



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Στρωματογραφία-Ιστορική γεωλογία

Γεωχρονολογία

Δρ. Ηλιόπουλος Γεώργιος
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Γεωλογίας

Σκοποί ενότητας

Σκοπός της ενότητας είναι η γνωριμία με τις κυριότερες μεθόδους γεωχρονολόγησης.



Περιεχόμενα ενότητας

Γεωχρονολογία-Μέθοδος εγγραφής ιχνών-
Οπτική φωταύγεια (OSL)- Συντονισμός του spin
του ηλεκτρονίου (ESR)-Παλαιομαγνητισμός-
Μαγνητοστρωματογραφία-
Χημειοστρωματογραφία



**Στρωματογραφία-
Ιστορική γεωλογία**
Γεωχρονολογία



Γεωχρονολογία

- Χωρίζεται σε:
 - 1.Χρονογραφία ή Γεωχρονογραφία (με χρήση γεωλογικών, βιολογικών, αστρονομικών ή κλιματικών μεθόδων)
 - 2.Χρονομετρία ή Γεωχρονομετρία (με χρήση φυσικών μεθόδων)



Χρονομετρικές μέθοδοι – Απόλυτη χρονολόγηση

- Ηλικία σε χρόνια πριν από σήμερα
- Ραδιενεργά στοιχεία - ραδιοχρονολόγηση
- Βασίζεται στο σταθερό ρυθμό αποσύνθεσης ραδιενεργών ισοτόπων
- Το αρχικό μητρικό στοιχείο μετατρέπεται σταδιακά και με σταθερό ρυθμό στο αντίστοιχο θυγατρικό του
- Μονάδα μέτρησης: ο χρόνος ημιζωής (Half life time)
- Επιλογή μεθόδου ανάλογα με πέτρωμα και ηλικία



Προϋποθέσεις για υπολογισμό ηλικίας πετρώματος

1. Το δείγμα στον χρόνο μηδέν να μην περιέχει καθόλου θυγατρικό
2. Να μην διαφύγουν από το δείγμα ποσότητες είτε μητρικού είτε θυγατρικού
3. Βεβαιότητα ότι το θυγατρικό προέρχεται μόνο από την διάσπαση του μητρικού
4. Γνώση με απόλυτη ακρίβεια του χρόνου ημιζωής
5. Ακριβείς μετρήσεις των μητρικών και θυγατρικών ισοτόπων
6. Φρέσκα δείγματα χωρίς διάβρωση ή αποσάθρωση
7. Για μεθόδους μολύβδου αποφεύγουμε μεταμορφωμένα δείγματα



Ραδιενεργά ισότοπα και τα αντίστοιχα σταθερά θυγατρικά τους

Αρχικό Ραδιενεργό Ισότοπο	Θυγατρικό Σταθερό Ισότοπο
Potassium-40 Κάλιο	Argon-40 Αργό
Rubidium-87 Ρουβίδιο	Strontium-87 Στρόντιο
Thorium-232 Θόριο	Lead-208 Μόλυβδος
Uranium-235 Ουράνιο	Lead-207 Μόλυβδος
Uranium-238 Ουράνιο	Lead-206 Μόλυβδος
Carbon-14 Άνθρακας	Nitrogen-14 Άζωτο



Χρόνος ημίσειας ζωής

Αρχικό Ραδιενεργό	Θυγατρικό Σταθερό	Χρόνος Ημιζωής
Κάλιο-40	Αργό-40	1,26 δισεκ. έτη
Ρουβίδιο-87	Στρόντιο-87	48,8 δισεκ. έτη
Θόριο-232	Μόλυβδος-208	14 δισεκ. έτη
Ουράνιο-235	Μόλυβδος-207	704 εκατ. έτη
Ουράνιο-238	Μόλυβδος-206	4,47 δισεκ. έτη
Άνθρακας-14	Άζωτο-14	5730 έτη



Γεωχρονολογική κλίμακα

- Η Γεωχρονολογική κλίμακα είναι μια σύνθετη, κάθετη ακολουθία που αντιπροσωπεύει όλες τις γνωστές ενότητες πετρωμάτων και τα απολιθώματα που περιέχουν, παγκόσμια, σε χρονική αλληλουχία.
- Οι απόλυτες ηλικίες των πετρωμάτων έχουν προσδιοριστεί, όπου αυτό είναι δυνατόν, με ραδιοχρονολόγηση.
- Η Γεωχρονολογική κλίμακα μας παρέχει μία βαθμονομημένη κλίμακα για να προσδιορίζουμε τις ηλικίες των πετρωμάτων παγκοσμίως με το να εξετάζουμε απλά και μόνο τα απολιθώματα που περιέχουν.
- Κόστος ραδιοχρονολόγησης: τάξεως χιλιάδων ευρώ
Κόστος χρονολόγησης με απολιθώματα: συνήθως 0-100 ευρώ



Άλλες μέθοδοι χρονολόγησης

- Μέθοδος εγγραφής ιχνών
- Οπτική φωταύγεια (OSL)
- Συντονισμός του spin του ηλεκτρονίου (ESR)
- Παλαιομαγνητισμός, Μαγνητοστρωματογραφία
- Χημειοστρωματογραφία



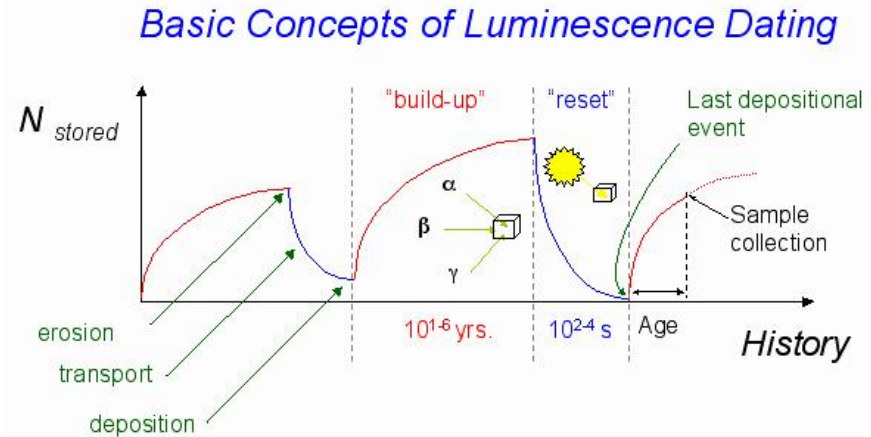
Μέθοδος εγγραφής ιχνών

- Πρόσφατη μέθοδος
- Ορισμένα άτομα Ουρανίου διασπώνται σε δύο ισομεγέθεις πυρήνες
- Ανά έτος 1 άτομο ανά 69×10^6 άτομα διασπάται
- Δημιουργία ανωμαλίας στα ορυκτά (μοσχοβίτη, ζιρκόνιο, επίδοτο, τιτανίτη, αλανίτη, μοναζίτη) που με κατάλληλη επεξεργασία με κατάλληλα οξέα και εκπομπή νετρονίων υπολογίζουμε την ηλικία
- 400 – 1250 εκατομμύρια έτη



Οπτική φωταύγεια (OSL)

Μετρά την ενέργεια των απελευθερωμένων φωτονίων. Ακτινοβολία ιονισμού απορροφάται και αποθηκεύεται στο κρυσταλλικό πλέγμα, ενώ με διέγερση απελευθερώνεται ως φωταύγεια. Υπολογίζεται η ηλικία από την τελευταία έκθεση στο ηλιακό φως. Το ηλιακό φως σβήνει το σήμα της φωταύγειας και μηδενίζει το ηλικιακό ρολόι. Τα κύρια ορυκτά χαλαζίας και Κ-άστριοι. 300.000-400.000 έτη



Εικ.1: Βασικές έννοιες της χρονολόγησης μέσω φωταύγειας



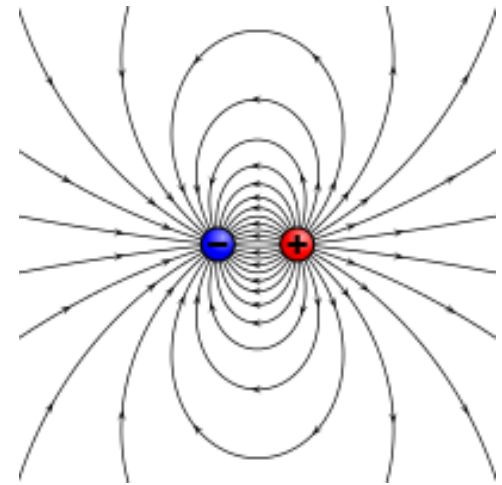
Συντονισμός του spin του ηλεκτρονίου (ESR)

Βασίζεται στην απορρόφηση ακτινοβολίας μικροκυμμάτων από ένα μεμονωμένο ηλεκτρόνιο, που εκτίθεται σε ισχυρό μαγνητικό πεδίο



Παλαιομαγνητισμός

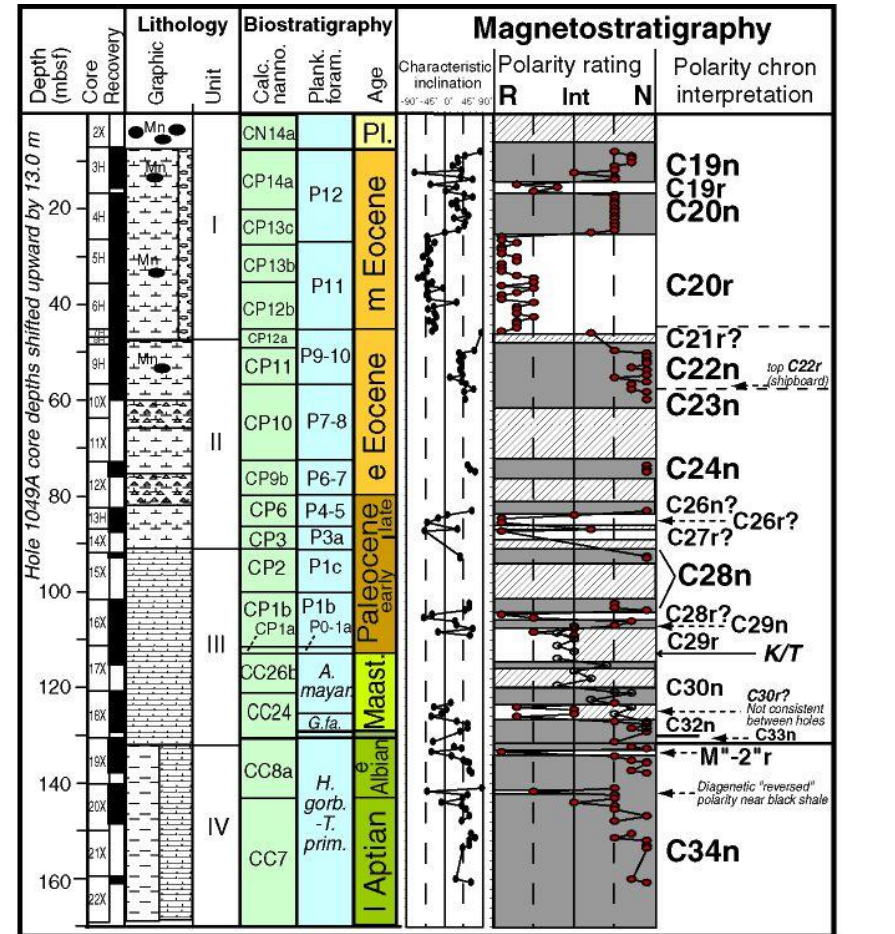
- Η γη περιβάλλεται από μαγνητικό πεδίο και λειτουργεί ως ένας μεγάλος μαγνήτης.
- Διάφορα ορυκτά κατά την διάρκεια σχηματισμού ή απόθεσής τους μαγνητίζονται (πχ. Μαγνητίτης, σιδηρούχα ορυκτά) και προσανατολίζονται προς τον εκάστοτε μαγνητικό βορρά.
- Το μαγνητικό πεδίο μεταβάλλεται με αποτέλεσμα οι μαγνητικοί πόλοι να αλλάζουν συνεχώς θέση στη διάρκεια του γεωλογικού χρόνου.
- Τα μαγνητικά ορυκτά συμπεριφέρονται σαν απολιθώματα αυτής της διεύθυνσης του μαγνητικού πεδίου κατά το παρελθόν.



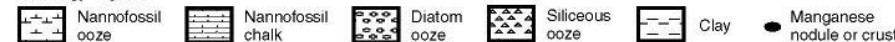
Εικ.2: Μαγνητικό πεδίο

Μαγνητοστρωματογραφία

- Μαγνητοστρωματογραφία είναι μια γεωφυσική τεχνική συσχέτισης που χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα σε ιζηματογενείς και ηφαιστειακές ακολουθίες. Η μέθοδος λειτουργεί με συλλογή δειγμάτων σε προσανατολισμένα διαστήματα και γίνονται τη διατομή.



Lithology legend

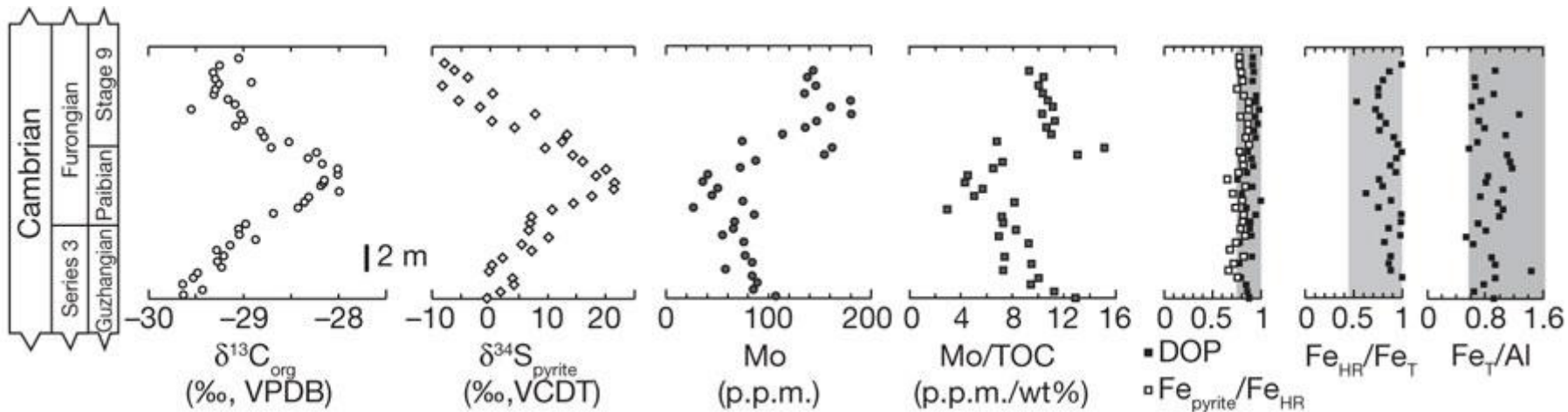


Εικ.3: Διάγραμμα μαγνητοστρωματογραφίας



Χημειοστροματογραφία

- Χημειοστροματογραφία είναι η μελέτη της μεταβολής της χημείας μέσα ιζηματογενή αλληλουχίες.



Εικ.4: Διαγράμματα Χημειοστροματογραφίας σε σχιστόλιθους του Καμβρίου, στη Σουηδία.



Τέλος Ενότητας

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

- Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Ηλιόπουλος Γεώργιος.
«Στρωματογραφία-Ιστορική γεωλογία». Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2015.
Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<https://eclass.upatras.gr/courses/GEO325/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως Μη Εμπορική ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνα 1:

http://crystal.usgs.gov/laboratories/luminescence_dating/what_is_tl.html

Εικόνα 2:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:VFpT_dipole_electric_manylines.svg

Εικόνα 3: <http://www.snipview.com/q/Magnetostratigraphy>

Εικόνα 4:

http://www.nature.com/nature/journal/v469/n7328/fig_tab/nature09700_F3.html

