



Το εσωτερικό της γης

ΛΆΜΠΡΟΥ ΜΑΡΪΑ
ΓΑΡΥΦΑΛΛΪΆ Α2

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΤΗΣ ΓΗΣ



- Η εσωτερική θερμότητα της Γης παρέχει την ενέργεια για την κίνηση των τεκτονικών πλακών καθώς και για καταστροφικά γεγονότα όπως σεισμούς και ηφαιστεια. Αυτή η θερμική ενέργεια ήταν πολύ μεγαλύτερη στα αρχικά στάδια της Γης απ' ότι σήμερα. Συσσωρεύτηκε με γρήγορο ρυθμό κατά τα πρώτες εκατοντάδες χιλιάδες χρόνια της ιστορίας της Γης, όταν τρεις ανεξάρτητες διαδικασίες μετέτρεψαν την ενέργειά τους σε θερμότητα.
- Αυτές ήταν:
- **Προσκρούσεις από ουράνια σώματα** (*extraterrestrial impacts*).
- **Συστολή λόγω βαρύτητας** (*gravitational contraction*) του εσωτερικού της Γης.
- **Διάσπαση ραδιενεργών ισοτόπων** (*decay of radioactive elements*).

ΠΡΟΣΚΡΟΥΣΕΙΣ ΑΠΟ ΟΥΡΑΝΙΑ ΣΩΜΑΤΑ

- Σήμερα πιστεύεται ότι το ηλιακό μας σύστημα σχηματίστηκε από τη συγκέντρωση στερεών σωματιδίων που προήλθαν από ένα μεγάλο κοσμικό νεφέλωμα. Κατά τη θεωρία αυτή ο πρωτο-πλανήτης Γη δημιουργήθηκε σταδιακά από προσκρούσεις ουρανίων σωμάτων αυξάνοντας τη μάζα του με κάθε πρόσκρουση. Καθώς αυτός ο πρωτο-πλανήτης αναπτύσσονταν σε μέγεθος το συνεχώς αυξανόμενο βαρυτικό του πεδίο έλκυε περισσότερα σώματα στην επιφάνειά του.
- Η σύσταση των σωμάτων αυτών ήταν πλούσια σε:
- Μεταλλικά θραύσματα (πχ. **σιδηρομετεωρίτες**, *iron meteorites*).
- Λίθινα θραύσματα (πχ. **λιθομετεωρίτες**, *stony meteorites*).
- Θραύσματα πάγου (πχ. **κομήτες**, *comets*).

Μολονότι οι πτώσεις των σωμάτων αυτών ήταν πολύ συχνότερες κατά τα αρχικά στάδια της ιστορίας της Γης, συμβαίνουν και σήμερα όπως για παράδειγμα τα πεφταστέρια που φαίνονται στον νυκτερινό ουρανό ή πιο σπάνια η πτώσεις μεγαλύτερων μετεωριτών στην επιφάνεια της Γης. Αυτά τα ουράνια σώματα ταξιδεύουν με μεγάλες ταχύτητες $\sim 30,000\text{--}50,000$ km/hr όμοιες με αυτήν της Γης καθώς περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο. Η τεράστια κινητική ενέργεια αυτών των σωμάτων μετατρέπεται στιγμιαία σε θερμότητα κατά την κρούση συνεισφέροντας έτσι στην εσωτερική θερμότητα της Γης.



ΕΙΔΗ ΜΕΤΕΩΡΗΤΩΝ Κ.Α.

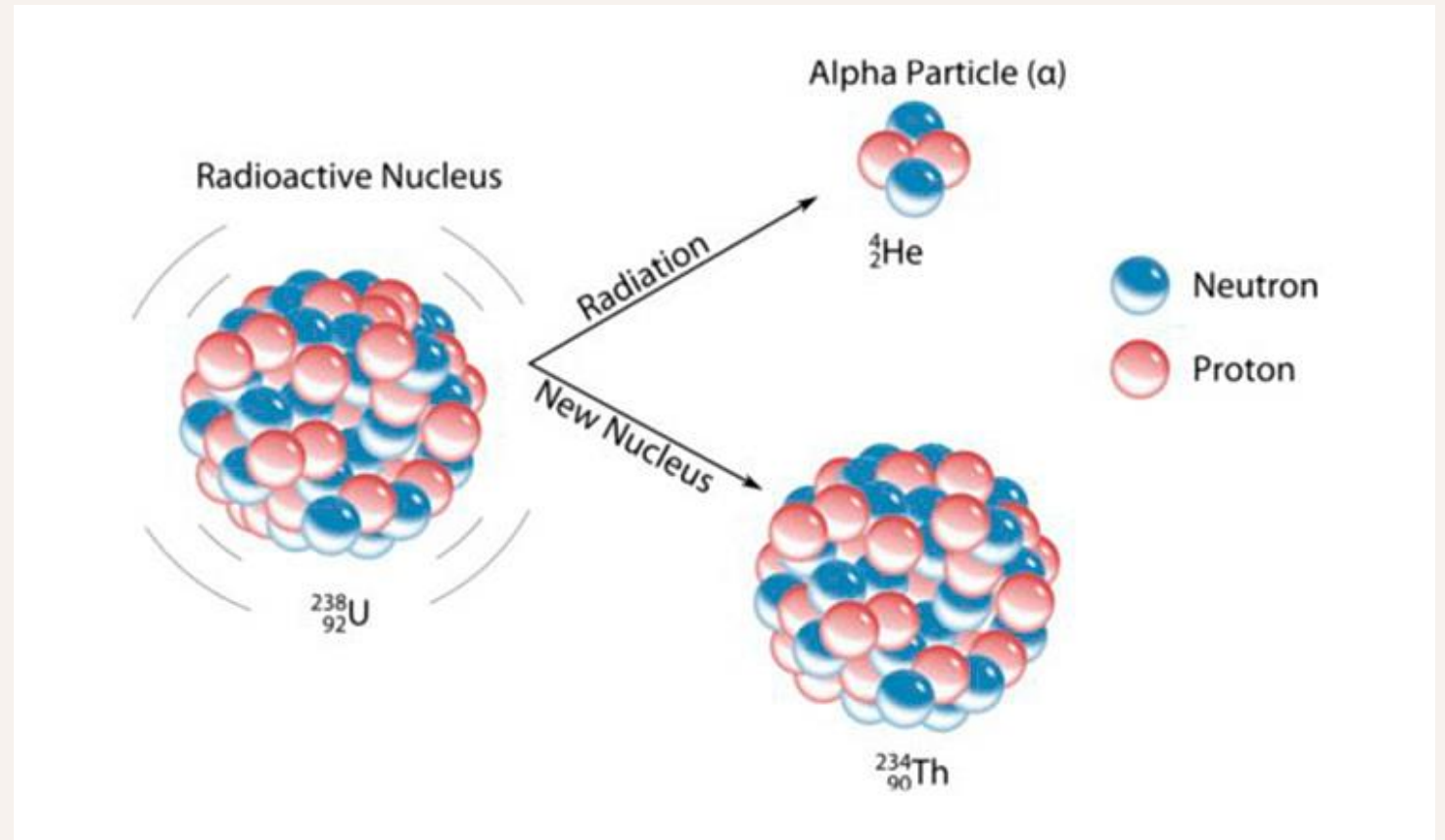
- 1) Σιδηρομετεωρήτης
- 2) Λιθομετεωρήτης
- 3) Κομήτης

ΒΑΡΥΤΙΚΗ ΣΥΣΤΟΛΗ

- Στα αρχικά στάδια σχηματισμού της η Γη δεν ήταν τόσο συμπαγής όσο σήμερα. Καθώς αύξανε η μάζα της μεγάλωνε η βαρυτική έλξη με αποτέλεσμα η Γη να μικραίνει σε όγκο. Η αυξανόμενη συστολή οδήγησε στη μετατροπή της βαρυτικής ενέργειας σε θερμική, όπως περίπου μία τρομπα ποδηλάτου ζεσταίνεται καθώς συμπιέζεται ο αέρας μέσα σε αυτήν. Επειδή η θερμότητα απάγεται πολύ αργά μέσω των πετρωμάτων, η απώλεια θερμότητας στην επιφάνεια της Γης ήταν πιο αργή από τη συσσώρευσή της και έτσι η θερμότητα παρέμεινε στο εσωτερικό της Γης.

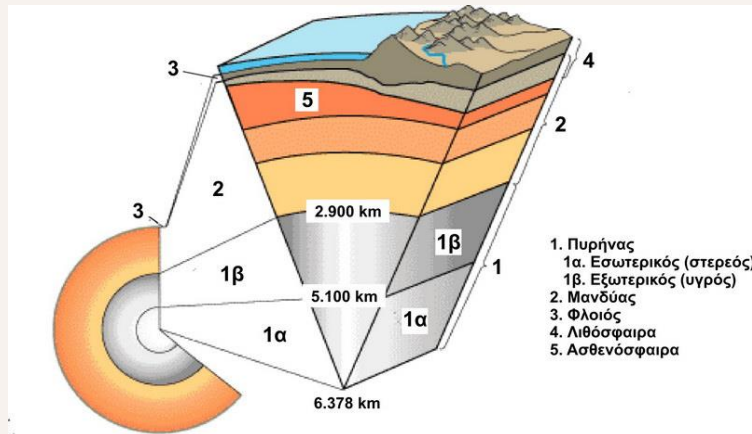
ΔΙΑΣΠΑΣΗ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

- Τα ραδιενεργά στοιχεία είναι ασταθή και διασπώνται προς σταθερότερες μορφές. Για παράδειγμα το ουράνιο (U-238) διασπάται πολύ αργά προς μόλυβδο (Pb-206). Κατά τις ραδιενεργές διασπάσεις απελευθερώνεται θερμότητα. Στα πρώτα στάδια δημιουργίας της η Γη είχε μεγαλύτερη ποσότητα ραδιενεργών στοιχείων, πολλά από τα οποία (πχ. αργίλιο Al-26) λόγω του γρήγορου ρυθμού διάσπασης σχεδόν εξαντλήθηκαν. Αλλα στοιχεία με μεγαλύτερες ημιπεριόδους ζωής συνεχίζουν και σήμερα τη διάσπασή τους. Οι μεγαλύτερη ποσότητα ραδιενεργών στοιχείων στην αρχική Γη οδήγησε στην παραγωγή μεγαλύτερων ποσών θερμότητας κατά τα αρχικά στάδια δημιουργίας της.



ΤΗΞΗ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΠΡΩΙΜΗΣ ΓΗΣ

- Η συσσώρευση θερμότητας στο εσωτερικό της Γης έφτασε το μέγιστο στην αρχή της ιστορίας της Γης και έκτοτε μειώθηκε. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η εσωτερική θερμότητα της Γης ήταν αποτέλεσμα 1) των προσκρούσεων από ουράνια σώματα, 2) της συστολής λόγω βαρύτητας και 3) της διάσπασης ραδιενεργών στοιχείων. Η αρχική προσαύξηση της Γης είχε ως αποτέλεσμα να γίνει η Γη μία μάλλον ομογενής σφαίρα που αποτελούνταν από μεταλλικά θραύσματα (από σιδηρομετεωρίτες), λίθινα θραύσματα (από λιθομετεωρίτες) και θραύσματα πάγου (από κομήτες).
- Όμως η αυξανόμενη εσωτερική θερμότητα οδήγησε στην τήξη του εσωτερικού της Γης και ο νεαρός πλανήτης απέκτησε μία στρωματομόρφη δομή με τα βαριά (μεταλλικά) υλικά να βυθιστούν προς το κέντρο της Γης και τα ελαφρότερα (λίθινα) υλικά να κινηθούν προς την επιφάνειά της. Τα πολύ ελαφρά πτητικά υλικά (από τους κομήτες) τήχθηκαν πολύ εύκολα ή εξαερώθηκαν και ανέβηκαν πάνω από την επιφάνεια της Γης για να σχηματίσουν έτσι τους ωκεανούς και την ατμόσφαιρα. Με αυτόν τον τρόπο έχουμε μία διαφοροποιημένη Γη εξαιτίας της τήξης και κινητοποίησης των υλικών, που προκλήθηκαν από την εσωτερική θερμότητα της Γης, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη συγκεντρικών στρωμάτων με διαφορετική σύσταση και πυκνότητα. Αυτό φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Τα στρώματα αυτά είναι:

- Ο **εσωτερικός πυρήνας** (*inner core*) αποτελείται κυρίως από στερεό Fe και δευτερευόντως Ni, με ακτίνα περίπου 1200 km.
 - Ο τηγμένος **εξωτερικός πυρήνας** (*outer core*) αποτελείται κυρίως από υγρό Fe και δευτερευόντως S, με ακτίνα περίπου 2250 km.
 - Ο **μανδύας** (*mantle*) αποτελείται από πυκνά πυριτικά υλικά, με ακτίνα περίπου 2800 km.
 - Ο **φλοιός** (*crust*) που αποτελεί την ελαφρύτερη εξωτερική επιδερμίδα της Γης και ο οποίος διακρίνεται στον α) **ωκεάνιο φλοιό** (~7 km) και στον **ηπειρωτικό φλοιό** (~35 km). Ο ωκεάνιος φλοιός είναι βαρύτερος και αποτελείται από βασάλτη, ενώ ο ηπειρωτικός φλοιός είναι ελαφρύτερος και αποτελείται από διάφορα πετρώματα έχοντας μέση σύσταση παρόμοια του γρανίτη.
 - Στο μανδύα υπάρχει η **ασθενόσφαιρα** (*asthenosphere*) μεταξύ 100-350 km που είναι μία ζώνη αποτελούμενη από θερμό, πλαστικό υλικό ικανό να έχει μία προοδευτική ροή.
 - Πάνω από την ασθενόσφαιρα βρίσκεται η **λιθόσφαιρα** (*lithosphere*) το σχετικά άκαμπτο και ψυχρότερο εξωτερικό στρώμα της Γης που αποτελείται από το στερεό φλοιό και ένα τμήμα του άνω μανδύα.
 - Πάνω από τη λιθόσφαιρα βρίσκονται: Η υγρή **υδρόσφαιρα** (*hydrosphere*) που αποτελεί το 71% της επιφάνειας της Γης. Η ακόμα ελαφρότερη αέρια **ατμόσφαιρα** (*atmosphere*) που αμφότερες προήλθαν τελικά από τις προσκρούσεις των κομητών. Αυτά τα πτητικά συστατικά βρήκαν έξοδο προς το εξώτατο τμήμα της Γης μέσω της ηφαιστειακής δραστηριότητας κατά τη διαφοροποίηση της Γης.
-