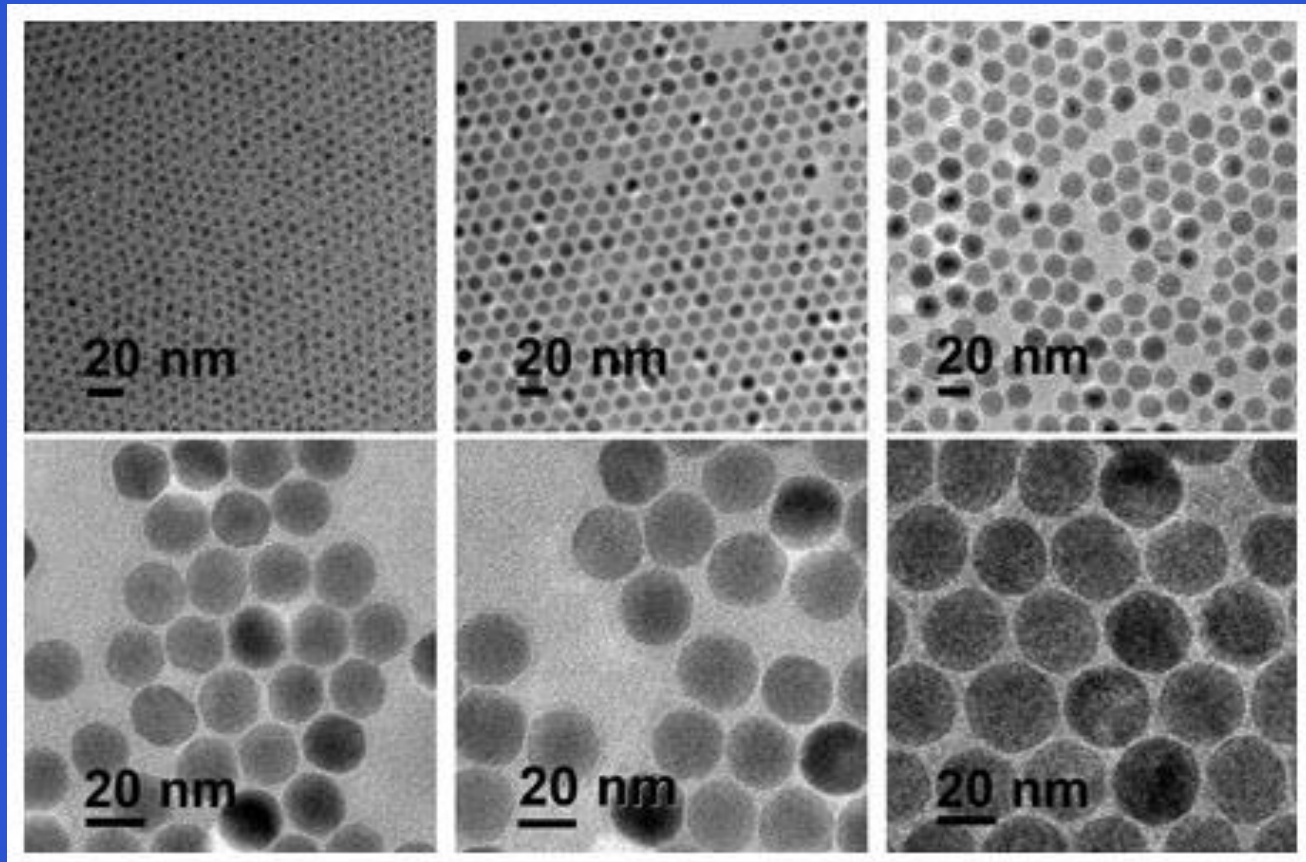


ΝΑΝΟΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

ΔΟΜΗ, ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

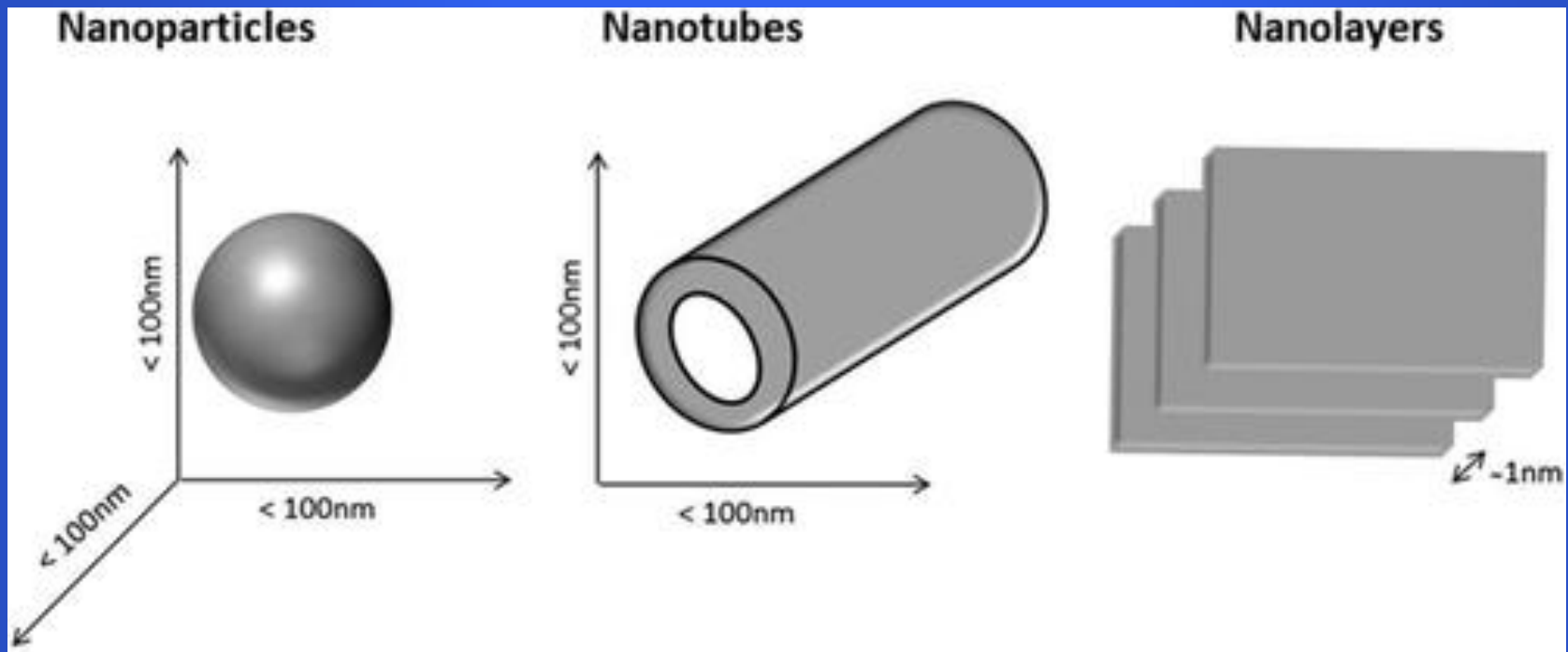


<https://www.sigmaaldrich.com/technical-documents/articles/technology-spotlights/iron-oxide-nanoparticles-characteristics-and-applications.html>

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΝΑΝΟΓΕΩΡΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

ΝΑΝΟΓΕΩΡΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

Οι επιστήμες των πολύ μικρών σωματιδίων <100nm



Francisco, D.L., Paiva, L.B. and Aldeia, W. (2019), Advances in polyamide nanocomposites: A review. *Polym. Compos.*, 40: 851-870.

<https://doi.org/10.1002/pc.24837>

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΝΑΝΟΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

ΝΑΝΟΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

➤ Όσον αφορά τη χημική συμπεριφορά (αντιδράσεις, κινητική, βιοδιαθεσιμότητα) η εικόνα που έχουμε με τις νανογεωεπιστήμες είναι πιο πολύπλοκη αλλά πιο κοντά στην πραγματικότητα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΝΑΝΟΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

ΝΑΝΟΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

➤ Οι νανογεωεπιστήμες καλύπτουν τη μελέτη των υλικών και διεργασιών στη νανοκλίμακα και το ρόλο τους στις γεωλογικές διεργασίες στον πλανήτη μας και όχι μόνο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΝΑΝΟΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

ΝΑΝΟΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

- Οι γεωεπιστήμες προσεγγίζουν τις ιδιότητες των νανοσωματιδίων των ορυκτών και τις συγκρίνουν με αυτές σωματιδίων τους μεγαλύτερου μεγέθους

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΝΑΝΟΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

ΝΑΝΟΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

- Τα ορυκτά (κυρίως όσον αφορά τις ιδιότητες, συμπεριφορά) που έχουν μελετηθεί ως τώρα στη νανοκλίμακα δείχνουν:
- διαφοροποιήσεις όταν μελετώνται σε μέγεθος μερικών δεκάδων nm
- οι οποίες γίνονται τεράστιες διαφορές κάτω από τα 10 nm

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΝΑΝΟΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

ΝΑΝΟΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

- Τα ορυκτά (κυρίως όσον αφορά τις ιδιότητες, συμπεριφορά) που έχουν μελετηθεί ως τώρα στη νανοκλίμακα δείχνουν:
 - διαφοροποιήσεις όταν μελετώνται σε μέγεθος μερικών δεκάδων nm
 - οι οποίες γίνονται τεράστιες διαφορές κάτω από τα 10 nm
- Οι γεωεπιστήμες εστιάζουν σε ποσοτικοποίηση των ιδιοτήτων των νανοσωματιδίων ορυκτών σε σύγκριση με μεγαλύτερα σωματίδια των ίδιων ορυκτών

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΝΑΝΟΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

ΝΑΝΟΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

- **Νανοορυκτά – Ορυκτά (π.χ. φερυδρίτης) που συνήθως έχουν μέγεθος κρυστάλλων στη νανοκλίμακα**
- **Νανοςωματίδια ορυκτών – Ορυκτά που κάποιες φορές εμφανίζουν κρυστάλλους ή σωματίδια στην κλίμακα των νανοςωματιδίων**

ΔΟΜΗ, ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Τα νανοσωματίδια ειδικά αυτά με μέγεθος $< 10\text{nm}$ έχουν μεγάλο ποσοστό των ατόμων τους κοντά στις επιφάνειες τους περίπου 16% (για 10nm μέγεθος)
- ✓ Τι σημαίνει αυτό ; Συνεπώς.....

ΔΟΜΗ, ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Τα νανοσωματίδια ειδικά αυτά με μέγεθος $< 10\text{nm}$ έχουν μεγάλο ποσοστό των ατόμων τους κοντά στις επιφάνειες τους περίπου 16% (για 10nm μέγεθος)
- ✓ Τι σημαίνει αυτό ; Συνεπώς.....
- ✓ Οι όποιες μεταβολές της δομής αλλά και της σύστασης θα επηρεάζουν σημαντικά τις ιδιότητες των επιφανειών

ΔΟΜΗ, ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Τα νανοσωματίδια ειδικά αυτά με μέγεθος $< 10\text{nm}$ έχουν μεγάλο ποσοστό των ατόμων τους κοντά στις επιφάνειες τους περίπου 16% (για 10nm μέγεθος)
- ✓ Τι σημαίνει αυτό ; Συνεπώς.....
- ✓ Οι όποιες μεταβολές της δομής αλλά και της σύστασης θα επηρεάζουν σημαντικά τις ιδιότητες των επιφανειών
- ✓ Το μέγεθος επίσης επηρεάζει και μια σειρά από άλλες ιδιότητες που δεν θα αναλύσουμε σε βάθος εδώ

ΔΟΜΗ, ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Το μέγεθος επίσης επηρεάζει και μια σειρά από άλλες ιδιότητες που δεν θα αναλύσουμε σε βάθος εδώ όμως:
- ✓ Η πυρηνοποίηση (σύμφωνα με την κλασική θεωρία) προϋποθέτει ότι όλα τα συστατικά είναι σε αυτή την κλίμακα
- ✓ Τι σημαντικές γεωλογικές διεργασίες περιλαμβάνει η πυρηνοποίηση;

ΔΟΜΗ, ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Το μέγεθος επίσης επηρεάζει και μια σειρά από άλλες ιδιότητες που δεν θα αναλύσουμε σε βάθος εδώ όμως:
- ✓ Η πυρηνοποίηση (σύμφωνα με την κλασική θεωρία) προϋποθέτει ότι όλα τα συστατικά είναι σε αυτή την κλίμακα
- ✓ Τι σημαντικές γεωλογικές διεργασίες περιλαμβάνει η πυρηνοποίηση;
- ✓ Κρυστάλλωση, καθίζηση.....

ΔΟΜΗ, ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Το μέγεθος επίσης επηρεάζει και μια σειρά από άλλες ιδιότητες που δεν θα αναλύσουμε σε βάθος εδώ όμως:
- ✓ Μια ακόμα σημαντική παράμετρος είναι ο τρόπος που συσσωματώνονται
- ✓ Δηλαδή;

ΔΟΜΗ, ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Το μέγεθος επίσης επηρεάζει και μια σειρά από άλλες ιδιότητες που δεν θα αναλύσουμε σε βάθος εδώ όμως:
- ✓ Μια ακόμα σημαντική παράμετρος είναι ο τρόπος που συσσωματώνονται
- ✓ Δηλαδή;
- ✓ Η συσσωμάτωση δεν ακολουθεί την «κλασική οδό»

ΔΟΜΗ, ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Το μέγεθος επίσης επηρεάζει και μια σειρά από άλλες ιδιότητες που δεν θα αναλύσουμε σε βάθος εδώ όμως:
- ✓ Μια ακόμα σημαντική παράμετρος είναι ο τρόπος που συσσωματώνονται
- ✓ Δηλαδή;
- ✓ Η συσσωμάτωση δεν ακολουθεί την «κλασική οδό»

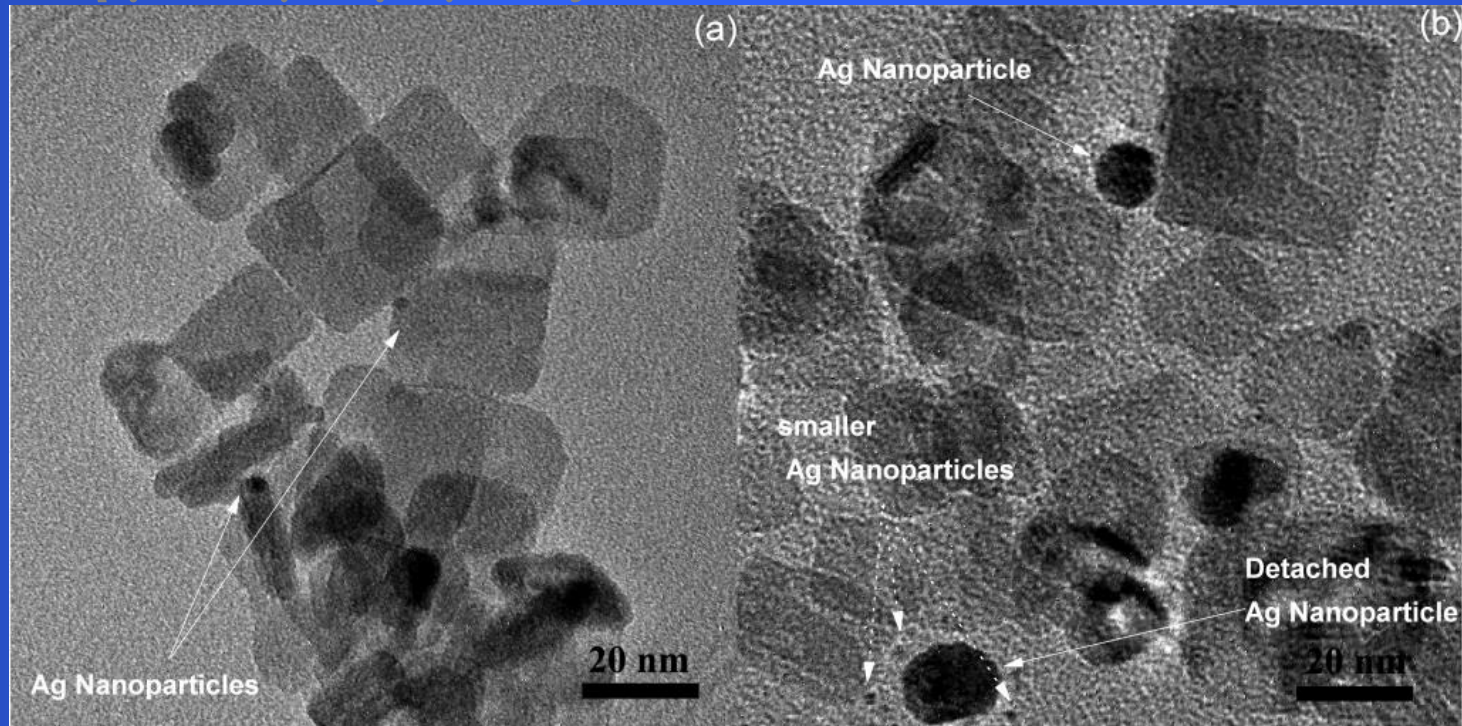
ΔΟΜΗ, ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Το μέγεθος είναι καθοριστικό
- ✓ Έτσι, στα πολύμορφα του TiO_2 η ανατάση είναι η σταθερή φάση μόνο για μέγεθος nm

ΔΟΜΗ, ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

✓ Το μέγεθος είναι καθοριστικό

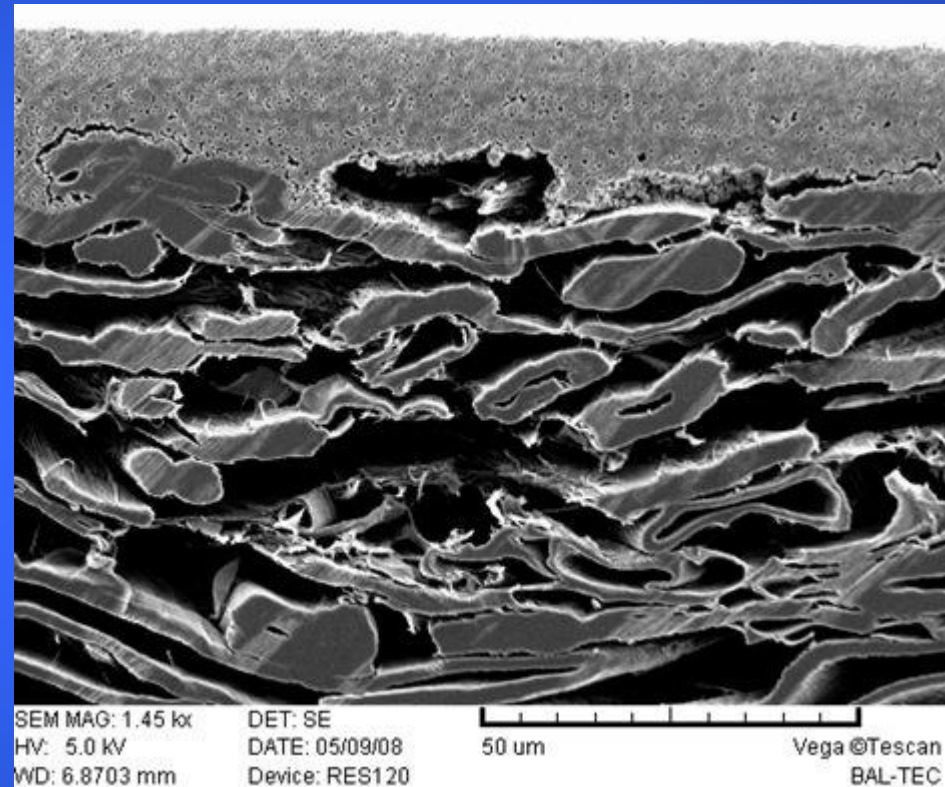
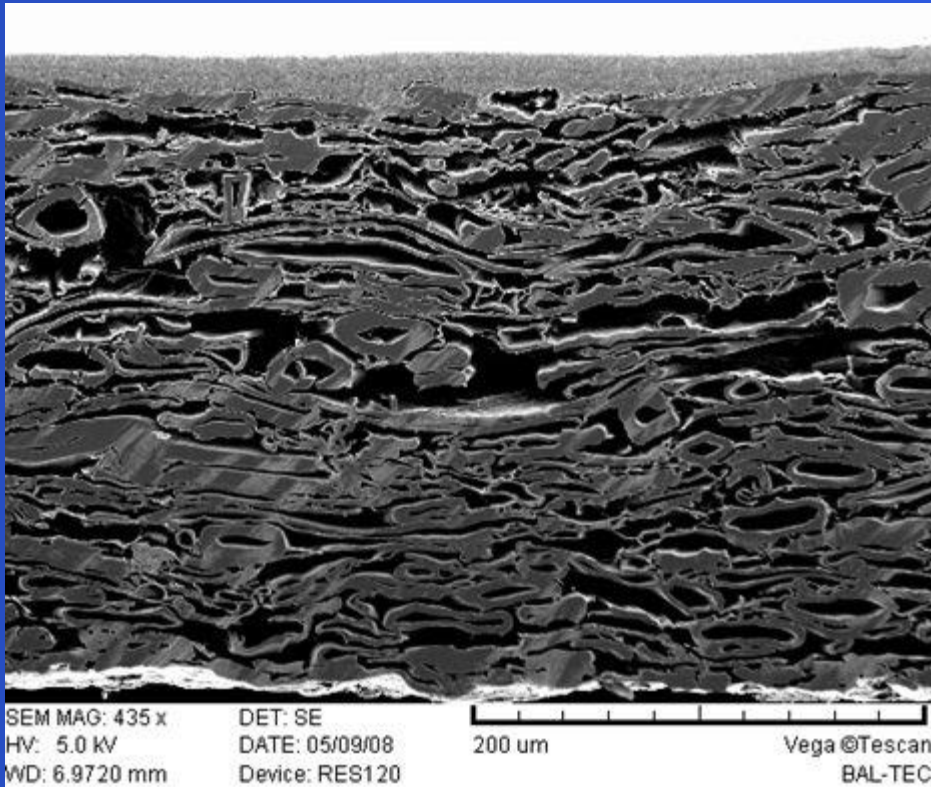
✓ Έτσι, στα πολύμορφα του TiO_2 ο ανατάσης είναι η σταθερή φάση μόνο για μέγεθος nm



<http://www.nanotigra.eu/main-activities/photoactive-materials-for-environmental-applications/decoration-of-tio2-anatase-nanoplates-with-silver-nanoparticles-on-the-101-crystal-facets>

ΔΟΜΗ, ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

✓ Το μέγεθος είναι καθοριστικό

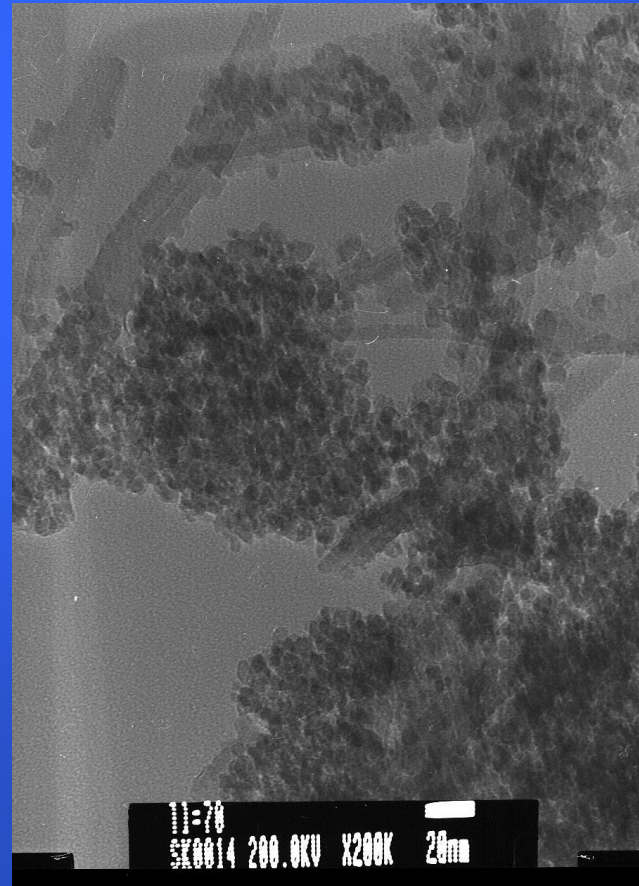


<https://www.leica-microsystems.com/science-lab/paper-samples-sample-preparation-for-sem/>

ΔΟΜΗ, ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

✓ Το μέγεθος είναι καθοριστικό

✓ Έτσι, στα πολύμορφα του TiO_2 ο ανατάσης είναι η σταθερή φάση μόνο για μέγεθος nm



ΔΟΜΗ, ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Το μέγεθος είναι καθοριστικό
- ✓ Έτσι, στα πολύμορφα του TiO_2 ο ανατάσης είναι η σταθερή φάση μόνο για μέγεθος nm
- ✓ Νανοκρύσταλλοι $\text{CeO}_2 < 10$ nm, η κρυσταλλική τους δομή αλλάζει

ΔΟΜΗ, ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Το μέγεθος είναι καθοριστικό
- ✓ Έτσι, στα πολύμορφα του TiO_2 ο ανατάσης είναι η σταθερή φάση μόνο για μέγεθος nm
- ✓ Νανοκρύσταλλοι CeO_2 < 10 nm, η κρυσταλλική τους δομή αλλάζει
- ✓ Επίσης το ζιρκόνιο «παθαίνει» παρόμοιες αλλαγές στα 12,7 και 8 nm

ΔΟΜΗ, ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Το μέγεθος είναι καθοριστικό
- ✓ Έτσι, οι επιφάνειες διαταράσσουν τη σύζευξη μεταξύ των μαγνητικών ιόντων
- ✓ Οι μαγνητικές ιδιότητες των σωματιδίων εξαρτώνται από το μέγεθος

ΔΟΜΗ, ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Το μέγεθος είναι καθοριστικό
- ✓ Έτσι, π.χ. ο αιματίτης σε νανοκρυστάλλους. Οι μαγνητικές του ιδιότητες μεταβάλλονται με το μέγεθος των κρυστάλλων του

ΔΟΜΗ, ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Το μέγεθος είναι καθοριστικό
- ✓ Οι μεγαλύτεροι κρύσταλλοι είναι πιο σταθεροί σε σχέση με τους μικρότερους

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗ

- ✓ Ο χαρακτηρισμός των νανοσωματιδίων δεν είναι εύκολη υπόθεση καθώς :
- ✓ Δεν έχουν μόνο ένα μέγεθος ή συγκεκριμένες διαστάσεις ακόμα και αν αναφερόμαστε στο ίδιο ορυκτό σε συγκεκριμένη περιοχή

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗ

- ✓ Ο χαρακτηρισμός των νανοδομοτιδίων δεν είναι εύκολη υπόθεση καθώς :
- ✓ Δεν έχουν μόνο ένα μέγεθος ή συγκεκριμένες διαστάσεις ακόμα και αν αναφερόμαστε στο ίδιο ορυκτό σε συγκεκριμένη περιοχή
- ✓ Πως λύνουμε αυτό το πρόβλημα;
- ✓ Με τη χρήση ειδικών λογισμικών από τα αποτελέσματα από την Περιθλασιμετρία των Ακτίνων X και τι προσδιορίζουμε;

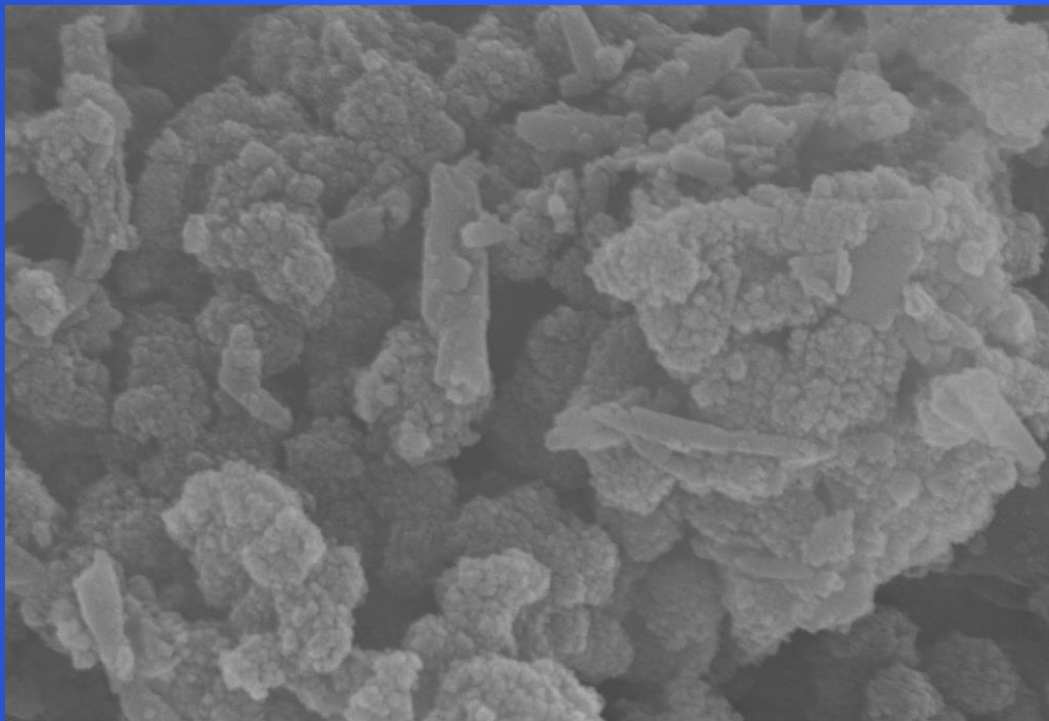
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗ

- ✓ Ο χαρακτηρισμός των νανοδομοσφαιριδίων δεν είναι εύκολη υπόθεση καθώς :
- ✓ Δεν έχουν μόνο ένα μέγεθος ή συγκεκριμένες διαστάσεις ακόμα και αν αναφερόμαστε στο ίδιο ορυκτό σε συγκεκριμένη περιοχή
- ✓ Πως λύνουμε αυτό το πρόβλημα;
- ✓ Με τη χρήση ειδικών λογισμικών από τα αποτελέσματα από την Περιθλασιμετρία των Ακτίνων X και τι προσδιορίζουμε; Το μέσο μέγεθος.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗ

✓ Ο χαρακτηρισμός των νανοσωματιδίων δεν είναι εύκολη υπόθεση καθώς :

✓ Χρειάζονται μέθοδοι υψηλής ανάλυσης όπως SEM, TEM



Mag = 49.20 K X
200nm

EHT = 15.00 kV

WD = 5 mm

Signal A = InLens

Date :9 Jul 2012

Time :13:10:59

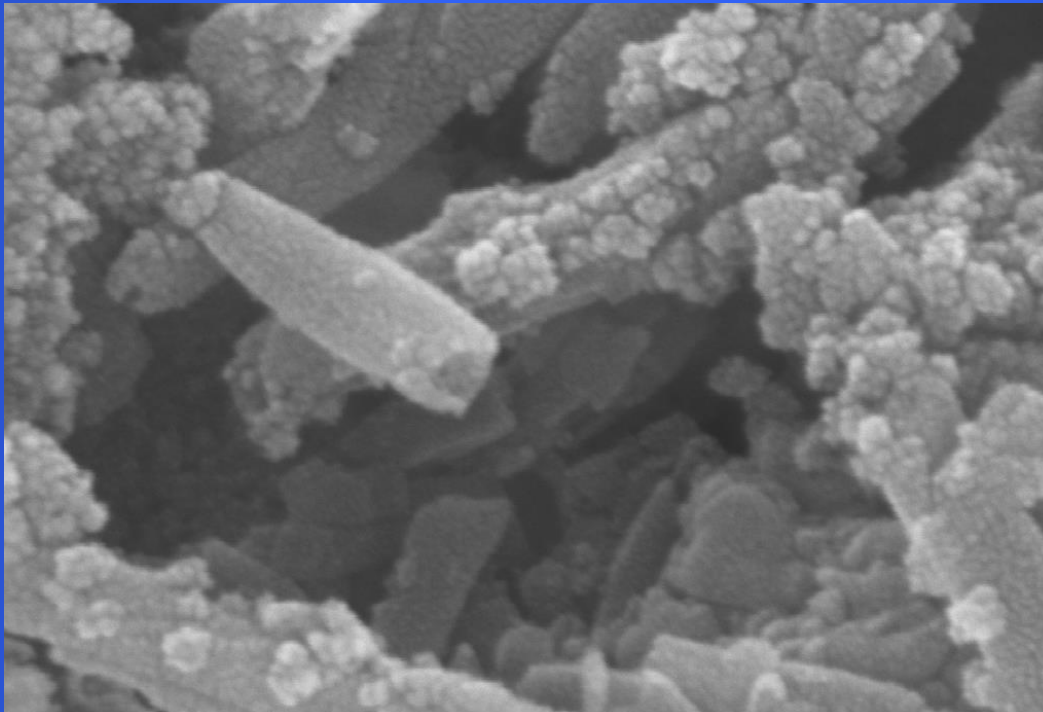
Noise Reduction = Line Avg

FORTH/ICE-HT
Zeiss SUPRA 35VP

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗ

✓ Ο χαρακτηρισμός των νανοσωματιδίων δεν είναι εύκολη υπόθεση καθώς :

✓ Χρειάζονται μέθοδοι υψηλής ανάλυσης όπως SEM, TEM



Mag = 137.16 K X
100nm

EHT = 15.00 kV
WD = 5 mm
Signal A = InLens

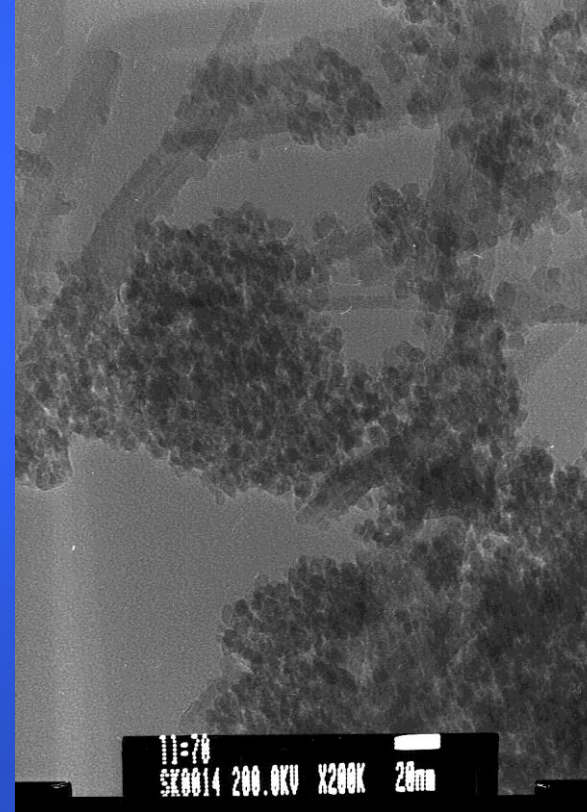
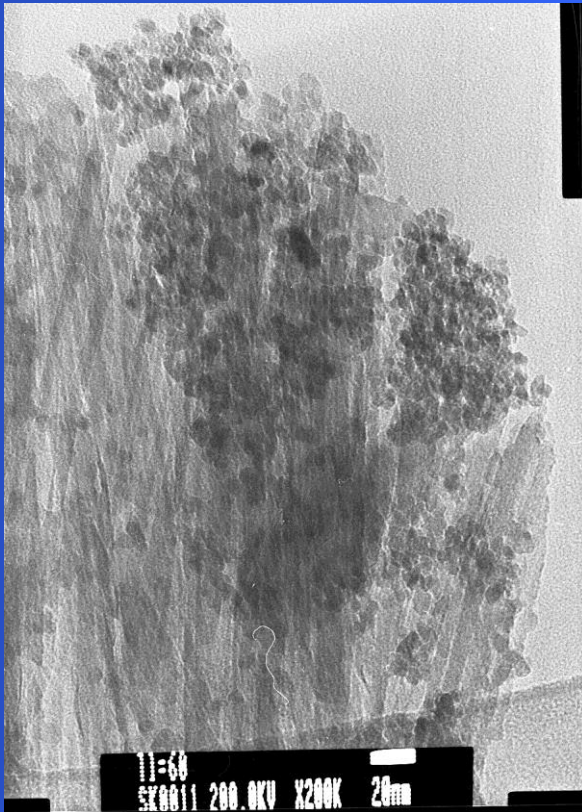
Date :9 Jul 2012
Time :13:26:47
Noise Reduction = Line Avg

FORTH/ICE-HT
Zeiss SUPRA 35VP

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗ

✓ Ο χαρακτηρισμός των νανοσωματιδίων δεν είναι εύκολη υπόθεση καθώς :

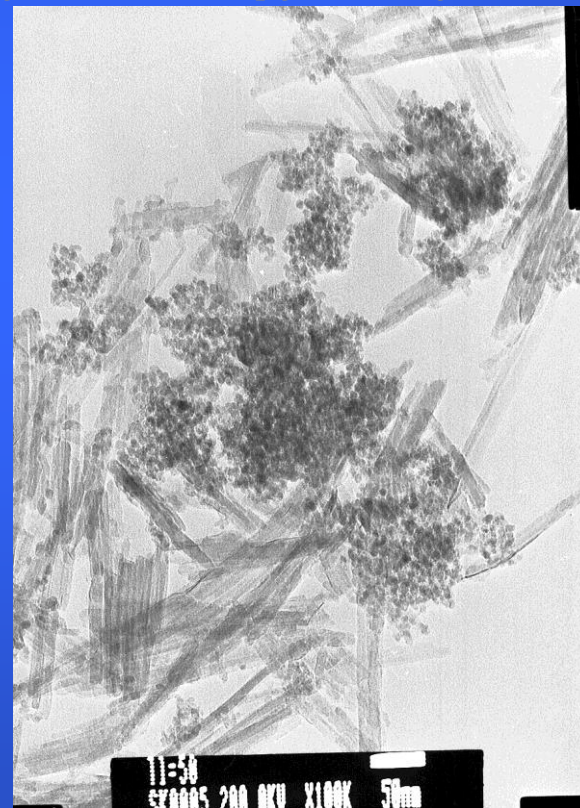
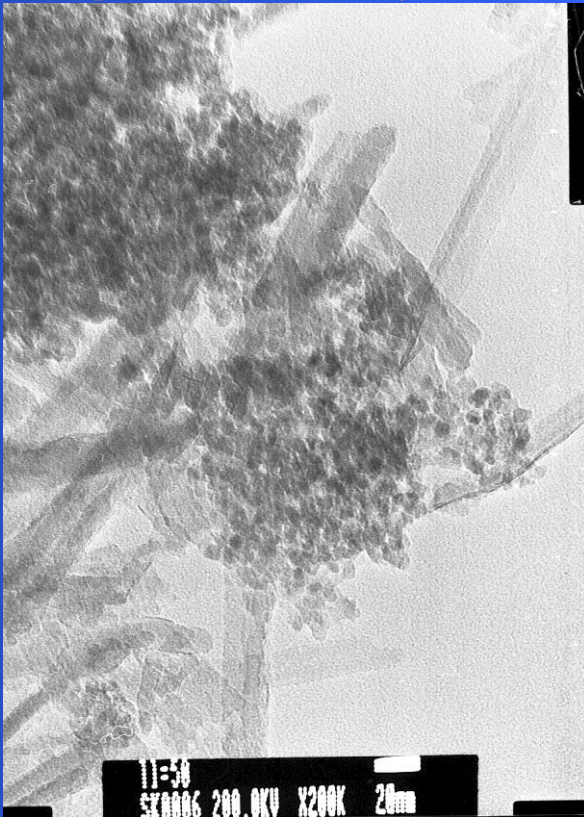
✓ Χρειάζονται μέθοδοι υψηλής ανάλυσης όπως SEM, TEM



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗ

✓ Ο χαρακτηρισμός των νανοσωματιδίων δεν είναι εύκολη υπόθεση καθώς :

✓ Χρειάζονται μέθοδοι υψηλής ανάλυσης όπως SEM, TEM



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗ

- ✓ Η επιφάνειες των νανοσωματιδίων και κατά συνέπεια και οι ιδιότητες τους εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τον τρόπο σχηματισμού τους
- ✓ Σε σχέση με αυτό πολλά ενδιαφέροντα αλλά και ίσως μη αναμενόμενα συμβαίνουν, έτσι:

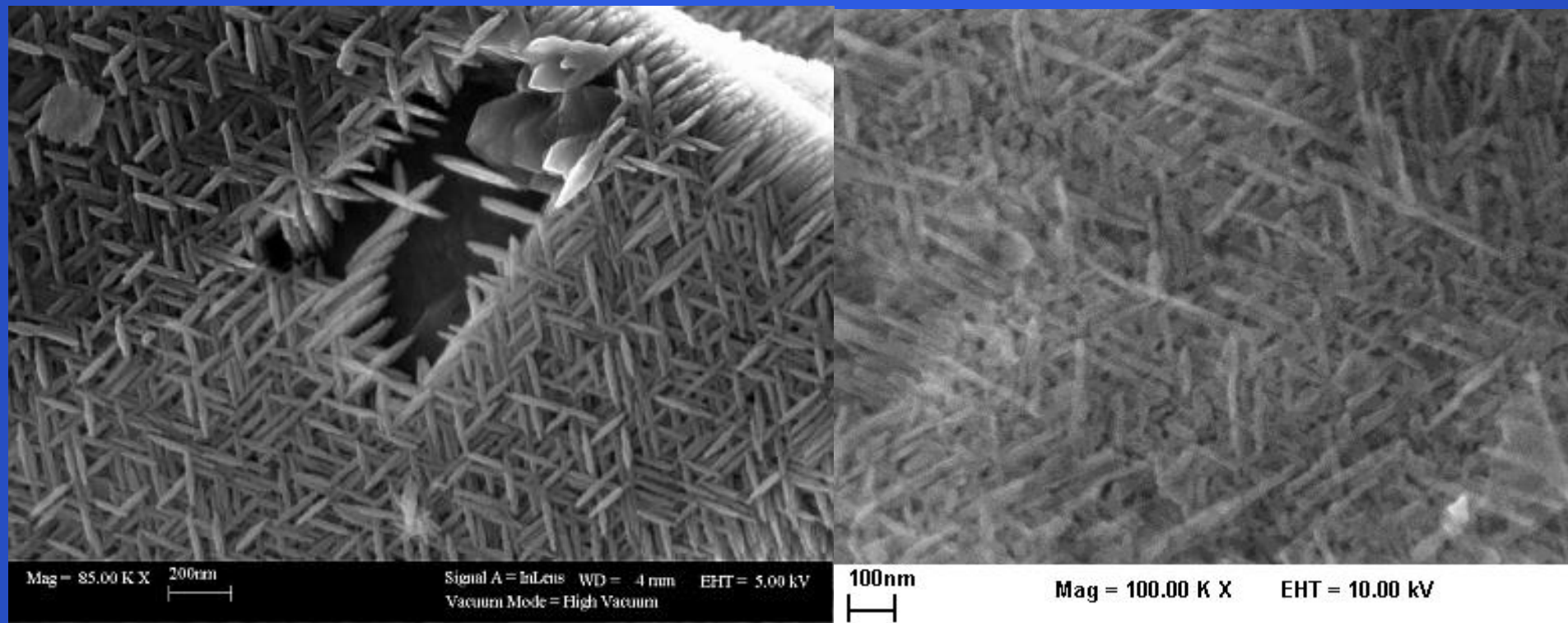
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗ

✓ Ο αιματίτης σε κάποιες επιφάνειες κρυσταλλικών επιπέδων που έχουν μέγεθος περίπου 2nm δεν είναι σταθερός,



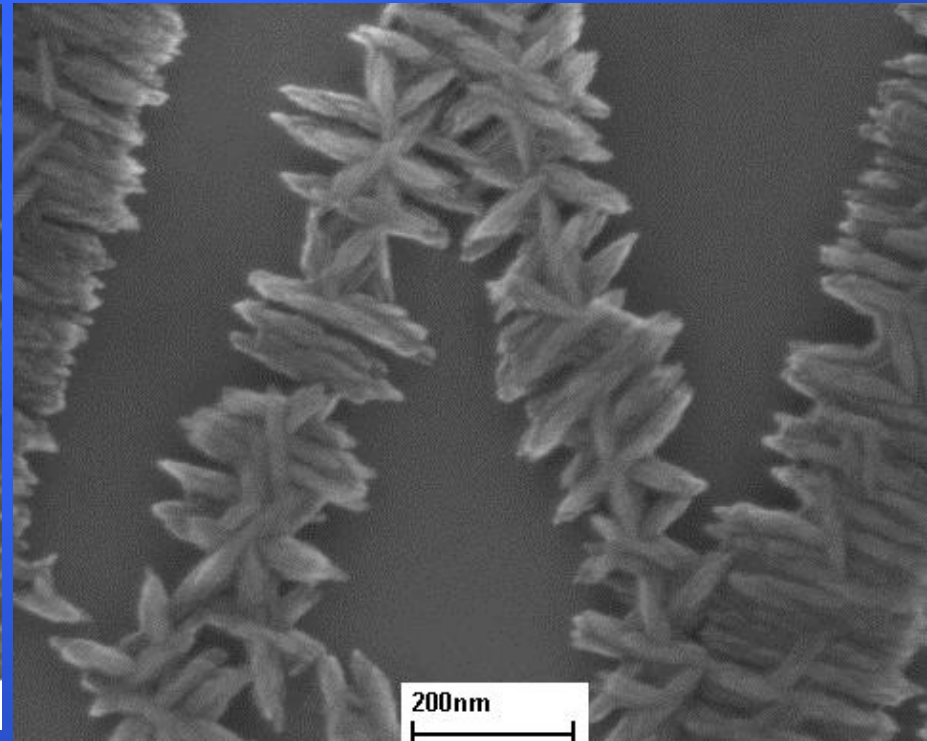
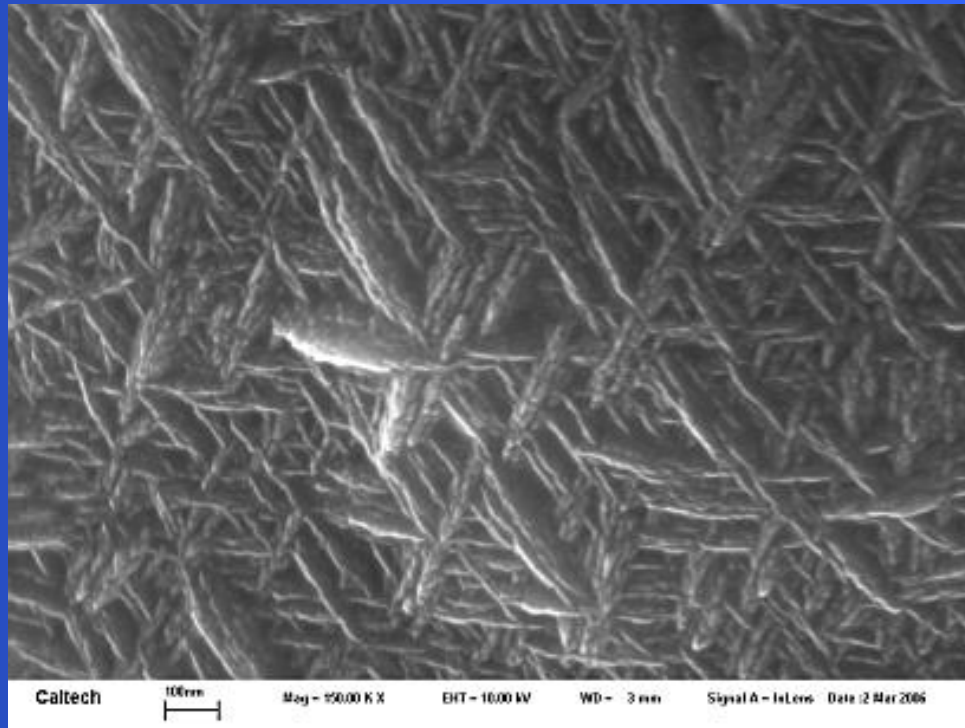
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗ

✓ Ο αιματίτης σε κάποιες επιφάνειες κρυσταλλικών επιπέδων που έχουν μέγεθος περίπου 2nm δεν είναι σταθερός,



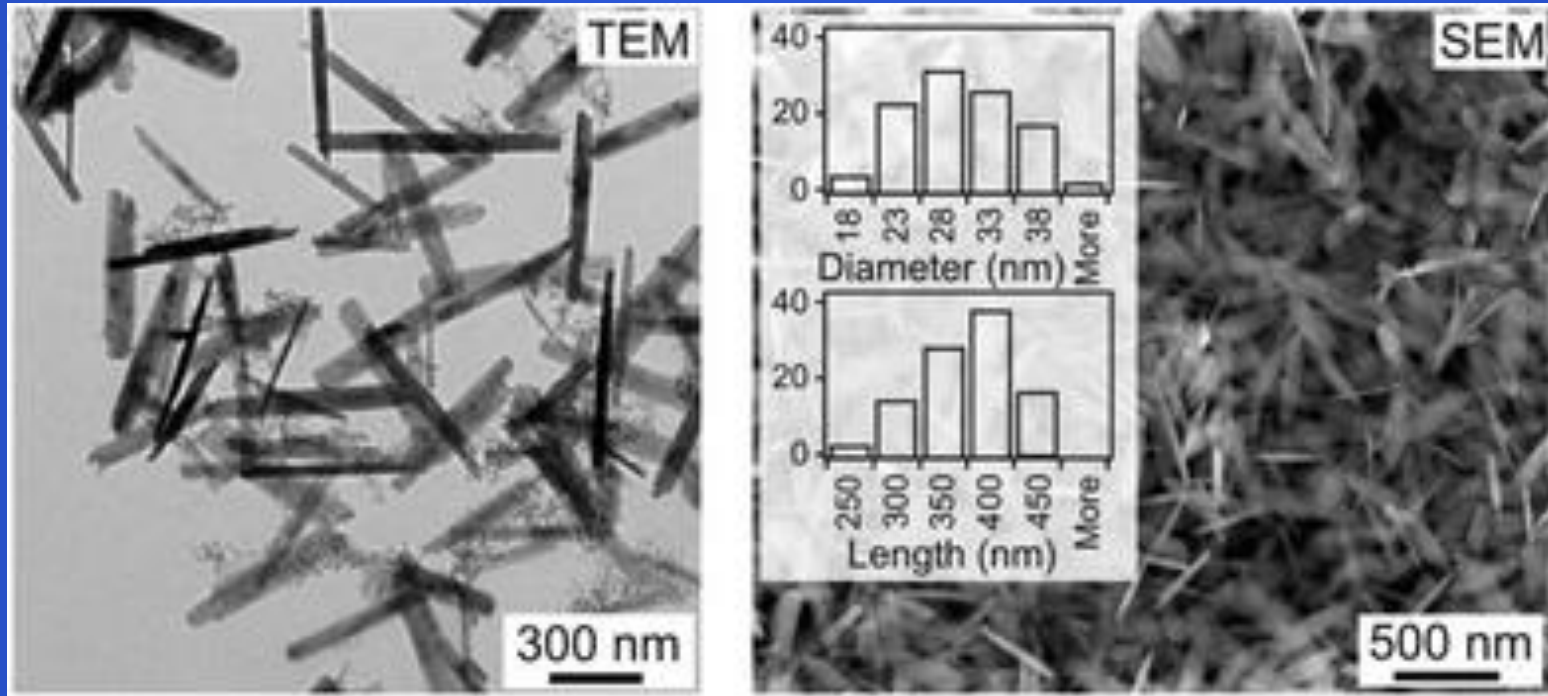
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗ

- ✓ Ο αιματίτης σε κάποιες επιφάνειες κρυσταλλικών επιπέδων που έχουν μέγεθος περίπου 2nm δεν είναι σταθερός,
- ✓ Θα μεταβληθεί η χημική του σύσταση σε αυτή του γκαιτίτη



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗ

Γκραιτίτης



[10.1039/C8NR09547G https://pubs.rsc.org/--/content/articlehtml/2019/nr/c8nr09547g](https://pubs.rsc.org/--/content/articlehtml/2019/nr/c8nr09547g)

ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΙΣ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

- ✓ Στους νανοκρυστάλλους οι δομικές ανωμαλίες δεν είναι σταθερές
- ✓ Ορισμένες όμως δομικές ανωμαλίες μπορεί να παραμένουν
- ✓ Αυτό τι αποτέλεσμα νομίζεται ότι μπορεί να έχει;

ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΙΣ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

- ✓ Στους νανοκρυστάλλους οι δομικές ανωμαλίες δεν είναι σταθερές
- ✓ Ορισμένες όμως δομικές ανωμαλίες μπορεί να παραμένουν
- ✓ Αυτό τι αποτέλεσμα νομίζεται ότι μπορεί να έχει;
- ✓ Μείωση της δυνατότητας συμπίεσης του υλικού
- ✓ Μπορεί να συμβεί και το αντίθετο;

ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΙΣ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

- ✓ Στους νανοκρυστάλλους οι δομικές ανωμαλίες δεν είναι σταθερές
- ✓ Ορισμένες όμως δομικές ανωμαλίες μπορεί να παραμένουν
- ✓ Αυτό τι αποτέλεσμα νομίζεται ότι μπορεί να έχει;
- ✓ Μείωση της δυνατότητας συμπίεσης του υλικού
- ✓ Μπορεί να συμβεί και το αντίθετο;
- ✓ Ναι αν οι δομικές ανωμαλίες που εμφανίζουν οι μεγαλύτεροι κρύσταλλοι δεν είναι πολλές και στους νανοκρυστάλλους αναλογεί λιγότερο από μία ανά κρύσταλλο τότε αυτή θα εμφανίζεται πάντα στους νανοκρυστάλλους

ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΙΣ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

- ✓ Ναι αν οι δομικές ανωμαλίες που εμφανίζουν οι μεγαλύτεροι κρύσταλλοι δεν είναι πολλές και στους νανοκρυστάλλους αναλογεί λιγότερο από μία ανά κρύσταλλο τότε αυτή θα εμφανίζεται πάντα στους νανοκρυστάλλους
- ✓ Έτσι τελικά στους νανοκρυστάλλους θα έχουμε περισσότερες δομικές ανωμαλίες άρα και το υλικό θα εμφανίζει αυξημένη δυνατότητα συμπίεσης

ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΙΣ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

✓ Δεν θα επεκταθούμε στο θέμα αλλά μεταβολές μπορεί να υπάρξουν ακόμα και στη σκληρότητα του υλικού

ΝΑΝΟΟΥΚΤΑ

ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΟΥ ΦΕΡΥΔΡΙΤΗ

- ✓ Ο Φερυδρίτης είναι ένα ορυκτό που εμφανίζεται μόνο με τη μορφή νανοκρυστάλλων μεγέθους περίπου 6 nm
- ✓ Σας φαίνεται παράξενο;
- ✓ Γιατί ;

ΝΑΝΟΟΥΚΤΑ

ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΟΥ ΦΕΡΥΔΡΙΤΗ

- ✓ Ο Φερυδρίτης είναι ένα ορυκτό που εμφανίζεται μόνο με τη μορφή νανοκρυστάλλων μεγέθους περίπου 6 nm
- ✓ Η εξήγηση είναι αρκετά περίπλοκη για τα πλαίσια του μαθήματος, έτσι απλοποιώντας την αναφέρω ότι:
- ✓ Το δομικό (κρυσταλλικό) νερό επιδρά πιο έντονα σε τέτοιο μέγεθος καθορίζοντας εμμέσως το μέγεθος του φερυδρίτη

ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΟΙ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Το νερό κοντά στις επιφάνειες των ορυκτών δεν έχει τυχαία ταξιθέτηση
- ✓ Δημιουργεί ένα τετραεδρικό πλέγμα
- ✓ Έτσι οι δεσμοί σε αυτό το πλέγμα διαταράσσουν τους δεσμούς στους νανοκρυστάλλους

ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΟΙ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Το νερό κοντά στις επιφάνειες των ορυκτών δεν έχει τυχαία ταξιθέτηση
- ✓ Δημιουργεί ένα τετραεδρικό πλέγμα
- ✓ Έτσι οι δεσμοί σε αυτό το πλέγμα διαταράσσουν τους δεσμούς στους νανοκρυστάλλους
- ✓ Αυτό συμβαίνει μόνο στους νανοκρυστάλλους;

ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΟΙ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Το νερό κοντά στις επιφάνειες των ορυκτών δεν έχει τυχαία ταξιθέτηση
- ✓ Δημιουργεί ένα τετραεδρικό πλέγμα
- ✓ Έτσι οι δεσμοί σε αυτό το πλέγμα διαταράσσουν τους δεσμούς στους νανοκρυστάλλους
- ✓ Αυτό συμβαίνει μόνο στους νανοκρυστάλλους;
- ✓ Όχι μόνο σε αυτούς όμως παίζει σημαντικό ρόλο
- ✓ Γιατί;

ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΟΙ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Το νερό κοντά στις επιφάνειες των ορυκτών δεν έχει τυχαία ταξιθέτηση
- ✓ Δημιουργεί ένα τετραεδρικό πλέγμα
- ✓ Έτσι οι δεσμοί σε αυτό το πλέγμα διαταράσσουν τους δεσμούς στους νανοκρυστάλλους
- ✓ Αυτό συμβαίνει μόνο στους νανοκρυστάλλους;
- ✓ Όχι μόνο σε αυτούς όμως παίζει σημαντικό ρόλο
- ✓ Γιατί;
- ✓ Γιατί οι δεσμοί στους νανοκρυστάλλους είναι λίγοι

ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΟΙ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Οι νανοκρύσταλλοι ορυκτών έχουν μελετηθεί μόνο σε λίγα ορυκτά
- ✓ Σε ποια νομίζεται;

ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΟΙ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Οι νανοκρύσταλλοι ορυκτών έχουν μελετηθεί μόνο σε λίγα ορυκτά
- ✓ Σε ποια νομίζεται;
- ✓ Στα πιο κοινά από αυτά που έχουν οικονομικό ενδιαφέρον

ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΟΙ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Οι νανοκρύσταλλοι ορυκτών έχουν μελετηθεί μόνο σε λίγα ορυκτά
- ✓ Σε ποια νομίζεται;
- ✓ Στα πιο κοινά από αυτά που έχουν οικονομικό ενδιαφέρον
- ✓ Έτσι έχουν μελετηθεί νανοκρύσταλλοι χαλαζία
- ✓ Παρόλα αυτά ακόμα και για το χαλαζία τα πράγματα δεν είναι απλά και υπάρχουν ακόμα πολλά αναπάντητα ερωτήματα όπως τα πεδία σταθερότητας των πολυμόρφων του SiO_2

ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΟΙ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Οι νανοκρύσταλλοι ορυκτών έχουν μελετηθεί μόνο σε λίγα ορυκτά
- ✓ Σε ποια νομίζεται;
- ✓ Στα πιο κοινά από αυτά που έχουν οικονομικό ενδιαφέρον
- ✓ Έτσι έχουν μελετηθεί νανοκρύσταλλοι ασβεστίτη
- ✓ Τα αποτελέσματα έως τώρα είναι πολύ ενδιαφέροντα, έτσι:

ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΟΙ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Οι νανοκρύσταλλοι ορυκτών έχουν μελετηθεί μόνο σε λίγα ορυκτά
- ✓ Έτσι έχουν μελετηθεί νανοκρύσταλλοι ασβεστίτη
- ✓ Τα αποτελέσματα έως τώρα είναι πολύ ενδιαφέροντα, έτσι:
- ✓ Όταν δημιουργείται παρουσία νερού (προσροφημένου) τότε έχει παρόμοια χαρακτηριστικά με τους κρυστάλλους σε οποιοδήποτε άλλο μέγεθος, όταν όμως δημιουργείται σε κενό τα πράγματα είναι διαφορετικά

ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΟΙ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Όταν ο ασβεστίτης δημιουργείται παρουσία νερού (προσροφημένου) τότε έχει παρόμοια χαρακτηριστικά με τους κρυστάλλους σε οποιοδήποτε άλλο μέγεθος, όταν όμως δημιουργείται σε κενό τα πράγματα είναι διαφορετικά:
- ✓ Τότε ο ασβεστίτης έχει «τεράστιες» δομικές ανωμαλίες
- ✓ Γιατί;

ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΟΙ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Όταν ο ασβεστίτης δημιουργείται παρουσία νερού (προσροφημένου) τότε έχει παρόμοια χαρακτηριστικά με τους κρυστάλλους σε οποιοδήποτε άλλο μέγεθος, όταν όμως δημιουργείται σε κενό τα πράγματα είναι διαφορετικά:
- ✓ Τότε ο ασβεστίτης έχει «τεράστιες» δομικές ανωμαλίες
- ✓ Γιατί;
- ✓ Επίσης όσο μικραίνει το μέγεθος σταδιακά γίνεται άμορφος
- ✓ Γιατί;

ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΟΙ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Τότε ο ασβεστίτης έχει «τεράστιες» δομικές ανωμαλίες
- ✓ Γιατί;
- ✓ Επίσης όσο μικραίνει το μέγεθος σταδιακά γίνεται άμορφος
- ✓ Γιατί;
- ✓ Φαίνεται ότι οι δεσμοί που σχηματίζει το νερό με τις εξωτερικές επιφάνειες του ασβεστίτη είναι καθοριστικές για τη δημιουργία και διατήρηση των νανοκρυστάλλων

ΝΑΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΟΙ ΟΡΥΚΤΩΝ

- ✓ Νανοκρύσταλλοι διαφόρων ορυκτών (οξειδίων βαναδίου, νικελίου και άλλα) σε αυτήν την κλίμακα πολλές φορές τείνουν να τυλιχθούν σχηματίζοντας κυλίνδρους
- ✓ Αν και σε κάποιες περιπτώσεις αυτό έχει εξηγηθεί σε κάποιες περιπτώσεις ακόμα παραμένει ερωτηματικό
- ✓ Και εδώ ο ρόλος του επιφανειακού νερού φαίνεται να είναι καθοριστικός

ΝΑΝΟΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

✓ Πάρε μια βαθιά ανάσα

ΝΑΝΟΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

- ✓ Πάρε μια βαθιά ανάσα
- ✓ Ξέρεις τι εισέπνευσες;

ΝΑΝΟΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

- ✓ Πάρε μια βαθιά ανάσα
- ✓ Ξέρεις τι εισέπνευσες;
- ✓ Κατά μέσο όρο περίπου 50.000.000 νανοσωματίδια < 50nm

ΝΑΝΟΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

- ✓ Πάρε μια βαθιά ανάσα
- ✓ Ξέρεις τι εισέπνευσες;
- ✓ Κατά μέσο όρο περίπου 50.000.000 νανοσωματίδια < 50nm
- ✓ Κατά μέσο όρο την ημέρα εισπνέεις 1.000.000.000.000 τέτοια σωματίδια

ΝΑΝΟΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

- ✓ Πάρε μια βαθιά ανάσα
- ✓ Ξέρεις τι εισέπνευσες;
- ✓ Κατά μέσο όρο περίπου 50.000.000 νανοσωματίδια < 50nm
- ✓ Κατά μέσο όρο την ημέρα εισπνέεις 1.000.000.000.000 τέτοια σωματίδια
- ✓ Σας φαίνονται πολλά; Πως μας επηρεάζουν; Πως επηρεάζουν το περιβάλλον; Το κλίμα;

ΝΑΝΟΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

- ✓ Πάρε μια βαθιά ανάσα
- ✓ Ξέρεις τι εισέπνευσες;
- ✓ Κατά μέσο όρο περίπου 50.000.000 νανοσωματίδια < 50nm
- ✓ Κατά μέσο όρο την ημέρα εισπνέεις 1.000.000.000.000 τέτοια σωματίδια
- ✓ Σας φαίνονται πολλά; Πως μας επηρεάζουν; Πως επηρεάζουν το περιβάλλον; Το κλίμα;
- ✓ Παρότι αυτά τα ερωτήματα δεν έχουν πλήρως απαντηθεί θα μας απασχολήσουν στο επόμενο μάθημα

ΝΑΝΟΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

- ✓ Κατά μέσο όρο την ημέρα εισπνέεις 1.000.000.000.000 τέτοια σωματίδια
- ✓ Σας φαίνονται πολλά; Πως μας επηρεάζουν; Πως επηρεάζουν το περιβάλλον; Το κλίμα;
- ✓ Παρότι αυτά τα ερωτήματα δεν έχουν πλήρως απαντηθεί θα μας απασχολήσουν στο επόμενο μάθημα
- ✓ Θα δούμε : Ποια είναι αυτά τα νανοσωματίδια, τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες τους, τη σημασία τους και τις σημαντικότερες επιδράσεις τους στην ανθρώπινη υγεία

ΝΑΝΟΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

- ✓ Θα δούμε : Ποια είναι αυτά τα νανοσωματίδια, τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες τους, τη σημασία τους και τις σημαντικότερες επιδράσεις τους στην ανθρώπινη υγεία
- ✓ Προς το παρόν θα σας εισάγω στο πλαίσιο:
- ✓ Η ατμόσφαιρα είναι ένας «ταμιευτήρας» ο οποίος αλλάζει συνεχώς
- ✓ Δηλαδή τι αλλάζει;

ΝΑΝΟΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

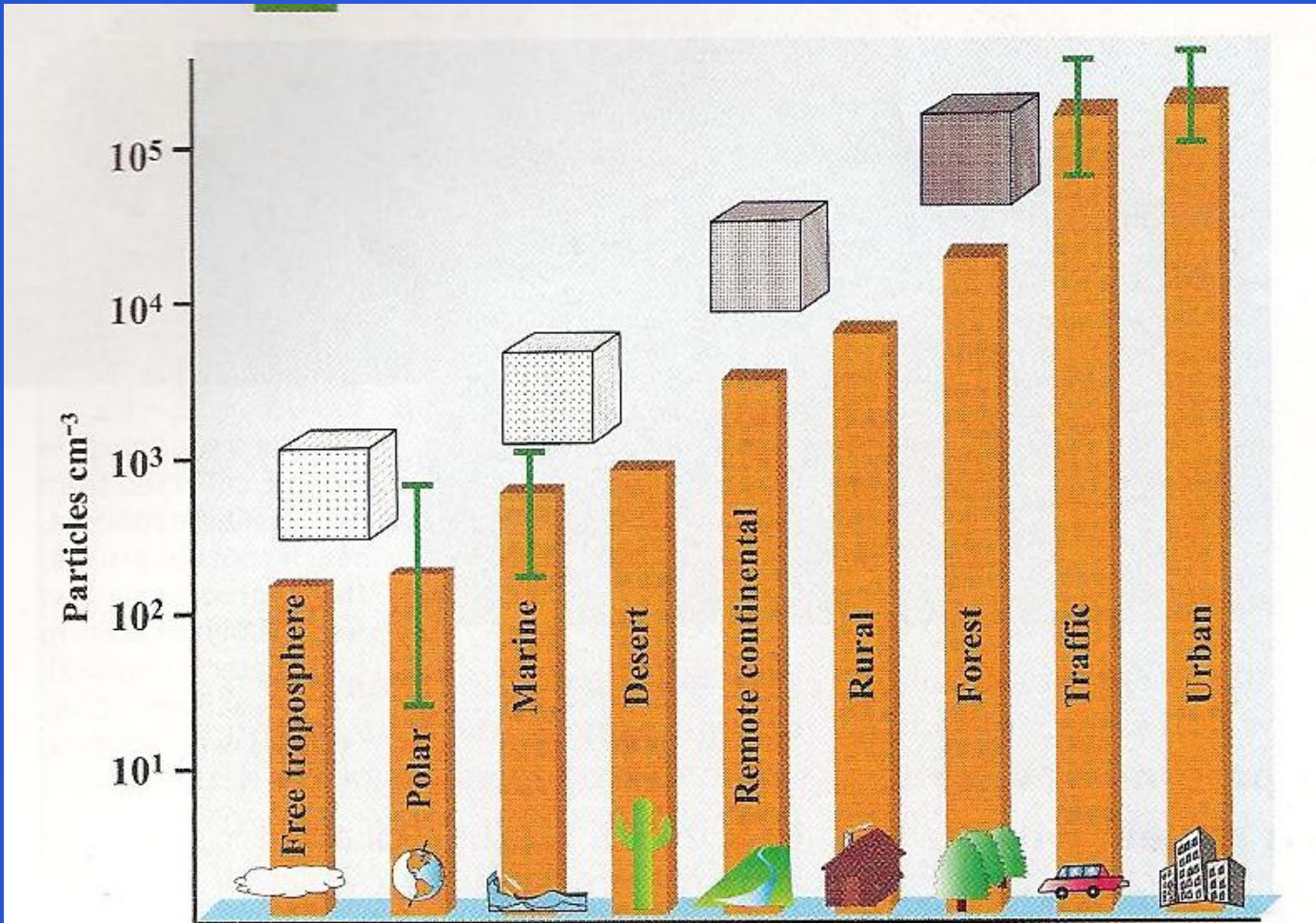
- ✓ Η ατμόσφαιρα είναι ένας «ταμιευτήρας» ο οποίος αλλάζει συνεχώς
- ✓ Δηλαδή τι αλλάζει;
- ✓ Τα χαρακτηριστικά του και η σύσταση του
- ✓ Γιατί;

ΝΑΝΟΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

- ✓ Η ατμόσφαιρα είναι ένας «ταμιευτήρας» ο οποίος αλλάζει συνεχώς
- ✓ Δηλαδή τι αλλάζει;
- ✓ Τα χαρακτηριστικά του και η σύσταση του
- ✓ Γιατί;
- ✓ Ανθρωπογενείς παράγοντες και όχι μόνο

ΝΑΝΟΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

✓ Ανθρωπογενείς παράγοντες και όχι μόνο



https://www.researchgate.net/figure/Number-concentrations-particles-per-cubic-centimetre-of-nanoparticles-in-the-atmosphere_fig1_225038844