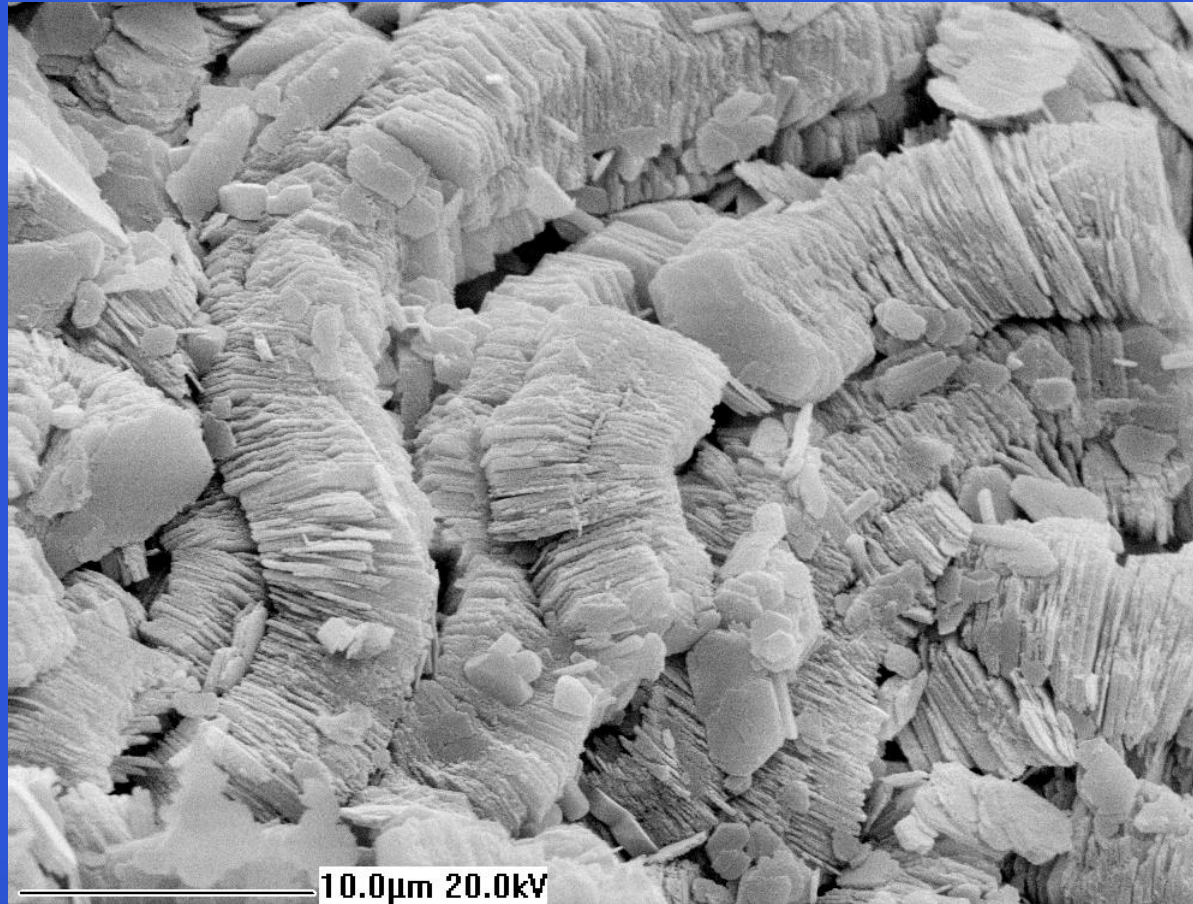


# ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ



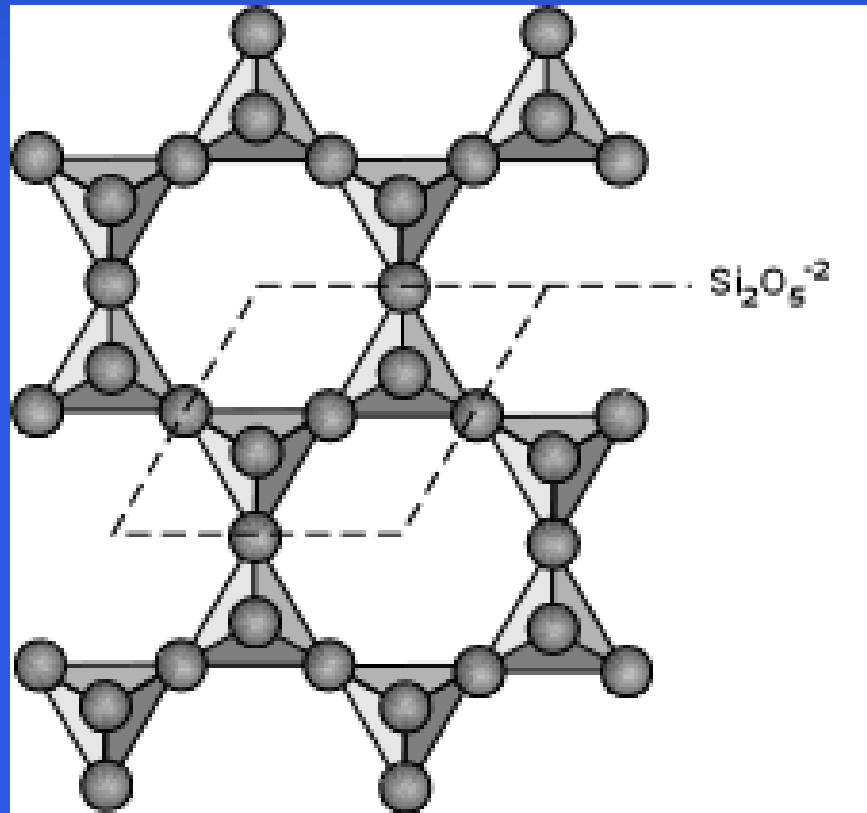
# ΟΜΑΔΕΣ ΑΡΓΙΑΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

- 1/1 ή T.O.
- 2/1 ή T.O.T.
- 2/1/1 ή T.O.T.O.

# ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ

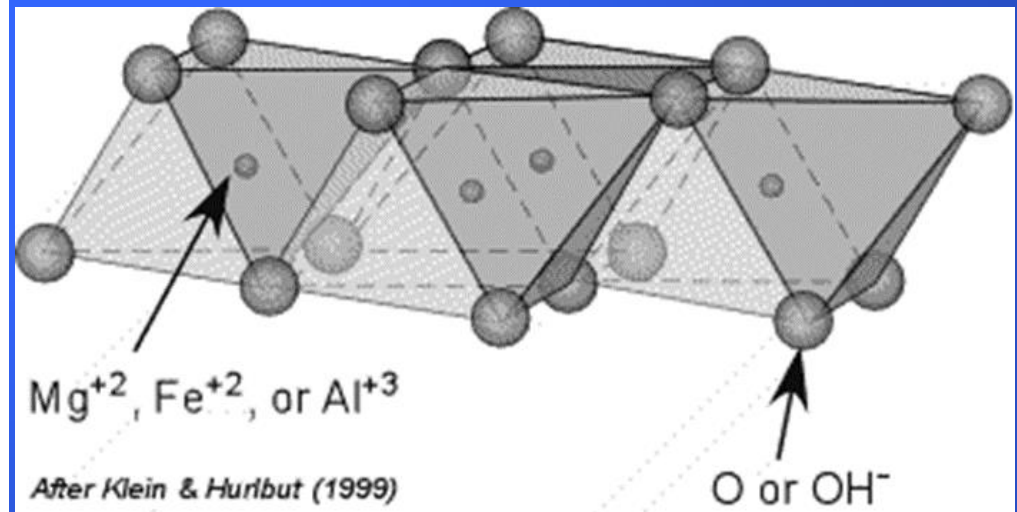
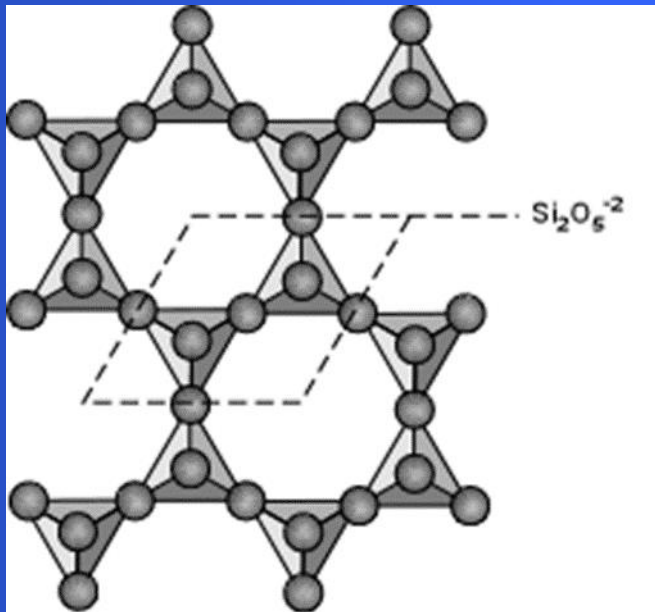
- Τρεις κορυφές του τετραέδρου ενωμένες με γειτονικά τετράεδρα
- Τύπος Si-O :  $(\text{Si}_4\text{O}_{10})^{-4}$
- Αναλογία Si/O=2/5 ή 4/10
- Αντικατάσταση Si από Al μέχρι και αναλογία 1/1  $(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})^{-5}$  ή  $(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10})^{-6}$

# ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΤΕΤΡΑΕΔΡΩΝ ΣΤΑ ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ



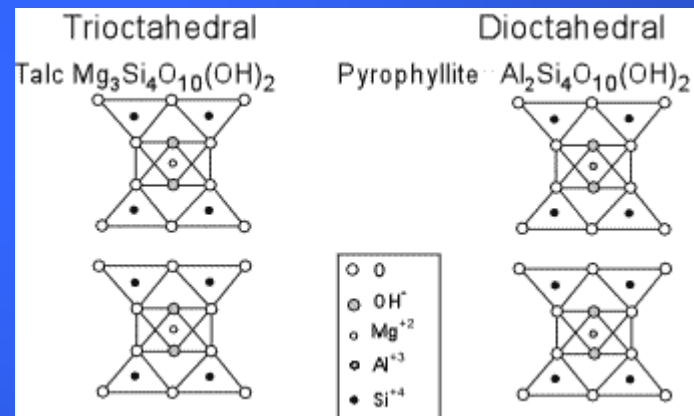
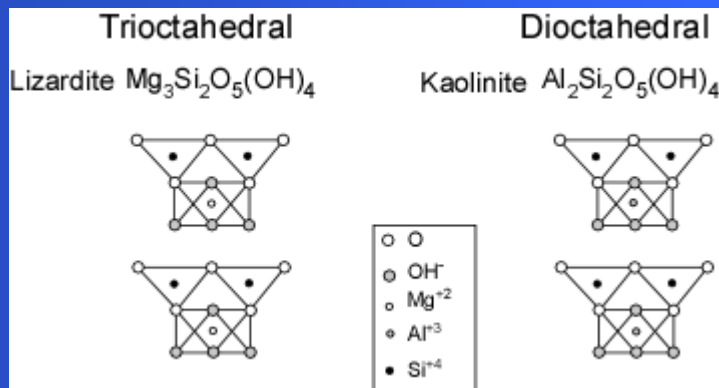
# ΔΟΜΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

- Δύο είδη στρωμάτων (στοιβάδες) :
- Τετραεδρικά (*T*) και Οκταεδρικά (*O*)



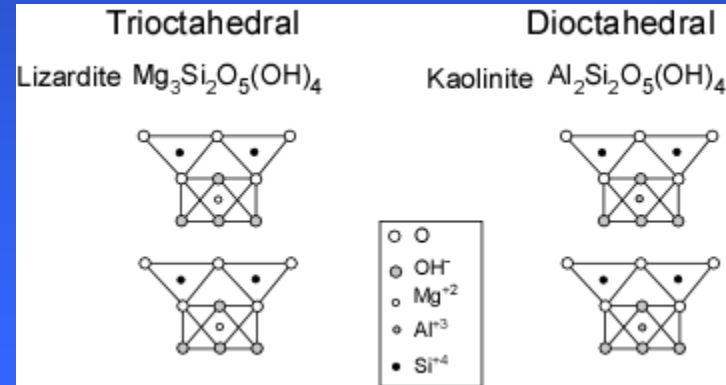
# ΔΟΜΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

- Τα στρώματα *T* και *O* ενώνονται μεταξύ τους ώστε να σχηματίζουν φύλλα
- Τα φύλλα στοιβάζονται το ένα πάνω στο άλλο

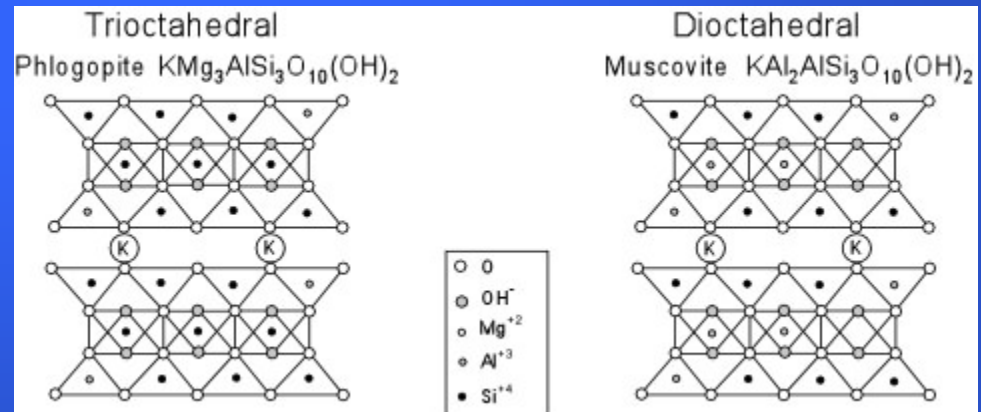


# ΔΟΜΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

➤ Ο χώρος μεταξύ των φύλλων μπορεί να είναι κενός ή να περιέχει κατιόντα ή και μόρια  $H_2O$



➤ Αποτέλεσμα των χαλαρών δεσμών μεταξύ των στρωμάτων είναι ο τέλειος σχισμός των αργιλικών



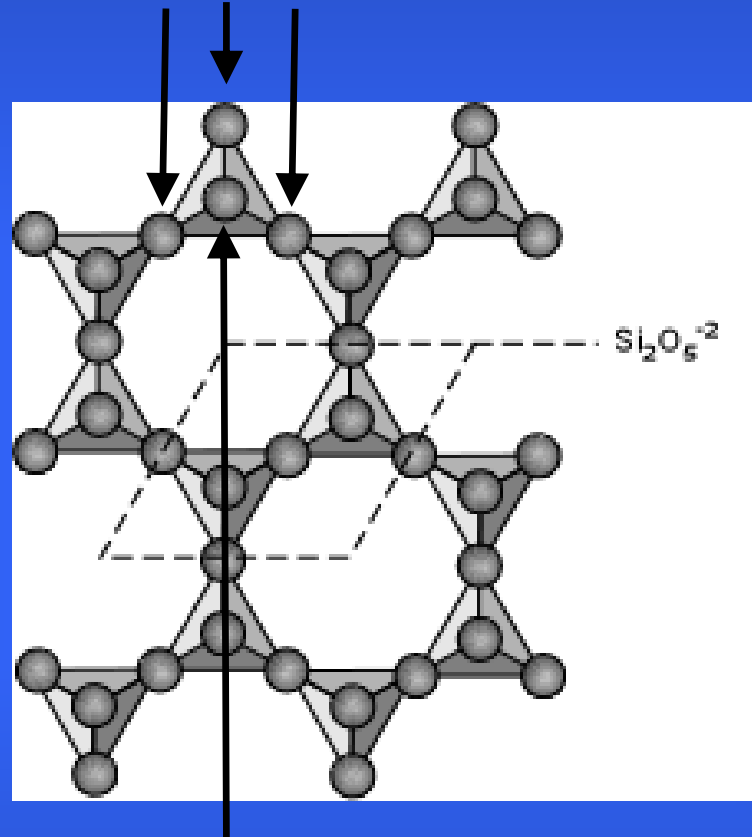
# ΤΕΤΡΑΕΔΡΙΚΟ ΣΤΡΩΜΑ

- Ιόντα  $\text{Si}^{+4}$  ή ( $\text{Al}^{+3}$ ) σε τετραεδρική συνδιάταξη
- Γενικός τύπος  $\text{T}_2\text{O}_5$  (T=Si ή Al)
- Τα τετράεδρα σχηματίζουν 6-μελείς δακτυλίους



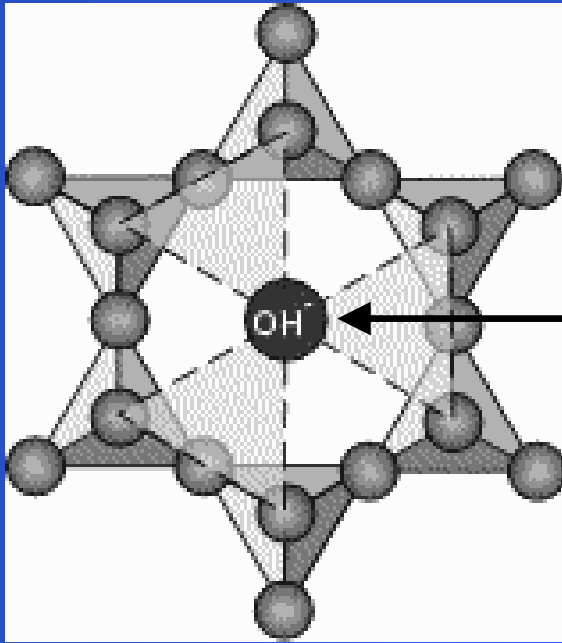
# ΤΕΤΡΑΕΔΡΙΚΟ ΣΤΡΩΜΑ

- **Βασικά Οξυγόνα :** Τα 3  $O^{-2}$  που είναι κοινά στα γειτονικά τετράεδρα

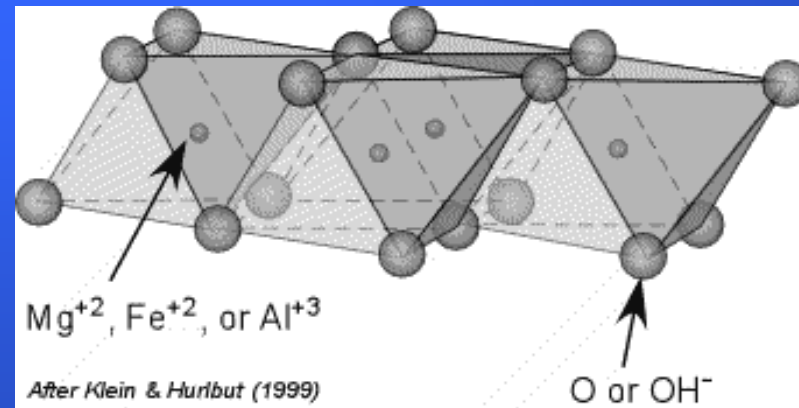


- **Κορυφαία Οξυγόνα :** Τα  $O^{-2}$  που είναι ελεύθερα, στις κορυφές

# ΟΚΤΑΕΔΡΙΚΟ ΣΤΡΩΜΑ



- Στο κέντρο των εξαμελών δακτυλίων τοποθετούνται ιόντα  $\text{OH}^-$
- Ενώνονται με τα κορυφαία  $\text{O}^{2-}$
- Οκταεδρική συνδιάταξη



# ΟΚΤΑΕΔΡΙΚΟ ΣΤΡΩΜΑ

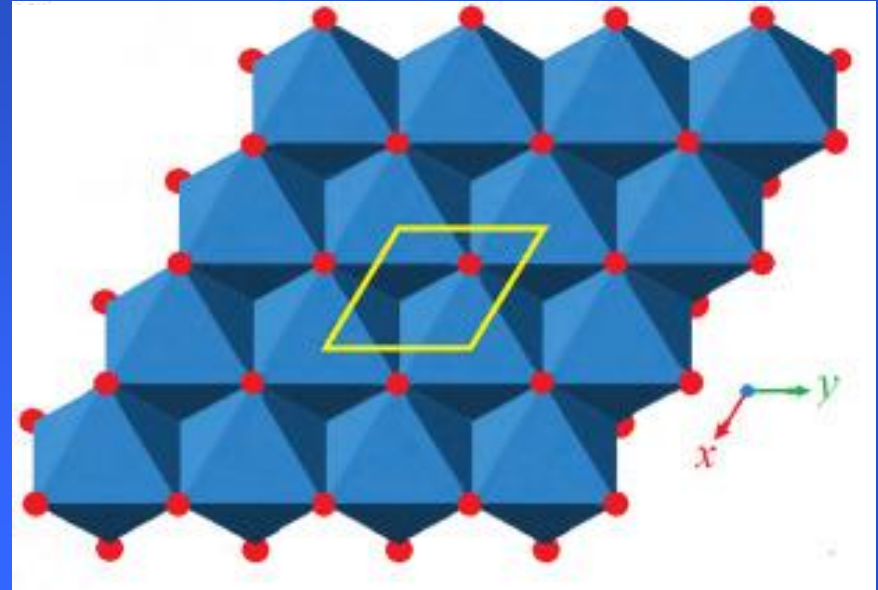
- Έτσι, οι οκταεδρικές θέσεις συνίστανται από δύο επίπεδα ανιόντων  $\text{OH}^-$

# ΟΚΤΑΕΔΡΙΚΟ ΣΤΡΩΜΑ

- Οι ενδιάμεσες θέσεις καταλαμβάνονται από δισθενή (συνήθως  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Fe}^{+2}$ ) ή τρισθενή (συνήθως  $\text{Al}^{+3}$ ,  $\text{Fe}^{+3}$ ) κατιόντα

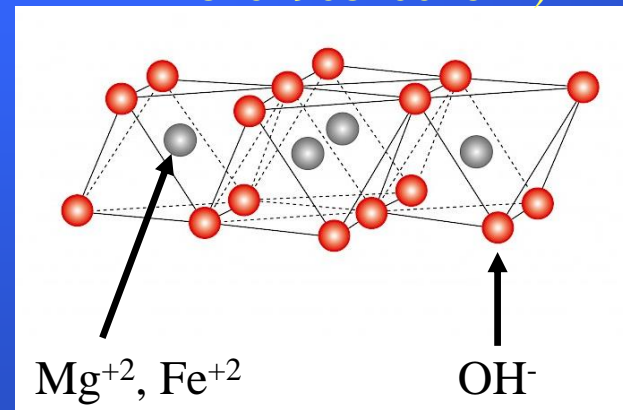
# ΔΙΟΚΤΑΕΔΡΙΚΟ ή ΤΡΙΟΚΤΑΕΔΡΙΚΟ

- Αν τα κατιόντα είναι δισθενή όλες οι οκταεδρικές θέσεις καταλαμβάνονται από αυτά



## ΤΡΙΟΚΤΑΕΔΡΙΚΟ ΣΤΡΩΜΑ

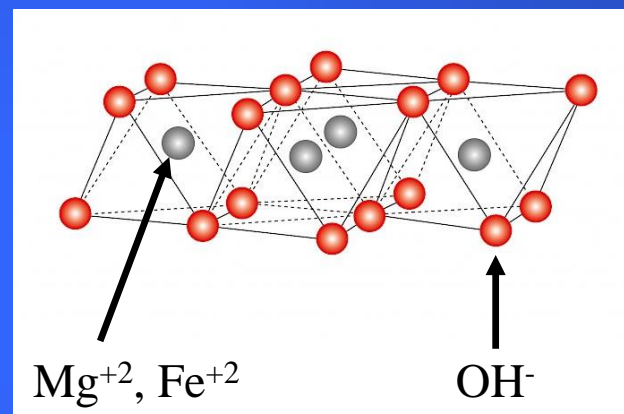
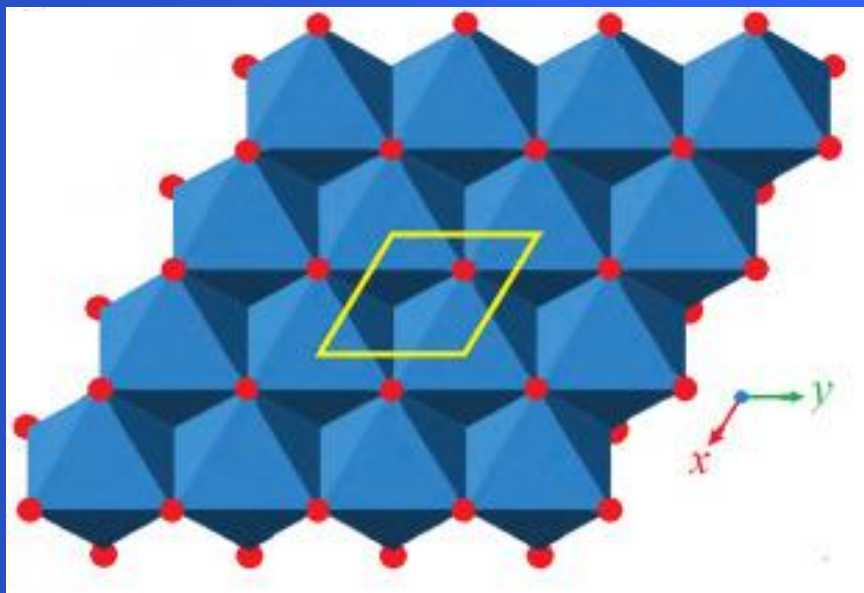
([www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081029084001624](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081029084001624))



(Τροποποιημένο από: <https://www.geo-ceramic-laboratory.com/geo-ceramic-laboratory/clay-mineralogy/>)

# ΤΡΙΟΚΤΑΕΔΡΙΚΟ ΣΤΡΩΜΑ

- Ιδανικός χημικός τύπος του Τριοκταεδρικού στρώματος :  $\text{Mg}_3(\text{OH})_6$  (Βρουσίτης)

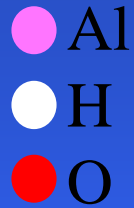


(Τροποποιημένο από: <https://www.geo-ceramic-laboratory.com/geo-ceramic-laboratory/clay-mineralogy/>)

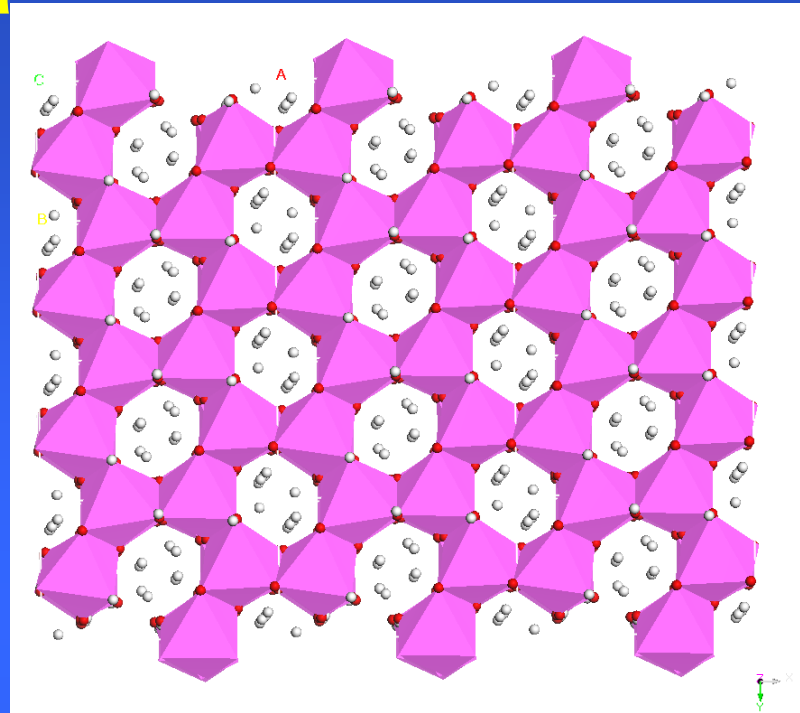
## ΤΡΙΟΚΤΑΕΔΡΙΚΟ ΣΤΡΩΜΑ

([www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081029084001624](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081029084001624))

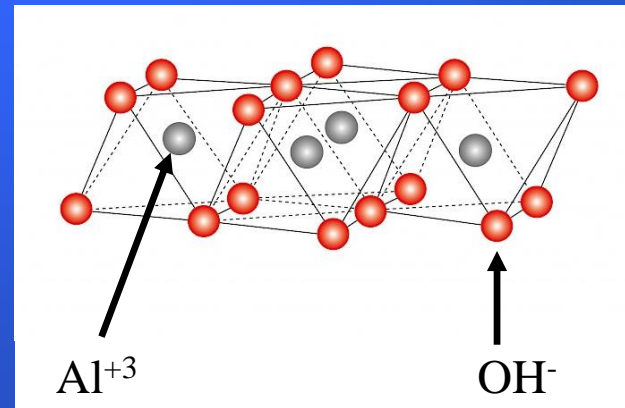
# ΔΙΟΚΤΑΕΔΡΙΚΟ ή ΤΡΙΟΚΤΑΕΔΡΙΚΟ



➤ Αν τα κατιόντα είναι τρισθενή, το 1/3 των θέσεων παραμένει κενό (κατάληψη των 2/3 των θέσεων)



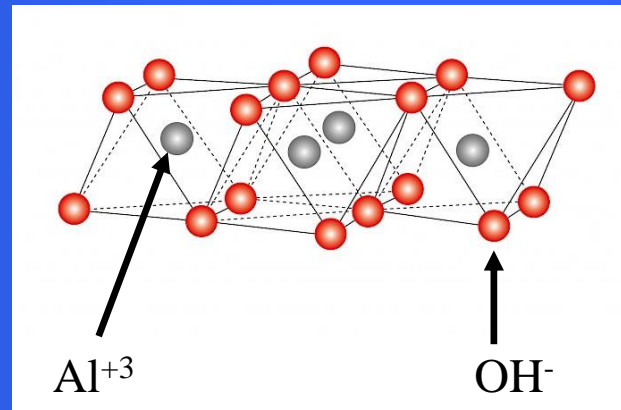
## ΔΙΟΚΤΑΕΔΡΙΚΟ ΣΤΡΩΜΑ



(Τροποποιημένο από: <https://www.geo-ceramic-laboratory.com/geo-ceramic-laboratory/clay-mineralogy/>)

# ΔΙΟΚΤΑΕΔΡΙΚΟ ΣΤΡΩΜΑ

- Ιδανικός Χημικός τύπος του Διοκταεδρικού στρώματος :  $Al_2(OH)_6$  (Γκιψίτης)

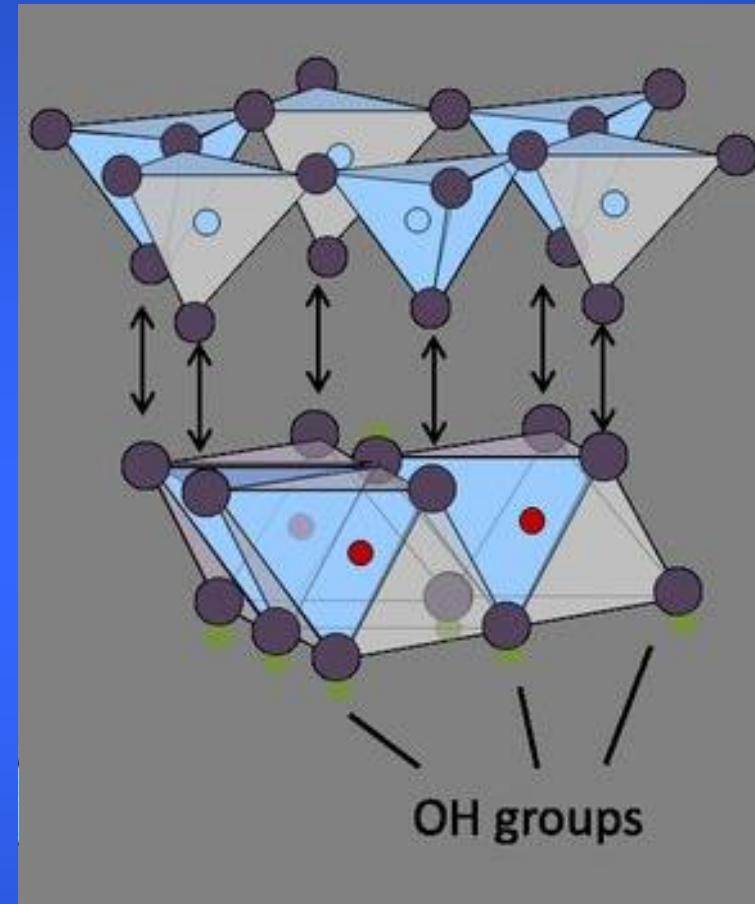


(Τροποποιημένο από: <https://www.geo-ceramic-laboratory.com/geo-ceramic-laboratory/clay-mineralogy/>)



# ΕΙΔΗ ΔΟΜΩΝ ΤΩΝ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ❖ Κάθε Τετραεδρικό στρώμα ενώνεται απαραίτητα με ένα Οκταεδρικό
- ❖ Απαιτείται η απομάκρυνση του  $\text{OH}^-$  του Οκταεδρικού στρώματος, ώστε να δημιουργηθεί ελεύθερη μονάδα συγγένειας (δεσμός) με το κορυφαίο  $\text{O}^{2-}$  του Τετραεδρικού στρώματος

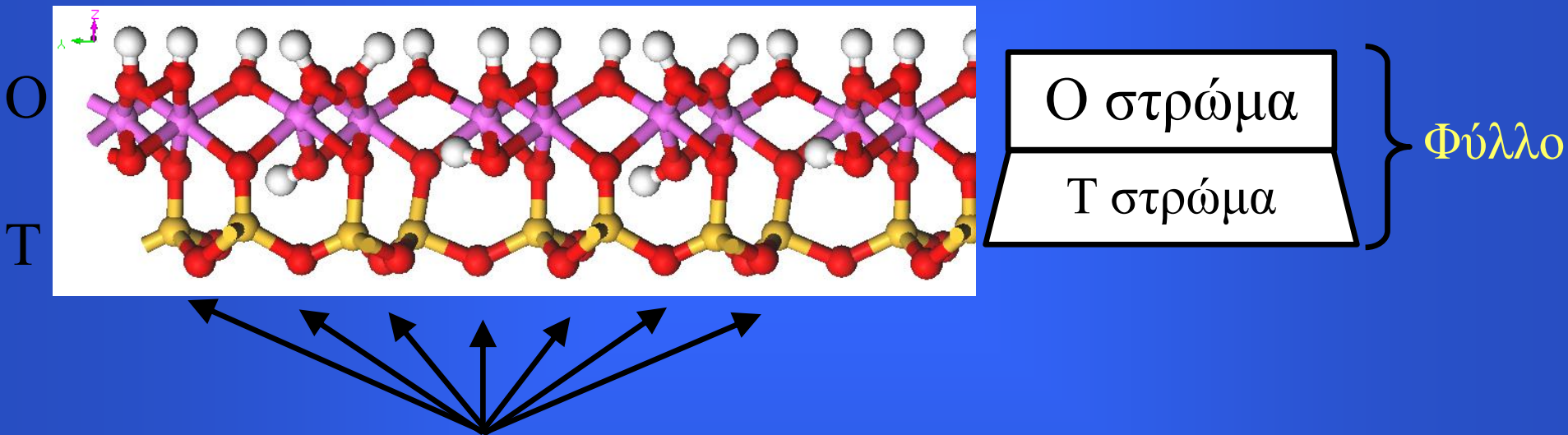


(Edge, 2015,

[https://www.researchgate.net/publication/316183441\\_Hydrogen\\_adsorption\\_and\\_dynamics\\_in\\_clay\\_minerals](https://www.researchgate.net/publication/316183441_Hydrogen_adsorption_and_dynamics_in_clay_minerals))

# T-O (1/1) ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ

- ❖ Συνδυασμός ενός *T* και ενός *O* στρώματος
- ❖ Δομούνται από 3 επίπεδα ανιόντων

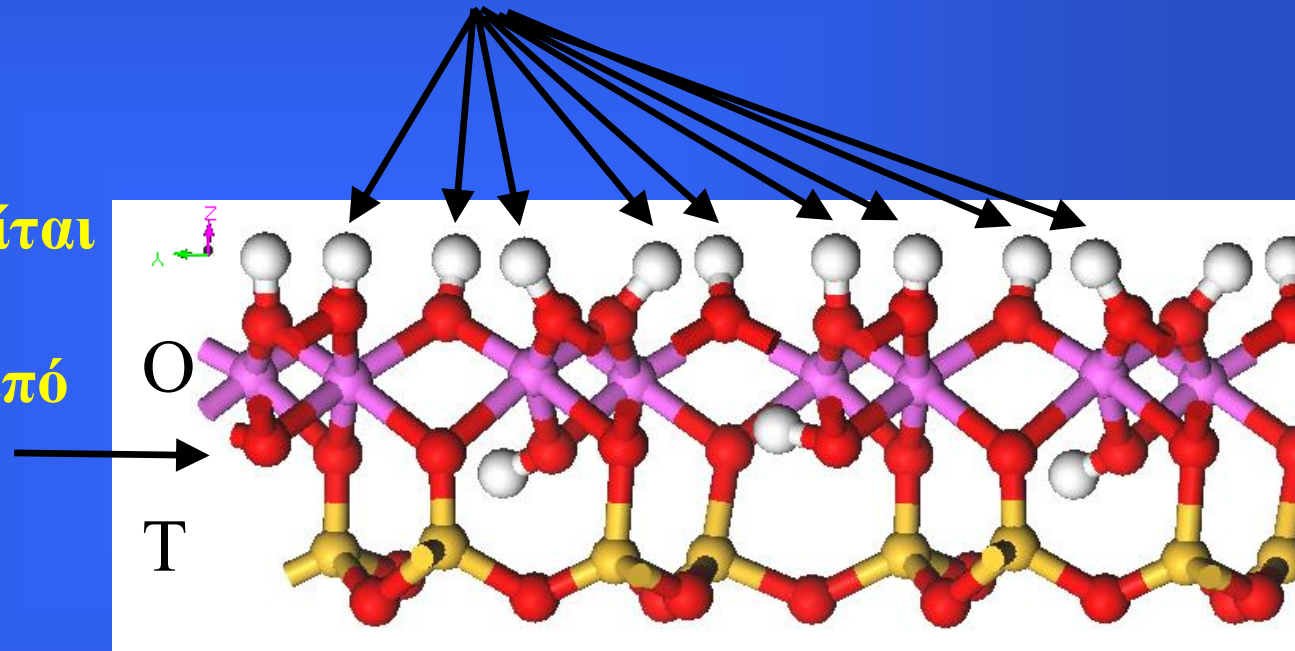


- ❖ Στη μία άκρη βρίσκεται το βασικό επίπεδο  $O^{2-}$  των τετραέδρων

# T-O (1/1) ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ

❖ Στην άλλη άκρη βρίσκεται το επίπεδο των  $\text{OH}^-$  των Οκταέδρων

❖ Το ενδιάμεσο επίπεδο αποτελείται από  $\text{OH}^-$  (από το Οκτάεδρο) και από  $\text{O}^{2-}$  (από το Τετράεδρο)



# *T-O* (1/1) ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ

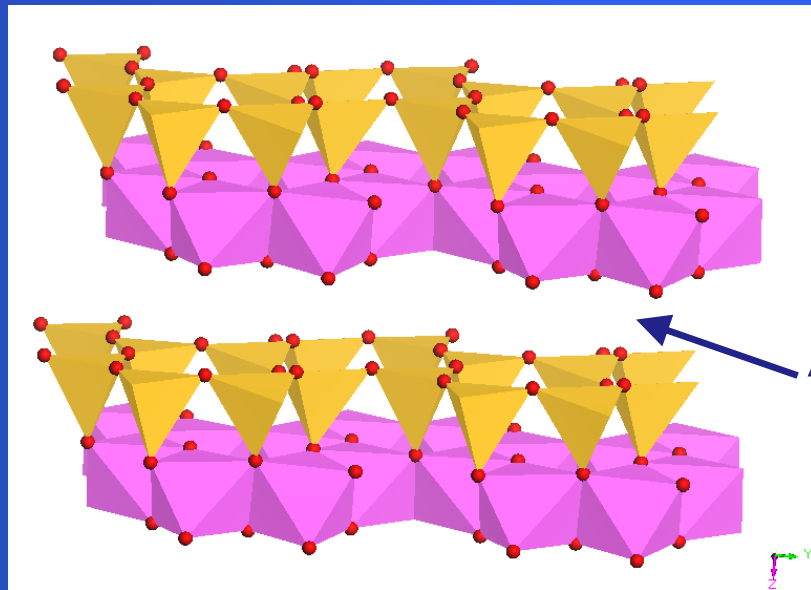
- ❖ *T* στρώμα + *O* στρώμα → *T-O* φύλο + 2OH<sup>-</sup>
- ❖  $\text{Si}_2\text{O}_5^{-2} + \text{Al}_2(\text{OH})_6 \rightarrow \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 + 2\text{OH}^-$   
Διοκταεδρικό
- ❖  $\text{Si}_2\text{O}_5^{-2} + \text{Mg}_3(\text{OH})_6 \rightarrow \text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 + 2\text{OH}^-$   
Τριοκταεδρικό

# *T-O (1/1) ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ*

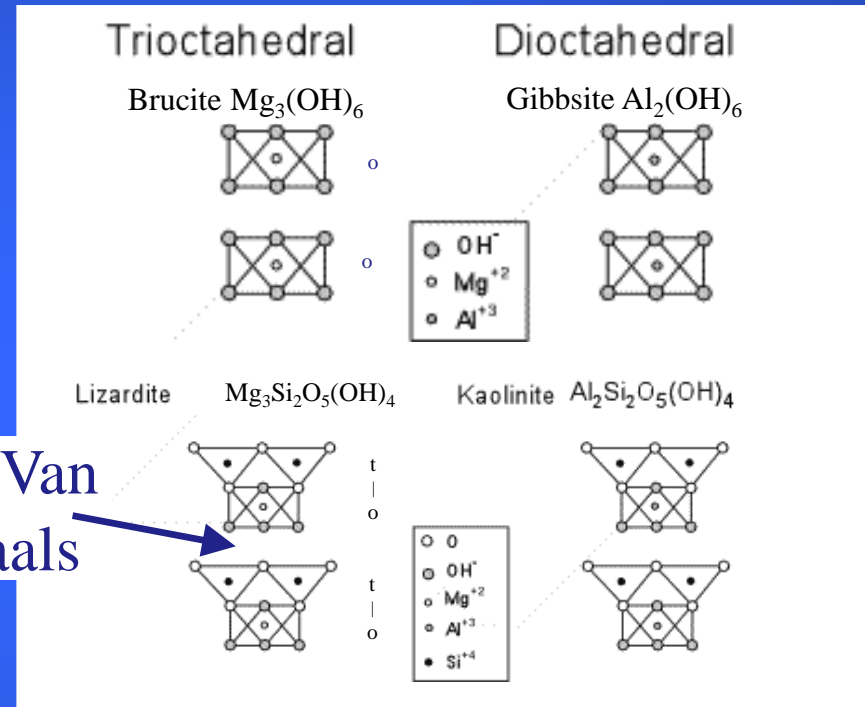
- ❖ *Εναλλαγές στρωμάτων T, O*
- ❖ *Τα 1/1 φύλλα είναι ηλεκτρικά ουδέτερα*
- ❖ *Επομένως οι δεσμοί μεταξύ φύλλων είναι ασθενείς, ηλεκτροστατικής φύσεως*
- ❖ *Τα 1/1 ορυκτά είναι μαλακά*

**ΑΣ ΔΟΥΜΕ ΠΟΣΟ ΕΥΚΟΛΟ ΕΙΝΑΙ ΝΑ  
ΒΡΟΥΜΕ ΤΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΤΟ ΧΗΜΙΚΟ ΤΥΠΟ  
ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ *T-O* ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ**

# ΔΟΜΗ T-O (ΚΑΟΛΙΝΙΤΗΣ ή ΣΕΡΠΕΝΤΙΝΗΣ)



Δεσμοί Van Der Waals



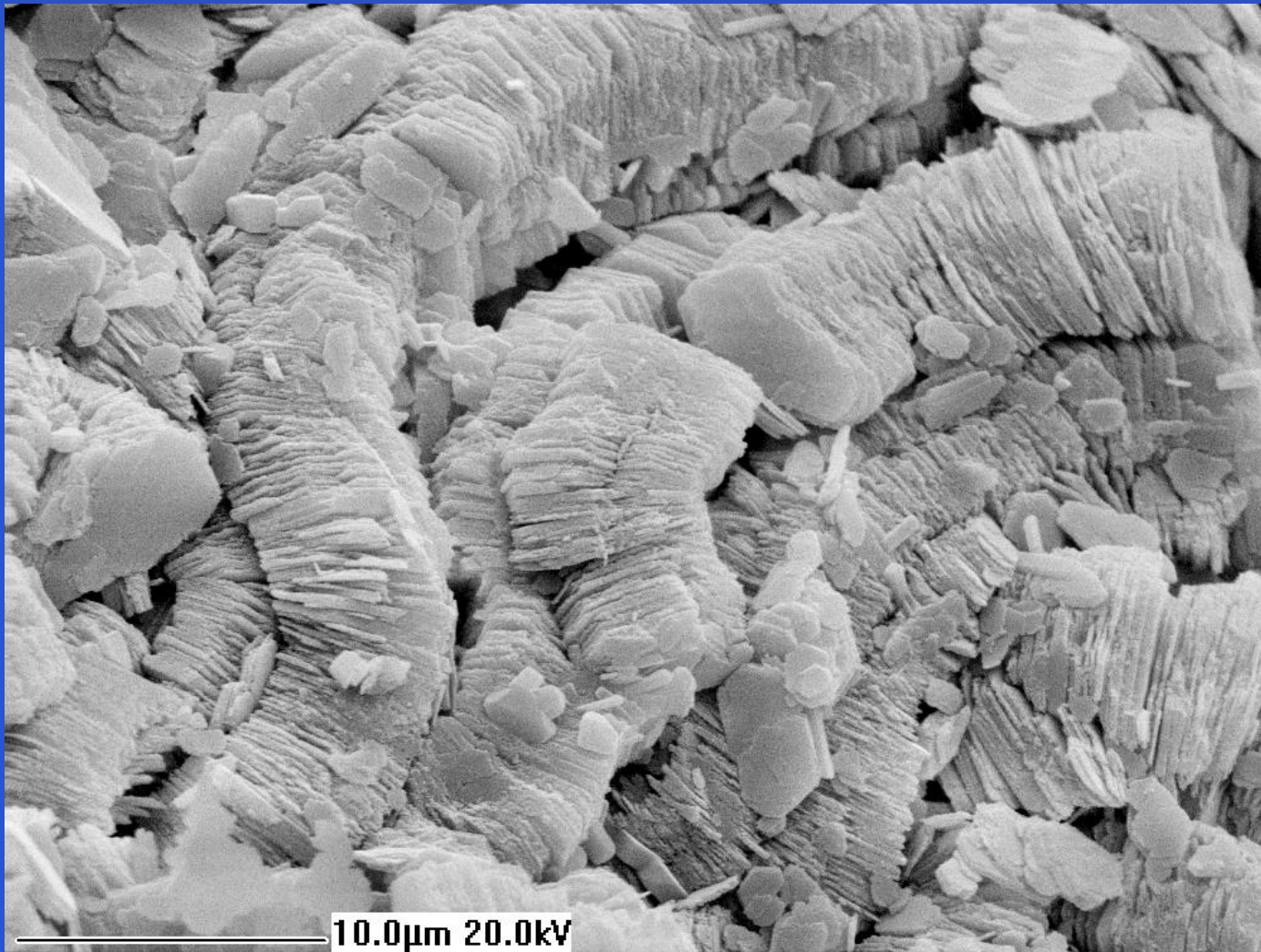
([https://www.tulane.edu/~sanelson/een\\_s211/phyllsilicates.htm](https://www.tulane.edu/~sanelson/een_s211/phyllsilicates.htm))

# ΚΑΟΛΙΝΙΤΗΣ

- ❖ Ξεκινώντας από τη δομή του γκιψίτη (Διοκταεδρικό στρώμα)
- ❖ Προσθέτουμε 1 ζεύγος τετραέδρων
- ❖ Και αντικαθιστούμε 2 OH<sup>-</sup> με 2 O<sup>-2</sup> (κορυφαία τετραεδρικά O)
- ❖  $\text{Al}_2(\text{OH})_6 + \text{Si}_2\text{O}_5^{-2} \xrightarrow{-2\text{OH}^-} \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$



# ΚΑΟΛΙΝΙΤΗΣ ( $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ )



Χαρακτηριστική φωτογραφία ηλεκτρονικού μικροσκοπίου του αργιλικού ορυκτού καολινίτη

# ΣΕΡΠΕΝΤΙΝΗΣ

- ❖ Ξεκινώντας από τη δομή του βρουσίτη (Τριοκταεδρικό στρώμα)
- ❖ Προσθέτουμε 1 ζεύγος τετραέδρων
- ❖ Και αντικαθιστούμε 2  $\text{OH}^-$  με 2  $\text{O}^{2-}$  (κορυφαία τετραεδρικά O)
- ❖  $\text{Mg}_3(\text{OH})_6 + \text{Si}_2\text{O}_5^{2-} \xrightarrow{-2\text{OH}^-} \text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$  Λιζαρδίτης

# ΟΡΥΚΤΑ ΤΟΥ ΣΕΡΠΗΝΤΙΝΗ ( $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ )

Αντιγορίτης

Χρυσοτίλης

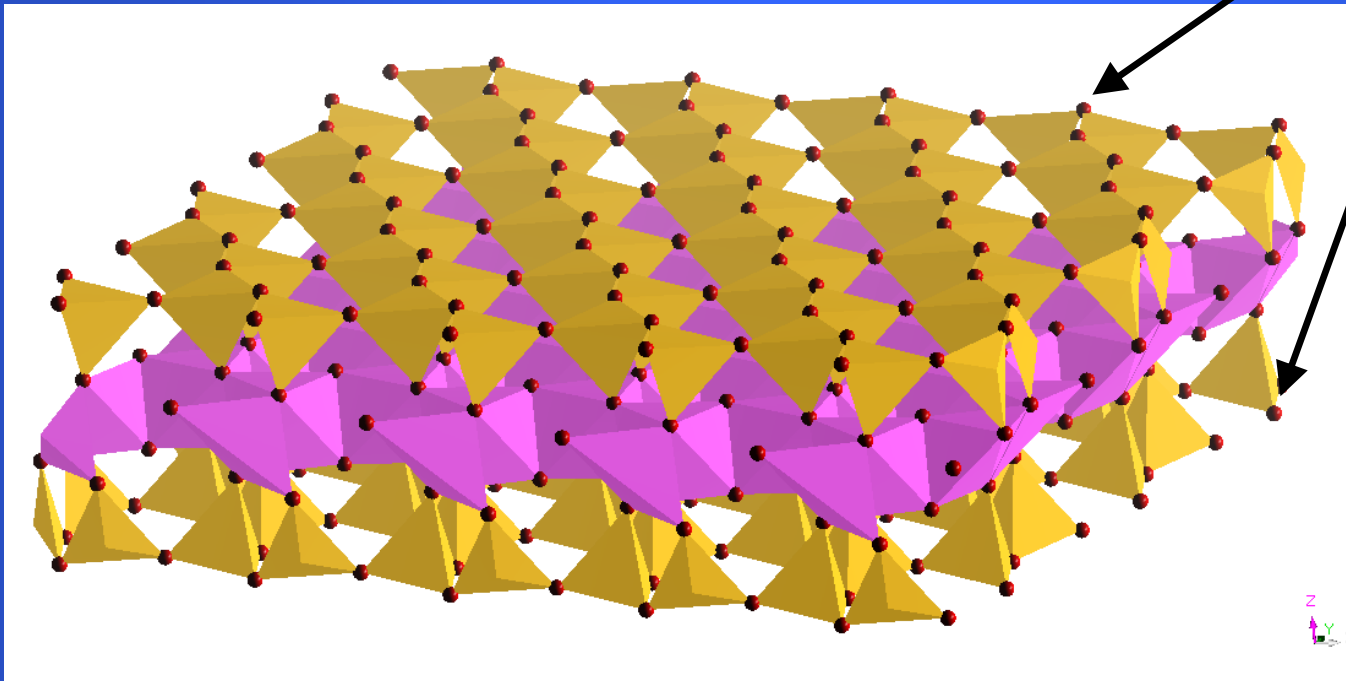
Χρυσοτίλης

Αντιγορίτης

Λιζαρδίτης

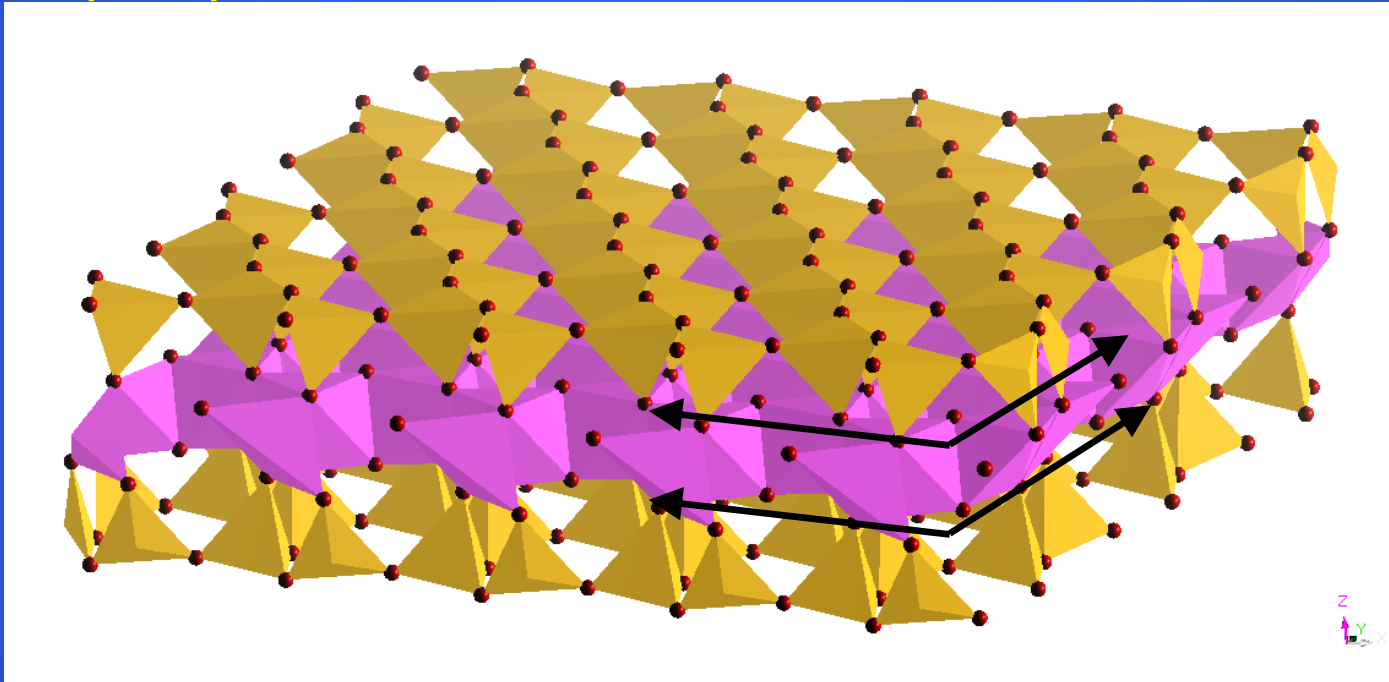
# ΔΟΜΗ T-O-T (2/1) ΑΡΓΙΛΙΚΑ

- ❖ Εναλλαγή Τετραεδρικού – Οκταεδρικού – Τετραεδρικού στρώματος
- ❖ Υπάρχουν 4 επίπεδα ανιόντων
- ❖ Τα δύο εξωτερικά αποτελούνται από τα βασικά  $O^{2-}$  των τετραέδρων

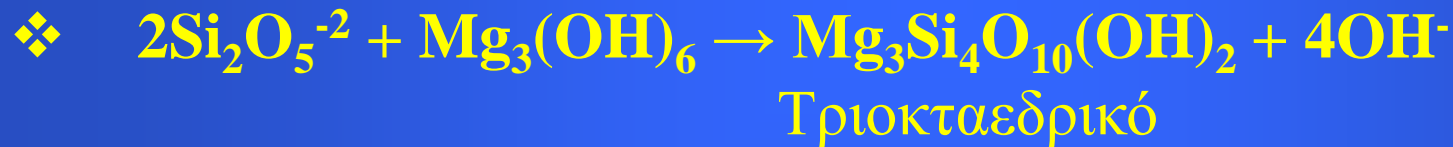
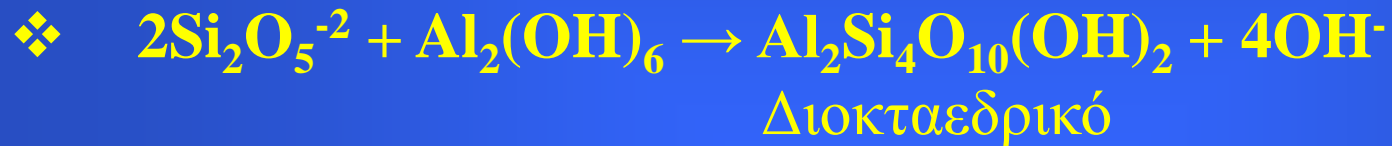


# ΔΟΜΗ T-O-T (2/1) ΑΡΓΙΛΙΚΑ

- ❖ Εναλλαγή Τετραεδρικού – Οκταεδρικού – Τετραεδρικού στρώματος
- ❖ Υπάρχουν 4 επίπεδα ανιόντων
- ❖ Στα δύο ενδιάμεσα βρίσκονται τα  $\text{OH}^-$  των Οκταέδρων και τα  $\text{O}^{2-}$  των Τετραέδρων



## *T-O-T* (2/1) ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ



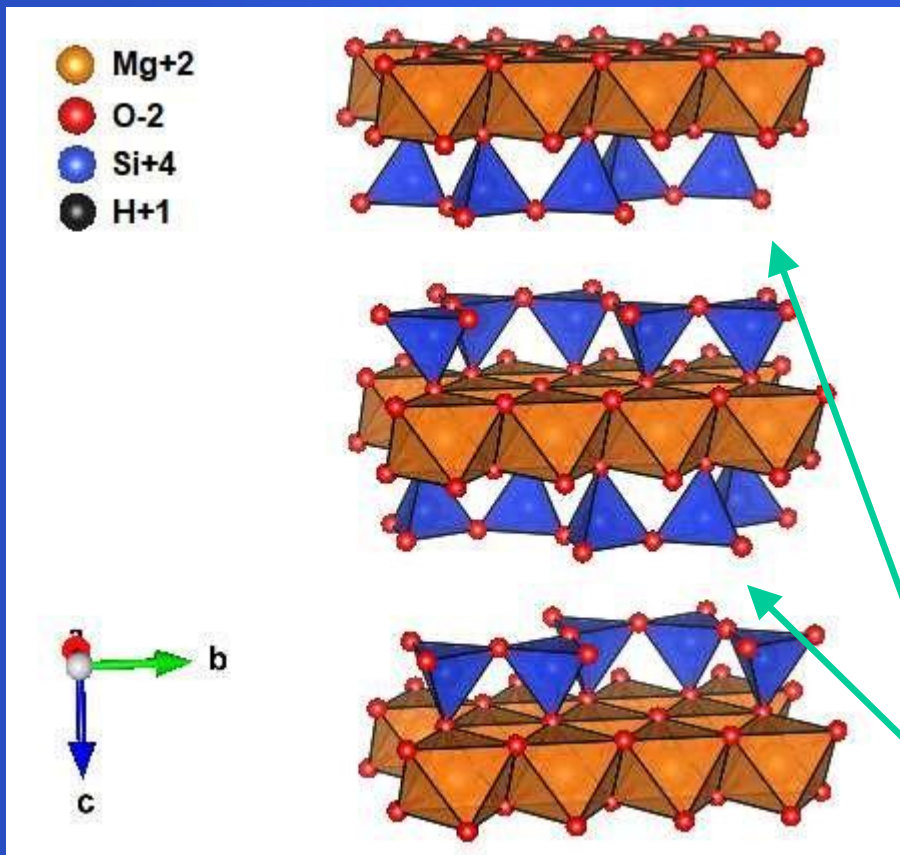
# *T-O-T (2/1) ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ*

- ❖ *Εναλλαγές στρωμάτων T-O-T*
- ❖ *Τα 2/1 στρώματα είναι ηλεκτρικά ουδέτερα*
- ❖ *Στην περίπτωση αντικατάστασης  $\text{Si}^{+4}$  από  $\text{Al}^{+3}$  στα Τετραεδρικά φύλλα το φορτίο γίνεται αρνητικό*
- ❖ *Όλες οι T θέσεις καταλαμβάνονται από  $\text{Si}^{+4}$*
- ❖ *Δεσμοί Van der Waals και H, μεταξύ διαδοχικών στρωμάτων*
- ❖ *Ορυκτά πολύ μαλακά με τέλειο σχισμό*

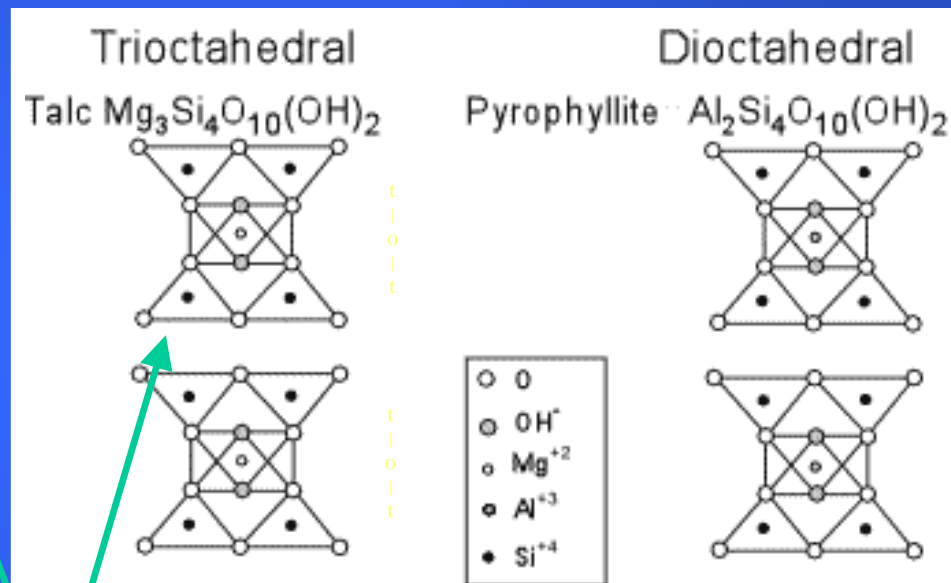
**ΑΣ ΔΟΥΜΕ ΠΑΛΙ ΠΟΣΟ ΕΥΚΟΛΟ ΕΙΝΑΙ ΝΑ  
ΒΡΟΥΜΕ ΤΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΤΟ ΧΗΜΙΚΟ ΤΥΠΟ  
ΕΝΟΣ *T-O-T* ΑΡΓΙΛΙΚΟΥ ΟΡΥΚΤΟΥ**



# ΔΟΜΗ T-O-T ΠΥΡΟΦΥΛΛΙΤΗΣ ή ΤΑΛΚΗΣ



(<https://www.tulane.edu/~sanelson/eens211/phylosilicates.htm>)



Δεσμοί van der Waals

(Gruner, 1934; Momma and F. Izumi, 2011, [https://www.researchgate.net/publication/337746188\\_Development\\_of\\_Composites\\_With\\_Soap\\_Stone\\_Waste](https://www.researchgate.net/publication/337746188_Development_of_Composites_With_Soap_Stone_Waste))

# ΠΥΡΟΦΥΛΛΙΤΗΣ

- ❖ Ξεκινώντας από τη δομή του γκιψίτη (Διοκταεδρικό στρώμα)
- ❖ Προσθέτουμε 2 ζεύγους τετραέδρων
- ❖ Και αντικαθιστούμε 4 OH<sup>-</sup> με 4 O<sup>-2</sup> (κορυφαία τετραεδρικά O)



# ΤΑΛΚΗΣ

- ❖ Ξεκινώντας από τη δομή του βρουσίτη (Τριοκταεδρικό στρώμα)
- ❖ Προσθέτουμε 2 ζεύγους τετραέδρων
- ❖ Και αντικαθιστούμε 4  $\text{OH}^-$  με 4  $\text{O}^{2-}$  (κορυφαία τετραεδρικά O)
- ❖ 
$$\text{Mg}_3(\text{OH})_6 + 2\text{Si}_2\text{O}_5^{2-} \xrightarrow{-4\text{OH}^-} \text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$$

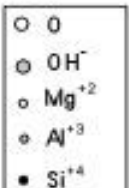
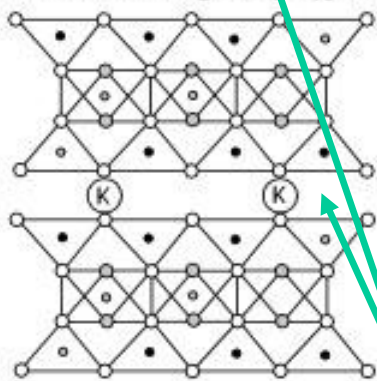
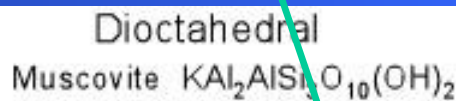
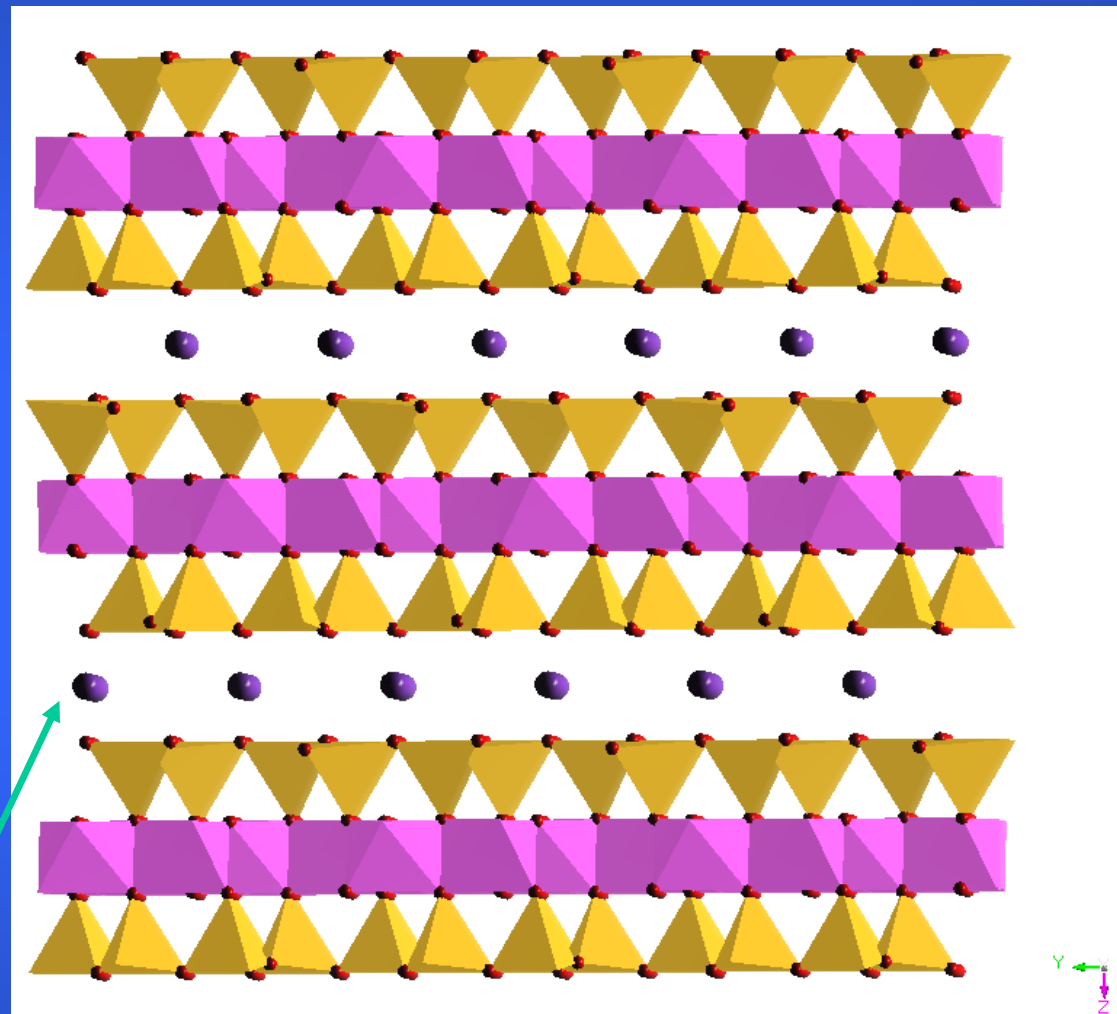
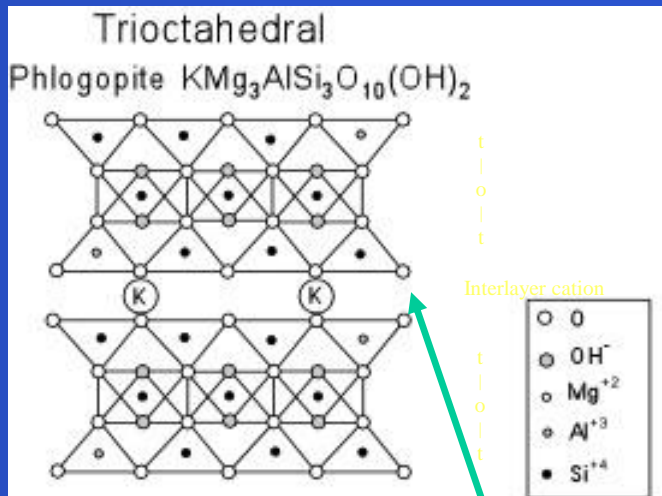
# ΤΑΛΚΗΣ ( $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ )



## ΔΟΜΗ *T-O-T* + c

- ❖ Σε ορισμένες *T* θέσεις, το  $Al^{+3}$  αντικαθιστά το  $Si^{+4}$
- ❖ Παράδειγμα Μαρμαρυγίες :  $Al^{+3}/Si^{+4} = 1/3$
- ❖ ***T-O-T* στρώματα αρνητικά φορτισμένα**
- ❖ Άρα εμφάνιση φορτίου (-1)
- ❖ Επομένως το στρώμα *T* :  $AlSi_3O_{10}^{-1}$
- ❖ Απαιτούνται μεγάλα μονοσθενή κατιόντα για εξισορρόπηση φορτίου (π.χ.  $K^+$  ή  $Na^+$ )

# $\Delta O M H$ *T-O-T* + c



(<https://www.tulane.edu/~sanelson/eens211/phylosilicates.htm>)

Δεσμοί ιοντικοί και  
van der Waals

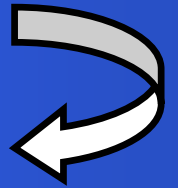
# ΔΟΜΗ *T-O-T* + c

## ❖ *T-O-T* στρώματα αρνητικά φορτισμένα

➤ *T-O-T* Διοκταεδρικό στρώμα :  $\text{Al}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2^{-1}$



+  $\text{K}^+$



✓  $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$

Μοσχοβίτης

## **ΔΟΜΗ *T-O-T* + c**

❖ **Μοσχοβίτης**



❖ **Παραγωνίτης**





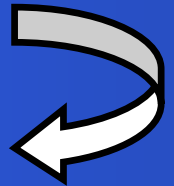
# ΔΟΜΗ *T-O-T* + c

## ❖ *T-O-T* στρώματα αρνητικά φορτισμένα

➤ *T-O-T* Τριοκταεδρικό στρώμα :  $\text{Mg}_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2^{-1}$

➤

+  $\text{K}^+$



✓  $\text{KMg}_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$

Φλογοπίτης

# ΔΟΜΗ *T-O-T* + c



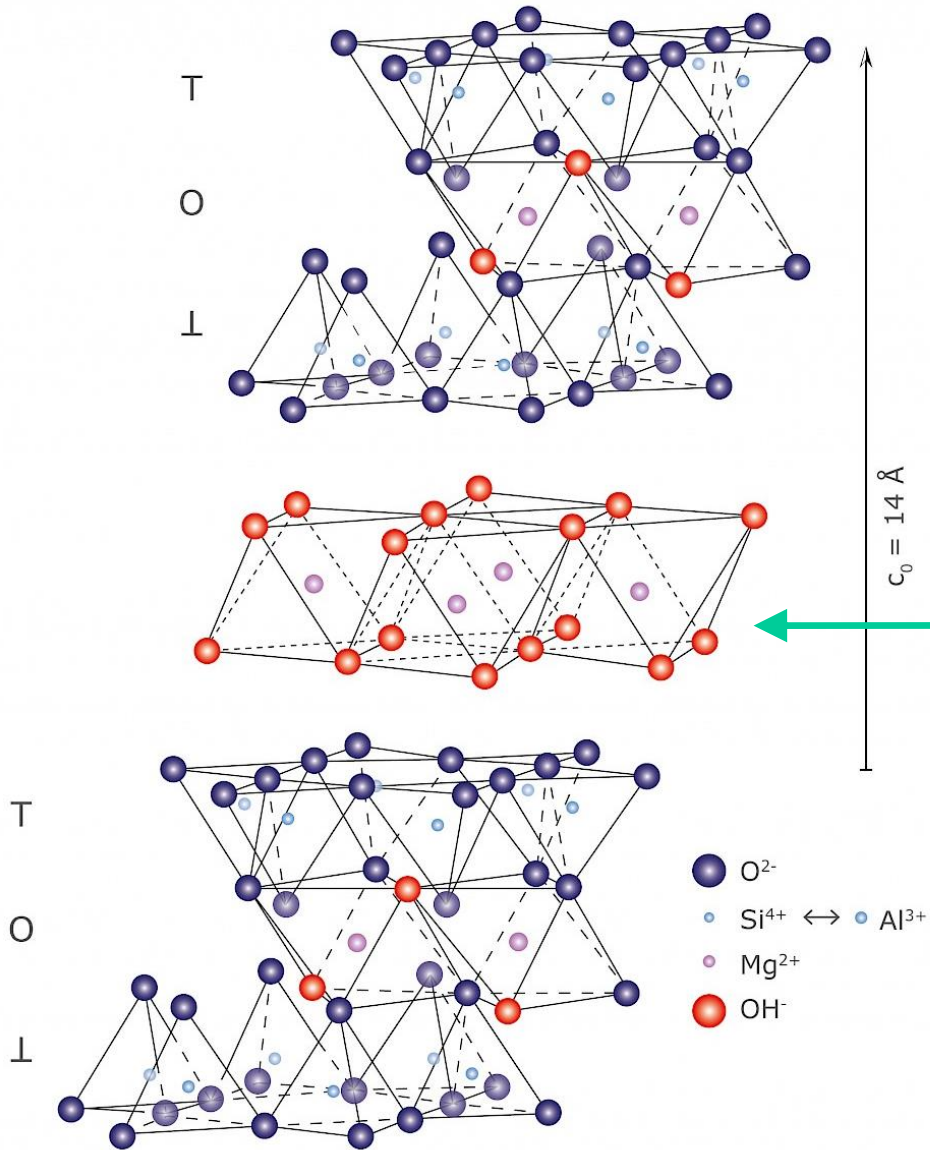
# ΔΟΜΗ T-O-T + c

- ❖ ΣΤΕΡΕΟ ΔΙΑΛΥΜΑ :  
Φλογοπίτη - Αννίτη  
 $\text{KMg}_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$  -  $\text{KFe}_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$
- ✓ Ενδιάμεσο μέλος **Βιοτίτης**  $\text{K}(\text{Fe},\text{Mg})_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$

## ΔΟΜΗ T-O-T + c

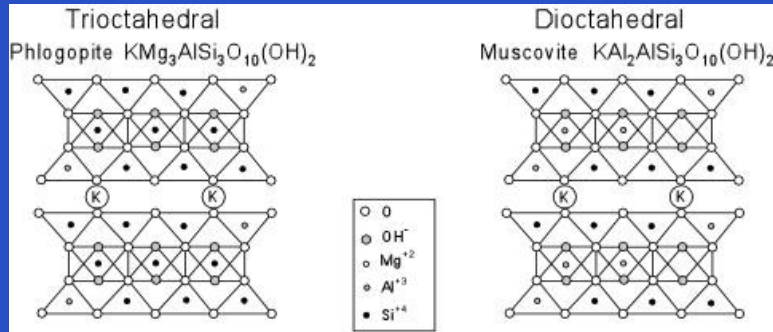
- ❖ Αν η αντικατάσταση  $\text{Si}^{+4}$  από  $\text{Al}^{+3}$  γίνει σε αναλογία 1/1 τότε το τετράεδρο αποκτά τον τύπο  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}^{-2}$
- ❖ Απαιτείται δισθενές κατιόν για εξισορρόπηση φορτίου (π.χ.  $\text{Ca}^{+2}$ )
- ❖ Κλιντονίτης  $\text{CaMg}_3\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}(\text{OH})_2$  (Τριοκταεδρικό)
- ❖ Μαργαρίτης  $\text{CaAl}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}(\text{OH})_2$  (Διοκταεδρικό)

# ΔΟΜΗ $T-O-T + O$

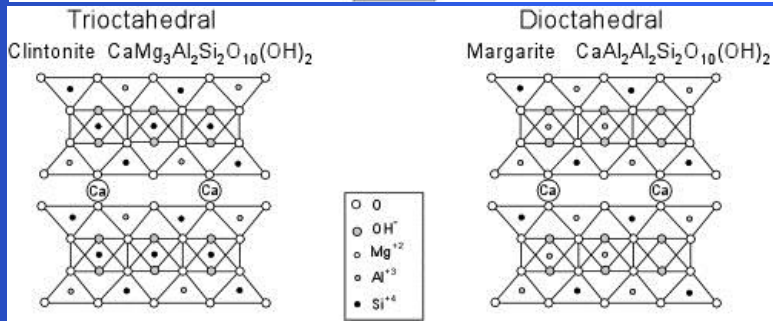


➤ Προσθήκη  
Οκταεδρικού  
στρώματος μεταξύ των  
διαδοχικών  $T-O-T$   
στρωμάτων  
(παράδειγμα χλωρίτη)

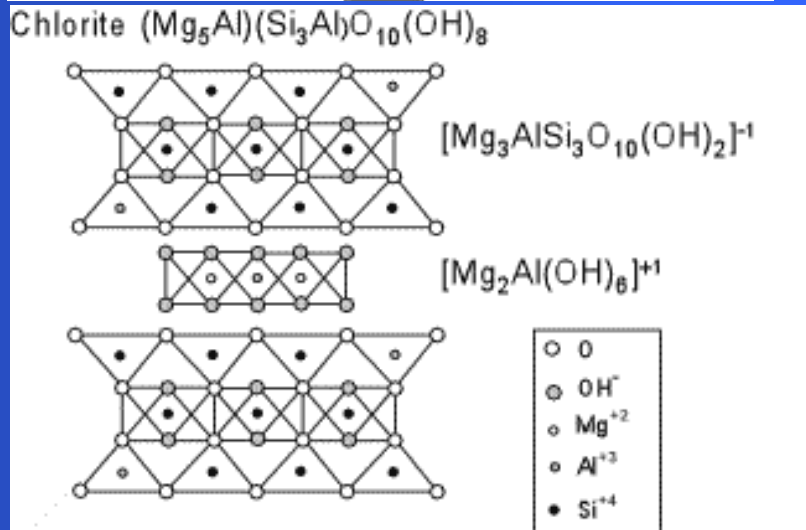
# ΔΟΜΗ *T-O-T* + *O*



← *T-O-T* + *c*



← *T-O-T* + *c*



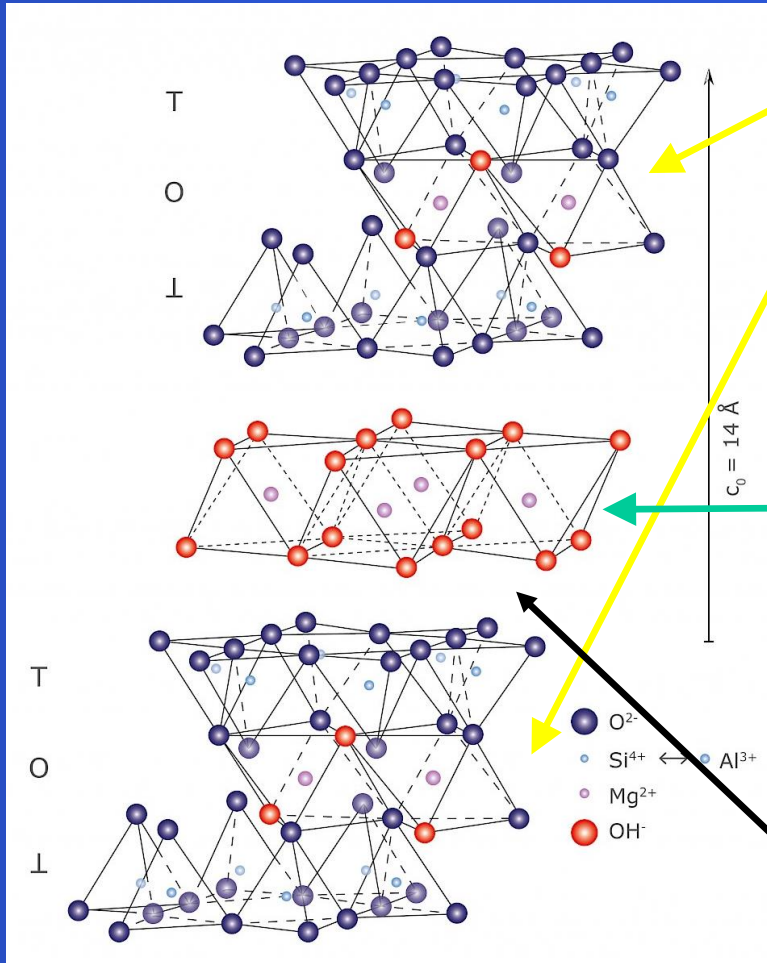
❖ *T-O-T* + *O*

← Προσθήκη Οκταεδρικού στρώματος μεταξύ των διαδοχικών *T-O-T* στρωμάτων χλωρίτης

## ΔΟΜΗ *T-O-T* + *O*

- ❖ Ορυκτά που η δομή τους καθορίζεται, αν μεταξύ διαδοχικών *T-O-T* στρωμάτων εισάγουμε ένα Οκταεδρικό στρώμα
- ❖  $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 + \text{Mg}_3(\text{OH})_6 \rightarrow \text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot \text{Mg}_3(\text{OH})_6$

# ΔΟΜΗ T-O-T + O



(<https://www.geo-ceramic-laboratory.com/geo-ceramic-laboratory/clay-mineralogy/>)

Τα T-O-T στρώματα του χλωρίτη έχουν αρνητικό φορτίο λόγω αντικατάστασης  $\text{Si}^{+4}$  από  $\text{Al}^{+3}$  (αναλογία Al/Si : 1/3)

Αντίθετα τα διασταυρωμένα Οκταεδρικά στρώματα έχουν θετικό φορτίο λόγω αντικατάστασης των οκταεδρικών, δισθενών κατιόντων από  $\text{Al}^{+3}$  σπανιότερα και  $\text{Fe}^{+3}$

Τα αντίθετα φορτισμένα στρώματα δημιουργούν ισχυρούς δεσμούς ηλεκτροστατικής φύσεως



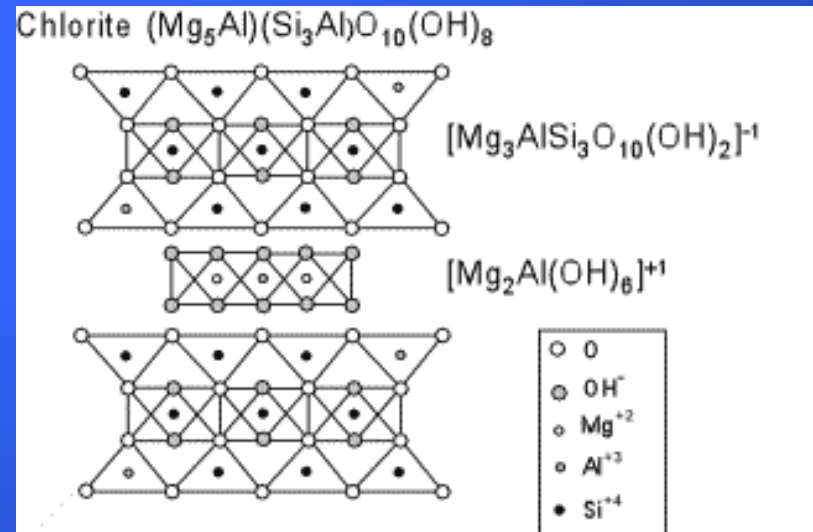
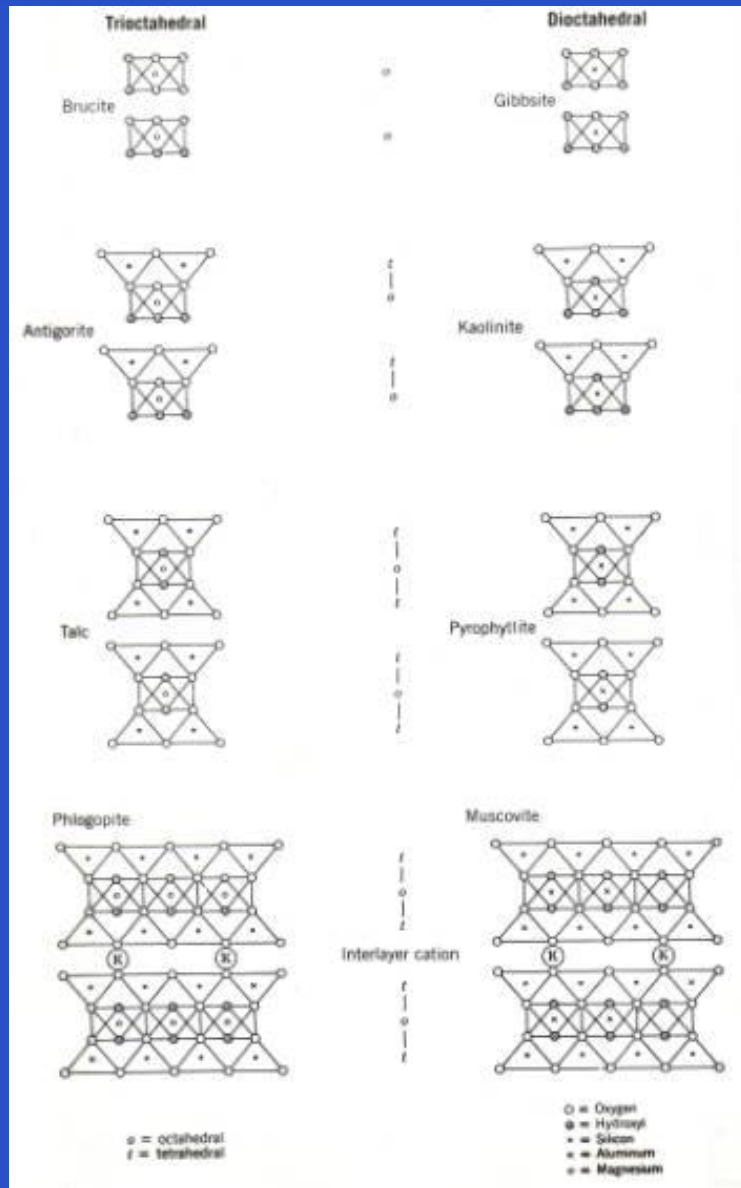
## ΔΟΜΗ *T-O-T* + *O* (Διοκταεδρικό)

- ❖ Χλωρίτης  $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot \text{Mg}_3(\text{OH})_6$

# ΔΟΜΗ *T-O-T + O*

- ❖ Ορυκτά σχετικά σκληρότερα
- ❖ Ο χλωρίτης έχει 2-3 φορές μεγαλύτερη σκληρότητα από τους μαμαρυγίες

# ΟΙ ΔΟΜΕΣ ΤΩΝ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ



# Η ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ ΣΤΑ ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ

- ❖ Η τέλεια εφαρμογή των οκταεδρικών στρωμάτων ανάμεσα στα τετραεδρικά είναι μια υπεραπλουστευμένη δομή
- ❖ Αν όλα τα κορυφαία  $O^2$  των τετραέδρων ήταν κατακόρυφα ευθυγραμμισμένα, τότε τα αργιλικά ορυκτά θα είχαν εξαγωνική συμμετρία
- ❖ Όμως τα περισσότερα ανήκουν στο μονοκλινές κρυσταλλικό σύστημα

# Η ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ ΣΤΑ ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ

- ❖ Στα ορυκτά της ομάδας του σερπεντίνη αυτές οι δομικές ατέλειες έχουν ως αποτέλεσμα την ύπαρξη 3 διαφορετικών ποικιλιών

I. Αντιγορίτης

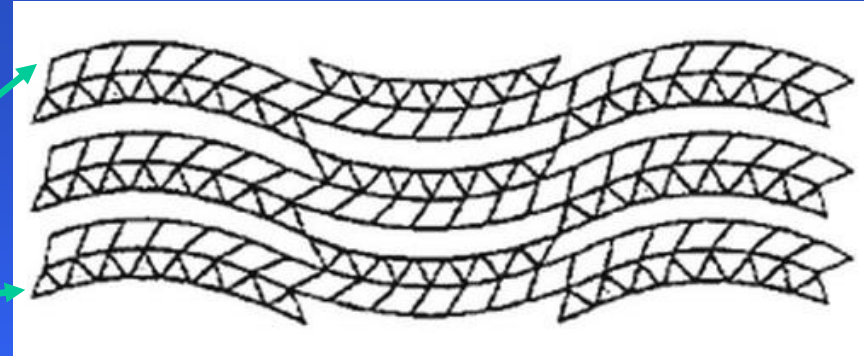
II. Λιζαρδίτης

III. Χρυσοτίλης

## ΑΝΤΙΓΟΡΙΤΗΣ

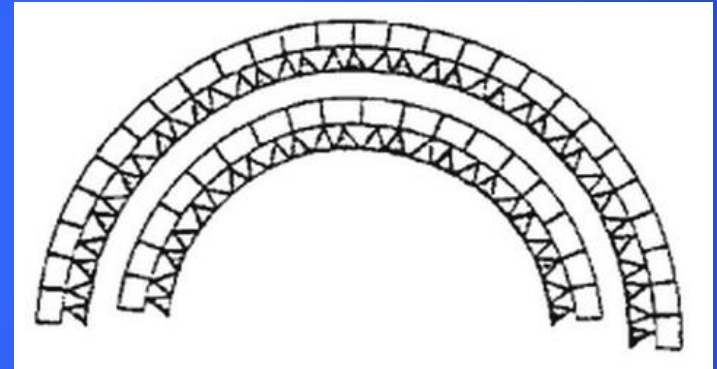
- Ασυνεχής κάμψη των στρωμάτων κατά ομάδες και με εναλλαγές

Οκταεδρικό στρώμα  
Τετραεδρικό στρώμα



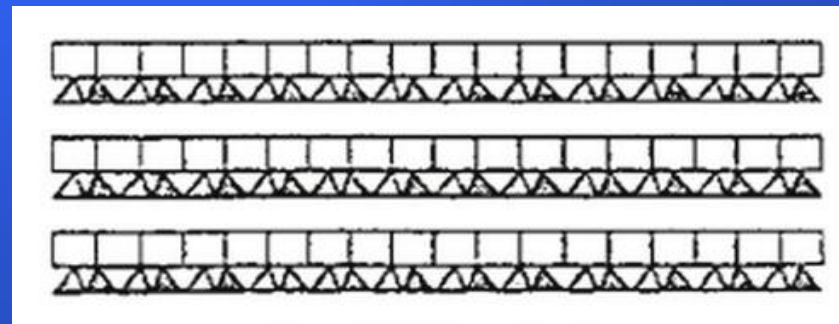
## ΧΡΥΣΟΤΙΛΗΣ

- Συνεχής κάμψη των στρωμάτων, με αποτέλεσμα το σχηματισμό «σωλήνων» (ινώδης μορφή)



## ΛΙΖΑΡΔΙΤΗΣ

- Λιζαρδίτης: Επίπεδα στρώματα, με μικρές περιστροφές των τετραέδρων



(Iyer, 2007,

[https://www.researchgate.net/publication/267926357\\_Mechanisms\\_of\\_serpentinization\\_and\\_some\\_geochemical\\_effects#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/267926357_Mechanisms_of_serpentinization_and_some_geochemical_effects#fullTextFileContent))

# ΟΜΑΔΕΣ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

1. Ομάδα Καολινίτη  $T-O$
2. Ομάδα Σερπεντίνη  $T-O$
3. Ομάδα Ιλλίτη  $T-O-T$
4. Ομάδα ινώδων Αργίλων  $T-O-T$
5. Ομάδα Χλωρίτη  $T-O-T + O$
6. Ομάδα Βερμικουλίτη  $T-O-T + C$
7. Ομάδα Μοντμοριλλονίτη  $T-O-T + C$
8. Ορυκτά με αναμεμειγμένα φύλλα

# 1. Ομάδα Καολινίτη

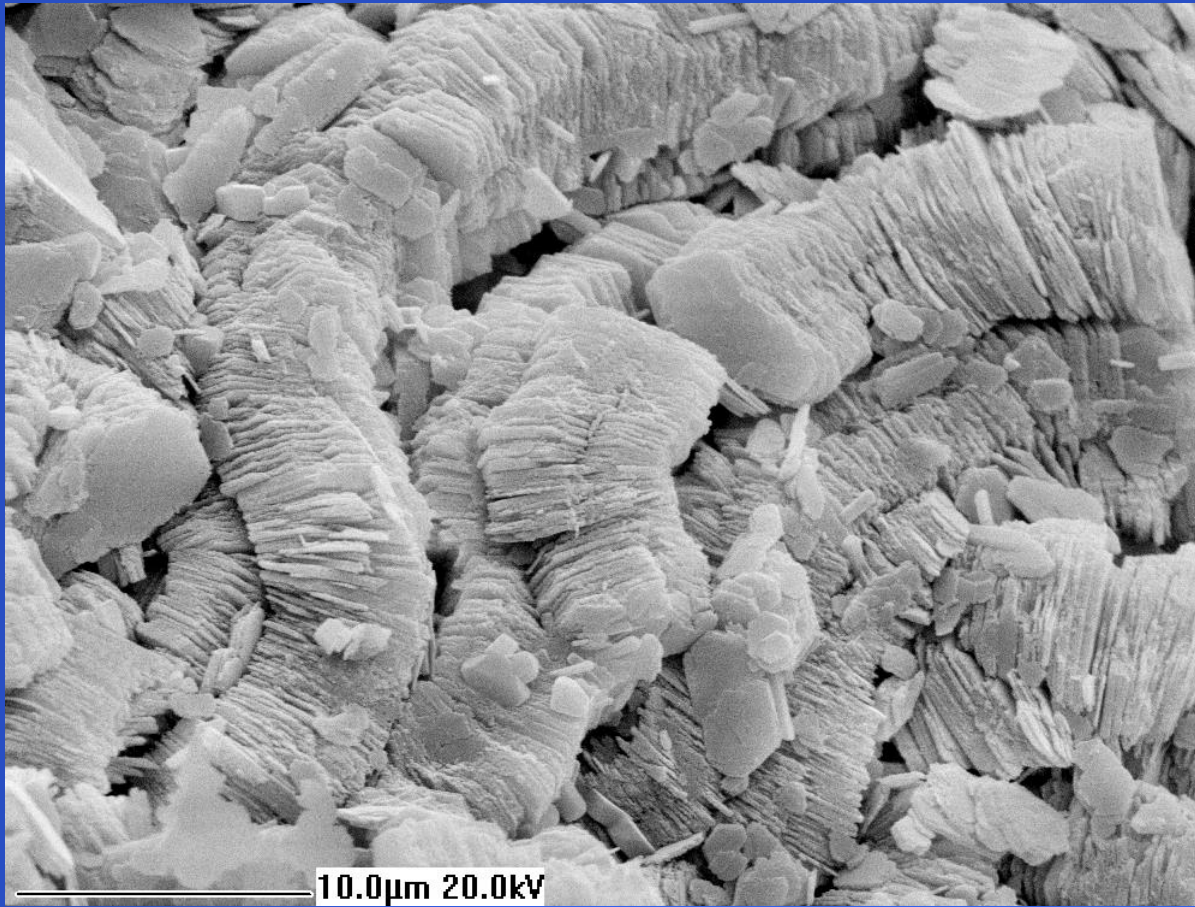
α) Καολινίτης

β) Δικίτης

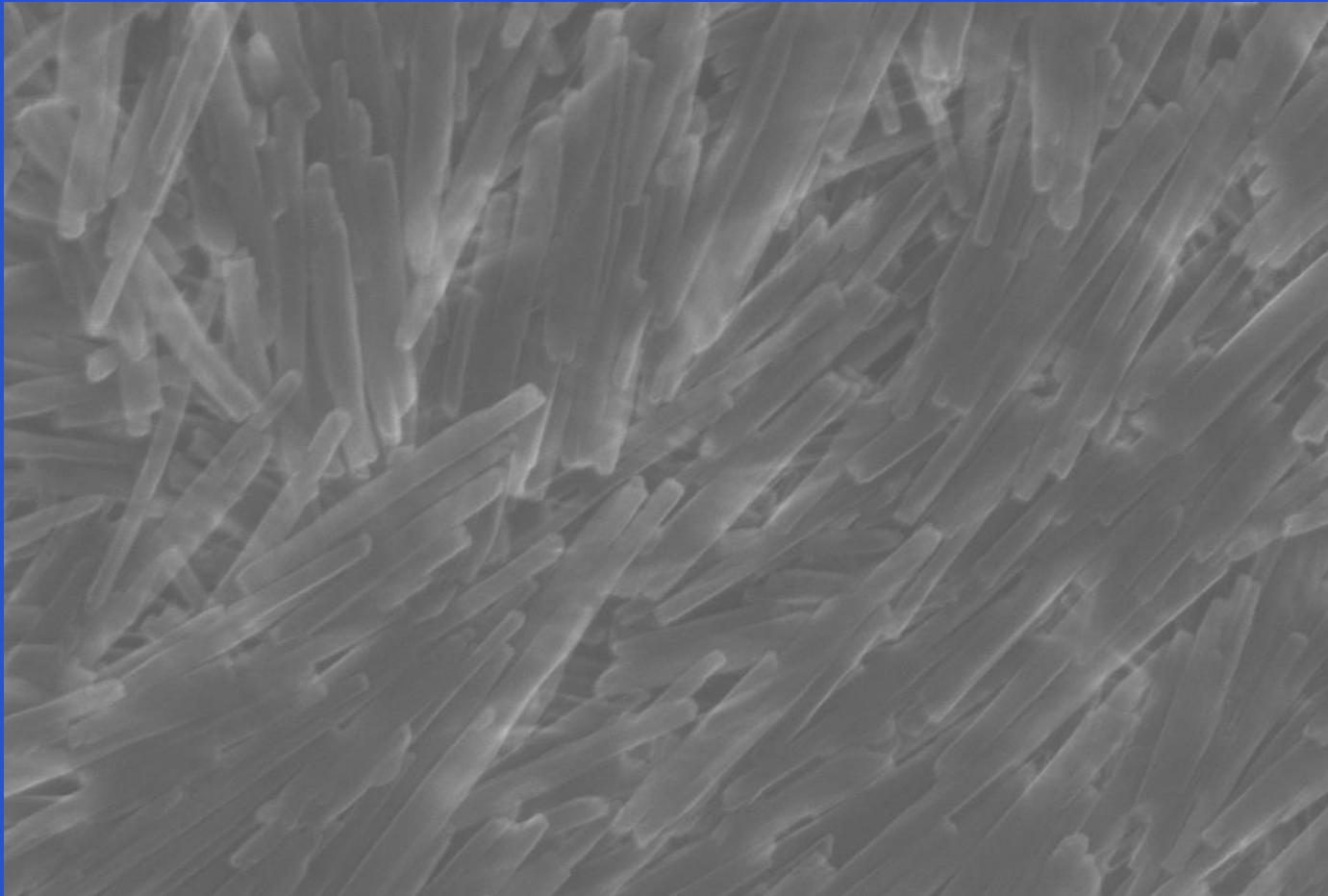
γ) Νακρίτης

δ) Αλλοϋσίτης - Μεταλλοϋσίτης





**Καολινίτης**



Mag = 23.25 K X  
1μm



EHT = 30.00 kV  
WD = 13 mm  
Signal A = SE2

Date :28 Mar 2008  
Time :17:06:39  
Noise Reduction = Line Avg

FORTH/ICE-HT  
LEO SUPRA 35VP

**Αλλοσίτης**

# Καολινίτης : Δομικός τύπος $Al_2Si_2O_5(OH)_4$

|        |      |                      |
|--------|------|----------------------|
| Ορυκτό | T.O. | Οκταεδρικός<br>τύπος |
|--------|------|----------------------|

|            |     |               |
|------------|-----|---------------|
| Καολινίτης | 1:1 | Διοκταεδρικός |
|------------|-----|---------------|

Το πιο κοινό ορυκτό της ομάδας του καολινίτη.

Τα κενά και τα “γεμάτα” οκτάεδρα διαστρέφουν την εξαγωνική δομή. Οι κενές θέσεις είναι μεγαλύτερες. (κανένα κεντρικό κατιόν δεν “τραβά” τα ανιόντα μέσα.)



## 2. Ομάδα Σερπεντίνη

α) Χρυσοτίλης

β) Αντιγορίτης

γ) Λιζαρδίτης

δ) Αμεσίτης

ε) Γκρεϊναλίτης

στ) Μπερθιερίνης

Καθόλου αντικαταστάσεις

Λίγες αντικαταστάσεις

Πολλές αντικαταστάσεις

## ΔΟΜΗ 1:1.

### ΟΡΥΚΤΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΤΟΥ ΣΕΡΠΕΝΤΙΝΗ

- Δομικός Τύπος  $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$

ΟΡΥΚΤΟ            T-O            ΟΚΤΑΕΔΡΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ

ΧΡΥΣΟΤΙΛΗΣ    1:1            Τριοκταεδρικός

ΧΡΥΣΟΤΙΛΗΣ - Ινώδης 1:1 (7Å), φύλλα που συστρέφονται.

Κακή ταξιθέτηση μεταξύ του μικρότερου Si-rich τετραεδρικού φύλλου και του μεγαλύτερου Mg-rich οκταεδρικού φύλλου έχει ως αποτέλεσμα την ελικωειδή μορφή των φύλλων.

## ΔΟΜΗ 1:1.

|            |     |                   |
|------------|-----|-------------------|
| ΟΡΥΚΤΟ     | T-O | ΟΚΤΑΕΔΡΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ |
| ΛΙΖΑΡΔΙΤΗΣ | 1:1 | Τριοκταεδρικός    |

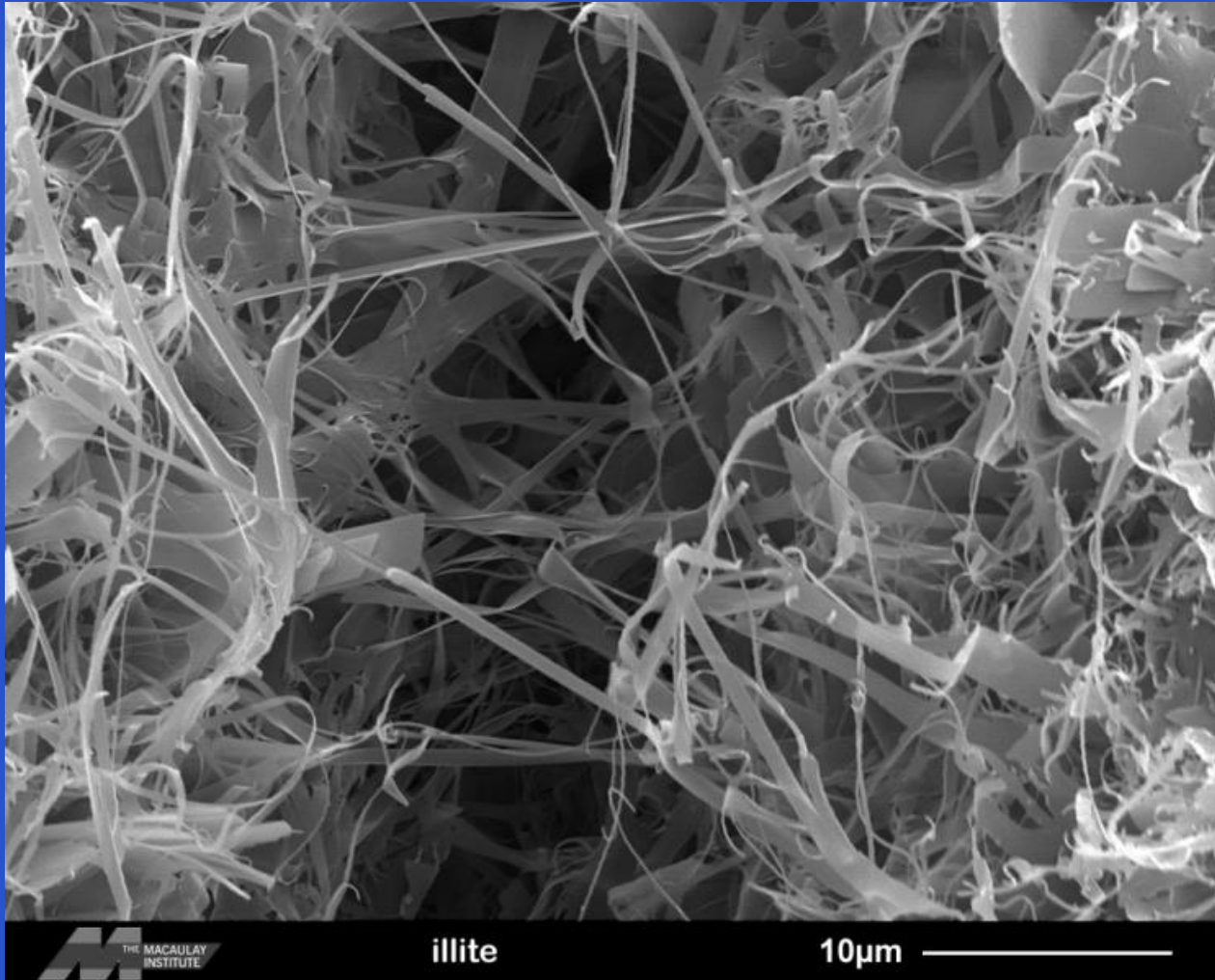
ΧΡΥΣΟΤΙΛΗΣ – Ο πιο κοινός σερπεντίνης – χαρακτηρίζεται από αντικατάστασεις του Si από Al στα τετράεδρα.

### 3. Ομάδα Ιλλίτη

- α) Τάλκης
- β) Πυροφυλλίτης
- γ) Μοσχοβίτης
- δ) Βιοτίτης
- ε) Φλογοπίτης



# Ιλλίτης



<https://www.minersoc.org/images-of-clay.html> Evelyne Delbos, James Hutton Institute

# Ομάδα Ιλλίτη

|        |      |                      |
|--------|------|----------------------|
| Ορυκτό | Τ.Ο. | Οκταεδρικός<br>τύπος |
|--------|------|----------------------|

|        |     |                |
|--------|-----|----------------|
| Τάλκης | 2:1 | Τριοκταεδρικός |
|--------|-----|----------------|

Τα φύλλα συγκρατούνται μεταξύ τους με δεσμούς van der Waals.  
Έτσι η υφή του ταλκη γίνεται απαλή και λιπαρή.

**Παραγένεση** - Τάλκης ---> χαμηλού βαθμού μεταμόρφωση  
πυριτικών ασβεστολίθων.

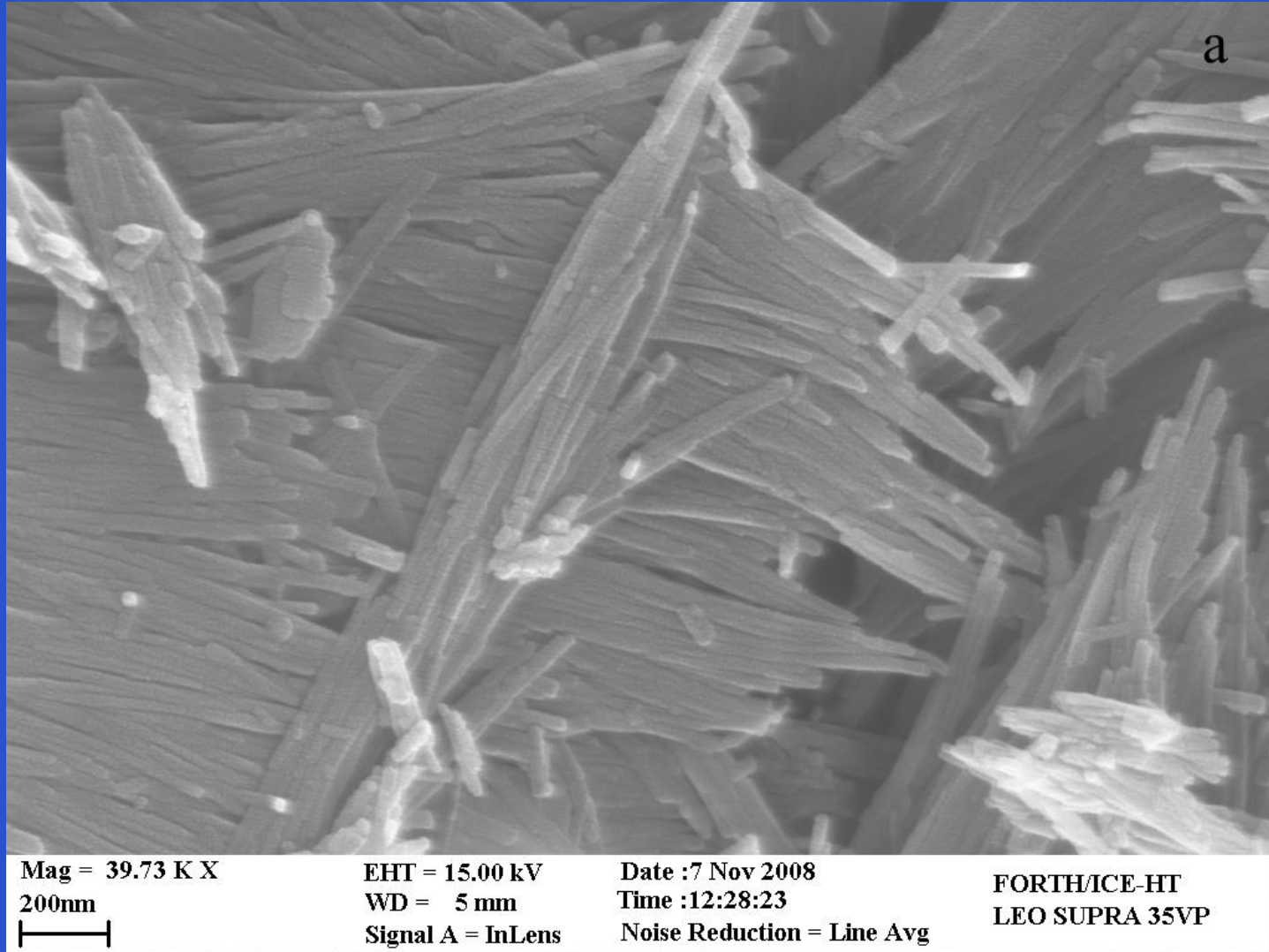
## 4. Ομάδα ινωδών Αργίλων

Σεπιόλιθος

Παλυγορσκήτης

- ✓ Τα φύλλα T.O.T. διακόπτονται σε μια διεύθυνση // με την επιμήκυνση φτιάχνοντας έτσι “κορδέλες” των οποίων η αύξηση περιορίζεται σε μία διεύθυνση.
- ✓ Οι κορδέλες δεν επικάθονται η μία πάνω στην άλλη αλλά είναι διευθετημένες αλληλοδιαδόχως από το ένα “ψευδοφύλλο” στο άλλο.

## 4. Ομάδα ινώδων Αργίλων



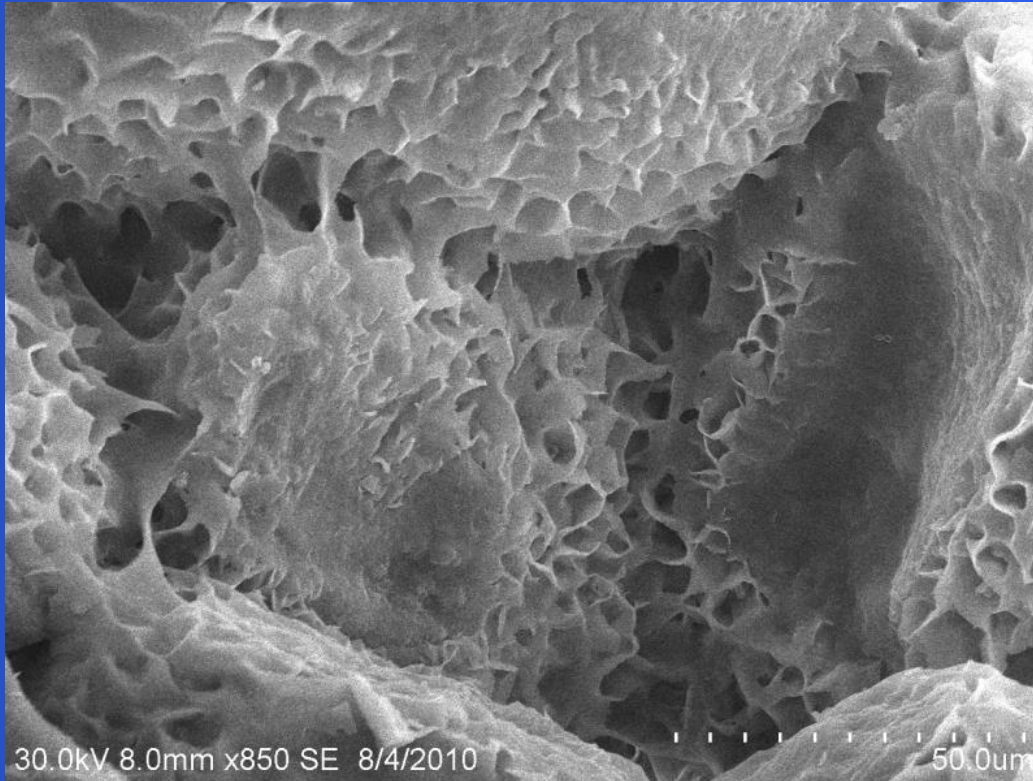
Παλυγορσκήτης

## 5. Ομάδα Χλωρίτη

α) Χλωρίτες

β) Σιδηρούχοι Χλωρίτες

γ) ~~Διογκούμενοι Χλωρίτες~~



<https://www.minersoc.org/images-of-clay.html> Julita Biernacka. See Clay Minerals, V49 pages 636-655.

# Ομάδα Χλωρίτη

|        |      |                      |
|--------|------|----------------------|
| Ορυκτό | Τ.Ο. | Οκταεδρικός<br>τύπος |
|--------|------|----------------------|

|          |       |        |
|----------|-------|--------|
| Χλωρίτης | 2/1/1 | Δι-Τρι |
|----------|-------|--------|

Τριοκτ. π.χ. Κλινόχλωρο -  $Mg_3 Si_3 Al O_{10}(OH)_2 Mg_2 Al (OH)_6$

Διοκτ. π.χ. Ντονμπασσίτης -  $Al_2 Si_3 Al O_{10}(OH)_2 Al_{2.3}(OH)_6$

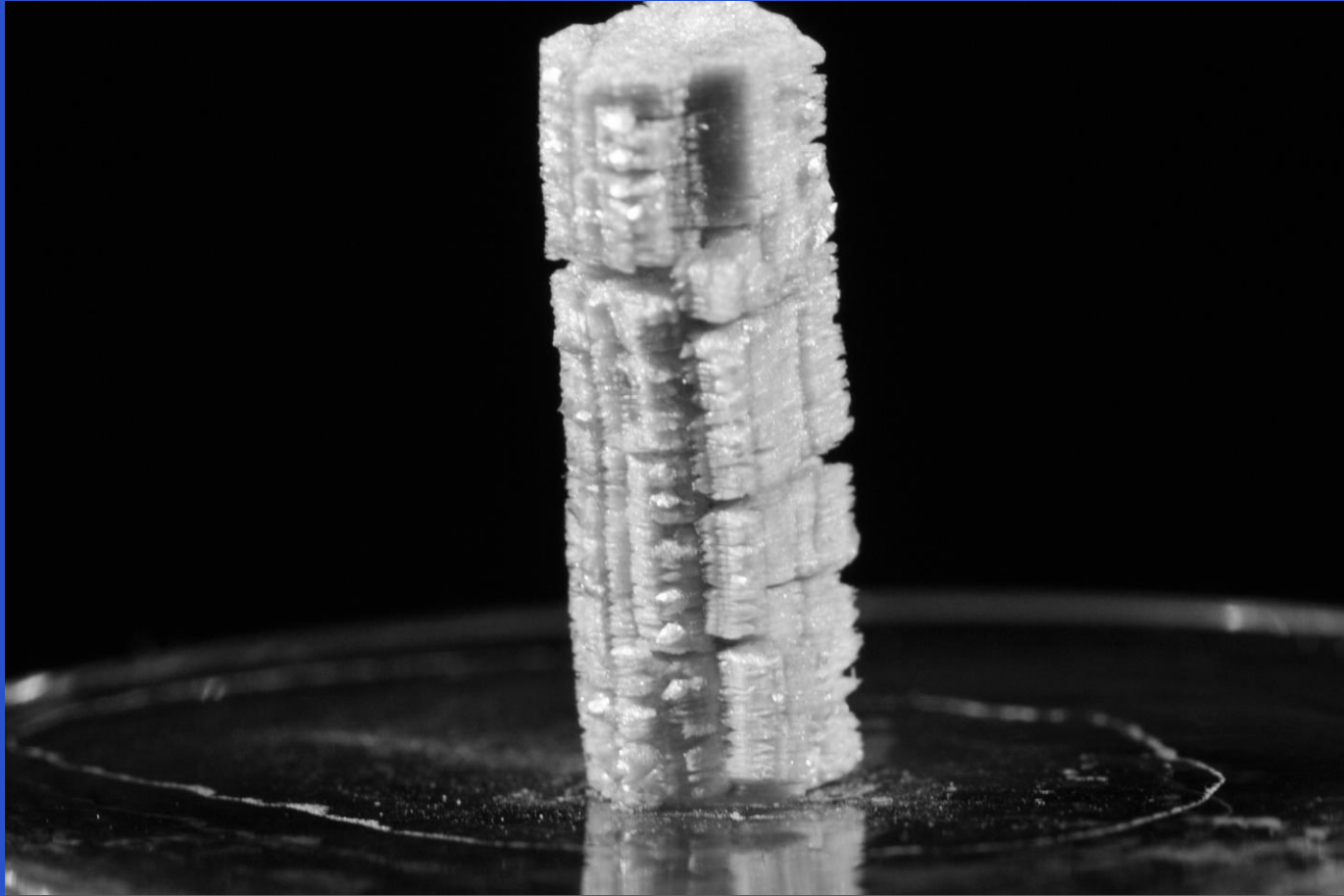
## 6. Ομάδα Βερμικουλίτη

Δομή ίδια με των Ιλλιτών

Δομικός τύπος :



# Βερμικουλίτης



<https://www.minersoc.org/images-of-clay.html> Steve Hillier, David Riley, The James Hutton Institute



# Ομάδα Βερμικουλίτη

|        |      |                      |                   |
|--------|------|----------------------|-------------------|
| Ορυκτό | T.O. | Οκταεδρικός<br>τύπος | Interlayer κατιόν |
|--------|------|----------------------|-------------------|

|               |     |         |            |
|---------------|-----|---------|------------|
| Βερμικουλίτης | 2/1 | Δι, Τρι | Mg, Ca, Na |
|---------------|-----|---------|------------|

Παραγένεση: Εξαλλοίωση πυροξένων, βιοτίτη, χλωρίτη, φλογοπίτη τόσο σε υδροθερμικό όσο και σε περιβάλλον αποσάθρωσης.

Το φορτίο οφείλεται στο τετραεδρικό φύλλο

Βασικές ανακλάσεις των Βερμικουλιτών ανάλογα με τη φύση των κατιόντων του παρεμβαλλόμενου διαστήματος

| Κατιόντα του παρέμβαλλόμενου διαστήματος | Ανάκλαση d (001) |
|--|------------------|
| Mg                                       | 14,33            |
| Ca                                       | 15,07            |
| Li, Ba ή Na                              | 12,56            |
| NH <sub>4</sub> ή Rb                     | 11,24            |
| K  | 10,42            |
| Cs                                       | 11,97            |
| Mg & Ca                                  | ~14              |
| Ba, Li & Na                              | ~12              |
| NH <sub>4</sub> , K Rb & Cs              | ~10              |

## 7. Ομάδα Μοντοριλλονίτη

### 1. Διοκταεδρικοί

α) Μοντοριλλονίτης

β) Μπειντελλίτης

γ) Νοτρονίτης

### 2. Τριοκταεδρικοί

δ) Στηβενσίτης

ε) Εκτορίτης

στ) Σαπωνίτης



Αύξηση  
Αντικαταστάσεων



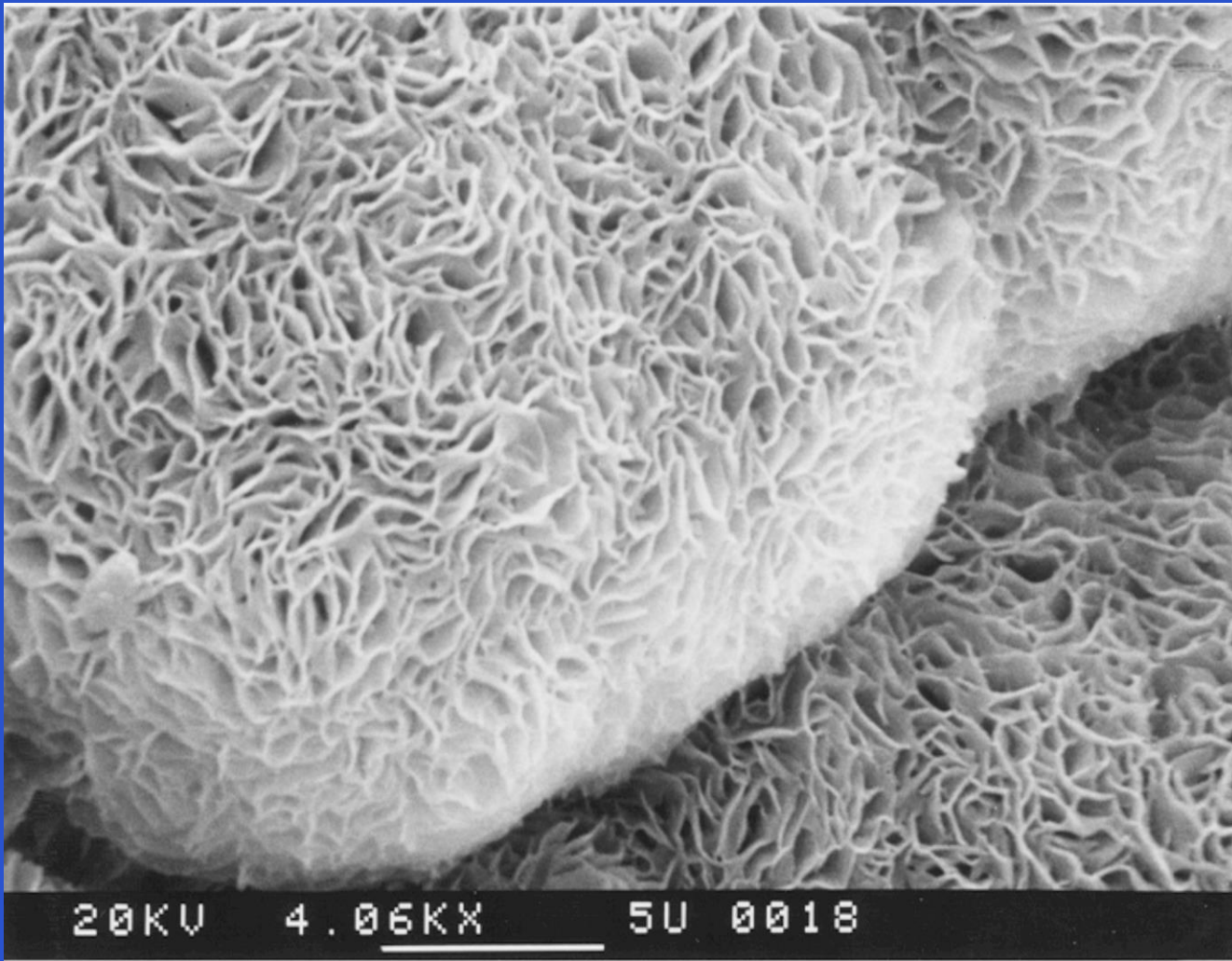
Αύξηση  
Αντικαταστάσεων

## 7. Ομάδα Μοντομοριλλονίτη

| Ορυκτό            | T.O. | Οκταεδρικός τύπος | Φορτίο φύλλου | Interlayer κατιόν |
|-------------------|------|-------------------|---------------|-------------------|
| Μοντομοριλλονίτης | 2/1  | Δι                | 100           | Mg, Ca, Na        |

Η ισοδιάσταση ποικίλει από  $10\text{\AA}$  έως  $18\text{\AA}$  και εξαρτάται από το μέγεθος 1) του interlayer κατιόντος, 2) της ενέργειας ενυδάτωσης του κατιόντος (απόρροια του μεγέθους, του φορτίου και της διευθέτησης του) και 3) της σχετικής υγρασίας

# Μοντοριλλονίτης



<https://www.minersoc.org/images-of-clay.html> Steve Chipera, Los Alamos National Laboratory

## 8. ΟΡΥΚΤΑ ΜΕ ΑΝΑΜΕΜΙΓΜΕΝΑ ΦΥΛΛΑ (MIXED-LAYER MINERALS)

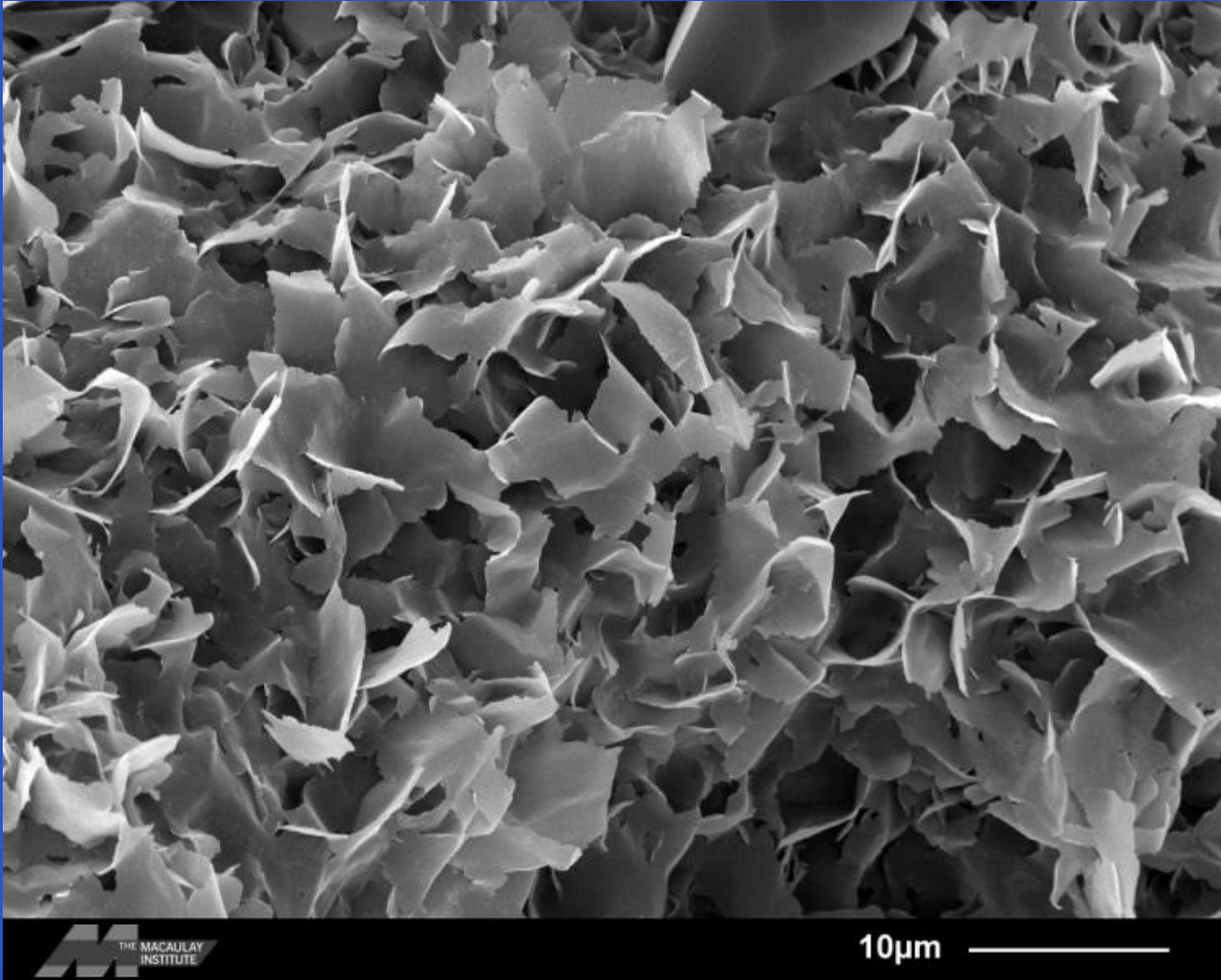
### A) Mixed-layer με κανονική στοίβαξη

Η στοίβαξη των διαφορετικών τύπων φύλλων που το συνιστούν γίνεται κατά μια επαναλήψιμη σειρά

### B) Mixed-layer με μη κανονική στοίβαξη

Η στοίβαξη των διαφορετικών τύπων φύλλων που το συνιστούν είναι τυχαία

## 8. ΟΡΥΚΤΑ ΜΕ ΑΝΑΜΕΜΙΓΜΕΝΑ ΦΥΛΛΑ (MIXED-LAYER MINERALS)



<https://www.minersoc.org/images-of-clay.html> Evelyne Delbos, James Hutton Institute