

Εισαγωγή στην Επιστήμη του Μηχανικού Περιβάλλοντος

Νίκος Ξεκουκουλωτάκης
Επίκουρος Καθηγητής

Πολυτεχνείο Κρήτης
Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος
Γραφείο Κ2.125, τηλ.: 28210-37772
e-mail: nikosxek@gmail.com

Περίληψη

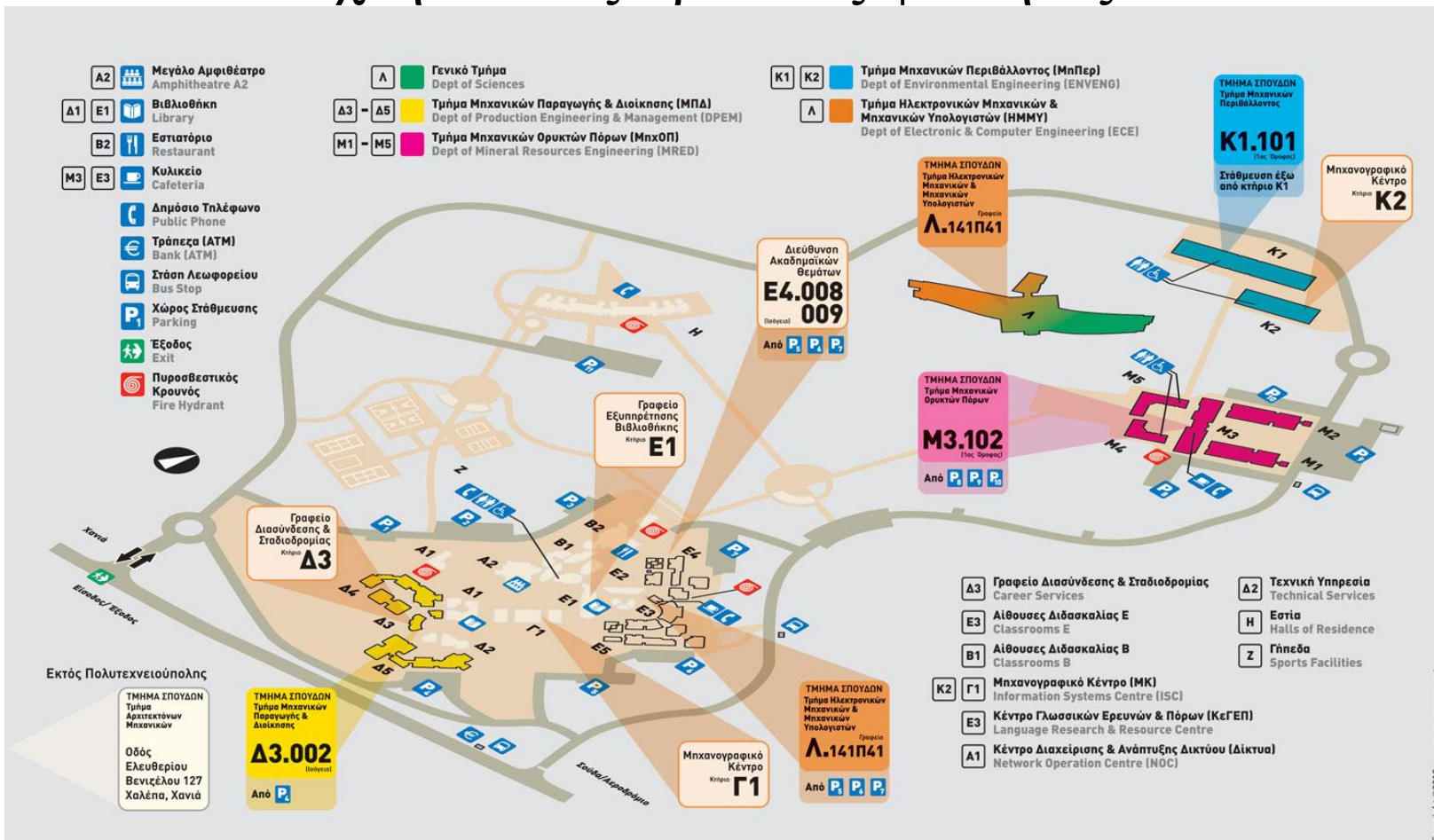


- Πολυτεχνείο Κρήτης
- Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος
- Δίπλωμα Μηχανικού Περιβάλλοντος
- Πρόγραμμα Σπουδών
- Εισαγωγή στην Επιστήμη του Μηχανικού Περιβάλλοντος

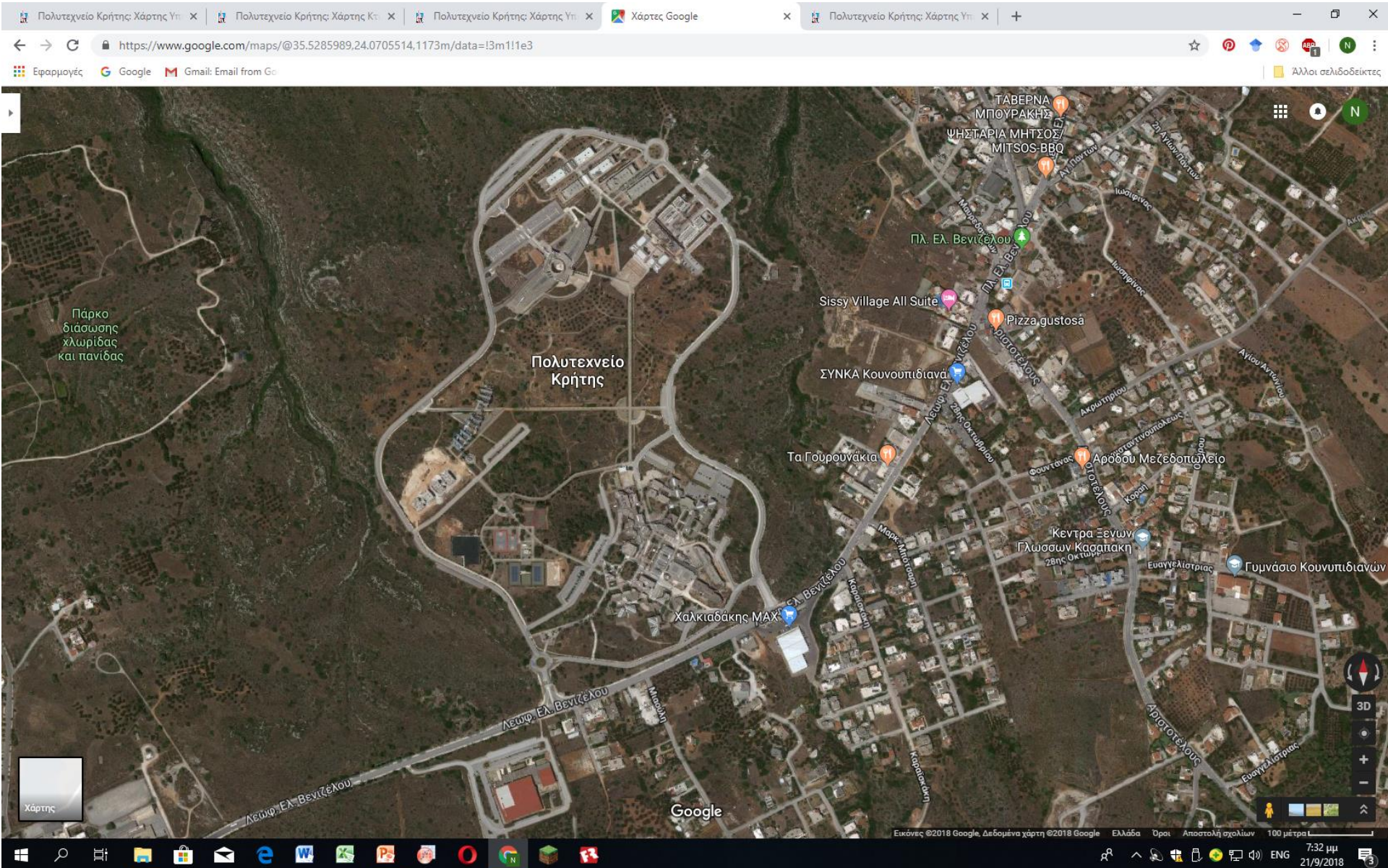
Πολυτεχνείο Κρήτης, <http://www.tuc.gr>



- Το Πολυτεχνείο Κρήτης (ΠΚ) ιδρύθηκε στα Χανιά το 1977 και δέχτηκε τους πρώτους φοιτητές το 1984.



<https://www.tuc.gr/index.php?id=maps-services-institutions>



Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος



- <http://www.enveng.tuc.gr>
- Στο Τμήμα υπηρετούν 25 μέλη Διδακτικού και Ερευνητικού Προσωπικού (ΔΕΠ).
- Γραμματεία: 2 διοικητικοί υπάλληλοι
- Μόνιμο επιστημονικό προσωπικό:
 - ✓ Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό (ΕΔΙΠ): 9 μέλη
 - ✓ Ειδικό Τεχνικό Εργαστηριακό Προσωπικό (ΕΤΕΠ): 9 μέλη

Μηχανικός Περιβάλλοντος



- Η Επιστήμη του Μηχανικού Περιβάλλοντος είναι συνδυασμός των εξής επιστημονικών πεδίων:
- ✓ Θετικών Επιστημών (Μαθηματικά, Φυσική, Χημεία, Βιολογία, Γεωλογία)
- ✓ Χημικών Μηχανικών (Φαινόμενα Μεταφοράς, Χημική Θερμοδυναμική, Φυσικές, Χημικές & Βιοχημικές διεργασίες)
- ✓ Πολιτικών Μηχανικών (Τομέας Υδραυλικής)

Δομή Προγράμματος Σπουδών ΜΗΠΕΡ



Μαθηματικά, Φυσική, Χημεία,
Προγραμματισμός, Στατική, Αντοχή
Υλικών, Κοινωνικές επιστήμες

Μαθήματα Χημικών Μηχ.

Φαινόμενα Μεταφοράς,
Θερμοδυναμική, Φυσικές,
Χημικές & Βιοχημικές Διεργασίες

Μαθήματα
Χημικού
Μηχανικού

Βασικά
Μαθήματα
Μηχανικών

Μαθήματα
Πολιτικού Μηχ.
(Κατεύθυνση
Υδραυλικής)

Μαθήματα Πολιτικών Μηχ.

Γεωλογία, Γεωδαισία,
Εδαφομηχανική, Οπλισμένο
σκυρόδεμα, GIS, Υδρολογία

Οικολογία, Μικροβιολογία, Υδατική Χημεία, Ρύπανση Νερών, Επεξεργασία Νερού
και Υγρών Αποβλήτων, Ατμοσφαιρική Ρύπανση και Επεξεργασία Αερίων
Εκπομπών, Διαχείριση και Επεξεργασία Αστικών Στερεών Αποβλήτων,
Ανανεώσιμες Πηγές Ενεργ., Περιβαλλοντική Νομοθεσία
Σχεδιασμός Περιβαλλοντικών Εγκαταστάσεων & Εκτίμηση Περιβαλλοντικών
Επιπτώσεων

Μαθήματα Μηχανικού Περιβάλλοντος



Πρόγραμμα Σπουδών

- Τα μαθήματα χωρίζονται σε 10 εξάμηνα.
 - Υποχρεωτικά Μαθήματα:
 - ✓ 48 μαθήματα
 - ✓ 2 ασκήσεις πεδίου
 - ✓ 2 μαθήματα γλώσσας
 - ✓ 8 κατ' επιλογής (2+6)
 - ✓ Διπλωματική εργασία
 - Προαιρετικά Μαθήματα:
 - ✓ 2 μαθήματα γλώσσας
 - ✓ Πρακτική Άσκηση
- 60 μαθήματα**
80% της συνολικής βαθμολογίας
- 20% της συνολικής βαθμολογίας**

Ακαδημαϊκό Ημερολόγιο



- <https://www.tuc.gr/index.php?id=1281>
- 24 Σεπτεμβρίου 2018: Έναρξη μαθημάτων
- 21 Δεκεμβρίου 2018: Λήξη μαθημάτων
- Το ακαδημαϊκό «εξάμηνο» διαρκεί 13 εβδομάδες.
- Διακοπές Χριστουγέννων: 22 Δεκεμβρίου 2018 έως 7 Ιανουαρίου 2019.
- 8 Ιανουαρίου 2019 έως 2 Φεβρουαρίου 2019: Εξεταστική περίοδος χειμερινού εξαμήνου (4 εβδομάδες).

Πρόγραμμα Μαθημάτων



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ - ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΩΡΟΛΟΓΙΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΧΕΙΜΕΡΙΝΟΥ ΕΞΑΜΗΝΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΕΤΟΥΣ 2018-2019

ΜΗΜΕΡ 1ο ΕΞΑΜΗΝΟ	ΔΕΥΤΕΡΑ		ΤΡΙΤΗ				ΤΕΤΑΡΤΗ	ΠΕΜΠΤΗ				ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ		
09:00 - 10:00	Εισαγ.στην Επιστ.Του Μηχ Περιβαλ. K2.A1 Ξεκουκουλωτάκης Ν.		Γερμανικά Ι E1001 Βρουβάκη	Φυσική Ι Εργ.	Οικολογία εργ.	Εισ.στον Προγρ. εργ.	Οικολογία K2. I1 Βενιέρη	Φυσική Ι Λαζαρίδης ,Γλυτσός K2.I1				Φυσική Ι Εργ.	Εισ.στον Προγρ. εργ.	Οικολ. εργ.
10:00 - 11:00	Εισαγ.στην Επιστ.Του Μηχ Περιβαλ. K2.A1 Ξεκουκουλωτάκης Ν.		Γερμανικά Ι E1001 Βρουβάκη	Φυσική Ι Εργ.	Οικολογία εργ.	Εισ.στον Προγρ. εργ.	Οικολογία K2. I1 Βενιέρη	Φυσική Ι Λαζαρίδης -Γλυτσός K2.I1				Φυσική Ι Εργ.	Εισ.στον Προγρ. εργ.	Οικολ. εργ.
11:00 - 12:00	Περιβαλ. Γεωλογία	Παυλάκη 2042	Εισαγ.στην Επιστ.Του Μηχ Περιβαλ Ασκ. Ξεκουκουλωτάκης, M5002				Εισαγ. στο Προγραμματισμό Κουτρούλης K2.I1	Αγγλικά Ι Mckay E3001/ Γερμανικά Ι E1001 Βρουβάκη	Φυσική Ι Εργ.	Οικολογία εργ.	Εισ.στον Προγρ. εργ.	Εισ.στον Προγρ. εργ.		
12:00 - 13:00	Περιβαλ. Γεωλογία	Παυλάκη 2042	Εισαγ. στο Προγραμματισμό M 5002 Ασκ. Κουτρούλης				Εισαγ. στο Προγραμματισμό Κουτρούλης K2.I1	Αγγλικά Ι Mckay E3001/ Γερμανικά Ι E1001	Φυσική Ι Εργ.	Οικολογία εργ.	Εισ.στον Προγρ. εργ.	Εισ.στον Προγρ. εργ.		
13:00 - 14:00	Φυσική Ι ΑΣΚ K2. I1 Λαζαρίδης -Γλυτσός		Αγγλικά Ι E3001 Mckay /	Σχεδίαση Περ. Συστ. Η/Υ εργ.	Οικολ. εργ.									
14:00 - 15:00			Αγγλικά Ι E3001 Mckay /	Σχεδίαση Περ. Συστ. Η/Υ εργ.	Οικολ. εργ.								Φυσική Ι Εργ.	Οικολ. εργ.
15:00 - 16:00	Περιβ. Γεωλογία M4002 Ασκ /Εργ							Διαφορικός & Ολοκλ. Λογ. Ι K2.I1 Μανουσάκης					Φυσική Ι Εργ.	Οικολ. εργ.
16:00 - 17:00	Περιβ. Γεωλογία Ασκ /Εργ M4002		Διαφορικός & Ολ. Λογ. Ι K2.I1 Μανουσάκης					Διαφορικός & Ολοκλ. Λογ. Ι K2.I1 Μανουσάκης					Φυσική Ι Εργ.	Οικολ. εργ.
17:00 - 18:00		Εισ.στον Προγρ. εργ.	Διαφορικός & Ολ. Λογ. Ι K2.I1 Μανουσάκης				Σχεδίαση Περ. Συστ. Η/Υ εργ.		Σχεδίαση Περ. Συστ. Η/Υ εργ.			Φυσική Ι Εργ.	Οικολ. εργ.	
18:00 - 19:00		Εισ.στον Προγρ. εργ.		Σχεδίαση Περ. Συστ. Η/Υ εργ.			Σχεδίαση Περ. Συστ. Η/Υ 2042 Τσουχλαράκη		Σχεδίαση Περ. Συστ. Η/Υ εργ.			Φυσική Ι Εργ.		
19:00 - 20:00		Εισ.στον Προγρ. εργ.		Σχεδίαση Περ. Συστ. Η/Υ εργ.			Σχεδίαση Περ. Συστ. Η/Υ 2042 Τσουχλαράκη		Σχεδίαση Περ. Συστ. Η/Υ εργ.			Φυσική Ι Εργ.		

http://www.eclass.tuc.gr



TUC eclass

https://www.eclass.tuc.gr

Εφαρμογές Google Gmail: Email from Go Άλλοι σελιδοδείκτες

open eclass

Βασικές Επιλογές

- Μαθήματα
- Εγγραφή
- Εγχειρίδια
- Σχετικά
- Συχνές ερωτήσεις
- Επικοινωνία

Πλατφόρμα Τηλεκπαίδευσης



Σύνδεση χρήστη

hikosxek

.....

Είσοδος

Εσχάσατε το συνθηματικό σας;

Η πλατφόρμα **TUC eclass** αποτελεί ένα ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Ηλεκτρονικών Μαθημάτων. Ακολουθεί τη φιλοσοφία του λογισμικού ανοικτού κώδικα και υποστηρίζει την υπηρεσία Ασύγχρονης Τηλεκπαίδευσης χωρίς περιορισμούς και δεσμεύσεις. Η πρόσβαση στην υπηρεσία γίνεται με τη χρήση ενός απλού φυλλομετρητή (web browser) χωρίς την απαίτηση εξειδικευμένων τεχνικών γνώσεων.

Ανακοινώσεις

Eclass και δήλωση μαθημάτων

- Τετάρτη, 25 Οκτωβρίου 2017 -

Η εγγραφή στο eclass σε μαθήματα δεν αποτελεί δήλωση μαθημάτων. Η δήλωση μαθημάτων γίνεται στο φοιτητολόγιο. [περισσότερα](#)

Συνδεδεμένοι χρήστες: 20

open eclass
e-learning platform

Download on the App Store

Get it on Google play

OdigosPropt2018-....pdf

Προβολή όλων

10:32 μμ
21/9/2018

http://www.eclass.tuc.gr



TUC eclass | Εισαγωγή στην Επιστ...

https://www.eclass.tuc.gr/courses/MHPER199/

Εφαρμογές Google Gmail: Email from Go Άλλοι σελιδοδείκτες

open eclass

Ενεργά εργαλεία

- Έγγραφα 2
- Ανακοινώσεις
- Ασκήσεις
- Βαθμολόγιο
- Γλωσσάριο
- Γραμμή μάθησης
- Εργασίες
- Ερωτηματολόγιο
- Ηλεκτρονικό βιβλίο
- Ημερολόγιο
- Ιστολόγιο
- Κουβεντούλα
- Μηνύματα 18
- Ομάδες Χρηστών
- Παρουσιολόγιο
- Πληροφορίες
- Πολυμέσα
- Συζήτηση

Χαρτοφυλάκιο / Εισαγωγή στην Επιστήμη του Μηχανικού Περιβάλλοντος...

Εισαγωγή στην Επιστήμη του Μηχανικού Περιβάλλοντος

Νίκος Ξεκουκουλωτάκης

Περιγραφή

Διδακτέα Ύλη Μαθήματος:

1. Βασικές εισαγωγικές έννοιες της Μηχανικής Περιβάλλοντος
2. Μετρήσεις και υπολογισμοί στη Μηχανική Περιβάλλοντος
3. Ισοζύγια μάζας
4. Ισοζύγια ενέργειας

Στόχος του μαθήματος:

Εξοικείωση των φοιτητών με τον κλάδο της Μηχανικής Περιβάλλοντος και εισαγωγή τους στις βασικές έννοιες του κλάδου.

Κωδικός: ΜΠ 113
Κατηγορία: Μηχανικών Περιβάλλοντος » Προπτυχιακό » 1ο Εξάμηνο

Θεματικές Ενότητες +

- Δεν υπάρχουν θεματικές ενότητες -

Ημερολόγιο

Σεπτέμβριος 2018

Κυριακή	Δευτέρα	Τρίτη	Τετάρτη	Πέμπτη	Παρασκευή	Σάββατο
	26	27	28	29	30	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

Προβολή όλων

OdigosPropt2018-....pdf

10:34 μμ
21/9/2018

Εισαγωγή στη Μηχανική Περιβάλλοντος



- ✓ Εισαγωγή στη Μηχανική Περιβάλλοντος
- ✓ Μετρήσεις και υπολογισμοί στη Μηχανική Περιβάλλοντος
- ✓ Ισοζύγια μάζας
- ✓ Ισοζύγια ενέργειας



➤ Στόχος του μαθήματος:

- ✓ Εξοικείωση των φοιτητών με τον κλάδο της Μηχανικής Περιβάλλοντος και παρουσίαση των βασικών εννοιών του κλάδου

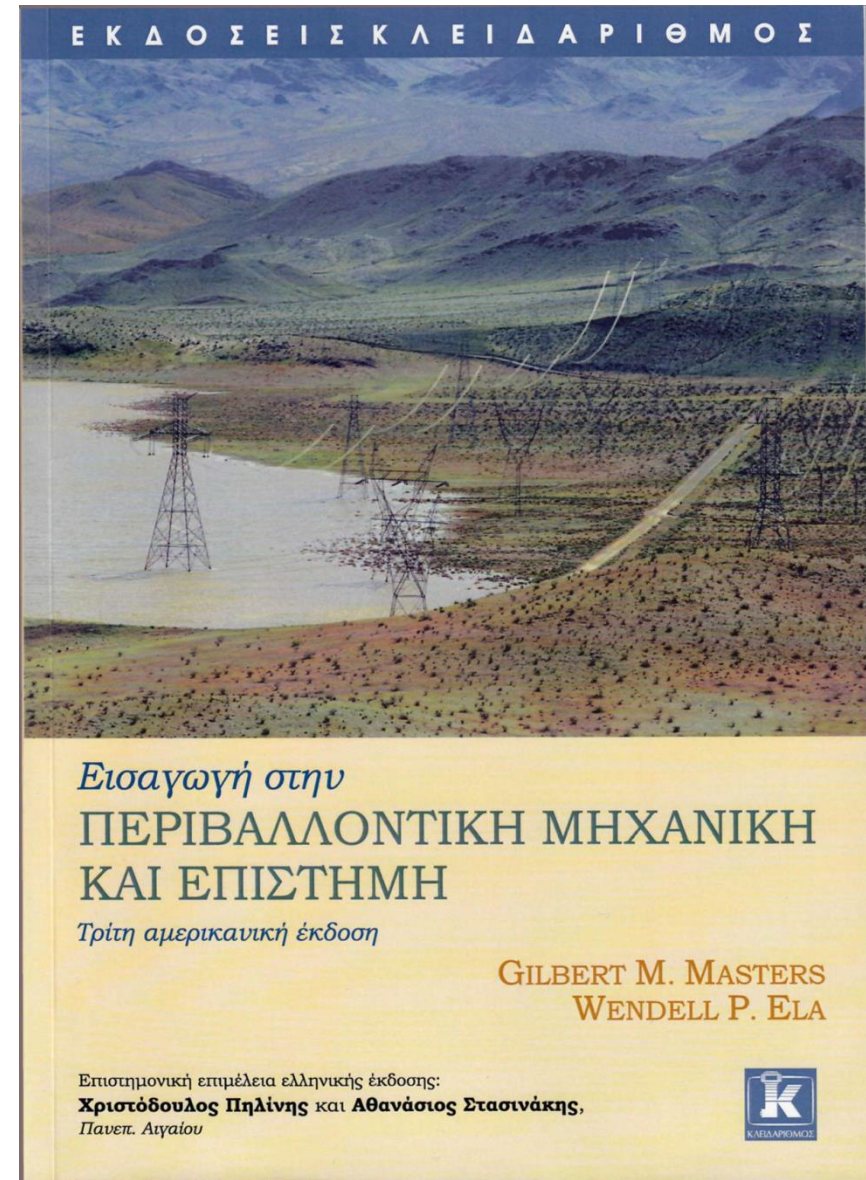
➤ Βοηθήματα:

- ✓ Διαλέξεις του μαθήματος (δείτε στο e-class το σύνδεσμο του μαθήματος)
- ✓ Σύγγραμμα (Εύδοξος)
- ✓ Συγγράμματα από τη διεθνή βιβλιογραφία

Εισαγωγή στη Μηχανική Περιβάλλοντος



- **Συγγράμματα:**
- 1. Τίτλος:** Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Μηχανική και Επιστήμη. **Συγγραφείς:** Gilbert M. Masters and Wendell P. Ela, **Εκδοτικός Οίκος:** Κλειδάριθμος, **ISBN:** 978-9604618521.



Εισαγωγή στη Μηχανική Περιβάλλοντος

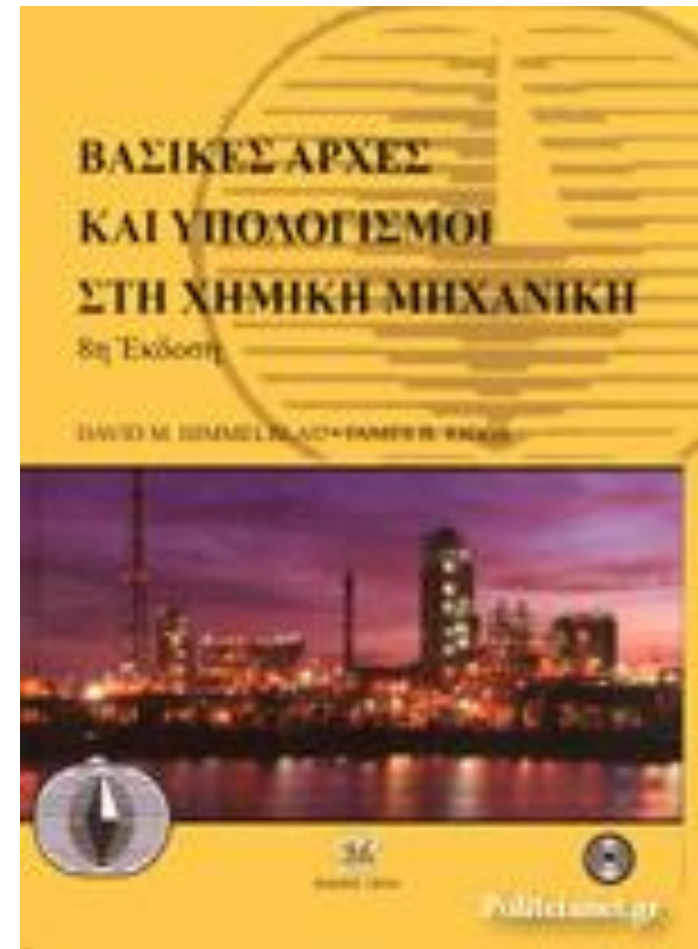


➤ **Σύγγραμμα (Εύδοξος):**

2. Τίτλος: Βασικές Αρχές και Υπολογισμοί στη Χημική Μηχανική

Συγγραφείς: D. Himmelblau, J. Riggs

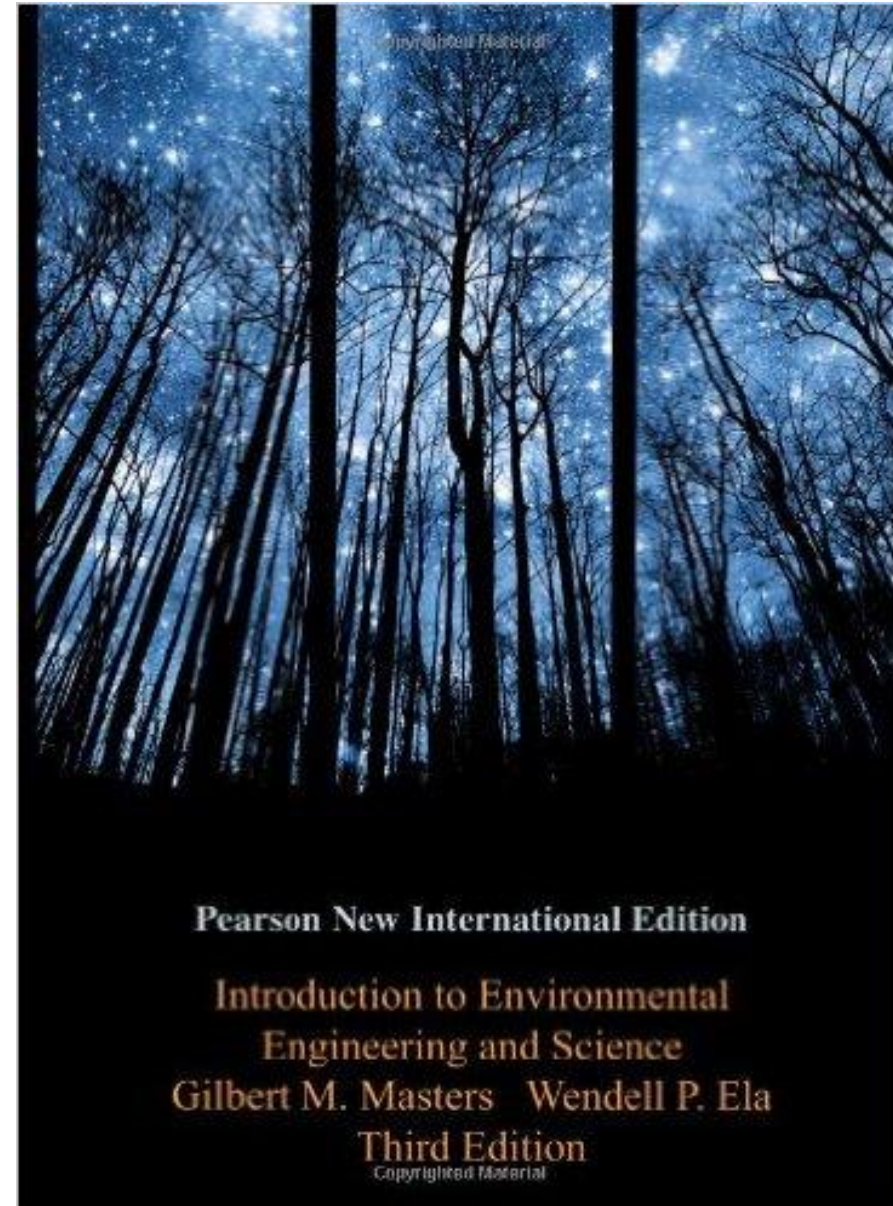
Εκδοτικός Οίκος: Τζιόλας



Εισαγωγή στη Μηχανική Περιβάλλοντος



- **Συγγράμματα:**
3. **Τίτλος:** Introduction to Environmental Engineering and Science, 3rd Edition, 2008, **Συγγραφείς:** Gilbert M. Masters and Wendell P. Ela, **Εκδοτικός Οίκος:** Pearson, **ISBN:** 978-1292025759.



Εισαγωγή στη Μηχανική Περιβάλλοντος



➤ Συγγράμματα:

4. Τίτλος: Environmental Engineering: Fundamentals, Sustainability, Design, 2014

Συγγραφείς: James R. Mihelcic and Julie Beth Zimmerman, Εκδοτικός

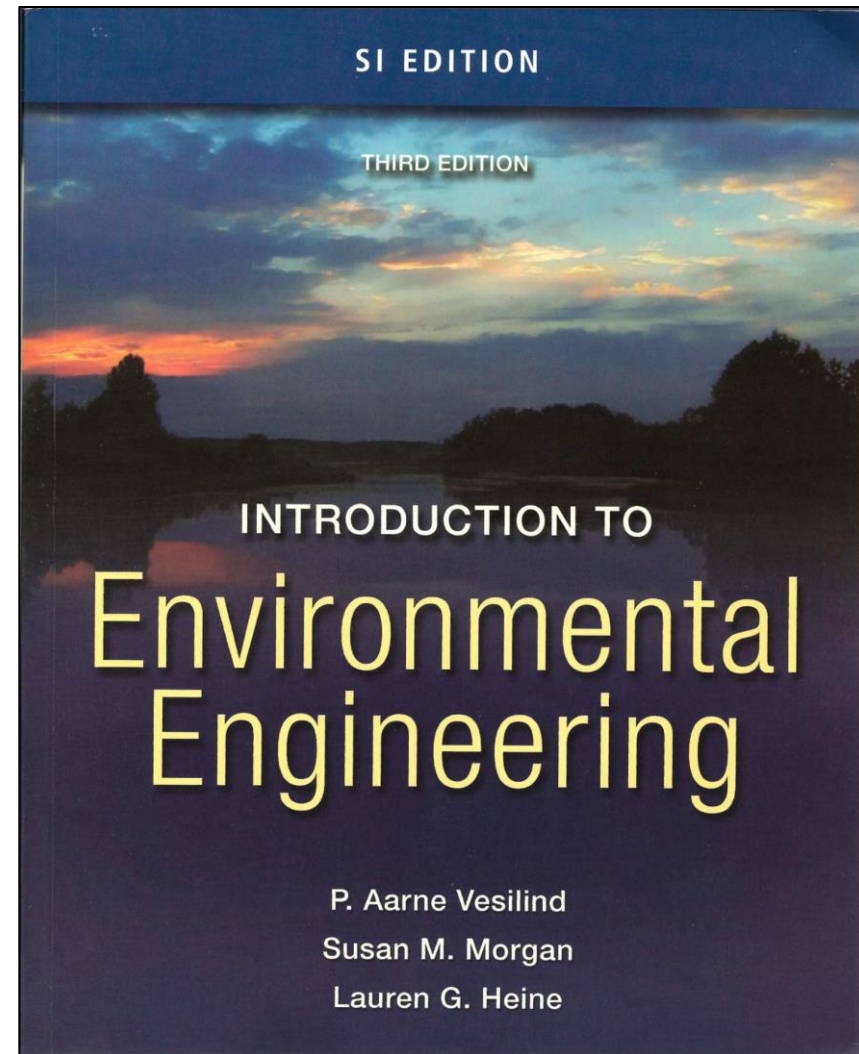
Οίκος: John Wiley & Sons, ISBN: 978-1118741498.



<http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-EHEP002911.html>



- **Συγγράμματα:**
5. **Τίτλος:** Introduction to Environmental Engineering, 3rd Edition, 2010, SI Edition **Συγγραφείς:** P. Aarne Vesilind, Susan M. Morgan, Lauren G. Heine, **Εκδοτικός Οίκος:** CENGAGE Learning, **ISBN:** 978-0-495-29585-3.





➤ Πρόγραμμα διαλέξεων:

- ✓ Δευτέρα 9:00-11:00, αίθουσα K2.A1
- ✓ Τρίτη 11:00-12:00 αίθουσα K005

➤ Αξιολόγηση και βαθμολόγηση:

- ✓ Project (εργασία): 30% της βαθμολογίας (προαιρετικά)
- ✓ Τελική γραπτή εξέταση: 70% ή 100% της βαθμολογίας



**Το περιβάλλον και τα
προβλήματατά του!!!**

Αυτός ο Κόσμος, ο Μικρός, ο Μέγας



Η φωτογραφία λήφθηκε από το πλήρωμα του διαστημοπλοίου Apollo 17, το Δεκέμβριο του 1972.

Πηγή:

www.solarviews.com

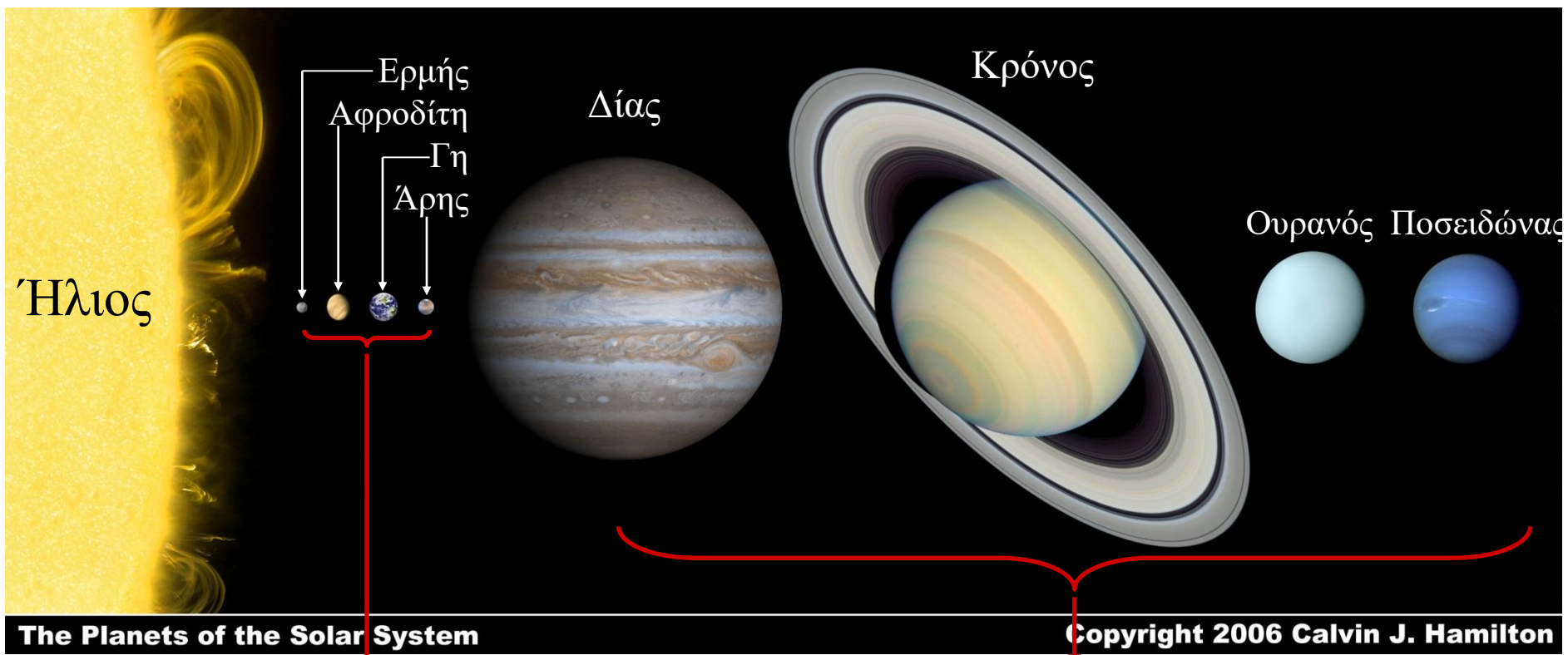
Αυτός ο Κόσμος, ο Μικρός, ο Μέγας



Αυτός ο Κόσμος, ο Μικρός, ο Μέγας



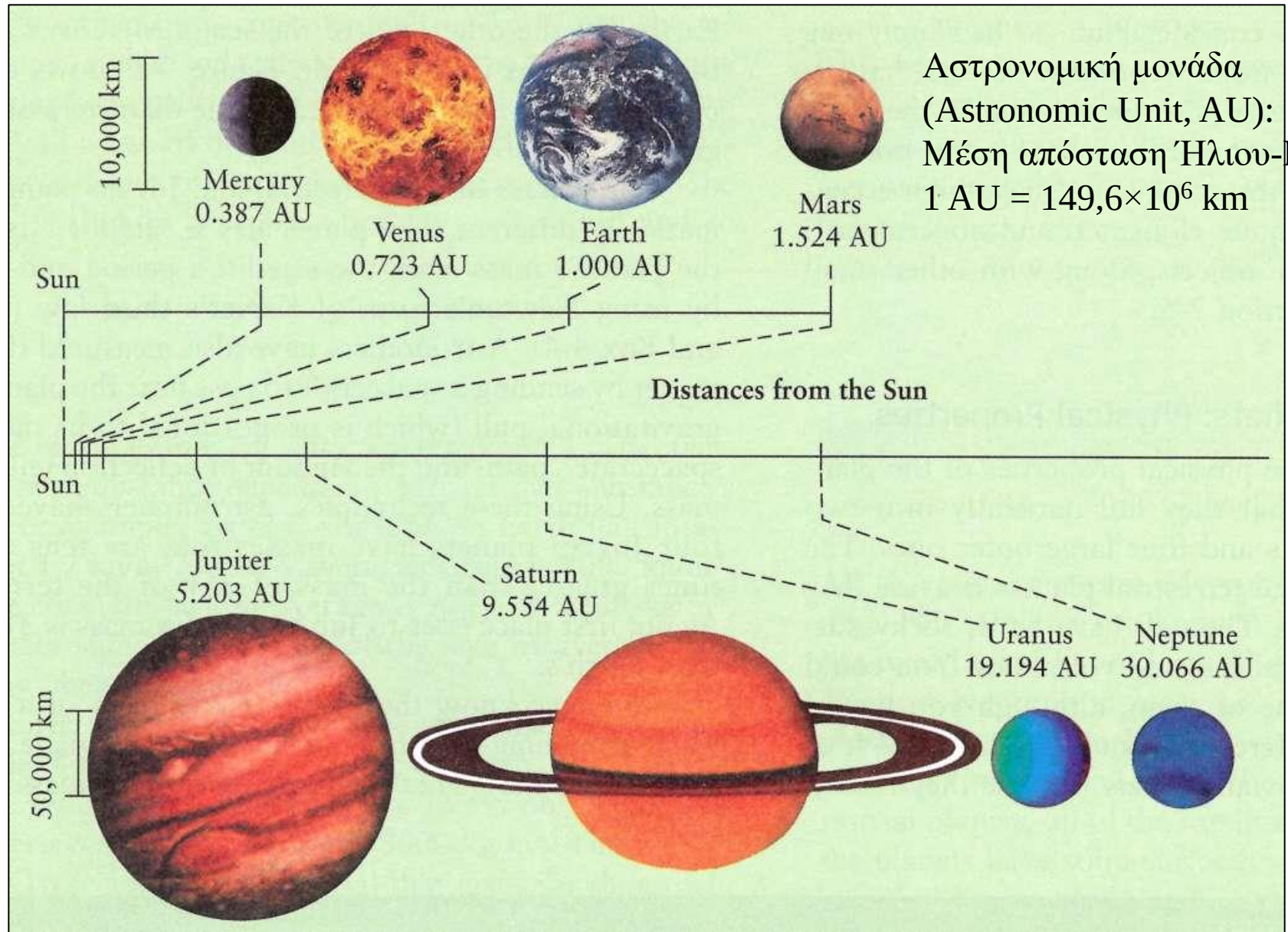
Ηλιακό Σύστημα



Εσωτερικοί ή γήινοι πλανήτες (Inner or terrestrial planets): Μοιάζουν με τη Γη. Έχουν σχετικά μικρή μάζα και διαστάσεις, αλλά μεγάλη πυκνότητα. Έχουν στερεή επιφάνεια και αποτελούνται κυρίως από βραχώδη υλικά.

Εξωτερικοί ή πλανήτες της οικογένειας του Δία (Outer or Jovian planets): Έχουν σχετικά μεγάλη μάζα και διαστάσεις, αλλά μικρή πυκνότητα. Αποτελούνται κυρίως από ελαφριά στοιχεία όπως το υδρογόνο και το ήλιο.

Ηλιακό Σύστημα



Αστρονομική μονάδα
(Astronomic Unit, AU):
Μέση απόσταση Ήλιου-Γης:
 $1 \text{ AU} = 149,6 \times 10^6 \text{ km}$

The Inner (Terrestrial) Planets Close to the Sun - Small diameter, small mass - High density



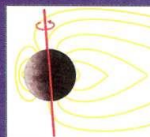
	Mercury	Venus	Earth	Mars
Average distance from the Sun (AU)	0.387	0.723	1.000	1.524
Equatorial diameter (Earth = 1)	0.383	0.949	1.000	0.533
Mass (Earth = 1)	0.0553	0.8149	1.0000	0.1074
Average density (kg/m ³)	5430	5243	5515	3934



Mercury



Atmosphere
None



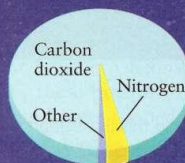
Magnetic field
Weak



Interior
Iron-nickel core,
rocky shell



Venus



Atmosphere
Carbon dioxide



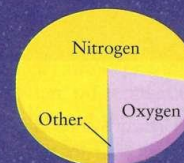
Magnetic field
None



Interior
Iron-nickel core,
rocky shell



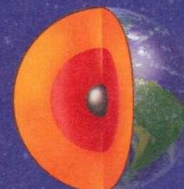
Earth



Atmosphere
Nitrogen, oxygen



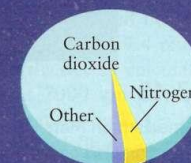
Magnetic field
Moderate, due to
liquid iron core



Interior
Iron-nickel core,
rocky shell



Mars



Atmosphere
Carbon dioxide



Magnetic field
None



Interior
Iron-nickel core,
rocky shell

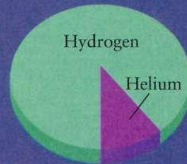
The Outer (Jovian) Planets Far from the Sun - Large diameter, large mass - Low density



	Jupiter	Saturn	Uranus	Neptune
Average distance from the Sun (AU)	5.203	9.554	19.194	30.066
Equatorial diameter (Earth = 1)	11.209	9.449	4.007	3.883
Mass (Earth = 1)	317.8	95.16	14.53	17.15
Average density (kg/m ³)	1326	687	1318	1638



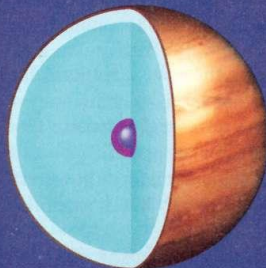
Jupiter



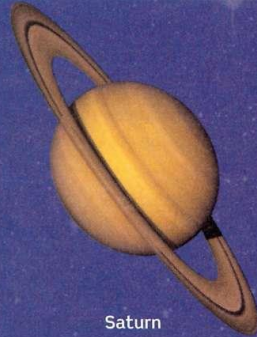
Atmosphere
Hydrogen, helium



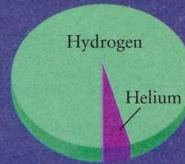
Magnetic field
Strong, due to
liquid metallic hydrogen



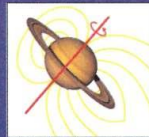
Interior
Rocky core, liquid
hydrogen and helium



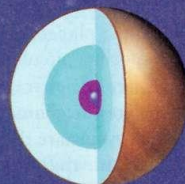
Saturn



Atmosphere
Hydrogen, helium



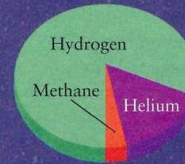
Magnetic field
Strong, due to
liquid metallic hydrogen



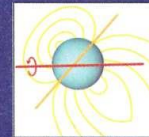
Interior
Rocky core, liquid
hydrogen and helium



Uranus



Atmosphere
Hydrogen, helium



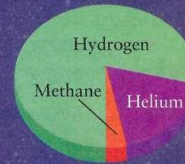
Magnetic field
Moderate, due to
dissolved ions



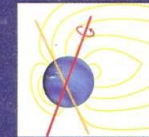
Interior
Rocky core, liquid
water and ammonia



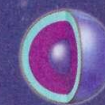
Neptune



Atmosphere
Hydrogen, helium

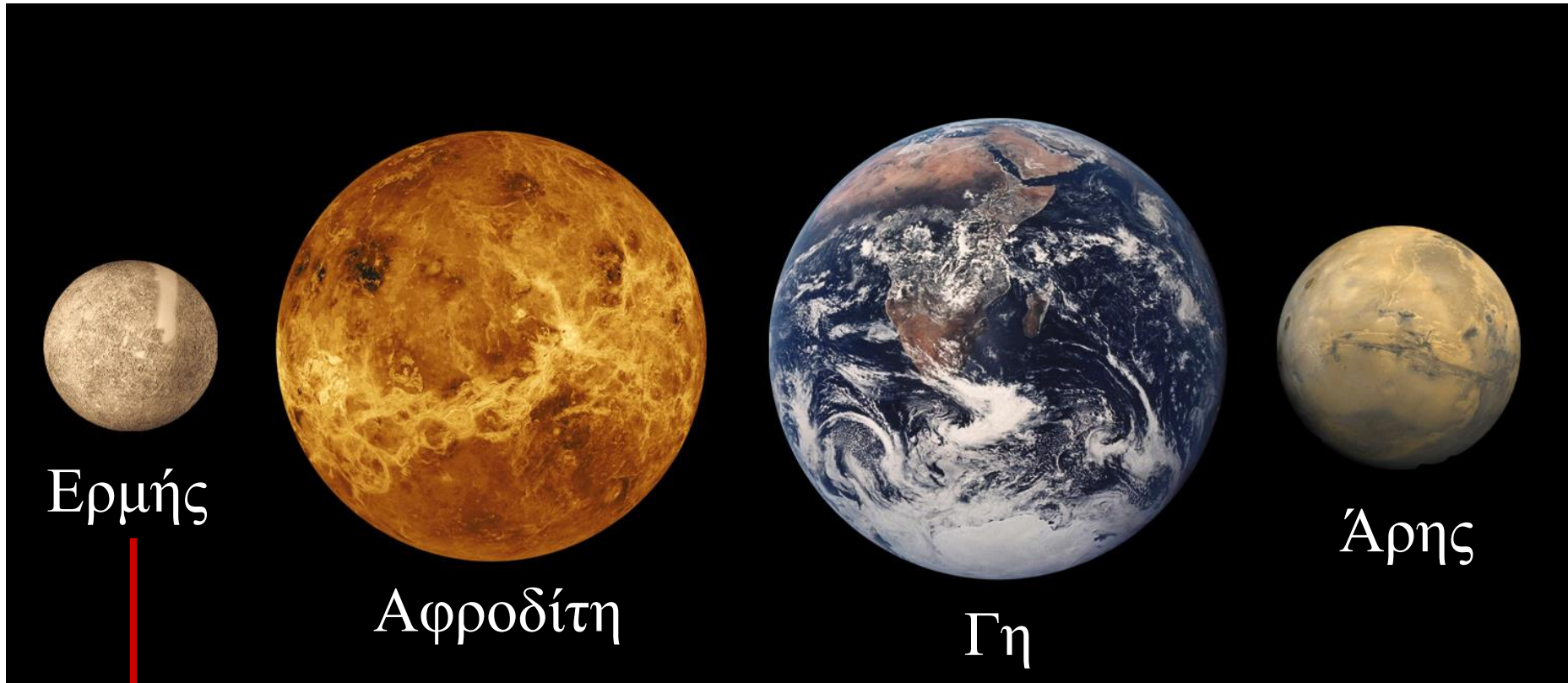


Magnetic field
Moderate, due to
dissolved ions



Interior
Rocky core, liquid
water and ammonia

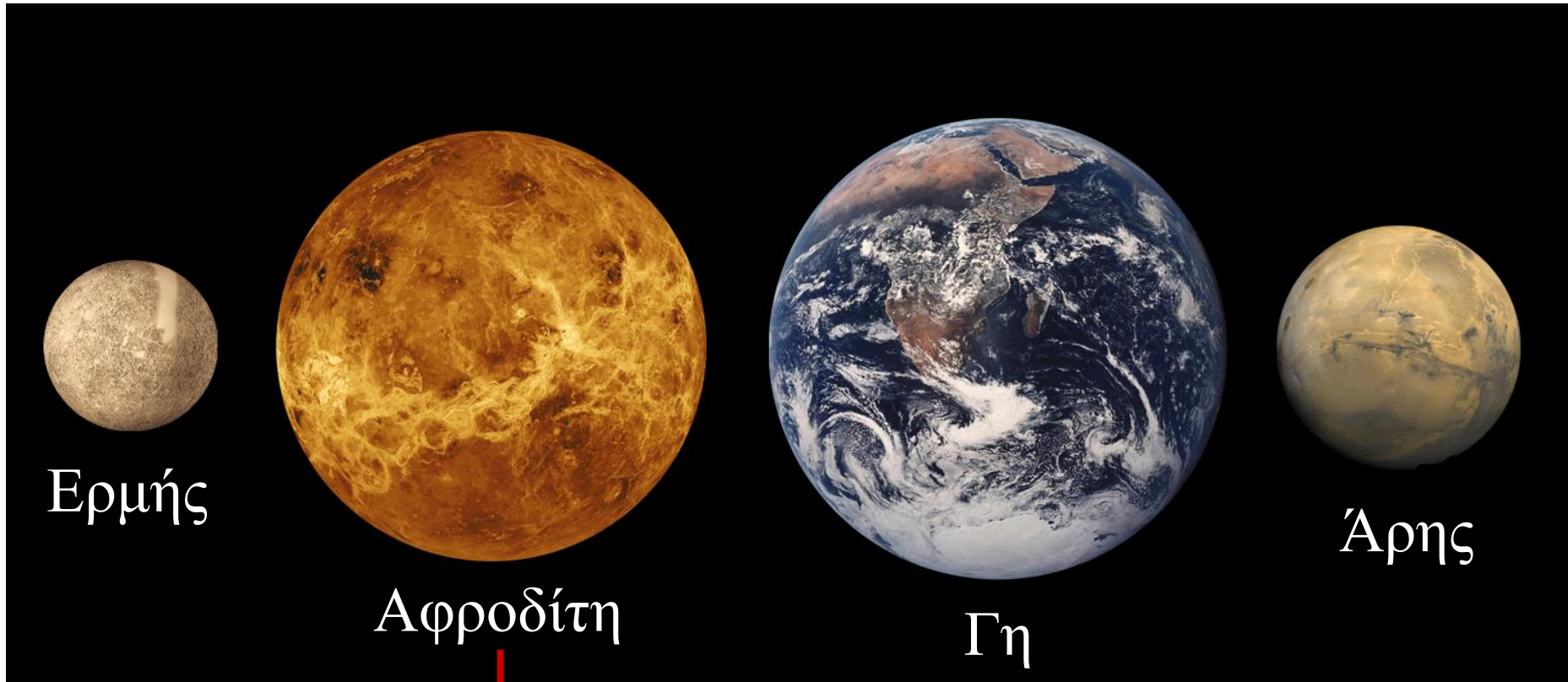
Ο δικός μας και οι άλλοι πλανήτες



↓
δεν έχει ατμόσφαιρα
θερμοκρασία:

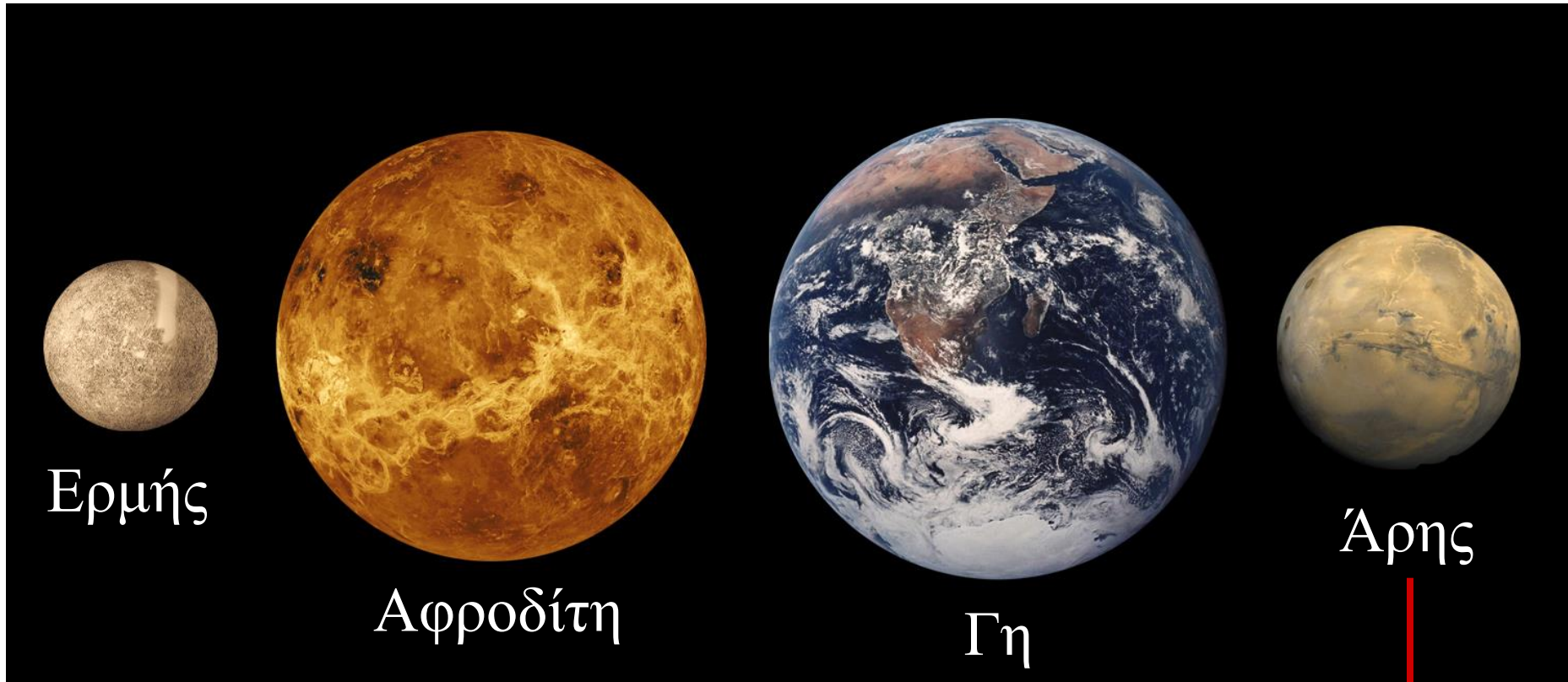
- ✓ ημέρα: 350 °C
- ✓ νύχτα: -170 °C

Ο δικός μας και οι άλλοι πλανήτες



πυκνή ατμόσφαιρα: πυκνά νέφη από CO_2 (96,5%) και N_2 (3,5%),
τα νέφη περιέχουν σταγόνες θειικού οξέος (H_2SO_4)!!!
ατμοσφαιρική πίεση: 90 φορές μεγαλύτερη από αυτήν της Γης
θερμοκρασία: 460 °C!!!

Ο δικός μας και οι άλλοι πλανήτες



Ερμής

Αφροδίτη

Γη

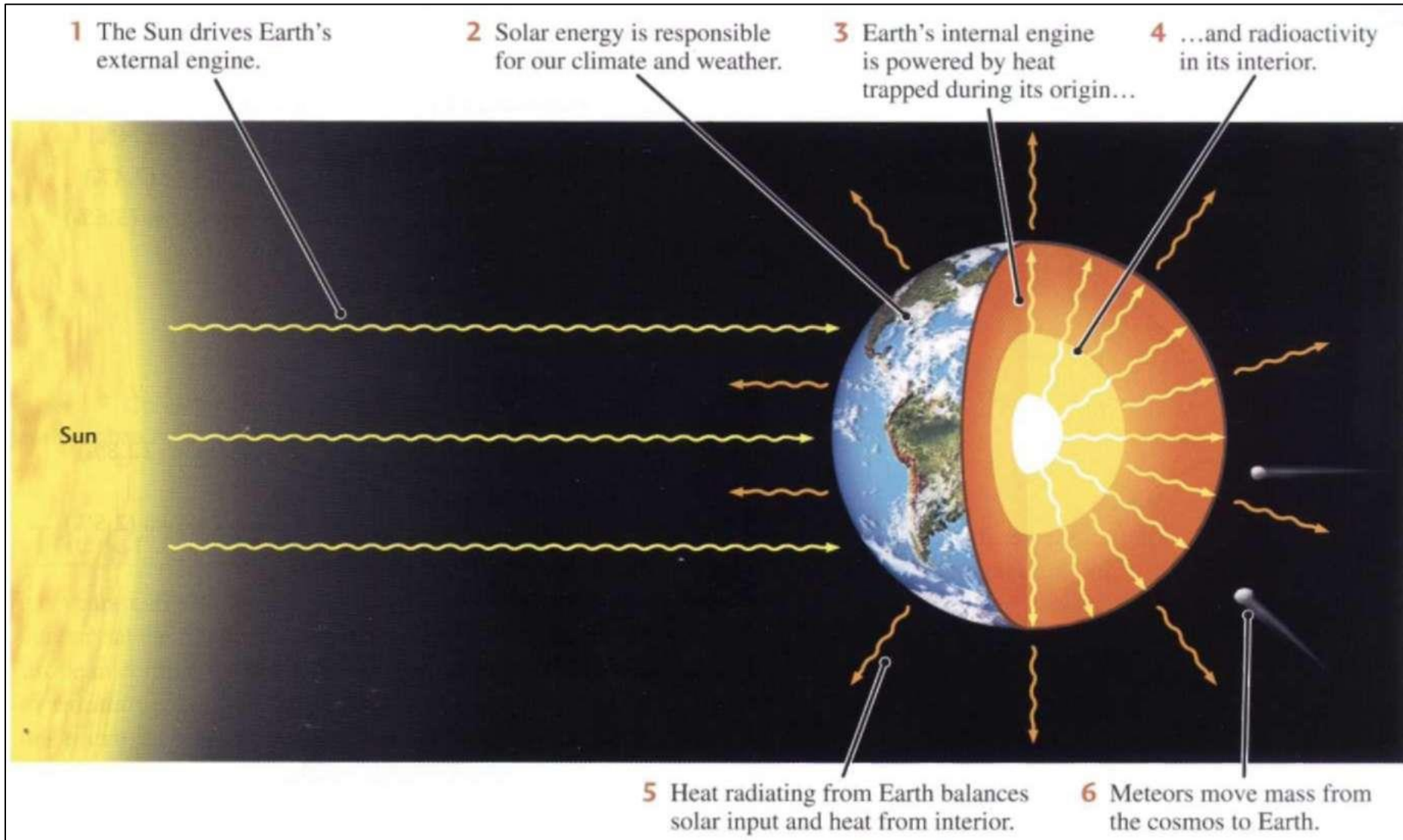
Άρης

αραιή ατμόσφαιρα: CO_2 (95,3%), N_2 (2,7%) και άλλα αέρια (2%)

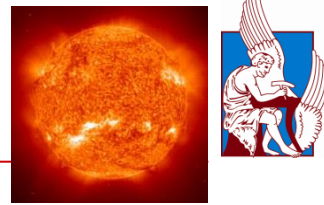
ατμοσφαιρική πίεση: περίπου το 0,6% της πίεσης της Γης

θερμοκρασία: -140°C έως 20°C

Η Γη είναι ένα ανοικτό σύστημα



Ήλιος



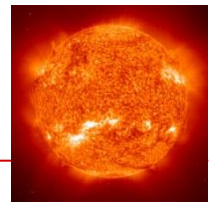
- Ο Ήλιος είναι ένα τυπικό αστέρι του Σύμπαντος.
- Η μέση απόστασή του από τη Γη είναι 149.598.000 km.
- Η μάζα του Ήλιου είναι $1,9891 \times 10^{30}$ kg = $3,33 \times 10^5$ Γήινες μάζες.
- Η σύσταση του Ήλιου είναι:
 - ✓ κατά μάζα: 74% υδρογόνο, 25% ήλιο, 1% άλλα στοιχεία
 - ✓ κατά αριθμό ατόμων: 92,1% υδρογόνο, 7,8% ήλιο, 0,1% άλλα στοιχεία.

Μέταλλα
Αμέταλλα
Μεταλλοειδή

**Ακτινίδες

58 Ce 140,116 Διμήτριο	59 Pr 140,90765 Πρασσοδόμιο	60 Nd 144,242 Νεοδόμιο	61 Pm 144,9127 Προμήθειο	62 Sm 150,36 Σαμάριο	63 Eu 151,964 Ευρώπιο	64 Gd 157,25 Γαδολίνιο	65 Tb 158,92535 Τέρβιο	66 Dy 162,500 Δυσπρόσιο	67 Ho 164,93032 Όλμιο	68 Er 167,259 Έρβιο	69 Tm 168,93421 Θούλιο	70 Yb 173,054 Υττέρβιο	71 Lu 174,9668 Λουτέτσιο
90 Th 232,03806 Θόριο	91 Pa 231,03588 Πρωτακτίνιο	92 U 238,02891 Ουράνιο	93 Np [237,05] Νεποσεμόνιο	94 Pu [244,06] Πλουτόνιο	95 Am [243,06] Αμερίκιο	96 Cm [247,07] Κιούριο	97 Bk [247,07] Μπερκέλιο	98 Cf [251,08] Καλιφόρνιο	99 Es [252,08] Αϊνστάινιο	100 Fm [257,10] Φέρμιο	101 Md [258,10] Μεντέλέβιο	102 No [259,10] Νομτζίλιο	103 Lr [262,11] Λορέντζιο

Ήλιος

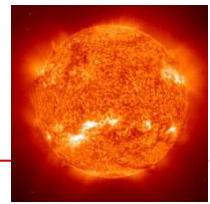


- Μέση πυκνότητα του Ήλιου: 1410 kg/m^3 .
- Μέση θερμοκρασία: στην επιφάνεια 5800 K , στο κέντρο: $15,5 \times 10^6 \text{ K}$ (δηλαδή 15,5 εκατομμύρια βαθμοί Kelvin!!!)
- Στο κέντρο του Ήλιου λαμβάνουν χώρα θερμοπυρηνικές αντιδράσεις σύντηξης κατά τις οποίες το υδρογόνο (^1H) μετατρέπεται σε ήλιο (^4He).



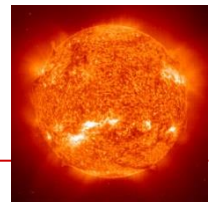
- Οι αντιδράσεις αυτές συνοδεύονται από την έλκυση τεραστίων ποσοτήτων ενέργειας.

Ήλιος



- Η ενέργεια η οποία εκλύεται από την επιφάνεια του Ήλιου ανά μονάδα χρόνου (δηλαδή η ισχύς της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας) είναι $3,90 \times 10^{26}$ watt.
- Το 2010 η ενέργεια η οποία καταναλώθηκε ανά μονάδα χρόνου (δηλαδή η ισχύς) σε ολόκληρο τον Πλανήτη Γη, για όλων των ειδών τις ανθρώπινες δραστηριότητες, εκτιμάται ότι ισούται περίπου με 16 Terawatt (δηλαδή 16×10^{12} watt, ή 16 τρισεκατομμύρια watt).

Ήλιος



- Δηλαδή, η ισχύς της ηλιακής ακτινοβολίας είναι περίπου 24×10^{12} (24 τρισεκατομμύρια!) φορές μεγαλύτερη από την ισχύ η οποία καταναλώνεται στη Γη.
- Αντίστοιχες διεργασίες λαμβάνουν χώρα σε όλα τα άλλα αστέρια του Σύμπαντος.
- Οι θερμοπυρηνικές αντιδράσεις σύντηξης καταναλώνουν το υλικό από τα οποία είναι κυρίως φτιαγμένα τα αστέρια (δηλαδή το υδρογόνο).

Πλανήτης Γη



- Η ηλικία του Σύμπαντος εκτιμάται ότι είναι περίπου 13,75 δισεκατομμύρια χρόνια.
- Το ηλιακό σύστημα (συμπεριλαμβανομένης της Γης) εκτιμάται ότι σχηματίστηκε πριν από περίπου 4,56 δισεκατομμύρια χρόνια (περίπου το 1/3 της ηλικίας του Σύμπαντος).
- Εκτιμάται ότι η ζωή στον Πλανήτη Γη εμφανίστηκε πριν από περίπου 3,85 έως 3,9 δισεκατομμύρια χρόνια.

Πλανήτης Γη



- Ο άνθρωπος (*Homo Sapiens*) εμφανίστηκε στη Γη πριν από περίπου 200.000 χρόνια.
- Η βιομηχανική επανάσταση ξεκίνησε πριν από περίπου 200 χρόνια.
- Από τη βιομηχανική επανάσταση και μετά ξεκίνησε η εκτεταμένη (και συχνά αλόγιστη!) χρήση των φυσικών πόρων από τον άνθρωπο.

Πλανήτης Γη



- Από τη δεκαετία του 1950 και μετά, δηλαδή τα τελευταία περίπου 70 χρόνια, διάφορες ανθρωπογενείς δραστηριότητες έχουν αρχίσει να προκαλούν σοβαρά προβλήματα στο περιβάλλον σε παγκόσμια κλίμακα:
 - ✓ υπερθέρμανση του πλανήτη (φαινόμενο του θερμοκηπίου)
 - ✓ αραίωση του στρώματος («τρύπα») του όζοντος στην ατμόσφαιρα
 - ✓ ρύπανση του εδάφους, του νερού και του αέρα

Ανθρωπότητα και Περιβάλλον



- Κατά το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα παραμονής της στον Πλανήτη Γη, η ανθρωπότητα και οι δραστηριότητές της είχαν σχετικά μικρή επίδραση στο περιβάλλον.
- Ωστόσο, από τη Βιομηχανική Επανάσταση και μετά (αρχές του 19^{ου} αιώνα) και κυρίως από τον 20^ο αιώνα και μετά οι διάφορες ανθρωπογενείς δραστηριότητες έχουν προκαλέσει σοβαρές επιπτώσεις στο Περιβάλλον.

Πλανήτης Γη



- Αν υποθέσουμε ότι η Γη σχηματίστηκε πριν από ένα χρόνο τότε:
 - ✓ η ζωή εμφανίστηκε στη Γη μετά από περίπου 2 μήνες
 - ✓ ο άνθρωπος (*Homo Sapiens*) εμφανίστηκε στη Γη πριν από περίπου 23 λεπτά
 - ✓ η βιομηχανική επανάσταση ξεκίνησε πριν από περίπου 1,4 δευτερόλεπτα
 - ✓ μέσα σε **λιγότερο από 1 δευτερόλεπτο** η ανθρωπότητα έχει θέσει σε σοβαρότατο κίνδυνο τον Πλανήτη Γη!!!

Τεχνολογία και Περιβάλλον



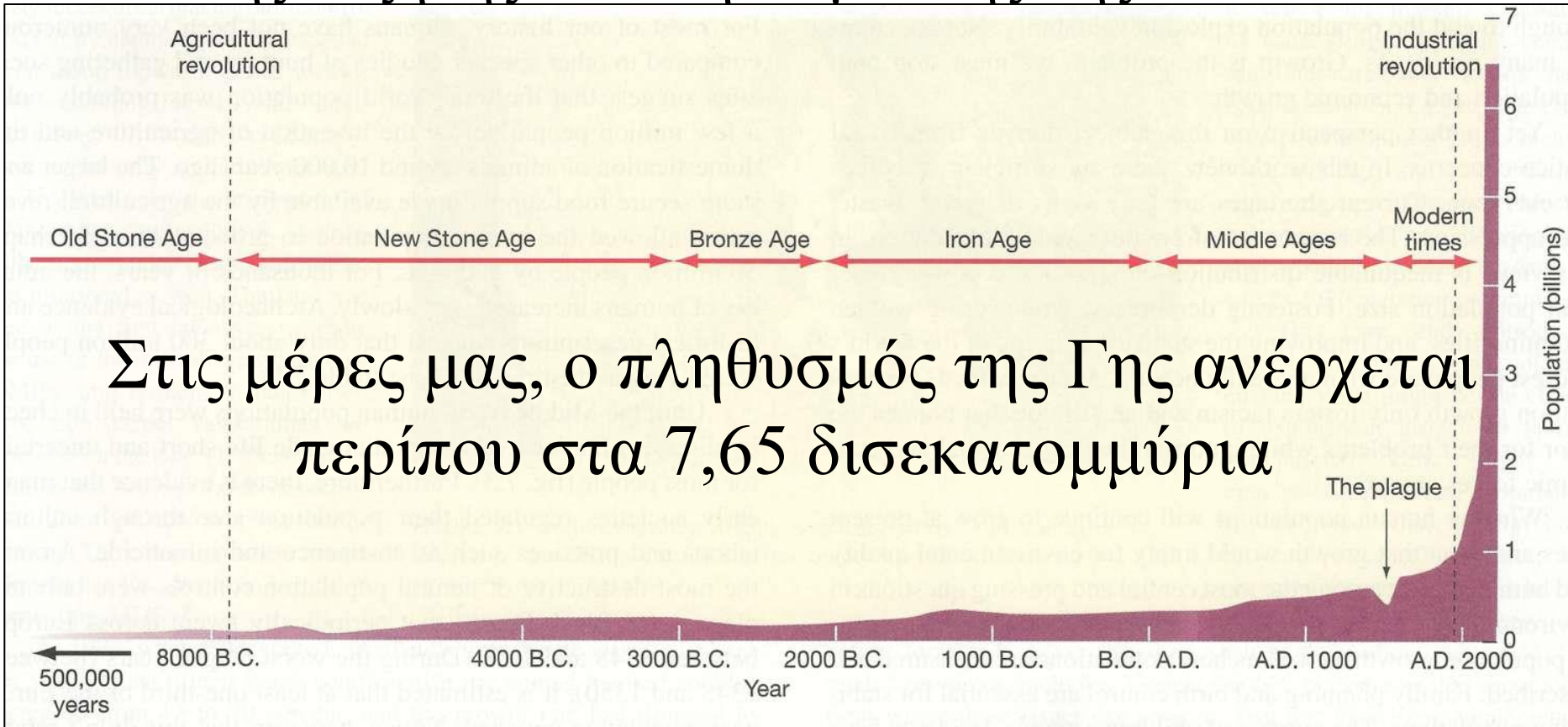
- Η εκτεταμένη χρήση της τεχνολογίας και οι διάφορες βιομηχανικές δραστηριότητες έχουν τεράστιες επιπτώσεις στο περιβάλλον.
- Η ανθρωπότητα χρησιμοποιεί την τεχνολογία ώστε να παράγει τα αγαθά τα οποία χρειάζεται για την επιβίωση και την ευημερία της.
- Μέχρι πρόσφατα η χρήση της τεχνολογίας γινόταν χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι επιπτώσεις στο περιβάλλον.
- Ωστόσο, μέρος των τεχνολογικών δραστηριοτήτων της ανθρωπότητας προκαλεί σοβαρά προβλήματα στο περιβάλλον.

Κίνδυνοι για το περιβάλλον



➤ Ο άνθρωπος θέτει σε κίνδυνο το περιβάλλον λόγω:

✓ της αύξησης του πληθυσμού της Γης



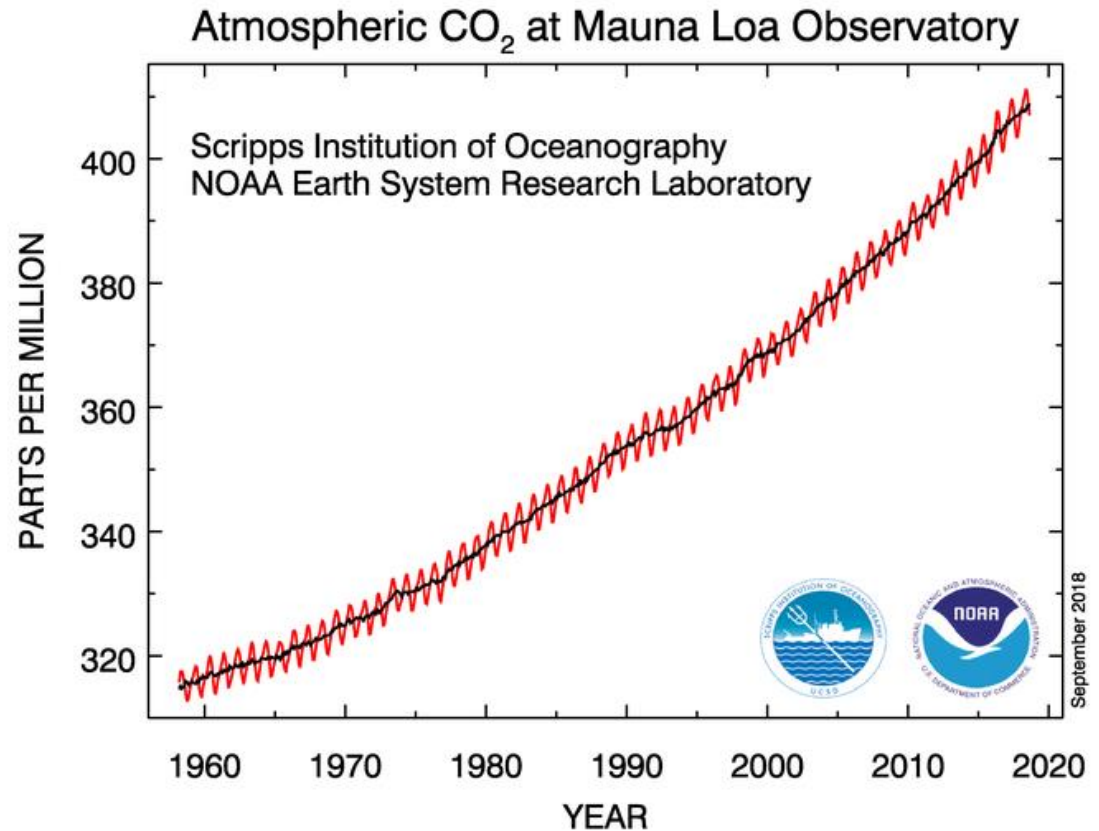
Στις μέρες μας, ο πληθυσμός της Γης ανέρχεται περίπου στα 7,65 δισεκατομμύρια

Κίνδυνοι για το περιβάλλον



- Ο άνθρωπος θέτει σε κίνδυνο το περιβάλλον λόγω:
 - ✓ της εκτεταμένης εκβιομηχάνισης και της ανάπτυξης της τεχνολογίας
 - ✓ της απαίτησης για βελτίωση της ποιότητας ζωής
 - ✓ της αλόγιστης χρήσης των φυσικών πόρων και των υλικών αγαθών

Τεχνολογία και Περιβάλλον

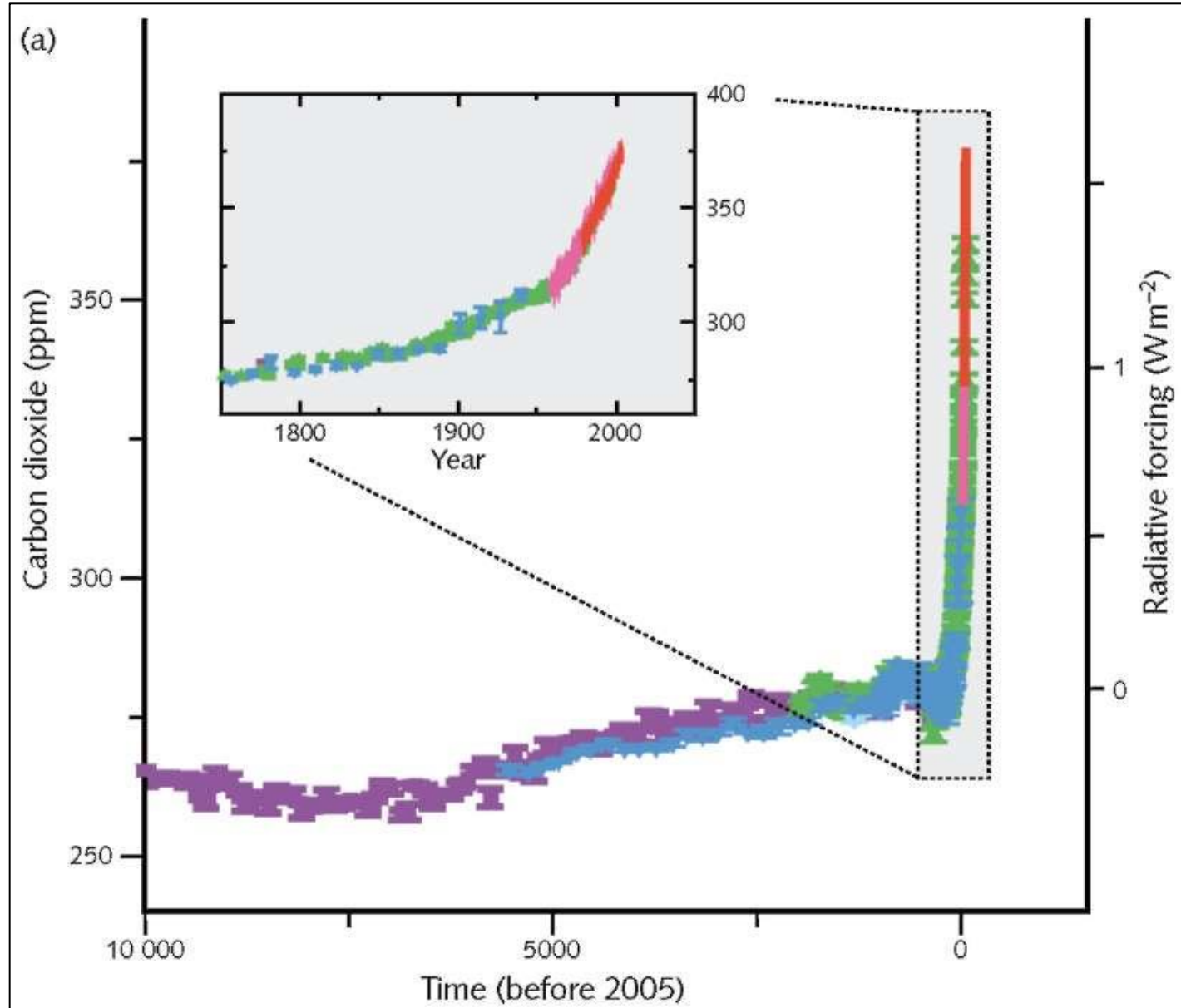


➤ <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>

Τεχνολογία και Περιβάλλον



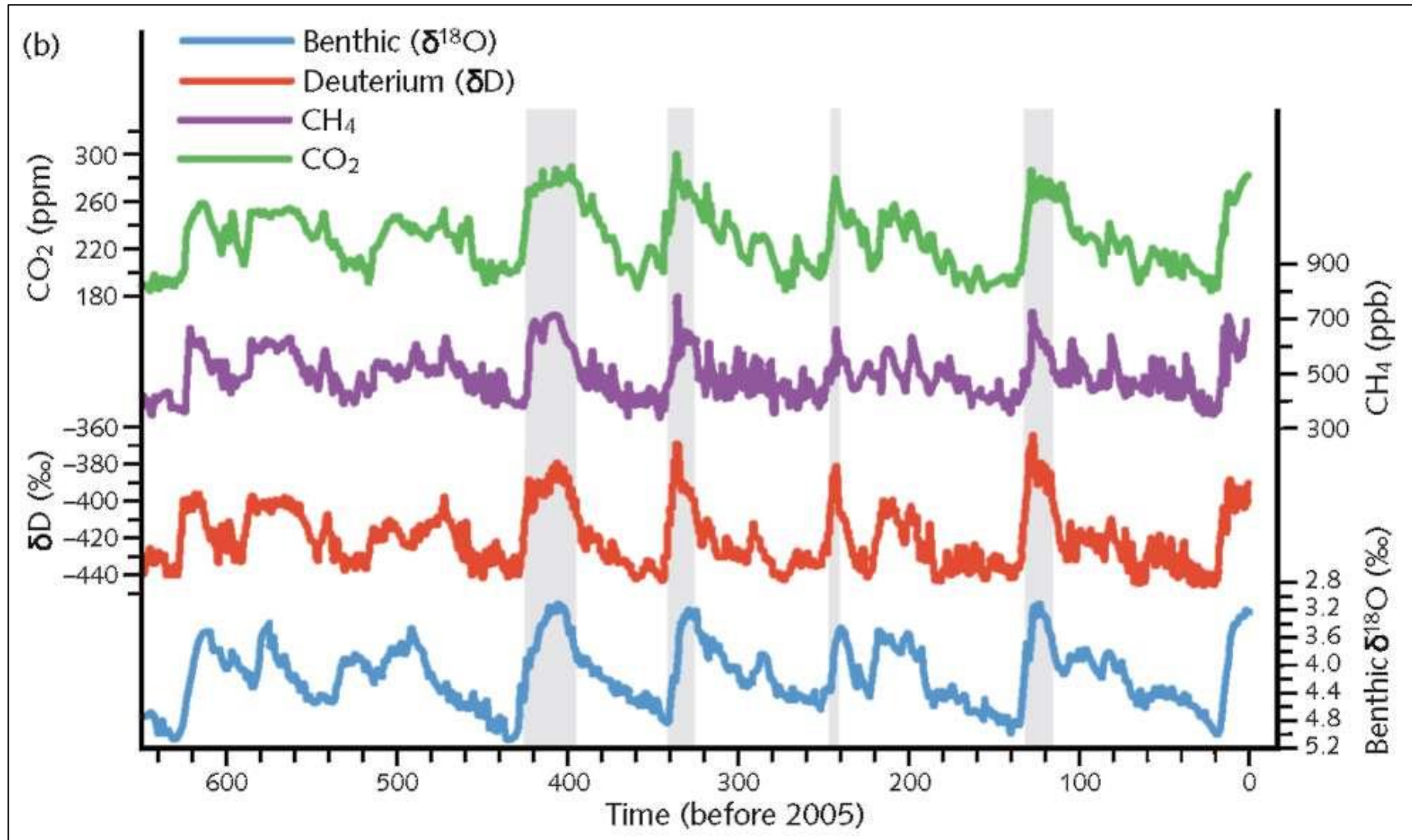
Συγκέντρωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα



Πυρήνες πάγου από την Ανταρκτική

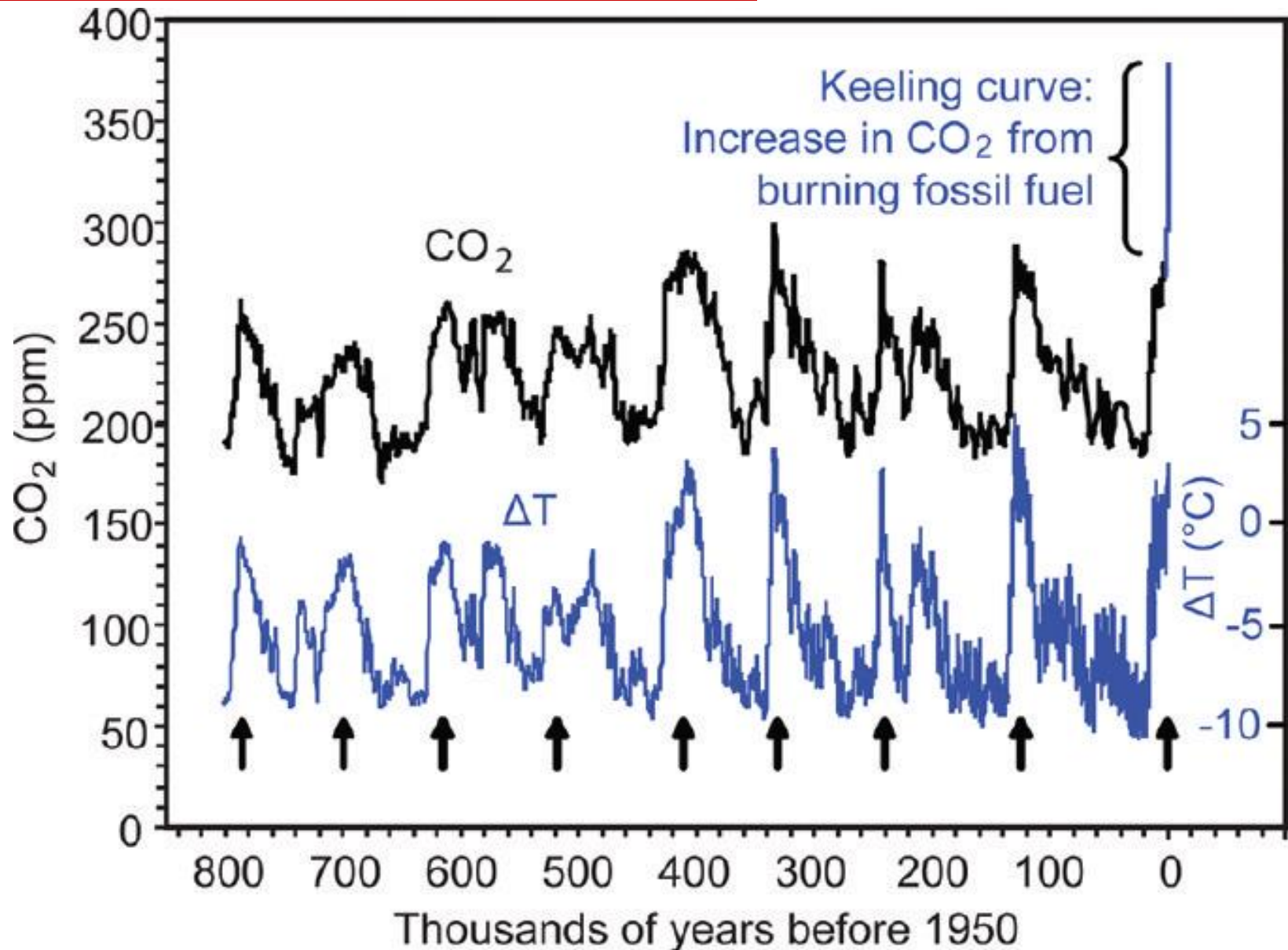


Συγκέντρωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα



Οι τιμές είναι σε χιλιάδες χρόνια πριν από το 2005

CO₂ στην ατμόσφαιρα, Keeling curve

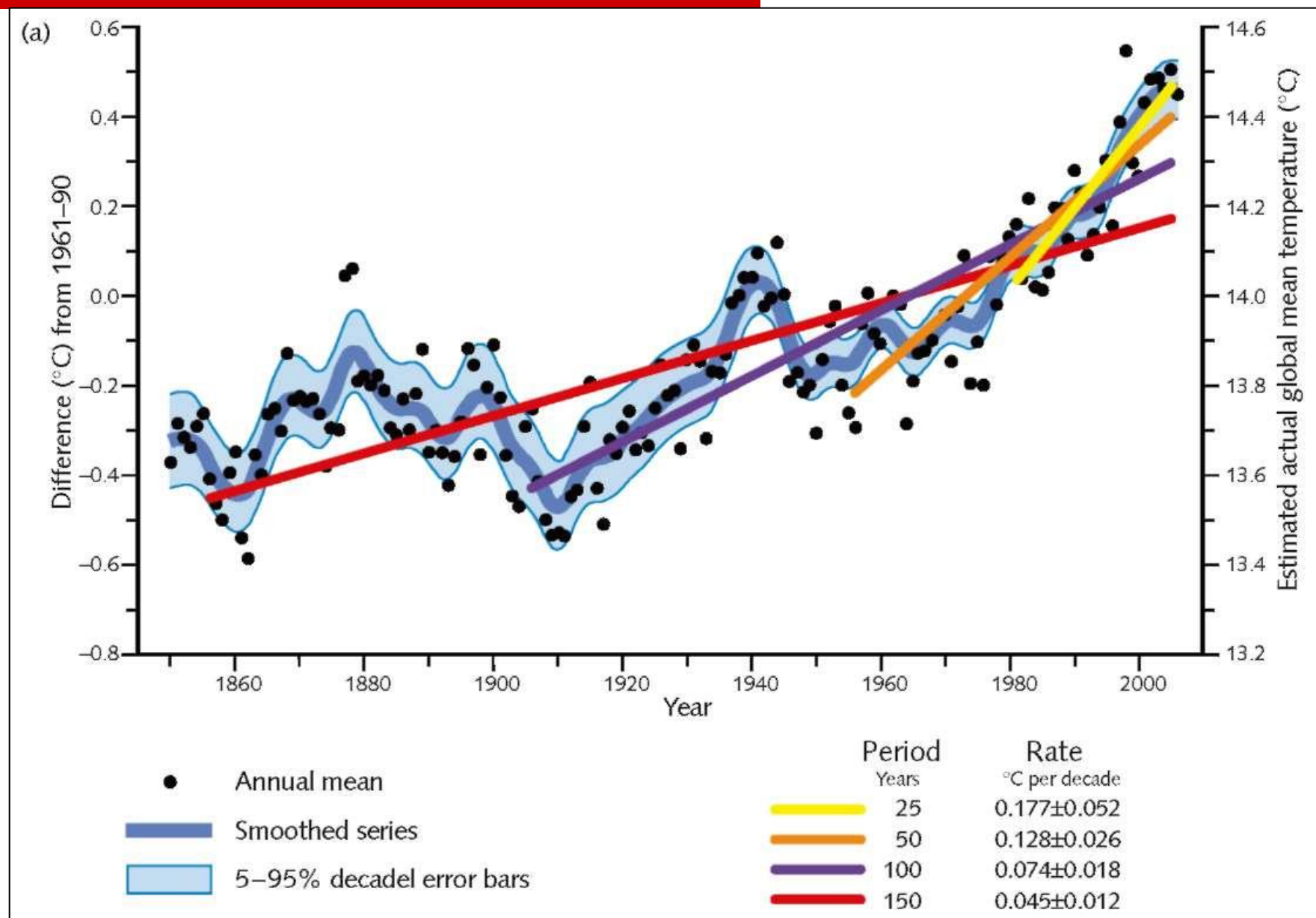


CO₂ movie

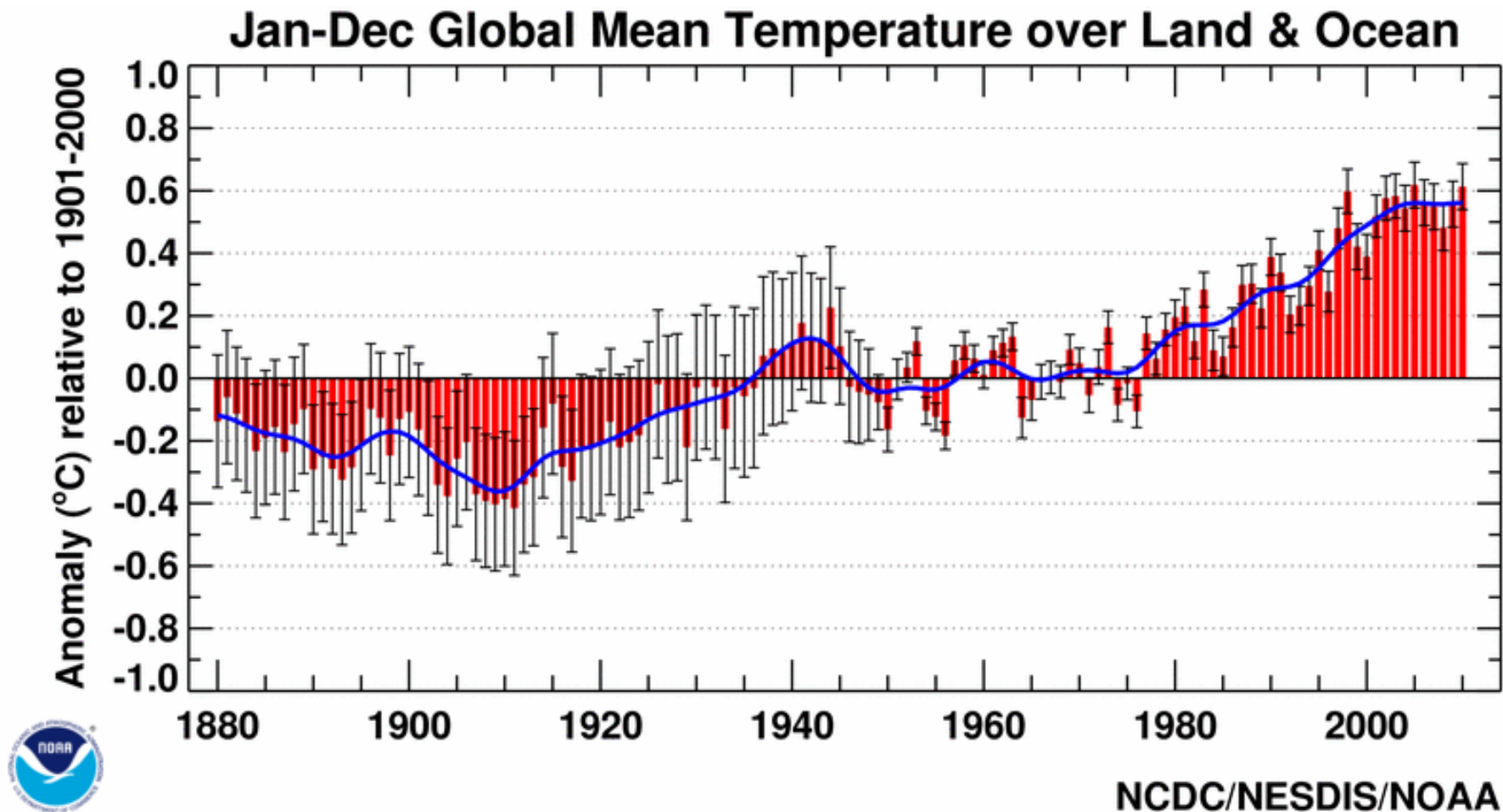


➤ <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/history.html>

Θερμοκρασία της Γης

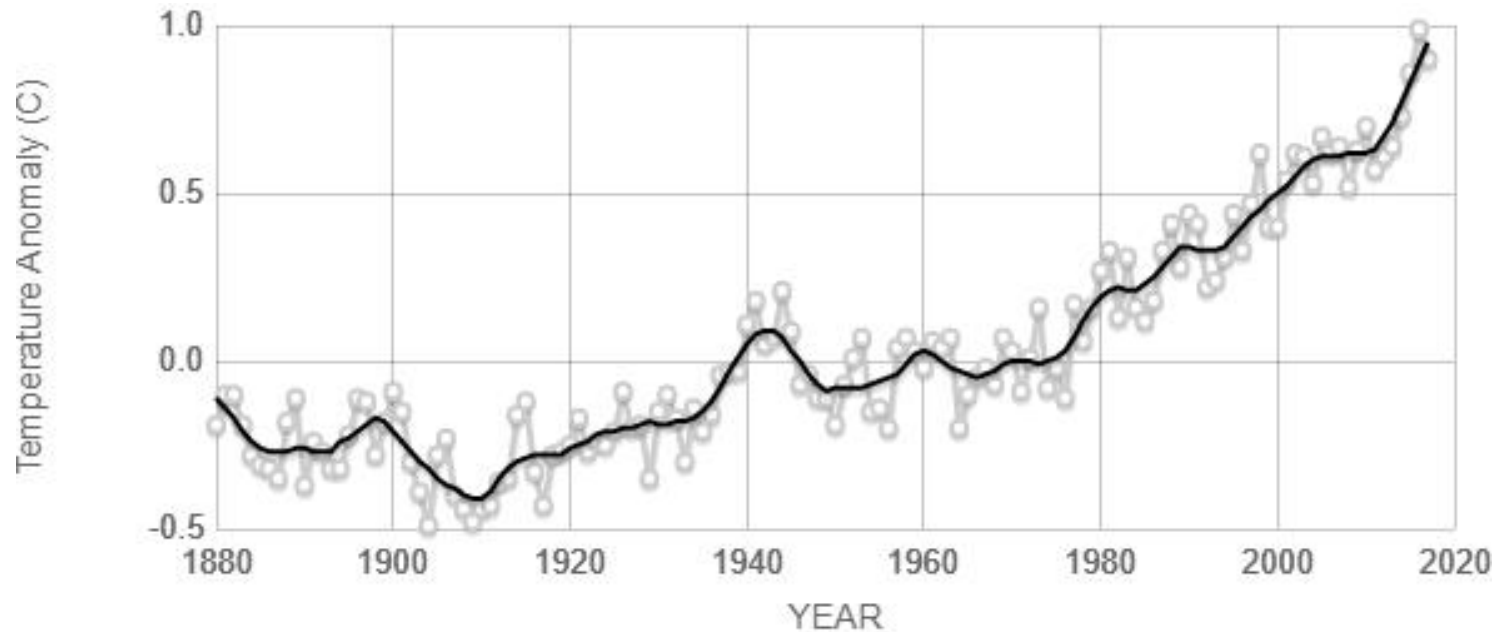


Θερμοκρασία της Γης



Η μέση θερμοκρασία της Γης τον 20^ο αιώνα ήταν 13,9 °C

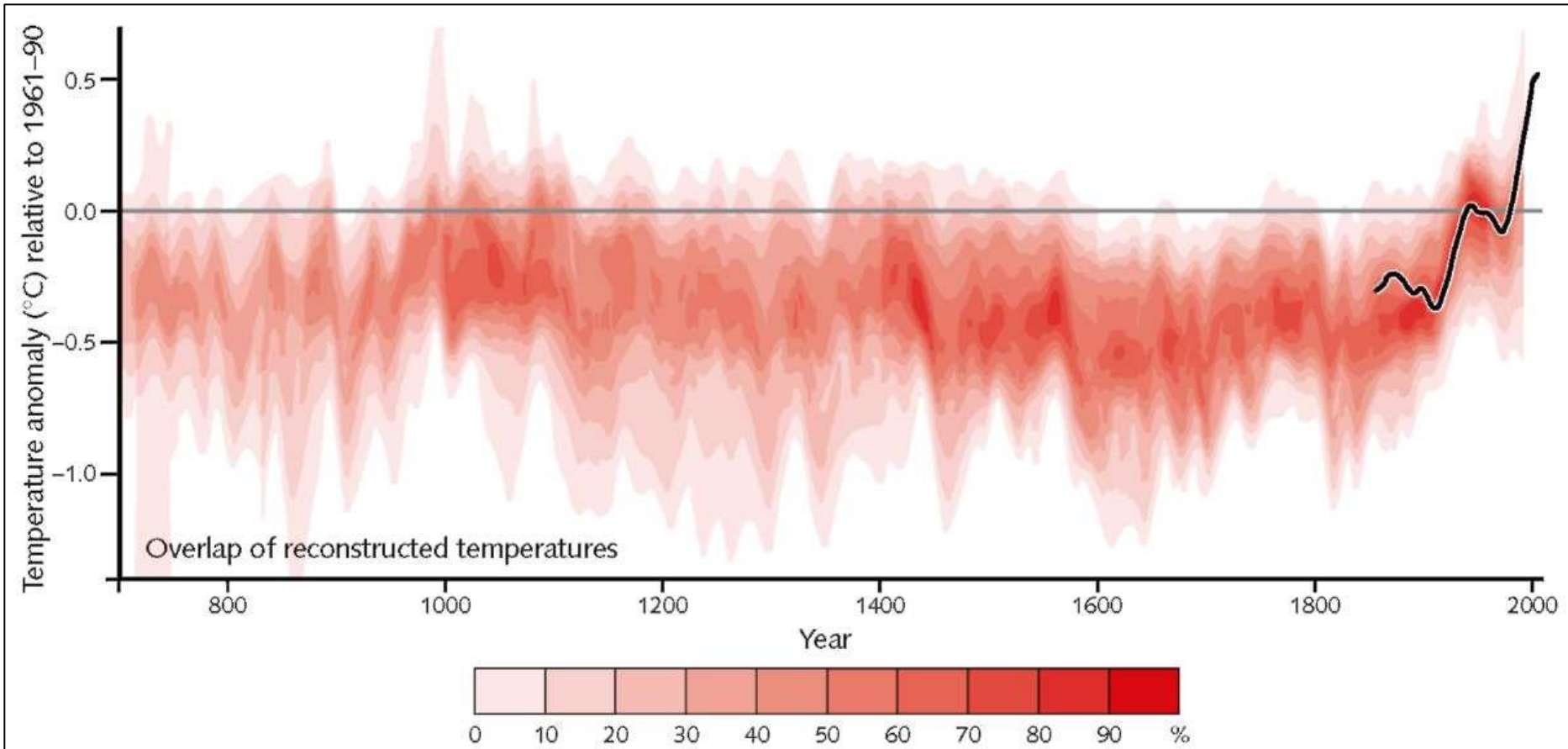
Θερμοκρασία της Γης



Source: climate.nasa.gov

- Το γράφημα απεικονίζει τη μεταβολή της θερμοκρασίας της Γης σε σχέση με τη μέση θερμοκρασία μεταξύ των ετών 1951-1980 (περίπου 14 °C).
- <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>

Θερμοκρασία της Γης



Τι είναι το περιβάλλον (environment)?



- Υπάρχουν πολλές έννοιες στη λέξη «**περιβάλλον**» (environment).
- Ετυμολογικά: **περιβάλλον** είναι οτιδήποτε βρίσκεται γύρω από [περιβάλλει] ένα αντικείμενο, ένα άτομο ή μια ομάδα ατόμων.
- Με βάση τον άνθρωπο και την κοινωνία: **περιβάλλον** είναι ο φυσικό χώρος μέσα στον οποίο δημιουργείται, υπάρχει και αναπτύσσεται το άτομο, καθώς και το σύνολο των συνθηκών και των παραγόντων (πολιτισμικών, κοινωνικών και οικονομικών) οι οποίοι επιδρούν στη ζωή ενός ατόμου μέσα στην κοινωνία.

Σύστημα (System)



- Ως **σύστημα** ορίζεται ένα σύνολο διατεταγμένων πραγμάτων ή αντικειμένων, τα οποία είναι αλληλένδετα μεταξύ τους και αλληλεπιδρούν.
- Τα ιδιαίτερα γνωρίσματα των αντικειμένων αποτελούν επίσης μέρος του συστήματος.
- Τα μέρη του συστήματος συνδέονται μεταξύ τους με **ροές ενέργειας ή/και ύλης**.
- Τα μέρη του κάθε συστήματος διαχωρίζονται από το περιβάλλον τους, το οποίο βρίσκεται έξω από τα **όρια του συστήματος**.

Σύστημα



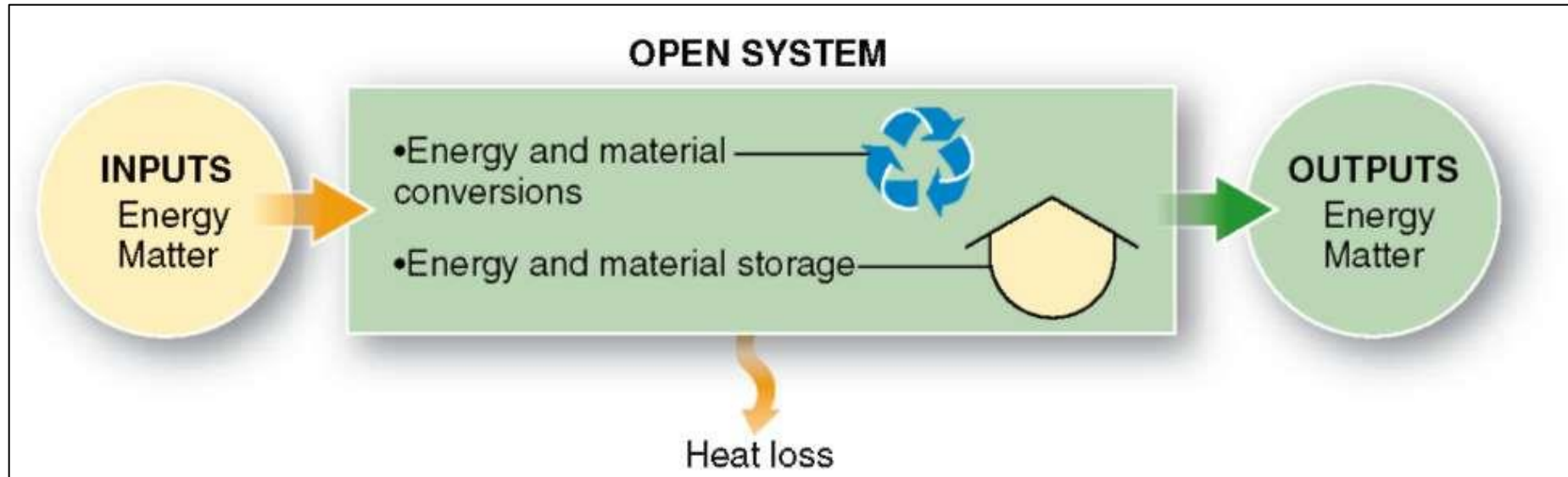
- Μέσα στα όρια του συστήματος ενδέχεται να λαμβάνουν χώρα μετατροπές ενέργειας ή/και ύλης.
- Ένα σύστημα μπορεί να αποτελείται από επιμέρους **υποσυστήματα (subsystems)**, τα οποία επίσης αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.

Ανοικτά και Κλειστά Σύστημα



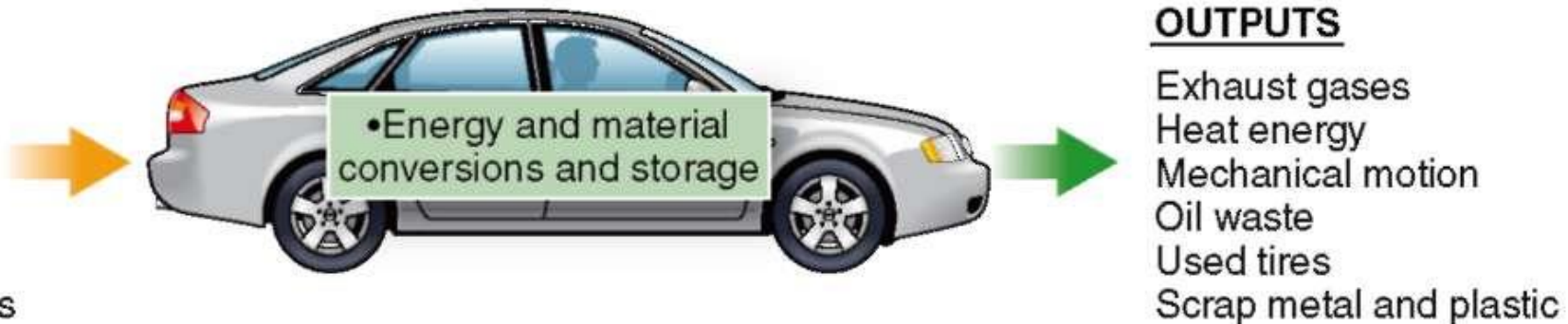
- Ως **ανοικτό** χαρακτηρίζεται ένα σύστημα το οποίο ανταλλάσσει ενέργεια ή/και ύλη με το περιβάλλον του.
- Στα ανοικτά συστήματα παρατηρείται **εισροή ή/και εκροή ενέργειας ή/και ύλης**.
- Ως **κλειστό** χαρακτηρίζεται ένα σύστημα το οποίο **δεν** ανταλλάσσει ενέργεια ή/και ύλη με το περιβάλλον του.
- Στα κλειστά συστήματα δεν παρατηρείται ούτε εισροή αλλά ούτε και εκροή ενέργειας ή/και ύλης.

Ανοικτό Σύστημα



INPUTS

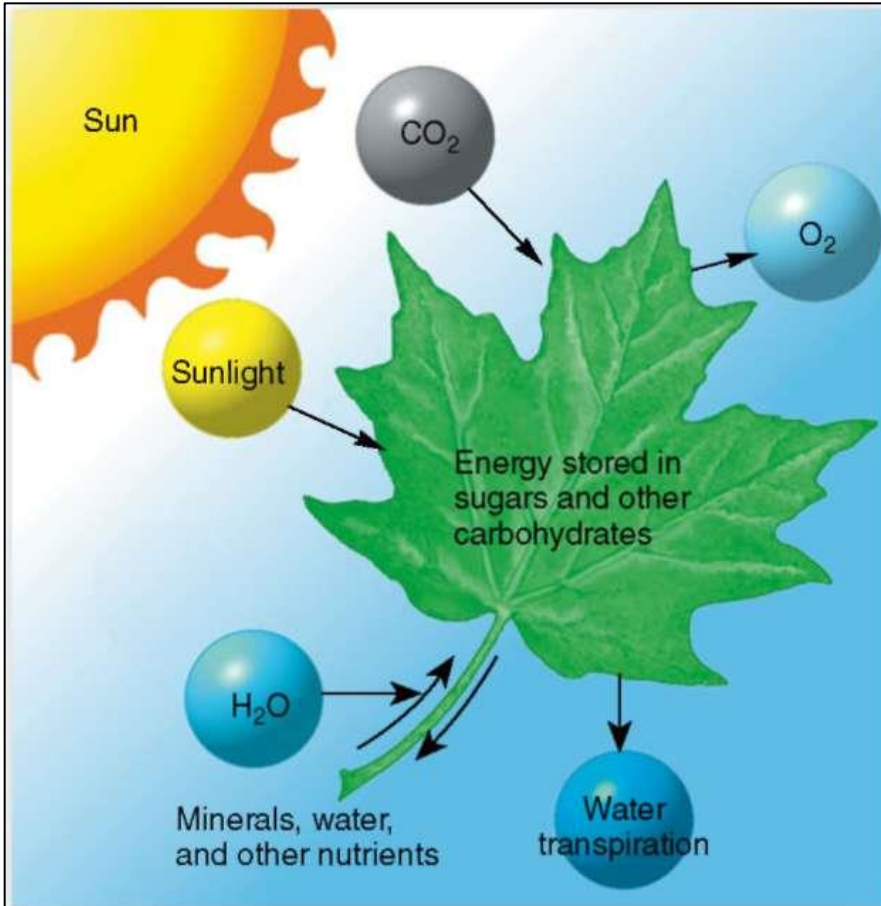
Fuel
Oxygen
Oil
Water
Tires
Resources



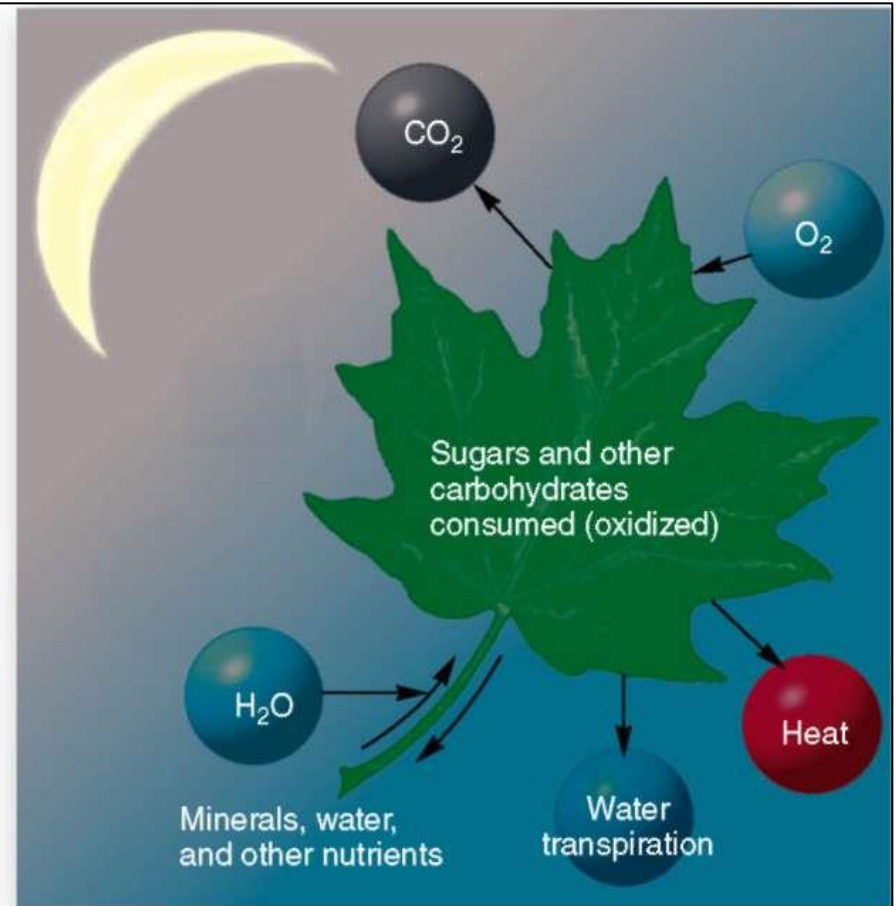
OUTPUTS

Exhaust gases
Heat energy
Mechanical motion
Oil waste
Used tires
Scrap metal and plastic

Ανοικτό Σύστημα

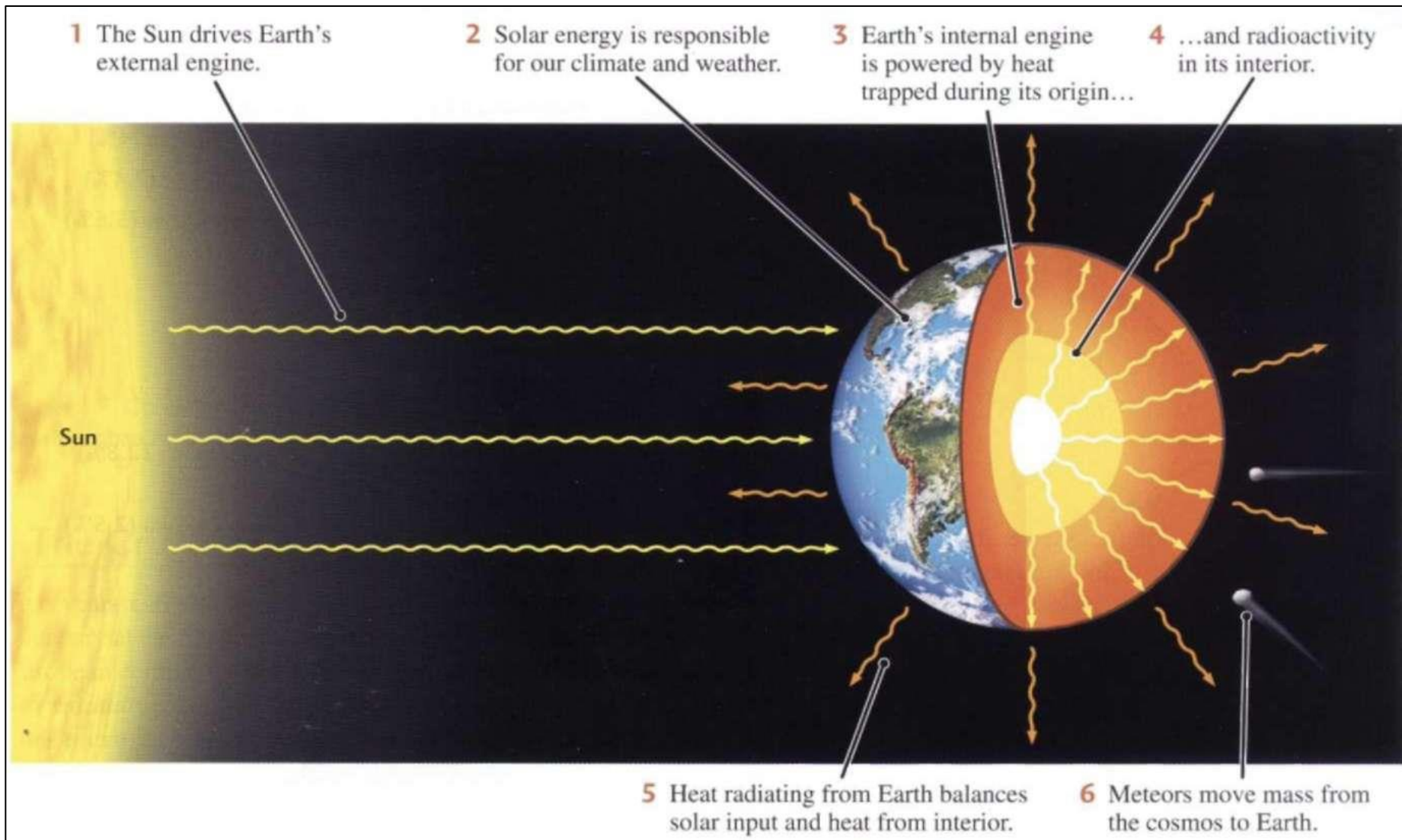


(a) Plant photosynthesis



(b) Plant respiration

Πλανήτης Γη



Πλανήτης Γη



- Η Γη ανταλλάσσει ενέργεια και ύλη με το περιβάλλον της.
- Ανταλλαγή ενέργειας:
- ✓ δέχεται ενέργεια με τη μορφή ακτινοβολιών από τον Ήλιο
- ✓ εκπέμπει ενέργεια με τη μορφή ακτινοβολιών προς το διάστημα.
- Η εκπεμπόμενη αυτή ενέργεια προέρχεται εν μέρει από την ηλιακή ακτινοβολία και εν μέρει από την ενέργεια η οποία βρίσκεται στο εσωτερικό της Γης με τη μορφή θερμότητας.

Πλανήτης Γη



- Η ενέργεια με τη μορφή θερμότητας η οποία υπάρχει στο εσωτερικό της Γης προέρχεται:
- ✓ από τη θερμότητα η οποία έχει εγκλωβιστεί στο εσωτερικό της Γης στα πρώτα στάδια του σχηματισμού της, λόγω των συγκρούσεών της με άλλα ουράνια σώματα
- ✓ από τις πυρηνικές διασπάσεις των ραδιενεργών στοιχείων.



- Ανταλλαγή ύλης:
- ✓ εκροή ύλης: αργή διαφυγή χαμηλού μοριακού βάρους αερίων (π.χ. Υδρογόνου, H_2) από τα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας προς το διάστημα
- ✓ εισροή ύλης: διάφορα ουράνια σώματα (μετεωρίτες και κοσμική σκόνη) εισέρχονται στην ατμόσφαιρα της Γης.

Πλανήτης Γη

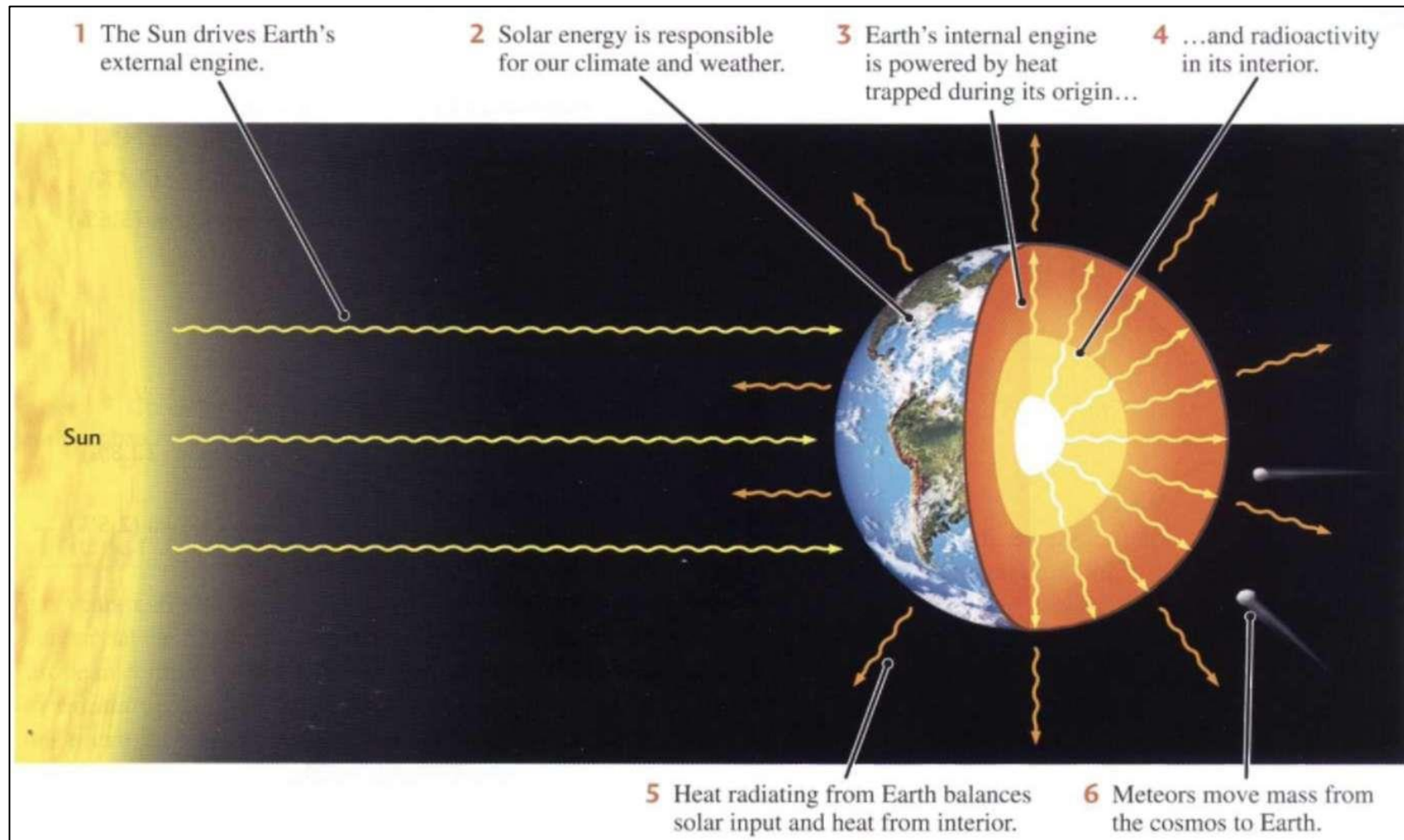


- Εκτιμάται ότι η ποσότητα αυτή της εισερχόμενης ύλης κυμαίνεται από δεκάδες έως εκατοντάδες χιλιάδες τόνους (10^6 έως 10^8 kg) το χρόνο.
- Η ποσότητα αυτή είναι αμελητέα συγκρινόμενη με τη συνολική μάζα της Γης ($5,974 \times 10^{24}$ kg).
- **Κατά συνέπεια, η Γη είναι ένα ανοικτό σύστημα ως προς την ενέργεια αλλά πρακτικά κλειστό ως προς την ύλη.**

Πλανήτης Γη



- Η Γη είναι ένα ανοικτό σύστημα ως προς την ενέργεια αλλά πρακτικά κλειστό ως προς την ύλη.



Τι είναι το περιβάλλον?



- Στις θετικές επιστήμες και τη μηχανική το **περιβάλλον** χωρίζεται στα ακόλουθα υποσυστήματα:
- A. Φυσικό ή Αβιοτικό Περιβάλλον (Physical or Abiotic Environment):**
 - 1. Γεώσφαιρα (Geosphere):** το στερεό τμήμα της Γης.
 - 2. Υδρόσφαιρα (Hydrosphere):** το σύνολο των υδάτων της Γης.
 - 3. Ατμόσφαιρα (Atmosphere):** τα αέρια συστατικά τα οποία περιβάλλουν τη Γη: N_2 , O_2 , CO_2 , καθώς και άλλα αέρια.

Τι είναι το περιβάλλον?

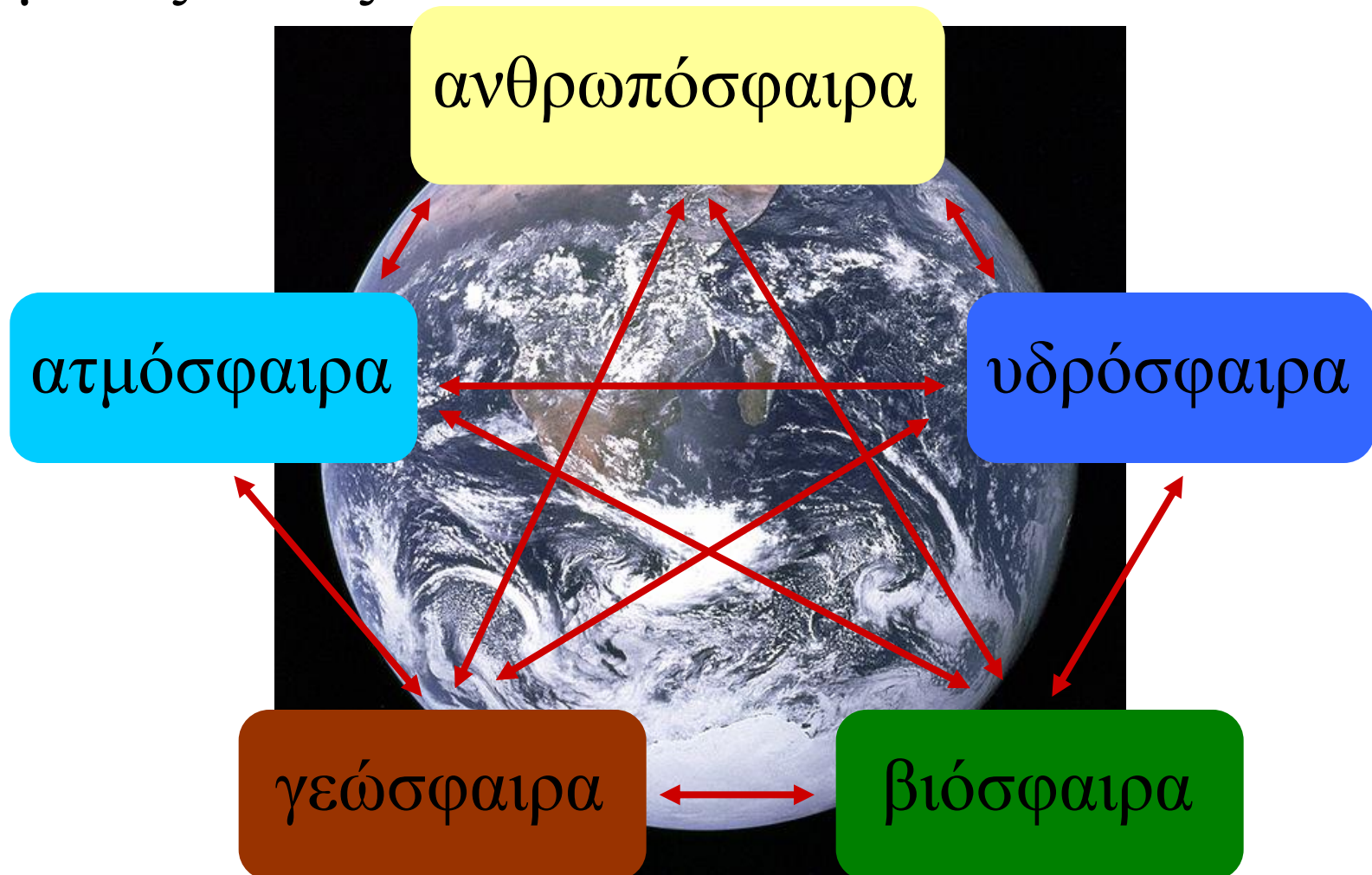


- B. Ζωντανό ή Βιοτικό Περιβάλλον (Living or Biotic Environment):** το σύνολο των ζωντανών οργανισμών και μικρο-οργανισμών, συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου. Ονομάζεται επίσης και **Βιόσφαιρα (Biosphere)**.
- C. Ανθρωπόσφαιρα ή Τεχνόσφαιρα (Anthroposphere or Technosphere):** το σύνολο των τεχνολογικών επιτευγμάτων της ανθρωπότητας καθώς και η επίδρασή τους στο Φυσικό και Βιοτικό Περιβάλλον.

Τι είναι το περιβάλλον?



- Όλες οι παραπάνω σφαίρες αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.



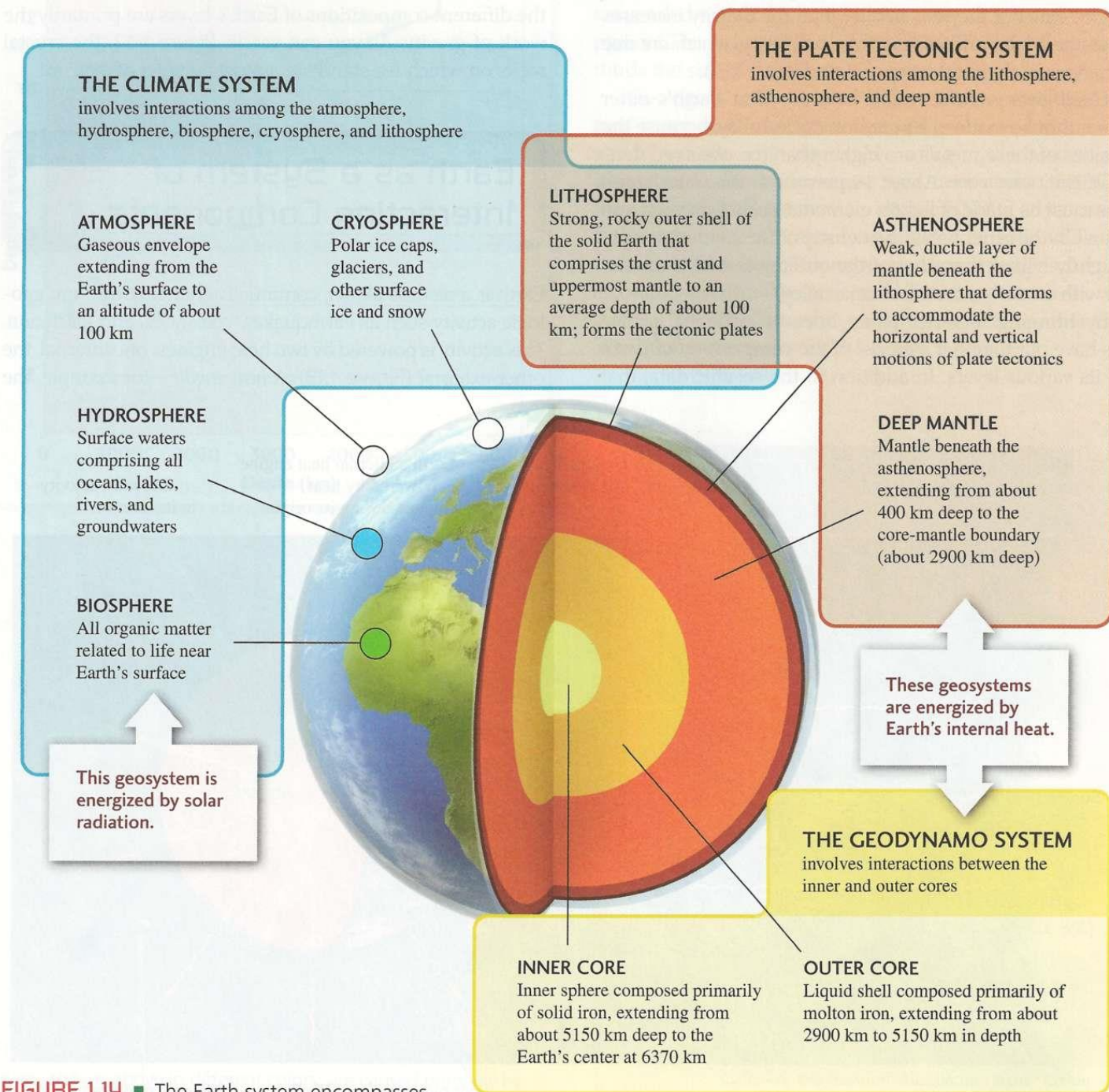


FIGURE 1.14 ■ The Earth system encompasses all parts of our planet and their interactions.

Γεώσφαιρα



- Η Γεώσφαιρα είναι το στερεό τμήμα της Γης.
- Ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη Μηχανική Περιβάλλοντος εμφανίζει ο φλοιός της Γης και το έδαφος (soil).
- Το έδαφος είναι το ανώτερο στρώμα του ηπειρωτικού φλοιού της Γης.
- Είναι ένα λεπτό στρώμα υλικών πάνω στο οποίο αναπτύσσονται πολλοί μικρο-οργανισμοί και οργανισμοί, συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου.

Γεώσφαιρα



- Αποτελείται από ανόργανα υλικά (προέρχονται από την αποσάρθρωση των πετρωμάτων) και από οργανικά υλικά (προέρχονται από την αποσύνθεση των ζωντανών οργανισμών).
- Το έδαφος περιέχει επίσης υγρασία αλλά και αέρα.
- Ο φλοιός είναι το μέρος της Γης στο οποίο κατοικούν όλοι οι οργανισμοί, συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου, και από τον οποίο αντλούν τροφή και πρώτες ύλες (νερό, ορυκτά, καύσιμα).

Υδρόσφαιρα



- Η Υδρόσφαιρα περιλαμβάνει το σύνολο των υδάτων της Γης:
- ✓ υγρασία της ατμόσφαιρας (υδρατμοί)
- ✓ επιφανειακά ύδατα: ποτάμια, λίμνες, θάλασσες, ωκεανοί, χιόνια και πάγοι.
- ✓ υπόγεια ύδατα
- Το νερό της υδρόσφαιρας βρίσκεται και στις τρεις καταστάσεις της ύλης (στερεό, υγρό και αέριο).
- Η συνολική ποσότητα νερού στον Πλανήτη Γη εκτιμάται ότι είναι περίπου $1,36 \times 10^9 \text{ km}^3$.



- Το νερό είναι το πιο άφθονο υγρό στον πλανήτη Γη.
- Το νερό είναι ένα από τα κυριότερα χαρακτηριστικά της Γης το οποίο συντέλεσε στην εμφάνιση και στην ανάπτυξη της ζωής στον πλανήτη.
- Είναι απολύτως αναγκαίο για την επιβίωση όλων των μορφών ζωής.
- Χρησιμεύει ως το μέσο μεταφοράς ύλης και ενέργειας μεταξύ των διαφόρων σφαιρών του περιβάλλοντος.

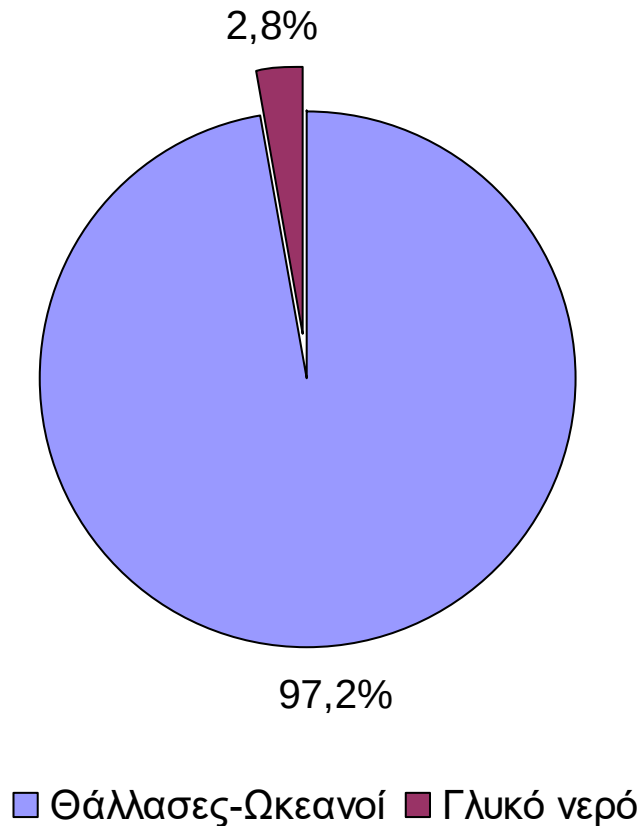


- Αποτελεί το φυσικό περιβάλλον για τα είδη τα οποία ζουν στις θάλασσες, στις λίμνες και στα ποτάμια.
- Το ανθρώπινο σώμα αποτελείται από 65%-75% κατά βάρος από νερό.
- Κάθε άνθρωπος χρειάζεται περίπου 1,5-2 λίτρα νερού κάθε μέρα.
- Ο άνθρωπος δεν μπορεί να επιβιώσει χωρίς νερό για παραπάνω από λίγες μέρες.

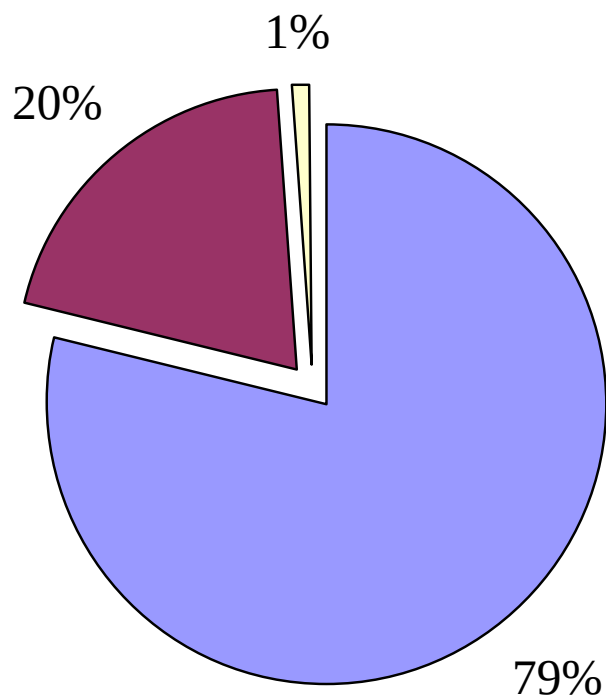
Υδρόσφαιρα



- Το νερό καλύπτει το 73% της επιφάνειας της Γης, σχεδόν τρεις φορές περισσότερο από την επιφάνεια την οποία καλύπτουν οι ήπειροι.

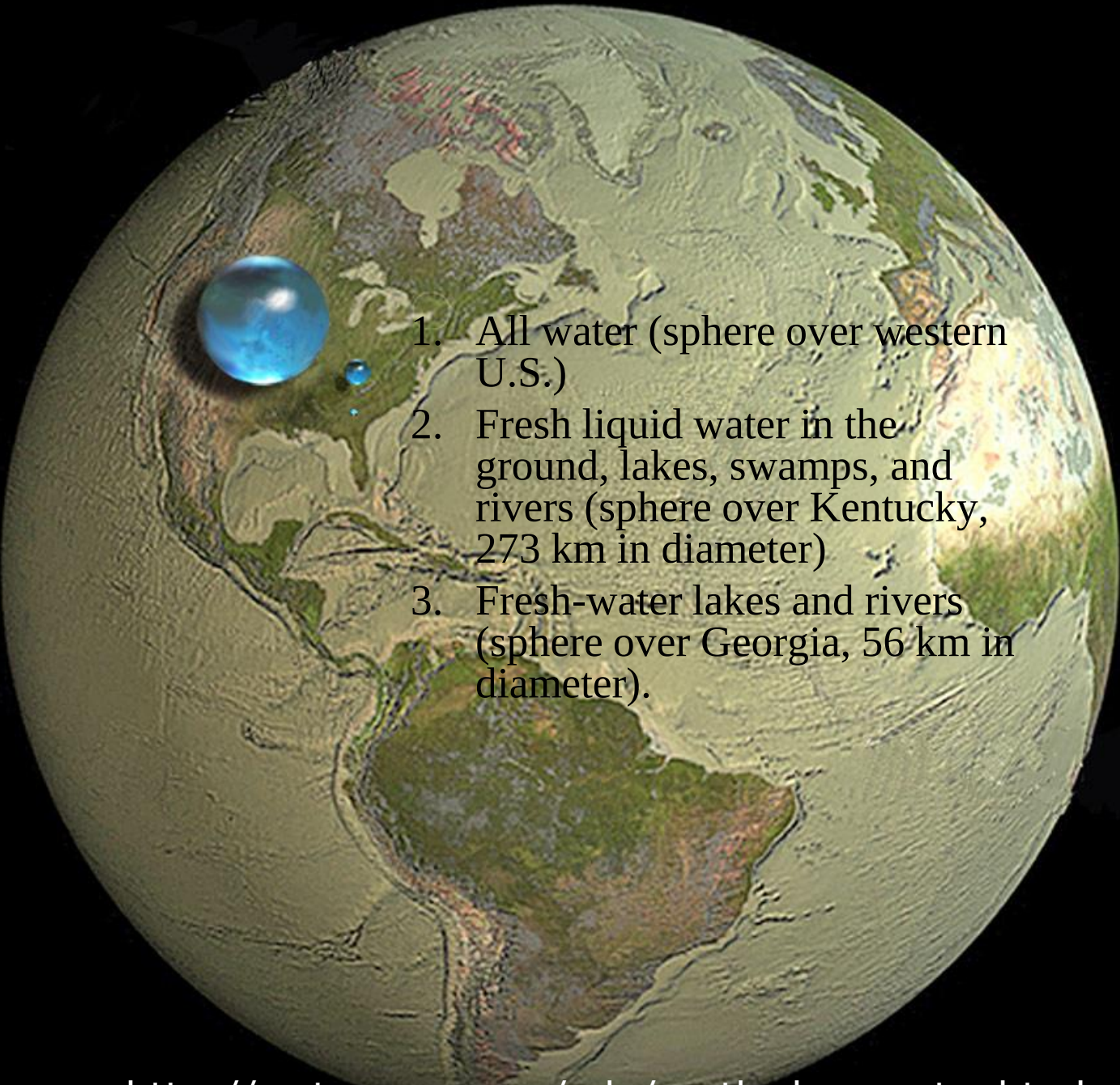


Γλυκό νερό



■ Πάγοι και χιόνια ■ Υπόγεια νερά ■ Επιφανειακά νερά



- 
1. All water (sphere over western U.S.)
 2. Fresh liquid water in the ground, lakes, swamps, and rivers (sphere over Kentucky, 273 km in diameter)
 3. Fresh-water lakes and rivers (sphere over Georgia, 56 km in diameter).

Άσκηση 1.1



- Να υπολογίσετε τη διάμετρο της σφαίρας 1 στο προηγούμενο σχήμα, αν η συνολική ποσότητα νερού στον Πλανήτη Γη εκτιμάται ότι είναι περίπου $1,36 \times 10^{18} \text{ m}^3$.
- Απάντηση: 1374 km
- Αν η διάμετρος των σφαιρών 2 και 3 είναι 273 και 56 km, αντίστοιχα, να υπολογίσετε τις ποσότητες νερού που αντιστοιχούν στις παραπάνω σφαίρες.

Το γλυκό νερό στον πλανήτη Γη



- Συνολικά το ποσοστό του γλυκού νερού το οποίο είναι διαθέσιμο για ανθρώπινη χρήση είναι αρκετά μικρό (λιγότερο από 1%).
- Παρόλο όμως το μικρό ποσοστό του διαθέσιμου νερού για ανθρώπινη κατανάλωση, έχει υπολογιστεί ότι το νερό αυτό επαρκεί για να καλύψει τις ανάγκες 20 έως 40 δισεκατομμυρίων ανθρώπων.



Γιατί υπάρχει έλλειψη νερού?

- Παρόλο που ο πληθυσμός της Γης είναι περίπου 7 δισεκατομμύρια, υπάρχει έλλειψη νερού σε πολλά σημεία του πλανήτη.
- Σε αρκετές περιοχές υπάρχει άφθονο νερό μια εποχή του χρόνου και έλλειψη σε μια άλλη.
- Σε άλλες περιοχές το νερό δεν είναι κατάλληλο για ανθρώπινη χρήση εξαιτίας φυσικής ή ανθρώπινης ρύπανσης ή/και μόλυνσης.

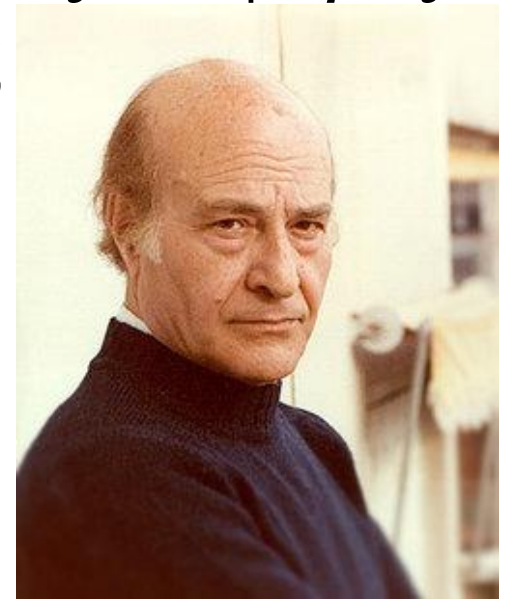
Νερό



- Προκύπτει λοιπόν η ανάγκη:
- ✓ για σωστή και ορθολογική διαχείριση των διαθέσιμων υδάτινων πόρων,
- ✓ για προστασία του νερού από τις διάφορες πηγές ρύπανσης και μόλυνσης

...αλλά λίγο το νερό
για να το 'χεις Θεό
και να κατέχεις
τι σημαίνει ο λόγος του

Οδυσσέας Ελύτης,
Άξιον Εστί, Η Γένεσις



Οδυσσέας Ελύτης
1911-1996

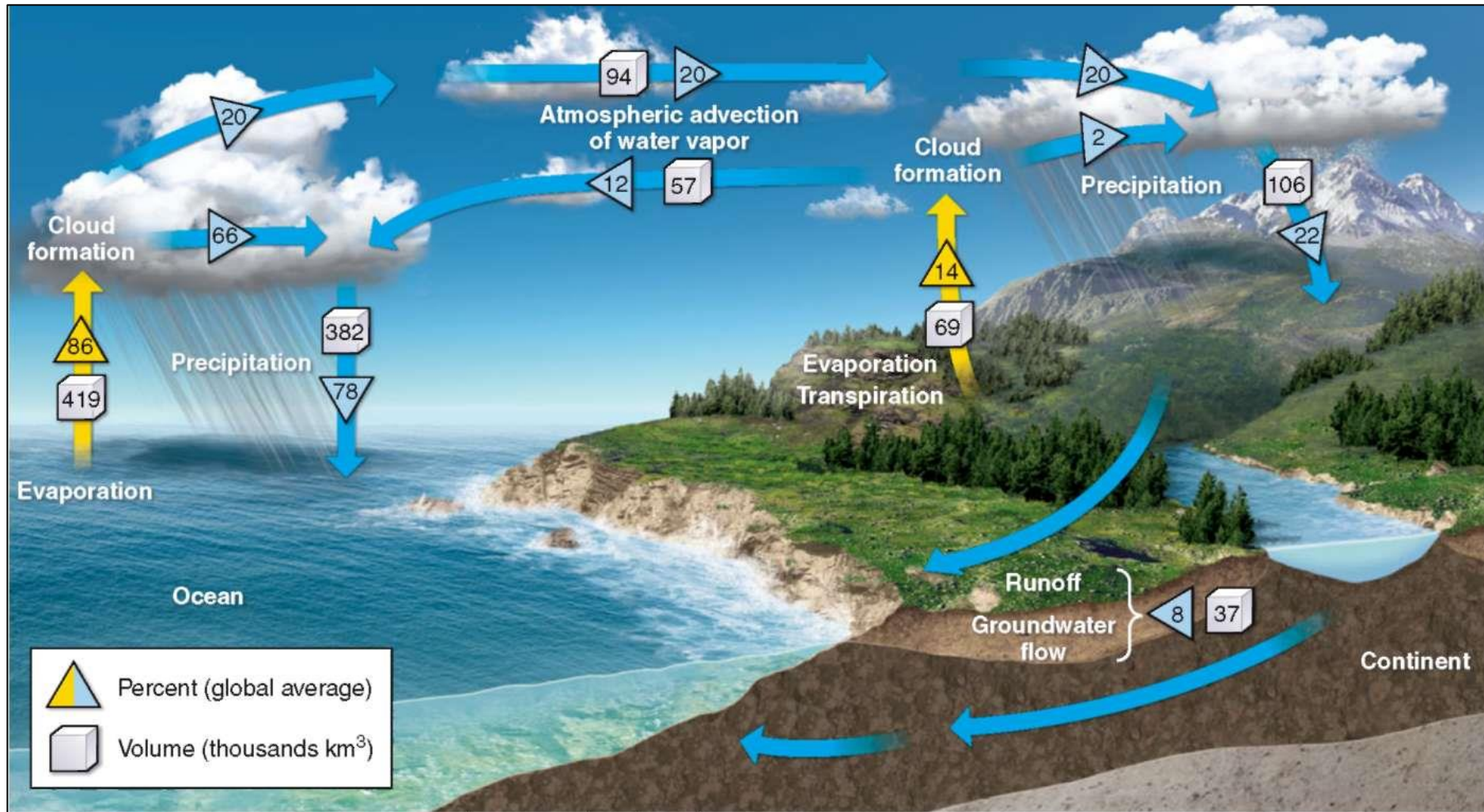
Βραβείο Nobel Λογοτεχνίας 1979 ⁸⁴

Υδρολογικός κύκλος



- Με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας το νερό των ωκεανών και των ηπείρων (λίμνες, ποτάμια, έδαφος, φύλλα φυτών) εξατμίζεται.
- Στη συνέχεια οι υδρατμοί συμπυκνώνονται, σχηματίζουν σύννεφα τα οποία δίνουν βροχή, χιόνι και χαλάζι (κατακρημνίσματα).
- Το νερό, επιφανειακό ή υπόγειο, καταλήγει πάλι στους ωκεανούς, όπου με νέα εξάτμιση συνεχίζει αυτό που ονομάζεται **υδρολογικός κύκλος (hydrologic cycle)**.

Υδρολογικός κύκλος



Ατμόσφαιρα

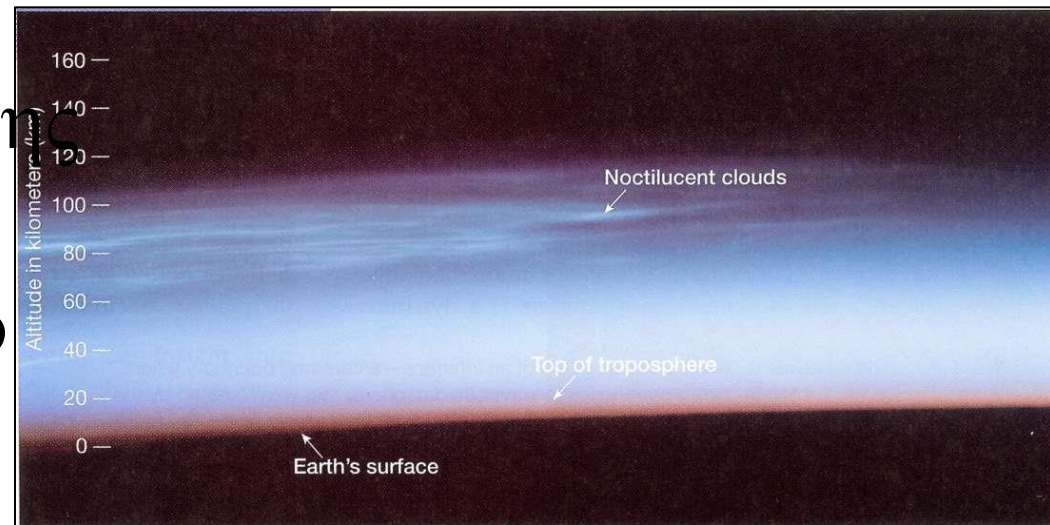


- Η **Ατμόσφαιρα** είναι ένα λεπτό προστατευτικό στρώμα αερίων, το οποίο εκτείνεται μέχρι περίπου τα 100 km από την επιφάνεια της Γης.
- Συγκρινόμενη με την ακτίνα της Γης (περίπου 6400 km) το πάχος της ατμόσφαιρας είναι πολύ μικρό.
- Η ύπαρξη της ατμόσφαιρας έχει συντελέσει σε σημαντικό βαθμό στην εμφάνιση και στην ανάπτυξη της ζωής στην πλανήτη Γη.
- Τα κύρια συστατικά της σημερινής ατμόσφαιρας της Γης προέκυψαν πριν από περίπου 500 εκατομμύρια χρόνια.

Ατμόσφαιρα



- Όσο αυξάνεται η απόσταση από την επιφάνεια της Γης μειώνεται η πυκνότητα της ατμόσφαιρας.
- Το μισό της μάζας της ατμόσφαιρας βρίσκεται κάτω από τα 5,6 km από την επιφάνεια της Γης.
- Το 90% της μάζας της ατμόσφαιρας βρίσκεται μέχρι τα 16 km από την επιφάνεια της Γης και το 99% της μάζας της μέχρι τα 40 km.



Σύσταση της Ατμόσφαιρας



- **Ξηρός αέρας:** Η επί τοις εκατό κατ' όγκο σύσταση του ξηρού ατμοσφαιρικού αέρα (δηλαδή χωρίς υδρατμούς) είναι:
- ✓ 78,08 % άζωτο, N_2
 - ✓ 20,95 % οξυγόνο, O_2
 - ✓ 0,93 % αργό, Ar
 - ✓ 0,0405 % διοξείδιο του άνθρακα, CO_2
(διαδραματίζει εξέχοντα ρόλο στη θέρμανση της ατμόσφαιρας)
 - ✓ ίχνη άλλων αερίων όπως Ne , He , CH_4 , Kr , H_2 , N_2O , NO_2 , O_3 , Xe .

Σύσταση της Ατμόσφαιρας



- Η ατμόσφαιρα περιέχει επίσης **υδρατμούς** (δηλ. νερό σε αέρια μορφή, **$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$**) σε ποσοστά τα οποία κυμαίνονται από 0-4% κατ' όγκο.
- Από την ποσότητα αυτή των υδρατμών προκύπτουν τα σύννεφα και όλων των ειδών οι υδάτινες ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις (βροχή, χιόνι, χαλάζι).
- Οι υδρατμοί διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη θέρμανση της ατμόσφαιρας.

Σύσταση της Ατμόσφαιρας



- Ένα ακόμα σημαντικό συστατικό της ατμόσφαιρας είναι το **όζον**, O_3 .
- Η ποσότητά του στην ατμόσφαιρα είναι πάρα πολύ μικρή και βρίσκεται συγκεντρωμένο σε ένα στρώμα το οποίο εκτείνεται από τα 10 km έως τα 50 km από την επιφάνεια της Γης (στρατόσφαιρα).
- Το όζον απορροφά τις επιβλαβείς για τους ζωντανούς οργανισμούς υπεριώδεις ακτινοβολίες του ήλιου.

Σύσταση της Ατμόσφαιρας



- Λόγω της διαρκούς κίνησης των αερίων μαζών στην ατμόσφαιρα μια σημαντική ποσότητα στερεών σωματιδίων και υγρών σταγονιδίων βρίσκονται με τη μορφή αιωρήματος.
- Τα αιωρούμενα αυτά συστατικά αυτά ονομάζονται **αερολύματα (aerosols)**.
- Ανάλογα με το μέγεθός τους, μπορούν να παραμείνουν στην ατμόσφαιρα για σχετικά μεγάλα χρονικά διαστήματα.

Σύσταση της Ατμόσφαιρας

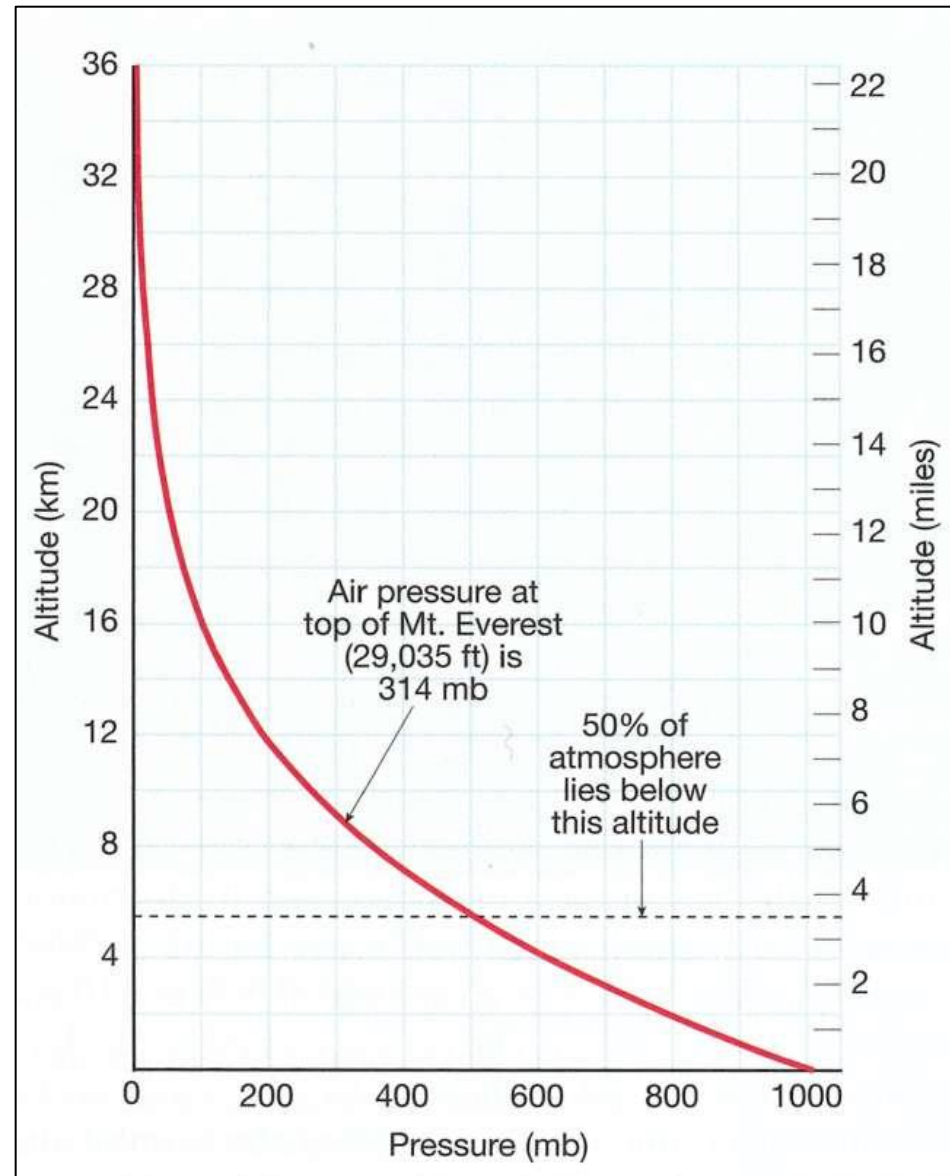


- Έχουν τόσο φυσική όσο και ανθρωπογενή προέλευση.
- Επηρεάζουν την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας η οποία καταφθάνει στην επιφάνεια της Γης.

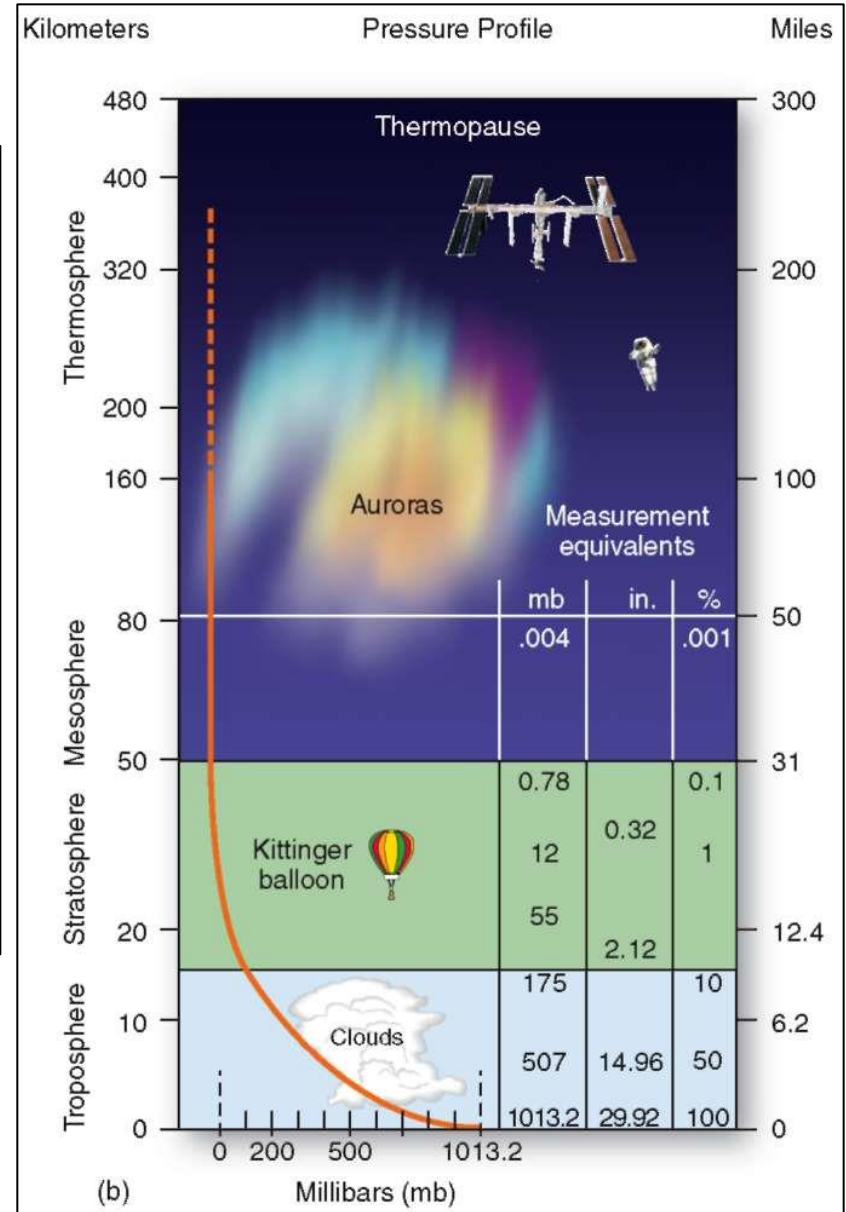
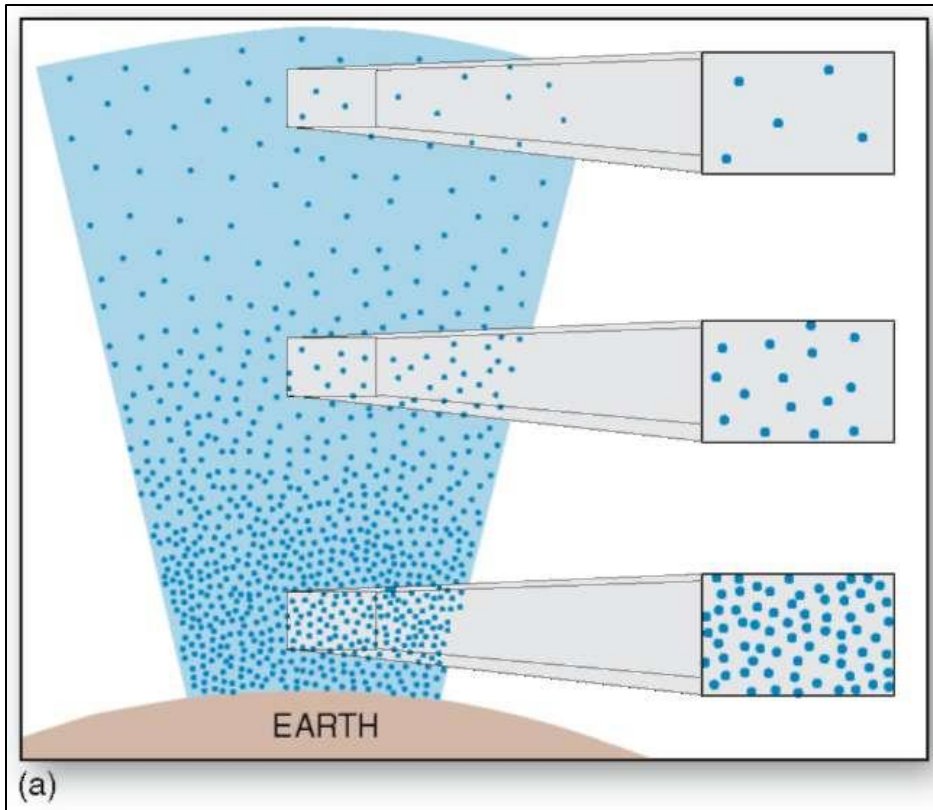
Μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης



- Η πίεση μετριέται σε διάφορες μονάδες, όπως atm, bar, Pa.
- ✓ $1 \text{ atm} = 1,01325 \text{ bar}$
- ✓ $1 \text{ bar} = 100 \text{ kPa}$
- ✓ $1 \text{ atm} = 101,325 \text{ kPa}$
- Κατά την αύξηση της απόστασης από την επιφάνεια της Γης μειώνεται η πίεση.



Μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης

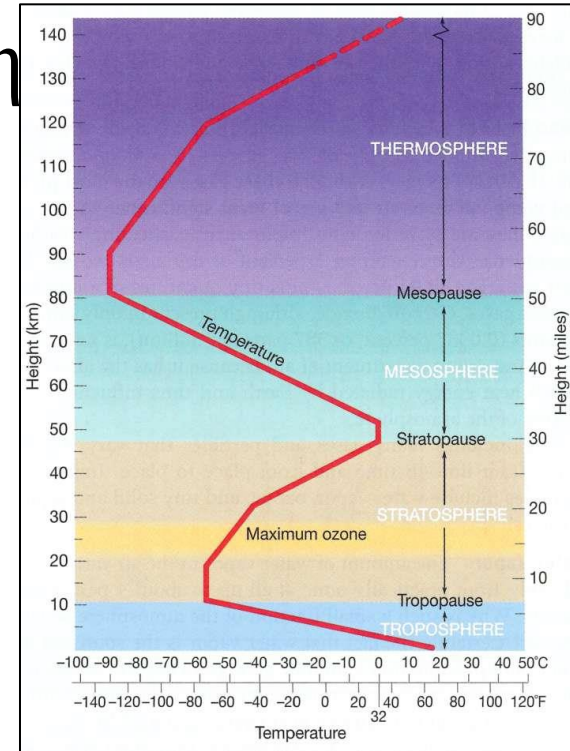


Μεταβολή της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας



➤ Διαίρεση της ατμόσφαιρας με βάση τη μεταβολή της θερμοκρασίας:

✓ **Τροπόσφαιρα** (troposphere):
εκτείνεται από την επιφάνεια της Γης μέχρι τα 8 km στους πόλους και τα 18 km στον ισημερινό και κατά μέσο όρο μέχρι τα 12 km.



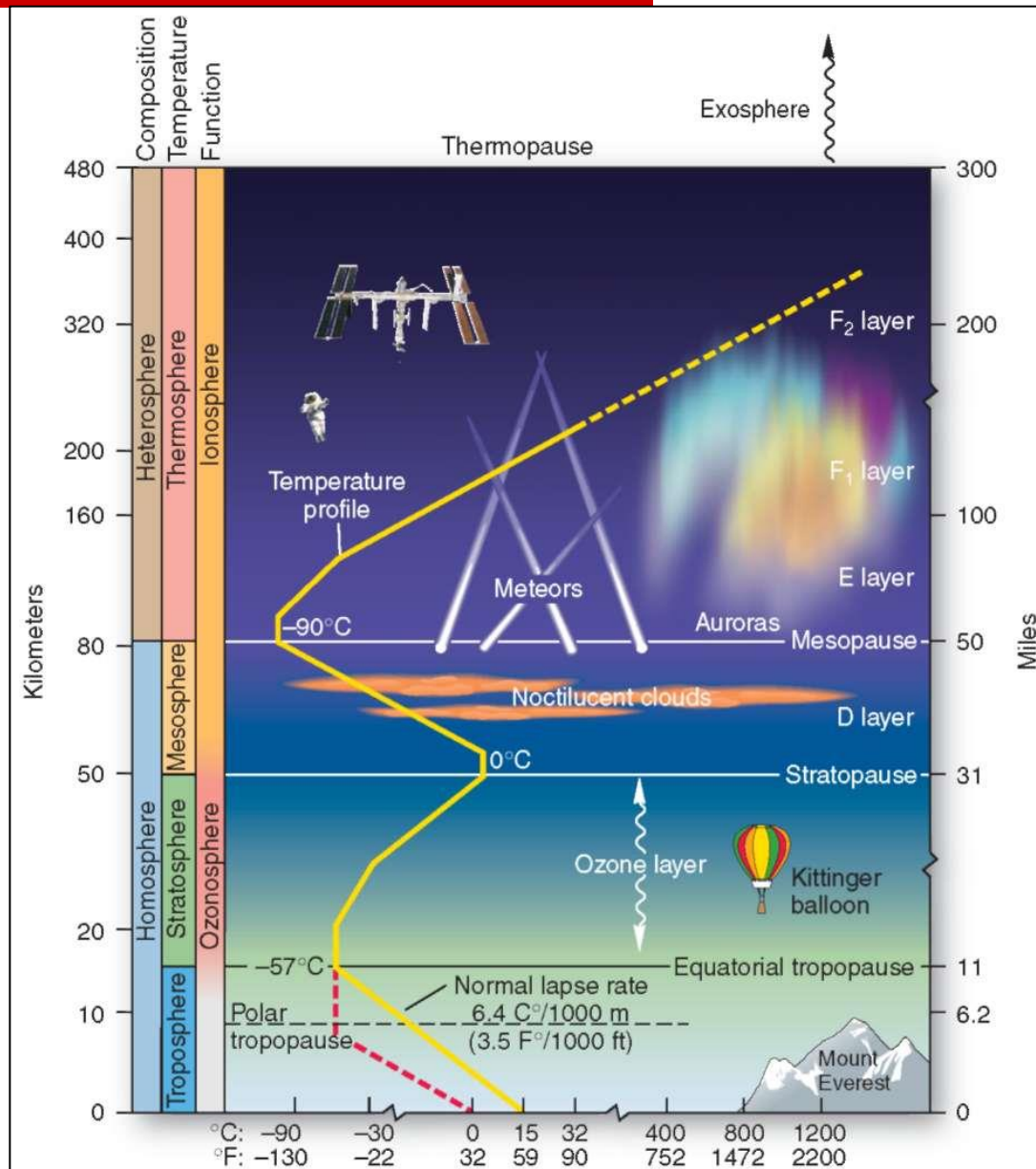
✓ Περιέχει το 85% της μάζας της ατμόσφαιρας.

✓ **Στρατόσφαιρα** (stratosphere): 18-50 km.

✓ **Μεσόσφαιρα** (mesosphere): 50-80 km.

✓ **Θερμόσφαιρα** (thermosphere): 80-480 km.

Μεταβολή της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας



Ατμόσφαιρα



- Είναι η πηγή οξυγόνου (O_2) για την αναπνοή των οργανισμών και διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) για τη φωτοσύνθεση των φυτών.
- Είναι η πηγή αζώτου (N_2):
 - ✓ για τα βακτήρια τα οποία δεσμεύουν το άζωτο και το μετατρέπουν σε αζωτούχες ενώσεις
 - ✓ για τις χημικές βιομηχανίες οι οποίες παράγουν αζωτούχες ενώσεις (αμμωνία και αμμωνιακά άλατα)

Ατμόσφαιρα



- Προστατεύει τους ζωντανούς οργανισμούς από τις επιβλαβείς υπεριώδεις ακτινοβολίες του ήλιου.
- Οι ανταλλαγές ενέργειας οι οποίες λαμβάνουν χώρα συνεχώς μεταξύ της ατμόσφαιρας και της επιφάνειας της Γης καθώς και μεταξύ της ατμόσφαιρας και του διαστήματος καθορίζουν το κλίμα της Γης και ρυθμίζουν τη θερμοκρασία στον πλανήτη κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ευνοϊκή η ανάπτυξη ζωής.
- Μεταφέρει νερό από τις θάλασσες και τους ωκεανούς στην ξηρά μέσω του υδρολογικού κύκλου.

Το όζον στην ατμόσφαιρα

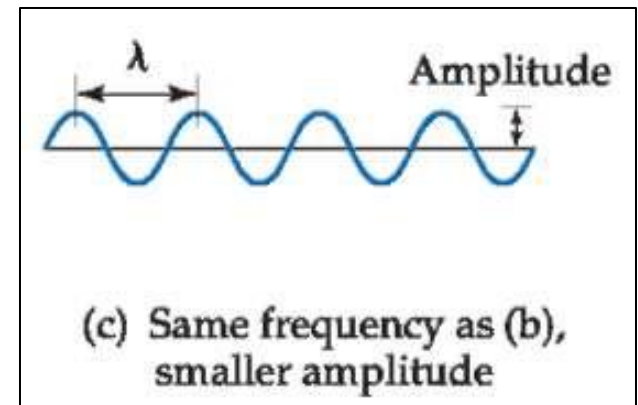
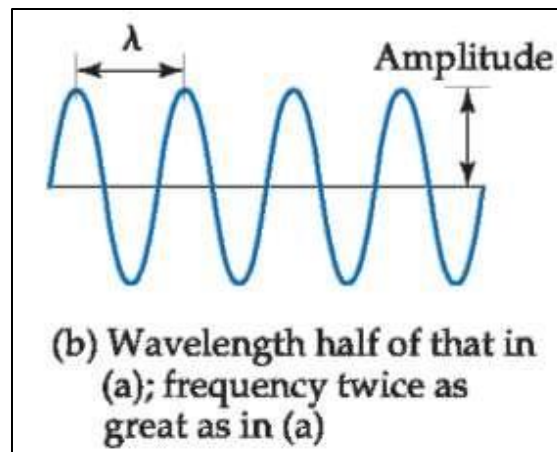
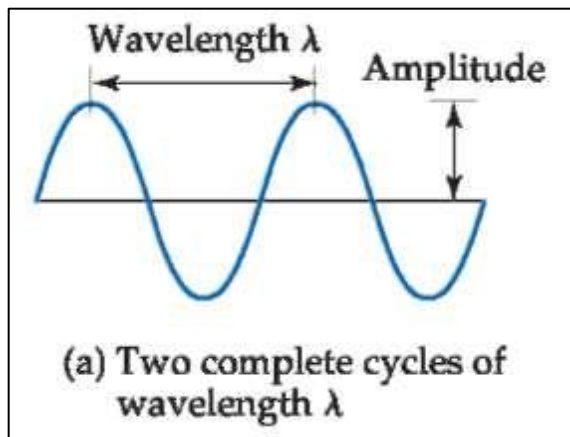


- Το όζον, O_3 , κοντά στην επιφάνεια της Γης είναι αέριος ρύπος και προκαλεί σοβαρά αναπνευστικά προβλήματα.
- Ωστόσο, στη στρατόσφαιρα, το όζον, O_3 , απορροφά μέρος της **υπεριώδους ακτινοβολίας (Ultraviolet radiation, UV)** την οποία εκπέμπει ο Ήλιος και την εμποδίζει να φτάσει στην επιφάνεια της Γης.

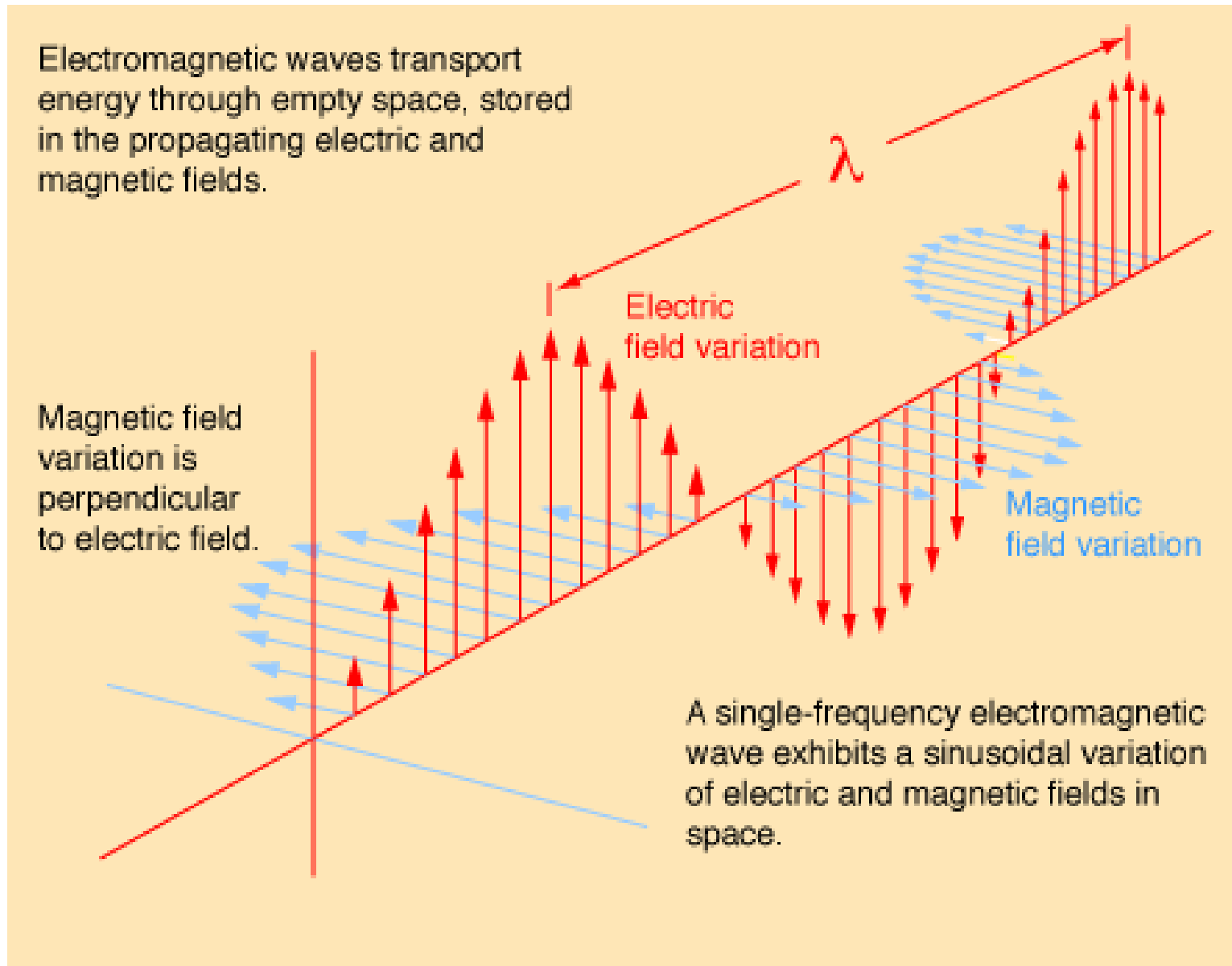
Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία



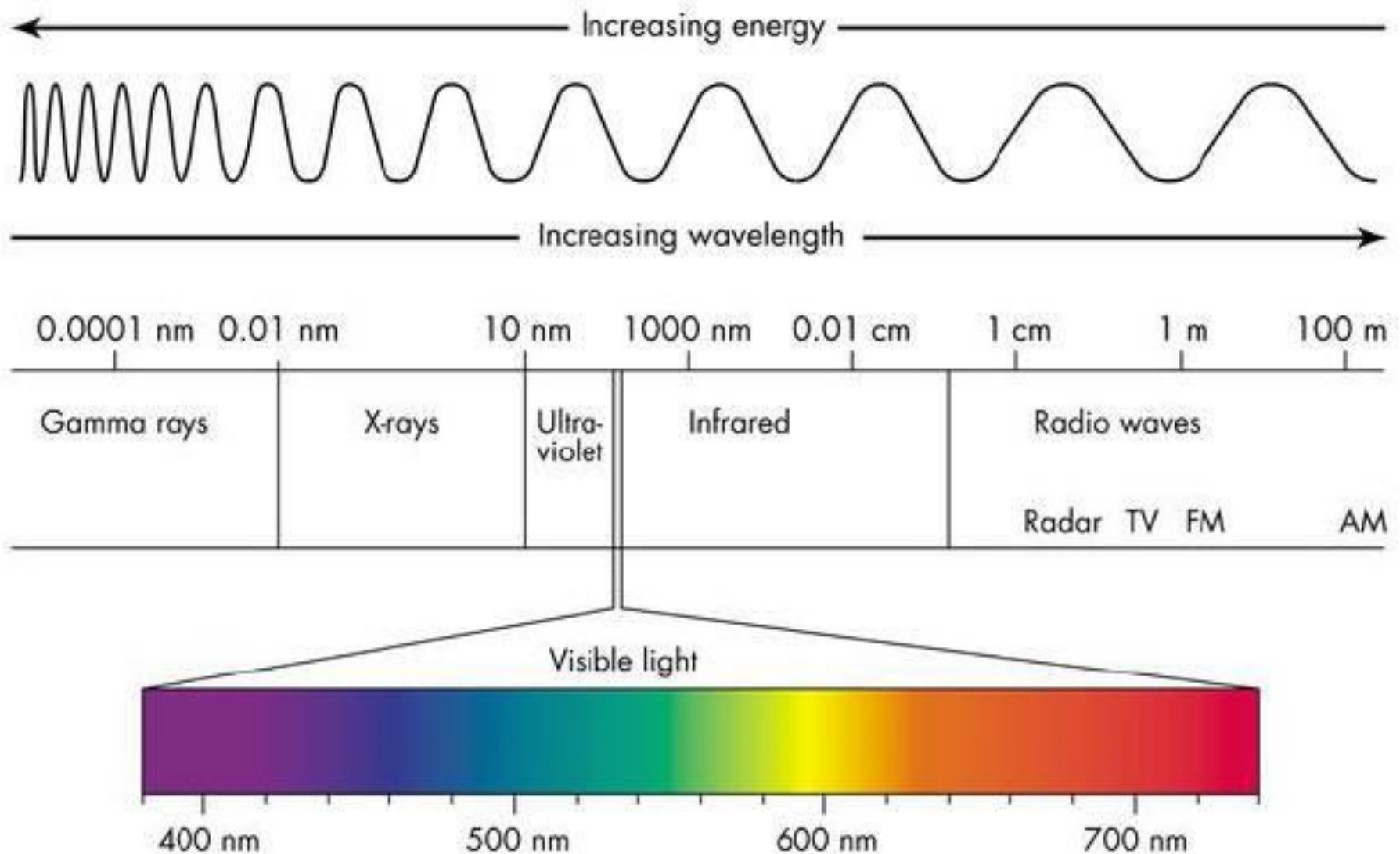
- Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία διαδίδεται με τη μορφή κυμάτων.
- Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα μεταφέρουν ορμή και ενέργεια και χαρακτηρίζονται από το μήκος κύματός τους, λ (σε m) και τη συχνότητά τους, ν ή f (σε Hz).



Ηλεκτρομαγνητικά κύματα



Φάσμα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας



Ενέργεια ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας



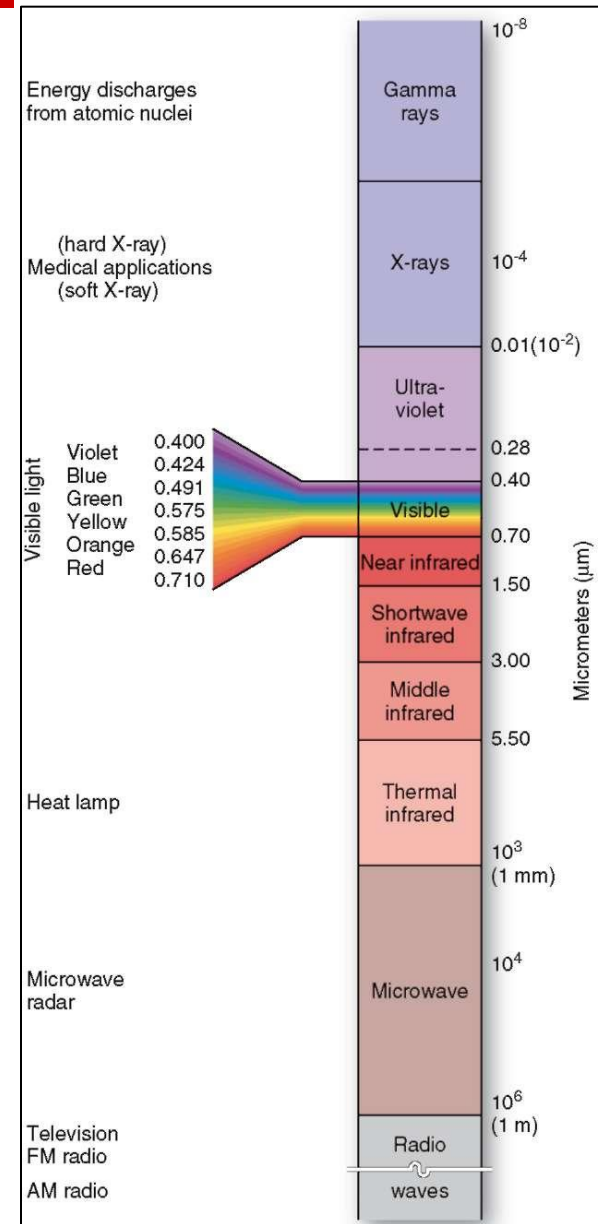
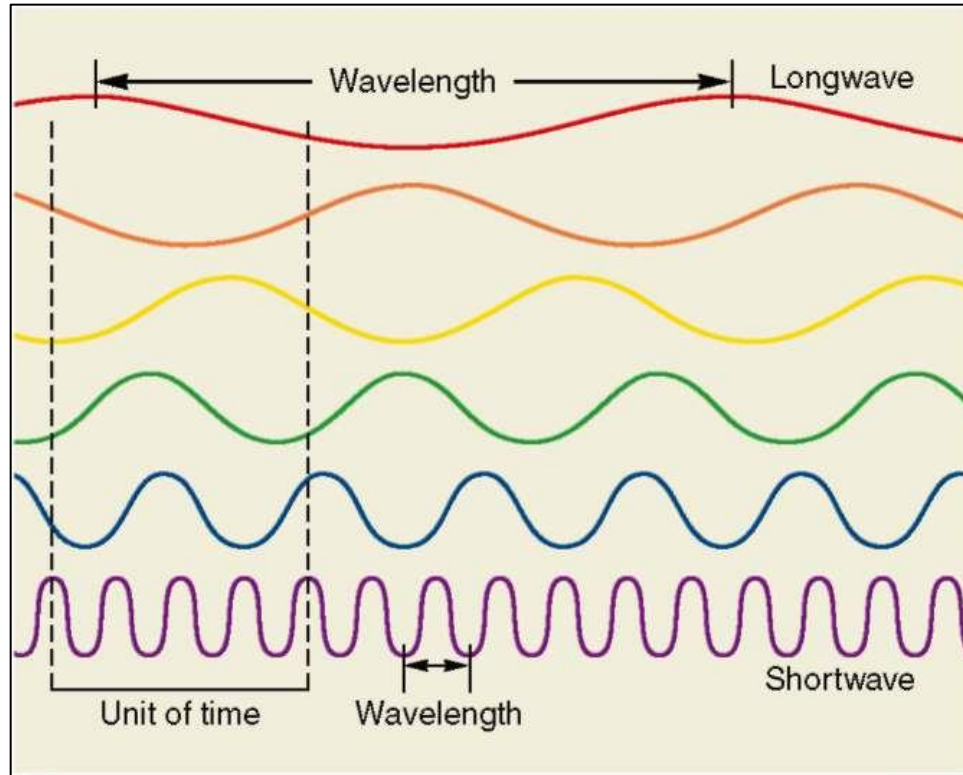
- Η ενέργεια της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας δίνεται από τη σχέση:

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

Η ενέργεια της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι αντιστρόφως ανάλογη του μήκους κύματός της.

- Όπου E: ενέργεια της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, σε Joule.
- h: σταθερά του Planck με τιμή $6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \times \text{s} = \text{kg} \times \text{m}^2/\text{s}$
- c: ταχύτητα του φωτός στο κενό, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$
- λ: μήκος κύματος, σε m

Ενέργεια ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας



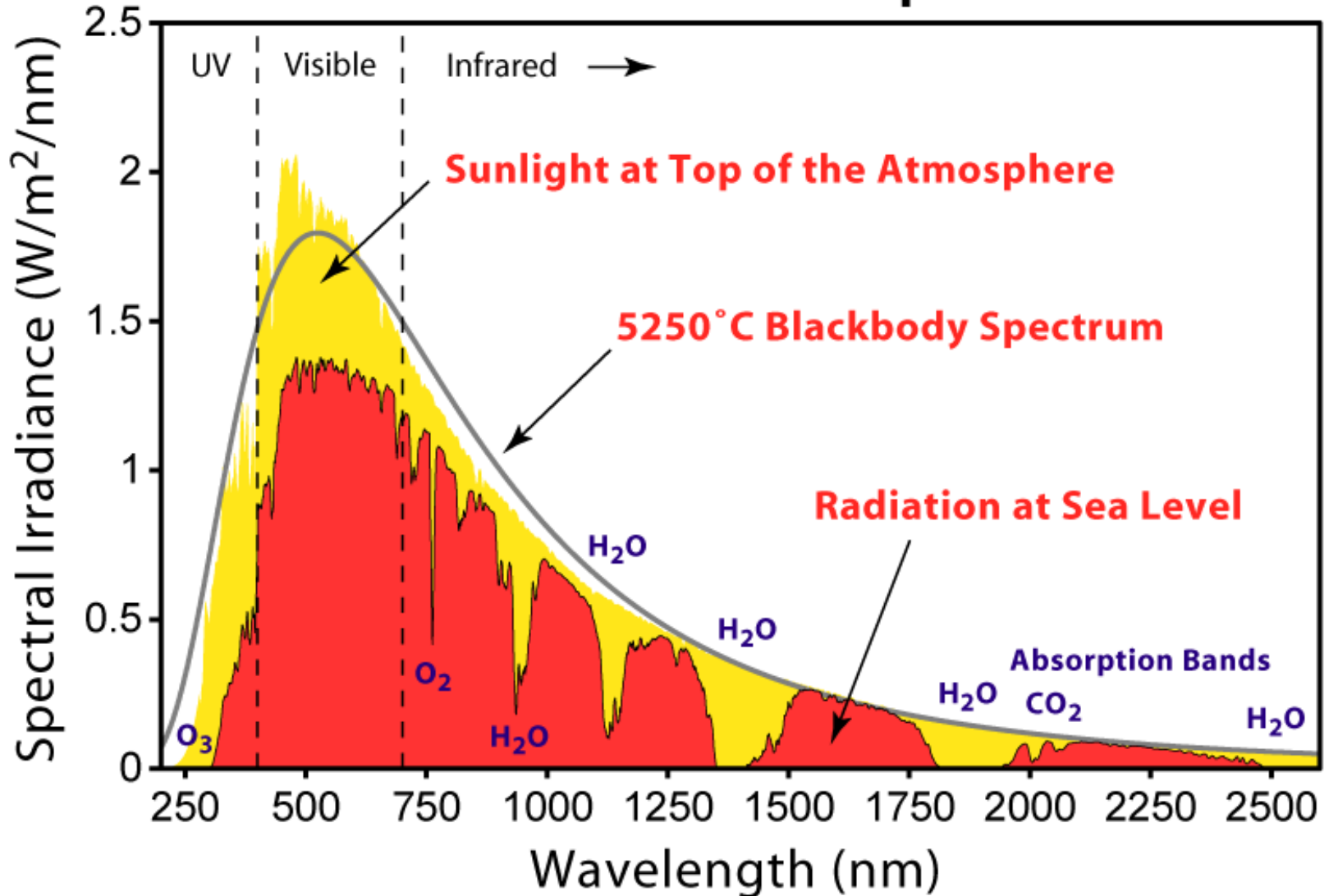
Ενέργεια

Φάσμα ηλιακής ακτινοβολίας



- Ο Ήλιος εκπέμπει ενέργεια με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας η οποία αποτελείται από:
- ✓ 8% από ακτίνες Γ, ακτίνες Χ και υπεριώδη ακτινοβολία,
- ✓ 47% ορατή ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία
- ✓ 45% υπέρυθρη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Solar Radiation Spectrum



Υπεριώδης ακτινοβολία, UV ($200 < \lambda < 400$ nm)

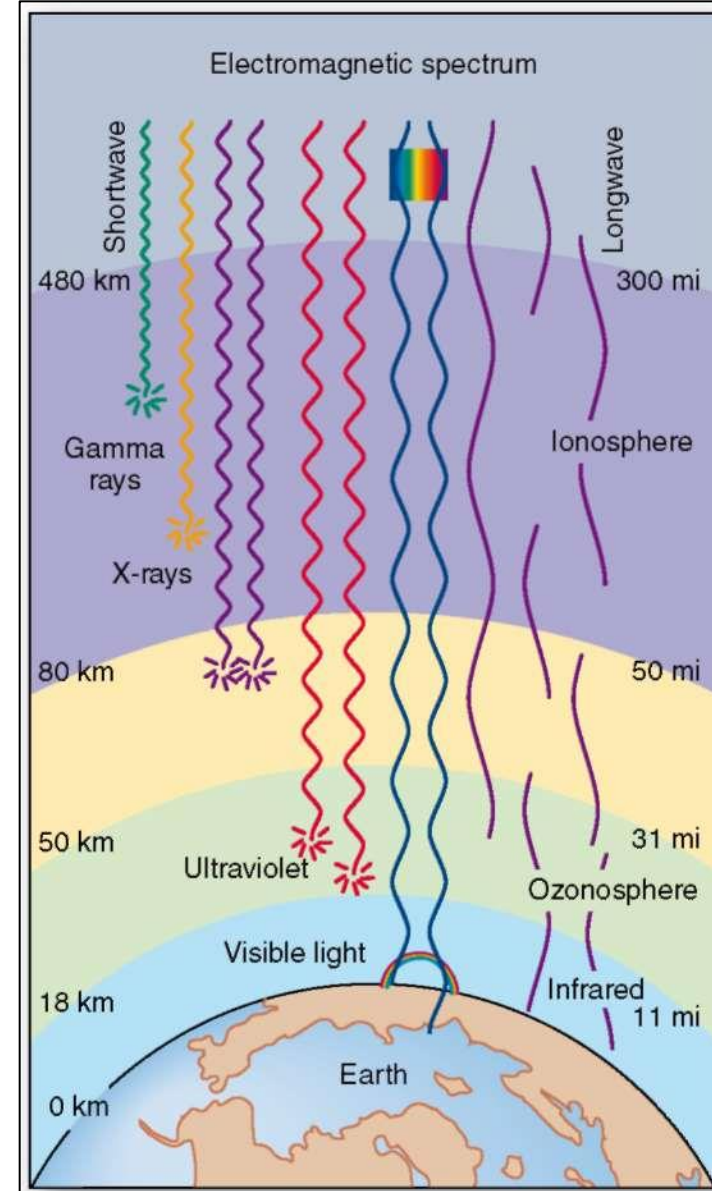


- **UVA (315-400 nm):** δεν είναι ιδιαίτερα βλαβερή στον άνθρωπο και τους ζωντανούς οργανισμούς. Προκαλεί μαύρισμα του δέρματος. Χρόνια έκθεση προκαλεί καρκίνο του δέρματος.
- **UVB (280-315 nm):** βλαβερή στον άνθρωπο και στους ζωντανούς οργανισμούς. Προκαλεί καταστροφή του DNA και καρκίνο του δέρματος.
- **UVC (200-280 nm):** εξαιρετικά βλαβερή στους ζωντανούς οργανισμούς. Καταστρέφει το DNA και προκαλεί καρκίνο του δέρματος.



Απορρόφηση ακτινοβολιών από την ατμόσφαιρα

- Οι ακτίνες Γ, οι ακτίνες Χ και μέρος της UV ακτινοβολίας με μήκη κύματος $\lambda < 220$ nm απορροφούνται από τα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας.
- Οι UV ακτινοβολίες με μήκη κύματος $220 < \lambda < 320$ nm απορροφούνται από το όζον, O_3 , της στρατόσφαιρας.

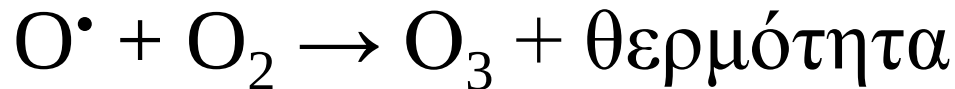
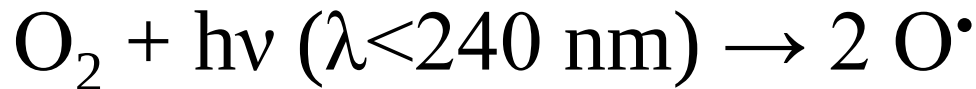




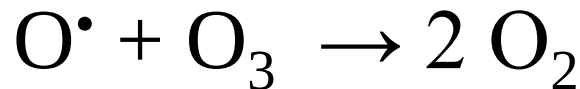
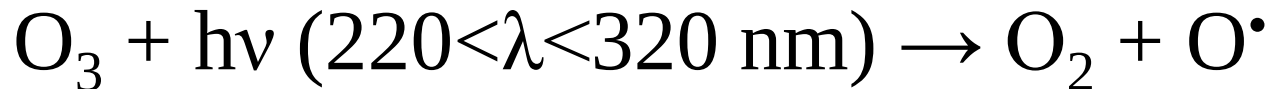
Σχηματισμός και καταστροφή του όζοντος

➤ Στη στρατόσφαιρα έχει αποκατασταθεί ένας κύκλος σχηματισμού και καταστροφής του όζοντος ως εξής:

➤ Σχηματισμός:



➤ Καταστροφή:





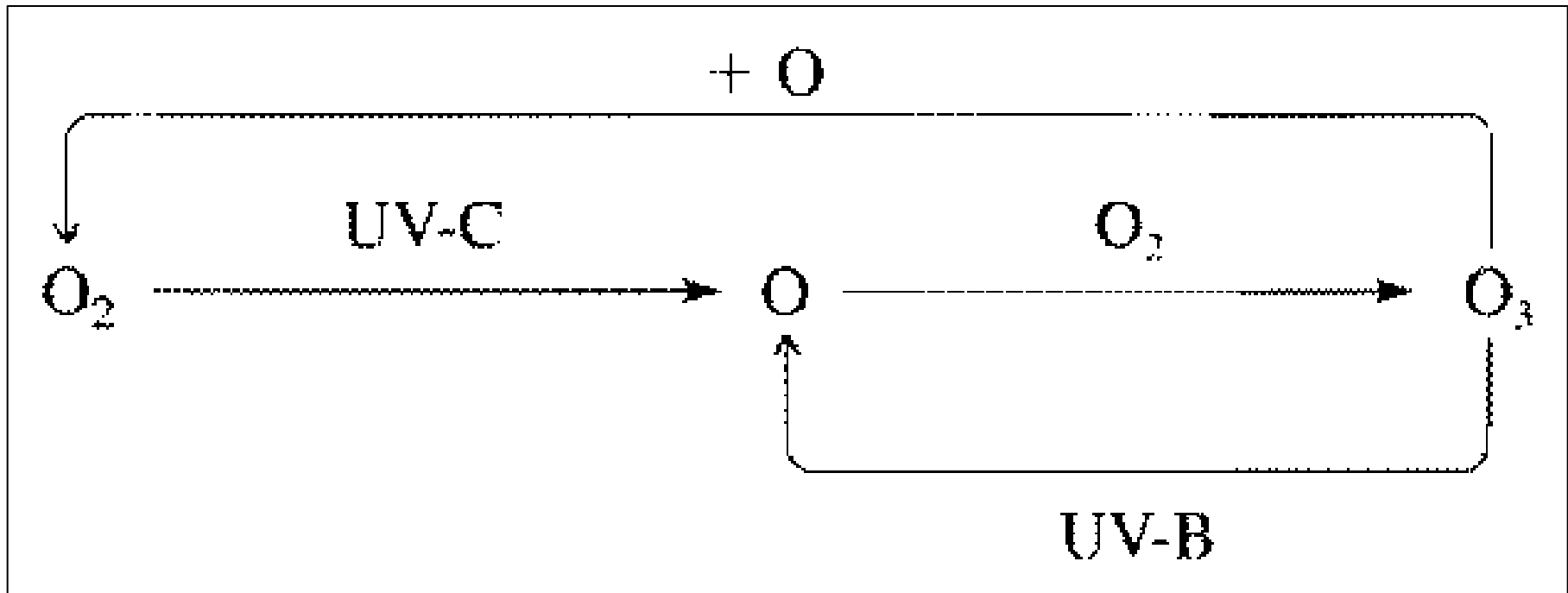
Στρώμα του όζοντος

- Η μεγαλύτερη ποσότητα του O_3 βρίσκεται μεταξύ 15 έως 35 km από την επιφάνεια της Γης.
- Η περιοχή αυτή της ατμόσφαιρας λέγεται **στρώμα του όζοντος (ozone layer)**.
- Η έκλυση θερμότητας κατά την αντίδραση σχηματισμού του όζοντος έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας της στρατόσφαιρας σε σχέση με την τροπόσφαιρα και την μεσόσφαιρα.

Απορρόφηση της UV ακτινοβολίας από το O_3



- Το αποτέλεσμα των παραπάνω αντιδράσεων είναι ένας κύκλος σχηματισμού-καταστροφής του όζοντος στην στρατόσφαιρα.



Απορρόφηση της UV ακτινοβολίας από το O₃

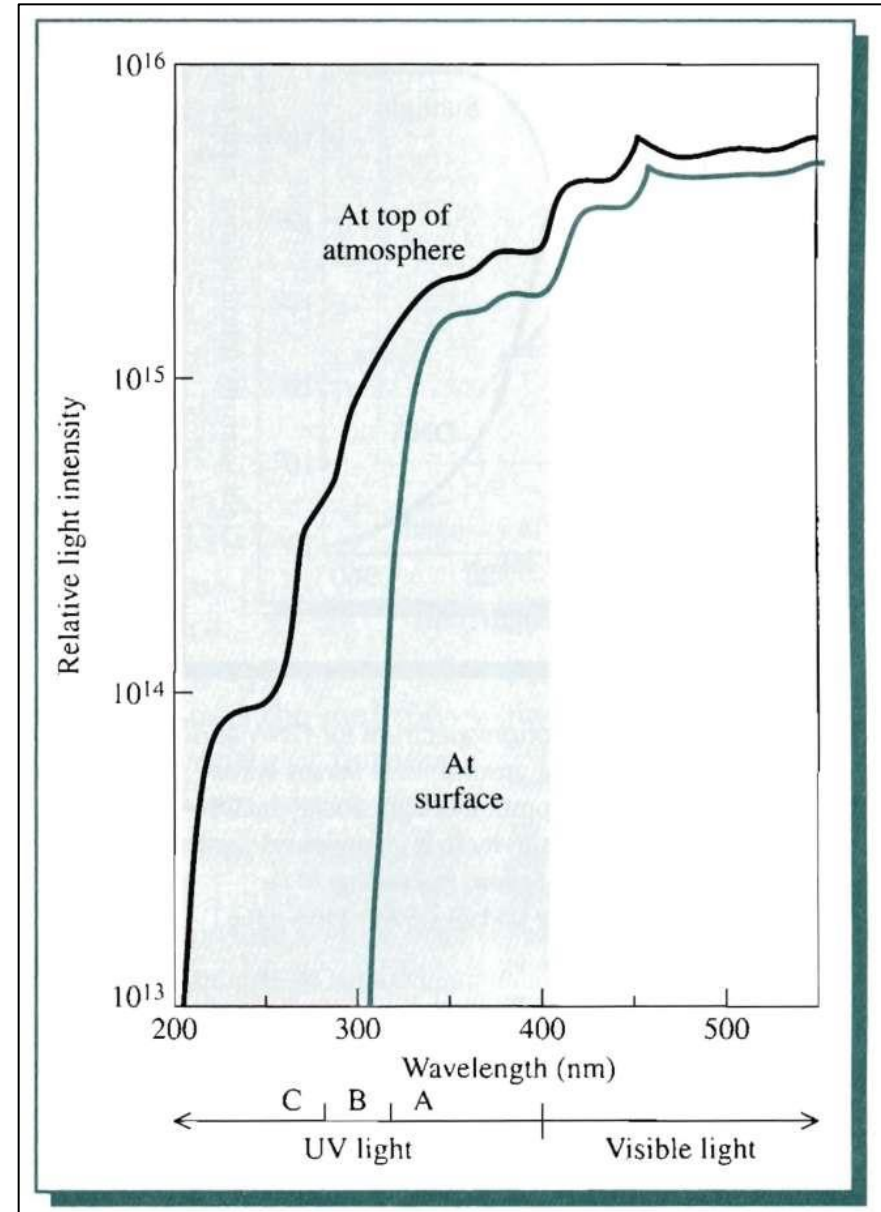


- Το τελικό αποτέλεσμα του κύκλου αυτού είναι:
- ✓ η πλήρης απορρόφηση της υπεριώδους ακτινοβολίας με μήκη κύματος 220-290 nm (αντιστοιχεί στη UVC περιοχή) και
- ✓ η μερική απορρόφηση (70-90%) της υπεριώδους ακτινοβολίας με μήκη κύματος 290-320 nm (αντιστοιχεί στη UVB περιοχή).

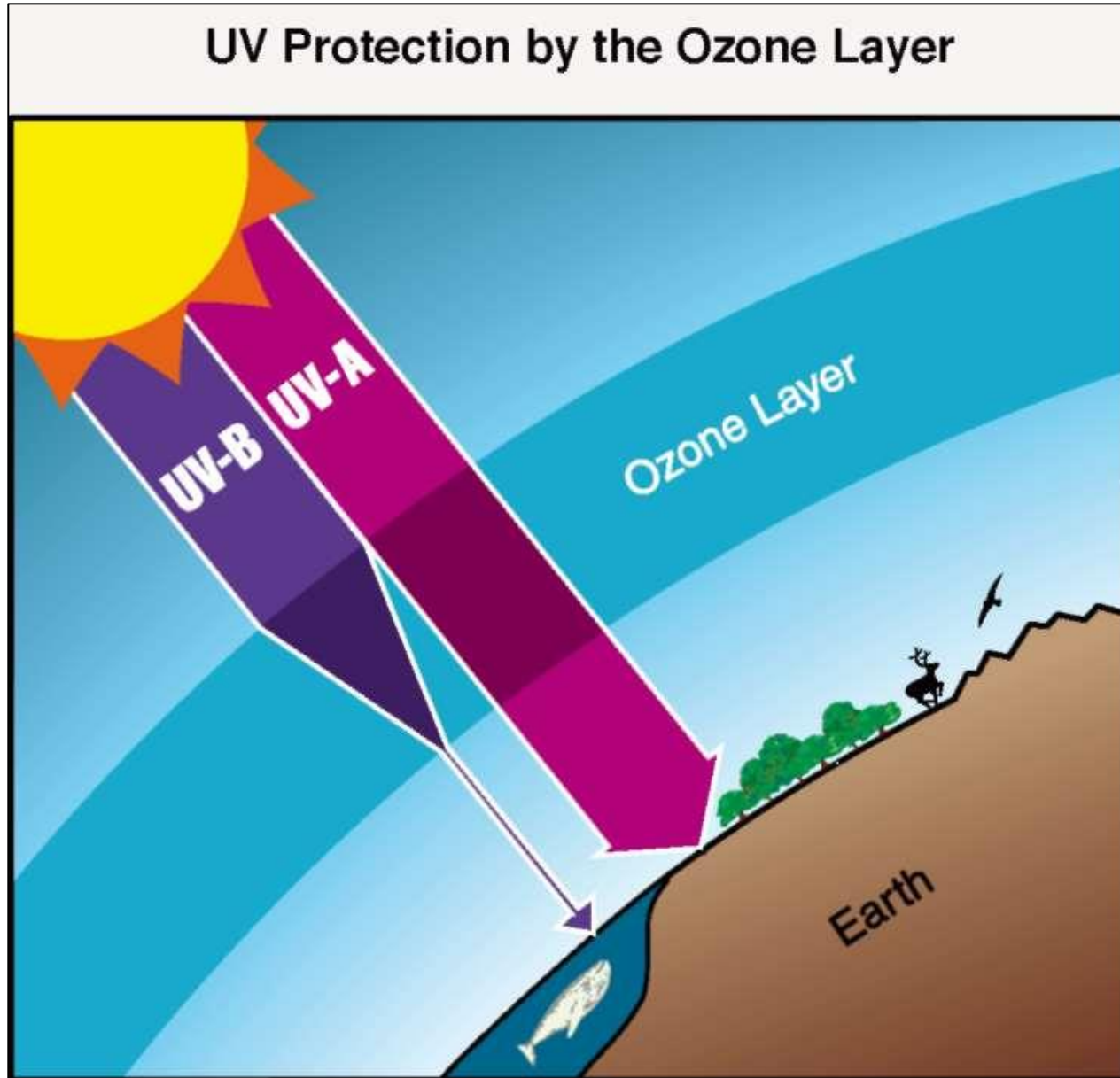
Απορρόφηση της UV ακτινοβολίας από το O₃



- Το υπόλοιπο 10-30% της UVB ακτινοβολίας φτάνει στην επιφάνεια της Γης.
- Η UVA ακτινοβολία δεν απορροφάται από κανένα συστατικό της ατμόσφαιρας και έτσι φτάνει στην επιφάνεια της Γης.



Απορρόφηση της UV ακτινοβολίας από το O₃





Βιολογικές συνέπειες της μείωσης του O_3 .

- Η μείωση της συγκέντρωσης του όζοντος στην στρατόσφαιρα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της UVB ακτινοβολίας η οποία καταφθάνει στην επιφάνεια της Γης.
- Μείωση του όζοντος κατά 1% έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της UVB ακτινοβολίας στην επιφάνεια της Γης κατά 2%.
- Παρατεταμένη έκθεση στην UVB ακτινοβολία προκαλεί καρκίνο του δέρματος και καταρράκτη στα μάτια.
- Η απορρόφηση της UVB ακτινοβολίας προκαλεί βλάβες στο DNA.



Βιολογικές συνέπειες της μείωσης του O_3 .

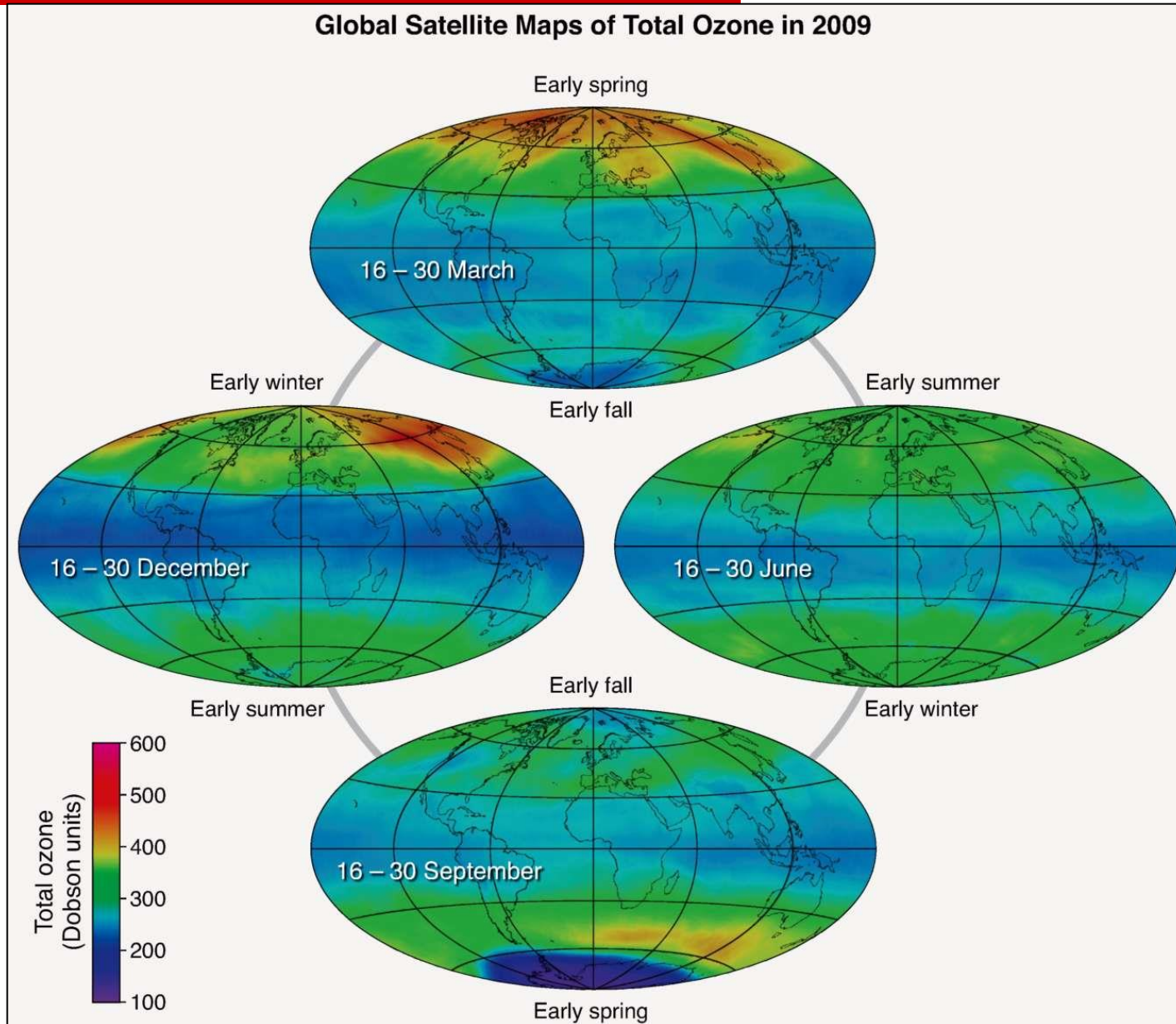
- Η αύξηση της UVB ακτινοβολίας η οποία καταφθάνει στην επιφάνεια της Γης προκαλεί επίσης:
- ✓ μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας των φυτών
- ✓ βλάβες στους υδρόβιους οργανισμούς
- ✓ μείωση της ποσότητας του πλανκτόν στους ωκεανούς

Μείωση της συγκέντρωσης του όζοντος

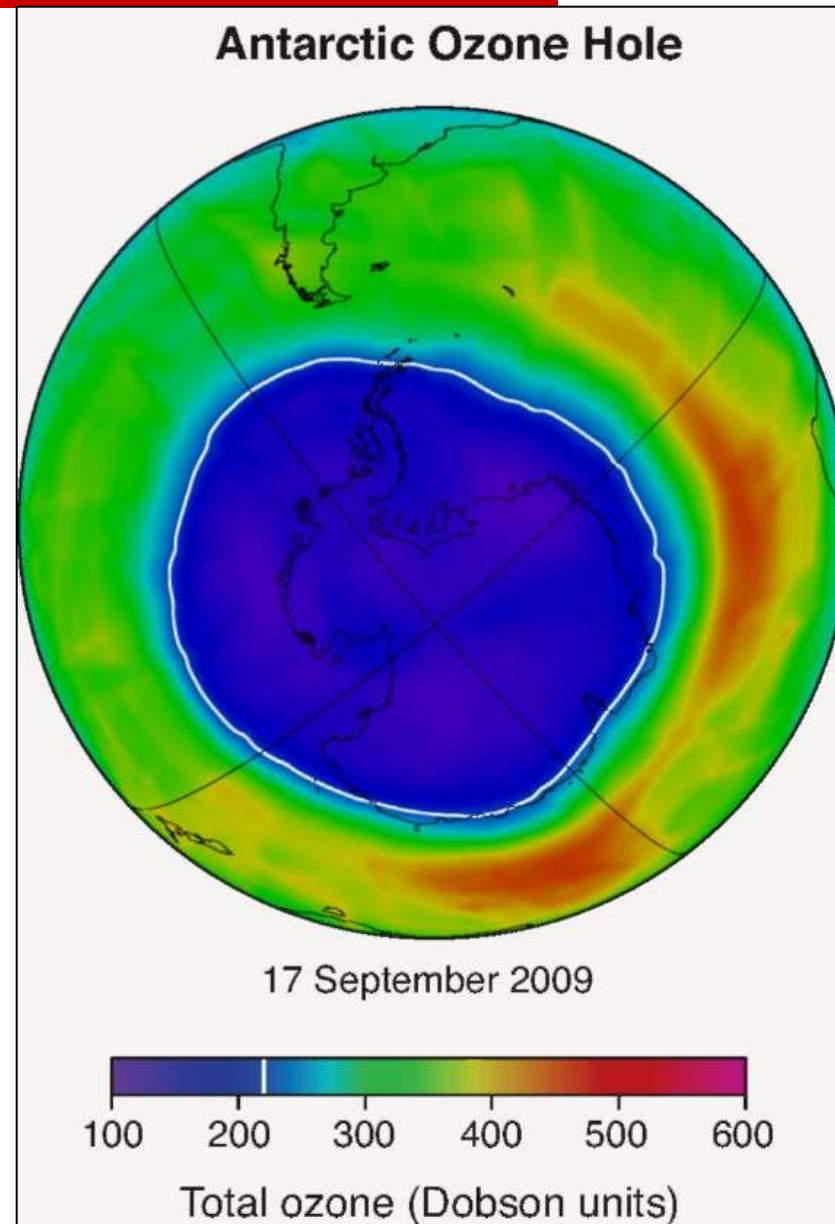


- Από τα μέσα της δεκαετίας του 1970 βρέθηκε ότι η συγκέντρωση του όζοντος στη στρατόσφαιρα μειώνεται συνεχώς.
- Το φαινόμενο ονομάζεται **καταστροφή του όζοντος (ozone depletion)**
- Κατά τους ανοιξιάτικους μήνες η μείωση της συγκέντρωσης του όζοντος είναι πολύ πιο έντονη στους πόλους της Γης εξαιτίας των ιδιαίτερων κλιματολογικών συνθηκών οι οποίες επικρατούν: το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **τρύπα του όζοντος (ozone hole)**.

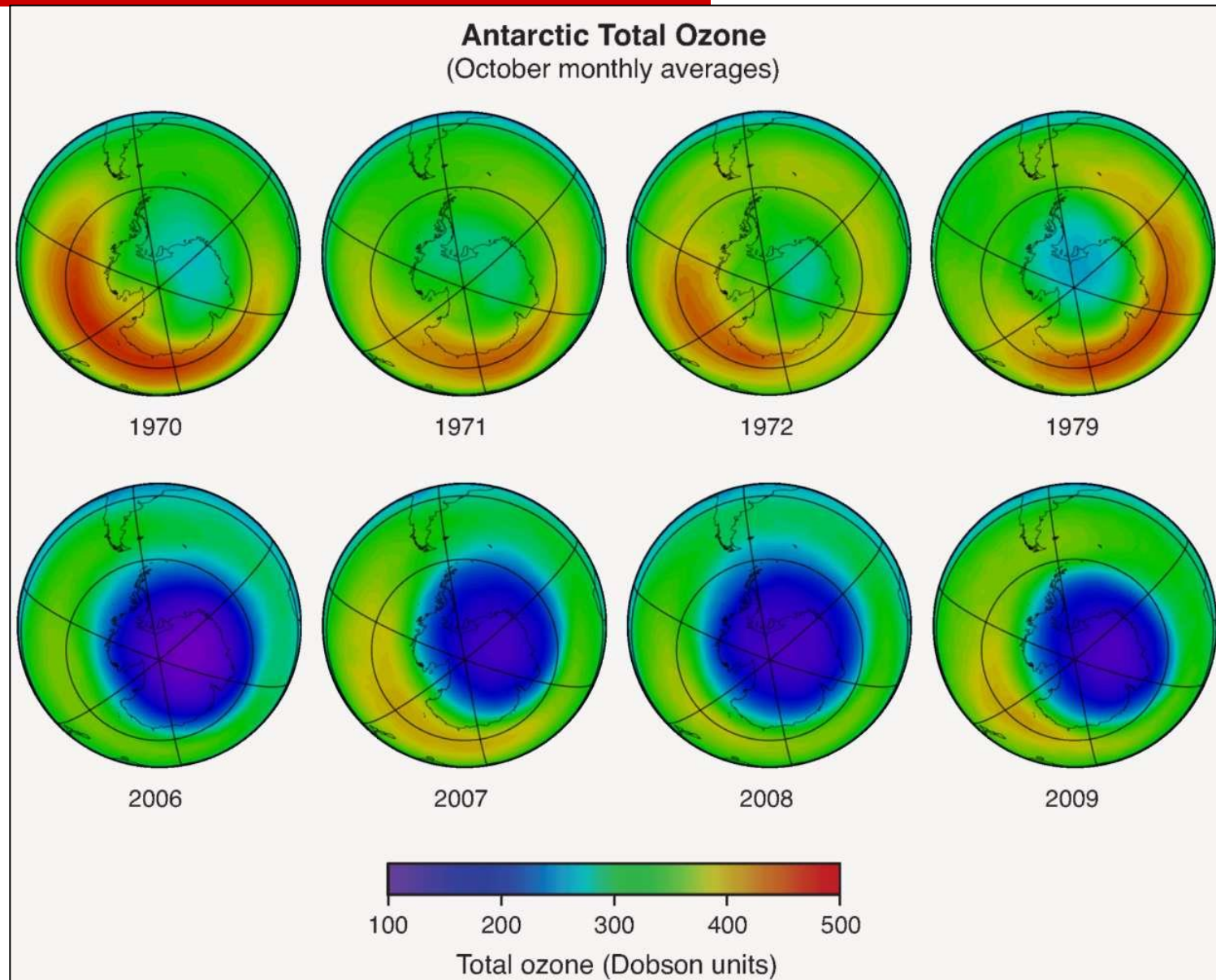
Μείωση της συγκέντρωσης του όζοντος



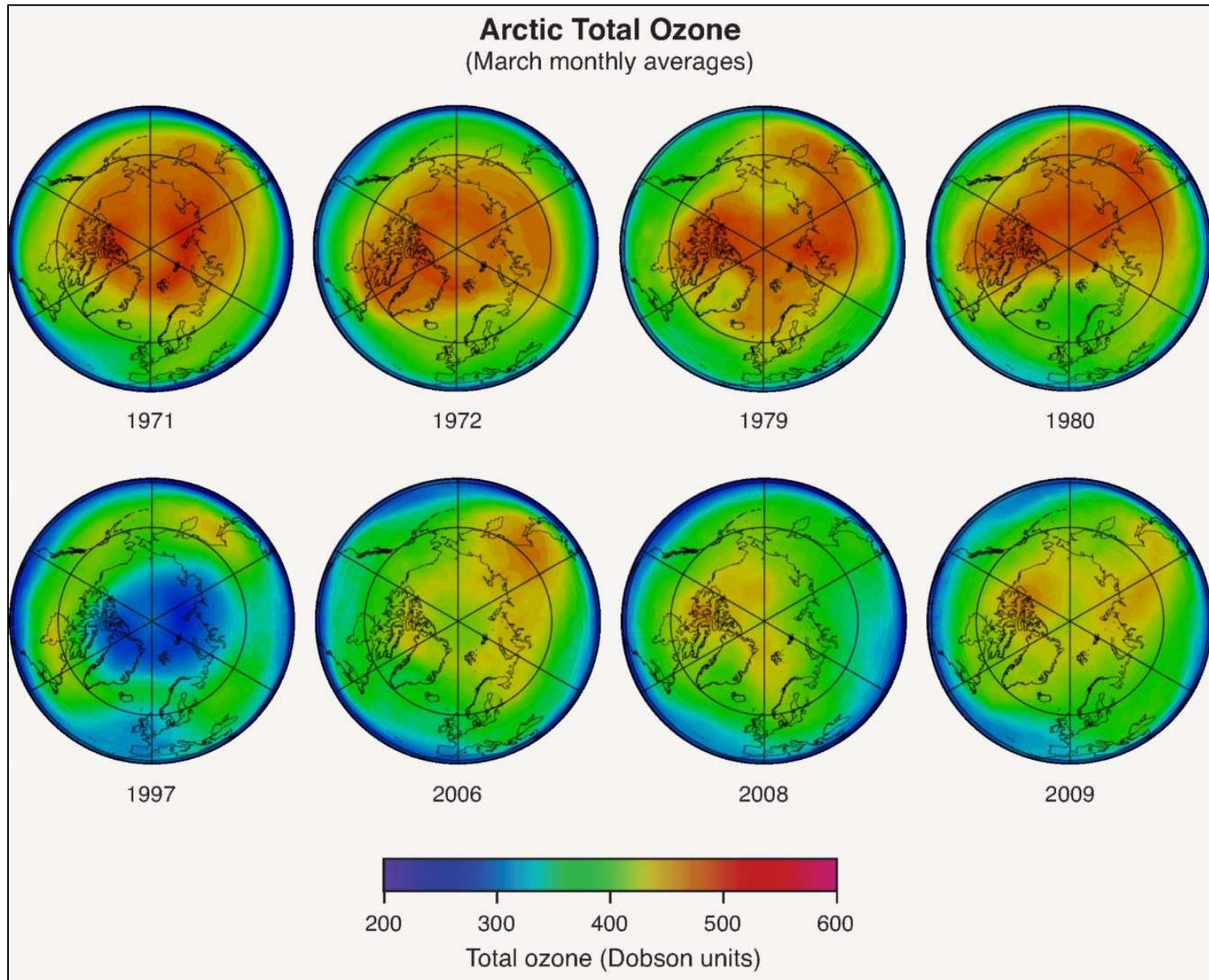
Τρύπα του όζοντος στην Ανταρκτική



Τρύπα του όζοντος στην Ανταρκτική



Συγκέντρωση του όζοντος στο Βόρειο Πόλο

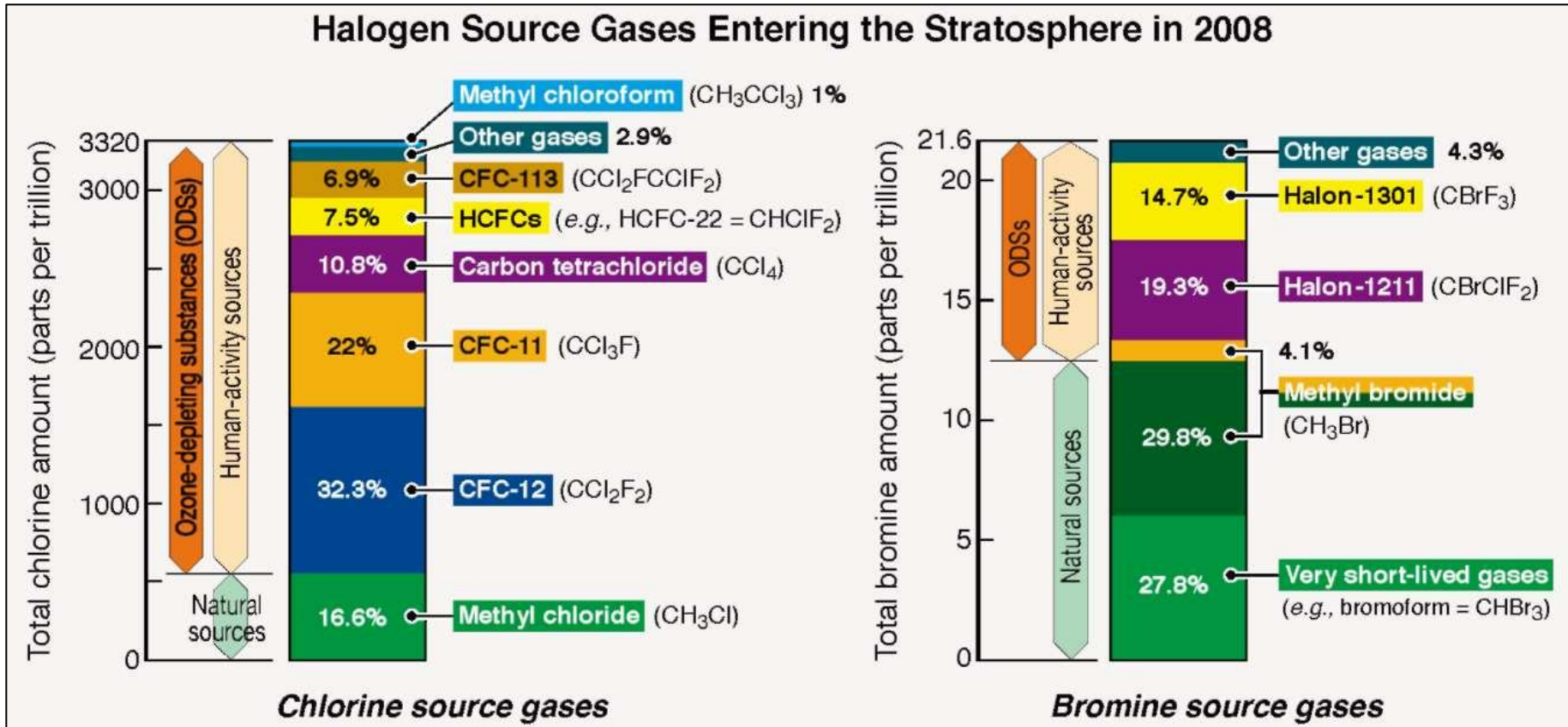


Ποιοι ευθύνονται για την καταστροφή του O_3 ?



- Οι ενώσεις οι οποίες ευθύνονται κυρίως για την καταστροφή του όζοντος είναι οι **χλωροφθοράνθρακες (chlorofluorocarbons, CFCs)**.
- CCl_3F (CFC-11), CCl_2F_2 (CFC-12), $CClF_3$ (CFC-13).
- Οι ενώσεις αυτές χρησιμοποιούνταν από τη δεκαετία του 1950 και μετά ως ψυκτικά υγρά στα ψυγεία και στα κλιματιστικά, καθώς και ως προωθητικά αερίων (sprays) και ως βιομηχανικά καθαριστικά.

Ποιοι ευθύνονται για την καταστροφή του O_3 ?





Ποιοι ευθύνονται για την καταστροφή του O₃?

- Οι ενώσεις αυτές στην επιφάνεια της Γης και στα χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας είναι σταθερές.
- Ωστόσο, όταν φτάσουν στην στρατόσφαιρα φωτολύονται και σχηματίζουν ελεύθερες ρίζες.
- Οι ελεύθερες ρίζες δρουν καταλυτικά στην καταστροφή του όζοντος στη στρατόσφαιρα:
$$\text{CFCl}_3 + h\nu (\lambda < 290 \text{ nm}) \rightarrow \cdot\text{CFCl}_2 + \text{Cl}\cdot$$
- Καταστροφή του O₃:
$$\text{Cl}\cdot + \text{O}_3 \rightarrow \text{ClO}\cdot + \text{O}_2$$
$$\text{ClO}\cdot + \text{O}\cdot \rightarrow \text{Cl}\cdot + \text{O}_2$$

Ποιοι ευθύνονται για την καταστροφή του O_3 ?



- Έχει βρεθεί ότι 1 μόριο CFC εμποδίζει το σχηματισμό περίπου 10^5 μορίων O_3 .
- Η χρήση των ουσιών αυτών εγκαταλείφθηκε με την υπογραφή του πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ το 1987.
- Ως αποτέλεσμα, οι συγκεντρώσεις των ουσιών αυτών στη στρατόσφαιρα έχουν αρχίσει να μειώνονται.
- Ωστόσο εκτιμάται ότι η συγκέντρωση του όζοντος στην ατμόσφαιρα θα αποκατασταθεί στα τέλη του 21^{ου} αιώνα.

Βραβείο Nobel Χημείας



- Το 1995 το βραβείο Nobel Χημείας απονεμήθηκε στους επιστήμονες Paul Crutzen, Mario Molina και Sherwood Rowland για τις έρευνές τους για το σχηματισμό και την καταστροφή του στρώματος του όζοντος στην ατμόσφαιρα.



Paul Crutzen



Mario Molina



Sherwood Rowland

Βιόσφαιρα



- Το σύνολο των ζωντανών οργανισμών, συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου, οι οποίοι κατοικούν στον Πλανήτη Γη αποτελούν τη **Βιόσφαιρα**.
- Οι ζωντανοί οργανισμοί αποτελούν το **Βιοτικό Περιβάλλον**, ενώ όλα τα υπόλοιπα τμήματα του Περιβάλλοντος αποτελούν το **Αβιοτικό Περιβάλλον**.
- Η επιστήμη η οποία μελετάει τους ζωντανούς οργανισμούς είναι η **Βιολογία**.

Ανθρωπόσφαιρα



- Η Ανθρωπόσφαιρα ή Τεχνόσφαιρα αναφέρεται στα τεχνολογικά επιτεύγματα της ανθρωπότητας.
- Μπορεί επίσης να οριστεί ως το τμήμα του περιβάλλοντος το οποίο δημιουργείται ή τροποποιείται από την ανθρωπότητα και χρησιμοποιείται για τις δραστηριότητές της.

Ανθρωπόσφαιρα



- Η ανθρωπόσφαιρα περιλαμβάνει:
- ✓ τις κατοικίες
- ✓ τις εγκαταστάσεις οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη βιομηχανία, το εμπόριο, την εκπαίδευση και άλλες δραστηριότητες
- ✓ τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας: συστήματα διανομής νερού, καυσίμων και ηλεκτρικού ρεύματος, και τα συστήματα συλλογής υγρών αποβλήτων

Ανθρωπόσφαιρα



- ✓ τις δομές οι οποίες χρησιμοποιούνται για μεταφορές: δρόμοι, σιδηρόδρομοι αεροδρόμια και κατασκευασμένες ή τροποποιημένες πλωτές διαβάσεις (διώρυγες και πλωτά ποτάμια) για μεταφορές μέσω πλοίων
- ✓ τις δομές και τα μέρη του περιβάλλοντος τα οποία έχουν τροποποιηθεί για την παραγωγή τροφής: καλλιεργούμενες εκτάσεις και το νερό το οποίο χρησιμοποιείται για την άρδευση των καλλιεργειών

Ανθρωπόσφαιρα



- ✓ όλων των ειδών τις μηχανές (αυτοκίνητα, τρένα, πλοία, αεροπλάνα, γεωργικές μηχανές) και τις ηλεκτρικές συσκευές (ψυγεία, κλιματιστικά, κ.α.)
- ✓ τις δομές και τις συσκευές των τηλεπικοινωνιών: τηλεφωνικές γραμμές και οι κεραίες τηλεπικοινωνίας
- ✓ τις δομές και τις εγκαταστάσεις εξόρυξης ορυκτών: ορυχεία και χερσαίες και πλωτές διατάξεις άντλησης ορυκτών καυσίμων (φυσικού αερίου και πετρελαίου)

Τι είναι η Μηχανική Περιβάλλοντος?



- Είναι η εφαρμογή των αρχών της Επιστήμης και της Μηχανικής με στόχο:
 - ✓ την προστασία του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας
 - ✓ την ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων στο περιβάλλον.

Τι είναι η Μηχανική Περιβάλλοντος;



- Ο σκοπός της Επιστήμης του Μηχανικού Περιβάλλοντος είναι:
- η αποκατάσταση → διορθώνουμε τα λάθη του παρελθόντος
- η προστασία → αποφεύγουμε τη δημιουργία ή την επιδείνωση των σημερινών περιβαλλοντικών προβλημάτων
- η διαχείριση → σχεδιάζουμε την αειφόρο ανάπτυξη της ανθρωπότητας του περιβάλλοντος.

Αειφόρος Ανάπτυξη



- **Αειφόρος (ή Βιώσιμη) Ανάπτυξη:** ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να παρεμποδίζει την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες.

ΟΗΕ, 1987.

- **Sustainable Development:** meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.

UN, 1987.

Με τι ασχολείται η Μηχανική Περιβάλλοντος?



- Η Μηχανική Περιβάλλοντος ασχολείται με:
- ✓ τον εφοδιασμό του πληθυσμού με ασφαλές, εύγευστο και άφθονο πόσιμο νερό: προμήθεια νερού και σχεδιασμός και λειτουργία μονάδων επεξεργασίας νερού
- ✓ τη συλλογή και την επεξεργασία υγρών αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων: συστήματα αποχέτευσης και σχεδιασμός και λειτουργία μονάδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων



Η Μηχανική Περιβάλλοντος ασχολείται με:

- ✓ τη διαχείριση, την επεξεργασία, την απόθεση και την ανακύκλωση των αστικών απορριμμάτων
- ✓ τη διαχείριση και την επεξεργασία τοξικών και επικινδύνων βιομηχανικών αποβλήτων
- ✓ την επεξεργασία αερίων εκπομπών
- ✓ την ποιότητα, τη ρύπανση και τον έλεγχο της ρύπανσης του νερού, του εδάφους και της ατμόσφαιρας
- ✓ την αποκατάσταση ρυπασμένων περιοχών



Η Μηχανική Περιβάλλοντος ασχολείται με:

- ✓ τη νομοθεσία τη σχετική με το περιβάλλον
- ✓ τη μελέτη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των τεχνικών έργων
- ✓ την επίδραση των τεχνολογικών εξελίξεων στο περιβάλλον
- Ο κλάδος της Μηχανικής Περιβάλλοντος καλύπτει ένα μεγάλο εύρος δραστηριοτήτων και αρμοδιοτήτων και με την πρόοδο της τεχνολογίας συνεχώς επεκτείνεται.