

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ

1

## ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

### ■ **Η δημιουργία του σύμπαντος**

Γαλαξίες και αστέρια  
Οι πλανήτες στο ηλιακό μας σύστημα  
Ο Ήλιος

### ■ **Διαφοροποίηση της Γης σε στρώματα**

Η θέρμανση της Γης  
Ο πυρήνας  
Ο μανδύας  
Ο φλοιός  
Οι τεκτονικές πλάκες  
Σχετική αφθονία των στοιχείων στη Γη

### ■ **Σχηματισμός των ωκεανών**

### ■ **Σχηματισμός της ατμόσφαιρας**

### ■ **Πετρώματα και ορυκτά**

### ■ **Ο κύκλος του πετρώματος**

Πυριγενή πετρώματα  
Ιζηματογενή πετρώματα  
Μεταμορφωμένα πετρώματα

### ■ **Πετρώματα ως φυσικές πηγές**

### ■ **Ορυκτά και μέταλλα**

Σίδηρος  
Αργίλιο  
Χαλκός  
Στρατηγικά μέταλλα

### ■ **Αποθέματα ορυκτών**

### ■ **Η προέλευση της ζωής στη Γη**

### ■ **Η μοναδικότητα της Γης**

### ■ **Το περιβάλλον**

# Πλανήτης Γη: Πέτρες, ζωή και ενέργεια

## ■ Οικοσυστήματα

Παραγωγοί και καταναλωτές

## ■ Η ροή της ενέργειας μέσα στα οικοσυστήματα

Τι είναι ενέργεια;  
Μετατροπές ενέργειας  
Τροφικές αλυσίδες και τροφικά επίπεδα  
Ενέργεια και βιομάζα

## ■ Μονάδες συγκέντρωσης

Μονάδα συγκέντρωσης και μοριακά διαλύματα  
Μέρη στο εκατομμύριο  
Μέρη στο δισεκατομμύριο

## ■ Κύκλοι θρεπτικών

Ο κύκλος του άνθρακα  
Ο κύκλος του αζώτου  
Ο κύκλος του οξυγόνου  
Ο κύκλος του φωσφόρου  
Οι κύκλοι της φύσης σε ισορροπία

## ■ Πρόσθετες πηγές πληροφόρησης

## ■ Λέξεις-κλειδιά

## ■ Ερωτήσεις και προβλήματα

ΓΙΑ ΝΑ ΚΑΤΑΝΟΗΣΟΥΜΕ ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΜΑΣ, ΠΡΕΠΕΙ ΠΡΩΤΑ ΝΑ ΚΟΙΤΑΞΟΥΜΕ ΔΙΣΕΚΑΤΟΜΜΥΡΙΑ ΧΡΟΝΙΑ ΠΙΣΩ ΤΟ ΚΑΙΡΟ ΠΟΥ Η ΓΗ ΓΕΝΝΗΘΗΚΕ ΚΑΙ ΝΑ ΚΟΙΤΑΞΟΥΜΕ ΠΩΣ ΕΞΕΛΙΧΘΗΚΕ ΣΤΟΝ ΠΛΑΝΗΤΗ ΠΟΥ ΣΤΗΡΙΖΕΙ ΤΗ ΖΩΗ ΚΑΙ ΠΟΥ ΚΑΤΟΙΚΟΥΜΕ ΣΗΜΕΡΑ. Σε αυτό το κεφάλαιο καλύπτεται η δημιουργία των σύμπαντος, συμπεριλαμβανομένων των γαλαξιών, των αστεριών και του δικού μας πλανήτη, της Γης. Μελετάμε πώς σχηματίστηκαν οι ωκεανοί, η ατμόσφαιρα και η πέτρινη επιφάνεια στην οποία ζούμε· εξετάζουμε τους ορυκτούς πόρους της Γης και συζητάμε τους τρόπους με τους οποίους η κοινωνία χρησιμοποιεί αυτούς τους φυσικούς πόρους. Βλέπουμε πώς αναπτύχθηκε η ζωή στη Γη και πώς αλληλεπιδρούν οι ζώντες οργανισμοί με το φυσικό τους περιβάλλον αλλά και μεταξύ τους, πώς όλες αυτές οι αλληλεπιδράσεις συμπλέκονται, και πώς μια συνεχής ροή ενέργειας μέσα από όλα τα μέρη της προμηθεύει ολόκληρο το σύστημα.

## ■ Η δημιουργία του σύμπαντος

Αν ατενίσουμε τον ουρανό μια ξάστερη βραδιά, μακριά από τα φώτα οποιασδήποτε πόλης, θα μπορέσουμε να δούμε εκατομμύρια αστέρια. Όλα τα αστέρια που βλέπουμε είναι μέρος του **Γαλαξία** μας. Αυτό το σώμα με σχήμα ανεμόμυλου, που έχει φτιαχτεί από σύννεφα αερίων και κοσμική σκόνη και δισεκατομμύρια αστέρια, αποτελεί το ηλιακό μας σύστημα – τον Ήλιο και τους εννέα πλανήτες στην τροχιά του. Αυτό που βλέπουμε είναι ένα μικροσκοπικό τμήμα από όλο το **σύμπαν**. Πέρα από τον Γαλαξία, εκτεινόμενοι στο διάστημα σε αποστάσεις πέρα από την αντίληψή μας, βρίσκονται αμέτρητοι άλλοι γαλαξίες. Ισως μόνο όταν εμείς οι άνθρωποι επιχειρήσαμε να πάμε στο διάστημα το 1960 ήταν που εκτιμήσαμε τη μικρότητα και ασημαντότητα του πλανήτη μας σε σύγκριση με το σύμπαν ως σύνολο. Η πρώτη φωτογραφία της Γης από το φεγγάρι μας έδειξε τον πλανήτη μας περικυκλωμένο από τη μαύρη απεραντοσύνη του διαστήματος (Εικόνα 1.1).

Σύμφωνα με την πιο πρόσφατη έρευνα, το σύμπαν ξεκίνησε πριν από 12 δισεκατομμύρια με 13,5 δισεκατομμύρια χρόνια. Παρόλο που υπάρχουν διάφορες απόψεις, πολλοί επιστήμονες πιστεύουν ότι η ύλη του σύμπαντος στο σύνολό της ήταν κάποτε συμπιεσμένη σε μια απειροελάχιστα μικρή και άπειρα πυκνή μάζα που εξερράγη με απίστευτη δύναμη. Αυτή η έκρηξη αδιανότητου μεγέθους –που ονομάζεται **Μεγάλη Έκρηξη (big bang)**– δημιούργησε τεράστια ποσά φωτός, θερμότητας και ενέργειας και απελευθέρωσε την κοσμική ύλη από την οποία σχηματίστηκαν τελικά οι γαλαξίες και τα αστέρια. Το σύμπαν ξεκίνησε να

διαστέλλεται σε όλες τις κατευθύνσεις και, σύμφωνα με τους περισσότερους αστρονόμους, εξακολουθεί να διαστέλλεται έκτοτε.

### Γαλαξίες και αστέρια

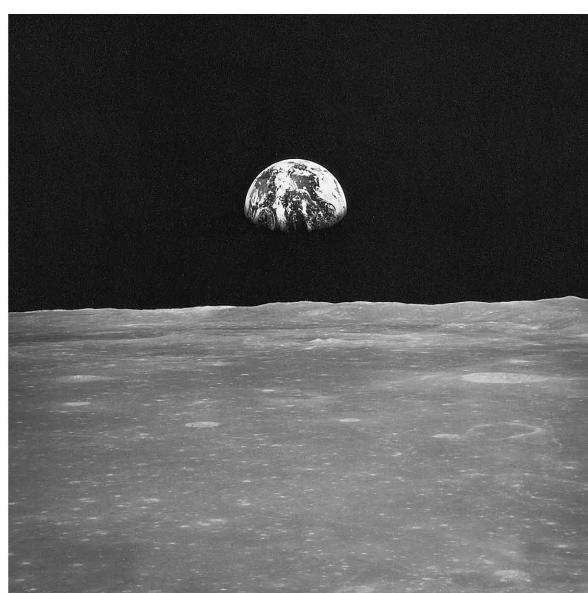
Καθώς το σύμπαν διαστέλλεται, πάγωνε με εξαιρετικά βραδύ ρυθμό, και η κοσμική ύλη βαθμιαία συμπυκνώθηκε για να σχηματίσει τους πρώτους γαλαξίες. Δημιουργήθηκαν άτομα υδρογόνου –το πιο ελαφρύ και απλό από όλα τα στοιχεία – στα στροβιλιζόμενα σύννεφα της κοσμικής ύλης. Στα δισεκατομμύρια των ετών, οι γαλαξίες δημιούργησαν τα πρώτα αστέρια, τα οποία παρήγαγαν αρκετή θερμότητα για να προκαλέσουν σύντηξη (ένωση) των ατόμων υδρογόνων και να σχηματίσουν τα άτομα ηλίου, τα δεύτερα πιο ελαφριά στοιχεία. Η ενέργεια που απελευθερώθηκε από αυτές τις **αντιδράσεις σύντηξης** πυροδότησαν περαιτέρω αντιδράσεις σύντηξης, μέσω των οποίων σχηματίστηκαν και τα υπόλοιπα 90 φυσικά στοιχεία που βρίσκονται στη Γη. Στο σύμπαν γενικά, 90% όλων των ατόμων είναι υδρογόνο και 9% είναι ήλιο, ενώ το υπόλοιπο 1% είναι άτομα από τα άλλα στοιχεία. Οι επιστήμονες πιστεύουν ότι οι ακόλουθες εκρήξεις των πρώτων αστεριών διασκόρπισαν τα στοιχεία και πως ο ήλιος μας γεννήθηκε από τα συντρίμμια μίας από αυτές τις εκρήξεις. Ο ήλιος, που σε εμάς φαίνεται τόσο λαμπερός, είναι ένα μετρίου μεγέθους αστέρι που βρίσκεται προς την άκρη του Γαλαξία.

### Οι πλανήτες στο ηλιακό μας σύστημα

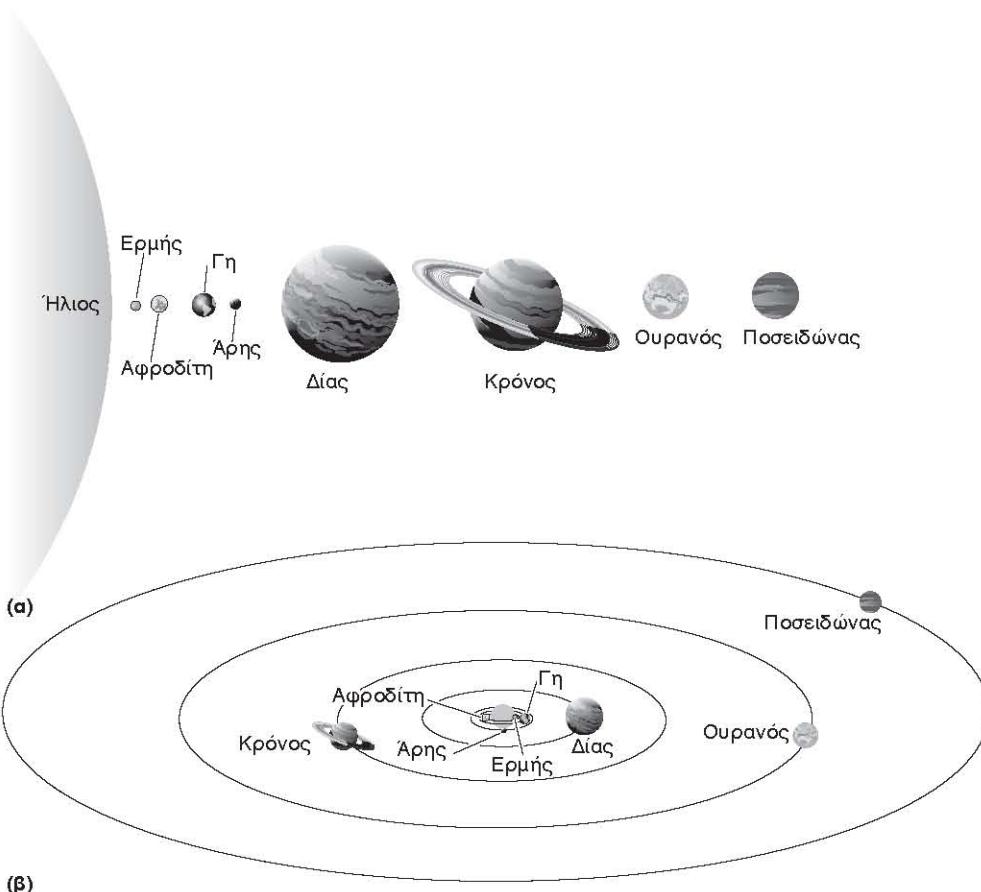
Οι επιστήμονες ακόμα δεν γνωρίζουν με βεβαιότητα πώς δημιουργήθηκαν οι πλανήτες στο **ηλιακό μας σύστημα** (το ηλιακό σύστημα είναι μια ομάδα πλανητών που περιστρέφονται γύρω από ένα αστέρι), αλλά γενικά επικρατεί η αντίληψη ότι ξεκίνησαν πριν από περίπου 5 δισεκατομμύρια χρόνια από ζεστή, κυρίως αέρια ύλη που περιστρέφοταν γύρω από τον ήλιο. Με τον καιρό η ύλη άρχισε να παγώνει αργά, και τα αέρια σωματίδια συμπυκνώθηκαν σε στερεά. Τα σωματίδια βαθμιαία συγχωνεύτηκαν σε συσσωρεύσεις ύλης. Οι μεγαλύτερες συσσωρεύσεις είχαν μεγαλύτερη βαρύτητα και βαθμιαία έλκυαν και αποκτούσαν επιπλέον σωματίδια, σχηματίζοντας τελικά τους οχτώ πλανήτες που περιστρέφονται γύρω από τον ήλιο: τον Ερμή, την Αφροδίτη, τη Γη, τον Άρη, τον Δία, τον Κρόνο, τον Ουρανό, τον Ποσειδώνα και τον μικρό πλανήτη Πλούτωνα (Εικόνα 1.2).

Οι τέσσερις πιο κοντινοί πλανήτες στον Ήλιο –Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης– ονομάζονται **γήινοι πλανήτες** και είναι μικροί και συμπαγείς. Οι πιο μακρινοί γιγάντιοι πλανήτες –Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας– είναι πολύ μεγαλύτεροι και μικρότερης πυκνότητας από τους γήινους πλανήτες.

Η Γη και οι υπόλοιποι γήινοι πλανήτες σχηματίστηκαν κοντά στον ήλιο και ήταν τόσο ζεστοί που τα



**Εικόνα 1.1** Η Γη όπως φαίνεται από την επιφάνεια του φεγγαριού. Παραχώρηση από τη NASA.



**Εικόνα 1.2** Το ηλιακό σύστημα. (α) Τα σχετικά μεγέθη των πλανητών. (β) Οι πλανήτες στις τροχιές τους γύρω από τον ήλιο.

πιο ελαφριά, εύκολα εξατμιζόμενα υλικά δεν μπορούσαν να συμπυκνωθούν και απομακρύνονταν. Μόνο συστατικά με μεγάλα σημεία ζέσεως, όπως ορυκτά και μέταλλα, συμπυκνώθηκαν σε αυτούς τους πλανήτες. Ο Ερμής –ο πλανήτης που είναι πιο κοντά στον ήλιο και επομένως ο πιο ζεστός από τους οχτώ πλανήτες στο ηλιακό μας σύστημα– συντίθεται κυρίως από σίδηρο. Στη Γη, η οποία σχηματίστηκε σε κάπως μικρότερη θερμοκρασία, πυριτικά άλατα και άλλα μέταλλα εκτός του σιδήρου μπόρεσαν να συμπυκνωθούν. (Τα πυριτικά άλατα είναι ορυκτά τα οποία σχηματίστηκαν από τα στοιχεία πυρίτιο, οξυγόνο και μια ποικιλία μετάλλων.) Οι μεγαλύτεροι πλανήτες, με τη μεγαλύτερη μάζα και άρα τη μεγαλύτερη βαρυτική έλξη, απέκτησαν αέρια –κυρίως υδρογόνο και ήλιο– στις ατμόσφαιρες γύρω τους. Κάποια σημαντικά χαρακτηριστικά των πλανητών όπως υπάρχουν σήμερα είναι καταχωρημένα στον **Πίνακα 1.1**.

### Ο ήλιος

Ο ήλιος είναι η υπέρτατη πηγή ενέργειας για τη ζωή στη Γη. Καταλαμβάνει το 99,9% της μάζας του ηλιακού συστήματος, και η διάμετρός του είναι περίπου

110 φορές μεγαλύτερη από αυτή της Γης. Οι επιστήμονες υπολογίζουν ότι οι θερμοκρασίες κοντά στο κέντρο αυτής της τεράστιας περιστρεφόμενης σφαίρας των εξαιρετικά ζεστών αερίων φτάνει σχεδόν τους  $15.000.000^{\circ}\text{C}$ . Αντιδράσεις σύντηξης συμβαίνουν σε αυτές τις εξαιρετικά μεγάλες θερμοκρασίες, απελευθερώνοντας συνεχώς τεράστια ποσά ενέργειας σε μορφή θερμότητας και φωτός. Αυτές οι αντιδράσεις σύντηξης έχουν επιτρέψει στον ήλιο να ακτινοβολεί λαμπερά για δισεκατομμύρια χρόνια και θα του το επιτέρων για άλλα τόσα.

### ■ Διαφοροποίηση της Γης σε στρώματα

Το πώς ακριβώς εξελίχθηκε η Γη στην παρούσα κατάσταση είναι άγνωστο, αλλά οι επιστήμονες που ασχολούνται με την επιστήμη της Γης πιστεύουν πως αυτό έγινε όταν η Γη πρωτοσχηματίστηκε περίπου 4,7 δισεκατομμύρια πριν. Ήταν ομογενής στη σύνθεση – μια συμπαγής, πετρώδης σφαίρα χωρίς νερό στην επιφάνεια και χωρίς ατμόσφαιρα. Με την πάροδο των χρόνων, το εσωτερικό της σφαίρας βαθμιαία γινόταν

**Πίνακας 1.1****Σημαντικά χαρακτηριστικά των πλανητών στο ηλιακό μας σύστημα**

Πλανήτες	Διάμετρος (Km)		Μάζα (Γη $\nabla 1$ )		Βαρύτητα (Γη $\nabla 1$ )	Χρόνος μιας περιστροφής (έκβερες ή ώρες Γης)	Χρόνος μιας περιφοράς γύρω από τον ήλιο (χρόνια Γης)	Απόσταση από τον ήλιο		Σύνθεση της στρώματας
	(mi)	(mi)	(νερό $\nabla 1$ )	( $\nabla \nabla 1$ )				(εκατομμύρια km)	(εκατομμύρια mi)	
<b>Γήινοι</b>										
Ερμής	4.835	3.004	0,055	5,69	0,38	59 ημέρες	0,24	57,7	36,8	Καιμά
Αφροδίτη	12.194	7.577	0,815	5,16	0,89	243 ημέρες	0,62	107	66,9	CO <sub>2</sub>
Ηγ	12.756	7.926	1,00	5,52	1,00	1,00 ημέρα	1,0	149	92,6	N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>
Αρης	6.760	4.200	0,108	3,89	0,38	1,03 ημέρες	1,9	226	141	CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , Ar
<b>Γιγάντιοι</b>										
Δίας	141.600	87.986	318	1,25	2,64	9,83 άρες	12	775	482	H <sub>2</sub> , He
Κρόνος	120.800	75.061	95,1	0,62	1,17	10,23 άρες	29	1,421	883	H <sub>2</sub> , He
Ουρανός	47.100	29.266	14,5	1,60	1,03	23,00 άρες	84	2,861	1,777	H <sub>2</sub> , He, CH <sub>4</sub>
Ποσειδώνας	44.600	27.713	17,0	2,21	1,50	22,00 άρες	165	4,485	2,787	H <sub>2</sub> , He, CH <sub>4</sub>