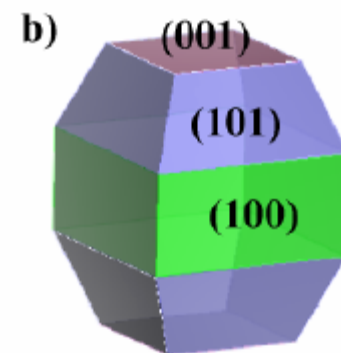
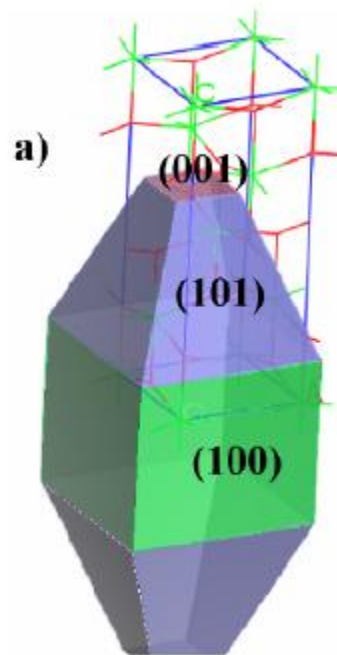
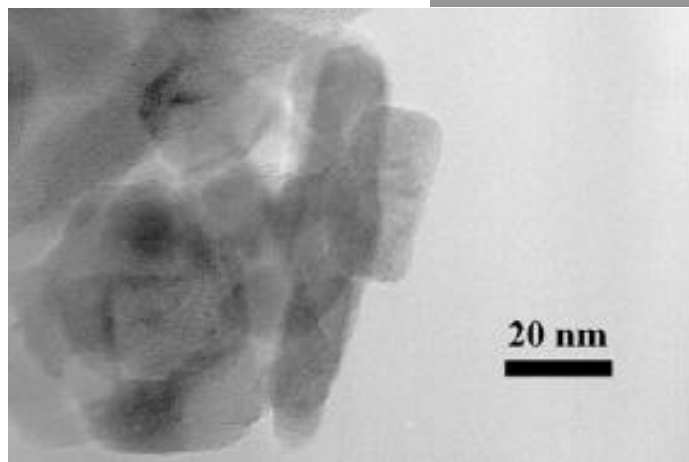

Στερεοί Καταλύτες: Μορφή και Μέγεθος

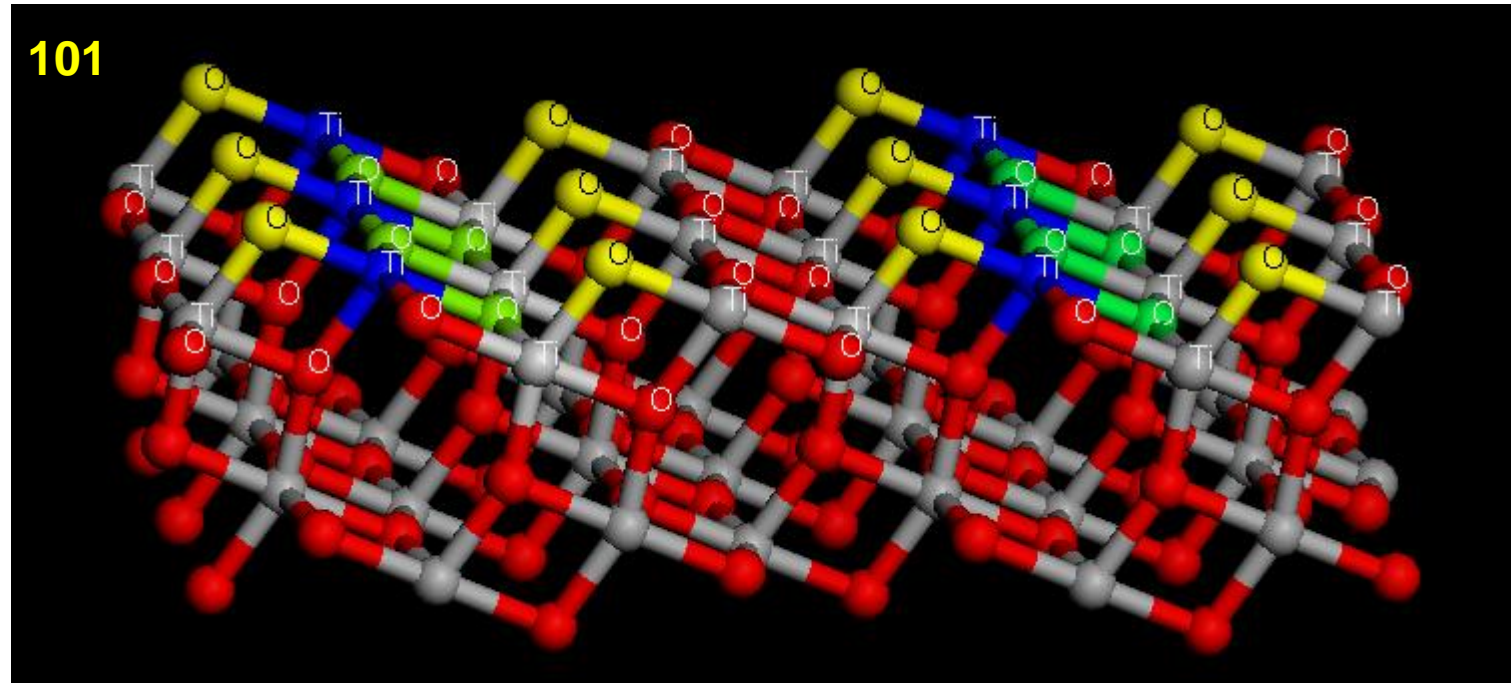


Οι στερεοί καταλύτες μπορεί να είναι *τεμαχίδια* που μοιάζουν με βόλους, χάπια, συμπαγείς ή τρύπιους κυλίνδρους. Μπορεί επίσης να είναι *μικροτεμαχίδια σκόνης*.

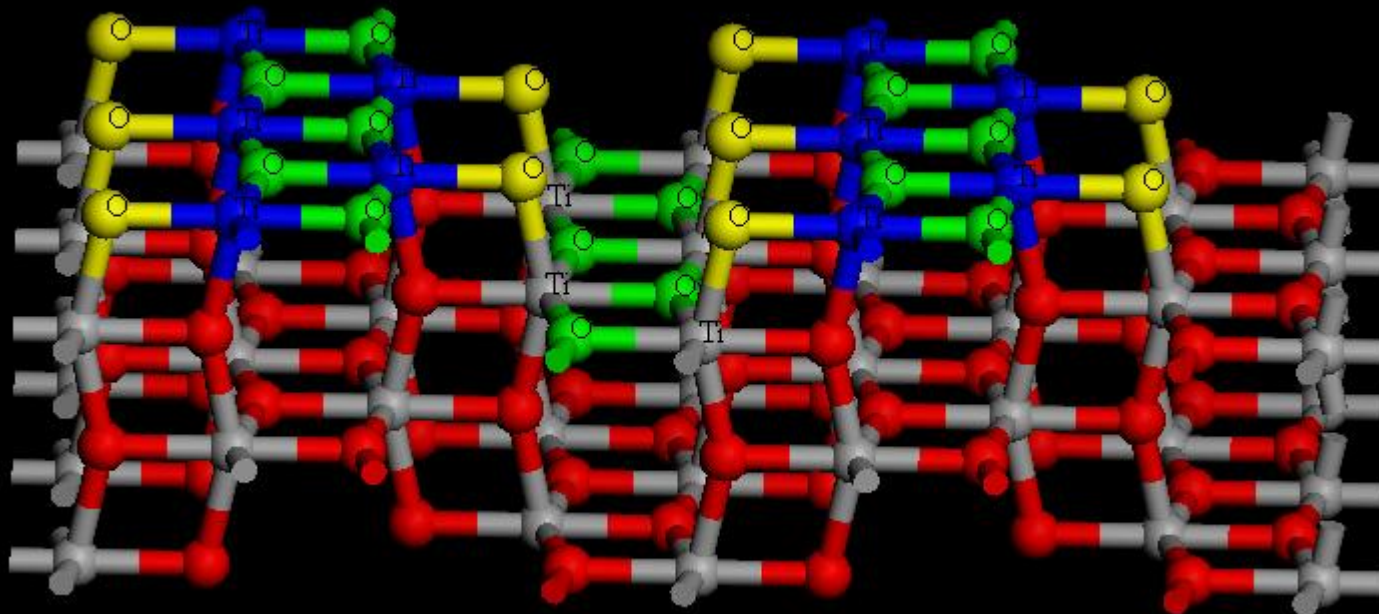
Πρώτο επίπεδο οργάνωσης: Νανοδοματίδια/νανοκρύσταλλοι ανατάση



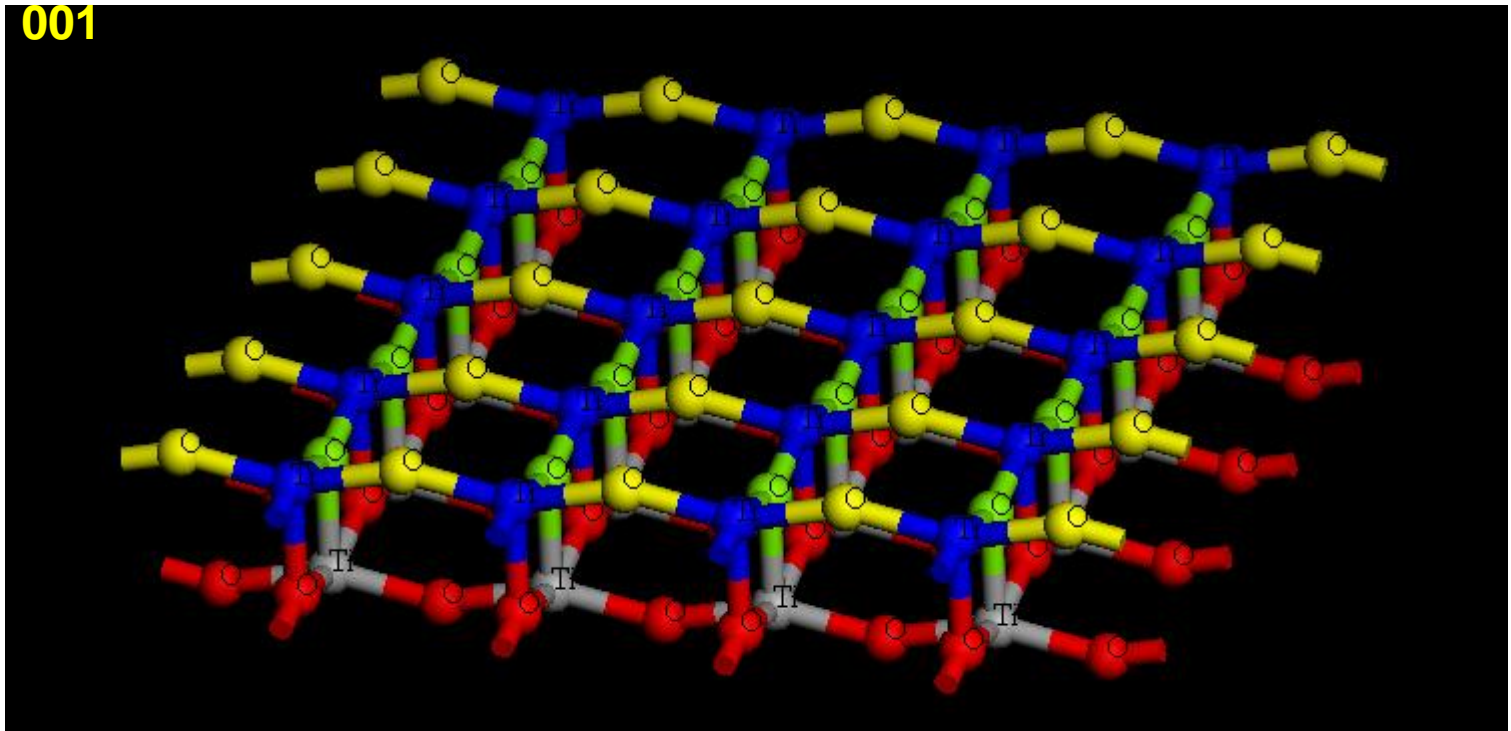
Επιφάνεια Ανατάση



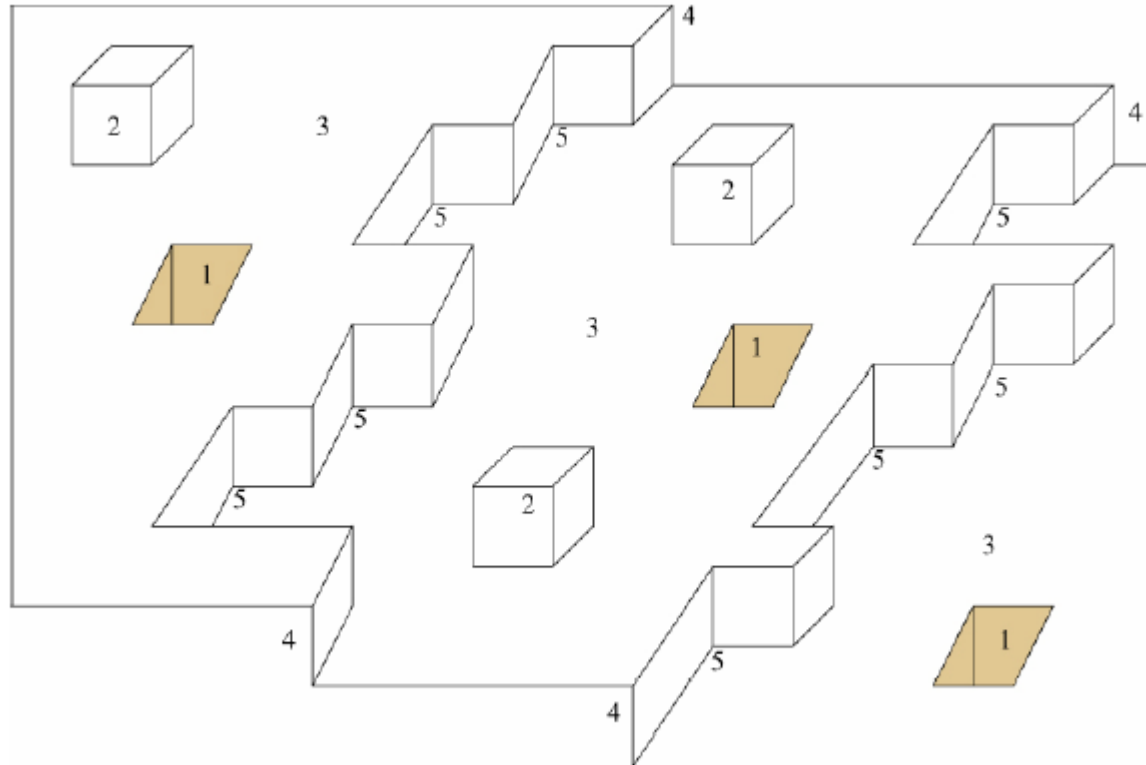
100



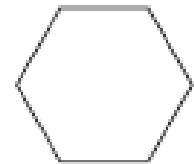
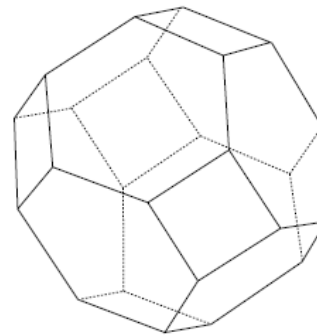
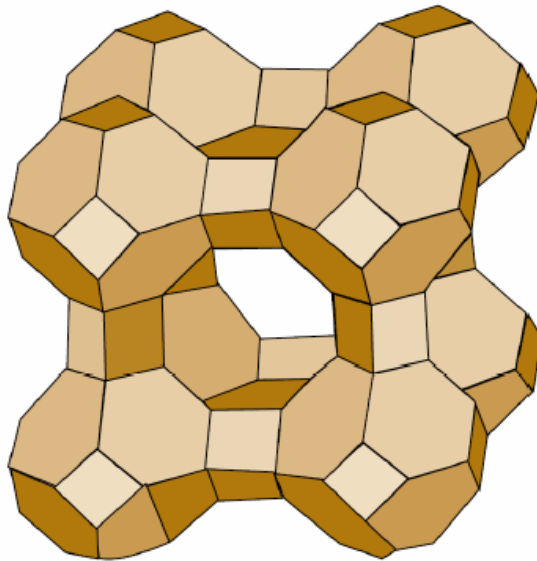
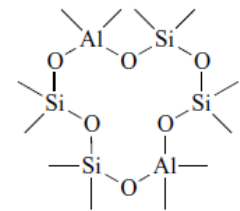
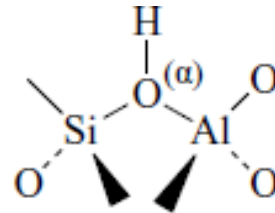
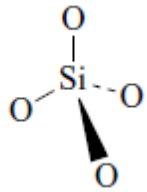
001



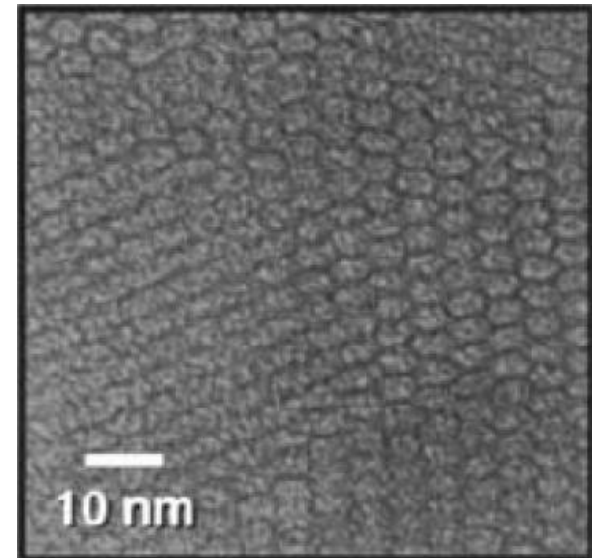
Πρώτο επίπεδο οργάνωσης: επιφανειακές ατέλειες



Σχηματισμός πορωδών ζεολιθικών νανοκρυστάλλων

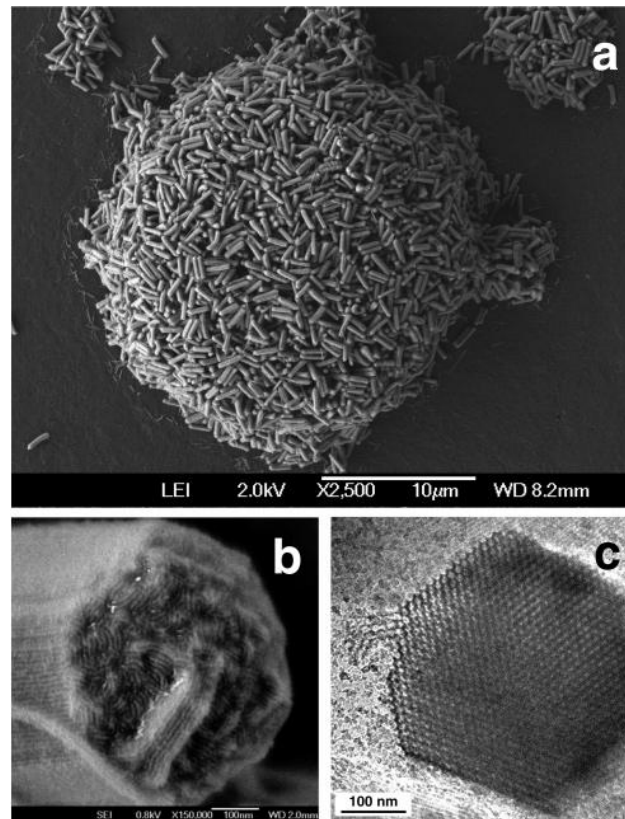


Απεικόνιση των σωληνωτών πόρων του MCM-41 και φωτογραφία ηλεκτρονικής μικροσκοπίας διέλευσης

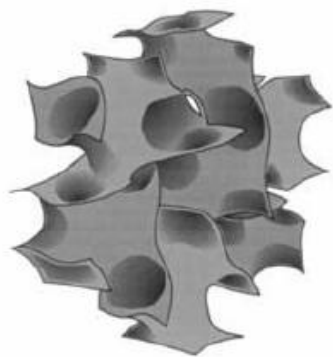


Το MCM-41 ανακαλύφθηκε το 1992 από τους ερευνητές της Mobil. Συγκροτείται από ομοιόμορφους και ισομεγέθεις σωληνωτούς μεσοπόρους με συγκεκριμένο μέγεθος στην περιοχή 2-10nm που είναι διατεταγμένοι σε εξαγωνική διάταξη.

Φωτογραφία ηλεκτρονικής μικροσκοπίας σάρωσης του SBA-15



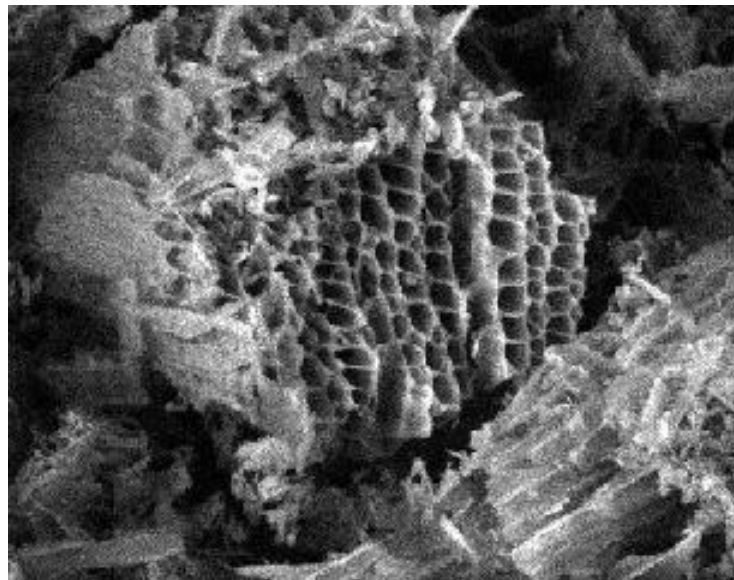
**Απεικόνιση των πόρων του MCM-48 (αριστερά) και
του MCM-50 (δεξιά)**



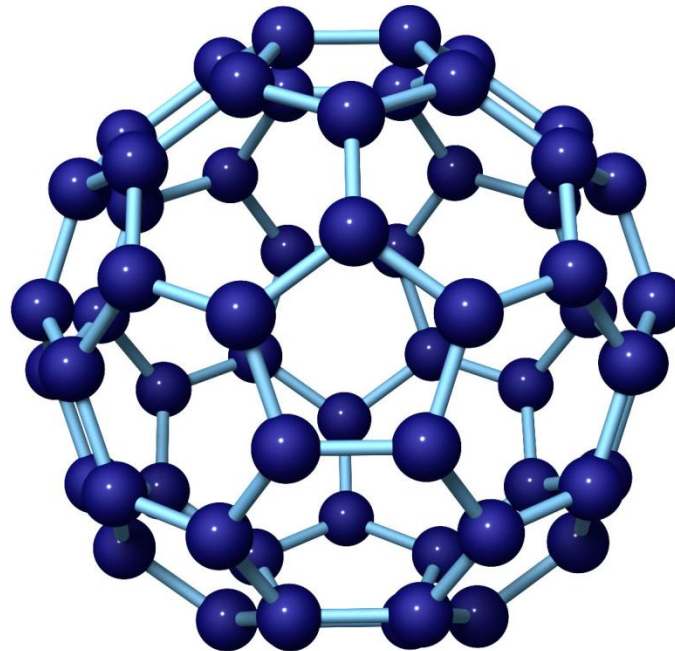
Νανοδομές άνθρακα

- ◆ νανοΐνες γραφίτη
- ◆ ενεργός άνθρακας
- ◆ φουλερένια
- ◆ νανοσωλήνες
- ◆ γραφένιο

Φωτογραφία των μικροπόρων του ενεργού άνθρακα στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.

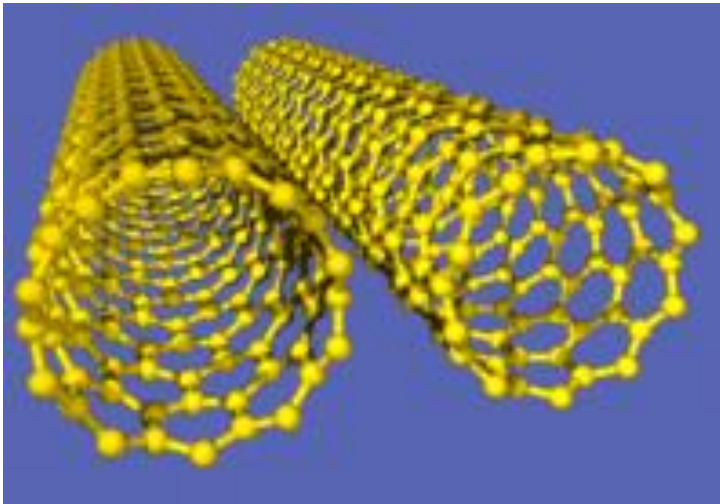


Απεικόνιση του μορίου του φουλερενίου C_{60} .



Η διάμετρος του C_{60} είναι 1,38nm

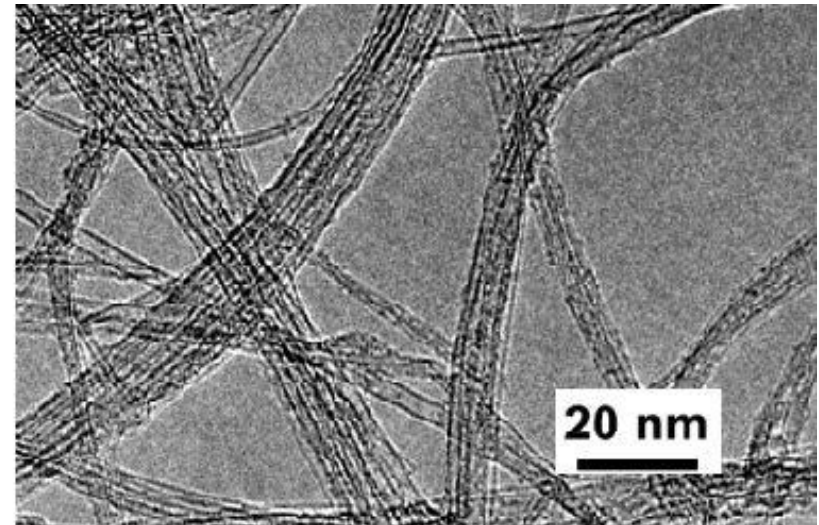
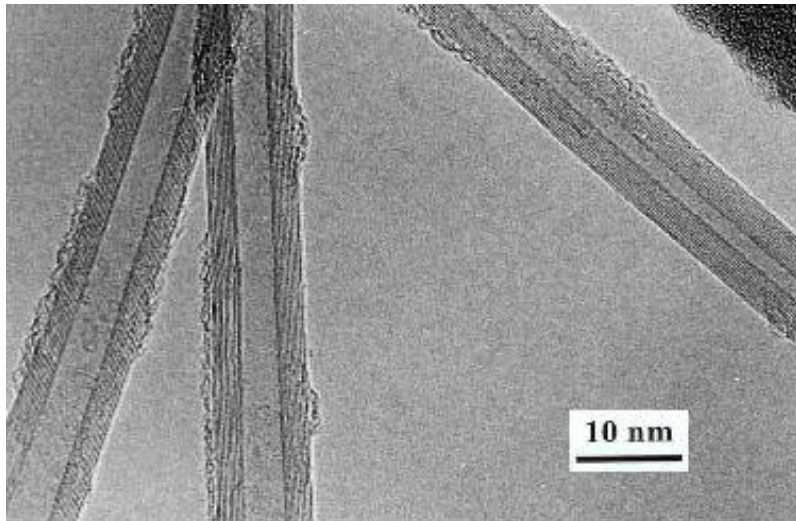
Σχηματική αναπαράσταση μονοφλοιικών και πολυφλοιικών νανοσωλήνων άνθρακα



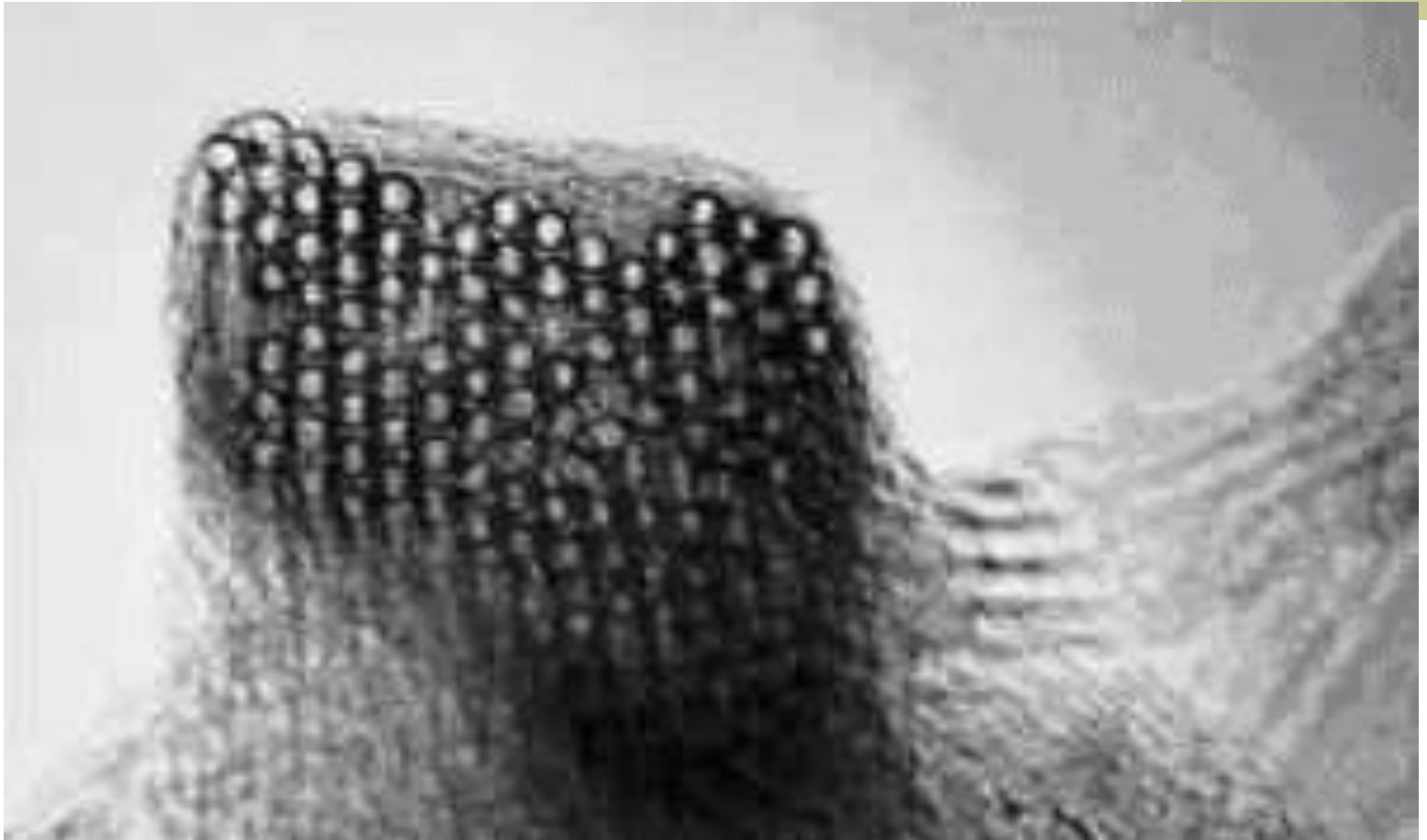
Οι νανοσωλήνες άνθρακα είναι σωλήνες μοριακής κλίμακας που μοιάζουν να προέρχονται από αναδιπλωμένα φύλλα γραφίτη

Οι νανοσωλήνες άνθρακα μπορεί να είναι μονοφλοιϊκοί, δηλαδή ξεχωριστοί απλοί σωλήνες, με διάμετρο 1-2nm ή πολυφλοιϊκοί, δηλαδή ένας σωλήνας περιβαλλόμενος από έναν ή περισσότερους, με διάμετρο από 3-30nm.

Μικροφωτογραφίες πολυφλοιικών νανοσωλήνων άνθρακα που έχουν ληφθεί με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο διέλευσης



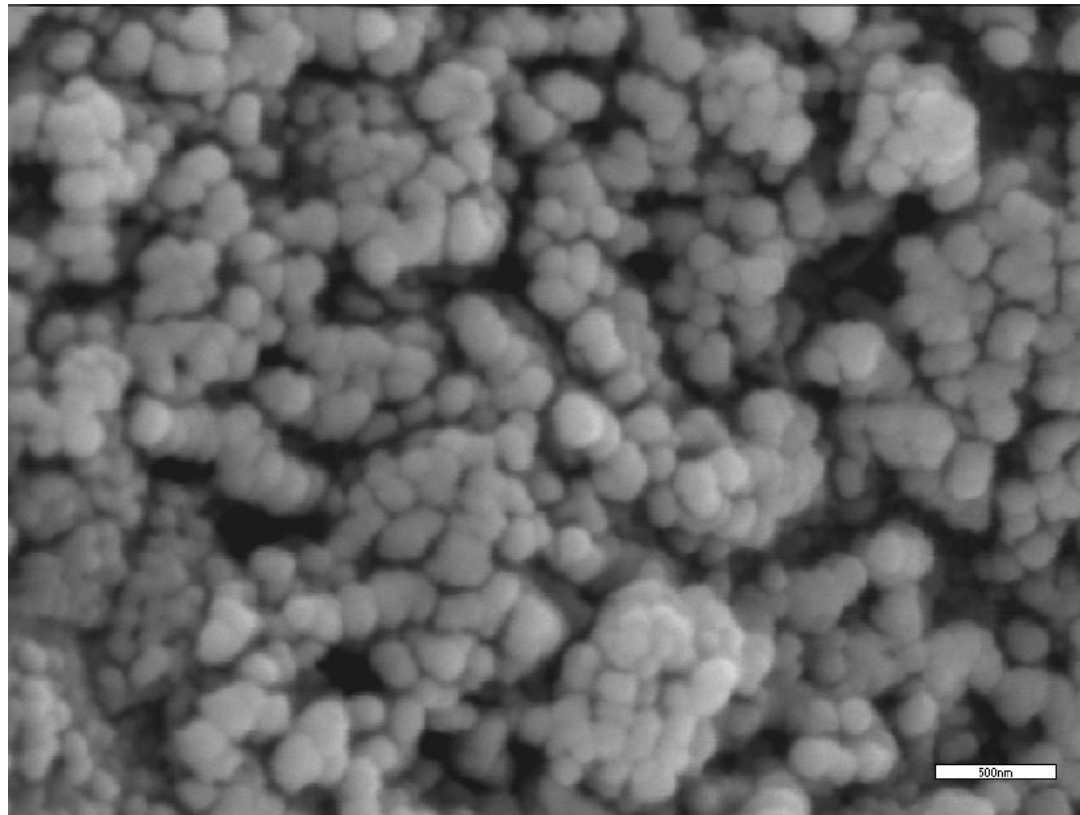
Μια αρμαθιά 100 περίπου μονοφλοιικών
νανοσωλήνων που σχηματίζουν νανοσωματίδια
που μοιάζουν με ‘σχοινί’



Συσσωμάτωση

- ◆ Πρωτοταγή νανοσωματίδια /νανοκρύσταλλοι : λίγα έως μία ή δύο δεκάδες νανόμετρα.
- ◆ Ενδοκρυσταλλικοί/ ενδοσωματιδιακοί πόροι: 0.5-2.0nm (μικροπορώδες), 2-50nm (μεσοπορώδες)
- ◆ Συσσωματώματα : διάφορα μεγέθη από μερικές δεκάδες νανόμετρα έως λίγες εκατοντάδες μικρόμετρα.
- ◆ Διασωματιδιακοί πόροι: μεγάλο εύρος, για παράδειγμα 1-50nm.
- ◆ Μορφοποιημένα τεμαχίδια: κάποια χιλιοστά ή εκατοστά (πόροι : 0.1-10 μ m).

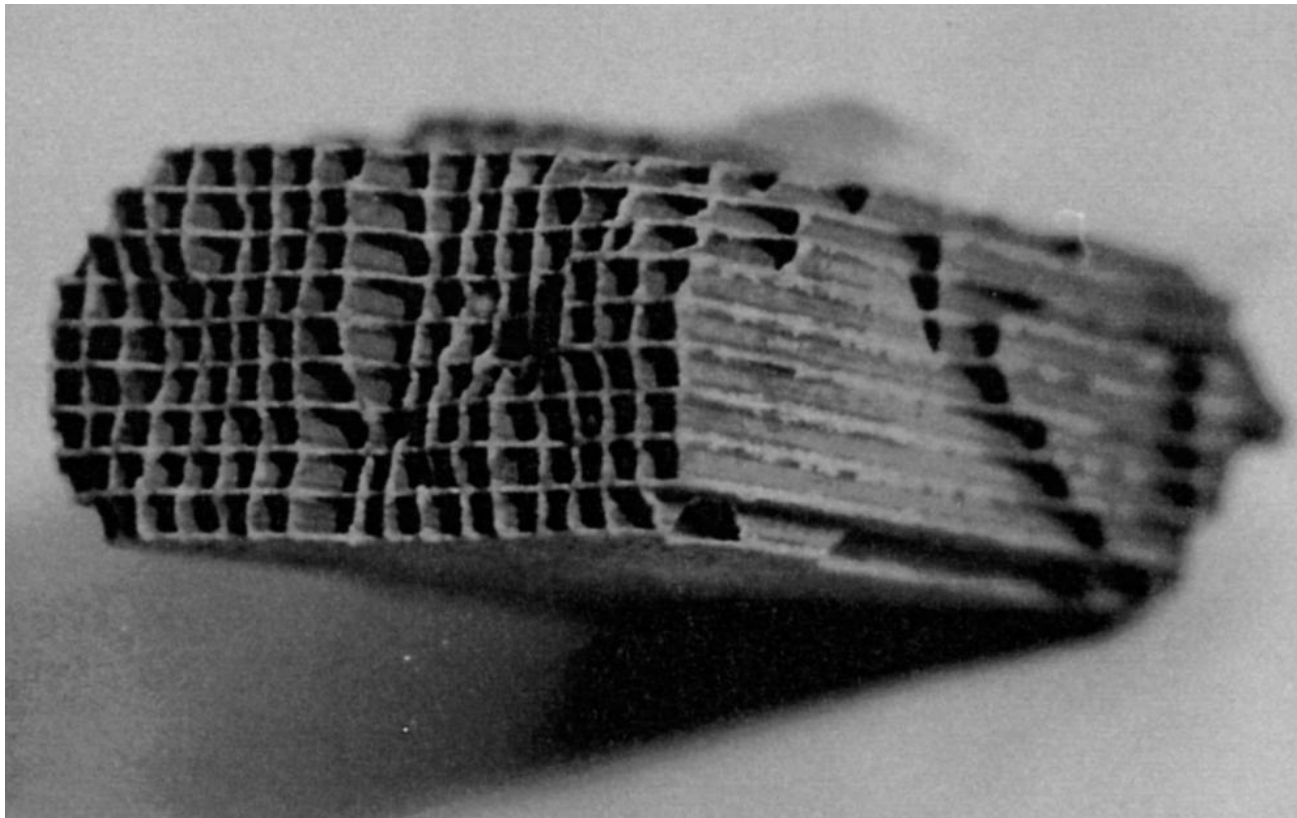
Συσσωματώματα Καταλύτη Ni/Al₂O₃ μεγέθους 100-200nm



Μορφή και μέγεθος των καταλυτικών τεμαχιδίων

- ◆ Σε εργαστηριακούς αντιδραστήρες :
μικροτεμαχίδια σκόνης
- ◆ Σε βιομηχανικούς αντιδραστήρες :
μορφοποιημένα τεμαχίδια, μονολιθικές κατασκευές, αφρούς, γάζες, σπόγγους

Φωτογραφία από ένα κομμάτι χρησιμοποιημένου
μονολιθικού καταλύτη.



Βιομηχανικές απαιτήσεις

- ◆ Υψηλή ειδική επιφάνεια
- ◆ Μεγάλη μηχανική αντοχή
- ◆ Καλή θερμική συμπεριφορά

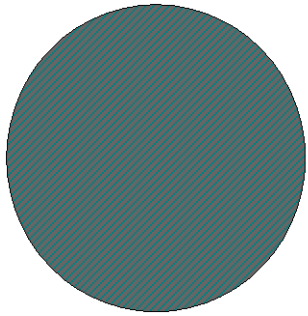
Αύξηση της ειδικής επιφάνειας

- ◆ Μείωση του μεγέθους των καταλυτικών μικροτεμαχιδίων
- ◆ Επίτευξη υψηλού ενδοσωματιδιακού πορώδους
- ◆ Επίτευξη υψηλού διασωματιδιακού πορώδους
- ◆ Διασπορά της δραστικής φάσης σε κάποιο φορέα

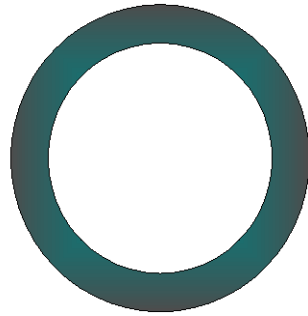
Στηριγμένοι καταλύτες

- ◆ Τι διασπείρεται στο φορέα;
- ◆ Διασπορά και δραστική επιφάνεια
- ◆ Ισχυρές αλληλεπιδράσεις
- ◆ Αντιδράσεις ευαίσθητες στη Δομή
- ◆ Καταλύτες διπλής λειτουργίας

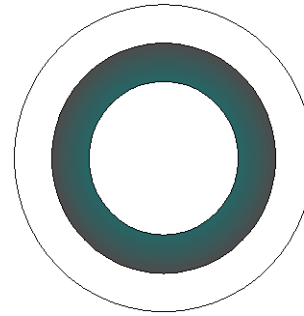
Κατανομή της δραστηκής φάσης σε τεμαχίδια φορέα



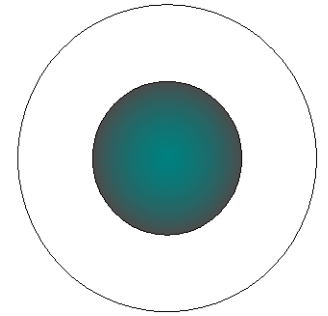
Ομοιόμορφη



Περιφερειακή



Ενδιάμεση
Περιφερειακή



Κεντρική

Ενισχυτές

- ◆ Ενισχυτές Δομής ή Υφής του φορέα (Σταθεροποιητές):π. χ. οξείδια του δημητρίου και του ζirkονίου στο οξείδιο του αργιλίου
- ◆ Ιόντα του λανθανίου, του δημητρίου, του βαρίου και του πυριτίου στο οξείδιο του αργιλίου (τροποποιητές)
- ◆ Ενισχυτές της Δραστικής φάσης: **φαινόμενο συνέργειας**