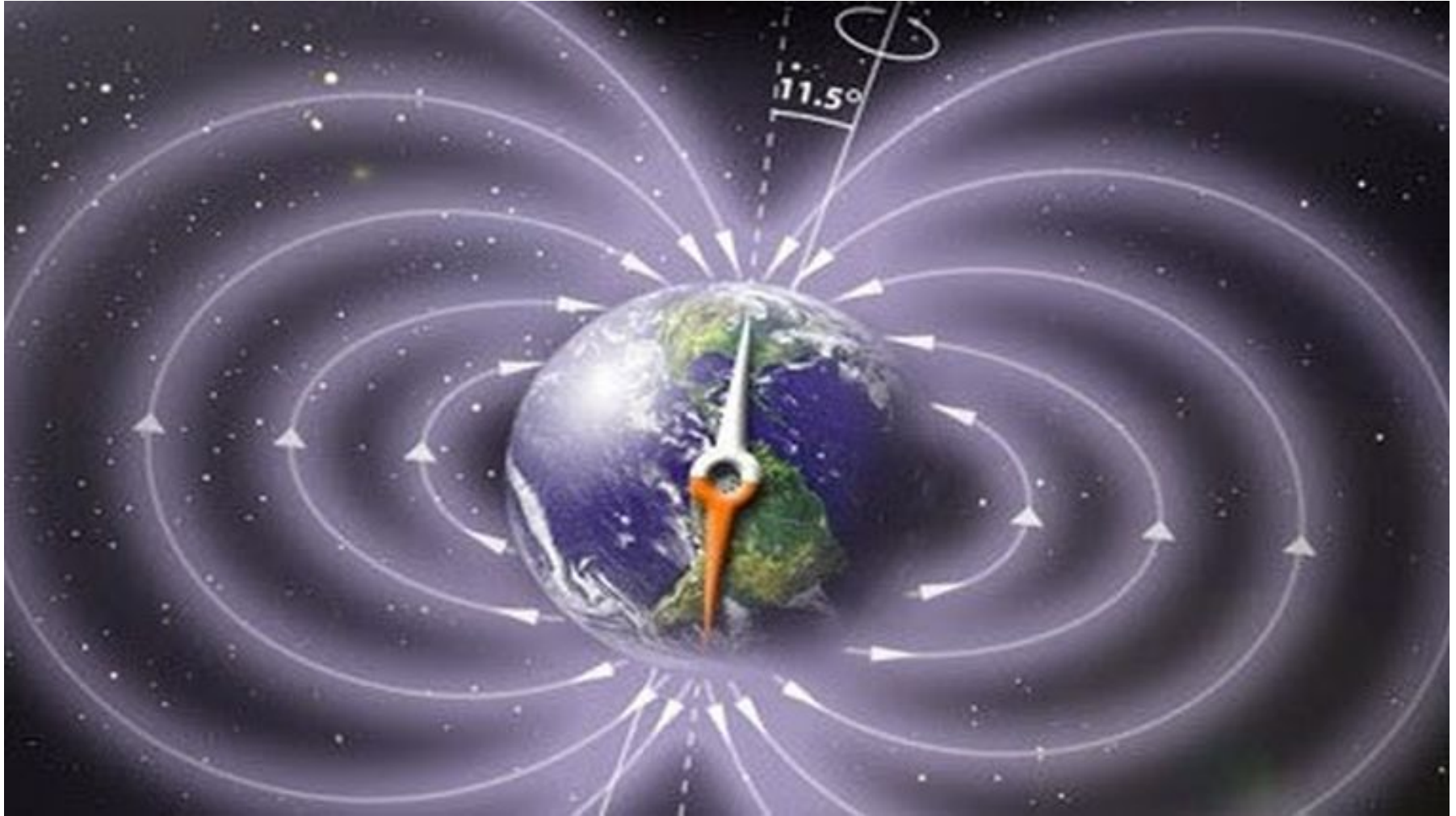


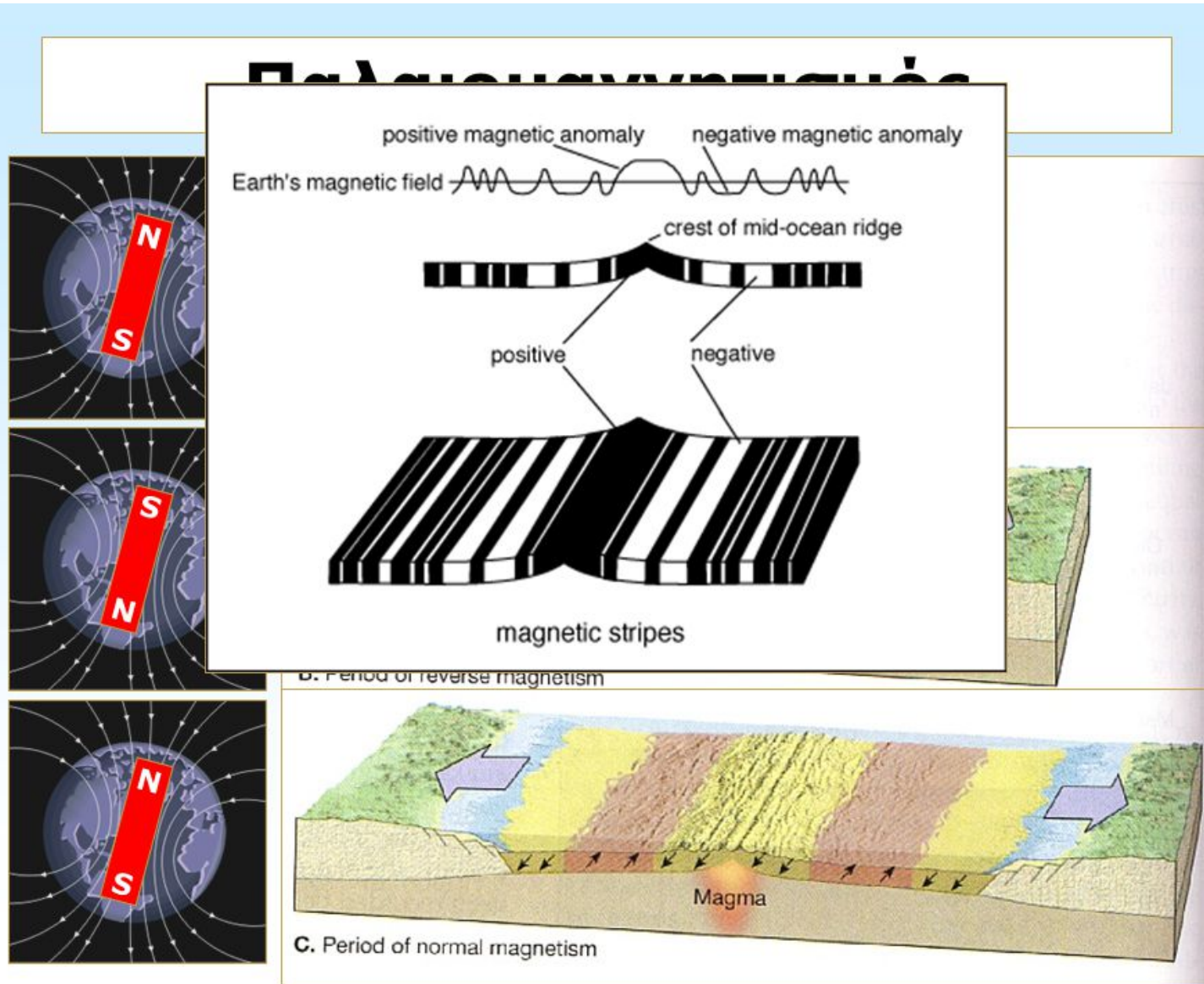
# ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ

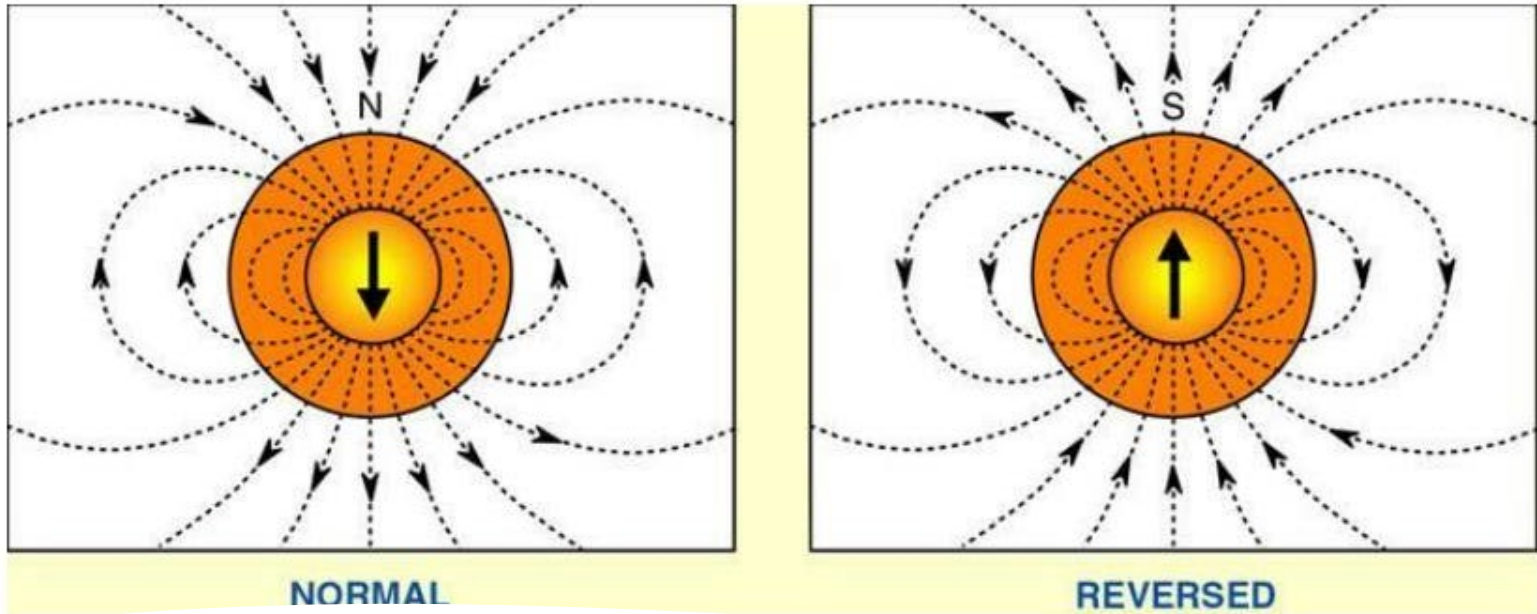


# Μετακίνηση των πόλων



# Παλαιομαγνητισμός



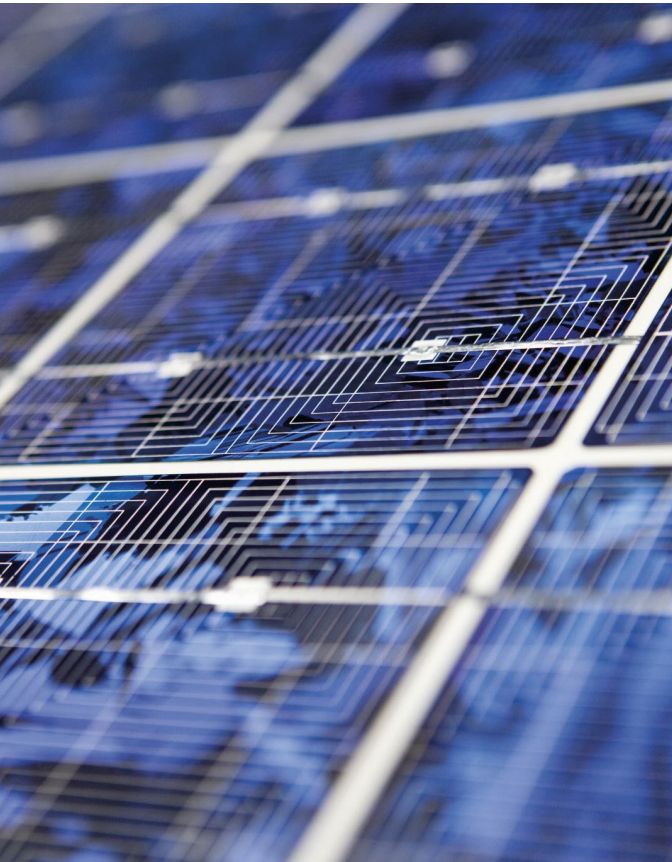


## Μαγνητοστρωματογραφία

- Η μαγνητοστρωματογραφία είναι ένας κλάδος της στρωματογραφίας που περιλαμβάνει τη μελέτη των μαγνητικών ιδιοτήτων των ιζηματογενών και ηφαιστειακών πετρωμάτων για τη δημιουργία ενός χρονολογικού πλαισίου για την ιστορία της Γης.
- Το μαγνητικό πεδίο της Γης έχει υποστεί αλλαγές με την πάροδο του χρόνου και οι αλλαγές αυτές καταγράφονται στα πετρώματα, παρέχοντας ένα εργαλείο για τη χρονολόγηση και τη συσχέτιση των γεωλογικών σχηματισμών.



## Κύρια Σημεία



---

**Το μαγνητικό πεδίο της Γης αλλάζει:** Το μαγνητικό πεδίο της Γης αλλάζει περιοδικά την πολικότητά του, πράγμα που σημαίνει ότι ο βόρειος και ο νότιος μαγνητικός πόλος αλλάζουν θέση. Οι αλλαγές αυτές είναι γνωστές ως γεωμαγνητικές αναστροφές.

---

**Καταγραφή στα πετρώματα:** Τα πετρώματα που σχηματίζονται στην επιφάνεια της Γης ή κοντά σε αυτήν συχνά περιέχουν ορυκτά που ευθυγραμμίζονται με το επικρατούν μαγνητικό πεδίο κατά τη στιγμή του σχηματισμού τους. Όταν αυτά τα πετρώματα στερεοποιούνται, "κλειδώνουν" τις μαγνητικές πληροφορίες.

---

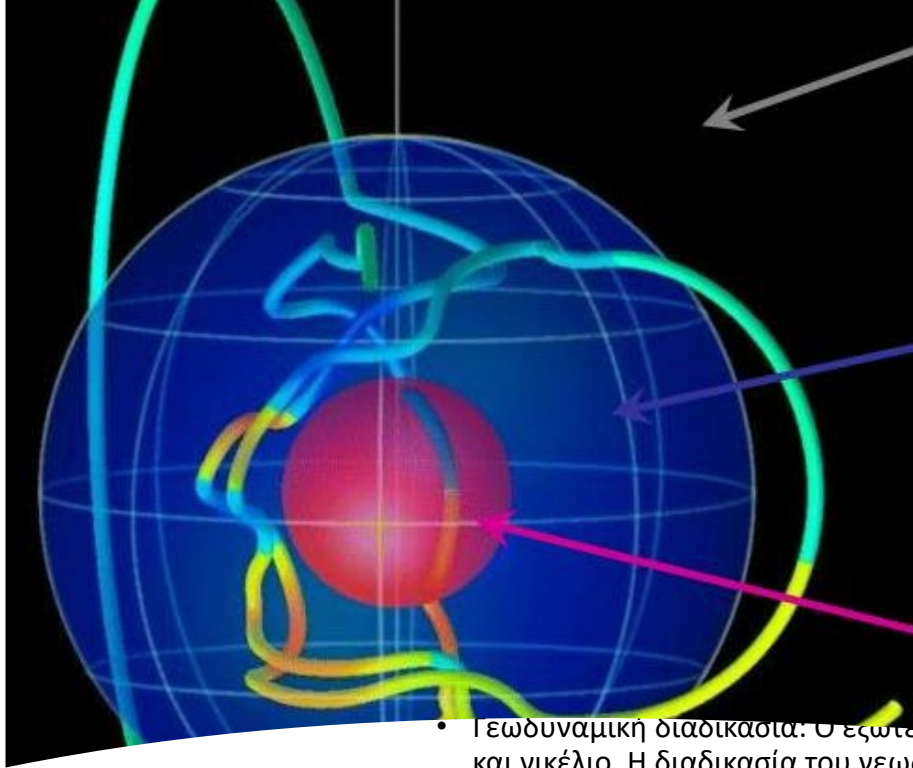
**Μέτρηση μαγνητικών ιδιοτήτων:** Οι γεωλόγοι χρησιμοποιούν όργανα για τη μέτρηση των μαγνητικών ιδιοτήτων των πετρωμάτων, συμπεριλαμβανομένης της πολικότητάς τους. Μελετώντας τις μαγνητικές αποτυπώσεις μέσα σε ακολουθίες πετρωμάτων, οι ερευνητές μπορούν να εντοπίσουν περιόδους κανονικής (όπως σήμερα) ή ανάστροφης μαγνητικής

---

**Πολιτική και χρονολόγηση:** Η μαγνητοστρωματογραφία βοηθά τους γεωλόγους να συσχετίζουν τους σχηματισμούς πετρωμάτων σε διαφορετικές τοποθεσίες και να αποδίδουν ηλικίες σε ιζηματογενή ή ηφαιστειακά στρώματα με βάση τον γνωστό χρόνο των γεωμαγνητικών αναστροφών.

---

**Γεωλογική χρονική κλίμακα:** Τα δεδομένα που λαμβάνονται από τη μαγνητοστρωματογραφία συμβάλλουν στην κατασκευή της γεωλογικής χρονολογικής κλίμακας, η οποία είναι ένα χρονοδιάγραμμα της ιστορίας της Γης που βασίζεται σε διάφορες μεθόδους χρονολόγησης.



Convection time scale ~100 Myr  
Reversal frequency, superchrons

**Liquid outer core**  
Convection time scale 300-500 yr  
**Geodynamo action:** Secular variation, excursions, reversals

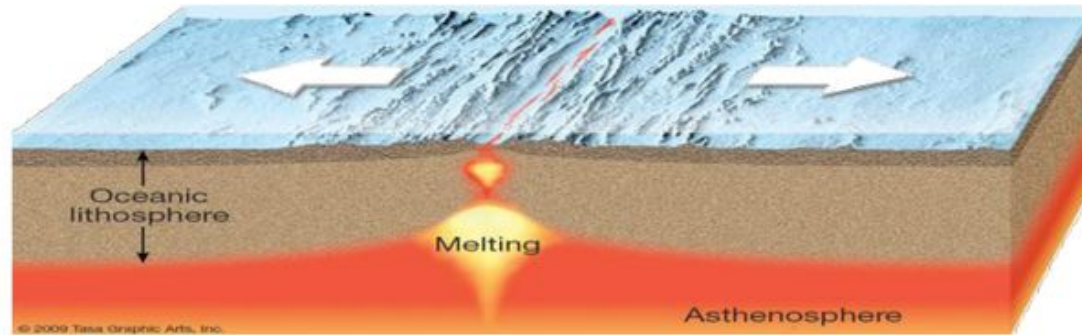
**Solid inner core**  
Diffusion time scale 3-5 kyr  
**Stabilises geodynamo process**

- Γεωδυναμική διαδικασία: Ο εξωτερικός πυρήνας αποτελείται από υγρό σίδηρο και νικέλιο. Η διαδικασία του γεωδυναμικού περιλαμβάνει την κίνηση αυτού του ηλεκτρικά αγώγιμου ρευστού. Καθώς η Γη περιστρέφεται, η κίνηση του λιωμένου μετάλλου στον εξωτερικό πυρήνα δημιουργεί ηλεκτρικά ρεύματα, τα οποία, με τη σειρά τους, δημιουργούν το μαγνητικό πεδίο.
- Πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις: Η δυναμική του εξωτερικού πυρήνα επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της ροής θερμότητας, των ρευμάτων μεταφοράς και της περιστροφής της Γης. Οι αλληλεπιδράσεις είναι εξαιρετικά πολύπλοκες και μπορούν να οδηγήσουν σε αλλαγές στη δομή και τη συμπεριφορά του γεωδυναμικού.
- Καταγραφή σε πετρώματα: Τα πετρώματα που σχηματίζονται στην επιφάνεια της Γης ή κοντά σε αυτήν διατηρούν μια καταγραφή του επικρατούντος μαγνητικού πεδίου κατά τη στιγμή του σχηματισμού τους. Όταν τα λιωμένα πετρώματα στερεοποιούνται, τα ορυκτά μέσα σε αυτά ευθυγραμμίζονται με το μαγνητικό πεδίο του περιβάλλοντος και "παγώνουν" αυτές τις πληροφορίες. Μελετώντας τις μαγνητικές υπογραφές στα πετρώματα, οι επιστήμονες μπορούν να εντοπίσουν περιόδους κανονικής και αντίστροφης πολικότητας.
- Δεν υπάρχει προβλέψιμο μοτίβο: Οι γεωμαγνητικές αναστροφές δεν συμβαίνουν σε τακτά χρονικά διαστήματα και επί του παρόντος δεν υπάρχει προβλέψιμο μοτίβο για το πότε μπορεί να συμβεί η επόμενη αναστροφή. Οι αναστροφές μπορεί να χρειαστούν χιλιάδες χρόνια για να ολοκληρωθούν.

Προέλευση των γεωμαγνητικών αναστροφών

# Παλαιομαγνητισμός

- ❖ Ο κλάδος του Γεωμαγνητισμού που μελετάει την ιστορία του μαγνητικού πεδίου της Γης λέγεται **Παλαιομαγνητισμός**.
- ❖ Όλα σχεδόν τα πετρώματα που βρίσκονται στα επιφανειακά στρώματα της Γης περιέχουν κόκκους **σιδηρομαγνητικών υλικών** σε ποσοστό μέχρι περίπου **10%**.
- ❖ **Παραμένουσα μαγνήτιση** αποκτούν τα πετρώματα αυτά λόγω της επίδρασης του μαγνητικού πεδίου της Γης κατά το χρόνο εκείνο.
- ❖ Η μαγνήτιση που αποκτιέται έχει την κατεύθυνση της έντασης του μαγνητικού πεδίου που επιδρά κατά το χρόνο σχηματισμού του πετρώματος



**Μαγνητοστρωματογραφία είναι ο κλάδος της στρωματογραφίας που ασχολείται με τον μαγνητικό χαρακτήρισμό των πετρωμάτων.**



# Παλαιομαγνητισμός

---

## Γιατί είναι σημαντικός ο παλαιομαγνητισμός ;

1. Ο καθορισμός της κατεύθυνσης της μαγνήτισης των υλικών δίνει πληροφορίες για τη διεύθυνση και τη φορά της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε διάφορους τόπους της Γης στο παρελθόν.
2. Ο καθορισμός του μέτρου της μαγνήτισης των υλικών δίνει πληροφορίες για το μέτρο του μαγνητικού πεδίου σε διάφορα μέρη της Γης στο παρελθόν, επειδή το μέτρο της μαγνήτισης ενός υλικού εξαρτάται από το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου της Γης που προκάλεσε τη μαγνήτιση
3. Οι μαγνητικές ιδιότητες των πετρωμάτων αποτελούν αρχεία της μαγνητικής ιστορίας της Γης και πηγή βασικών πληροφοριών για τη Γεωδυναμική.
4. Το παλαιομαγνητικό αρχείο των πετρωμάτων έχει το μεγάλο πλεονέκτημα, έναντι άλλων γεωλογικών αρχείων (παλαιοντολογικό, κλπ), ότι τα παλαιομαγνητικά δεδομένα πρέπει να παρουσιάζουν συνέπεια σε παγκόσμια κλίμακα επειδή το γήινο μαγνητικό πεδίο έχει παγκόσμιο χαρακτήρα.

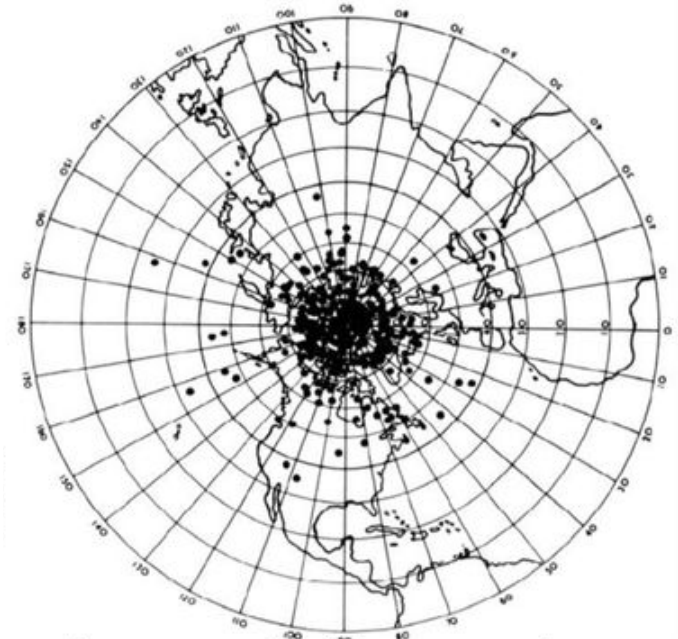


# Η θέση του γεωμαγνητικού πόλου σε σχέση με το γεωγραφικό πόλο στο παρελθόν

Από το σχήμα αυτό προκύπτει ότι: ✓ οι γεωμαγνητικοί πόλοι συμπίπτουν με το γεωγραφικό πόλο

Οι γεωμαγνητικοί πόλοι (άρα και οι γεωγραφικοί πόλοι) μετατίθενται με μια μέση ταχύτητα της τάξης των 2 cm το χρόνο.

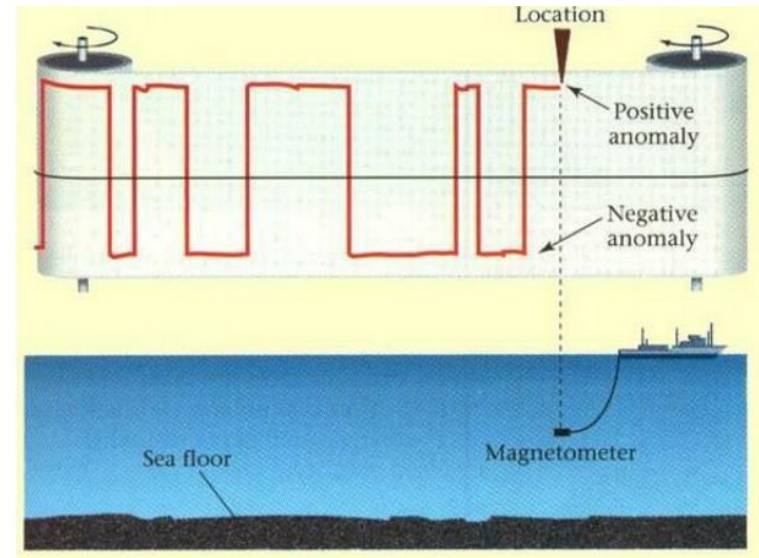
Αυτή η φαινόμενη κίνηση των πόλων διαμέσου του χρόνου οφείλεται σε μετάθεση των μαζών της Γης.

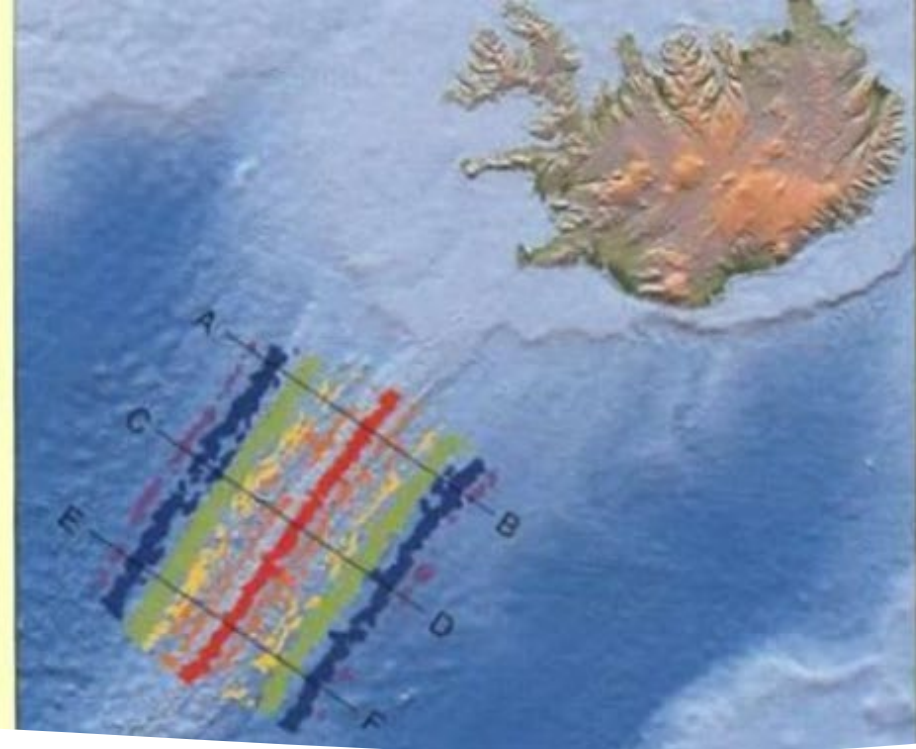
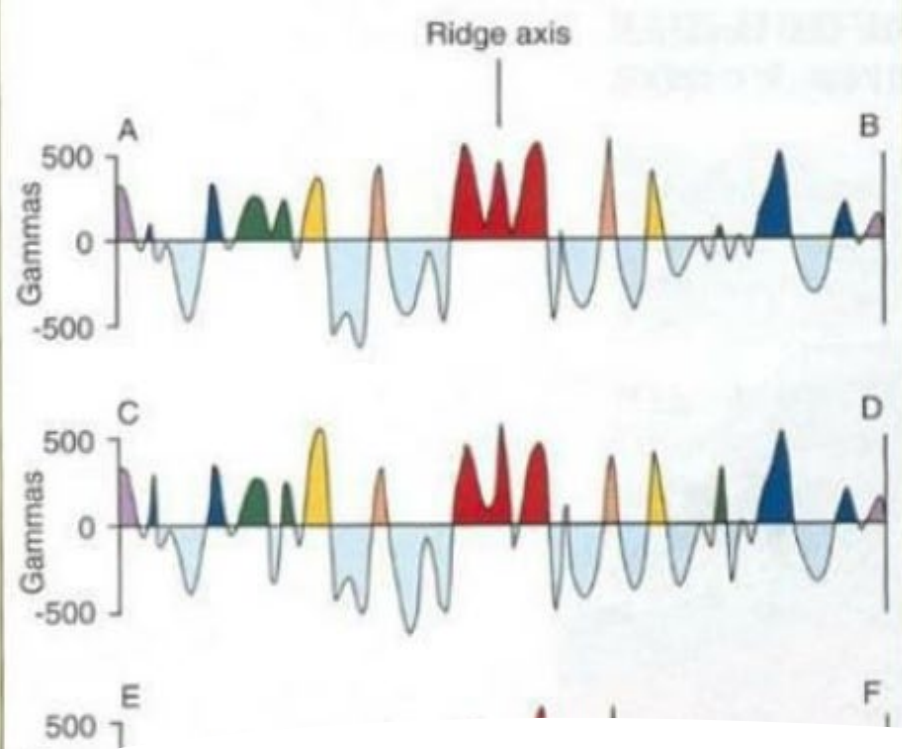


Θέσεις των γεωμαγνητικών Βόρειων πόλων που προσδιορίστηκαν με μετρήσεις της παραμένουσας μαγνήτισης πυριγενών πετρωμάτων των τελευταίων **20 εκατομμυρίων ετών**. (Tarling, 1971)

# Μαγνητικές Ανωμαλίες

- Μια μαγνητική ανωμαλία αναφέρεται σε μια μεταβολή της έντασης ή της κατεύθυνσης του μαγνητικού πεδίου της Γης σε μια συγκεκριμένη θέση.
- Αυτές οι ανωμαλίες είναι αποκλίσεις από τις αναμενόμενες ή "κανονικές" μαγνητικές συνθήκες για τη συγκεκριμένη περιοχή.
- Οι μαγνητικές ανωμαλίες μπορούν να εντοπιστούν και να χαρτογραφηθούν χρησιμοποιώντας όργανα όπως τα μαγνητόμετρα, τα οποία μετρούν την ισχύ και την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου.





## Μαγνητικές Ανωμαλίες

- **Θετική μαγνητική ανωμαλία:**

- Εμφανίζεται όταν η μετρούμενη ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι υψηλότερη από τον αναμενόμενο ή τον περιφερειακό μέσο όρο.
- Συχνά σχετίζεται με την παρουσία μαγνητικών ορυκτών ή πετρωμάτων με μαγνητική επιδεκτικότητα υψηλότερη του μέσου όρου.
- Οι θετικές ανωμαλίες μπορεί να είναι ενδεικτικές υπόγειων γεωλογικών χαρακτηριστικών, όπως πυριγενή πετρώματα (π.χ. βασάλτης) ή μαγνητικά ορυκτά.

- **Αρνητική μαγνητική ανωμαλία:**

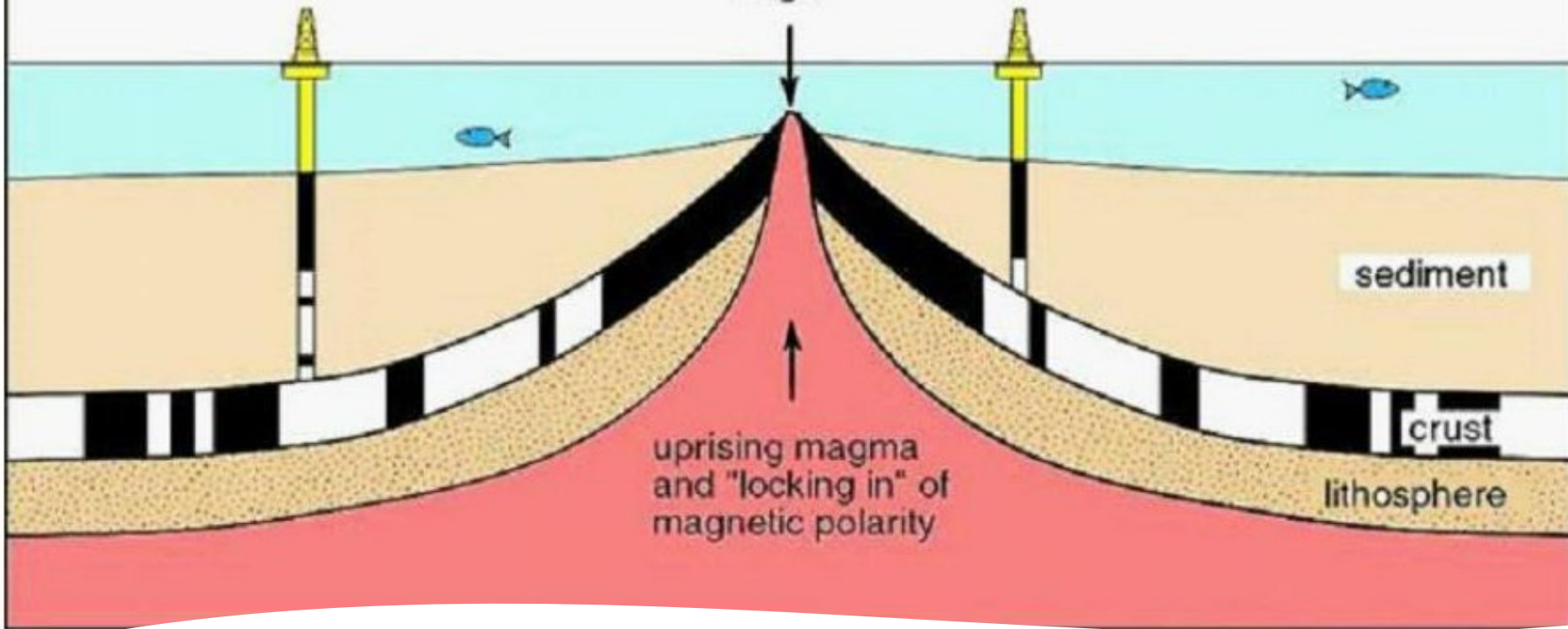
- Εμφανίζεται όταν η μετρούμενη ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι χαμηλότερη από τον αναμενόμενο ή τον περιφερειακό μέσο όρο.
- Συχνά συνδέεται με την παρουσία πετρωμάτων ή γεωλογικών δομών που έχουν χαμηλότερη μαγνητική επιδεκτικότητα.
- Οι αρνητικές ανωμαλίες μπορεί να προκληθούν από μη μαγνητικά πετρώματα, ιζηματογενείς σχηματισμούς ή ορισμένους τύπους γεωλογικών δομών.

# Θαλάσσιες Μαγνητικές Ανωμαλίες

- Οι θαλάσσιες μαγνητικές ανωμαλίες αναφέρονται σε μεταβολές του μαγνητικού πεδίου της Γης που μετρώνται πάνω από τον πυθμένα του ωκεανού.
- Αυτές οι ανωμαλίες αποτέλεσαν κρίσιμο στοιχείο για την υποστήριξη της θεωρίας της τεκτονικής των πλακών.
- Η μελέτη των θαλάσσιων μαγνητικών ανωμαλιών έχει παράσχει πολύτιμες πληροφορίες για τις δυναμικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα κάτω από τον φλοιό της Γης.



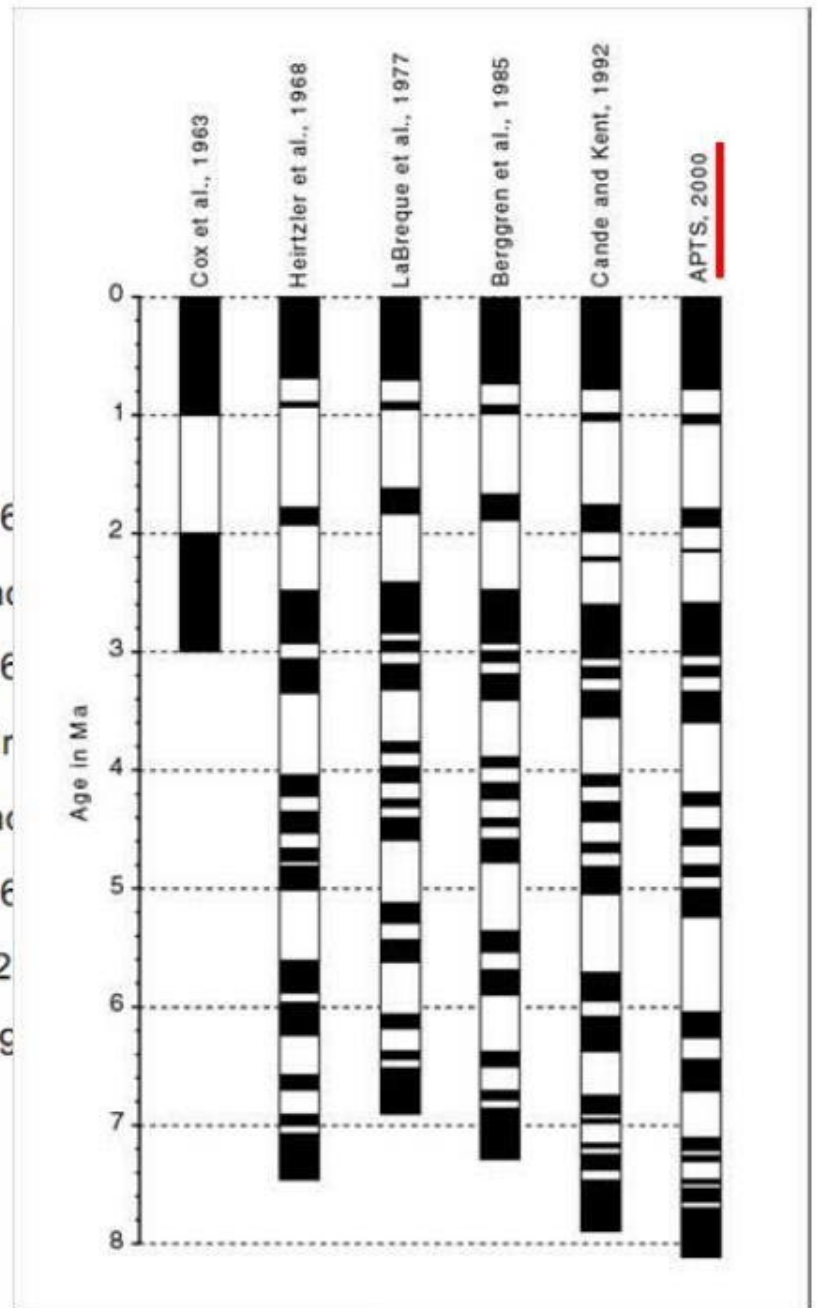
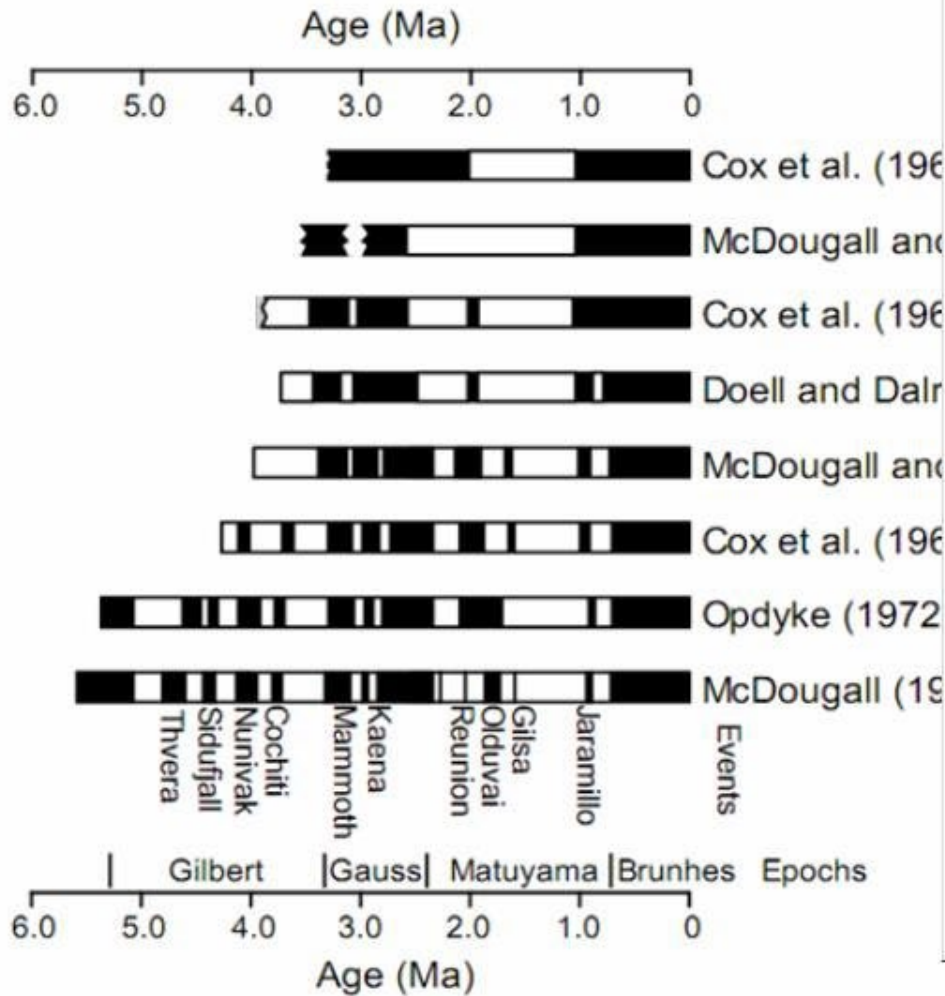




## Δημιουργία του ωκεάνιου φλοιού:

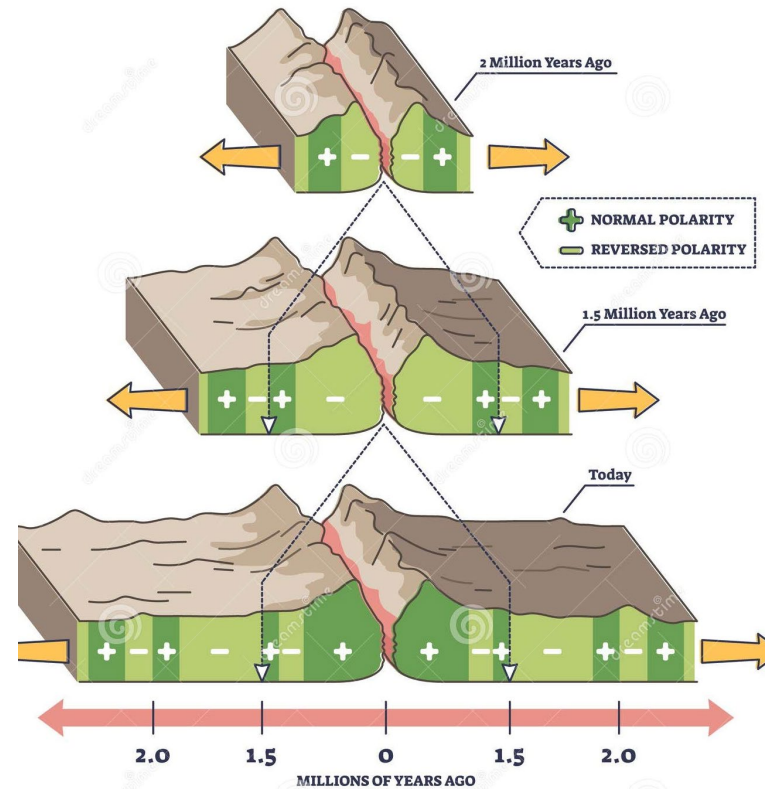
- Καθώς το μάγμα ανέρχεται από τον μανδύα για να δημιουργήσει νέο ωκεάνιο φλοιό στις μεσοωκεάνιες ράχες, υφίσταται μια διαδικασία γνωστή ως μαγνητική αποτύπωση.
- Το μαγνητικό πεδίο της Γης υφίσταται περιοδικά αναστροφές (γεωμαγνητικές αναστροφές), όπου οι μαγνητικοί βόρειοι και νότιοι πόλοι αλλάζουν θέση με την πάροδο του χρόνου.
- Καθώς το μάγμα ψύχεται και στερεοποιείται για να σχηματίσει νέο ωκεάνιο φλοιό, τα μαγνητικά ορυκτά μέσα στα πετρώματα (όπως ο μαγνητίτης) ευθυγραμμίζονται με το μαγνητικό πεδίο που επικρατεί εκείνη τη στιγμή στη Γη.
- Τα ευθυγραμμισμένα μαγνητικά ορυκτά "παγώνουν" αποτελεσματικά τις μαγνητικές πληροφορίες στα νεοσχηματισμένα πετρώματα. Αυτή η διαδικασία έχει ως αποτέλεσμα παράλληλες ζώνες πετρωμάτων με εναλλασσόμενες μαγνητικές πολικότητες κατά μήκος των μεσοωκεάνιων κορυφογραμμών.
- Με την πάροδο του χρόνου, καθώς δημιουργείται συνεχώς νέος ωκεάνιος φλοιός στις μεσοωκεάνιες ράχες, σχηματίζεται ένα ριγτό μοτίβο μαγνητικών ανωμαλιών κατά μήκος του ωκεάνιου πυθμένα. Οι θετικές μαγνητικές ανωμαλίες αντιστοιχούν σε περιόδους κανονικής πολικότητας, ενώ οι αρνητικές ανωμαλίες αντιστοιχούν σε αντίστροφη πολικότητα.

# GPTS



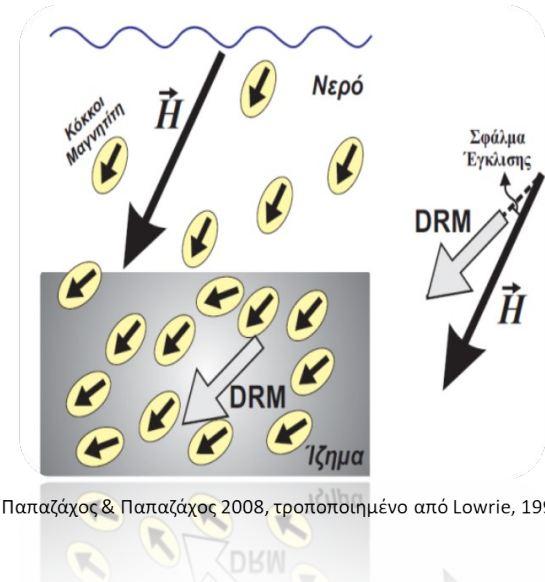
# Παλαιομαγνητισμός

- Ο παλαιομαγνητισμός είναι η μελέτη του μαγνητικού πεδίου της Γης στο παρελθόν, όπως αυτό καταγράφεται σε πετρώματα, ιζήματα ή αρχαιολογικά υλικά.
- Αυτός ο τομέας της Γεωφυσικής χρησιμοποιεί τις πληροφορίες που διατηρούνται στις μαγνητικές ιδιότητες αυτών των υλικών για να κατανοήσει τη συμπεριφορά του μαγνητικού πεδίου της Γης κατά τη διάρκεια του γεωλογικού χρόνου.

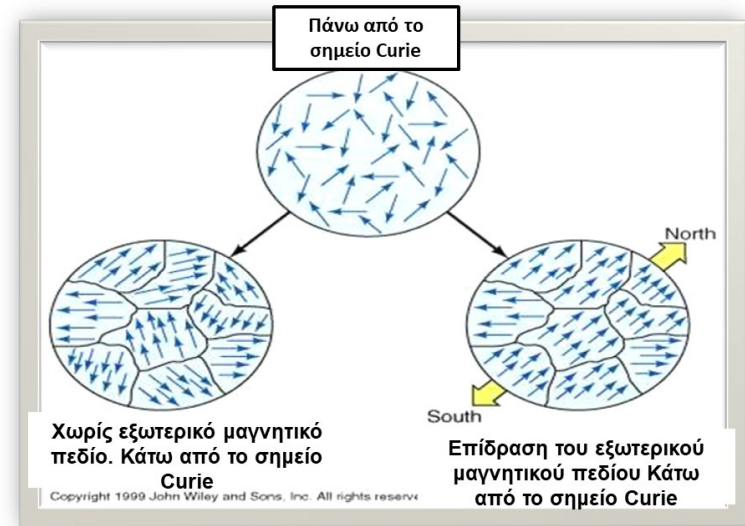


# Συνιστώσες μαγνήτισης

- **DRM - Detrital Remanent Magnetization (Θραυσματοπαγής παραμένουσα μαγνήτιση)** : αναφέρεται στον μαγνητικό επαναλαμβανόμενο μαγνητισμό που αποκτούν τα ιζήματα ή τα πετρώματα από την ευθυγράμμιση των μαγνητικών ορυκτών με ένα εξωτερικό μαγνητικό πεδίο. Απαντάται συχνά σε ιζηματογενή πετρώματα και αποκτάται κατά την απόθεση των ιζημάτων.
- **CRM - Chemical Remanent Magnetization (Χημική παραμένουσα μαγνήτιση)** : η μαγνήτιση που αποκτούν τα πετρώματα λόγω χημικών διεργασιών που μεταβάλλουν τα μαγνητικά ορυκτά. Το CRM μπορεί να προκύψει από μεταγενέστερες της απόθεσης μεταβολές στην ορυκτολογία των πετρωμάτων, που οδηγούν σε αλλαγές στη μαγνητική υπογραφή.
- **NRM - Φυσική παραμένουσα μαγνήτιση**: αναφέρεται στη συνολική μαγνήτιση που αποκτούν τα πετρώματα ή τα ιζήματα κατά τον σχηματισμό τους στο μαγνητικό πεδίο της Γης. Ο NRM περιλαμβάνει κάθε πρωτογενή ή δευτερογενή μαγνήτιση που υπάρχει στο πέτρωμα.

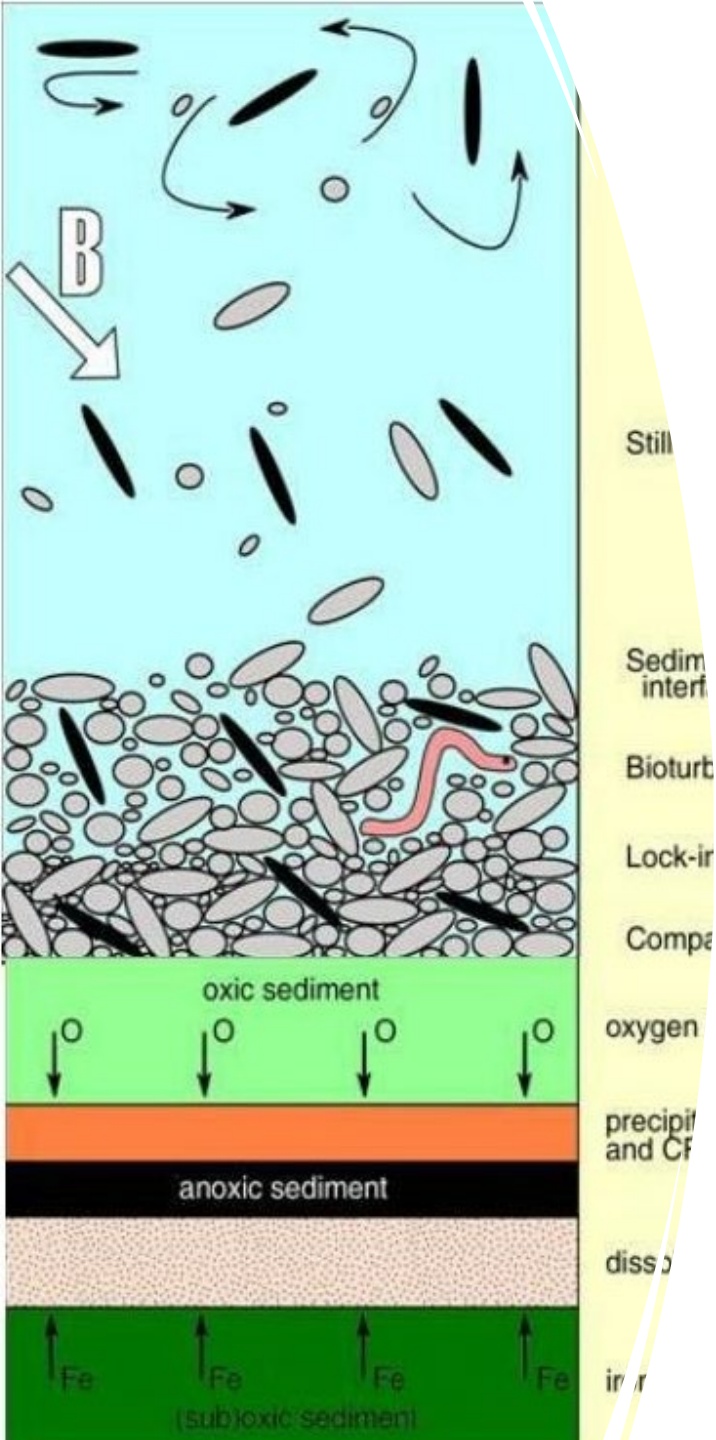


(Παπαζάχος & Παπαζάχος 2008, τροποποιημένο από Lowrie, 1997)





# DRM vs. CRM



- Ο DRM αποκτάται συνήθως σχετικά γρήγορα κατά τη διάρκεια ή αμέσως μετά την απόθεση των ιζημάτων. Αντιπροσωπεύει τη μαγνητική υπογραφή του σύγχρονου μαγνητικού πεδίου κατά τη στιγμή της απόθεσης.
- Ο CRM μπορεί να περιλαμβάνει καθυστερημένη απόκτηση NRM, ιδίως εάν οι χημικές διεργασίες που είναι υπεύθυνες για τον επαναμαγνητισμό λαμβάνουν χώρα για μεγάλο χρονικό διάστημα.
- η DRM και η CRM αντιπροσωπεύουν διαφορετικούς μηχανισμούς παραμένουσας μαγνήτισης στα πετρώματα και τα χαρακτηριστικά τους μπορεί να ποικίλλουν ανάλογα με τις γεωλογικές διεργασίες.

# Ζώνες πολικότητας

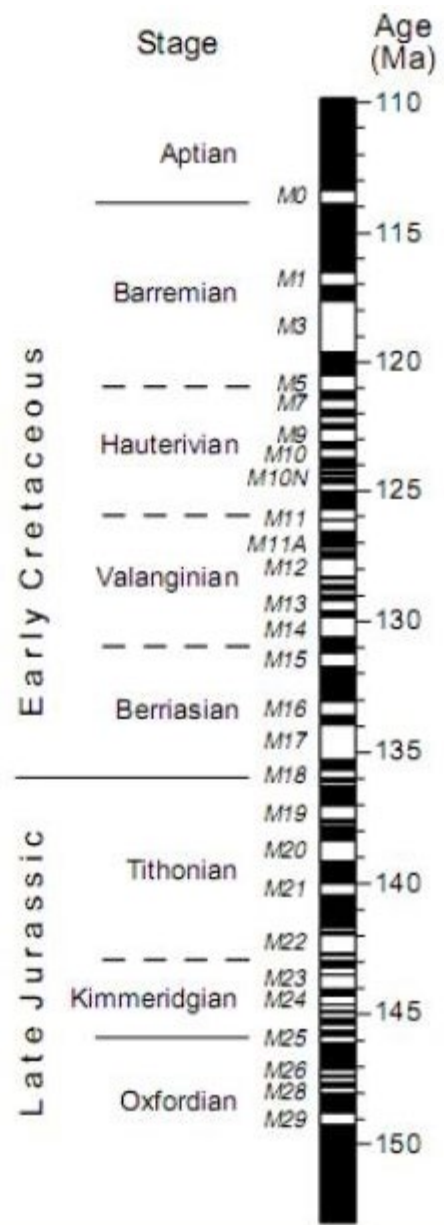
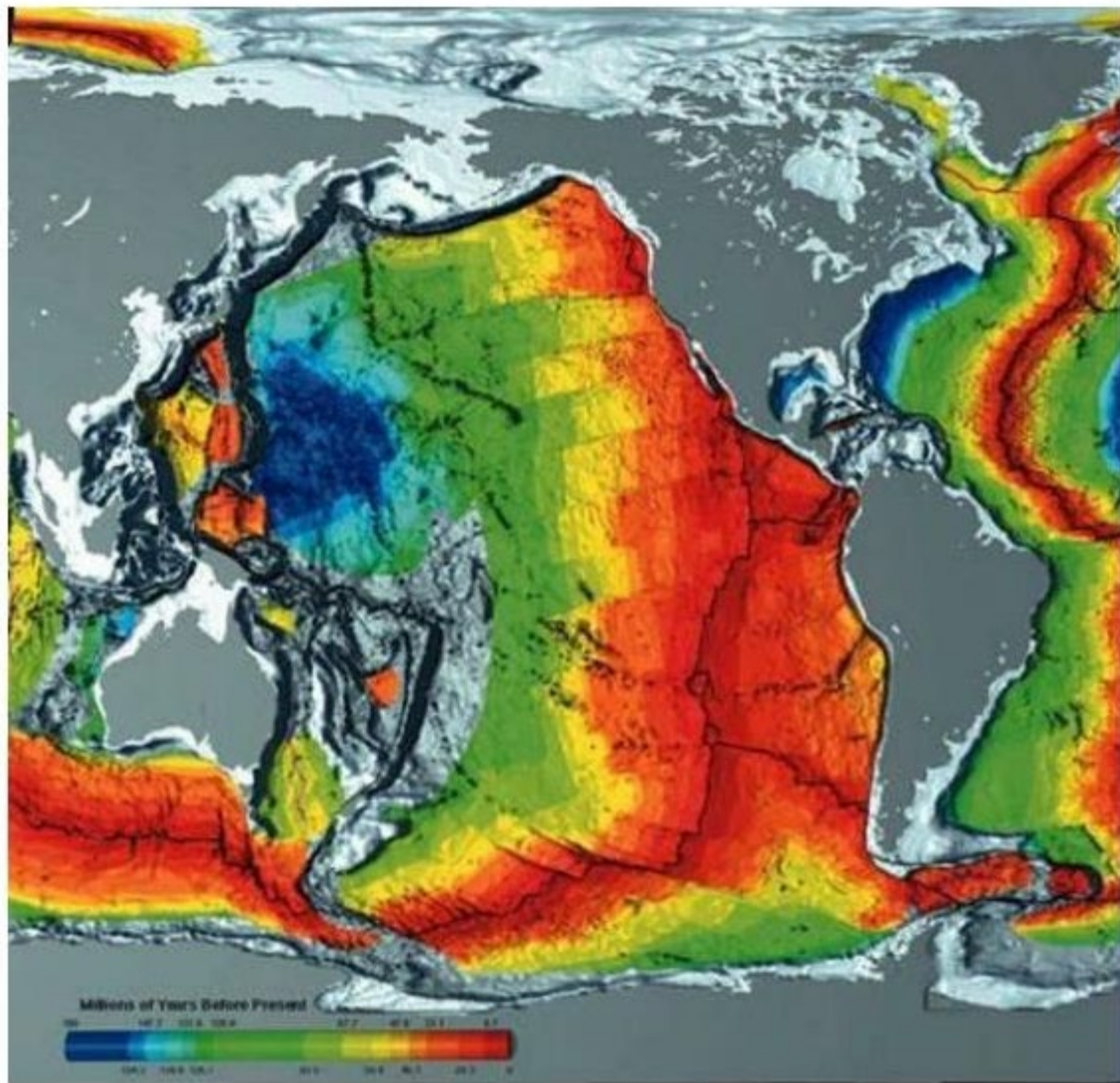
- Οι ζώνες πολικότητας αναφέρονται σε χρονικά διαστήματα κατά τα οποία το μαγνητικό πεδίο της Γης έχει σταθερή πολικότητα (είτε κανονική είτε αντίστροφη). Οι ζώνες αυτές εντοπίζονται συχνά με την ανάλυση μαγνητικών καταγραφών σε πετρώματα, ιζηματα ή ωκεάνιο φλοιό. Οι ζώνες πολικότητας αποτελούν μέρος της Γεωμαγνητικής Χρονικής Κλίμακας Πολικότητας (Geomagnetic Polarity Time Scale - GPTS), η οποία παρέχει ένα χρονολογικό πλαίσιο για τη μαγνητική ιστορία της Γης, συμπεριλαμβανομένων περιόδων **κανονικής πολικότητας (N)** και **αντίστροφης πολικότητας (R)**.

## Recommended Terminology for Magnetostratigraphic Polarity Units

| Magnetostratigraphic polarity units | Chronostratigraphic equivalent     | Geochronologic equivalent |
|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| Polarity Superzone                  | Chronozone<br>(or superchronozone) | Chron<br>(or superchron)  |
| Polarity Zone                       | Chronozone                         | Chron                     |
| Polarity subzone                    | Chronozone<br>(or subchronozone)   | Chron<br>(or subchron)    |

**Table 1** Nomenclature for polarity intervals and excursions

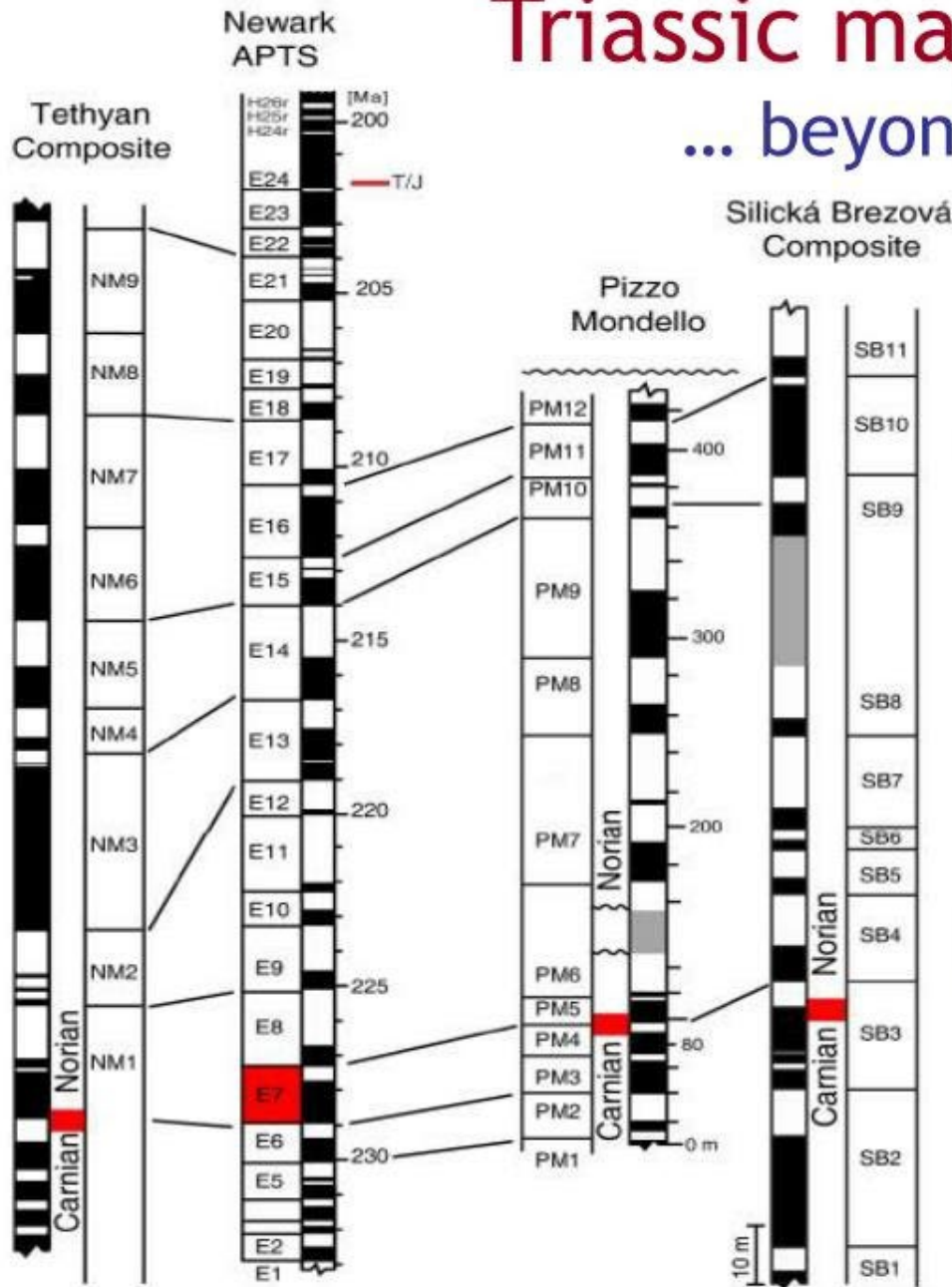
| Magneto-stratigraphic polarity zone | Geochronologic (time) equivalent | Chronostratigraphic equivalent | Duration (yr)  |
|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--|
| Polarity megazone                   | Megachron                        | Megachronozone                 | $10^8$ – $10^9$  |
| Polarity superzone                  | Superchron                       | Superchronozone                | $10^7$ – $10^8$  |
| Polarity zone                       | Chron                            | Chronozone                     | $10^6$ – $10^7$  |
| Polarity subzone                    | Subchron                         | Subchronozone                  | $10^5$ – $10^6$  |
| <del>Polarity microzone</del>       | <del>Microchron</del>            | <del>Microchronozone</del>     | <del><math>&lt;10^5</math></del>                             |
| <del>Excursion zone</del>           | <del>Excursion</del>             |                                | <del>Brief departure from<br/>normal secular variation</del> |
| <del>Polarity cryptochron</del>     | <del>Cryptochron</del>           | <del>Cryptochronozone</del>    | <del>Uncertain existence</del>                               |





# Triassic magnetostratigraph

... beyond the sea floor record



Ακόμα  
παλαιότερα

