



ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ

4^ο μάθημα

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΟΡΥΚΤΩΝ – ΕΔΑΦΩΝ

Β. ΜΑΡΙΝΟΣ, Επ. Καθηγητής
(Συντονιστής μαθήματος)

Χ.ΣΑΡΟΓΛΟΥ, Δρ. Ε.ΔΙ.Π.

ΟΡΥΚΤΑ: Φυσικά ανόργανα συστατικά του φλοιού της Γης με ορισμένη δομή και ορισμένη χημική σύνθεση. Είναι συστατικά των εδαφών και των πετρωμάτων.

Υπάρχουν περίπου **5000 ορυκτά**

Περίπου 35 είναι τα πετρογενετικά ορυκτά

Μεταλλεύματα

Βιομηχανικά ορυκτά

Οι ιδιότητές τους με την ποσοστιαία συμμετοχή τους καθορίζουν την τεχνική συμπεριφορά του πετρώματος

Ορισμοί

Τα **ορυκτά** είναι κρύσταλλοι χημικών ενώσεων οι οποίοι κρυσταλλώνονται σε 7 διαφορετικά συστήματα, ενώ τα **πετρώματα** είναι συσσωματώματα πολλών ορυκτών (πολύμικτα).

Σε μερικές περιπτώσεις τα πετρώματα αποτελούνται από ένα μόνο ορυκτό (μονόμικτα, π.χ. μάρμαρο).

ΧΗΜΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Αυτοφυή: S, Cu, κ.α.

Θειούχα: FeS₂ (σιδηροπυρίτης)

Οξειδία: SiO₂ (χαλαζίας), Fe₂O₃ (Λειμωνίτης)

Αλογονούχα: NaCl (Άλάτι)

Θειϊκά: CaSO₄ (Γύψος)

Ανθρακικά: CaCO₃ (Ασβεστίτης)

Φωσφορικά

Νιτρικά

Βορικά

Πυριτικά: Αποτελούν το 99% του στερεού φλοιού της Γης. Έχουν πολύπλοκη χημική σύσταση. Βασική μονάδα το τετράεδρο Si.

ΟΡΥΚΤΑ: είναι συνήθως κρυσταλλικά σώματα

- ομοιογενή, ανισότροπα μέσα, με ασυνεχή μεταβολή των διανυσματικών ιδιοτήτων
- **Νερό** σε σχέση με τα ορυκτά
 - στο πλέγμα (κρυσταλλική δομή)
 - συγκρατημένο έξω από το πλέγμα από δυνάμεις έλξης (ρόφηση)

Σημαντική ιδιότητα ορισμένων ορυκτών:

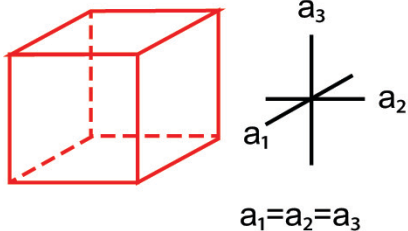
- **Αποσυντίθενται** και σχηματίζεται νέο ορυκτό

Η διαδικασία αυτή έχει ως αποτέλεσμα τη **μείωση** της αντοχής του πετρώματος που έχει τέτοια ορυκτά

(Μέσα αποσύνθεσης : H_2O , O_2 , CO_2 , SO_2 ,....)

ΟΡΥΚΤΑ ΕΠΤΑ (7) ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

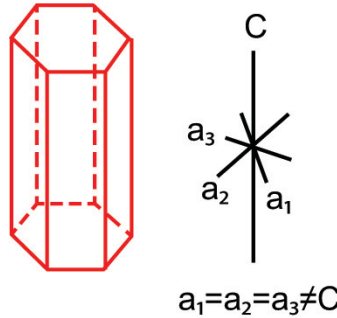
1. ΚΥΒΙΚΟ



$$a_1 = a_2 = a_3$$

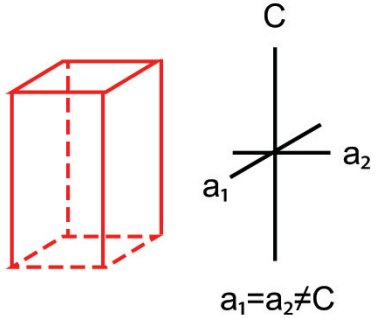
ΚΥΒΙΚΟ

2. ΕΞΑΓΩΝΙΚΟ



$$a_1 = a_2 = a_3 \neq C$$

ΕΞΑΓΩΝΙΚΟ

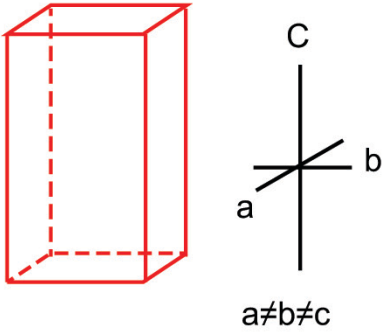


$$a_1 = a_2 \neq C$$

ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟ

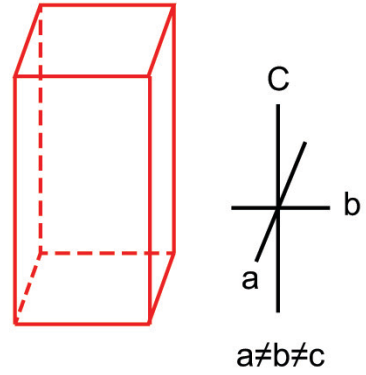
3. ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟ

4. ΟΡΘΟΡΟΜΒΙΚΟ



$$a \neq b \neq c$$

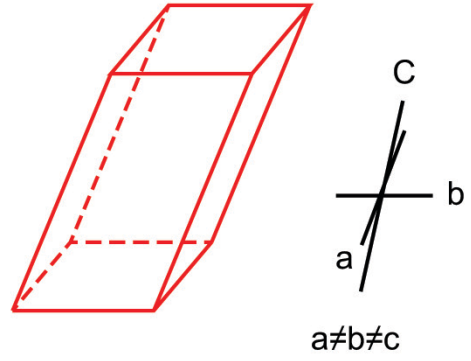
ΟΡΘΟΡΟΜΒΙΚΟ



$$a \neq b \neq c$$

ΜΟΝΟΚΛΙΝΕΣ

5. ΜΟΝΟΚΛΙΝΕΣ



$$a \neq b \neq c$$

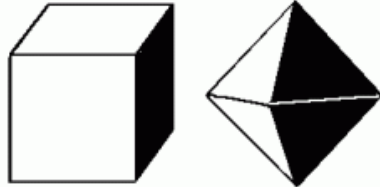
ΤΡΙΚΛΙΝΕΣ

6. ΤΡΙΚΛΙΝΕΣ

7. ΤΡΙΓΩΝΙΚΟ

ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

1. Κυβικό

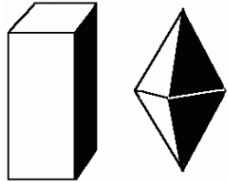


Σιδηροπυρίτης



Σπινέλιος

2. Εξαγωνικό

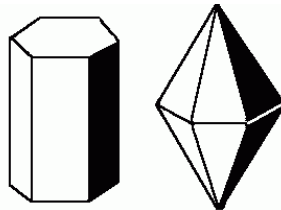


Βήρυλλος



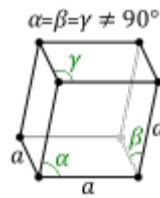
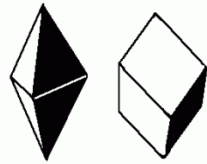
Απατίτης

3. Τετραγωνικό



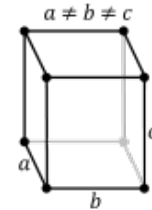
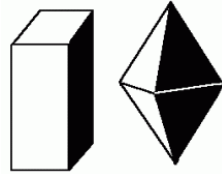
Αναστάσης

4. Τριγωνικό, (Ρομβοεδρικό)



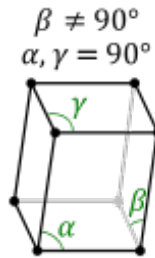
Χαλαζίας

5. Ορθορομβικό



Σελινιστίτης

6. Τρικλινές

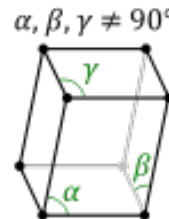
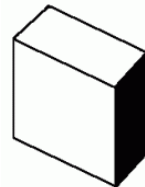


Άστριος



Κυανίτης

7. Μονοκλινές



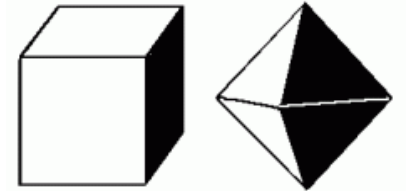
Μικροκλινής



Βιβιανίτης

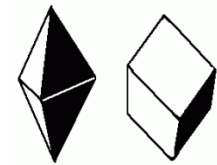


Παράδειγμα κυβικής
κρυστάλλωσης
ορυκτού:
σιδηροπυρίτης





Παράδειγμα
τριγωνικής
κρυστάλλωσης
ορυκτού:
ροδοχρωσίτης
(www.mindat.org)

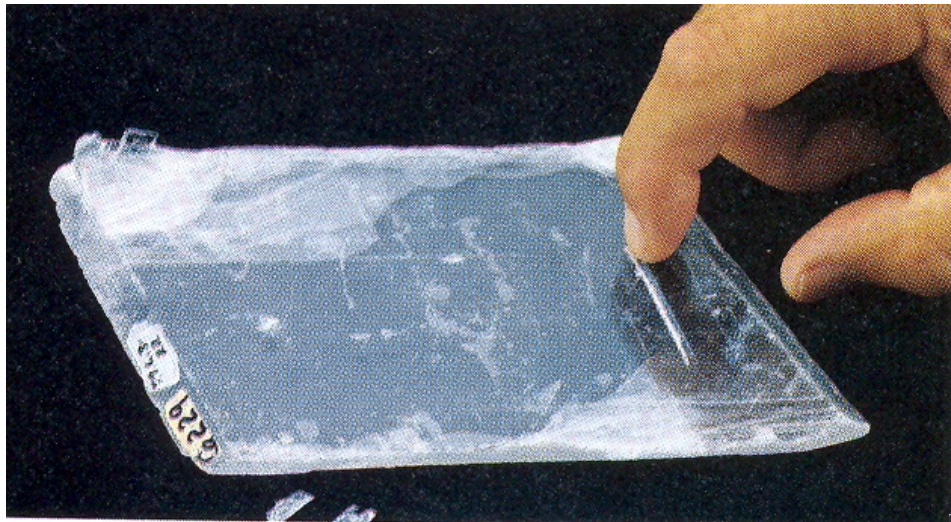


ΟΡΥΚΤΟΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ

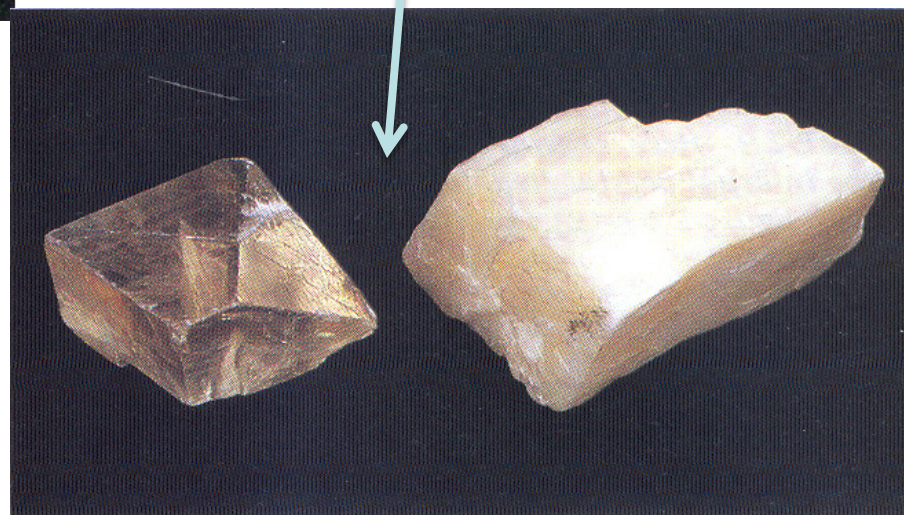
(με βάση βασικές ιδιότητες)

- Λάμψη (μεταλλική/ κοινή)
- Χρώμα
- Χρώμα σκόνης
- Σχισμός
- Θραύση
- Αντοχή
- Μορφή
- Διδυμία

Σκληρότητα



Χαράσσονται με μεταλλικά αντικείμενα



ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ ΟΡΥΚΤΩΝ

Κλίμακα Mohs

- Τάλκης 1
- Γύψος 2 (χαράσσεται με το νύχι)
- Ασβεστίτης 3 (χαράσσεται με μαχαιρίδιο)
- Φθορίτης 4
- Απατίτης 5
- Άστριος 6
- Χαλαζίας 7 (δεν χαράσσεται με μαχαιρίδιο)
- Τοπάζιο 8
- Κορούνδιο 9
- Διαμάντι 10

Το κάθε ορυκτό χαράζει το αμέσως προηγούμενό του, επομένως είναι σκληρότερο αυτού.

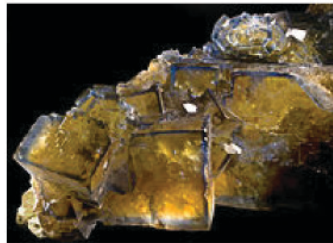
ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ ΟΡΥΚΤΩΝ



ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ ΟΡΥΚΤΩΝ



Τάλκης



Φθορίτης



Χαλαζίας



Κορούνδιο



Γύψος



Απατίτης



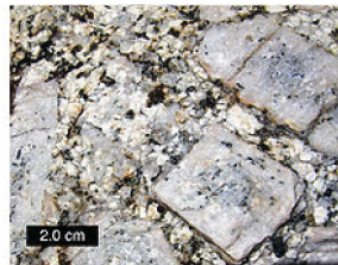
Τοπάζιο



Διαμάντι



Ασβεστίτης



Άστριος-Ορθοκλαστο

- Α. Πυριτικά

- Χαλαζίας (SiO_2)

- Μεγάλη σκληρότητα (σκληρότητα 7 κλίμακας MOHS)
 - Υψηλή ανθεκτικότητα....σταθερό
 - Παραλλαγή: Οπάλιος ($\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)
 - Άμορφο
 - Ανεπιθύμητο ως αδρανές σκυροδέματος (αντίδραση με αλκάλια)



- Άστριοι

- Άνυδρα πυριτικά ορυκτά

- Καλιούχοι άστριοι:** Ορθόκλαστα $\text{KAlSiO}_3\text{O}_8$

- Νατριούχοι άστριοι:** Πλαγιόκλαστα

- Χαμηλή ανθεκτικότητα.....μετατροπή σε άργιλο (Καολίνης)

Άστριος (Ορθόκλαστο)

Καολίνης

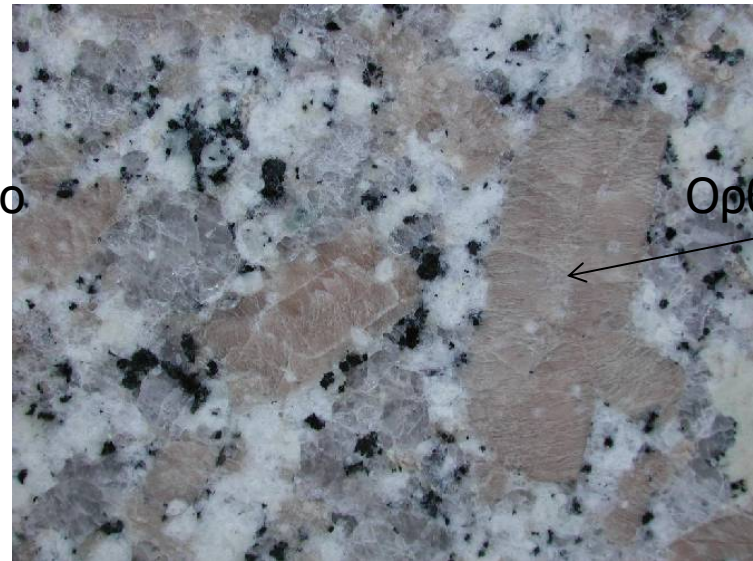
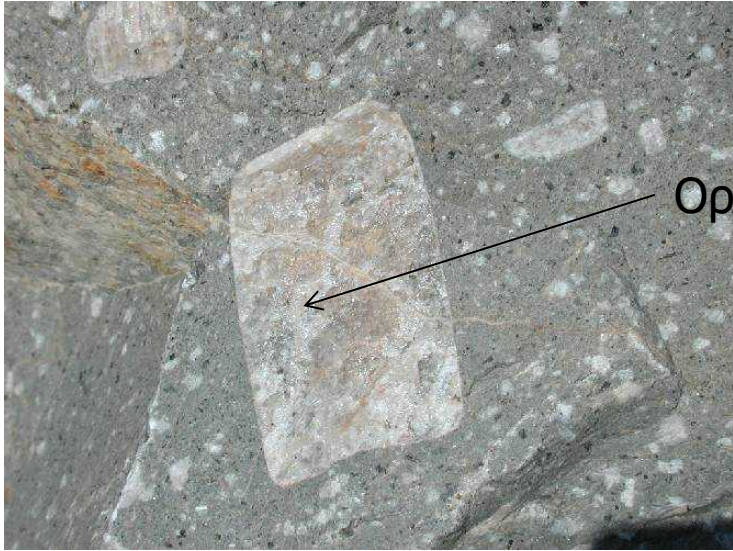
- $2\text{KAlSiO}_3\text{O}_8 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \Rightarrow \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 + \text{K}_2\text{CO}_3 + 4\text{SiO}_2$

- **Σερικιτίωση:** άστριος μετατρέπεται σε σερικίτη (μαρμαρυγία) με επίδραση υδροθερμικών διαλυμάτων

ΑΣΤΡΙΟΙ

ΟΡΘΟΚΛΑΣΤΟ

Πέτρωμα: Γρανίτης



ΠΛΑΓΙΟΚΛΑΣΤΟ



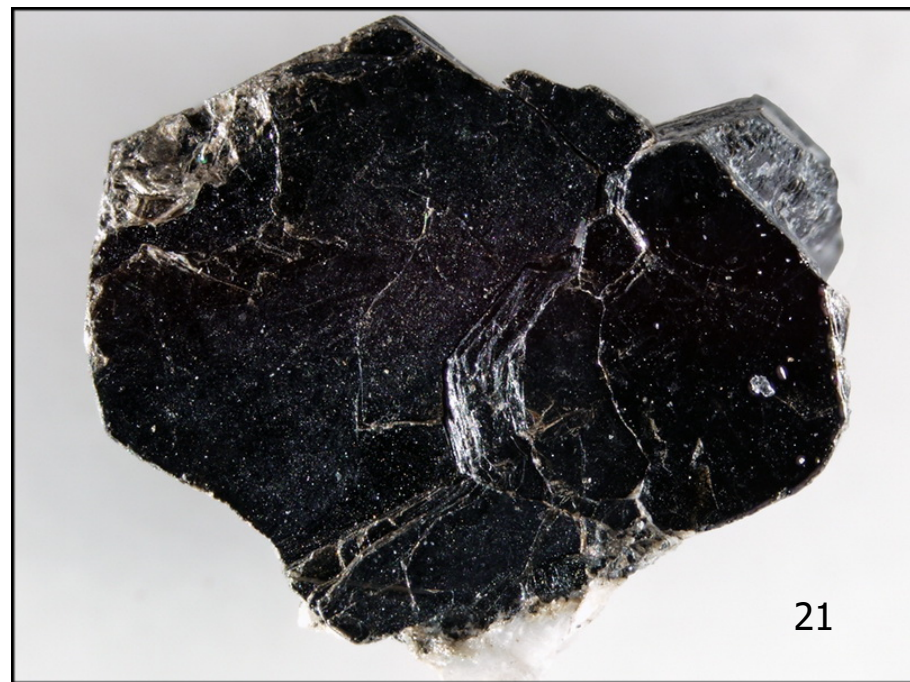
Τεχνικά χαρακτηριστικά πετρογενετικών ορυκτών

- Μαρμαρυγίες (μορφή σε φύλλα/λέπτη που διαχωρίζονται)
 - Μοσχοβίτης (λευκός)
 - Ανθεκτικός
 - Βιοτίτης
 - Αποσαθρώνεται εύκολα
 - Προσοχή σε δομικούς λίθους σε περιβάλλον SO_2 καθώς δημιουργείται σκωριώδη χροιά (Οξειδία Fe)
 - Διάταξη στα πετρώματα σε παράλληλα φίλμ-στρώματα οι οποίες πολλές φορές αποτελούν επιφάνειες αδυναμίας

ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΕΣ

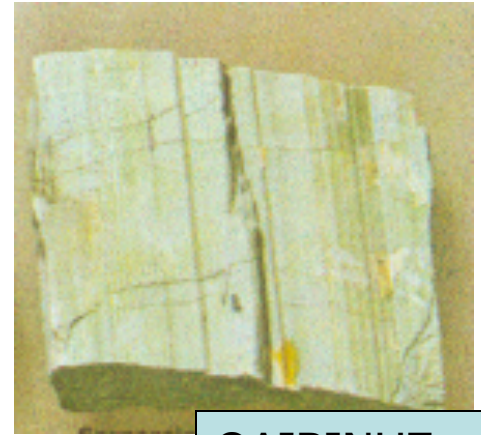


ΜΟΣΧΟΒΙΤΗΣ



ΒΙΟΤΙΤΗΣ

Τεχνικά χαρακτηριστικά πετρογενετικών ορυκτών



ΟΛΙΒΙΝΗΣ

- Πυρόξενοι-Αμφίβολοι
 - Ικανοποιητικής σταθερότητας
- Ολιβίνης (Mg, Fe) $_2\text{SiO}_4$
 - Αποσαθρώνεται εύκολα σε σερπεντίνη



- Σερπεντίνης (πέτρωμα με ορυκτά σερπεντίνη)
 - ολισθηρές επιφάνειες στα πετρώματα (μειωμένης διατμητικής αντοχής)



ΣΕΡΠΕΝΤΙΝΗΣ

Τεχνικά χαρακτηριστικά πετρογενετικών ορυκτών

- Χλωρίτες:
 - Σχετικά ανθεκτικοί
 - Ολισθηρές επιφάνειες (μειωμένη διατμητική αντοχή)
- Τάλκης
 - Σαπωνοειδής αφή
 - Φυλλώδη λευκά
 - Πτωχής ποιότητας τα πετρώματα που περιέχουν



ΧΛΩΡΙΤΗΣ



ΤΑΛΚΗΣ

• Β. Μη Πυριτικά ορυκτά

– Ασβεστίτης

- Χρώμα γενικά λευκό
- Αναβράζει με αραιό HCl
- Αποκλειστικό ορυκτό σε ασβεστολίθους και μάρμαρα
- Σκληρότητα 3 κατά MOHS

Προσβάλλεται από $H_2O + CO_2$ διαλύεται (καρστική διάλυση) $CaCO_3 + H_2O + CO_2 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$

- Σημασία καρστικής διάλυσης
 - ✓ + δημιουργία υπόγειων ταμιευτήρων νερού
 - ✓ –προβλήματα στεγανότητας σε φράγματα
 - ✓ Κενά κάτω από θεμελιώσεις που οδηγούν σε καταρρεύσεις ή καθιζήσεις

Προσοχή: ρυθμός διάλυσης πολύ αργός

Τεχνικά χαρακτηριστικά πετρογενετικών ορυκτών

Συνέχεια.....

- Προσβολή δομικών λίθων σε ατμόσφαιρα με ρύπους
 - Γυψοποίηση και αποφλοίωση
 - $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \longrightarrow \text{ΓΥΨΟΠΟΙΗΣΗ}$
 - Χρήσεις σε αδρανή σκυροδέματος

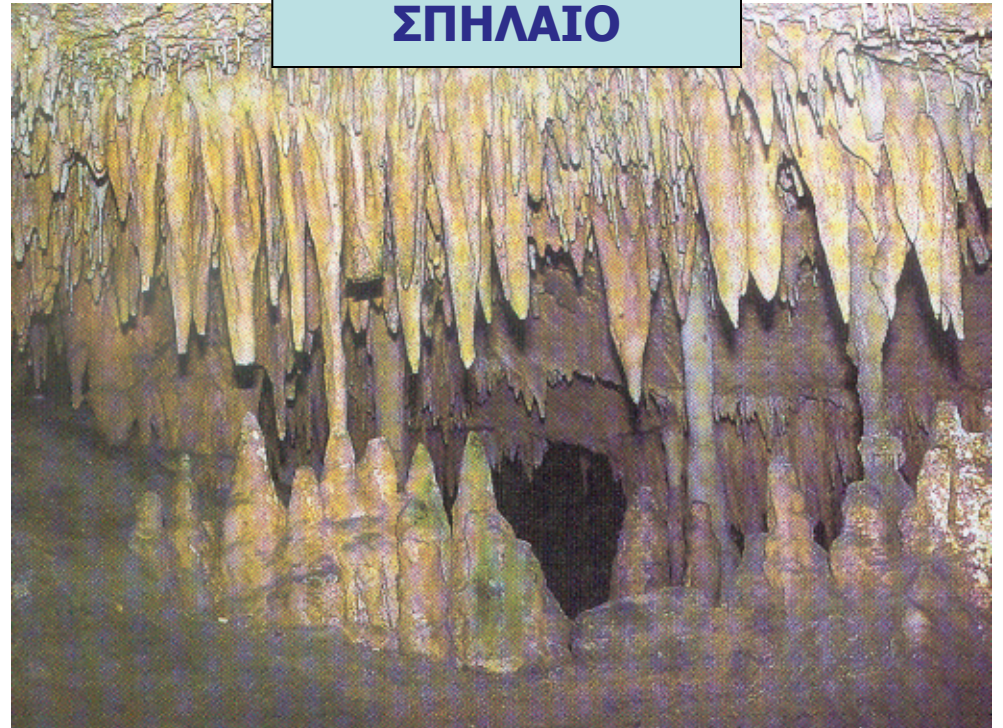
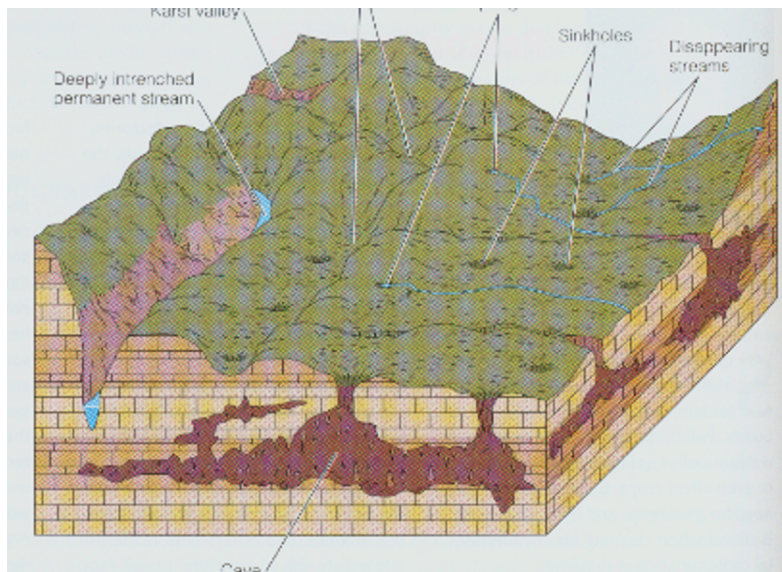
- Δολομίτης ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$)
 - Αναλογίες με ασβεστίτη
 - Διαλύεται αλλά πιο δύσκολα
 - Ανεπιθύμητος στο σκυρόδεμα



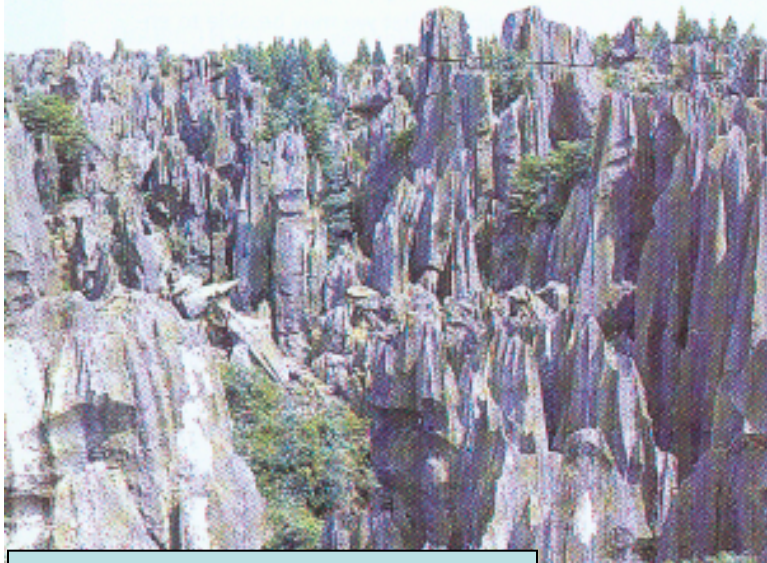
ΑΣΒΕΣΤΙΤΗΣ



ΔΟΛΟΜΙΤΗΣ



ΣΠΗΛΑΙΟ



ΚΑΡΣΤΙΚΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ

Τεχνικά χαρακτηριστικά πετρογενετικών ορυκτών



ΓΥΨΟΣ

- Γύψος ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
 - Σκληρότητα μικρή (2 κατά MOHS)
 - Διαλύεται πιο εύκολα
- Ανυδρίτης (CaSO_4)
 - Επίφοβος ο σχηματισμός με ορυκτά ανυδρίτη
 - Με κυκλοφορία νερού **μετατρέπεται σε γύψο με σημαντική διόγκωση**
 - ΠΡΟΣΟΧΗ:** Όταν συναντηθεί κατά την διάνοιξη σήραγγας και έρθει σε επαφή με το νερό =>
 - Μετατροπή σε γύψο
 - Διόγκωση – παραμορφώσεις στα μέτρα υποστήριξης

Τεχνικά χαρακτηριστικά πετρογενετικών ορυκτών

- Γ. Διάφορα

- Σιδηροπυρίτης

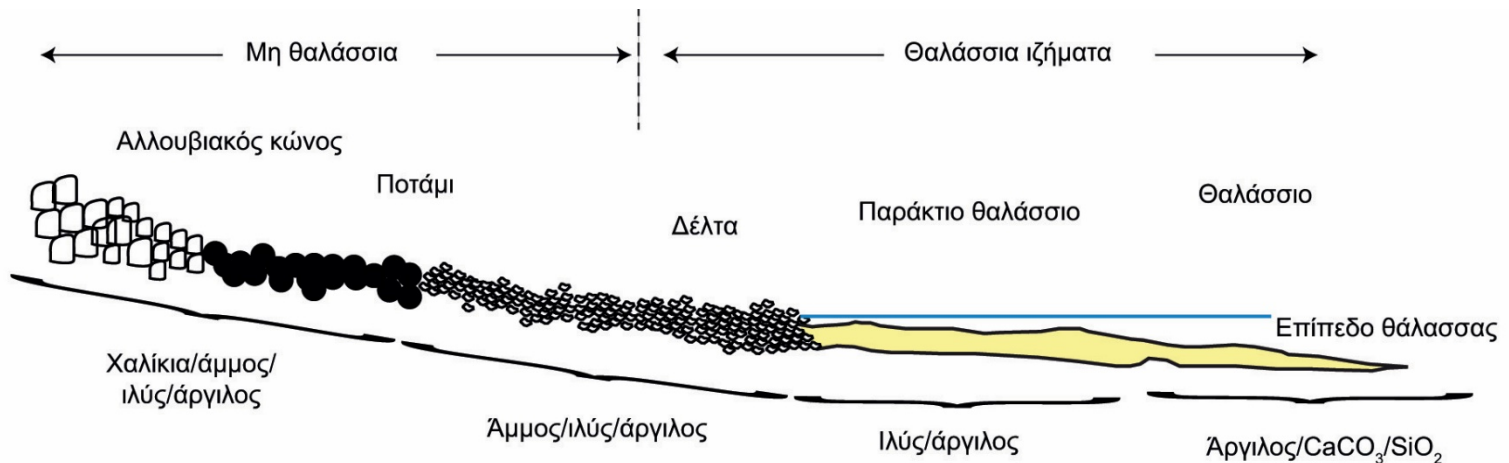
- Σε ίχνη σε ορισμένα πετρώματα
- Προσβολή λίθων καθώς από την πιθανή οξείδωσή του δημιουργείται Λειμωνίτης-ώχρα και καταστρέφεται το σκυρόδεμα
- Επιταχύνει την αποσάθρωση γενικώς



ΣΙΔΗΡΟΠΥΡΙΤΗΣ

ΕΔΑΦΗ

- **Έδαφος:** Συσσωματώματα ορυκτών κόκκων ή/και αργιλικών σωματιδίων που μπορεί να διαχωριστούν με απλή μηχανική δράση π.χ. με ανακίνηση μέσα σε νερό
- **Προέλευση:** Αποσάθρωση – διάβρωση των πετρωμάτων



ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΩΝ ΚΟΚΚΩΝ ΜΕΙΩΝΕΤΑΙ

Η ΣΤΡΟΓΓΥΛΟΤΗΤΑ ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ

ΚΑΛΥΤΕΡΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ



- **Σύσταση:** άργιλος, ιλύς, άμμος, χαλίκια, κροκάλες
(με αυξανόμενο μέγεθος κόκκων)

Διακύμανση μεγέθους (millimeters)	Ταξινόμηση	Ονοματολογία ιζήματος	Κλασικό πέτρωμα
>256 64-256 4-64 2-4	Ογκόλιθος κροκάλα Χαλίκι Ψηφίδα	Χαλίκια	Κροκαλοπαγές
1/16-2	Άμμος	Άμμος	Ψαμμίτης
1/256-1/16 <1/256	Ιλύς Άργιλος	Πηλός	Αργιλικός σχιστόλιθος, πηλίτης ή ιλυόλιθος

ΤΕΧΝΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΕΔΑΦΩΝ

- **Θεμελιώσεις:** Δέχονται φορτία συνήθων κατασκευών και κτιρίων

Ιδιαίτερη προσοχή:

- τα πολύ μαλακά αργιλικά εδάφη
- τα χαλαρά ιλυοαμμώδη και
- τα οργανικά εδάφη.

Κατασκευή φραγμάτων κυρίως χωμάτινου τύπου

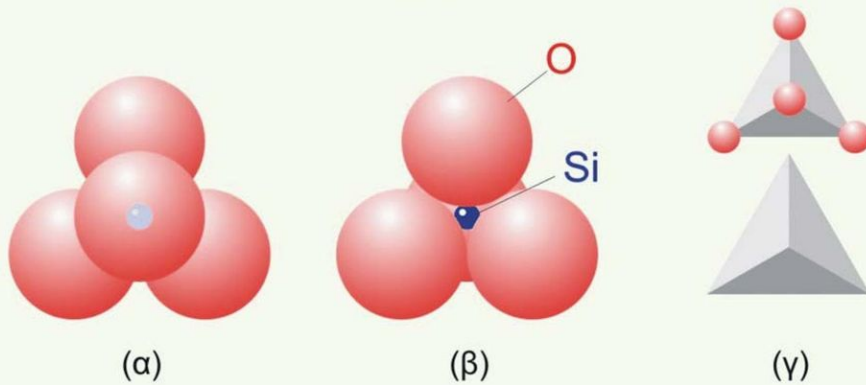
ΤΕΧΝΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΕΔΑΦΩΝ

- **Πρανή:** Αστάθεια παρουσιάζουν κυρίως τα αργιλικής σύστασης εδάφη
- **Υλικά κατασκευών:** Τα χονδρόκοκκα εδάφη (αμμοχάλικα) χρησιμοποιούνται ως **υλικά επιχωμάτων**, χωμάτων φραγμάτων κ.α. , ενώ τα καθαρώς αργιλικά για τον στεγανό **πυρήνα** των χωμάτων φραγμάτων

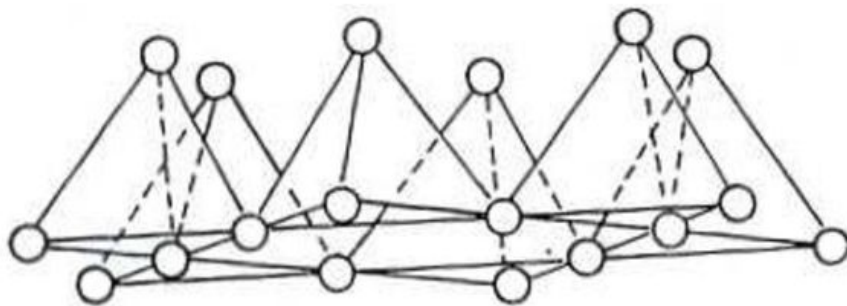
Αργιλικά Ορυκτά

- Σημασία τους στην Εδαφομηχανική
- Αργιλικά εδάφη: συσσωματώματα αργιλικών και μη αργιλικών σωματιδίων
- Μέγεθος κόκκων και σωματιδίων αργίλων
<0.002mm

ΤΕΤΡΑΕΔΡΟ ΠΥΡΙΤΙΟΥ
SiO₄



ΤΕΤΡΑΕΔΡΟ ΠΥΡΙΤΙΟΥ



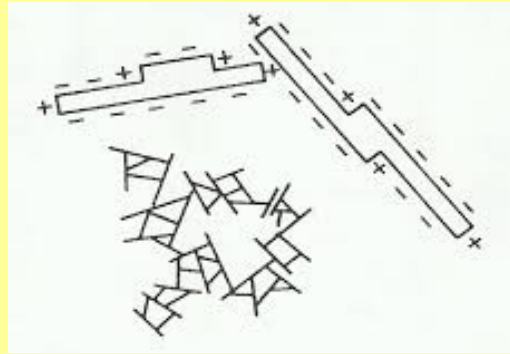
ΦΥΛΛΟ ΤΕΤΡΑΕΔΡΩΝ ΠΥΡΙΤΙΟΥ
(6 ΤΕΤΡΑΕΔΡΑ)

Αργιλικά Ορυκτά

- Μικρές αντοχές
- Μεγάλη συμπιεστότητα
- Διογκωσιμότητα
- Δυσκολίες στην αποστράγγιση νερών
- Πλαστικά (πλαστιμότητα)
- Ανάγκη συγκεκριμένου ορυκτολογικού προσδιορισμού
- Παρουσία αργιλικών ορυκτών και ως συστατικό πετρωμάτων (αργ. σχιστόλιθος, μάργα)

Αργιλικά Ορυκτά

- Η στρωματοειδής δομή επιτρέπει την είσοδο ξένων κατιόντων ή H_2O ανάμεσα στα στρώματα του πλέγματος.....άρα...αύξηση της απόστασης στρωμάτων τεχνικής συμπεριφοράς (αστάθεια)
- Τα δίπολα νερού (H^+ - OH^-) έλκονται από την αρνητικώς φορτισμένη επιφάνεια του αργιλικού σωματιδίου

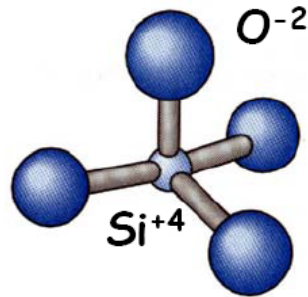


- Δημιουργία ζώνης ρόφησης από αντικατάσταση ατόμου από άλλο άτομο (π.χ. Al^{+3} αντικαθιστά το Si^{+4}).
- Παχειά ζώνη ρόφησης προκαλεί αστάθεια στα αργιλικά ορυκτά με μείωση της αντοχής (συνοχής και γωνία τριβής)

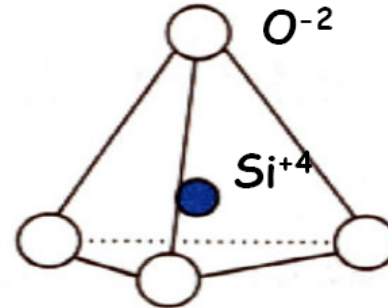
Αργιλικά Ορυκτά

Σε μοριακό επίπεδο, δύο είναι οι πλέον συνήθεις βάσεις των αργιλικών σωματιδίων:

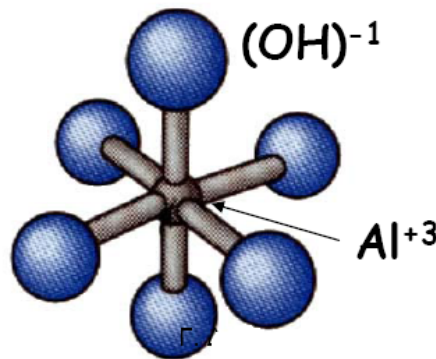
Πυριτικό 4-εδρο,
SiO₄ με αρνητικό
συνολικό φορτίο - 4



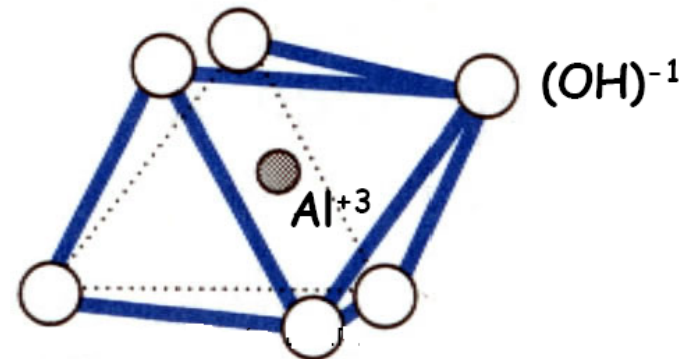
ή



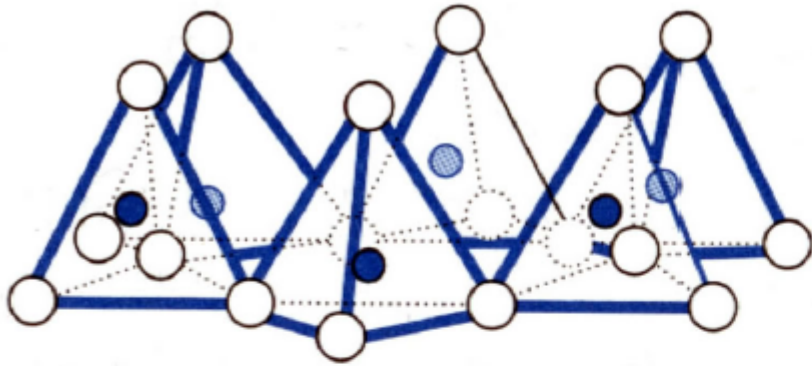
Πυριτικό 8-εδρο,
Al(OH)₆ με
αρνητικό συνολικό
φορτίο - 3



ή

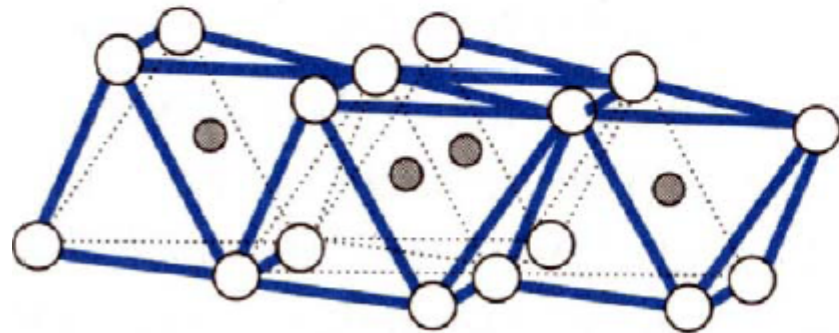


Για να εξουδετερώσουν το αρνητικό τους σθένος, τα μόρια αυτά ενώνονται και δημιουργούν επίπεδες στιβάδες:



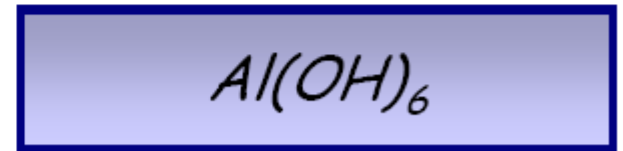
στιβάδα πυριτικών 4-έδρων

ή,
συμβολικά..



στιβάδα αργιλικών 8-έδρων

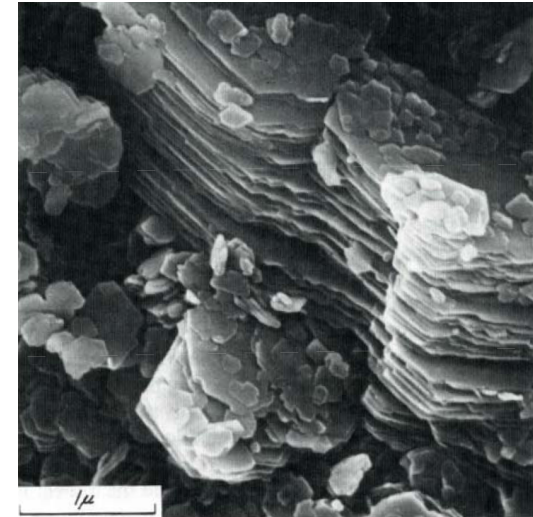
ή,
συμβολικά..



Αργιλικά Ορυκτά

• Καολινίτης

- Σωματίδια καολινίτη πεπλατυσμένα και εξαγωνικά
- Ειδική επιφάνεια: 5 – 15 m²/gr
- Δομική σταθερότητα
- Μικρή ποσότητα νερού ρόφησης (θετικό για την αντοχή)
- Δεν παρουσιάζει διόγκωση με αύξηση της υγρασίας



• Ιλλίτης

- Ειδική επιφάνεια: 80 – 100 m²/gr
- Χειρότερο από τον Καολινίτη
- Καλύτερο από Μοντμοριλλονίτη



Ειδική επιφάνεια: Συνολική παράπλευρη επιφάνεια/ μάζα

Αργιλικά Ορυκτά

- **Μοντμοριλλονίτης**

- Ειδική επιφάνεια: 800 m²/gr
- Μεγάλη πλαστικότητα
- Μικρή γωνία τριβής και συνοχή
- Διόγκωση



- **Μπετονίτης**

- Μορφή μοντμοριλλονιτικής αργίλου
- Διογκωτική ικανότητα
- Παρασκευή ενεμάτων στεγανοποίησης και χρήση ως πολτού στις βαθιές γεωτρήσεις (υδρογεωτρήσεις και γεωτρήσεις πετρελαίου).

Η διαφορά στη συμπεριφορά των αργιλικών ορυκτών οφείλεται στην ειδική επιφάνεια: Μεγαλύτερη επιφάνεια οδηγεί σε χειρότερη συμπεριφορά

Καολινίτης



Ιλλίτης



μοντμοριλλονίτης