



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

Τμήμα Μηχανικών  
Περιβάλλοντος,  
Πολυτεχνική Σχολή

# ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ BOX MODELS ΜΑΚΡΟΠΡΟΘΕΣΜΟΙ ΚΑΙ ΒΡΑΧΥΠΡΟΘΕΣΜΟΙ ΓΕΩΧΗΜΙΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ

Αγγελική Απ. Γαλάνη  
Χημικός PhD

Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό (ΕΔΙΠ)

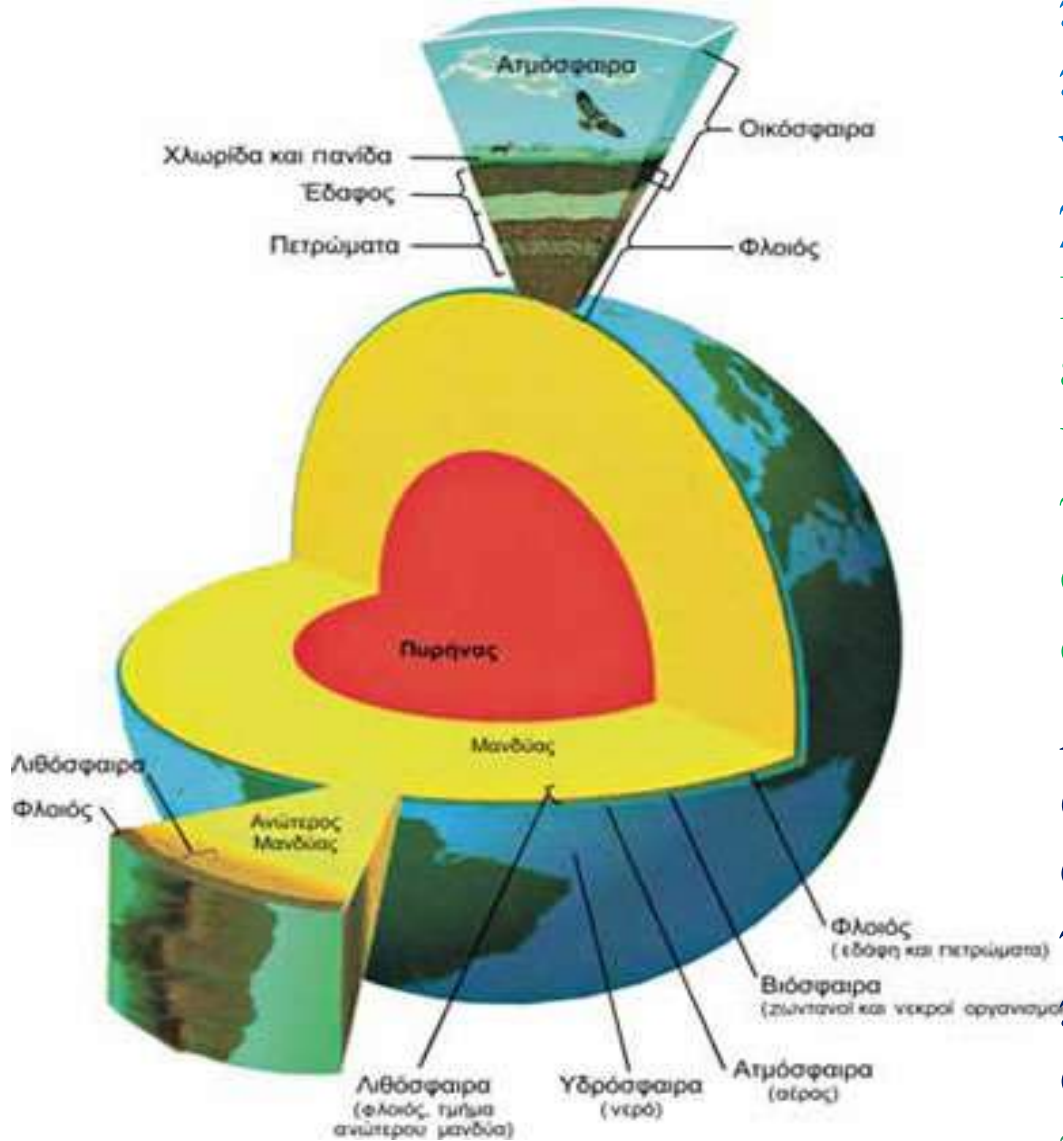
# Η Περιβαλλοντική Χημεία και η Περιβαλλοντική Γεωχημεία μελετούν:

Τον τρόπο λειτουργίας των φυσικών συστημάτων, (χημικές, φυσικές, βιοχημικές, γεωχημικές διεργασίες τους αλλά και αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους), καθώς επίσης και την επίδραση των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στα φυσικά συστήματα.

Κατέχουν ιδιαίτερη θέση ανάμεσα στους νέους επιστημονικούς κλάδους που ασχολούνται με το περιβάλλον και την προστασία του διότι:

- αφενός μεν η χημική ρύπανση δημιουργεί σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα,
- αφετέρου δε η προστασία του περιβάλλοντος και η εκμετάλλευση των φυσικών πόρων, εμπλέκουν σε μεγάλο βαθμό χημικές και γεωχημικές μεθόδους.

# Η Γη και η δομή της



Αρχικά η Γη πιστεύεται πως ήταν μια συμπαγής πετρώδης σφαίρα, χωρίς νερό στην επιφάνειά της και χωρίς ατμόσφαιρα.

Με την πάροδο των ετών το εσωτερικό της γινόταν όλο και πιο θερμό σιγά σιγά και η Γη διαφοροποιήθηκε σε στρώματα που καθένα είχε διαφορετική σύνθεση.

Ακριβώς αυτή η περίοδος ανάπτυξης της Γης, οδήγησε στο να σχηματιστεί το βαρυτικό πεδίο του πλανήτη, η ατμόσφαιρα, οι ωκεανοί, οι ήπειροι, τελικά η ΖΩΗ.

# Στο εσωτερικό της Γης υπάρχουν τρεις σφαιρικές ζώνες (γεώσφαιρες)

**Φλοιός(crust)**

**Εδώ οι βιολογικοί  
Οργανισμοί**

**0,5% συνολικής μάζας  
της γης**

**Μέση  $d = 2,8 \text{ g/cm}^3$**

**Πυρήνας(core)**

**32,4% μάζας γης**

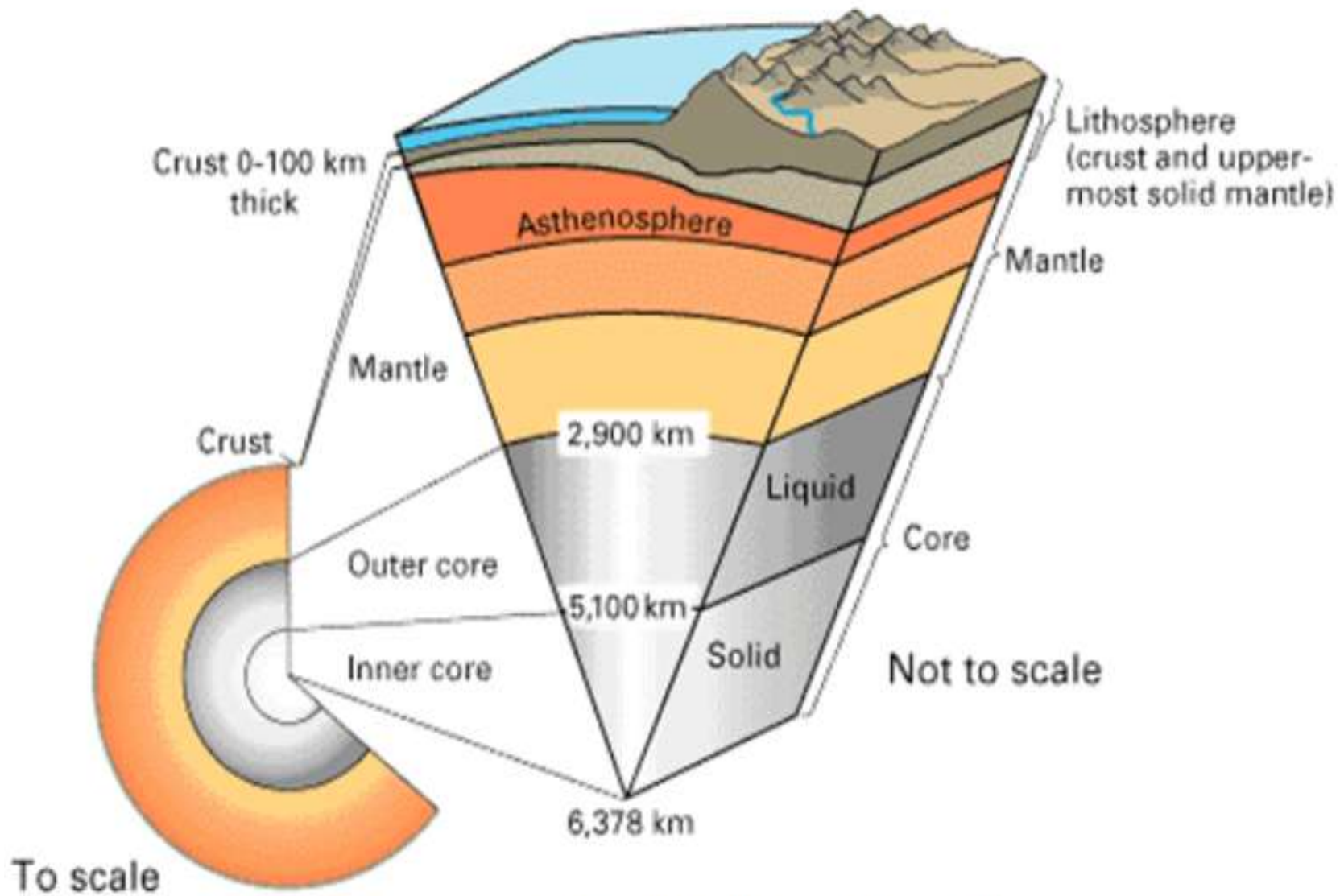
**Σίδηρος και μικρά  
ποσά Νικελίου**

**Μέση  $d = 11,0 \text{ g/cm}^3$**

**Μανδύας(mantle)**

**67,1% συνολικής  
μάζας της γης**

**Μέση  $d = 4,5 \text{ g/cm}^3$**



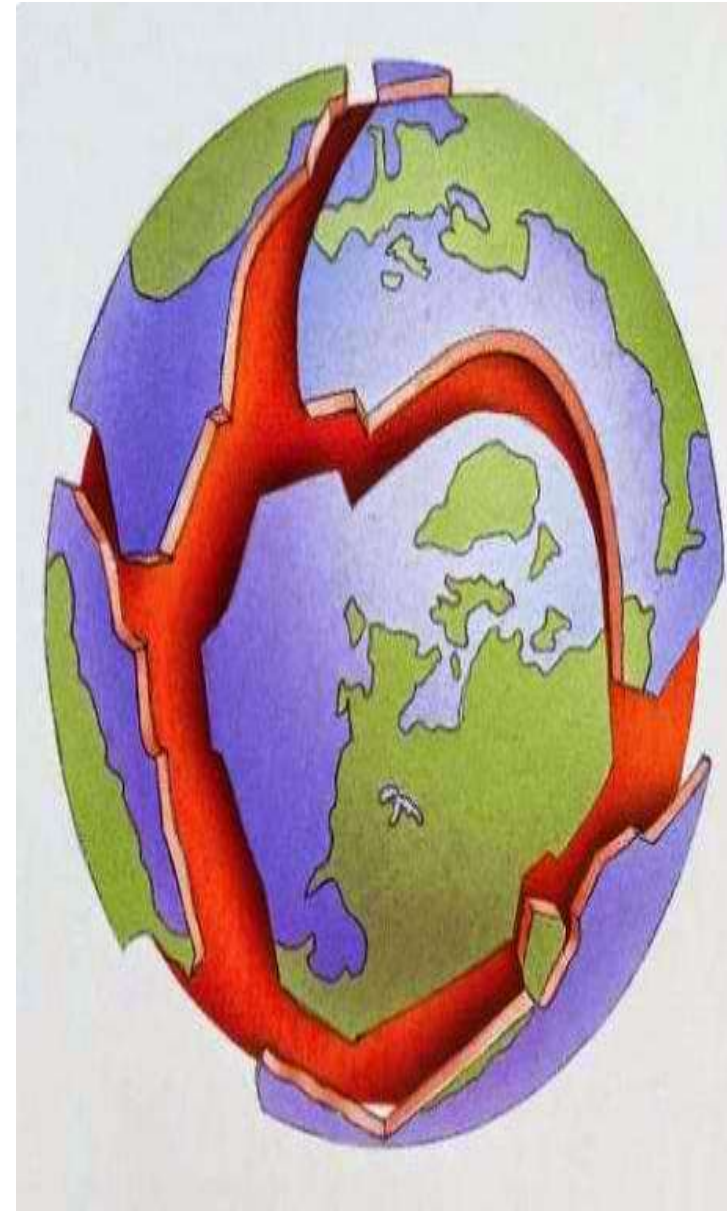
© Copyright 2006. M. J. Krech. All rights reserved.

# Λιθόσφαιρα

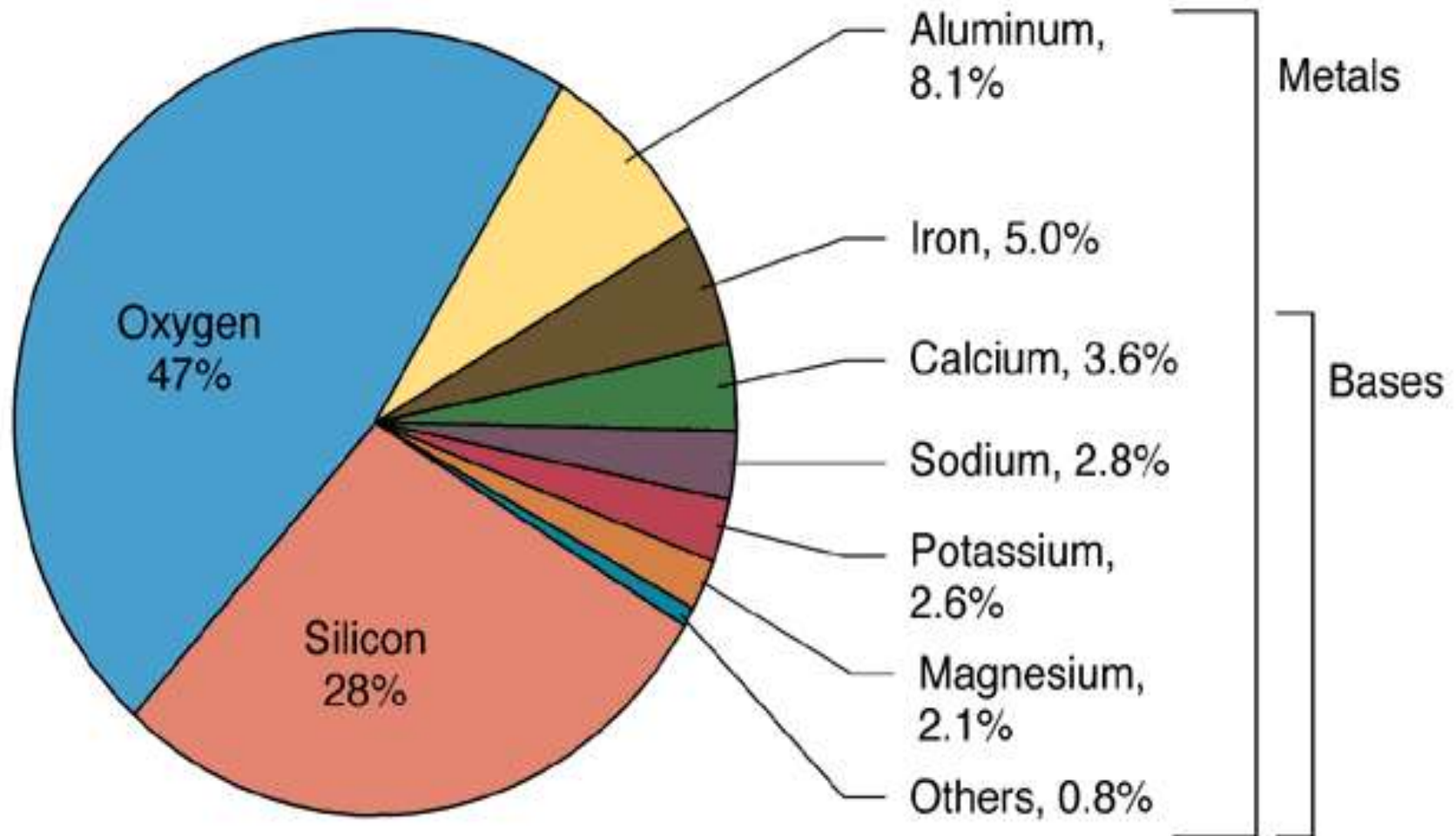
- Έτσι χαρακτηρίζεται ο φλοιός και μέρος του στερεού ανώτερου μανδύα.
- Χαρακτηριστικό της λιθόσφαιρας, είναι η υποδιαίρεσή της με βάση τη μορφολογία της σε διάφορους τύπους όπως, ψηλά βουνά, λόφους, πεδιάδες, νησιά, κλπ., τα οποία προσφέρουν διαφορετικά φυσικά περιβάλλοντα για την διαβίωση του ανθρώπου.

# Τεκτονικές πλάκες

- Πολύ μεγάλα τμήματα της άκαμπτης λιθόσφαιρας που λέγονται πλάκες, κινούνται πολύ αργά πάνω από την πιο αδύναμη ασθενόσφαιρα. Όπως κινούνται οι πλάκες τρίβονται η μια στην άλλη, ή κινούνται μαζί, ή ξεχωριστά, με παρόμοιο τρόπο που κομμάτια πάγου κινούνται στον ωκεανό. Εκατομμύρια χρόνια συμβαίνει η κίνηση αυτή και μέχρι σήμερα συνεχίζεται.
- Με τη γενική αποδοχή της θεωρίας των τεκτονικών πλακών οι γεωλόγοι έχουν γενική θεωρία που εξηγεί την κίνηση των ηπείρων, την αύξηση των βουνών, την κατανομή των πετρωμάτων, τις ηφαιστειακές εκρήξεις και τους σεισμούς.



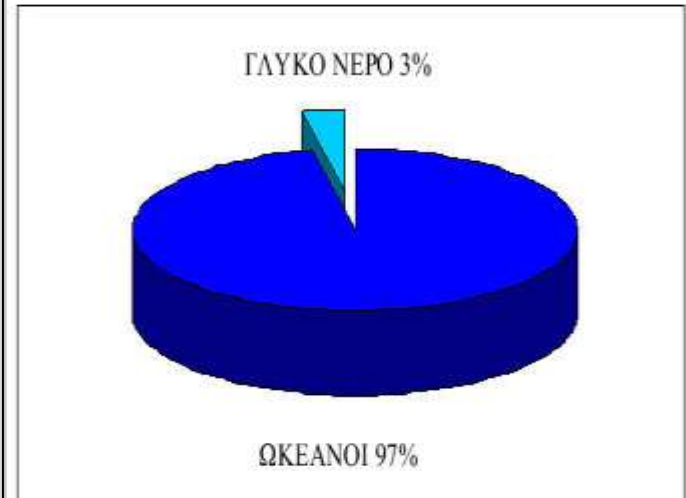
# Σχετική αφθονία στοιχείων στο φλοιό της Γης





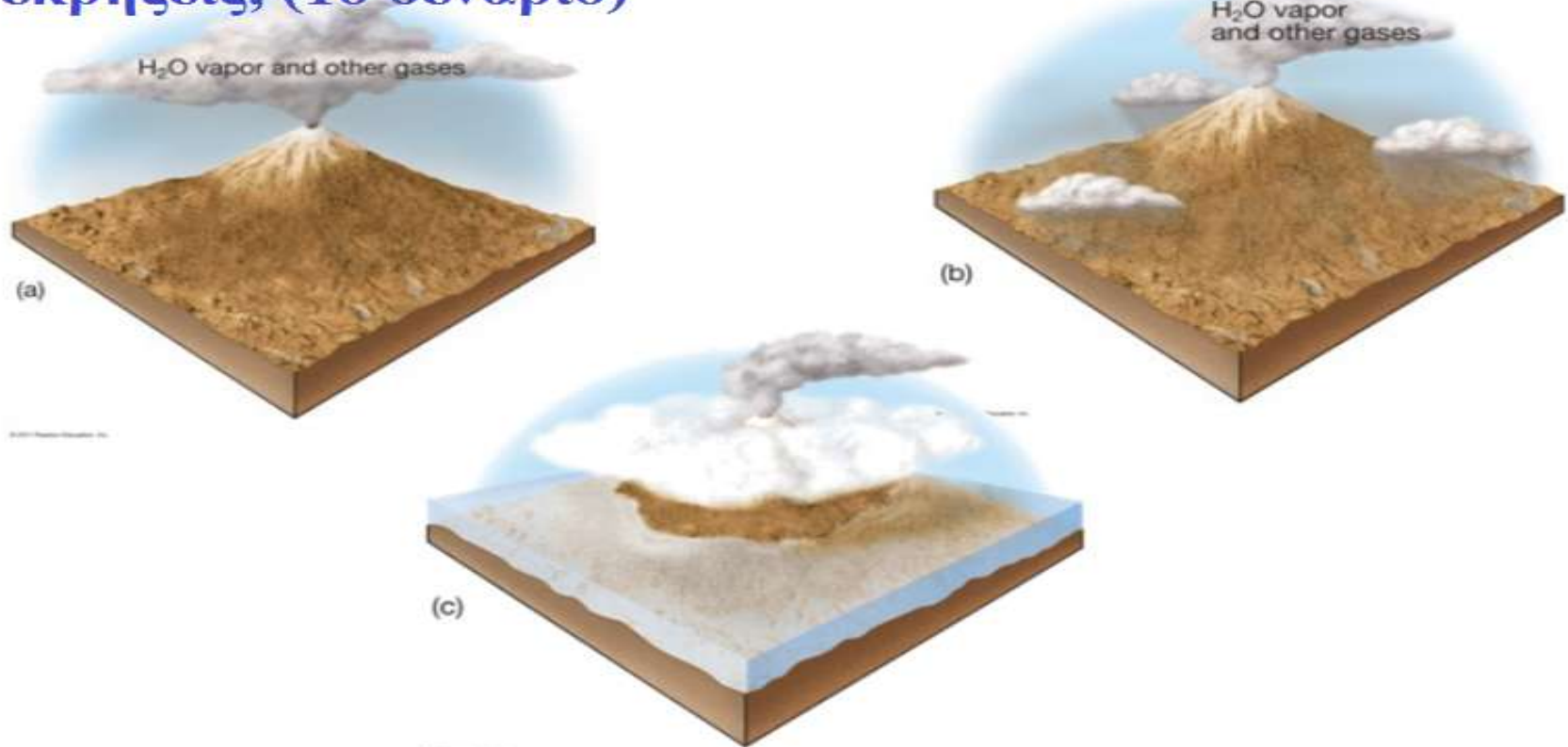
# Υδρόσφαιρα

- Στην υδρόσφαιρα συναντάται το νερό σε όλες του τις μορφές.
- Η μεγαλύτερη ποσότητα του νερού βρίσκεται στους ωκεανούς, όμως αυτό υπάρχει και στην ατμόσφαιρα, (υδρατμοί), στην επιφάνεια της λιθόσφαιρας, (τρεχούμενο νερό), στα ποτάμια και στις λίμνες.
- Τέλος υπάρχει και στα ανώτερα στρώματα της λιθόσφαιρας με την μορφή υπόγειου νερού.



<http://www.geo.auth.gr/courses/gge/gge427y/img0101.html>

## Σχηματισμός των ωκεανών απο ηφαιστειακές εκρήξεις, (1ο σενάριο)



Το 2<sup>ο</sup> πιο πρόσφατο σενάριο προτείνει πως το νερό στη Γη προήλθε από τους κομήτες. Με τη χρήση του τηλεπισκόπιου Herschel, επιστήμονες ανακάλυψαν νερό σε 7 κομήτες. Σύμφωνα με το σενάριο αυτό, πιστεύεται πως μεγάλος αριθμός από κομήτες βομβάρδισε τη Γη με πάγο, 4 δισεκατομμύρια χρόνια πριν.

# Ατμόσφαιρα

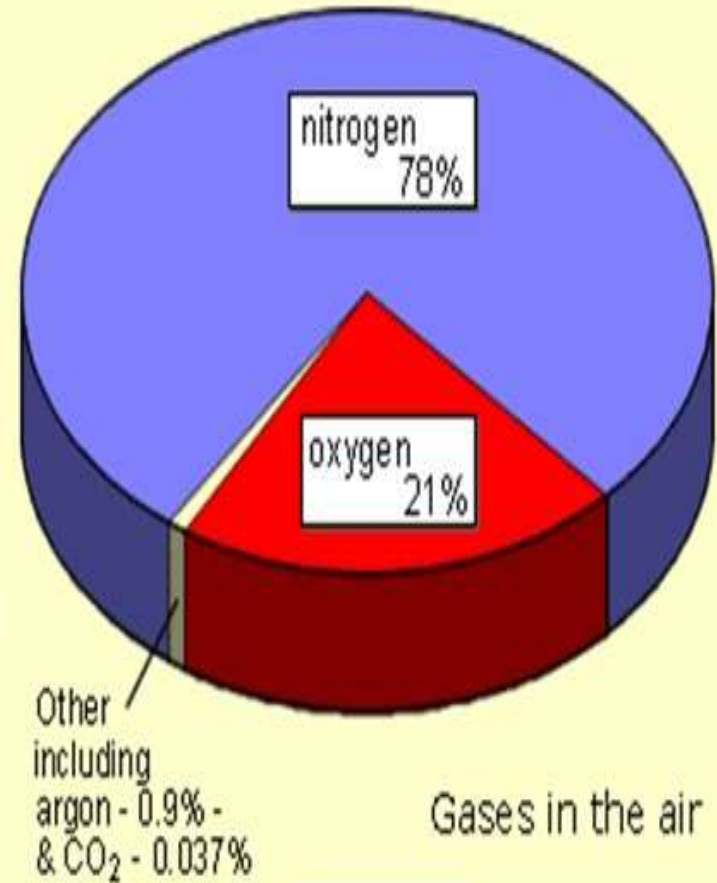
- Ονομάζεται έτσι το στρώμα των αερίων που περιβάλλει τη Γη.
- Η ατμόσφαιρα ανταλλάσσει ποσότητες θερμότητας και υγρασίας με τη γήινη επιφάνεια και η ανταλλαγή αυτή είναι αμφίδρομη.

# Σχηματισμός ατμόσφαιρας της Γης

- Η πρώτη ατμόσφαιρα της Γης ήταν διαφορετική από τη σημερινή.
- Ηφαιστειακές εκρήξεις συνεχίζονταν για αρκετό καιρό μετά και αφού η γήινη επιφάνεια είχε παγώσει και οι υδρατμοί συμπυκνώνονται για να σχηματιστούν οι ωκεανοί.
- Εκτός των υδρατμών και του  $\text{CO}_2$ , οι μεγαλύτεροι όγκοι των εκπεμπόμενων αερίων αποτελούνταν από άζωτο κατά κύριο λόγο και μικρότερα ποσά  $\text{CO}$ ,  $\text{HCl}$  και  $\text{H}_2$ . Το αέριο υδρογόνο ως ελαφρύτερο χάθηκε στο διάστημα, όμως η βαρύτητα της Γης συγκράτησε τα υπόλοιπα αέρια κοντά στην επιφάνεια.

- Μετά το πέρας εκατομμυρίων χρόνων ηφαιστειακής δραστηριότητας, η ατμόσφαιρα ήταν πλούσια σε άζωτο και σε CO<sub>2</sub>, όμως στερούνταν εντελώς οξυγόνου.
- Σήμερα η ατμόσφαιρα της Γης είναι πλούσια σε άζωτο αλλά μόνο 0,03% αυτής είναι CO<sub>2</sub> και τα επίπεδα του οξυγόνου ανέρχονται στο 21%.

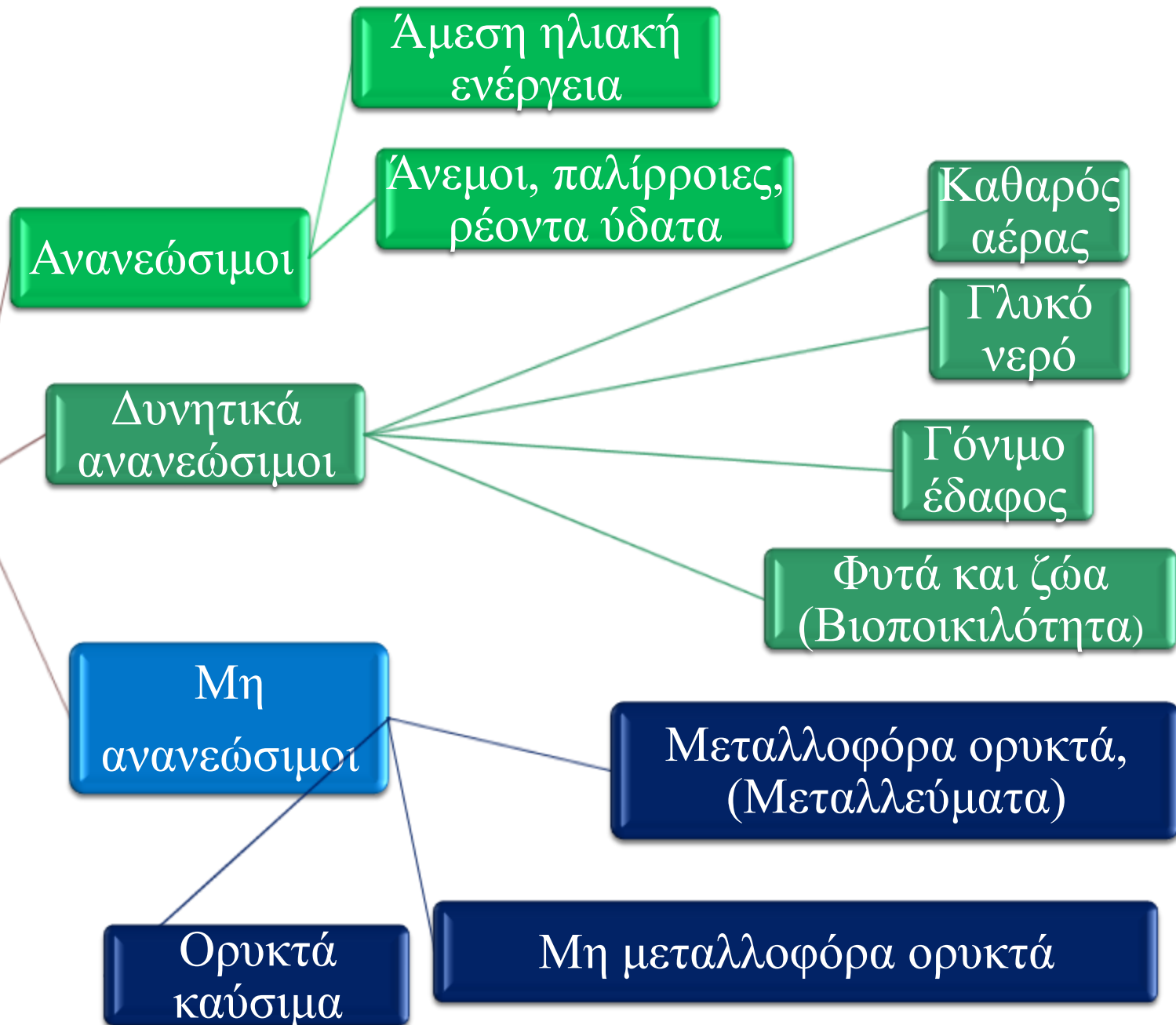
Σύσταση της ατμόσφαιρας στη σύγχρονη εποχή



**Με δυο τρόπους αφαιρέθηκε από την ατμόσφαιρα το επιπλέον αρχικό CO<sub>2</sub>.**

- 1. Με τη βροχή που άρχισε να πέφτει πάνω στη Γη, διαλύθηκαν πολύ μεγάλες ποσότητες CO<sub>2</sub> στους ωκεανούς οι οποίοι είχαν σχηματιστεί. Το περισσότερο συνδυάστηκε με το ασβέστιο του νερού και σχημάτισε ασβεστόλιθο, δηλαδή ανθρακικό ασβέστιο.**
- 2. Πριν από περίπου 3 δισεκατομμύρια χρόνια, αναπτύχθηκαν σε ρηχά νερά, τα κυανοβακτηρίδια (τα πρώτα πρωτόγονα φύκια). Οι οργανισμοί αυτοί χρησιμοποιούσαν ενέργεια από τον ήλιο ώστε να μετατρέψουν μέσω της φωτοσύνθεσης, το CO<sub>2</sub> και το νερό σε απλά σάκχαρα και οξυγόνο. Με τον τρόπο αυτό διέφυγε από το νερό το οξυγόνο και εισήλθε στην ατμόσφαιρα για πρώτη φορά. Με τον πολλαπλασιασμό των κυανοβακτηρίων, όλο και μεγαλύτερα ποσά CO<sub>2</sub> αφαιρούνταν από την ατμόσφαιρα, αντικαθιστούνταν από οξυγόνο και αφού συνεχίστηκε για εκατομμύρια χρόνια η φωτοσύνθεση, η γήινη ατμόσφαιρα απέκτησε την παρούσα σύνθεση.**

# Φυσικοί Πόροι



Σοβαρά προβλήματα προκύπτουν στην περίπτωση που η εκμετάλλευση ανανεώσιμων φυσικών πόρων, γίνεται ταχύτερα από όσο αυτοί μπορούν να ανανεωθούν από μόνοι τους.

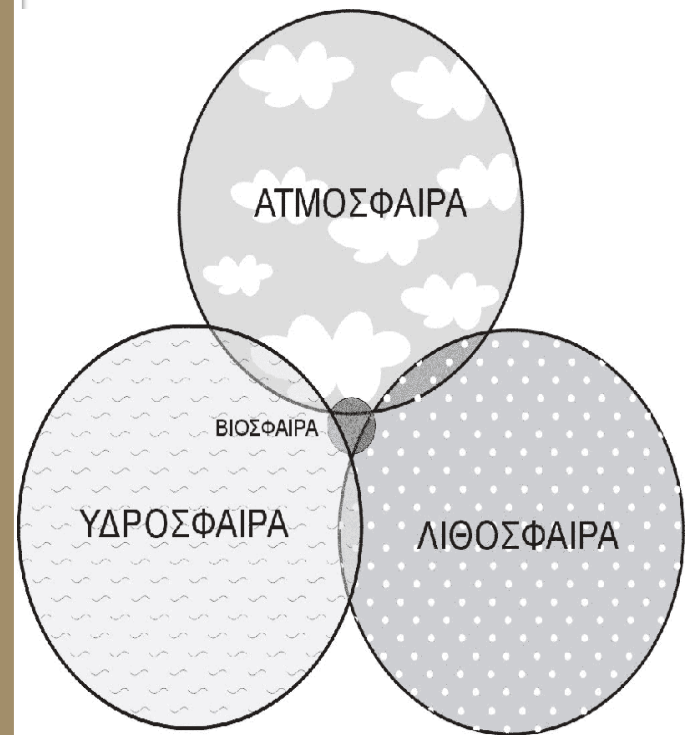
Η τεχνολογία είναι αδύνατον να επαναφέρει στη ζωή ένα εξαφανισμένο ζώο, μπορεί ωστόσο να παρατείνει τη ζωή ορισμένων πόρων ανακυκλώνοντάς τους.

Δεν είναι δυνατόν να ανακυκλώσουμε ενεργειακούς πόρους, άνθρακα, πετρέλαιο, φυσικό αέριο. Από τη στιγμή που καίγονται παύουν να υπάρχουν ως ενεργειακοί πόροι (2<sup>ος</sup> θερμοδυναμικός νόμος).



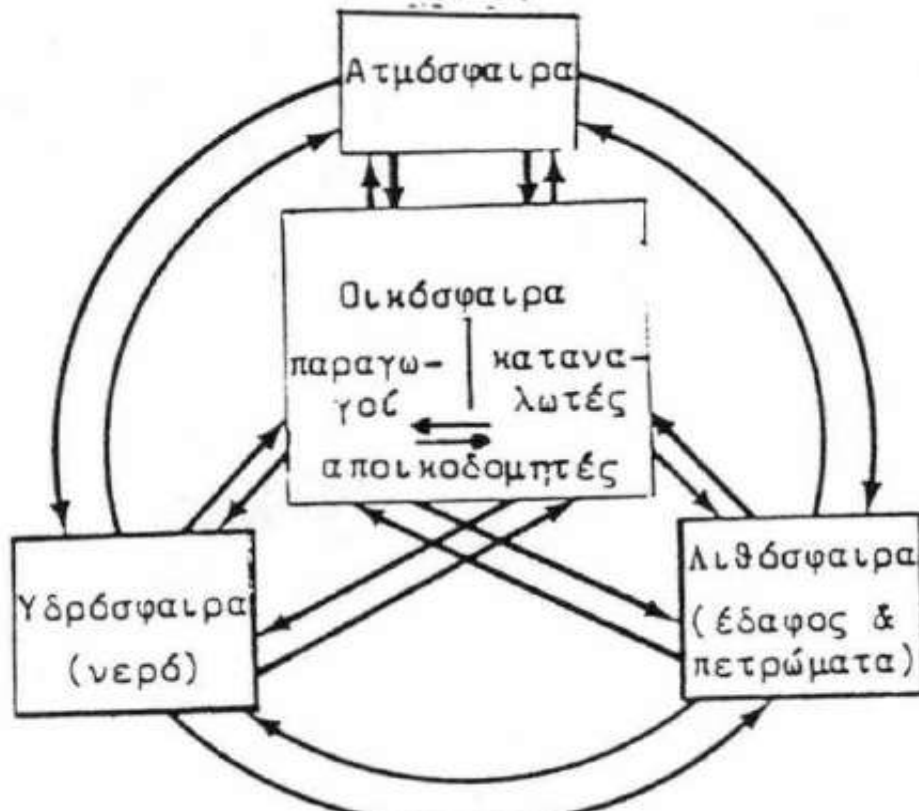
# Βιόσφαιρα

- Ως βιόσφαιρα, ορίζεται ο χώρος που ζουν αναπτύσσονται και αναπαράγονται όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί του πλανήτη.
- Η ανάπτυξη των ζωντανών οργανισμών της γης εξαρτάται από τα αέρια της ατμόσφαιρας, (κυρίως οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα), το νερό της υδρόσφαιρας και τα θρεπτικά συστατικά της λιθόσφαιρας. Άρα εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από τις τρεις αβιοτικές σφαίρες.



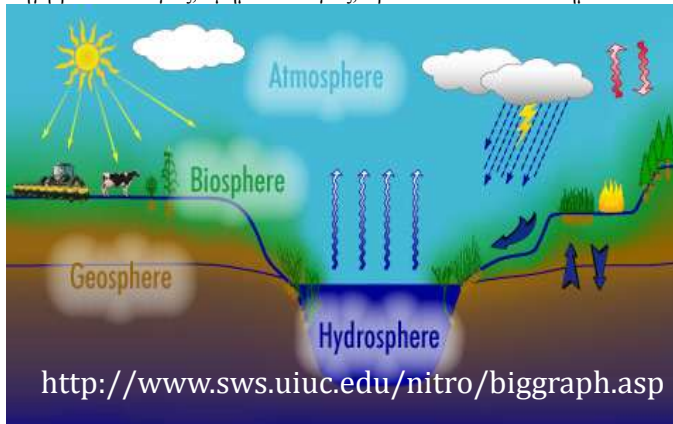
<http://www.geo.auth.gr/courses/gge/gge427y/img0101.html>

# Γενικευμένο μοντέλο βιογεωχημικού κύκλου



- Διάφορες θεμελιώδεις για τη ζωή ουσίες, αποθηκεύονται στην ατμόσφαιρα, λιθόσφαιρα και υδρόσφαιρα και κυκλοφορούν από τον ένα στον άλλο χώρο, (με διαφορετικούς ρυθμούς), και μέσω της τροφικής αλυσίδας των φυτών, (παραγωγοί), των ζώων, (μακροκαταναλωτές) και των αποικοδομητών, (μικροκαταναλωτές), στη βιόσφαιρα, ή οικόσφαιρα όπως αλλιώς αυτή λέγεται.

Σχήμα από: Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, «Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος», Μυρτώ Πυροβέση, Καθηγήτρια Οικολογίας, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.



<http://www.sws.uiuc.edu/nitro/biggraph.asp>

# Περιβάλλον

Όλοι οι παράγοντες, έμβιοι και άβιοι οι οποίοι με κάθε τρόπο επηρεάζουν τους ζωντανούς οργανισμούς στη Γη.

➤ Ως έμβιοι ή βιοτικοί παράγοντες χαρακτηρίζονται τα φυτά, τα ζώα, οι μύκητες, τα πρωτόζωα και τα βακτήρια.

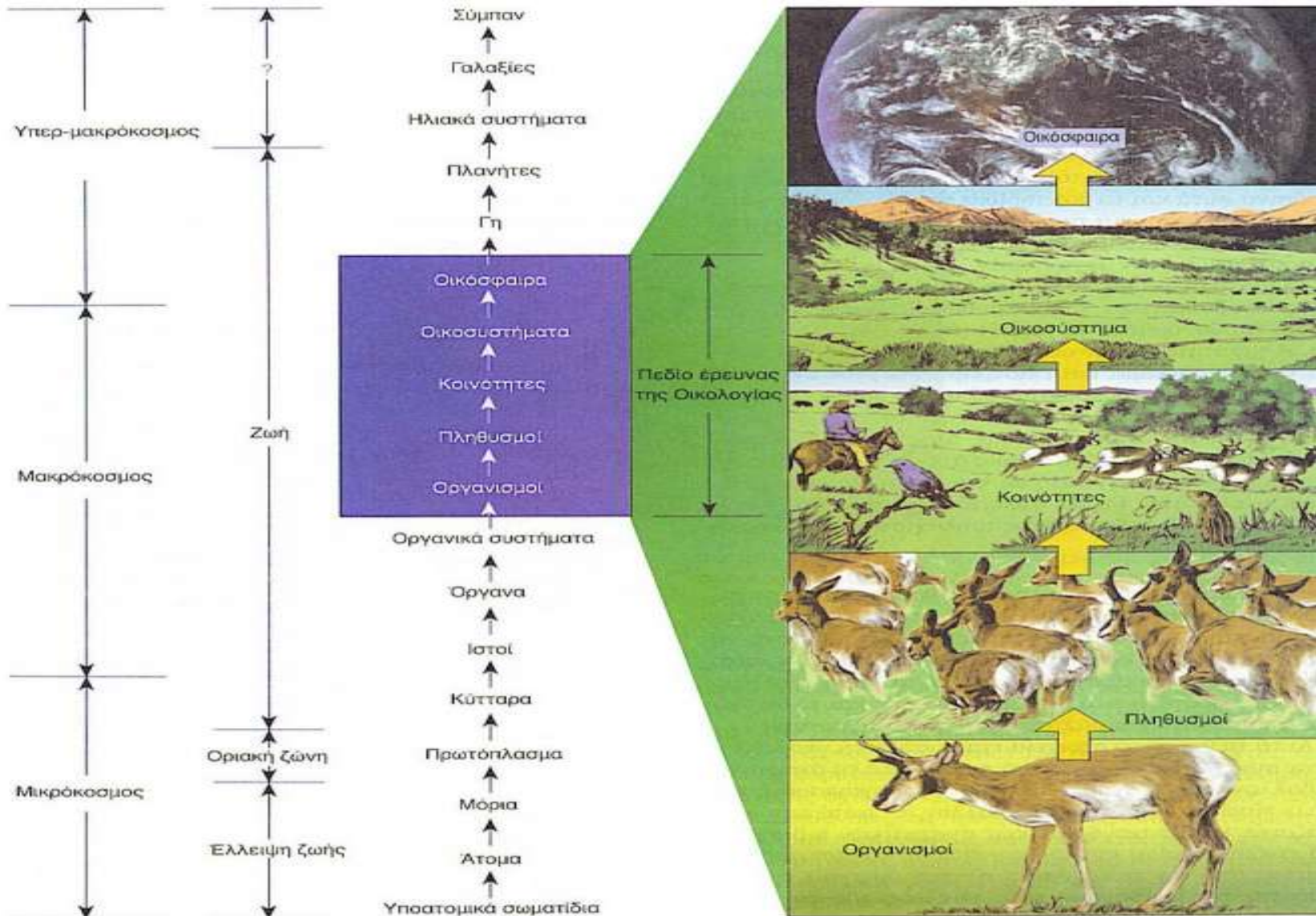
➤ Ως άβιοι ή αβιοτικοί παράγοντες χαρακτηρίζονται φυσικά και χημικά μεγέθη όπως η θερμοκρασία, η βροχή, τα θρεπτικά αποθέματα, το ηλιακό φως.

Οι κοινωνικές και πολιτιστικές συνθήκες που επιδρούν στα άτομα και στις κοινότητες.



- Όλα τα στοιχεία του περιβάλλοντος, με την πάροδο των αιώνων ήρθαν σε πολύπλοκη κατάσταση αλληλοεπιδράσεων και ισορροπιών και διαφοροποιήθηκαν σε μικρά και μεγάλα οικοσυστήματα.
- Με τις διάφορες δραστηριότητές του ο άνθρωπος επιδρά στο περιβάλλον.
- Όταν οι ανθρώπινες δραστηριότητες ξεπεράσουν κάποια όρια διαταράσσουν τις ισορροπίες οι οποίες διέπουν τα διάφορα οικοσυστήματα.

# Μοντέλο οργάνωσης της ύλης στη φύση



# Οικοσυστήματα

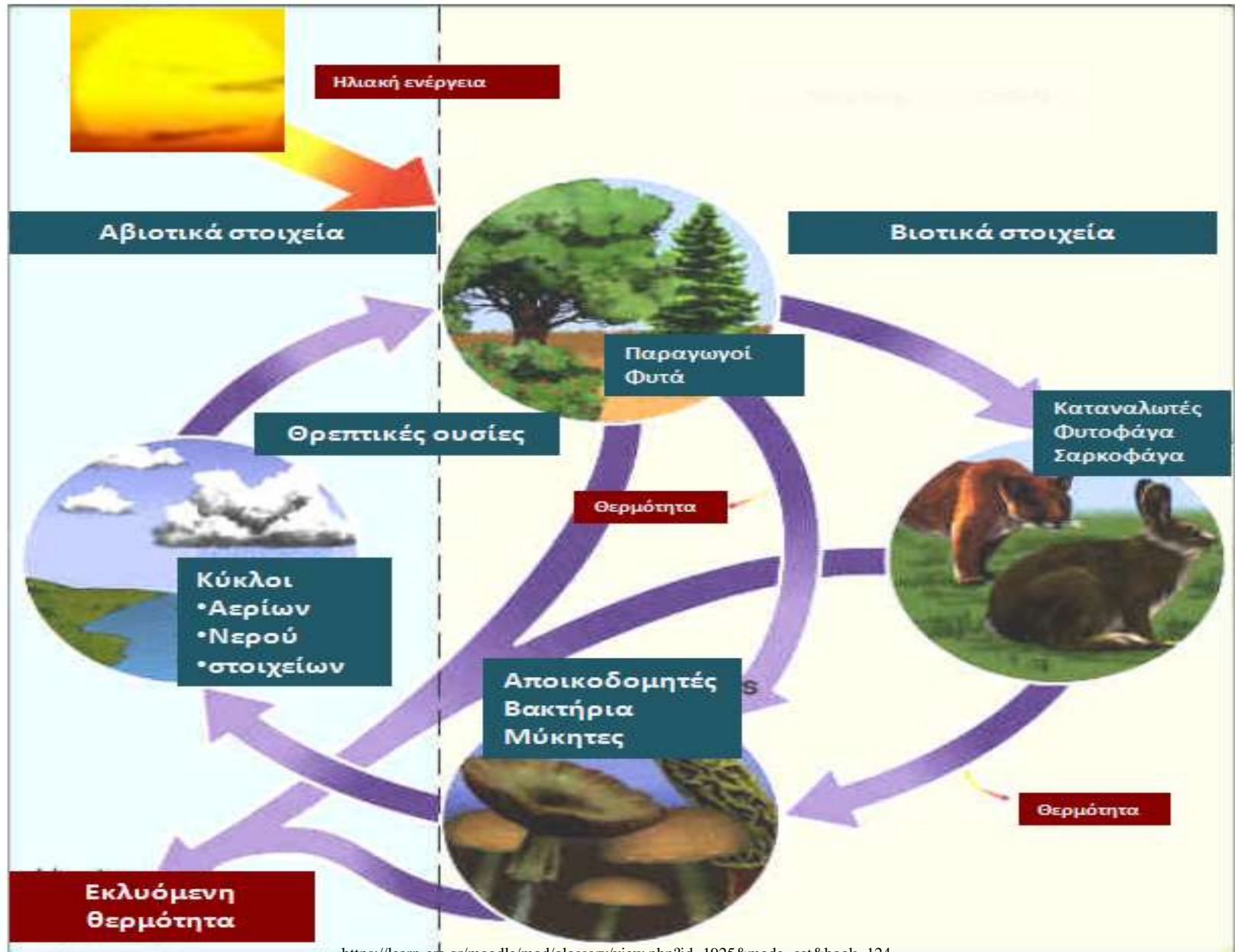
Για τη διευκόλυνση της μελέτης αλλά και για λόγους απλότητας, είναι χρήσιμο το περιβάλλον που αποτελεί όλη τη Γη, να υποκατηγοριοποιηθεί σε μικρότερες λειτουργικές κατηγορίες, που ονομάζονται οικοσυστήματα.

➤ Ένα οικοσύστημα αποτελείται από όλους τους οργανισμούς οι οποίοι ζουν σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή, καθώς επίσης και από το άβιο περιβάλλον τους.

➤ Ως παραδείγματα μπορούν να αναφερθούν ένα δάσος, μια έρημος ένας βάλτος, μια λίμνη, ένα ποτάμι.

Σε ένα οικοσύστημα οι σχέσεις μεταξύ των οργανισμών και του περιβάλλοντος γύρω είναι τέτοιες, ώστε αυτό να είναι αυτοσυντηρούμενο και αποδύναμο.

# Οικοσύστημα



# Οικολογική ισορροπία

Ως οικολογική ισορροπία ορίζεται η σχέση η οποία διαμορφώθηκε με την πάροδο των αιώνων, ανάμεσα σε διάφορα σύνολα φυτών, μικροοργανισμών και ζώων, όπως επίσης και ανάμεσα στις αλληλεπιδράσεις τους με το περιβάλλον.

Με το πέρασμα του χρόνου τα οικοσυστήματα είναι δυνατόν να αλλάξουν:

- είτε εξελισσόμενα
- είτε υποβαθμιζόμενα

Οι αλλαγές καθορίζονται από τους παράγοντες που επηρεάζουν τις σχέσεις των ζωντανών οργανισμών με το αβιοτικό περιβάλλον.



# Παραγωγοί και καταναλωτές

Τα οικοσυστήματα διατηρούνται με την ενέργεια που ρέει μέσω αυτών.

Το βιοτικό τμήμα ενός οικοσυστήματος χωρίζεται σε:

## ➤ Παραγωγούς ενέργειας

Έτσι χαρακτηρίζονται τα φυτά και τα κυανοβακτήρια, (τα μπλε και τα πράσινα φύκη) διότι μπορούν να παράγουν όλη την τροφή που χρειάζονται.

## ➤ Καταναλωτές ενέργειας

Οι καταναλωτές δεν μπορούν να παράγουν δική τους τροφή άρα πρέπει να καταναλώνουν φυτά ή άλλα πλάσματα για να αποκτήσουν ενέργεια και όσα θρεπτικά συστατικά χρειάζονται. **Ανάλογα με την πηγή της τροφής τους διακρίνονται σε** φυτοφάγους, σαρκοφάγους, παμφάγους και αποικοδομητές.

# Παραγωγοί

Παράγουν την τροφή που χρειάζονται μέσω της φωτοσύνθεσης.

Με τη φωτοσύνθεση απορροφούν ενέργεια από τον ήλιο, την οποία χρησιμοποιούν ώστε να μετατρέψουν  $\text{H}_2\text{O}$  και  $\text{CO}_2$  σε γλυκόζη  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  με ταυτόχρονη απελευθέρωση  $\text{O}_2$  στην ατμόσφαιρα. Με άλλες αντιδράσεις μεταξύ γλυκόζης και χημικών συστατικών που λαμβάνουν από το έδαφος και το νερό τα φυτά παράγουν όσες ουσίες χρειάζονται.

# Καταναλωτές

## ➤ Φυτοφάγα

Τρέφονται απευθείας από τους παραγωγούς, (π.χ. ελάφια αγελάδες, ακρίδες, ποντίκια).

## ➤ Σαρκοφάγα

Τρώνε άλλα ζώα, (σαρκοφάγα φυτοφάγα ή παμφάγα). Εδώ ανήκουν οι αράχνες, οι βάτραχοι, τα γεράκια και όλα τα αιλουροειδή μαζί με τις οικόσιτες γάτες

## ➤ Παμφάγα

Ζώα όπως οι αρκούδες τα ρακούν και οι πιο πολλοί άνθρωποι.

## ➤ Αποικοδομητές

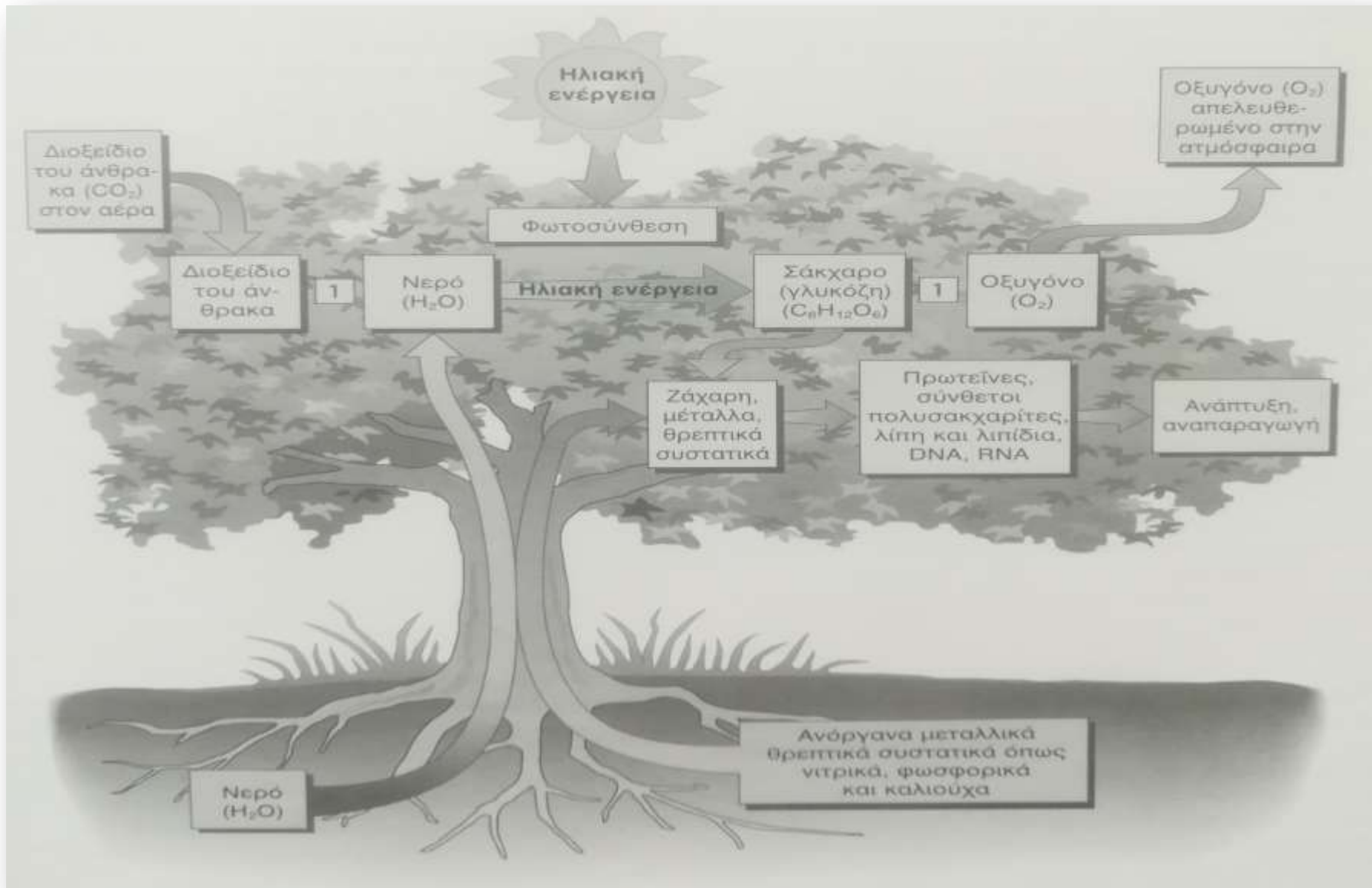
Τρέφονται με απομεινάρια, (φρέσκα, νεκρά ή αποσυντεθειμένα ) ζώων και φυτών. Εδώ ανήκουν τα βακτήρια, οι μύκητες, τα σκουλήκια εδάφους και αρκετά έντομα. Αποσυνθέτουν σύνθετα οργανικά συστατικά νεκρών φυτών και ζώων μετατρέποντάς τα σε απλούστερα χημικά συστατικά που τα επιστρέφουν έτσι στο έδαφος ώστε να τα χρησιμοποιήσουν οι παραγωγοί.

Έτσι υπάρχουν θρεπτικά συστατικά τα οποία μέσω ενός οικοσυστήματος ανακυκλώνονται ασταμάτητα.

# Ροή ενέργειας μέσω οικοσυστημάτων

- Χωρίς τη συνεχή ροή ενέργειας από τον ήλιο στους παραγωγούς και μετά στους καταναλωτές τα οικοσυστήματα δεν θα ήταν δυνατό να συντηρηθούν
- **Ενεργειακές μετατροπές συμβαίνουν συνεχώς.** Τα άστρα μετατρέπουν τη πυρηνική ενέργεια σε φως και θερμότητα, τα φυτά την ηλιακή ενέργεια σε χημική στους δεσμούς μέσω των μορίων των σακχάρων και τα ζώα τη χημική ενέργεια των σακχάρων σε ενέργεια κίνησης.
- **Καμία από τις μετατροπές αυτές δεν έχει 100% απόδοση, κάποιο κομμάτι ενέργειας μετατρέπεται σε άχρηστη μορφή συνήθως θερμότητα.** (Καμιά ποσότητα βέβαια ενέργειας ούτε δημιουργείται ούτε καταστρέφεται, 1<sup>ος</sup> θερμοδυναμικός νόμος). Απλά σε κάθε μετατροπή ενέργειας κάποιο κομμάτι της χάνεται με μορφή θερμότητας **χωρίς αυτή να μπορεί να παράγει χρήσιμο έργο.** (2<sup>ος</sup> θερμοδυναμικός νόμος).

Παρόλο που η ενέργεια δεν καταστρέφεται, το γεγονός ότι χάνεται με μορφή θερμότητας σε κάθε μετατροπή, έπεται πως αντιθέτως με πολλές άλλες υλικές πηγές η ενέργεια δεν ανακυκλώνεται.



Εικόνα από: Αρχές Περιβαλλοντικής Χημείας, Έκδοση 3<sup>η</sup> /2015, James Girard, ISBN: 9789605830618 Τύπος: Εκδότης: ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΚΔΟΤΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ

# Τροφικές αλυσίδες και τροφικά επίπεδα

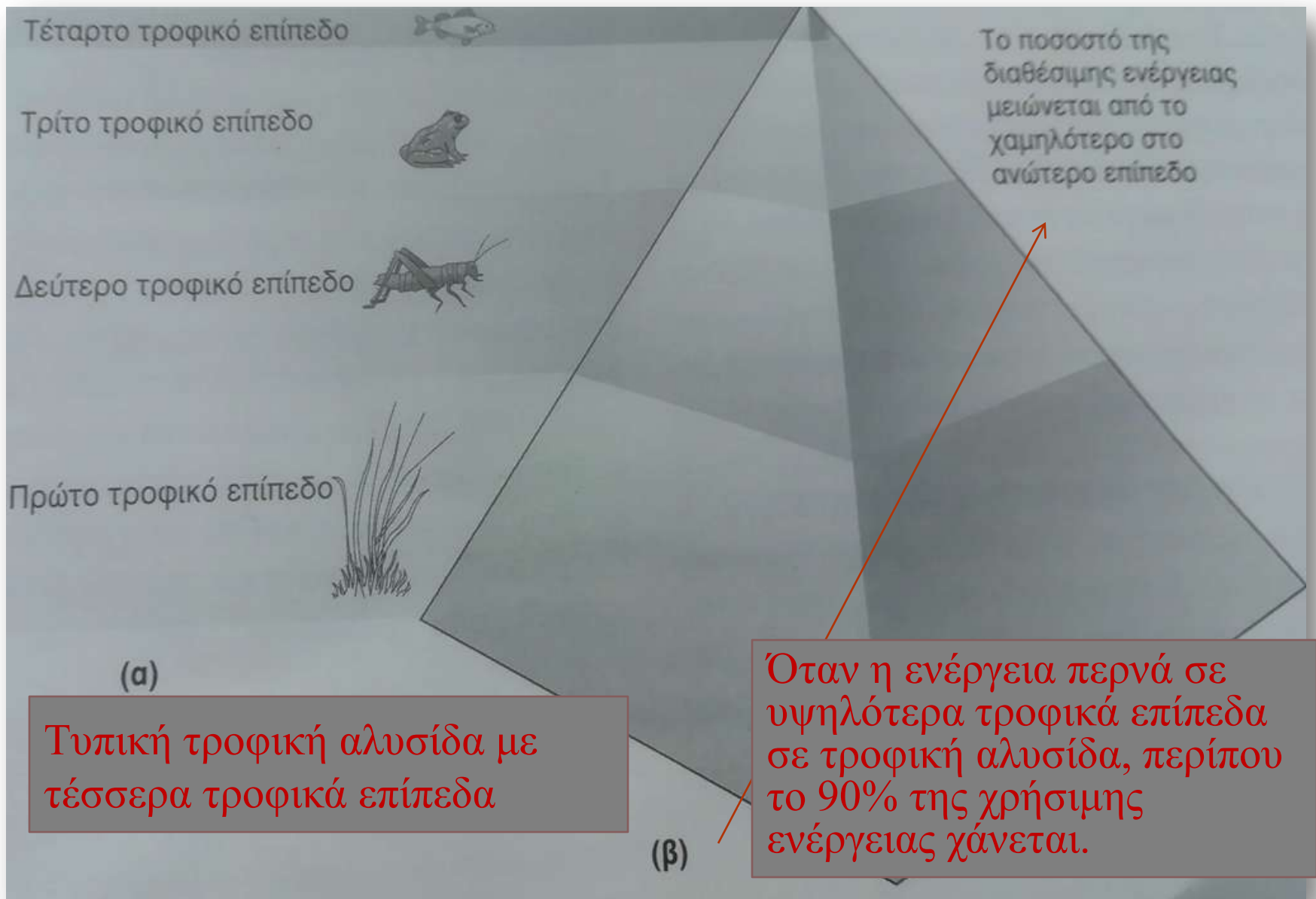
Η ενέργεια την οποία χρειάζεται ένα οικοσύστημα, μεταφέρεται σε αυτό μέσω διαδικασιών στις οποίες συμμετέχουν οργανισμοί διαφορετικού βαθμού και ανάπτυξης.

Για το λόγο αυτό το κάθε οικοσύστημα έχει αμέτρητα μονοπάτια τροφής, ή αλλιώς τροφικής αλυσίδας μέσω των οποίων ρέει η ενέργεια.

Σε μια τυπική τροφική αλυσίδα οι ακρίδες τρώνε πράσινα φύλλα, οι βάτραχοι τρώνε τις ακρίδες και τα ψάρια τους βάτραχους.

Το κάθε βήμα της τροφικής αλυσίδας, λέγεται **τροφικό επίπεδο**.

Οργανισμοί σε κάθε τροφικό επίπεδο, για τις ενεργειακές ανάγκες τους βασίζονται σε οργανισμούς οι οποίοι βρίσκονται σε κατώτερο τροφικό επίπεδο.



Εικόνα από: Αρχές Περιβαλλοντικής Χημείας, Έκδοση 3<sup>η</sup> /2015, James Girard, ISBN: 9789605830618 Τύπος: Εκδότης: ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΚΔΟΤΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ



# Ενέργεια και βιομάζα

Σε κάθε οικοσύστημα η ενέργεια στο δεύτερο τροφικό επίπεδο, φυτοφάγοι οργανισμοί, είναι περίπου το 10% της ενέργειας του πρώτου τροφικού επιπέδου, παραγωγοί.

Η ενέργεια στο τρίτο, (σαρκοφάγοι), είναι σχεδόν το 1% του πρώτου, (παραγωγοί).

**Άρα:**

- Αποδοτικότερο άρα από ενεργειακής άποψης είναι για παράδειγμα, να θρέφεται κάποιος με δημητριακά, παρά με μοσχάρι που έχει τραφεί με δημητριακά.
- για να υποστηριχτεί μια μάζα χορτοφάγων, είναι απαραίτητη μάζα παραγωγών 10 φορές πιο μεγάλη.
- **Συνεπώς οι τροφικές αλυσίδες σπανίως υπερβαίνουν τα τέσσερα τροφικά επίπεδα.**

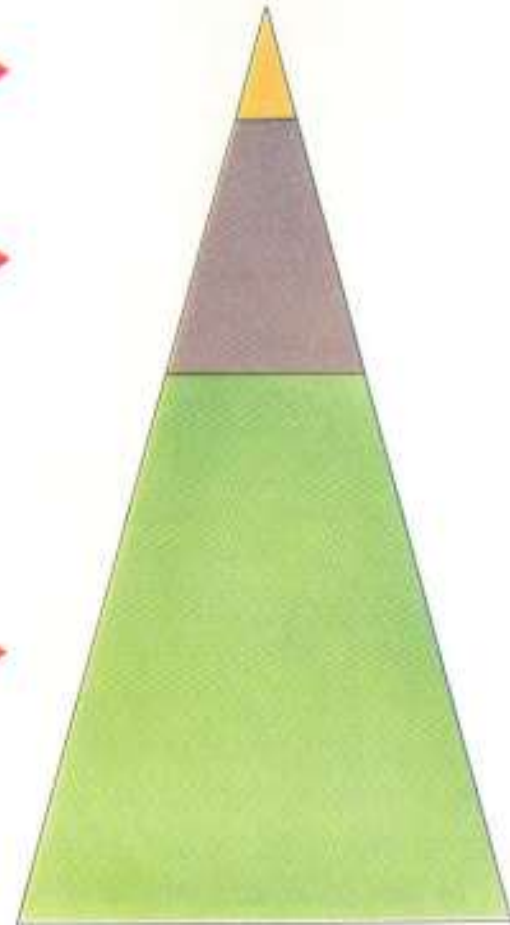


[http://old-2017.metal.ntua.gr/uploads/4407/perivallonI\\_rev.pdf](http://old-2017.metal.ntua.gr/uploads/4407/perivallonI_rev.pdf)

→ Συνολικό βάρος  
σαρκοφάγων = Βιομάζα  
τρίτου  
τροφικού  
επιπέδου →

→ Συνολικό βάρος  
φυτοφάγων = Βιομάζα  
δεύτερου  
τροφικού  
επιπέδου →

→ Συνολικό βάρος  
παραγωγών = Βιομάζα  
πρώτου  
τροφικού  
επιπέδου →



Τα τμήματα της πυραμίδας δείχνουν  
τη βιομάζα που αντιστοιχεί σε κάθε  
τροφικό επίπεδο

# Ρύπανση Περιβάλλοντος

## Ρύπανση Περιβάλλοντος

Καλείται η παρουσία στο περιβάλλον ρύπων, με άλλα λόγια ουσιών, θορύβου, ακτινοβολίας ή άλλων μορφών ενέργειας, σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια που μπορούν να προκαλέσουν στην υγεία των ζωντανών οργανισμών και στα οικοσυστήματα αρνητικές επιπτώσεις και γενικότερα να έχουν ως αποτέλεσμα το περιβάλλον να γίνει ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του.

Η ρύπανση του περιβάλλοντος είναι δυνατόν να οφείλεται:

- Σε φυσικές διεργασίες, όπως ηφαίστεια, πυρκαγιές, βιολογικές δραστηριότητες
- Σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες όπως βιομηχανίες, αυτοκίνητα, θέρμανση, παραγωγή ενέργειας και άλλες

Η ίδια η φύση ανέπτυξε για τις φυσικές πηγές ρύπανσης κατά τη διάρκεια των αιώνων διάφορους μηχανισμούς καθαρισμού οι οποίοι εξισορροπούν τη ρύπανση.

Αντίθετα η ρύπανση που προέρχεται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες είναι επικίνδυνη εφόσον συγκεντρώνεται σε περιορισμένους χώρους όπου οι υψηλές συγκεντρώσεις των ρύπων οδηγούν σε μη αντιστρεπτές διαδικασίες.

# Οι κυριότερες κατηγορίες ανθρωπογενών πηγών χημικής ρύπανσης



# Μόλυνση Περιβάλλοντος

## Μόλυνση Περιβάλλοντος

Καλείται η μορφή ρύπανσης η οποία χαρακτηρίζεται από παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών ή από την παρουσία δεικτών οι οποίοι υποδηλώνουν πιθανότητα ύπαρξης παθογόνων μικροοργανισμών.

# Υποβάθμιση Περιβάλλοντος

## Υποβάθμιση περιβάλλοντος

Καλείται η πρόκληση από ανθρώπινες δραστηριότητες ρύπανσης ή κάθε άλλης μεταβολής στο περιβάλλον που πιθανά να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην οικολογική ισορροπία, στην ποιότητα ζωής των ανθρώπων καθώς και στην υγεία τους. Επίσης καλείται κάθε δραστηριότητα που μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην ιστορική και πολιτιστική κληρονομιά και στην αισθητική.

## Βιολογική μεγέθυνση ή βιοσυσσώρευση

- Καλείται το φαινόμενο κατά το οποίο συσσωρεύονται οι χημικές ουσίες στα διάφορα μέλη της τροφικής αλυσίδας σε συνεχώς αυξανόμενες συγκεντρώσεις.

## Συντελεστής βιοσυσσώρευσης

- Καλείται ο λόγος της συγκέντρωσης της ουσίας στον καταναλωτή προς τη συγκέντρωση της ουσίας στην τροφή.



## LD<sub>50</sub> (ppm, mg ουσίας ανά kg βάρους πειραματόζωου)

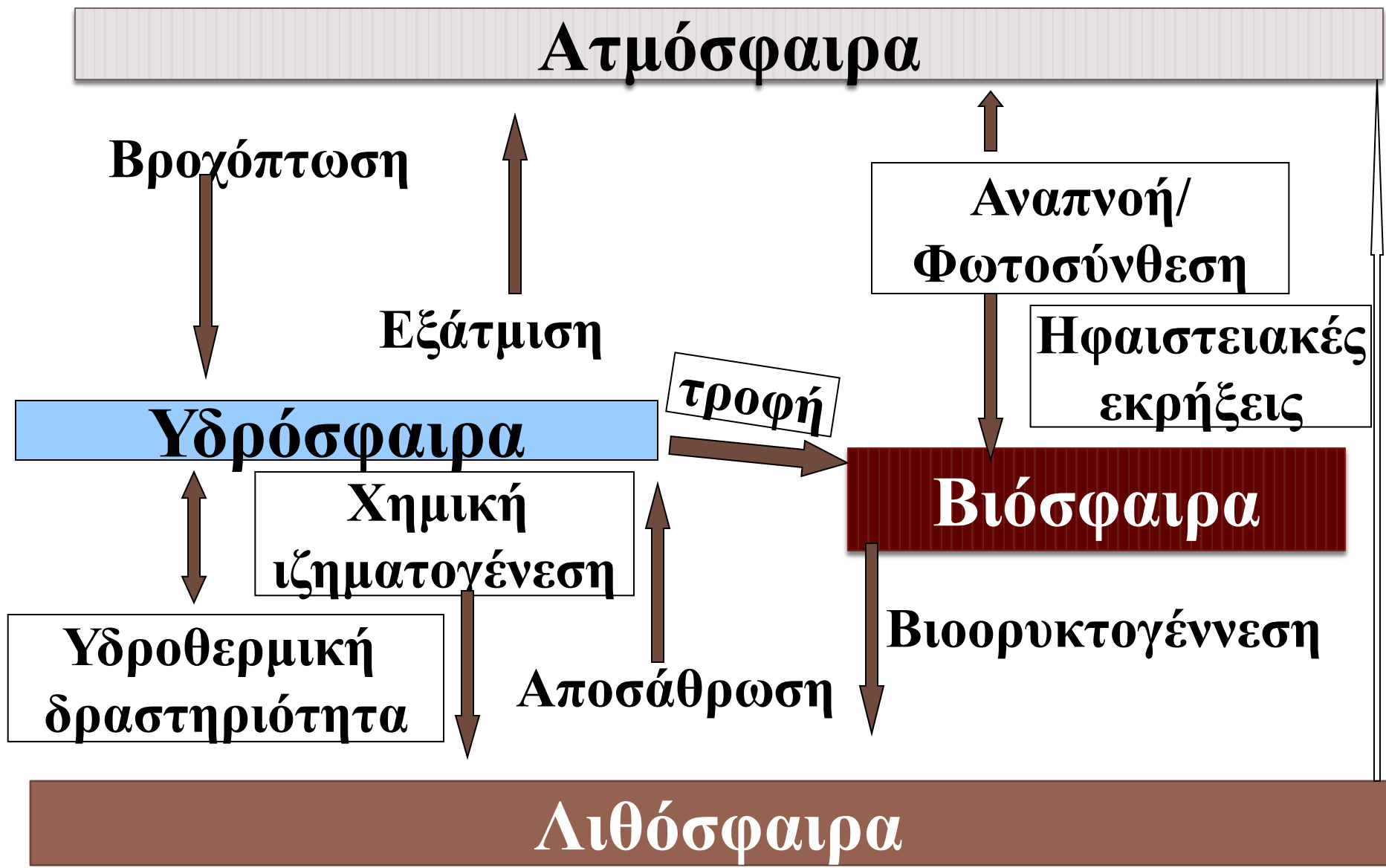
- Η τοξικότητα μιας ουσίας εκφράζεται σε τιμές θανατηφόρας δόσης των 50%, Lethal Dose values LD<sub>50</sub>. Ο όρος αναφέρεται στην ποσότητα ουσίας που προκαλεί το θάνατο του 50% πληθυσμού πειραματόζωων εάν χορηγηθεί σε μια δόση. Όσο μικρότερη είναι η τιμή τόσο πιο τοξική είναι η ουσία.

## Ανώτατη μη δραστική συγκέντρωση

- Είναι η συγκέντρωση στην οποία δεν εμφανίζεται στο πειραματόζωο καμία βλάβη. Υπολογίζεται η ανώτατη επιτρεπτή ημερήσια δόση σε mg/kg βάρους σώματος πειραματόζωου.
- Σε δεύτερη φάση υπολογίζεται η ανώτατη επιτρεπτή ημερήσια πρόσληψη για τον άνθρωπο θεωρώντας ότι ο άνθρωπος είναι δέκα φορές πιο ευαίσθητος από το πειραματόζωο.

# Box models

- Τα **box models** αποτελούνται από διάφορα **κουτιά, boxes** που **δείχνουν τις δεξαμενές για μια ουσία**, (π.χ. το νερό στον υδρολογικό κύκλο), και την ταχύτητα με την οποία το υλικό μεταφέρεται μεταξύ των δεξαμενών.
- **Βέλη υποδεικνύουν τις ροές μεταξύ των δεξαμενών.**
- **Για σύστημα σε σταθερή κατάσταση** η ολική ποσότητα ουσίας σε κάθε δεξαμενή μένει σταθερή, άρα οι ταχύτητες προσθήκης και απομάκρυνσης της ουσίας από αυτή είναι ίσες.



# Μοντέλα Εισροής - Εκροής



Όπου

- $F$  = ροή χημικών φάσεων (μάζα/ χρόνο)
- $Q$  = παροχή (όγκος/ χρόνο)
- $V$  = όγκος ταμιευτήρα
- $C$  = συγκέντρωση (μάζα/ όγκο)

# Σταθερή κατάσταση συστήματος



- Ένα σύστημα βρίσκεται σε σταθερή κατάσταση, όταν ισχύει :

$$F_{in} = F_{out}$$

- Αυτό σημαίνει πως η ολική ποσότητα μιας ουσίας θα μένει σταθερή σε κάθε στιγμή

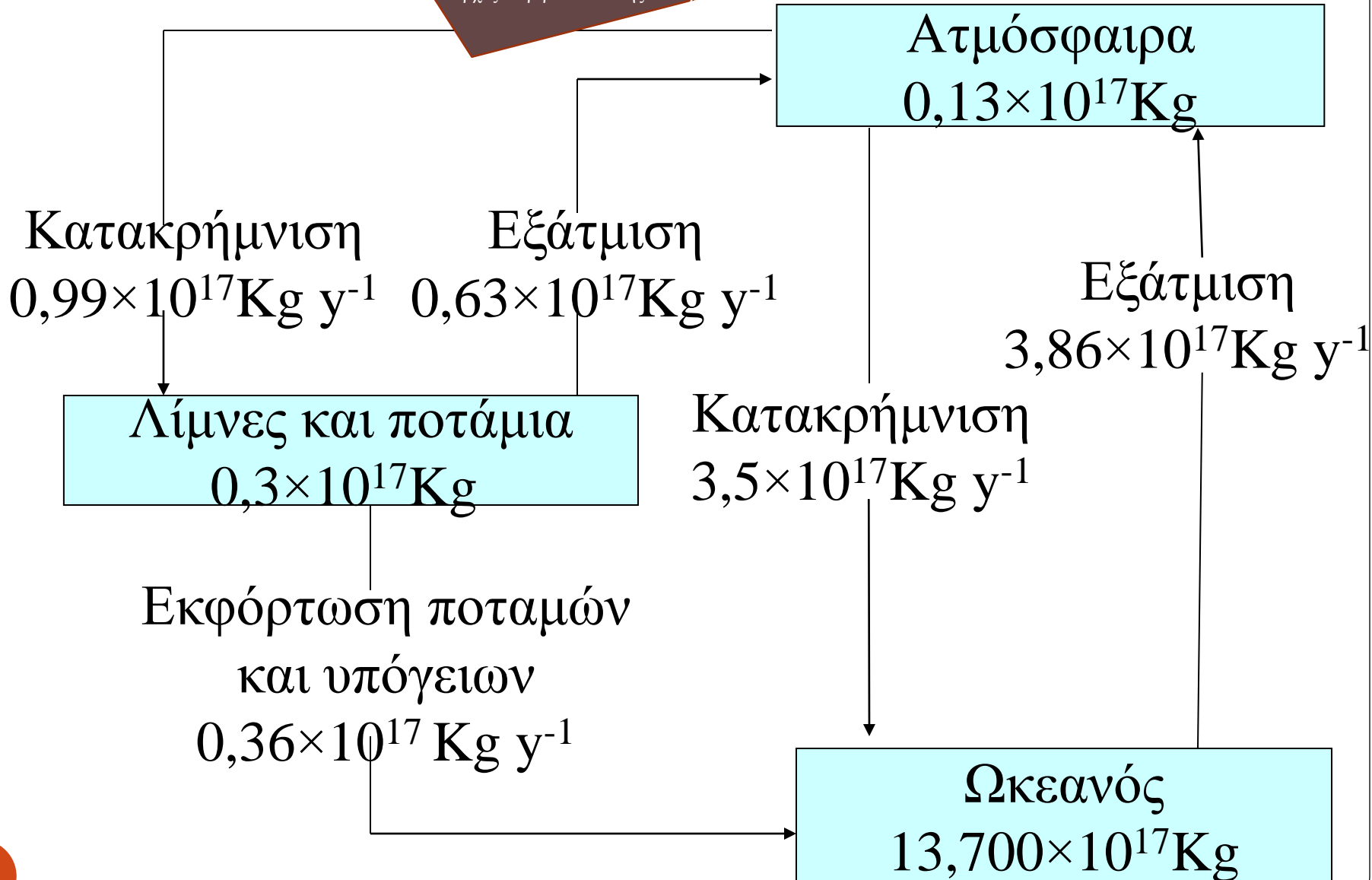
# Χρόνος παραμονής

Ως χρόνος παραμονής,  $t_R$  ορίζεται το χρονικό διάστημα που κατά μέσο όρο παραμένει μια χημική ουσία σε ένα ταμιευτήρα, (δεξαμενή).

$$t_R = \frac{\text{Ποσότητα ουσίας στη δεξαμενή}}{\text{Ταχύτητα προσθήκης}}$$

# Υδρολογικός κύκλος

Αρχές Περιβαλλοντικής Γεωχημείας G. NELSON EBY





# Παράδειγμα

Πηγή: Αρχές Περιβαλλοντικής Γεωχημείας G. NELSON EBY

- Υπολογίστε το χρόνο παραμονής του νερού στην ατμοσφαιρική δεξαμενή

## Λύση

Το μοντέλο είναι σταθερής κατάστασης άρα η ταχύτητα προσθήκης στη δεξαμενή είναι ίση με την ταχύτητα απομάκρυνσης.

Οποιοδήποτε σετ ροών είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί. Αν χρησιμοποιηθεί η ταχύτητα προσθήκης ανά έτος προστίθενται  $0,63 \times 10^{17} \text{Kg}$  νερού μέσω της εξάτμισης από λίμνες και ποτάμια και  $3,86 \times 10^{17} \text{Kg}$  νερού μέσω της εξάτμισης από ωκεανούς.

# Παράδειγμα

Πηγή: Αρχές Περιβαλλοντικής Γεωχημείας G. NELSON EBY

Άρα η ολική ταχύτητα προσθήκης θα είναι  $4,49 \times 10^{17} \text{Kg y}^{-1}$  νερού

$t_R = \frac{\text{Ποσότητα ουσίας στη δεξαμενή}}{\text{Ταχύτητα προσθήκης}}$

$$= \frac{0,13 \times 10^{17} \text{Kg}}{4,49 \times 10^{17} \text{Kg y}^{-1}} = 0,029 \text{ y} = 10,6 \text{ d}$$

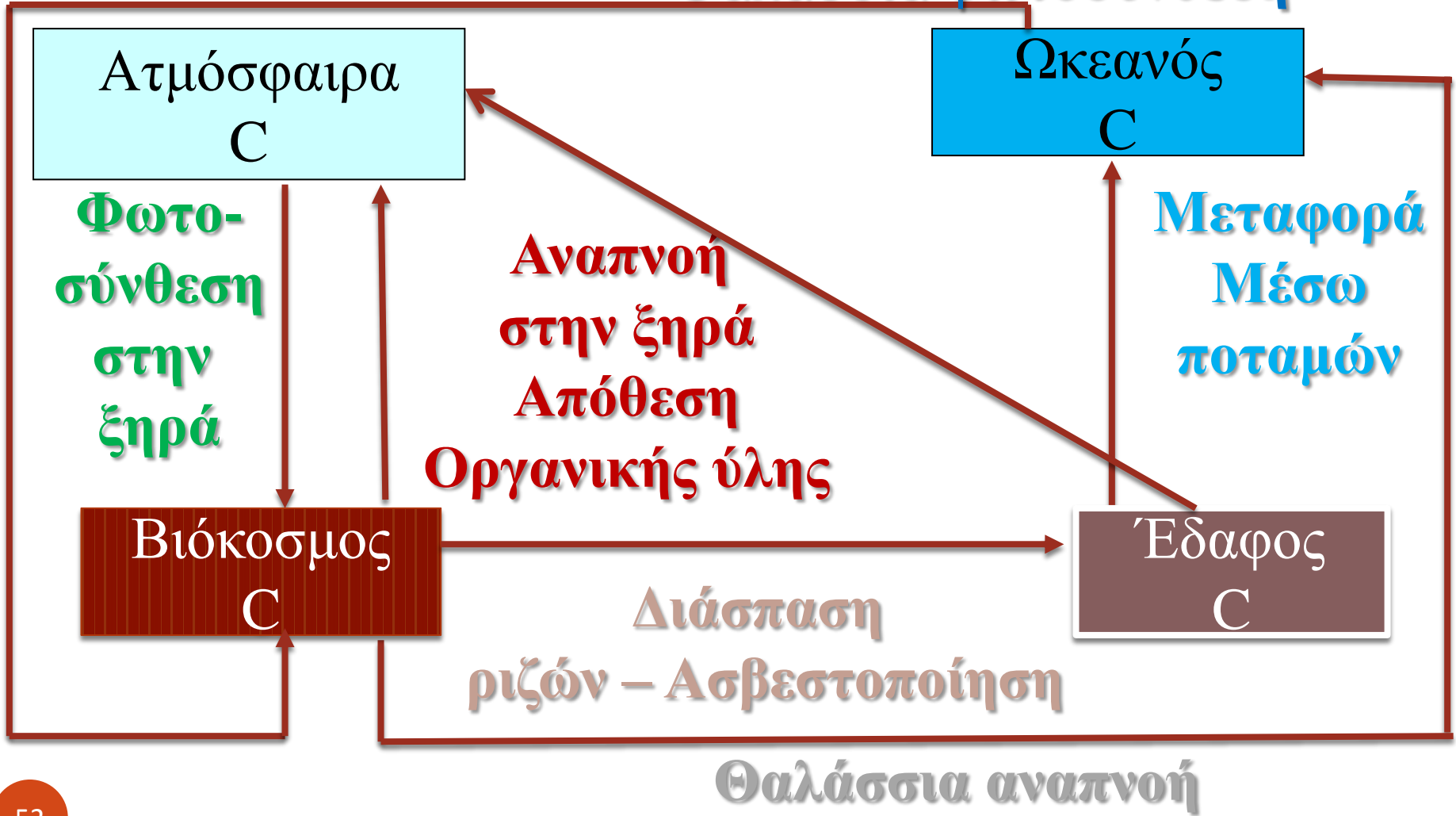
## Επιτάχυνση του υδρολογικού κύκλου λόγω ατμοσφαιρικής ρύπανσης

- Από το προηγούμενο παράδειγμα είναι φανερό πως ο χρόνος παραμονής του υδρατμού στη δεξαμενή της ατμόσφαιρας είναι πολύ μικρός.
- Αυτό σημαίνει πως στην ατμόσφαιρα οι μεταβολές στην ταχύτητα προσθήκης του νερού, (π.χ. αύξηση της ταχύτητας εξάτμισης λόγω ατμοσφαιρικής θέρμανσης), οδηγούν σε ταχεία αύξηση των υδρατμών και άρα αύξηση των βροχοπτώσεων.

# Βραχυπρόθεσμος κύκλος C

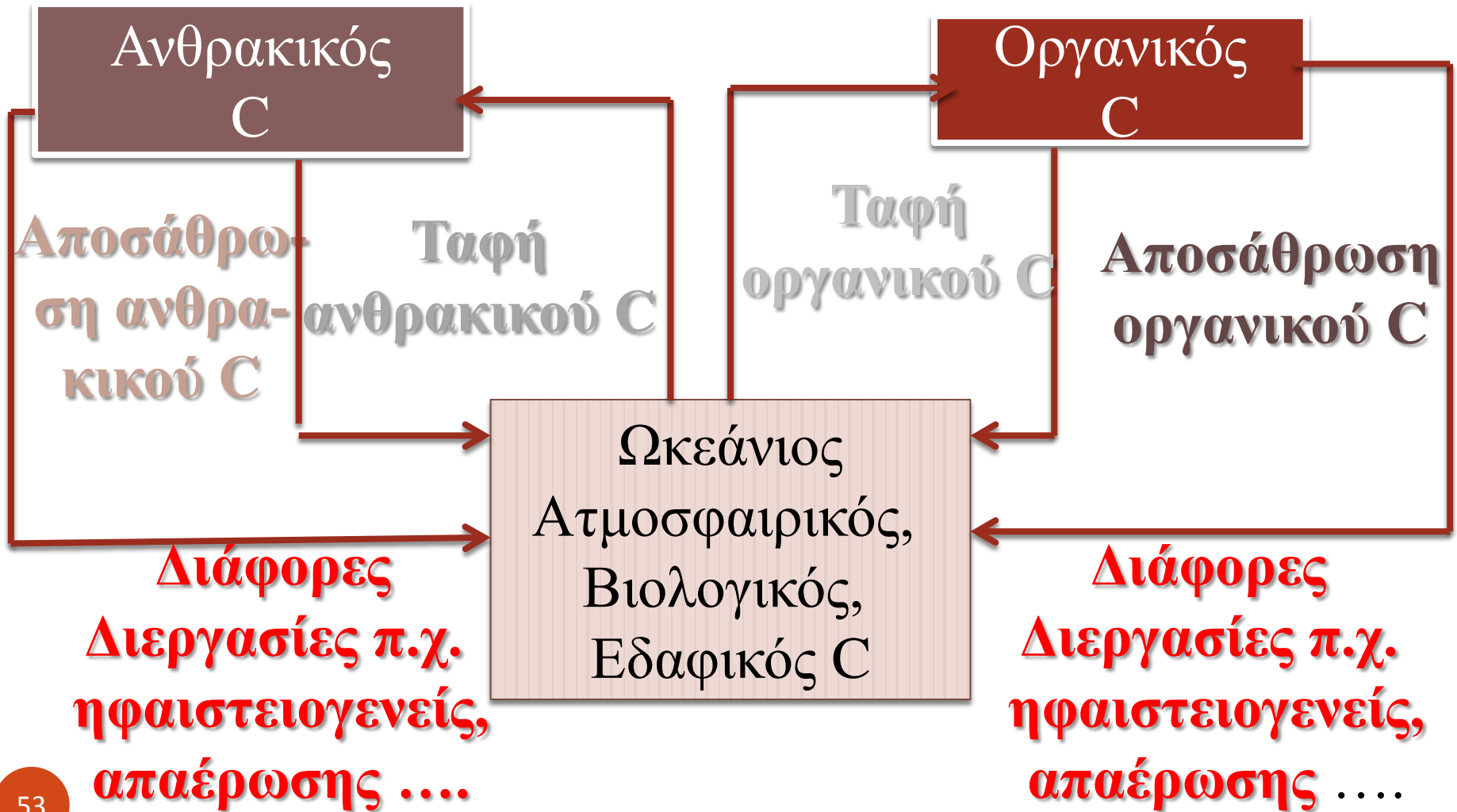
Αρχές Περιβαλλοντικής Γεωχημείας G. NELSON EBY Berner (1999)

Θαλάσσια φωτοσύνθεση



# Μακροπρόθεσμος κύκλος C

Αρχές Περιβαλλοντικής Γεωχημείας G. NELSON EBY Berner (1999)



# Βραχυπρόθεσμος κύκλος C

Οι διεργασίες είναι **βιολογικές** και **ταχείες** φυσικοχημικές π.χ. ανταλλαγή αερίων.

Οι χρονικές κλίμακες είναι από ημέρες ως έτη.

Μέσω **ανθρωπογενών** **μεταβολών** καταστρέφονται εύκολα, (π.χ. στον C με έκλυση CO<sub>2</sub>).

**Έχουν περιβαλλοντικό ενδιαφέρον**

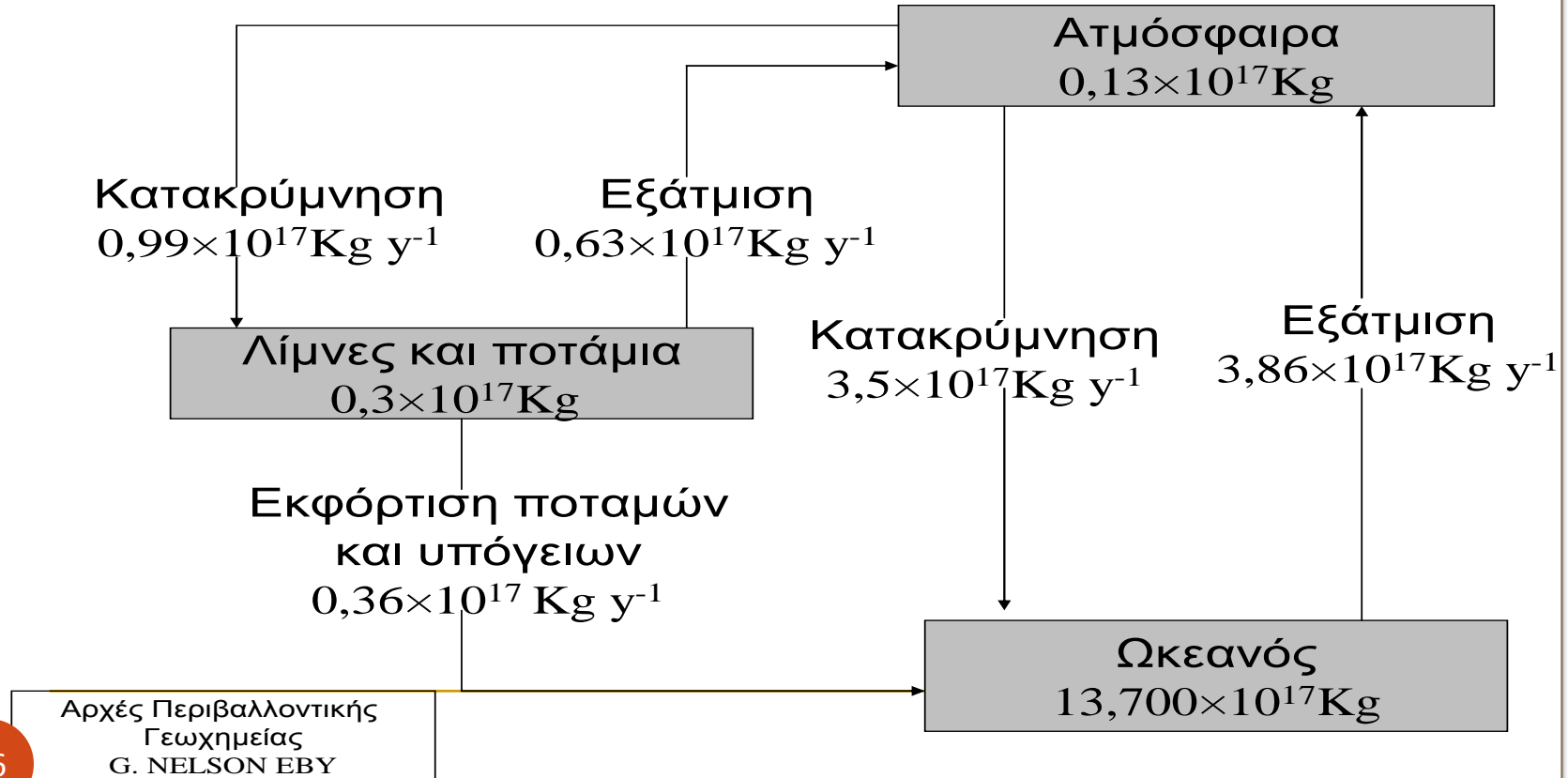
# Μακροπρόθεσμος κύκλος C

Οι διεργασίες είναι κυρίως γεωλογικές.

Οι χρονικές κλίμακες είναι της τάξεως των εκατοντάδων χιλιάδων μέχρι και εκατομμυρίων ετών.

Να υπολογίσετε το χρόνο παραμονής του νερού στην ατμοσφαιρική δεξαμενή με βάση το απλοποιημένο box model για τον υδρολογικό κύκλο που δίνεται πιο κάτω

## Υδρολογικός κύκλος





# Βιβλιογραφία

- Αρχές Περιβαλλοντικής Χημείας, Έκδοση 3<sup>η</sup> /2015, James Girard, ISBN: 9789605830618 Τύπος: Εκδότης: ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΚΔΟΤΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
- ΧΗΜΕΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, 1997, Θεμιστοκλή Αθ. Κουϊμτζή, Καθηγητή Α.Π.Θ., Εκδόσεις ΖΗΤΗ
- Αρχές Περιβαλλοντικής Γεωχημείας, Έκδοση 1<sup>η</sup> /2011, G. NELSON EBY, Εκδόσεις Σπυρίδων Κωσταράκης, ISBN: 978-960-99858-6-4
- Περιβαλλοντική Χημεία, Έκδοση 1<sup>Η</sup>/2016, IBANEZ G. JORGE, HERNANDEZ-ESPARZA MARGARITA, DORIA-SERRANO CARMEN, FREGOSO-INFANTE ARTURO, SINGH MONO MOHAN, ISBN: 978-960-524-448-4, ΙΔΡΥΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΕΡΕΥΝΑΣ-ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΗΤΗΣ
- Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, «Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος», Μυρτώ Πυροβέτση, Καθηγήτρια Οικολογίας, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Δρ. Μάριος Τσέζος Καθηγητής Ε.Μ.Π. , Δρ. Εμμανουέλα Ρεμουντάκη Επ. Καθηγήτρια Ε.Μ.Π. , Βοηθητικές Σημειώσεις: Περιβάλλον Ι Εισαγωγή στην Επιστήμη & Τεχνολογία Προστασίας του Περιβάλλοντος, ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΤΗ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΛΙΚΩΝ, ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ – ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ
- <https://eclass.duth.gr/modules/document/file.php/TME125/1.%20Intro.pdf>