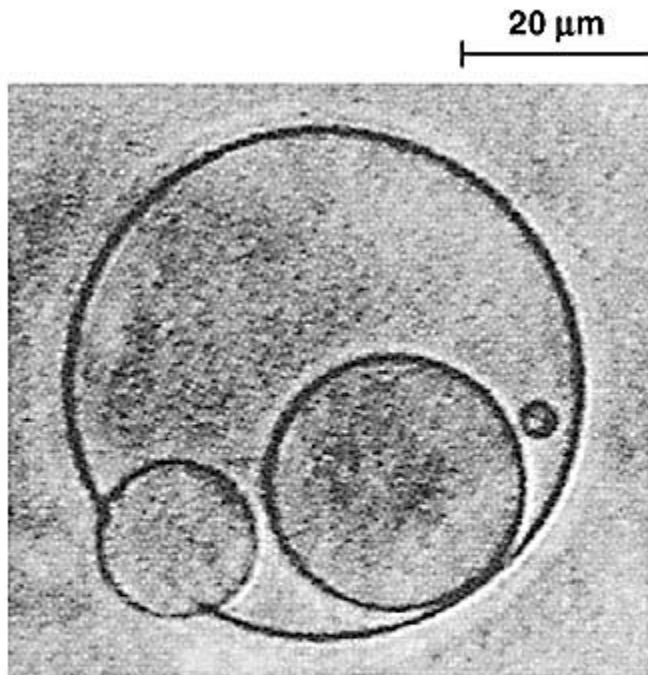
Η κλασική θεωρία για την χημική εξέλιξη στη γη 3/4

Χαρακτηριστικά ζωντανών συστημάτων

- Μικρά σε μέγεθος, μοιάζουν με βακτήρια.
- Εξωτερικά τοιχώματα με δύο στιβάδες.
- Ιδιότητες ώσμωσης και επιλεκτικής διάχυσης.
- Αυξάνονται με σύμπτυξη ή πολλαπλασιάζονται με εκβλάστηση.

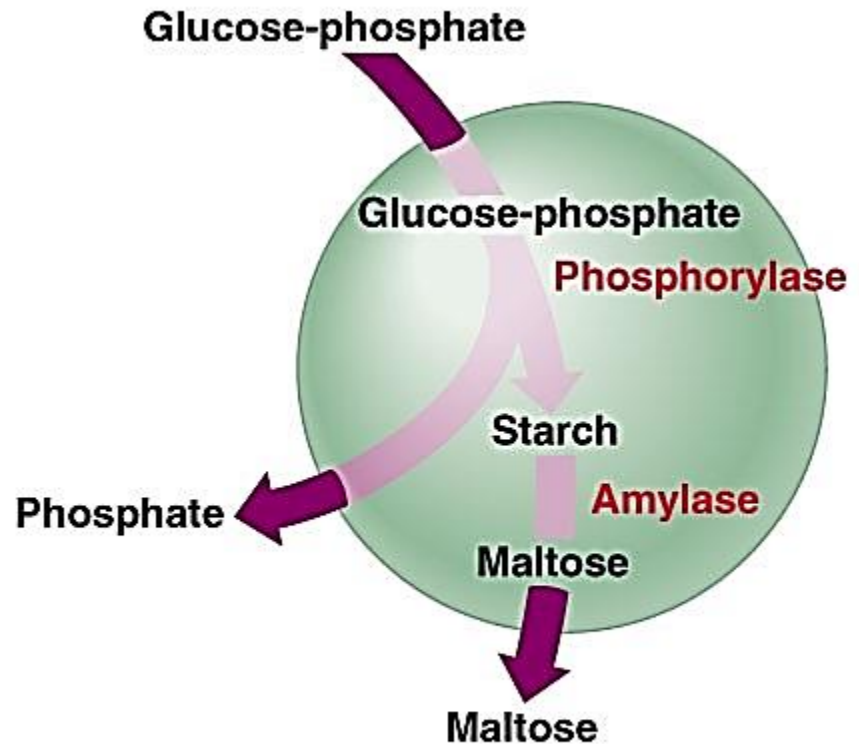


Η κλασική θεωρία για την χημική εξέλιξη στη γη 4/4



(a) Simple reproduction

Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



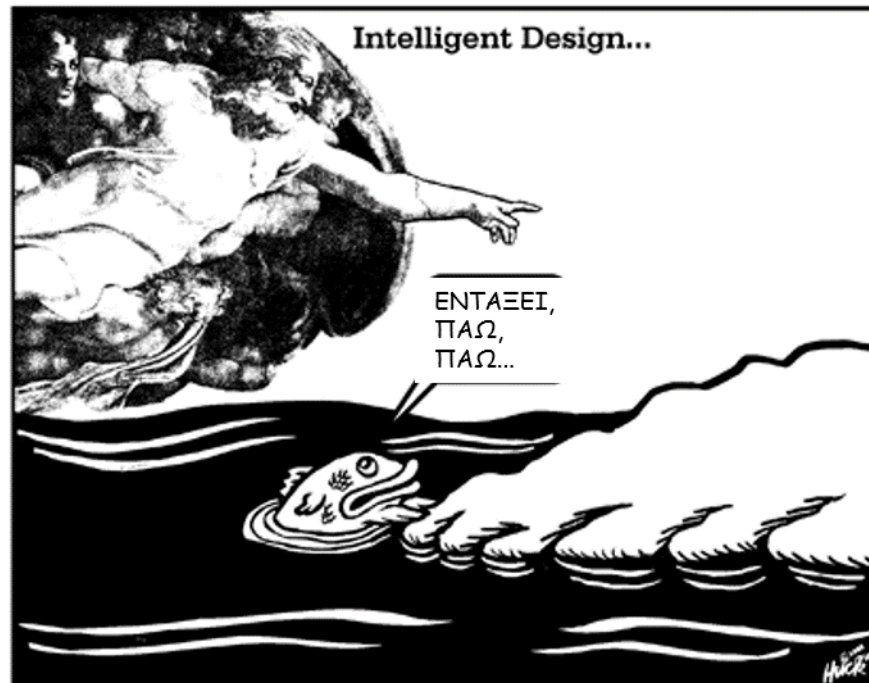
(b) Simple metabolism

14

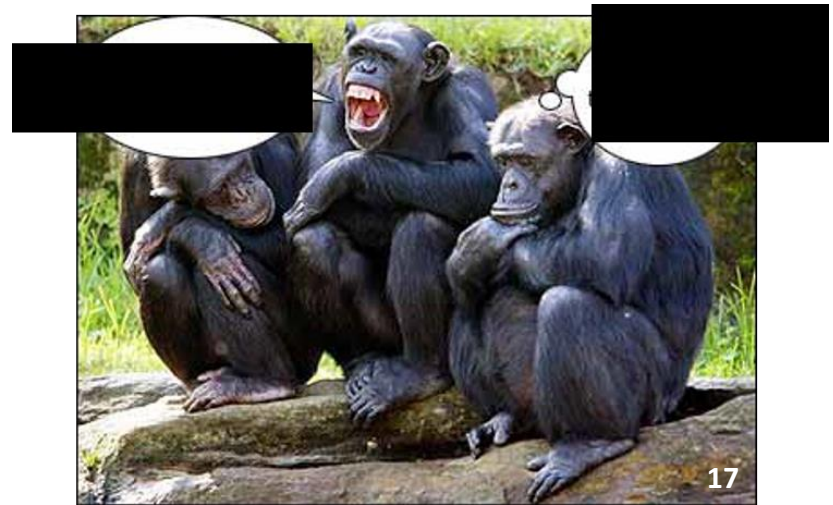
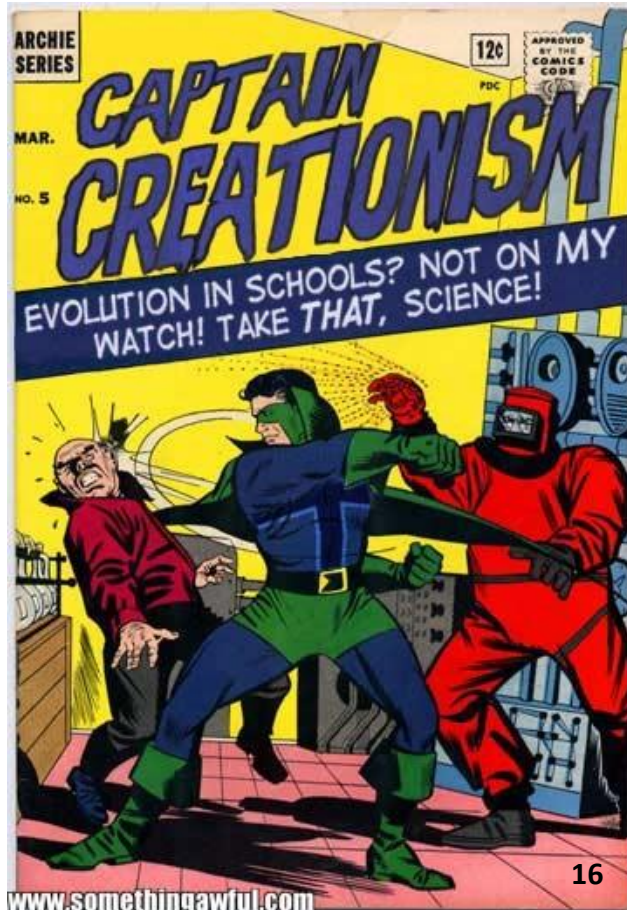


Άλλες θεωρίες προέλευσης της ζωής 1/3

- Δημιουργισμός και ο ευφυής σχεδιασμός



Άλλες θεωρίες προέλευσης της ζωής 2/3



Άλλες θεωρίες προέλευσης της ζωής 3/3

- **Πανσπερμία:** Η πρώτη ύλη για τη δημιουργία της ζωής προήλθε από το διάστημα.



Η Προέλευση των Ζωντανών Συστημάτων

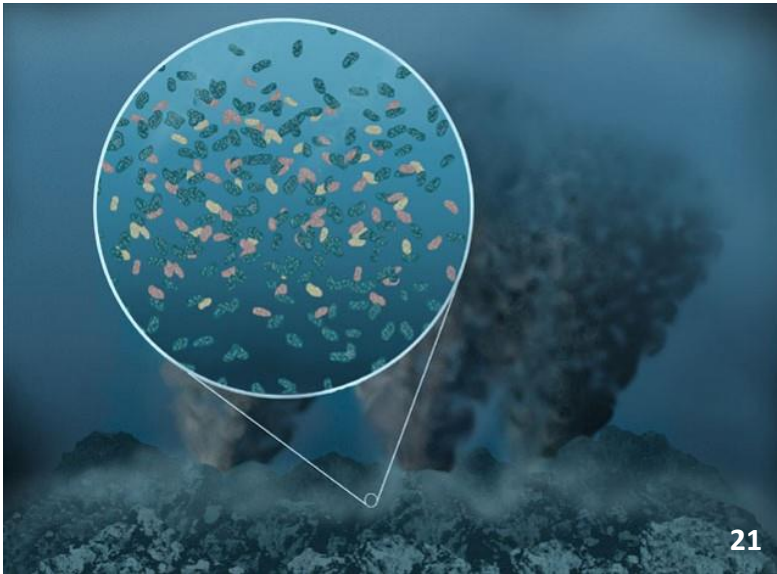


Απολιθώματα

- Οι ενδείξεις από τα **απολιθώματα** αποκαλύπτουν ότι η ζωή υπάρχει εδώ και **3,8 δισεκατομμύρια χρόνια** και **επομένως θα πρέπει να ξεκίνησε πριν από περίπου 4 δισεκατομμύρια χρόνια.**



Πρωτοκύτταρα



Τα πρωτόγονα χημικά συστήματα που περιγράψαμε προηγουμένως δεν έχουν αυτή τη βασική ιδιότητα.

- Οι πρώτοι ζωντανοί οργανισμοί ήταν **πρωτοκύτταρα**, δηλαδή αυτόνομες μονάδες, περικλεισμένες σε μεμβράνες, με μια πολύπλοκη λειτουργική οργάνωση που τους επέτρεπε τη **βασική λειτουργία της αυτοαναπαραγωγής**.



Αυτοαναπαράγόμενα κύτταρα

- Το **βασικότερο πρόβλημα** για να καταλάβουμε την προέλευση της ζωής είναι να εξηγήσουμε **πως τα πρωτόγονα χημικά συστήματα οργανώθηκαν σε ζωντανά, αυτόνομα, αυτοαναπαράγόμενα κύτταρα.**



Νουκλεϊκά οξέα

- Σε ένα μεταγενέστερο στάδιο της εξέλιξης, τα νουκλεϊκά οξέα άρχισαν να συμπεριφέρονται σαν απλά γενετικά συστήματα που κατηύθυναν τη σύνθεση των πρωτεϊνών.

- Υπάρχει όμως ένας φαύλος κύκλος:

Νουκλεϊκά οξέα → ένζυμα → νουκλεϊκά οξέα

- **Καταλυτικό RNA:** ριβοένζυμα

Βοηθά στην επεξεργασία του mRNA

- **Κόσμος του RNA**



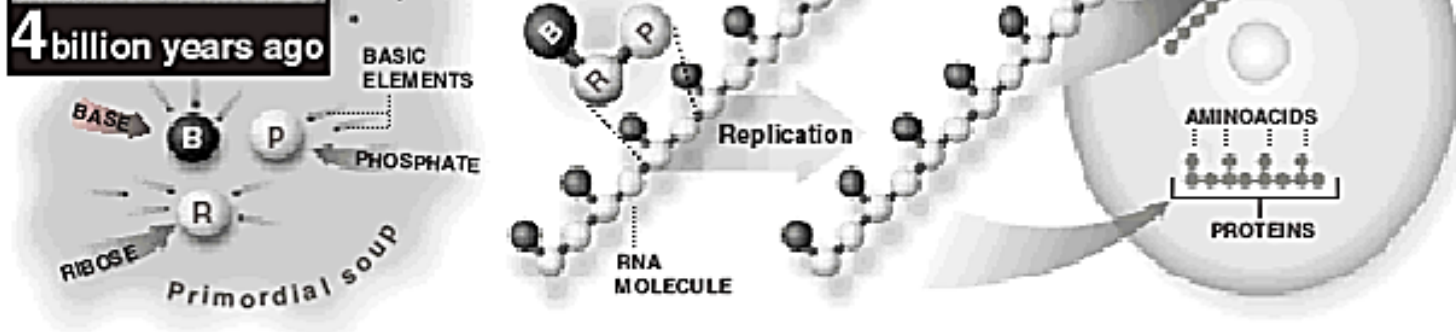
Η καταγωγή της ζωής



4 billion years ago

Best Scenario for Origin of Life

Life presumably evolved from the simple chemicals present on the primitive earth some four billion years ago. The most likely scenario focuses on ribonucleic acid, or RNA, a substance that performs many vital tasks in living cells today.



1 Nucleotides, the building blocks of RNA, consist of the sugar known as ribose (R), attached to phosphate (P) and to a base (B). Each of these three components can be made from simple chemicals like formaldehyde, hydrogen cyanide and ammonia.

2 The probability of RNA molecules forming spontaneously on the primitive earth seems very small at present. Maybe some other molecule gave rise to RNA. But once in existence, an RNA molecule could both store information and make copies of itself.

3 The self-copying RNA molecules somehow acquired a cell membrane. The information-storage task was handed off to DNA and the job of catalyzing chemical reactions passed to proteins. RNA continued many data processing tasks. Today's cells are run by the trioka of RNA, DNA and protein.

22



Πολυπεπίδια και γενετικός κώδικας

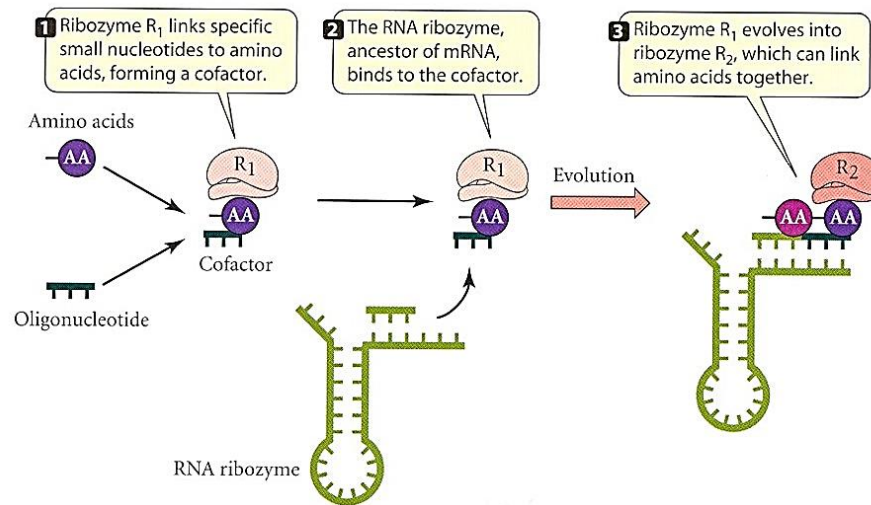


Figure 5.2 A hypothesis for the origin of polypeptide synthesis and the genetic code. An RNA ribozyme (green), an ancestor of mRNA, binds to a cofactor consisting of an amino acid (AA) and a short oligonucleotide, which have been joined by another ribozyme (R_1) that joins specific oligonucleotides to amino acids according to a primitive code. This system evolves to one in which ribozyme R_2 , ancestor of the modern ribosome, links amino acids together. (After Maynard Smith and Szathmáry 1995.)

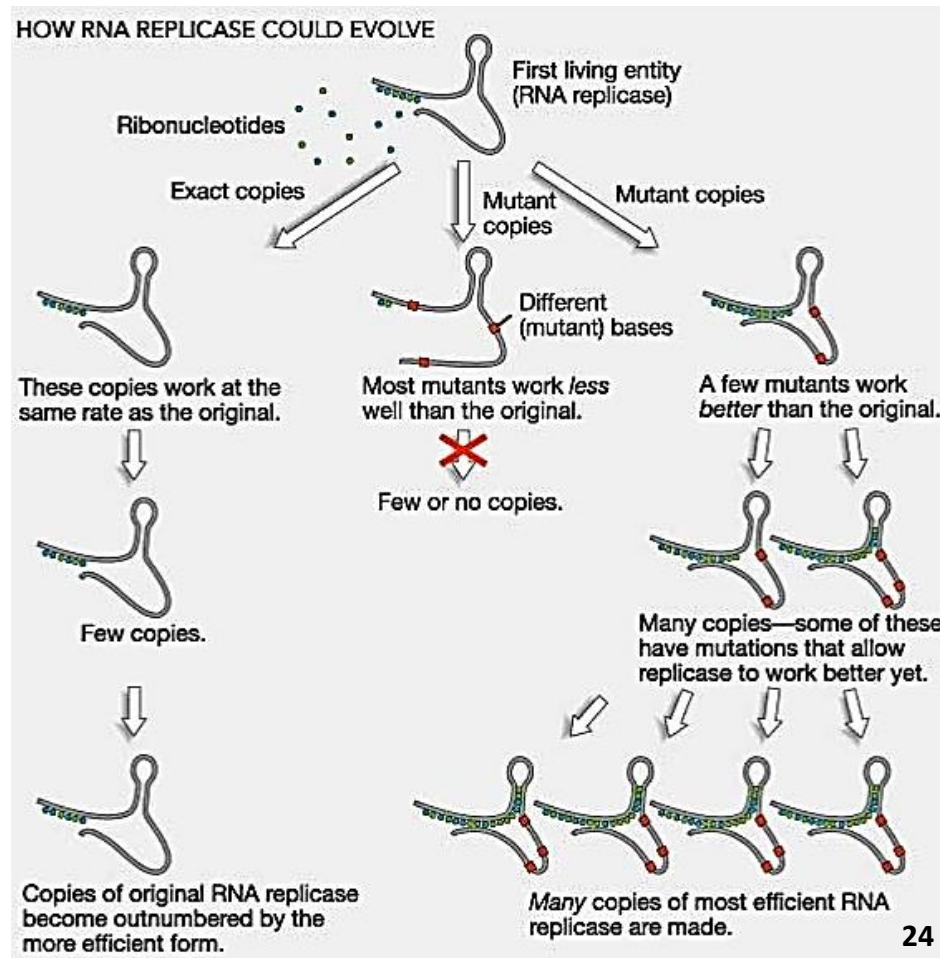


RNA, DNA

- Οι πρωτεΐνες είναι καλύτεροι καταλύτες από το RNA.
- Το DNA είναι πιο σταθερός φορέας γενετικής πληροφορίας.
- Τα πρώτα πρωτοκύτταρα με πρωτεϊνικά ένζυμα και DNA θα είχαν επιλεκτικό πλεονέκτημα.
- Φυσική επιλογή στα αυτοδιπλασιαζόμενα συστήματα.



Πιθανή εξέλιξη αντιγραφής RNA



Η εξέλιξη του μεταβολισμού

- Αυτότροφοι οργανισμοί.
- Πρωτογενείς ετερότροφοι.
- Αναερόβιοι, παρόμοιοι με το βακτήριο *Clostridium*.
- Ενζυματικές δραστηριότητες για τη μετατροπή οργανικών μορίων σε πιο πολύπλοκα όπως είναι οι υδατάνθρακες.



Η εξέλιξη της φωτοσύνθεσης και του οξειδωτικού μεταβολισμού

- Παραγωγή οξυγόνου.
- Συσσώρευση στην ατμόσφαιρα, 1%: δημιουργία όζοντος που περιορίζει τις υπεριώδεις ακτινοβολίες.
- Ατμόσφαιρα: από αναγωγική σε οξειδωτική.



Η Ζωή στο Προκάμβριο



Η Ζωή στο Προκάμβριο

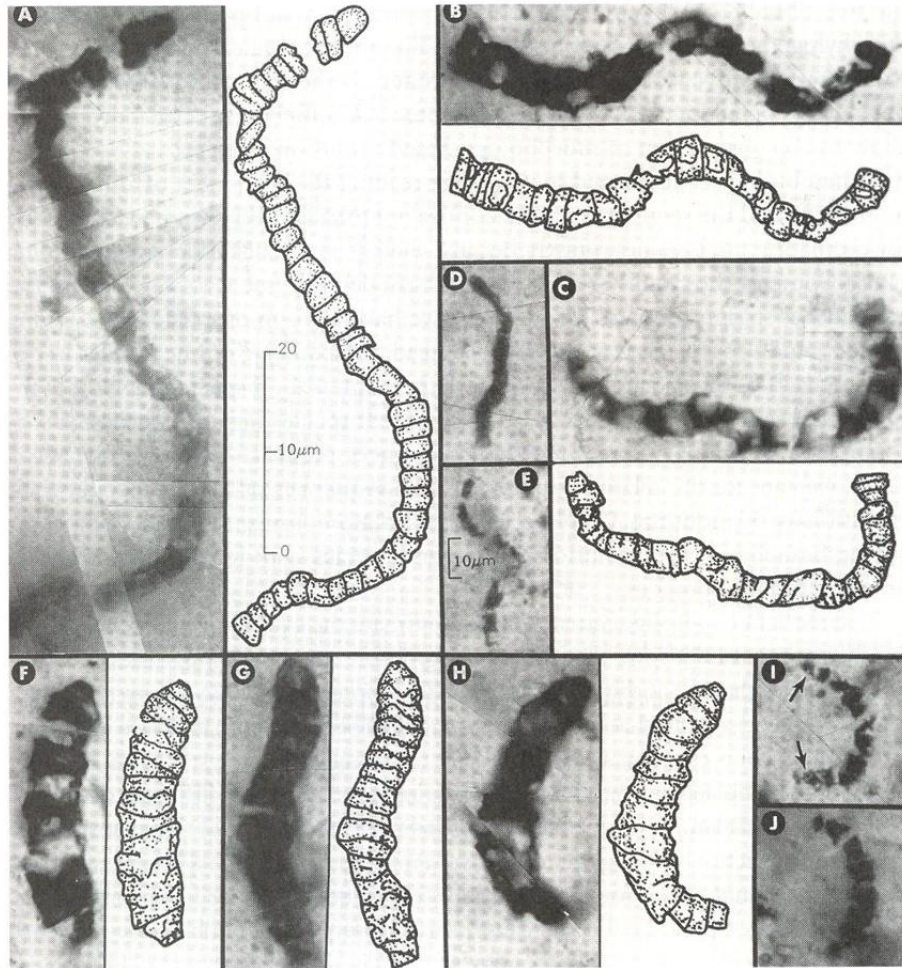
- Η **Προκάμβρια** περίοδος καλύπτει τη γεωλογική περίοδο μέχρι την αρχή του Καμβρίου, περίπου **570-600 εκατομμύρια πριν από σήμερα**.
- Στην **αρχή του Καμβρίου**, τα περισσότερα **φύλα των ασπονδύλων ζώων** έκαναν την εμφάνισή τους μέσα σε ένα διάστημα λίγων εκατομμυρίων χρόνων.
- Αυτή η μεγάλη αύξηση ονομάζεται «**έκρηξη του Καμβρίου**» επειδή πριν από αυτή την εποχή τα απολιθώματα είναι σπάνια και δεν περιλαμβάνουν τίποτα πιο πολύπλοκο από μονοκύτταρα βακτήρια.



Οι Προκαρυωτικοί οργανισμοί και η Εποχή των Κυανοβακτηρίων (Κυανοφυκών)



Τα παλαιότερα απολιθώματα



25

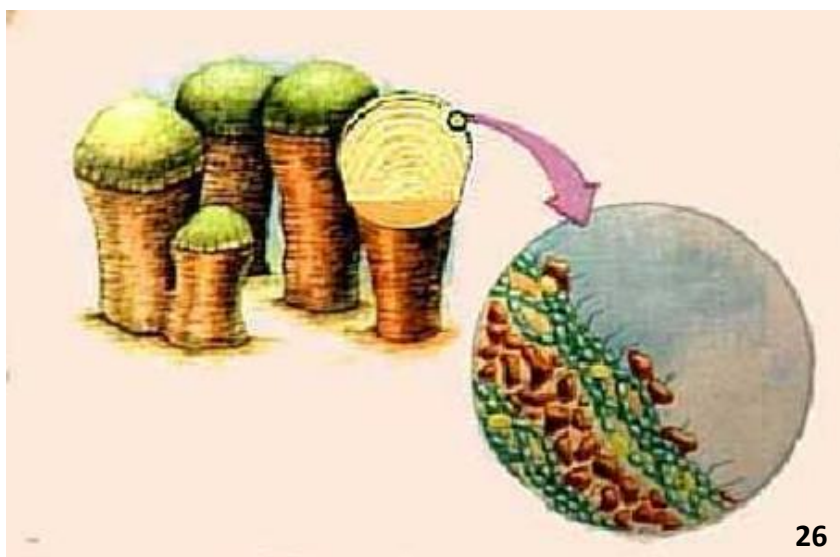


Βακτηριόμορφοι οργανισμοί

- Οι πρώτοι **βακτηριόμορφοι οργανισμοί** πολλαπλασιαστήκαν δίνοντας μια μεγάλη **ποικιλία μορφών**, ορισμένες από τις οποίες ήταν ικανές για φωτοσύνθεση.
- Από αυτές προήλθαν πριν από 3 περίπου δισεκατομμύρια χρόνια τα **κυανοβακτήρια** που είχαν την ικανότητα να παράγουν οξυγόνο.



Στρωματολίτες



Πρωτόγονα κυανοβακτήρια

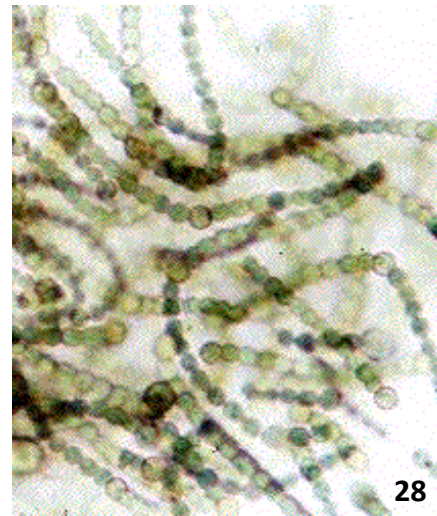
- Οι Στρωματολίτες είναι οι πρώτοι απολιθωμένοι οργανισμοί, πριν από 3 εκατ. Χρόνια.



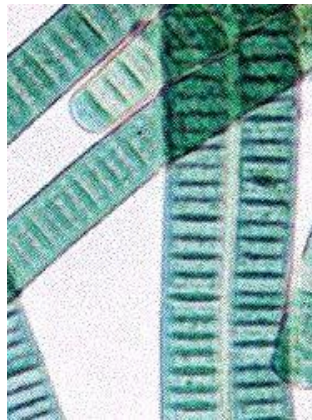
Κυανοβακτήρια



27



28



29



30



Η Εμφάνιση των Ευκαρυωτικών Οργανισμών

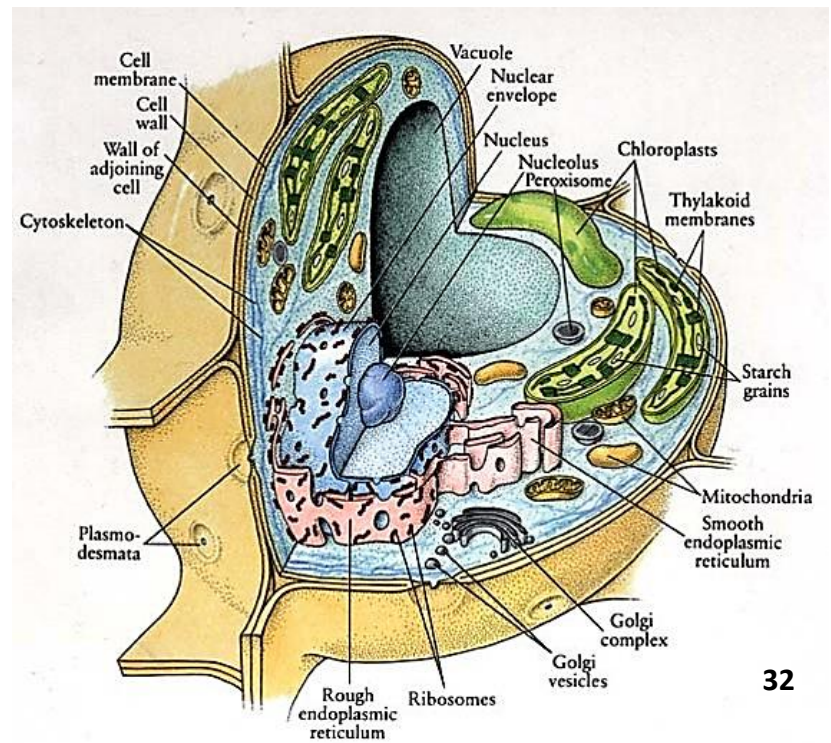
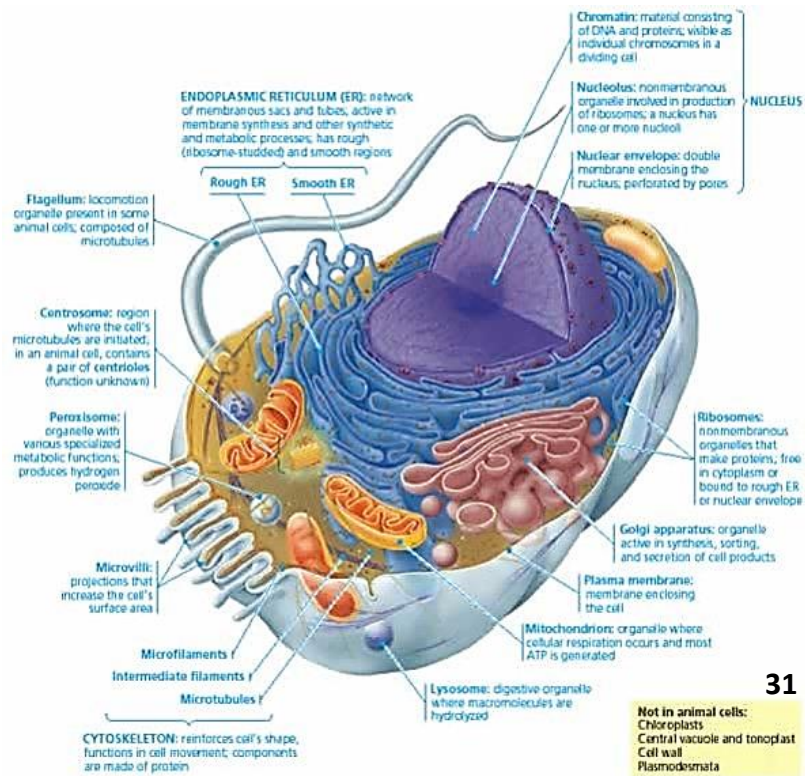


Ευκαρυωτικοί Οργανισμοί 1/4

- Οι ευκαρυωτικοί οργανισμοί έχουν κύτταρα με πυρήνες που περικλείονται σε μεμβράνη και που περιέχουν χρωμοσώματα που αποτελούνται από χρωματίνη.

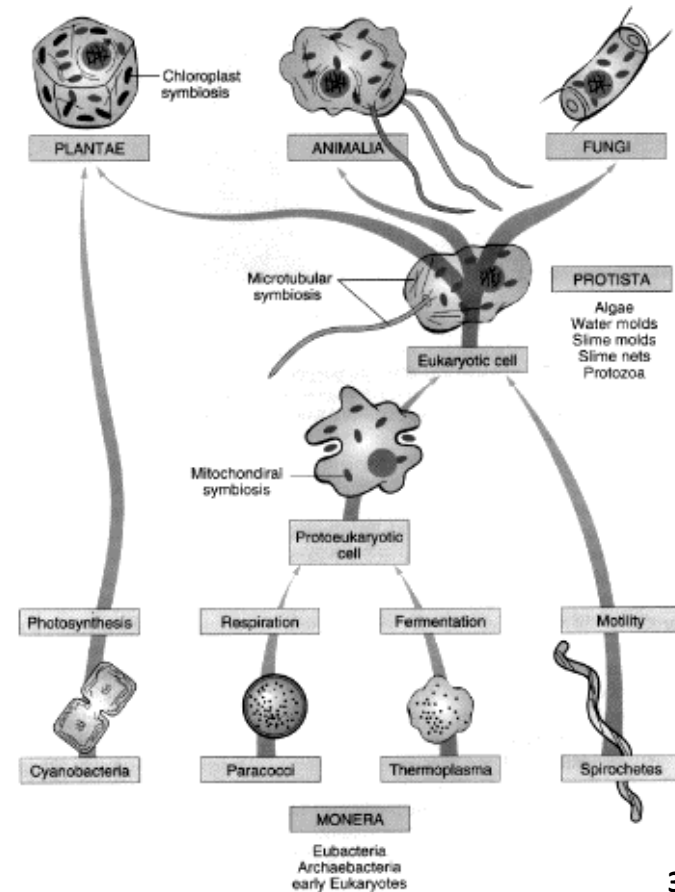


Ευκαρυωτικοί Οργανισμοί 2/4

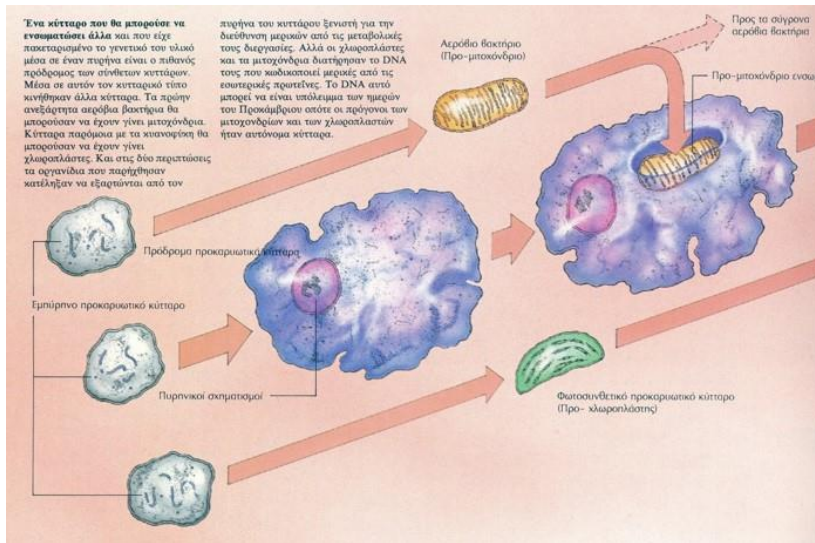


Ευκαρυωτικοί Οργανισμοί 3/4

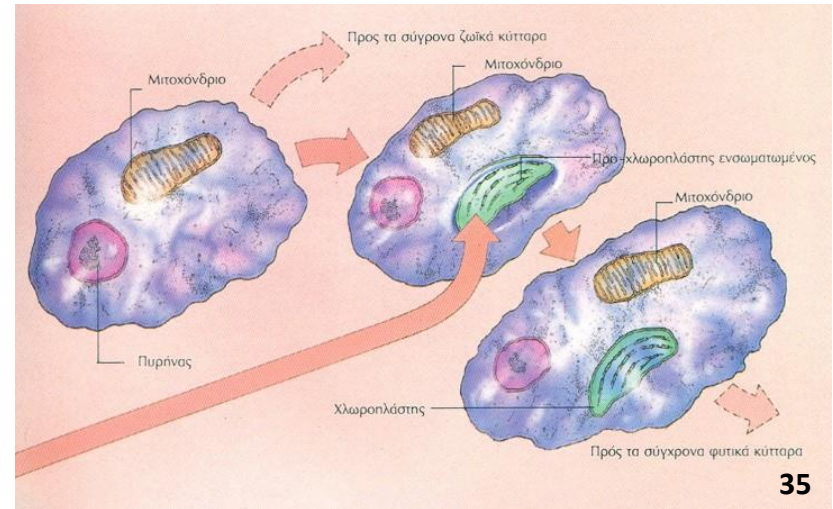
- Οι ευκαρυωτικοί οργανισμοί δεν προήλθαν από έναν προκαρυωτικό οργανισμό, αλλά είναι **αποτέλεσμα συμβίωσης δύο ή περισσότερων προκαρυωτικών.**



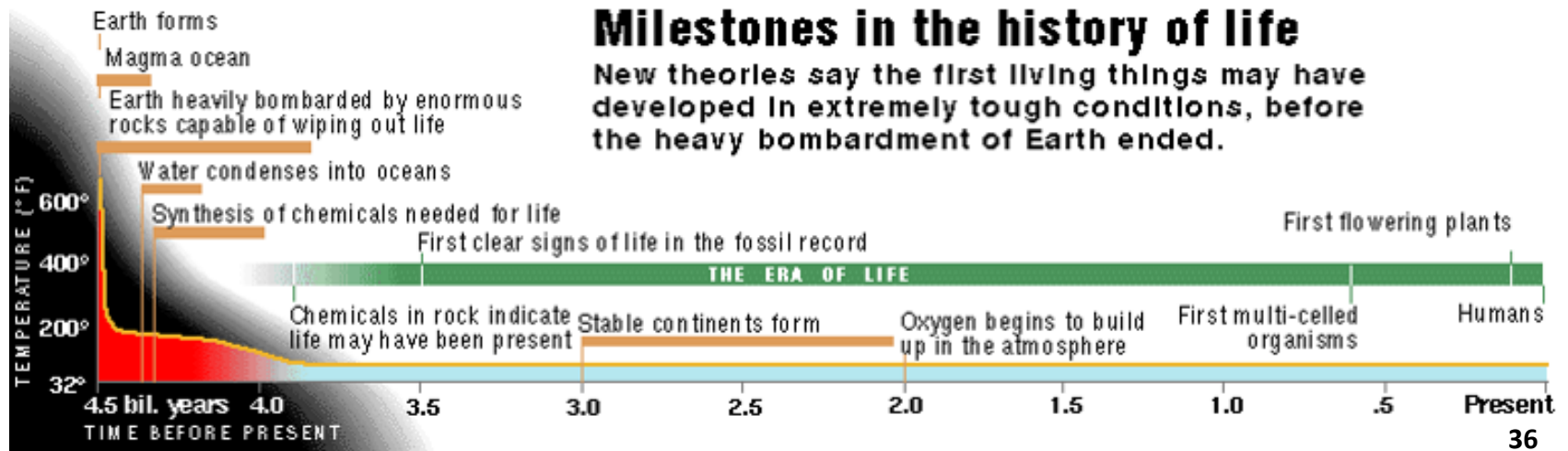
Ευκαρυωτικοί Οργανισμοί 4/4



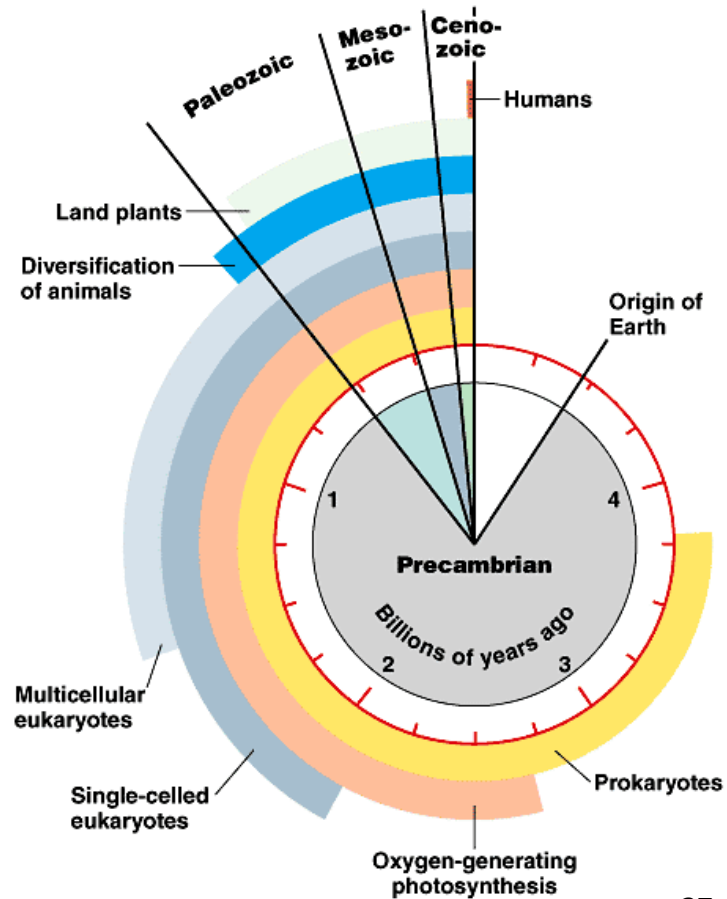
34



Η Ιστορία της ζωής 1/2



Η Ιστορία της ζωής 2/2

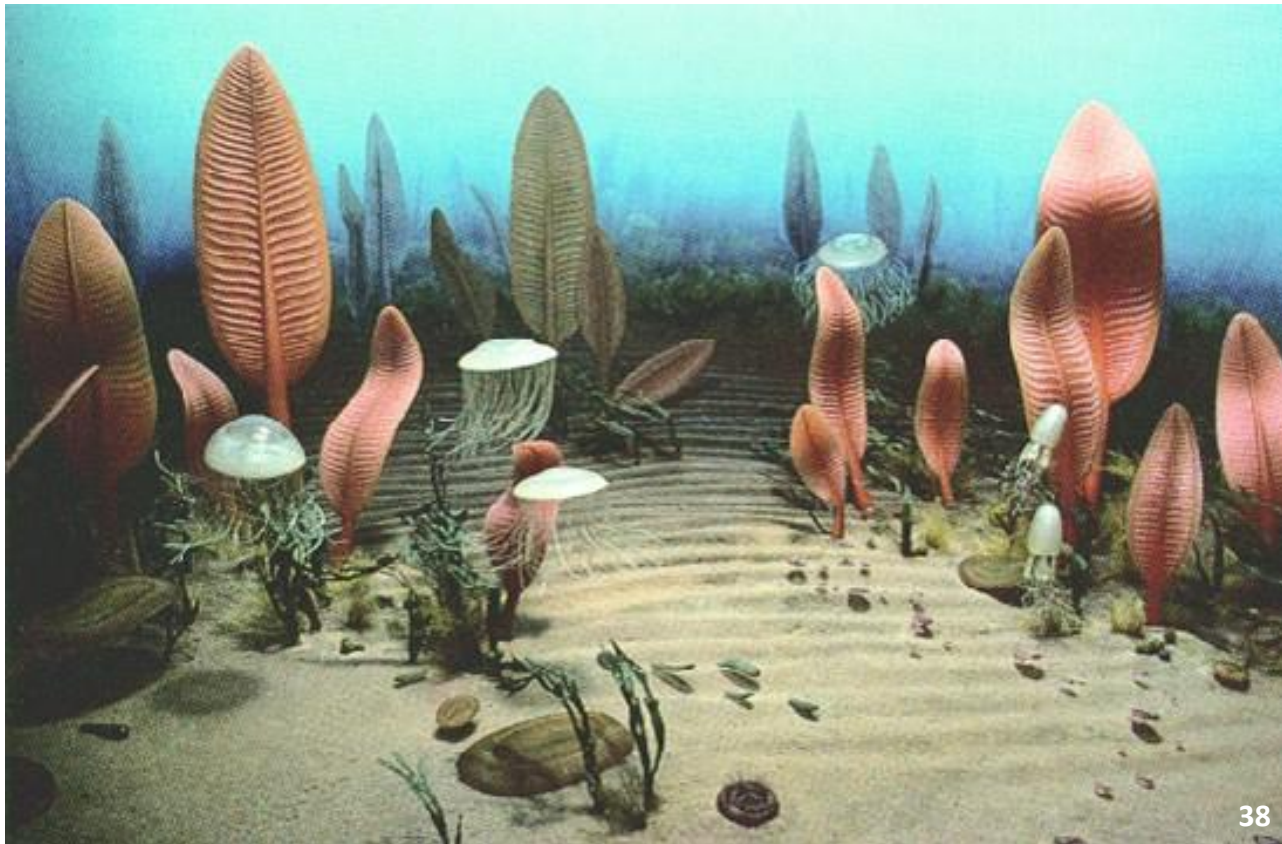


Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

37



Οι πρώτοι ζωϊκοί οργανισμοί



Οι πρώτοι ζωϊκοί οργανισμοί, 600 εκατομ. χρόνια πριν.



Τέλος Παρουσίασης

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Λεγάκις Αναστάσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής. «Ζωολογία Ι. Ενότητα 2. Προέλευση και Χημεία της Ζωής». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://opencourses.uoa.gr/courses/BIOL3/>.



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως Μη Εμπορική ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων 1/6

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες

Εικόνα 1, Εικόνα 2. Louis Pasteur. © 2001, Randall D. Kamien. Σύνδεσμος:
<http://www.physics.upenn.edu/~kamien/chiralweb/timeline/>. Πηγή:
<http://www.physics.upenn.edu>.

Εικόνα 3. Copyright © 2015 NSTA National Science Teachers Association. Σύνδεσμος:
http://science.nsta.org/enewsletter/2005-02/high_school.htm. Πηγή:
<http://science.nsta.org>.

Εικόνα 4. Copyright 2005 Εκδόσεις ΙΩΝ. Ζωολογία Ολοκληρωμένες Αρχές, Α' Τόμος, Hickman, Roberts, Larson.

Εικόνα 5. Copyrighted.

Εικόνα 6. Copyright 2005 Εκδόσεις ΙΩΝ. Ζωολογία Ολοκληρωμένες Αρχές, Α' Τόμος, Hickman, Roberts, Larson.

Εικόνα 7. Copyrighted.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων 2/6

Εικόνα 8. Copyrighted © 2015 Celebrating Evolving Creation. All rights reserved. Premium WordPress Themes. Σύνδεσμος: <http://evolvingcreation.com/2012/06/>. Πηγή: <http://evolvingcreation.com>.

Εικόνα 9. Possible Sites for the Origin of Life. Σύνδεσμος :http://people.chem.duke.edu/~jds/cruise_chem/Exobiology/sites.html. Πηγή: http://people.chem.duke.edu/~jds/cruise_chem/.

Εικόνα 10. La Vie ExtraTerrestre. Σύνδεσμος: <http://extraterrestre.blogg.org/>.

Εικόνα 11. Copyrighted.

Εικόνα 12. Copyright 2005 Εκδόσεις ΙΩΝ. Ζωολογία Ολοκληρωμένες Αρχές, Α' Τόμος, Hickman, Roberts, Larson.

Εικόνα 13. The American Scientific Affiliation. Σύνδεσμος: http://www.asa3.org/ASA/topics/Origin%20of%20Life/current_scientific_studies.html. Πηγή: <http://network.asa3.org/>.

Εικόνα 14. Copyright Pearson Education Inc. publishing as Benjamin Cummings.

Εικόνα 15. Copyright © 1996-2008 Rich Galiano. Scuba Diving - New Jersey and Long Island. Σύνδεσμος: http://njscuba.net/biology/misc_classification.html. Πηγή: <http://njscuba.net>.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων 3/6

Εικόνα 16. Nonciclopedia. Tutti i contributi a Nonciclopedia si considerano rilasciati nei termini della licenza d'uso Creative Commons Attribution-Share Alike License 3.0 Unported (vedi Wikia:Licensing), a meno che non sia specificato diversamente tramite gli appositi template. Σύνδεσμος: <http://nonciclopedia.wikia.com/index.php?title=Creazionismo&diff=1582495&oldid=prev>. Πηγή: <http://nonciclopedia.wikia.com>.

Εικόνα 17. All contents © copyright 1999-2015 Getty Images. Σύνδεσμος: <http://www.gettyimages.com/detail/news-photo/female-chimpanzee-yawns-as-two-others-nod-off-while-they-news-photo/135772835>. Πηγή: <http://www.gettyimages.com/>.

Εικόνα 18. Copyright © McCall Research Group 2015. Σύνδεσμος: <http://bjm.scs.illinois.edu/astrochem.php>. Πηγή: <http://bjm.scs.illinois.edu/>.

Εικόνα 19. All Contents Copyright @ 2014 Photo Researchers Inc. Σύνδεσμος: <http://images.sciencesource.com/preview/10879592/SC7006.html>. Πηγή: <http://images.sciencesource.com>.

Εικόνα 20. Copyright © The Worlds of David Darling • Encyclopedia of Alternative Energy. Σύνδεσμος: <http://www.daviddarling.info/encyclopedia/B/ballpans.html>. Πηγή: <http://www.daviddarling.info/encyclopedia>.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων 4/6

Εικόνα 19. All Contents Copyright @ 2014 Photo Researchers Inc. Σύνδεσμος:
<http://images.sciencesource.com/preview/10879592/SC7006.html>. Πηγή:
<http://images.sciencesource.com>.

Εικόνα 20. Copyright © The Worlds of David Darling • Encyclopedia of Alternative Energy.
Σύνδεσμος: <http://www.daviddarling.info/encyclopedia/B/ballpans.html>. Πηγή:
<http://www.daviddarling.info/encyclopedia>.

Εικόνα 21. ©2013 Modern Space Music. All Rights Reserved. Σύνδεσμος:
<http://www.modernspacemusic.com/song-title-explanations.html>. Πηγή:
<http://www.modernspacemusic.com>.

Εικόνα 22. Copyrighted.

Εικόνα 23. Copyrighted.

Εικόνα 24. © Copyright 2015 The Board of Trustees of the University of Illinois. Σύνδεσμος:
<http://www.uic.edu/classes/bios/bios100/mike/spring2003/lect04.htm>. Πηγή:
<http://www.uic.edu>.

Εικόνα 25. © 2001, by M.J. Farabee, all rights reserved. Σύνδεσμος:
<http://www2.estrellamountain.edu/faculty/farabee/BIOBK/biobookpaleo2.html>. Πηγή:
<http://www2.estrellamountain.edu>.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων 5/6

Εικόνα 26. © 2001, by M.J. Farabee, all rights reserved. Σύνδεσμος:
<http://www2.estrellamountain.edu/faculty/farabee/BIOBK/biobookpaleo2.html>. Πηγή:
<http://www2.estrellamountain.edu>.

Εικόνα 27. Wikipedia The Free Encyclopedia. Σύνδεσμος:
http://en.wikipedia.org/wiki/Biomass_%28ecology%29. Πηγή: <http://en.wikipedia.org>

Εικόνα 28. Copyright 1994–2006 by the Regents of the University of California, all rights reserved. Σύνδεσμος: <http://www.ucmp.berkeley.edu/bacteria/cyanointro.html>. Πηγή: <http://www.ucmp.berkeley.edu>.

Εικόνα 29. Copyright 1994–2006 by the Regents of the University of California, all rights reserved. Σύνδεσμος: <http://www.ucmp.berkeley.edu/bacteria/cyanointro.html>. Πηγή: <http://www.ucmp.berkeley.edu>.

Εικόνα 30. Uncyclopedia. The Content Free Encyclopedia. Σύνδεσμος:
http://uncyclopedia.wikia.com/index.php?title=Help:User_access_levels&diff=4924319&oldid=p
rev. Πηγή: <http://uncyclopedia.wikia.com>.

Εικόνα 31. Copyright © W3 Snoop 2011-2015. All Rights Reserved. Σύνδεσμος:
http://www.picstopin.com/540/cell-biology/http:%257C%257Cwww*irwantoshut*net%257Ccell_biology*.jpg/. Πηγή:
<http://www.picstopin.com>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων 6/6

Εικόνα 32. Copyright 2015 Photobucket. Σύνδεσμος:
http://s130.photobucket.com/user/mark25_02/media/plant.jpg.html?filters%5bterm%5d=plant&filters%5bprimary%5d=images. Πηγή: <http://s130.photobucket.com/>.

Εικόνα 33. Copyrighted.

Εικόνα 34. Copyrighted.

Εικόνα 35. Copyrighted.

Εικόνα 36. ©2012 Planet.Infowars.com is a Planet Infowars, LLC company. All rights reserved - Digital Millennium Copyright Act Notice. Σύνδεσμος:
<http://planet.infowars.com/science/jupiter-conceives-earth-among-the-greatest-discoveries-of-our-time>. Πηγή: <http://planet.infowars.com>.

Εικόνα 37. Copyright © 2014 Kennesaw State University. College of Science and Mathematics. Σύνδεσμος:
<http://science.kennesaw.edu/~jdirnber/Bio2108/Lecture/LecBiodiversity/BioDivMain.html>. Πηγή: <http://science.kennesaw.edu>.

Εικόνα 38. Copyright © 2015, Astrobio.net. Σύνδεσμος: <http://www.astrobio.net/news-exclusive/skeletons-in-the-pre-cambrian-closet/>. Πηγή: <http://www.astrobio.net>.

