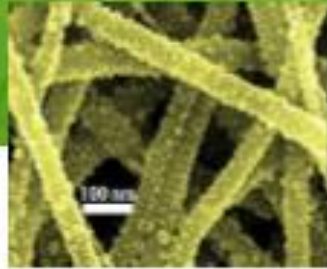
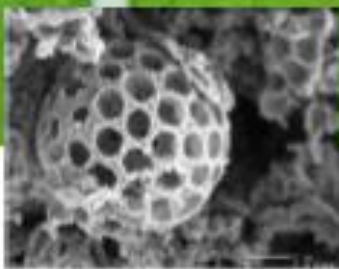




Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Κρήτης
Τμήμα Μηχανολογίας

Εφαρμογές της Νανοτεχνολογίας στις Επιστήμες των Μηχανικών

NANO



ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:
Άννα Καλαϊτζή

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
κ. Σαββάκης Κων/νος

ΚΡΗΤΗ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2012

Τίτλος Πτυχιακής Εργασίας

Εφαρμογές της Νανοτεχνολογία στις Επιστήμες των Μηχανικών

Θέλω να αφιερώσω την παρούσα εργασία σε όλη μου την οικογένεια για την στήριξη της αλλά ιδιαίτερα σε ένα μέλος που δεν είναι πια στη ζωή, στον μπαμπά μου!

Επιμέλεια:

Καλαϊτζή Άννα

Πίνακας Περιεχομένων

Ευχαριστίες.....	18
Περίληψη.....	19
Abstract.....	20
Εισαγωγή.....	21

Κεφάλαιο 1

1. Εισαγωγή στην Νανοτεχνολογία-

<i>Βασικές αρχές και ορισμοί.....</i>	24
1.1 Ιστορική Αναδρομή	24
1.2 Νανοτεχνολογία.....	27
1.3 Νανοεπιστήμη & Νανοεπιστήμονες	31
1.4 Νανοσωματίδια	33
1.5 Θεμελιώδεις Αρχές των Νανοτεχνολογιών.....	34

Κεφάλαιο 2

2. Υλικά με Νανοδομή και οι εφαρμογές τους.....

2.1 Νανοδομημένα υλικά	37
2.1.1 Εφαρμογές Νανοδομημένων υλικών.....	38
2.2 Νανο-σύνθετα υλικά.....	39

2.2.1 Εφαρμογές Νανοσύνθετων υλικών.....	42
2.2.2 Παραδείγματα Νανοσύνθετων υλικών.....	43
2.2.3 Κίνδυνοι για την υγεία του ανθρώπου	43
2.3 Νανοσωλήνες άνθρακα	44
2.3.1 Νανοσωλήνες άνθρακα μπορούν να παρασκευαστούν μέσω των παρακάτω τεχνικών.....	49
2.3.2 Εφαρμογές Νανοσωλήνων άνθρακα	49
2.4 Νανοπολυμερή	50

Κεφάλαιο 3

3. Φαινόμενα ροής θερμότητας και ρευστών σε

νανοκλίμακα.....	53
3.1 Θερμική αγωγιμότητα νανοσωλήνων άνθρακα.....	53
3.2 Μη Συνεχές Ροή και Μεταφορά Θερμότητας.....	53
3.3 Μοριακός μηχανισμός μεταφοράς ενέργειας και ορμής στα υγρά.....	57
3.4 Μεταφορά της μάζας, ενέργειας και ορμής στα υγρά-αερία και υγρά-στερεά.....	58
3.5 Μελέτη μεταφοράς μάζας και ενέργειας στη βιολογική δομή και την ανάπτυξη συσκευών μικρο / νανο ρευστών.....	59
3.6 Μηχανισμοί θερμικής αγωγιμότητας.....	60
3.7 Μεταφορά Θερμότητας Νάνο ρευστών.....	63

Κεφάλαιο 4

4. Νανομηχανική.....	68
4.1 Ορισμός και βασικές αρχές της Νανομηχανικής.....	68
4.1.1 Παραδείγματα Νανομηχανικής.....	69
4.1.2 Πλεονεκτήματα.....	72
4.1.3 Μειονεκτήματα.....	73
4.2 Εφαρμογές Νανομηχανικής.....	73
4.2.1 Νανομηχανική στη φύση	74
4.2.2 Εφαρμογές και λειτουργία τεχνικών μύων.....	76
4.3 Υπολογιστική Νανομηχανική.....	77
4.4 Μελλοντικές Προοπτικές της Νανομηχανικής.....	77

Κεφάλαιο 5

5. Νανοτεχνολογία και Ενέργεια.....	79
5.1 Το ανερχόμενο ενεργειακό πρόβλημα.....	80
5.2 Γενικές εφαρμογές της ενέργειας με βάση την νανοτεχνολογία....	81
5.2.1 Φωτοβολταϊκά	82
5.2.1.1 Φωτοβολταϊκά μονοκρυσταλλικού πυριτίου (<i>SingleCrystalline Silicon</i>).....	83

5.1.2.2 Φωτοβολταϊκά πολυκρυσταλικού πυριτίου (MultiCrystalline Silicon).....	84
5.1.2.3 Φωτοβολταϊκά άμορφου πυριτίου.....	85
5.1.2.4 Τα ωφέλη των νανο-φωτοβολταϊκών ηλιακών πάνελ προσφέρουν.....	86
5.2.2 Αποθήκευση ενέργειας σε μπαρατίες.....	86
5.2.3 Νάνο δέντρα συλλέγουν την ενέργεια του ήλιου για να μετατρέπει το νερό σε υδρογόνο Καύσιμο.....	89
5.2.4 Νανοτεχνολογία φωτισμού LED.....	91
5.2.5 Μόνωση.....	92

Κεφάλαιο 6

6. Εφαρμογές της νανοτεχνολογίας στη Μηχανολογία.....	94
6.1 Εισαγωγή στην Μηχανολογία.....	94
6.2 Νανοτεχνολογία και Μηχανολογία.....	94
6.3 Εφαρμογες Νανοτεχνολογίας στην αυτοκινητοβιομηχανία.....	96
6.3.1 Καταλύτες με Νανοτεχνολογία.....	98
6.3.2 Ελαστικά με Νανοτεχνολογία.....	100
6.3.3 Νανοτεχνολογία και Formula 1.....	101
6.4 Το μέλλον των αυτοκινήτων με Νανοτεχνολογία.....	103

6.4.1 Ηλεκτρο - χρωματικά στρώματα για καταπολέμηση της αντανάκλασης του κατόπτρου και άλλες εφαρμογές.....	103
--	-----

Κεφάλαιο 7

7. Ανασκόπηση εφαρμογών της νανοτεχνολογίας σε άλλους τομείς της τεχνολογίας: 1.Νανοϊατρική, 2. Γεωργία, 3. Περιβάλλον.....	105
7.1 Νανοϊατρική.....	105
7.1.1 Αναγεννητική Ιατρική.....	105
7.1.2 Διαγνωστική Ιατρική & Ιατροφαρμακευτική περίθαλψη.....	106
7.1.3 Νανοτεχνολογία στη μάχη κατά του καρκίνου.....	107
7.1.4 Νευροπροσθετική.....	109
7.2 Γεωργία	110
7.3 Περιβάλλον	116

Ευρετήριο Εικόνων

- Εικόνα 1:** Από τον Richard Feynman έγινε η πρώτη επιστημονική αναφορά της Νανοτεχνολογίας με τίτλο "There's Plenty of Room at the Bottom".....**24**
- Εικόνα 2:** Δημιουργία μη-ορατής «νανοκιθάρα» τη δεκαετία του '90, βγάζει 17οκτάβες πάνω από της τυπικές κιθάρες.....**25**
- Εικόνα 3:** Προσομοίωση υπολογιστών της ανάπτυξης του χρυσού nanoshell με πυρήνα πυριτίου και πάνω-στρώμα χρυσού.....**26**
- Εικόνα 4:** Βιολογικά συστήματα με διαστάσεις νανοκλίμακας (Πάνω). Τα συστήματα νανοτεχνολογίας που βασίζονται, στη νανοϊατρική χρησιμοποιούνται για μεταφορά ενεργών συστατικών ή ανίχνευση ιών (Κάτω). Ως "μέτρο σύγκρισης" για την κλίμακα: Μια ανθρώπινη τρίχα με διάμετρο 50 μm , και ένα μόριο ασπιρίνη διαμέτρου μικρότερη από 0,5 nm.....**27**
- Εικόνα 5:** Σύγκριση ενός νανομέτρου σε σχέση με μια μικρή πρωτεΐνη & ένα μόριο άνθρακα.....**28**
- Εικόνα 6:** Σύγκριση ενός νανομέτρου με μία κβαντική κουκκίδα & έναν νανοσωλήνα dna.....**28**
- Εικόνα 7:** Το μικρότερο ρομπότ στον κόσμο, το οποίο έχει καταχωρισθεί στο Βιβλίο Γκίνες. Ζυγίζει μόνο 4,6 γραμμάρια και ονομάζεται

Ρικόρντο. Αποτελεί ζευγάρι με τη Λούμπι (αριστερά στο βάθος) και διαθέτει φωτοαισθητήρες οι οποίοι του επιτρέπουν να κινείται προς κάθε φωτεινή πηγή.....**30**

Εικόνα 8: Η μικρότερη μηχανή που έχει δημιουργήσει μέχρι σήμερα ο άνθρωπος, ένας ηλεκτρικός κινητήρας αποτελούμενος από ένα και μοναδικό μόριο.....**30**

Εικόνα 9: Ένα μικροσίπ με μια σειρά από 64 νανοαισθητήρες. Οι νανοαισθητήρες εμφανίζονται ως μικρές σκούρες κουκίδες σε ένα 8x8 πλέγμα στο κέντρο της, στο φωτισμένο τμήμα του οπίσθιου φωτισμού μικροσίπ.....**31**

Εικόνα 10: Ένα τεχνητό σκέλος DNA.....**32**

Εικόνα 11: Ένα rRNA μικροσκοπικού μοτέρ.....**32**

Εικόνα 12: Ημιαγώγιμη μεταλλική ένωση σχηματιζόμενη από δύο νανοσωλήνες άνθρακα.....**32**

Εικόνα 13: Στην πρώτη εικόνα αριστερά είναι μικρογραφία ηλεκτρονίων που δείχνει νανοσωματίδια αργύρου να συντίθεται με τη χρήση ψευδομελελαίου εκχυλίσματος των φύλλων, με αυτό-συναρμολόγηση. Στις υπόλοιπες τρεις βλέπουμε αυτο-συναρμολόγηση από νανοσωματίδια μεμονωμένα άτομα, μόρια. Bottom-up approach (από κάτω προς τα πάνω).....**34**

Εικόνα 14: Bottom – up approach (από κάτω προς τα πάνω μέθοδος).....**35**

- Εικόνα 15:** Οπτική λιθογραφία, λιθογραφία δέσμης ηλεκτρονίων Top-down approach (από πάνω προς τα κάτω)**36**
- Εικόνα 16:** Top – down approach (από πάνω προς τα κάτω μέθοδος).....**36**
- Εικόνα 17:** Διαφανείς ηλιακές κυψελίδες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φωτοβολταϊκά παράθυρα ενταγμένα στην αρχιτεκτονική κτιρίων κατασκεύασε η ομάδα της BRITE HELLAS AE. Η ομάδα αναπτύσσει τεχνολογία φωτοβολταϊκών πάνελ τρίτης γενιάς και, χρησιμοποιώντας οργανικά και ανόργανα νανοϋλικά, δημιουργεί ηλιακές κυψελίδες οι οποίες είναι διάφανες.....**39**
- Εικόνα 18:** Πλαστικό με νάνο-ίνες που μπορούν να συναρμολογούνται μόνες τους.....**41**
- Εικόνα 19:** Ένας σκύλος κατασκευασμένος από τον καλλιτέχνη Robert Bradford μόνο από ανακυκλώσιμα πλαστικά υλικά.....**44**
- Εικόνα 20:** Ορισμός του «chiral vector» πάνω στο πλέγμα γραφίτη σύμφωνα με το οποίο καθορίζονται οι τρεις πιθανές δομές περιτύλιξης των νανοσωλήνων.....**45**
- Εικόνα 21:** Αναπαράσταση Νανοσωλήνα μονού τοιχώματος και εικόνα μέσα από μικροσκόπιο.....**45**
- Εικόνα 22:** Multi-walled nanotubes-MWNT τοιχώματος,κυλινδρικός νανοσωλήνας άνθρακα τοιχώματος.....**46**
- Εικόνα 23:** Νανοσωλήνας πολλαπλού ο ένας μέσα στον άλλο.....**46**
- Εικόνα 24:** Δομή νανοσωλήνα υψηλής ποιότητας DWCNTs.....**46**

- Εικόνα 25:** Εικόνα από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο υψηλής ποιότητας από διτοχωματικοί νανοσωλήνες άνθρακα.....**46**
- Εικόνα 26:** Φωτογραφία νανοσωλήνα από NASA.....**47**
- Εικόνα 27:** Σχέδια που απεικονίζουν μια αλυσίδα από σωματίδια χρυσού επικαλυμμένα με δακτυλίους από μόρια της αναπληρωματικής σύνθεσης, όπου συνδετικά μόρια έχουν τοποθετηθεί στους πόλους.....**51**
- Εικόνα 28:** Από κυματιστά σωματίδια σε νανο αλυσίδες πολυμερών. Ιδανική σχέδιο της **(A)** μίας πλάγιας όψης και **(B)** μιας κάτοψης του κυματιστού σωματιδίου που δείχνει τις δύο πολικές ελλείψεις που πρέπει να υπάρχουν για να επιτρέπει την εναλλαγή των ομόκεντρων δακτυλίων. **(C)** Σχηματική παράσταση της αντίδρασης σχηματισμού της αλυσίδας.....**51**
- Εικόνα 29:** Οι εικόνων των αλυσίδων που συνθέτουν το λαμβανόμενο ίζημα, όταν 11- μερκαπτό-οξύς (MUA) «πόλος-ενεργοποιημένος» τα κυματιστά νανοπολυμερή αντιδρούν με 1,6-διαμινωεξάνιο (DAH) σε μία αντίδραση δύο φάσεων. Οι ράβδοι είναι κλίμακας 200 nm, παρεμβάλλοντας μέσα σε 50 nm.....**52**
- Εικόνα 30:** Αυτό το επίπεδο νανοκλίμακας-επικαλύπτεται από οξειδίο του ψευδαργύρου πάνω σε μια πλάκα χαλκού διαθέτει τη δυνατότητα να αυξήσει σημαντικά τα χαρακτηριστικά μεταφοράς θερμότητας και να οδηγήσει σε μια επανάσταση στην τεχνολογία θέρμανσης και

- ψύξης, σύμφωνα με τους εμπειρογνώμονες στο Oregon State University και το Pacific Northwest National Laboratory.....**55**
- Εικόνα 31:** Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (SEM) και Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (TEM) εικόνες των πολλαπλών δενδρικών ιεραρχικών δομών: (α) πανοραμική εικόνα, (b) εμπρόσθια και (c) πλευρική όψη ενός τυπικού σελυνίδιο μολύβδου πολλαπλών δομών δενδρίτη, (d) εικόνα δενδριτικού από μικροσκόπιο. Εσωτερικά (b) φωτίζει τις αυξανόμενες κατευθύνσεις ενός δενδριτικού κλάσματος σε σελυνίδιο μολύβδου πολλαπλών δενδριτικών ιεραρχικών δομών.....**51**
- Εικόνα 32:** Μετάδοση θερμότητας σε ένα υγρό στρώμα μεταξύ στερεών επιφανειών (αριστερά) και υγρού νερού-στερεού πλατινένιας διασύνδεσης (δεξιά).....**57**
- Εικόνα 33:** Υγρό-ατμός διασύνδεση του νερού.....**58**
- Εικόνα 34:** Ανάλυση της θερμικής μεταφοράς ενέργειας στο εσωτερικό της διπλοστιβάδας της μεμβράνης των λιπιδίων (αριστερά) και αυτό-οργανωμένο σύμπλεγμα μορίων λιπιδίων (δεξιά).....**59**
- Εικόνα 35:** Αιωρήματα νανοσωματιδίων.....**60**
- Εικόνα 36:** Μέθοδος θερμού σύρματος.....**61**
- Εικόνα 37:** Θερμική συσκευή μέτρησης αγωγιμότητας νανορευστών.....**62**
- Εικόνα 38:** Η θερμική αγωγιμότητα ενισχύεται από τρία είδη εναιωρημάτων γραφίτη ως συνάρτηση του όγκου.....**62**

- Εικόνα 39:** Διοξειδίου του τιτανίου νανορευστών, με διάμετρο σωματιδίων 25nm..... **63**
- Εικόνα 40:** Σύγκριση των μετρήσεων για την βελτίωση της θερμικής αγωγιμότητας, με το μοντέλο που βασίζεται στην δόμηση των νανοσωματιδίων : με βάση το διοξείδιο του τιτανίου (TiO₂) των νανορευστών..... **63**
- Εικόνα 41:** Επίδραση της συγκέντρωσης των νανοσωματιδίων στην μεταφερόμενη θερμότητα που μεταφέρονται υπό φυσιολογικές συνθήκες..... **65**
- Εικόνα 42:** Μια τυπική διάλυση της διαδικασίας της γέφυρας υγρού προπανίου (μπλε) σε 185 K σε περιβάλλον με αέριο άζωτο (κίτρινο) περιβάλλον (πυκνότητα 6:00 kg = m³, με αντίστοιχη μερική πίεση 0,36 MPa), που καταγράφεται σε ένα MD προσομοίωσης σε t = 0 α), 400 (β), 760 (γ), και 840 PS (δ). Η διάλυση προφίλ εμφανίζεται στο (δ), παρουσιάζοντας μια γεωμετρία μιας μακράς σύνθλιψης νημάτων στα αριστερά. Το μήκος της γέφυρας νανο είναι 30 nm, και η αρχική μέση ακτίνα του είναι 3 nm..... **67**
- Εικόνα 43:** Νανοςύρματα..... **69**
- Εικόνα 44:** Νέα τεχνολογία ψύξης υπολογιστών με κορδέλες..... **69**
- Εικόνα 45:** Νανωσλήνας άνθρακα Crimp Junction..... **69**
- Εικόνα 46:** Τεχνητά κανάλια ιόντων (κοκκινοί κύλινδροι) χτισμένα σε μια νανομεμβράνητριών επιπέδων..... **69**

Εικόνα 47: Θαλάσσιο διατόμικο <i>Cylindrotheca closterium</i> χρησιμοποιώντας ένα μικροσκόπιο μέγιστης δύναμης.....	74
Εικόνα 48: Χάρτες ελαστικότητας και παραμόρφωσης.....	75
Εικόνα 49: Τεχνητοί μύες θα κατασκευαστούν από νήματα νανοσωλήνων άνθρακα και θα μπορούν να περιστρέφουν αντικείμενα 1000 φορές το βάρος τους.....	76
Εικόνα 50: Νανο-εξάρτημα που λειτουργεί ως σταθεροποιητής κίνησης και διεύθυνσης μιας μηχανής.....	78
Εικόνα 51: Παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας, 1970-2020.....	80
Εικόνα 52: Φωτοβολταϊκα από λεπτές ζελατίνες με τη χρήση νανοτεχνολογίας.....	82
Εικόνα 53: Ηλιακό κύτταρο.....	83
Εικόνα 54: Φωτοβολταϊκό στοιχείο μονοκρυσταλικού πυριτίου.....	83
Εικόνα 55: Φωτοβολταϊκό στοιχείο πολυκρυσταλλικού πυριτίου.....	84
Εικόνα 56: Φωτοβολταϊκά άμορφου πυριτίου.....	85
Εικόνα 57: Υγρή μπαταρία λιθίου.....	87
Εικόνα 58: Μηχανισμός επαναφόρτισης μπαταρίας λιθίου – ιόντων.....	87
Εικόνα 59: Νέες επαναφορτιζόμενες μπαταρίες ψευδαργύρου-αέρος.....	88

- Εικόνα 60:** Ηλεκτρονική μικροσκοπική εικόνα ενός νανοδάσους, ή «3D διακλαδισμένη σειρά νανοσυρμάτων». Η πράσινη απόχρωση προστίθενται για αντίθεση.....**89**
- Εικόνα 61:** Σχηματική αναπαράσταση που δείχνει την επίδραση φωτός παγιδευμένο σε σειρές νανοσυρμάτων. Τα φωτόνια αναπηδούν ανάμεσα σε ενιαία νανοσύρματα και τελικά απορροφούνται από αυτά. Με τη συλλογή περισσότερου ηλιακού φωτός με την κάθετη δομή νανοδέντρων, η ομάδα του Wang έχει αναπτύξει έναν τρόπο για να παράγουν καύσιμα υδρογόνου περισσότερα αποτελεσματικά σε σύγκριση με τα αντίστοιχα επίπεδα όπου αντανακλάται από την επιφάνεια.....**90**
- Εικόνα 62:** Επανάσταση στην απόδοση με τις LED.....**91**
- Εικόνα 63:** Μόνωση ενός τοίχου με την βοήθεια της νανοτεχνολογίας.....**93**
- Εικόνα 64:** Πορώδεις δομές με δυνατότητες για φίλτρα ρύπανσης. Πορώδες νανο-σκόνη αποτελείται από νανο πόρους (Πάνω Αριστερά) Αποσυναρμολόγηση χαραγμένων νανοσωλήνων. (Πάνω Δεξιά)....**95**
- Εικόνα 65:** Λειτουργία ενός καταλύτης αυτοκινήτων βασιζόμενος στην νανοτεχνολογία.....**99**
- Εικόνα 66:** Ελληνικός καταλύτης βασιζόμενος στην νανοτεχνολογία.....**100**
- Εικόνα 67:** Νανο υλικά πληρώσεως όπως η αιθάλη ή το διοξείδιο του πυριτίου είναι συστατικά των σύγχρονων τύπων αυτοκινήτων..... **102**

- Εικόνα 68:** 3D απεικόνιση αγωνιστικού αυτοκίνητου *Formula1* σε
νανοκλίμακα..... **104**
- Εικόνα 69:** Επίδραση ηλεκτροχρωμικών επικαλύψεων αποδεικνύεται από το
παράδειγμα ενός κατόπτρου (Πάνω) Ένα κλασικό παράδειγμα ενός
κατόπτρου. (Κάτω)..... **104**
- Εικόνα 70:** Καινοτόμες συσκευές αποδέσμευσης φαρμάκων, κατασκευασμένα
με λιθογραφία και αυτό-οργάνωση και έχουν την μορφή
δοχείου..... **107**
- Εικόνα 71:** Σύνδεση νευρικών κυττάρων με ηλεκτρικούς ακροδέκτες..... **108**
- Εικόνα 72:** Νανοσωματίδια περιέχουν συστατικό φαρμάκου κατάλληλο να
καταπολεμούν επιλεκτικά τα καρκινικά κύτταρα..... **108**
- Εικόνα 73:** Εμφύτευμα Αμφιβληστροειδούς..... **109**
- Εικόνα74:** Σχηματική απεικόνιση της φυτικό εκχύλισμα των
φύλλων που προκαλείται με την διεργασία βιοαναγωγής για
τη σύνθεση των νανοσωματιδίων αργύρου: (α) στα φύλλα
των φυτών, (b) εκχύλισμα φύλλων, (c) διάλυμα νιτρικού
αργύρου, (d) μίγμα της αντίδρασης με ποσότητες αργύρου
νανοσωματιδίων, (e) εικόνα από μικροσκόπιο αργύρου
νανοσωματιδίων..... **112**
- Εικόνα75:** Σχηματική αναπαράσταση της ηλεκτροκλωστικής εγκατάστασης
- Εικόνα 76:** Απεικονίζει έξι εικόνες από μικροσκόπιο που δείχνουν (α) νανο
σκόνη διοξειδίου του τιτανίου (TiO_2), (β) μη επεξεργασμένο

βαμβακερό ύφασμα, και (γ) 51 gr/ lt ασβεστίου (CA), (δ) 99 gr/ lt ασβεστίου (CA), (ε) 51 gr/lt -βουτανοτετρακαρβοξυλικό οξύ (BTCA), και (στ) 99 gr / lt -βουτανοτετρακαρβοξυλικό οξύ (BTCA), επεξεργασμένων βαμβακερών υφασμάτων υπό την παρουσία 2.6 (%) νανο διοξειδίου του τιτανίου(TiO₂) και την υπεριώδη ακτινοβολία με την μέθοδο σκλήρυνσης..... **114**

Εικόνα 77: Νανοσκουριά καθαρίζει το αρσενικό από το πόσιμο νερό..... **117**

Εικόνα 78: Νανοφίλτρο για αφαίρεση βακτηρίων αλλά και ιών από το πόσιμο νερό..... **118**

Εικόνα 79: Φαινόμενο λωτού - η σταγόνα της βροχής είναι σαν να μην έχει καθόλου επαφή με την επιφάνεια του φύλου..... **119**

Εικόνα 80: Ένα μύδι (πάνω αριστερά), μια σαύρα γκέκο (πάνω δεξιά), αστερίας *Ophioscoma wendtil* με φολίδες θώρακα και πεδία μικροφακών (κάτω αριστερά) και τα λεπτά τριχίδια στο πέλμα της σαύρας..... **120**

Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε κατά το χρονικό διάστημα 27 Ιουλίου έως 20 Σεπτεμβρίου 2012 , στα πλαίσια της παρουσίασης πτυχιακών εργασιών για το εαρινό εξάμηνο 2011-2012 του Ανώτατου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Κρήτης.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, της παρούσας εργασίας κ. Σαββάκη Κων/νο για το χρόνο που μου αφιέρωσε, την συνεχή καθοδήγηση και ενθάρρυνσή του για την επίτευξη του βέλτιστου δυνατού αποτελέσματος, και τις πολύτιμες συμβουλές που μου πρόσφερε καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας. Η ευχάριστη αίσθηση επικοινωνίας και η άψογη συνεργασία μας, ήταν καθοριστική για την πορεία της εργασίας.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους στενούς φίλους μου και τα άτομα εμπιστοσύνης μου για την αδιάκοπη συμπαράσταση που μου πρόσφεραν κατά την διάρκεια της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που με στήριζε από τα πρώτα χρόνια των σπουδών μου και με την αδιάκοπη εμπύχωση και διαρκεί συμπαράσταση της, με βοήθησε να αφιερώσω όσο περισσότερο χρόνο και ενέργεια μπορούσα.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία περιγράφονται οι βασικές αρχές, οι ορισμοί της Νανοτεχνολογίας καθώς επίσης και οι εφαρμογές της με ιδιαίτερη έμφαση σε κάποιες συγκεκριμένες. Η πρωτογενή ανάπτυξη της νανοτεχνολογίας ξεκίνησε από τις αρχές της δεκαετίας του ογδόντα και του ενενήντα, όμως εδώ και αρκετά χρόνια έχει εισβάλει δυναμικά στην καθημερινότητα μας και σήμερα δεν υπάρχει βιομηχανία με διεθνές πεδίο δράσης που να μην έχει επενδύσει στην Νανοτεχνολογία.

Η νανοτεχνολογία αναφέρεται στον κλάδο της επιστήμης και της τεχνολογίας που διατίθεται για τον σχεδιασμό, την παραγωγή, τη χρήση, τις δομές, τις συσκευές, τα συστήματα και τον χειρισμό των ατόμων και των μορίων σε νανοκλίμακα, δηλαδή έχουν μία ή περισσότερες διαστάσεις της τάξεως των 100 νανομέτρων ή λιγότερο. (εκατομμυριοστών του χιλιοστού). Οι εφαρμογές της μπορεί να είναι πολύ ευεργετικές και έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην κοινωνία. Έχει ήδη εφαρμοστεί στην τεχνολογία τροφίμων, ενέργειας καθώς και σε άλλα ιατρικά προϊόντα και φάρμακα. Τα νανοϋλικά έχουν ένα σχετικά μεγαλύτερο εμβαδόν επιφάνειας σε σύγκριση με την ίδια μάζα του υλικού που παράγεται σε μία μεγαλύτερη μορφή. Επίσης, μπορούν να προσφέρουν νέες ευκαιρίες για τη μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος.

Υπάρχουν διάφορες απόψεις σχετικά με την νανοτεχνολογία, κάποιιοι υποστηρίζουν ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επεκτείνει την διάρκεια ζωής του ανθρώπου ή για την παραγωγή προϊόντων από φτηνές πρώτες ύλες, άλλοι πιστεύουν ότι βρίσκονται ήδη στην ατμόσφαιρα. Το μόνο σίγουρο είναι ότι ο χρόνος είναι αυτός που θα δείξει το πώς η νανοτεχνολογία θα επηρεάσει την καθημερινότητα και την ποιότητα της ζωής μας!

Λέξεις-Κλειδιά: Νανοτεχνολογία, εφαρμογές νανοτεχνολογίας, νανοκλίμακα

Abstract

This Thesis urges the definition, the basic principles and the applications of nanotechnology by analyzing and describing them.

The introduction and primary development of nanotechnology is set around 1980s and 1990s. Over the last years, though, nanotechnology has taken place in every single industry's daily routine, especially if the latter is known in international fields of actions.

Nanotechnology is referred to the field of science and technology that is provided for planning, production, use, structures, devices, systems and coordination of the atoms and the molecules in the nanoklima, having one or even more dimensions out of 100 nanometers or less. The applications of such technology seem to be beneficial for the society as important positive outcomes are arisen. Nanotechnology has already been implemented in food technology, energy as well as in many medical products or drugs. Nanomaterials have a relatively larger surface area when compared to the same mass of material produced in a larger form. Also provide new chances in reducing and decreasing the environmental pollution.

There are different sites of view as related to nanotechnology; some support that it can be used to extend human life or to produce products from cheap raw materials; some others believe that nano-materials are already in the atmosphere. The way that nanotechnology is about to influence the quality of human's life can only be seen over the years!

Keywords: Nanotechnology, applications of nanotechnology, nanoscale

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια στην επιστημονική κοινότητα βρίσκεται σε εξέλιξη μια από τις σημαντικότερες επιτεύξεις στο χώρο της τεχνολογίας αλλά και των επιστημών, μιλάμε για την «Νανοτεχνολογία».

Στην παρούσα εργασία περιγράφονται οι βασικές αρχές, οι ορισμοί της Νανοτεχνολογίας, όπως οι νανοεπιστήμες & οι νανοεπιστήμονες, τα νανοϋλικά, τα νανοσωματίδια, οι νανοσωλήνες άνθρακα και λοιπά. Ιδιαίτερη έμφαση όμως δίνεται και στις εφαρμογές της με ιδιαίτερη έμφαση σε κάποιες συγκεκριμένες όπως στην Μηχανολογία.

Θεωρητικά, η νανοτεχνολογία αναφέρεται στην επιστήμη και την τεχνολογία που αναπτύσσονται σε κλίμακα ατόμων και μορίων (νανοκλίμακα). Αναφέρεται επίσης σε επιστημονικές αρχές και νέες ιδιότητες που μπορούμε να κατανοήσουμε και να γνωρίσουμε σε βάθος εργαζόμενοι σ' αυτό το πεδίο. Τέτοιες ιδιότητες μπορούμε να τις παρατηρούμε και να τις εκμεταλλευόμαστε σε μικροκλίμακα ή μακροκλίμακα για την ανάπτυξη υλικών που θα παρουσιάσουν σημαντικές λειτουργίες, αλλά και επιδόσεις. Τα νανοϋλικά έχουν ένα σχετικά μεγαλύτερο εμβαδόν επιφάνειας σε σύγκριση με την ίδια μάζα του υλικού που παράγεται σε μία μεγαλύτερη μορφή. Όμως λόγος γίνεται και για τα φαινόμενα ροής θερμότητας και ρευστών σε νανοκλίμακα, όπως επίσης και για την νανομηχανική και τις εφαρμογές της.

Η νανοτεχνολογία είναι η επιστήμη που θα σημαδέψει την ανθρωπότητα διαγράφοντας μια νέα πορεία στους τομείς της τεχνολογίας, της ιατρικής και της φαρμακοβιομηχανίας, της γεωργίας, του περιβάλλοντος, της μηχανολογίας και της επιστήμης γενικότερα. Ταυτόχρονα με την ανάπτυξη της νανοτεχνολογίας αναμένεται να αλλάξει ριζικά ο τρόπος ζωής μας αφού θα μπορούμε να φτιάξουμε ό,τι μας είναι απαραίτητο. Ατομα που πάσχουν από

χρόνιες παθήσεις, όπως ο καρκίνος, Alzheimer, Πάρκινσον, ο διαβήτης, και άλλα είδη ασθενειών, θα βρίσκουν θεραπεία.

Κεφάλαιο 1

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η ιστορική διαδρομή της ανακάλυψης αλλά και της τεχνολογικής έρευνας της Νανοτεχνολογίας καθώς επίσης αναφέρονται και επεξηγούνται οι βασικές αρχές και οι ορισμοί γύρω από αυτήν.

Κεφάλαιο 2

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται και αναλύονται τα πιο βασικά υλικά με νανοδομή, όπως είναι τα νανοϋλικά, οι νανοσωλήνες άνθρακα, τα νανοπολυμερή αλλά και τα νανოსύνθετα υλικά καθώς και η επίδραση που έχουν στην υγεία μας. Εν συνεχεία αναφέρονται οι εφαρμογές τους, και κάποια παραδείγματα.

Κεφάλαιο 3

Στο τρίτο κεφάλαιο εκθέτεται μια αναλυτική αναφορά στα φαινόμενα ροής της θερμότητας και των ρευστών στην νανοκλίμακα. Περιγράφεται μετά από εκτενέστερες έρευνες επιστιμόνων, η μη συνεχείς ροή και μεταφορά θερμότητας σε νανοκλίμακα. Στη συνέχεια αναπτύσσεται ο μοριακός μηχανισμός μεταφοράς ενέργειας και ορμής στα υγρά καθώς επίσης και η μεταφορά της μάζας, της ενέργειας και τις ορμής στα υγρά-αερία και υγρά-στερεά. Μια μικρή αναφορά γίνεται για την μελέτη μεταφοράς μάζας και ενέργειας στη βιολογική δομή και στην ανάπτυξη συσκευών μικρο / νανο ρευστών, οι μηχανισμοί θερμικής αγωγιμότητας και τέλος αναλύεται η μεταφορά θερμότητας των νανο-ρευστών.

Κεφάλαιο 4

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναπτύσσεται και αναλύεται η νανομηχανική δίνοντας τις βασικές αρχές και τον ορισμό της μαζί με κάποια παραδείγματα για την καλύτερη κατανόησή της. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι εφαρμογές της, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της. Αναφορά γίνεται και στην έννοια της υπολογιστικής μηχανικής, την εμφάνιση της νανομηχανικής στην φύση, καθώς και τις προοπτικές που θα έχει στο μέλλον.

Κεφάλαιο 5

Το πέμπτο κεφάλαιο αναφέρεται στον ρόλο που έχει η νανοτεχνολογία στην ενέργεια και στις πολυάριθμες εφαρμογές της με ιδιαίτερη έμφαση στη δημιουργία φωτοβολταϊκών με τη βοήθεια της νανοτεχνολογίας καθώς επίσης και σε κάποιες άλλες εφαρμογές της.

Κεφάλαιο 6

Στο έκτο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στον ορισμό της μηχανολογίας και στις εφαρμογές της. Στη συνέχεια περιγράφονται οι εφαρμογές της Νανοτεχνολογίας στον κόσμο της Μηχανολογίας, όμως έμφαση δίνεται στην εφαρμογή της Νανοτεχνολογίας στην αυτοκινητοβιομηχανία.

Τέλος στο Κεφάλαιο 7

Στο έβδομο κεφάλαιο γίνεται ανασκόπηση εφαρμογών της νανοτεχνολογίας σε άλλους τομείς της τεχνολογίας με ιδιαίτερη έμφαση: Στην Νανοϊατρική, στην Γεωργία και στο Περιβάλλον.

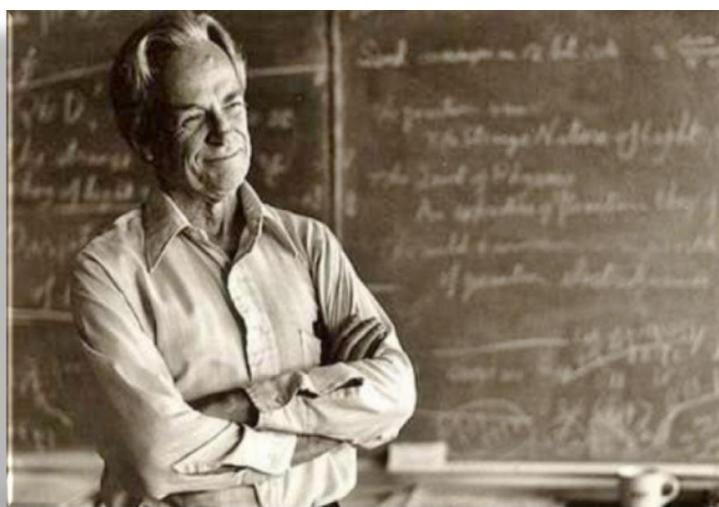
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1. Εισαγωγή στη νανοτεχνολογία- Βασικές αρχές και ορισμοί

1.1 Ιστορική αναδρομή

1000 χρόνια πριν (Μεσαίωνας) - Οι πρώτοι νανοτεχνολόγοι μπορεί και να ήταν τεχνίτες γυαλιού που χρησιμοποιούσαν καμίνια για την επεξεργασία του. Νανοσωματίδια χρυσού διαφόρων μεγεθών χρησιμοποιούνταν για την παραγωγή διαφορετικών χρωμάτων σε βιτρό παράθυρα τα οποία χρησιμοποιούνταν από Βικτοριανές και μεσαιωνικές εκκλησίες. Το ίδιο ισχύει και για διάφορα σμάλτα που βρέθηκαν σε αρχαία τζάμια.

1959 - Η πρώτη επιστημονική αναφορά στη νανοτεχνολογία έγινε σε μια ομιλία που έκανε ο Richard Feynman με τίτλο *"There's Plenty of Room at the Bottom - Υπάρχει Πολύς Χώρος στον Πάτο"* μιλώντας για τα μεγάλα περιθώρια που αφήνουν οι νόμοι της φύσης για τον έλεγχο της ύλης σε ατομικό επίπεδο.



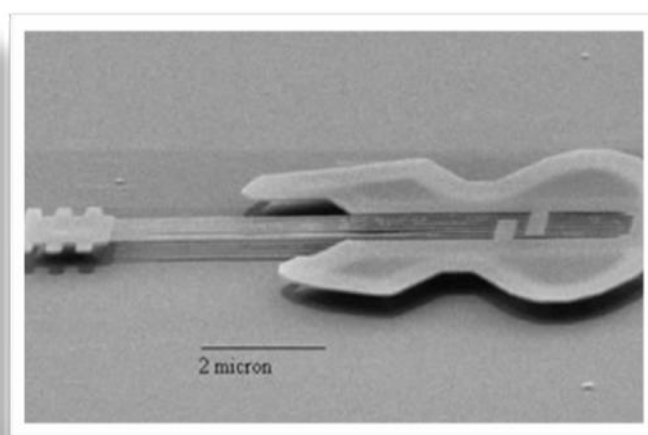
Εικόνα 1: Από τον Richard Feynman έγινε η πρώτη επιστημονική αναφορά της Νανοτεχνολογίας με τίτλο *"There's Plenty of Room at the Bottom"*.

1974 - Στο πανεπιστήμιο του Τόκιο καθηγητής Norio Taniguchi χρησιμοποίησε τον όρο νανοτεχνολογία για να περιγράψει την κατεργασία των υλικών με ακρίβεια ατομικής κλίμακας.

1981 - Gerd Binnig και Heinrich Rohrer στη Ζυρίχη εργαστήριο της IBM επινόησε το μικροσκόπιο σάρωσης σήραγγας , επιτρέποντας στους επιστήμονες να "δουν" (άμεση δημιουργία χώρου εικόνες) μεμονωμένα άτομα για πρώτη φορά. Binnig και Rohrer κέρδισε το βραβείο Νόμπελ για αυτή την ανακάλυψη, το 1986.

1985 - Rice University ερευνητές Χάρολντ Κροτο, Sean O'Brien, Robert Curl και Richard Smalley ανακάλυψε το Buckminsterfullerene (C60), γνωστό ως buckyball , το οποίο είναι ένα μόριο που μοιάζει με μπάλα και αποτελείται εξ ολοκλήρου από άνθρακα, όπως γραφίτη και διαμάντι. Ο Louis Bell Labs ανακάλυψε κolloειδή νανοκρυστάλλους ημιαγωγών (κβαντικές τελείες) και πήρε το 2008 το Βραβείο Κανλι στη Νανοτεχνολογία.

1989 - Η IBM επιμελώς και με προσοχή τοποθέτησε 35 άτομα ξένου για τη συλλαβή τριών γραμμάτων της επιχείρησης που αποτέλεσε το μικρότερο logo εταιρείας στον κόσμο. Τότε, οι επιστήμονες του Πανεπιστημίου Cornell, παρήγαγαν μια μη-ορατή «νανοκιθάρα» (**Εικόνα 3**), που δεν μπορεί να ειδωθεί με γυμνό μάτι.



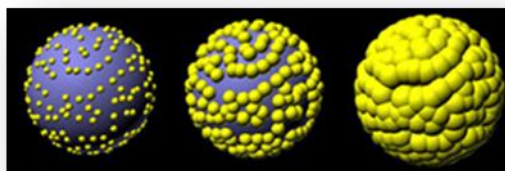
Εικόνα 2: Δημιουργία μη-ορατής «νανοκιθάρα» τη δεκαετία του '90, βγαζει 17οκτάβες πάνω από της τυπικές κιθάρες.

1991 - Νανοσωλήνες άνθρακα που ανακαλύφθηκαν από τον S. Iijima

1999 - «Νανοϊατρική» - 1ο βιβλίο νανοϊατρικής από τον R. Freitas, στο πανεπιστήμιο του Cornell, οι ερευνητές Wilson Ho και Lee Hyojune προσπαθούν να ανιχνεύσουν τα απόρρητα του χημικού δεσμού με τη συναρμολόγηση ενός μορίου.

2000 - Ο Πρόεδρος Κλίντον ξεκίνησε την Εθνική Πρωτοβουλία Νανοτεχνολογίας (NMG) για τον συντονισμό προσπάθειας για την Ομοσπονδιακή έρευνα και ανάπτυξη και για την προώθηση της ανταγωνιστικότητας των ΗΠΑ στον τομέα της νανοτεχνολογίας.

2003 - Η Naomi Halas, η Jennifer West, η Rebekah Drezek, και η Renata Pasqualin στο Πανεπιστήμιο Rice βοηθούν στην ανάπτυξη χρυσών nanoshells, τα οποία όταν "συντονίζονται" απορροθούν υπέρυθρο φως, χρησιμεύοντας για διάγνωση και θεραπεία του καρκίνου του μαστού χωρίς επεμβατικές βιοψίες, χειρουργική επέμβαση, ακτινοβολία ή χημειοθεραπεία.



Εικόνα 3: Προσομοίωση υπολογιστών της ανάπτυξης του χρυσού nanoshell με πυρήνα πυριτίου και πάνω-στρώμα χρυσού

2006 - James Tour και οι συνεργάτες του στο Πανεπιστήμιο Rice δημιούργησαν μια νανοκλίμακα αυτοκίνητο από ολιγονουκλεοτίδιο (φαιθυλενίου αιθυλενίου) με αλκυνολίου άξονες και τέσσερις σφαιρικούς φουλλερενίου C60 (buckyball) τροχούς.

2007 - Η Angela Belcher και οι συνεργάτες του στο MIT δημιούργησαν μια μπαταρία ιόντων λιθίου με έναν κοινό τύπο του ιού που είναι μη επιβλαβείς για τον άνθρωπο, χρησιμοποιώντας χαμηλό κόστος και ευνοϊκές προς το περιβάλλον διαδικασίες.

2008 - Η πρώτη επίσημη NNI στρατηγική για τη νανοτεχνολογία

2009 - 2010 - Ο Nadrian Seeman και οι συνεργάτες του στο Πανεπιστήμιο της Νέας Υόρκης δημιούργησαν διάφορα DNA που μοιάζουν με συσκευές ρομπότ σε διάταξη νανοκλίμακας.

2011- Η Υποεπιτροπή Νανοκλίμακα Επιστήμης, Μηχανικών και Τεχνολογίας (NSET) ενημερώνεται τόσο από την Εθνική Πρωτοβουλία Νανοτεχνολογίας (NNI) για τον τομέα της Ερευνητική στρατηγική σχεδίου όσο και για την Ερευνητική στρατηγική Περιβάλλοντος, Υγείας και Ασφάλειας στον τομέα αυτό, αντλώντας στοιχεία από δημόσια εργαστήρια.

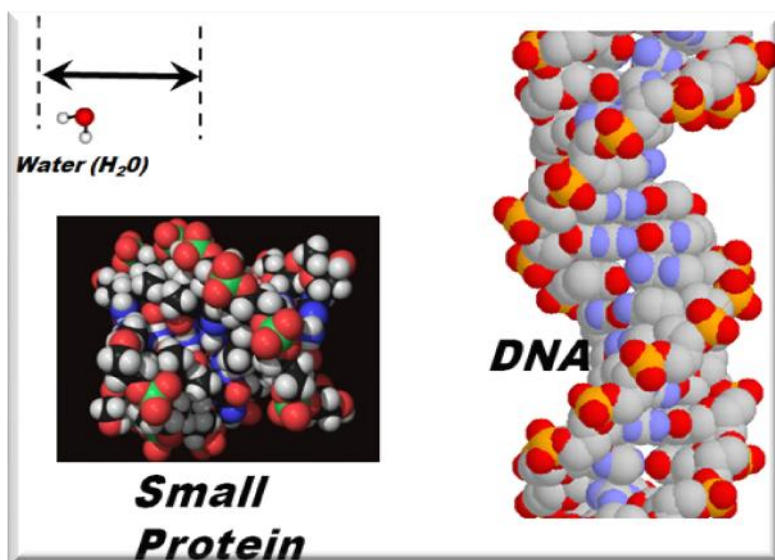
1.2 Νανοτεχνολογία

Η **Νανοτεχνολογία** είναι ένας όρος ο οποίος χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη δημιουργία και τη χρήση λειτουργικών δομών μεγέθους μεταξύ 0,1 έως 100 νανομέτρων, της τάξεως δηλαδή του 10^{-9} μέτρων που επιστημονικά αναφέρεται ως νανόμετρο (nanometer, σύμβολο nm) και προέρχεται από την ελληνική λέξη νάνος, δηλαδή πολύ μικρός.

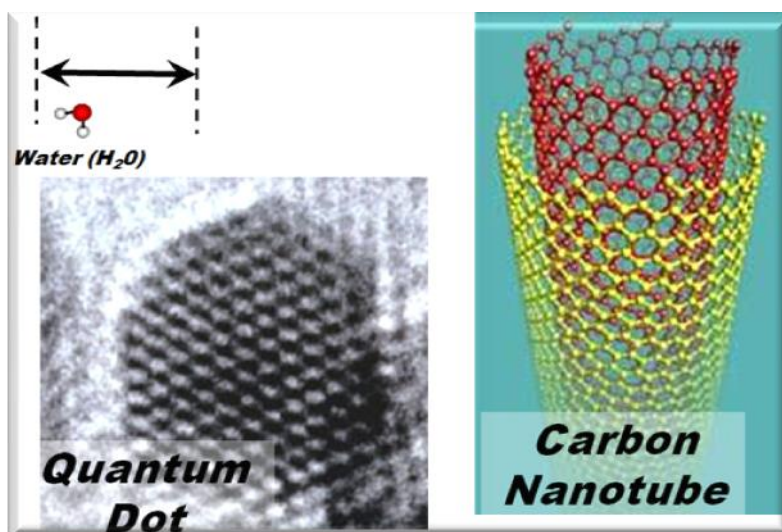


Εικόνα 4: Βιολογικά συστήματα με διαστάσεις νανοκλίμακας (Πάνω). Τα συστήματα νανοτεχνολογίας που βασίζονται, στη νανοϊατρική χρησιμοποιούνται για μεταφορά ενεργών συστατικών ή ανίχνευση ιών (Κάτω). Ως "μέτρο σύγκρισης" για την κλίμακα: Μια ανθρώπινη τρίχα με διάμετρο 50 μm , και ένα μόριο ασπιρίνη διαμέτρου μικρότερη από 0,5 nm

Προκειμένου να γίνει αυτό κατανοητό αξίζει να αναφερθεί ότι το πλάτος ενός ατόμου είναι περίπου το ένα δέκατο ενός νανομέτρου, ένα μόριο DNA είναι περίπου 2,5 νανόμετρα πλατύ και μια ανθρώπινη τρίχα έχει περίπου πλάτος ίσο με 80.000 nm ,ενώ ένα ερυθρό κύτταρο αίματος περίπου 7000 (**εικόνα 4, εικόνα 5, εικόνα 6**). Ο όρος νανοτεχνολογία χρησιμοποιείται ως περιληπτικός όρος, και καλύπτει τους διαφόρους κλάδους νανοεπιστήμης και νανοτεχνολογίας.



Εικόνα 5: Σύγκριση ενός νανομέτρου σε σχέση με μια μικρή πρωτεΐνη & ένα μόριο άνθρακα.



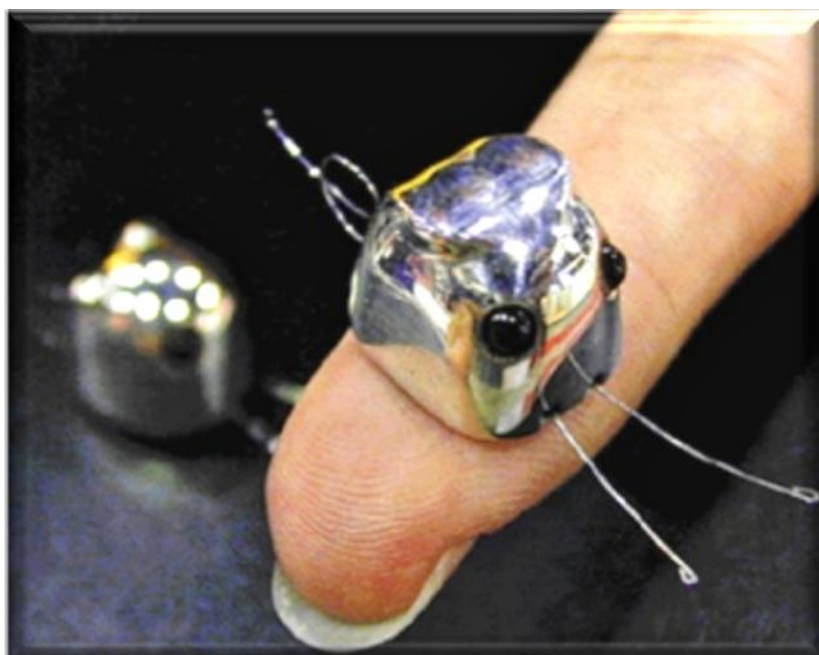
Εικόνα 6 : Σύγκριση ενός νανομέτρου με μία κβαντική κουκκίδα & έναν νανοσωλήνα dna.

Θεωρητικά, η νανοτεχνολογία αναφέρεται στην επιστήμη και τεχνολογία που αναπτύσσονται σε ομάδα ατόμων και μορίων (νανοκλίμακα). Αναφέρεται επίσης σε επιστημονικές αρχές και νέες ιδιότητες που μπορούμε να κατανοήσουμε και να γνωρίσουμε σε βάθος εργαζόμενοι σε αυτό το πεδίο. Τέτοιες ιδιότητες μπορούμε εν συνεχεία να τις παρατηρούμε και να τις εκμεταλλευόμαστε σε νανοκλίμακα ή μακροκλίμακα για την ανάπτυξη π.χ. υλικών και εφευρέσεων με νέες λειτουργίες και επιδόσεις.

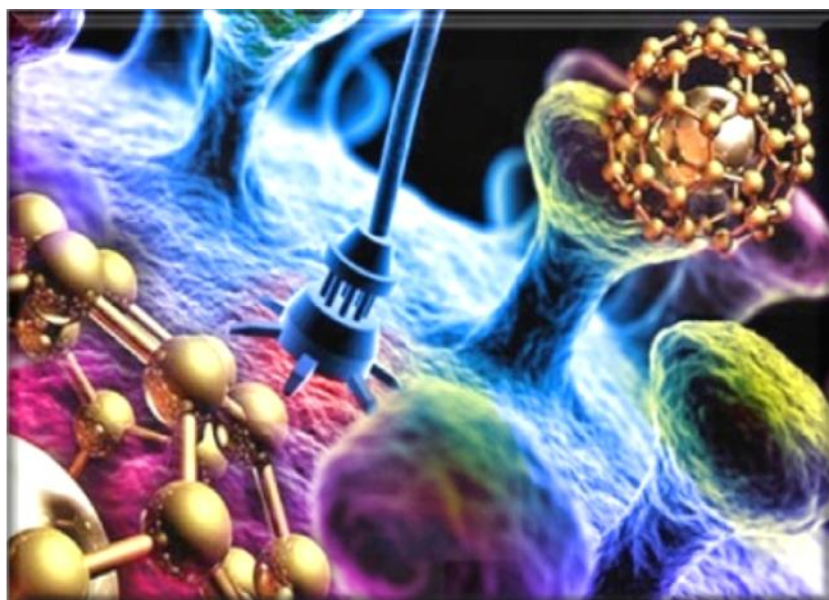
Δεν θα πρέπει ωστόσο να φανταστεί κάποιος πως η νανοτεχνολογία πρόκειται για επιστημονική επανάσταση. Τα περισσότερα θέματα όπου αυτή περικλείει προκύπτουν σαν λογική συνέπεια της εξέλιξης της ικανότητας της επιστήμης και της τεχνολογίας να ερευνά και να εργάζεται σε όλο και μικρότερη κλίμακα. Εξάλλου, η κατάλυση, ένα φαινόμενο που ανέκαθεν χαρακτηριζόταν από νανομετρικές διαστάσεις αποτελεί επιστημονικό κλάδο ο οποίος αναπτύσσεται πολλές δεκαετίες. Επιπλέον, ολόκληρα επιστημονικά πεδία όπως η χημεία ή η βιολογία ανέκαθεν δούλευαν σε τέτοιες διαστάσεις παρόλο που ο όρος νανοεπιστήμη εισήχθη μόλις πρόσφατα.

Στη μέχρι τώρα ανάπτυξη της σημαντικό ρόλο έπαιξαν η βελτίωση του **ηλεκτρονικού μικροσκοπίου** καθώς επίσης εξαιρετικά σημαντικές πρέπει να θεωρηθούν οι ανακαλύψεις δομών **άνθρακα** σε μορφή σφαίρας γνωστές ως φουλερένια καθώς και σε μορφή σωλήνων γνωστές ως **νανοσωλήνες άνθρακα** με ιδιαίτερες ιδιότητες το καθένα.

Ο όρος **Νανοτεχνολογία** χαρακτηρίζεται από μεγάλη ευρύτητα όντας πολύ γενικός για να περιγράψει οτιδήποτε συμβαίνει στις διαστάσεις του νανομέτρου, κατά συνέπεια, μπορεί να χωρισθεί σε πιο ειδικά θέματα όπως αυτό της νανοηλεκτρονικής, των νανοϋλικών, της νανοβιολογίας καθώς και άλλων. Όμως μπορεί να ορίζεται και ως ο τρόπος με τον οποίο μπορούμε να κατασκευάσουμε διατάξεις και συστήματα όπως νανοκινητήρες, νανορομπότ, sensors, biochips, κ.α. (**εικόνα 7 & εικόνα 8**) με έλεγχο της ύλης στη νανοκλίμακα, δηλαδή σε κλίμακα ατόμων, μορίων και μοριακών δομών. Η ουσία της νανοτεχνολογίας έγκειται στη δυνατότητα πραγματοποίησης διεργασιών και διαδικασιών στη νανοκλίμακα με στόχο την δημιουργία μεγαλύτερων δομών με νέα μοριακή οργάνωση.



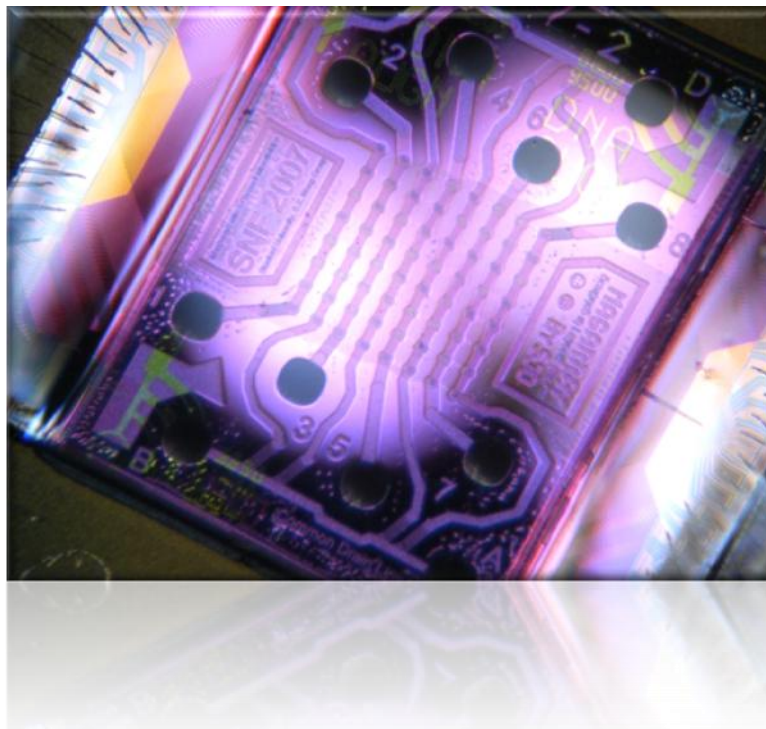
Εικόνα 7: Το μικρότερο ρομπότ στον κόσμο, το οποίο έχει καταχωρισθεί στο Βιβλίο Γκίνες. Ζυγίζει μόνο 4,6 γραμμάρια και ονομάζεται Ρικόρντο. Αποτελεί ζευγάρι με τη Λούμπι (αριστερά στο βάθος) και διαθέτει φωτοαισθητήρες οι οποίοι του επιτρέπουν να κινείται προς κάθε φωτεινή πηγή.



Εικόνα 8 : Η μικρότερη μηχανή που έχει δημιουργήσει μέχρι σήμερα ο άνθρωπος, ένας ηλεκτρικός κινητήρας αποτελούμενος από ένα και μοναδικό μόριο.

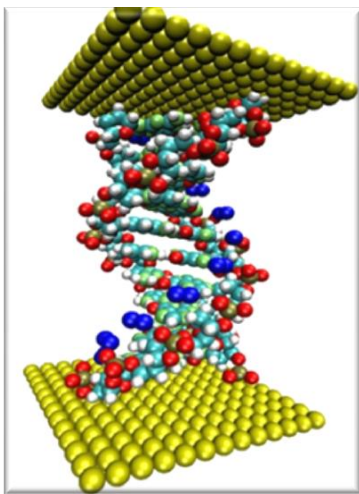
1.3 Νανοεπιστήμη & Νανοεπιστήμονες

Οι ονομαζόμενες νανοδομές αποτελούν τα μικρότερα κατασκευάσματα του Ανθρώπου και εμφανίζουν καινοτόμες φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες και διεργασίες. Σκοπός της **Νανοεπιστήμης & Νανοτεχνολογίας** είναι η κατανόηση αυτών των ιδιοτήτων που θα οδηγήσει στην αποτελεσματική και αποδοτική σύνθεση των δομών αυτών. Η νανοτεχνολογία, ή, όπως ονομάζεται μερικές φορές, μοριακή κατασκευή, είναι ένας κλάδος της μηχανικής που ασχολείται με το σχεδιασμό και την κατασκευή των εξαιρετικά μικρών ηλεκτρονικών κυκλωμάτων (**εικόνα 9**) και μηχανικών συσκευών που κατασκευάστηκαν σε μοριακό επίπεδο της ύλης.

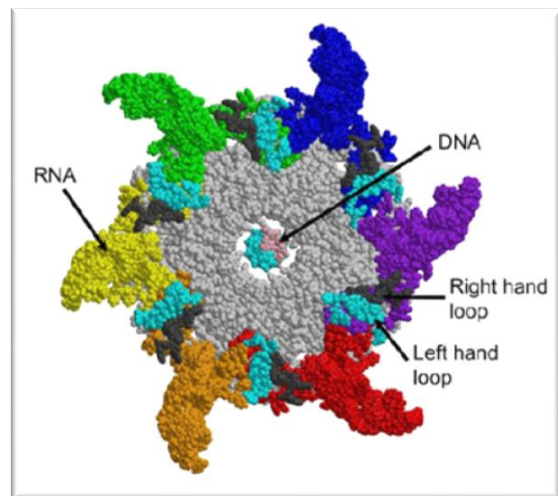


Εικόνα 9: Ένα μικροσίπ με μια σειρά από 64 νανοαισθητήρες. Οι νανοαισθητήρες εμφανίζονται ως μικρές σκούρες κουκίδες σε ένα 8x8 πλέγμα στο κέντρο της, στο φωτισμένο τμήμα του οπίσθιου φωτισμού μικροσίπ.

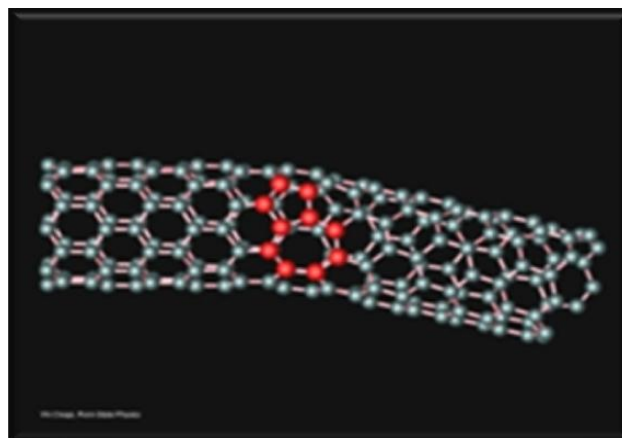
Οι **Νανοεπιστήμες** ασχολούνται με τη διερεύνηση, τη κατανόηση, τη μελέτη των αλληλεπιδράσεων, την παρατήρηση, τη μέτρηση και τον έλεγχο της ύλης στη νανοκλίμακα. Παίζουν ένα πολύ σημαντικό ρόλο και εκτείνονται σε ένα ευρύ επιστημονικό-ερευνητικό πεδίο όπου απαραίτητα συναντώνται διάφορες επιστήμες όπως η φυσική, η χημεία, η επιστήμη των υλικών, η βιολογία, η φαρμακευτική και η μηχανολογία. Οι Νανοεπιστήμες φαίνεται να έχουν τη δυναμική να αλλάξουν τα πάντα στον επιστημονικό χώρο.



Εικόνα 10: Τεχνητό σκέλος DNA



Εικόνα 11: Ένα rRNA μικροσκοπικού μοτέρ



Εικόνα 12: Ημιαγώγιμη μεταλλική ένωση σχηματιζόμενη από δύο νανοσωλήνες άνθρακα

Η νανοεπιστήμη χαρακτηρίζεται συχνά ως οριζόντια, νευραλγική ή επιτρεπτική αφού ουσιαστικά μπορεί να εισχωρεί σε όλους τους τομείς της τεχνολογίας. Συχνά συμβάλλει στην προσέγγιση διαφόρων πεδίων της επιστήμης και επωφελείται η ίδια από τη διεπιστημονική προσέγγιση, ενώ αναμένεται να οδηγήσει σε καινοτομίες που θα συμβάλουν στην αντιμετώπιση πολλών από τα προβλήματα με τα οποία βρίσκεται σήμερα αντιμέτωπη η κοινωνία, με αποτέλεσμα την στενή και αποδοτική συνεργασία επιστημόνων από διαφορετικές περιοχές, που ακόμα και η συνεργασία μεταξύ τους πριν μερικά χρόνια φαινόταν ως αδιανόητη.

1.4 Νανοσωματίδια

Νανοσωματίδια ονομάζονται εκείνα που κατασκευάζονται με τη χρήση των δυνατοτήτων και των πρωτοποριακών ιδιοτήτων. Μπορεί να είναι μεγέθους μερικών μόνο νανομέτρων και μπορούν να περιέχουν λίγα έως και αρκετές χιλιάδες άτομα. Το υλικό από το οποίο αποτελούνται τα νανοσωματίδια δεν είναι διαφορετικό από το συνηθισμένο.

Το βασικό υλικό των νανοσωματιδίων μπορεί να είναι οργανικό ή ανόργανο, για παράδειγμα ασήμι ή άργιλος. Μπορεί να είναι ένα στοιχείο όπως ο άνθρακας ή ενώσεις όπως οξεία, ή μπορεί να είναι συνδυασμός διαφόρων στοιχείων και ενώσεων. Νανοσωματίδια μπορούν να παρασκευαστούν με πολλές τεχνικές όπως όπως με την μέθοδο sol - gel, η την ball milling ή άλλες χημικές μεθόδους. Καθώς οι παράμετροι κάθε τεχνικής καθορίζουν τη τελική μορφή του νανοσωματιδίου μπορούμε να παρασκευάσουμε νανοσωματίδια βελτιστοποιημένα για κάποια συγκεκριμένη χρήση.

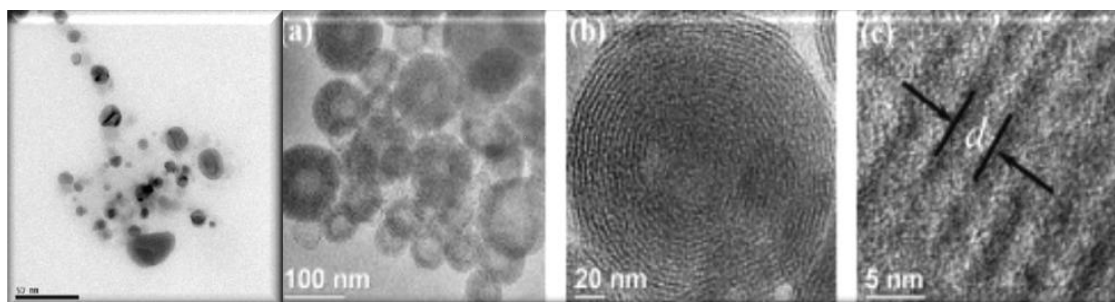
Εκτός από τη συνθετική παρασκευή τους, νανοσωματίδια υπάρχουν και σε φυσικά υλικά, π.χ. στην άργιλο, η οποία περιέχει μεγάλο μερίδιο φυσικών νανοσωματιδίων. Αυτά και ευθύνονται για τις ιδιότητές της όπως αντοχή στον παγετό, ανθεκτικότητα και μηχανική αντοχή.

1.5 Θεμελιώδεις Αρχές των Νανοτεχνολογιών

Δεν πρέπει να υπάρξει σύγχυση με τον όρο Νανοεπιστήμη, που δεν περιγράφει μια πρακτική εφαρμογή αλλά μάλλον την επιστημονική μελέτη των ιδιοτήτων του φωνομετρικού κόσμου.

Τα άτομα αποτελούν τις βασικές δομικές μονάδες της ύλης, τα οποία μπορούν να συνδυαστούν μεταξύ τους και να οδηγήσουν στο σχηματισμό πιο σύνθετων δομών, όπως είναι τα μόρια και οι ενώσεις. Τα νανοϋλικά, τα οποία αποτελούν διατάξεις της ύλης σε νανοκλίμακα μπορούν να παρασκευαστούν είτε **‘από κάτω προς τα πάνω’** (*bottom-up*), είτε **‘από πάνω προς τα κάτω’** (*top-down*), (εικόνες 15 & 16).

Η **«από κάτω προς τα πάνω»** μέθοδος (*bottom-up approach*) (εικόνες 13 & 14) είναι η διαδικασία όπου δημιουργούνται νανοδομές με τη σύναξη ατόμων. Ένα είδος τέτοιας μεθόδου καλείται **αυτό-συναρμολόγηση** (*self-assembly*) χρησιμοποιείται σε μοριακά και νανοκρυσταλλικά επίπεδα. Αναφέρεται στην τάση ορισμένων υλικών να οργανώνονται και να αποκτούν συγκεκριμένες διατάξεις.

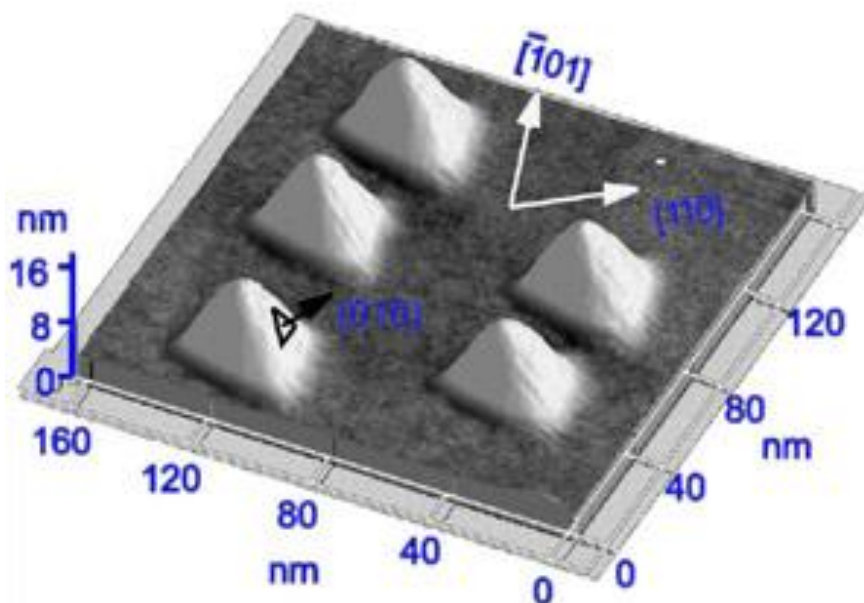


Εικόνα 13 : Στην πρώτη εικόνα αριστερά είναι μικρογραφία ηλεκτρονίων που δείχνει νανοσωματίδια αργύρου να συντίθεται με τη χρήση ψευδομελελαίου εκχυλίσματος των φύλλων, με αυτό-συναρμολόγηση. Στις υπόλοιπες τρεις βλέπουμε αυτο-συναρμολόγηση από νανοσωματίδια μεμονωμένα άτομα, μόρια. **Bottom-up approach (από κάτω προς τα πάνω)**

Η αυτό-συναρμολόγηση επιτρέπει σε διαφορετικά άτομα, μόρια ή νανοϋλικά να διαταχθούν αυθόρμητα μετά από ανάμειξη και να σχηματίσουν

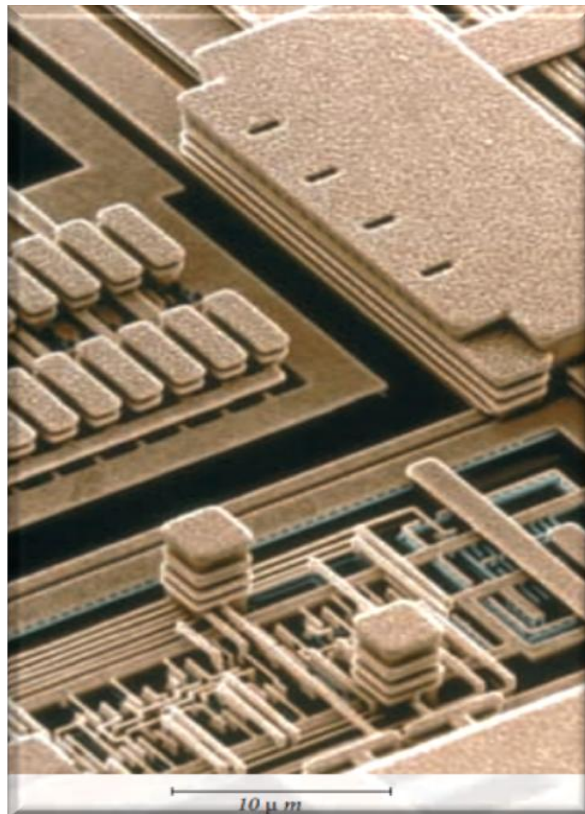
σταθερές, καθορισμένες δομές, εξαιτίας των μοναδικών γεωμετριών και ηλεκτρονιακών δομών τους.

Τα πιο εντυπωσιακά παραδείγματα μπορούν να βρεθούν στον τομέα της βιολογίας, για παράδειγμα την αναπαραγωγή των κλώνων του DNA ή στην αυτό - οργάνωση των πρωτεϊνών. Η αρχή της αυτό-οργάνωσης δεν περιορίζεται σε βιολογικά συστήματα, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατ' αρχήν στην αυθαίρετη ατομικών ή μοριακών συστημάτων, π.χ. για τη σύνθεση των νανοκρυσταλικών υλικών και στην αυτό-οργάνωση των ημιαγωγίμων νανοδομών.

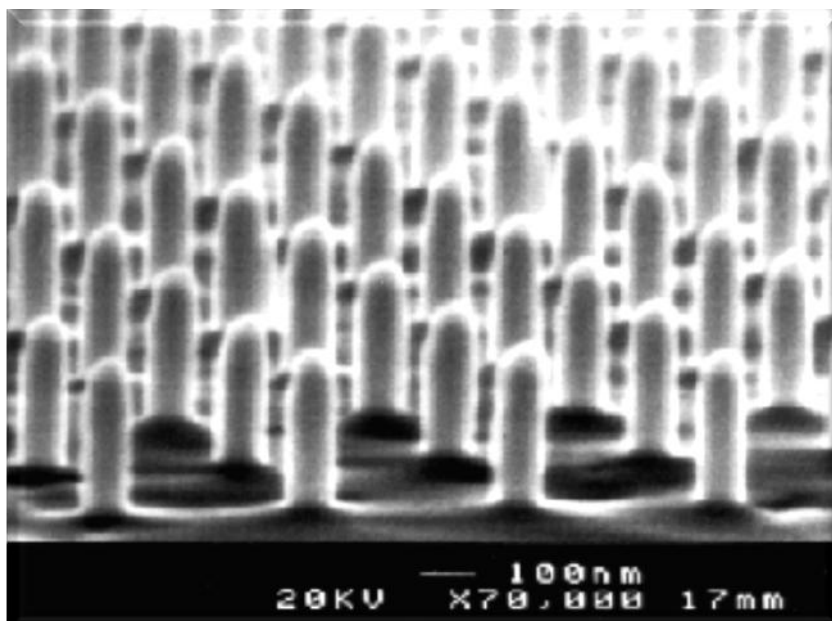


Εικόνα 14 : Bottom – up approach (από κάτω προς τα πάνω μέθοδος)

Η «από πάνω προς τα κάτω» μέθοδος (*top-down approach*), (εικόνες 15 & 16) είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται σήμερα και αναφέρεται στην παρασκευή των νανοϋλικών με επιθυμητό μέγεθος ή σχήμα, μέσω διαδικασιών και μηχανισμών σμίκρυνσης συμπαγών υλικών.



Εικόνα 15: Οπτική λιθογραφία, λιθογραφία δέσμης ηλεκτρονίων
Top-down approach (από πάνω προς τα κάτω)



Εικόνα 16: *Top-down approach (από πάνω προς τα κάτω μέθοδος)*

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2. Υλικά με νανοδομή και οι εφαρμογές τους

2.1 Νανοδομημένα υλικά

Νανοδομημένα υλικά ή νανοϋλικά, όπως λέγονται είναι τα υλικά των οποίων τα δομικά στοιχεία, κρυσταλλίτες, μόρια ή συσσωματώματα μορίων έχουν διαστάσεις στην κλίμακα του ενός νανομέτρου.

Ένα ενδεικτικό παράδειγμα προκειμένου να γίνει κατανοητός ο όρος των νανοδομημένων υλικών είναι τα πολυκρυσταλλικά νανοδομημένα υλικά ή αλλιώς νανοκρυσταλλικά υλικά (nanocrystalline materials) για τα οποία μπορεί να γίνει λόγος για το μέγεθος ενός κρυσταλλίτη, ο οποίος αποτελείται από ένα σχετικά μικρό αριθμό ατόμων. Με αποτέλεσμα αυτό που προκύπτει να είναι ένα μεγάλο ποσοστό τους πάνω στην επιφάνεια του κρυσταλλίτη. Στις περιπτώσεις αυτές οι επιφανειακές διεργασίες όπως φαινόμενα μεταφοράς μάζας και διαμόρφωσης επιφανειακών ενεργειακών σταθμών καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τις ιδιότητες του υλικού. Παρατάυτα αν και αποτελούν μια σημαντική κατηγορία υλικών δεν είναι η μοναδική και δε χρειάζεται να δοθεί περισσότερη προσοχή από ότι άλλες.

Οι ενδιαφέρουσες ηλεκτρικές, οπτικές, φυσικές, χημικές, μαγνητικές και μηχανικές ιδιότητες τους είναι και το κίνητρο για την έρευνα που γίνεται πάνω σε αυτά ενώ έχουν αναπτυχθεί πολυάριθμες μέθοδοι παρασκευής τους, αν και δεν είναι όλες κατάλληλοι για την μαζική παραγωγή της βιομηχανίας.

Οι φυσικές αρχές που διέπουν τις ιδιότητες των νανοϋλικών διαφέρουν σε πολλές περιπτώσεις από εκείνες πάνω στις οποίες στηρίζεται η σύγχρονη τεχνολογία και απαιτούνται νέες μέθοδοι προσέγγισης, οι οποίες μόλις

πρόσφατα άρχισαν να αναπτύσσονται. Συνεπώς όλα αυτά αποτελούν έναν επιπλέον λόγο να γίνεται εκτενέστερη έρευνα πάνω στα νανοϋλικά. Ωστόσο υπάρχουν δύο γενικές κατηγορίες παρασκευής υλικών, οι "από πάνω προς τα κάτω" (top-down) και οι "από κάτω προς τα πάνω" (bottom-up) οι οποίες αναφέρονται εκτενέστερα στο προηγούμενο κεφάλαιο. Τα νανοδομημένα υλικά είναι ο μεγαλύτερος τομέας και ίσως ο σημαντικότερος καθώς αποτελούν απαραίτητο συστατικό για τους δύο παραπάνω τομείς.

Οι βασικότερες κατηγορίες νανοδομημένων υλικών είναι οι εξής:

- Νανοκρυσταλλικά υλικά (Nano crystalline materials)
- Νανოსωλήνες άνθρακα και φουλλερένια (Carbon nanotubes and fullerenes)
- Δενδριμερή (Dendrimers)
- Πολυεδρικές (Polyhedral Silsesquioxanes)
- Ενδιάμεσα - Νάνο υλικά (Nano-Intermediates)
- Νανοσύνθετα (Nanocomposites)
- Νανοπολυμερή (Nanopolymers)

2.1.1 Εφαρμογές Νανοδομημένων υλικών

Όσο αφορά τις εφαρμογές των νανοϋλικών είναι πολλές, ωστόσο κάποιες από αυτές παρατίθενται παρακάτω :

- Πλαστικές μπαταρίες
- Αισθητήρες
- Η/Μ μόνωση
- PLEDs
- Πολυμερή φωτοβολταικά (**Εικόνα 17**)
- Πλαστικά chips
- Τεχνητοί μύες
- Εφαρμογές στην μικρο-ηλεκτρονική
- Προστασία απο ESD κ.ά.



Εικόνα 17: Διαφανείς ηλιακές κυψελίδες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φωτοβολταϊκά παράθυρα ενταγμένα στην αρχιτεκτονική κτιρίων κατασκεύασε η ομάδα της BRITE HELLAS AE. Η ομάδα αναπτύσσει τεχνολογία φωτοβολταϊκών πάνελ τρίτης γενιάς και, χρησιμοποιώντας οργανικά και ανόργανα νανοϋλικά, δημιουργεί ηλιακές κυψελίδες οι οποίες είναι διάφανες.

2.2 Νανοσύνθετα Υλικά (Nanocomposites)

Ο ορισμός των νανο-σύνθετων υλικών έχει διευρυνθεί σημαντικά ώστε να περιλαμβάνει μια μεγάλη ποικιλία συστημάτων όπως μονοδιάστατα, δισδιάστατα, τρισδιάστατα και άμορφα υλικά, κατασκευασμένα με ανάμειξη ευδιάκριτων ανόμοιων συστατικών τα σωματίδια των οποίων έχουν μέγεθος της τάξης του νανομέτρου. Τα συστατικά διατηρούν τη δομή τους, δηλαδή, δεν διαλύονται ή συγχωνεύονται σε ένα ομογενές μονοφασικό σύστημα. Τα συστατικά αυτά λειτουργούν συνδυαστικά και καθορίζουν τη μηχανική και τη φυσική συμπεριφορά του σύνθετου υλικού. Παραδείγματα τέτοιων υλικών είναι οι κεραμομεταλλουργικές ενώσεις (cermets) στα οποία η μήτρα είναι μεταλλικό υλικό και φάση της διασποράς είναι κεραμικά νάνο-σωματίδια.

Ένα νανοσύνθετο είναι σαν στερεό υλικό πολυφασικό, όπου μία από τις φάσεις έχει μία, δύο ή τρεις διαστάσεις που είναι μικρότερες από 100 νανόμετρα (nm), ή δομές που έχουν επαναλαμβανόμενες αποστάσεις με μέγεθος νανο-κλίμακας μεταξύ των διαφόρων φάσεων που συνθέτουν το

υλικό. Υπό την ευρεία έννοια ο ορισμός αυτός μπορεί να περιλαμβάνει πορώδη υλικά, κolloειδή σωματίδια, gel και συμπολυμερή, αλλά συνήθως νοείται μια συμπαγής δομή μια μήτρας και με διασπορά σωματιδίων νανο-διαστάσεων. Οι μηχανικές, ηλεκτρικές, θερμικές, οπτικές, ηλεκτροχημικές, καταλυτικές ιδιότητες του νανοσύνθετου θα διαφέρουν σημαντικά από εκείνη των σύνθετων υλικών.

Ανάλογα με το μέγεθος των σωματιδίων προκύπτουν τρεις διαφορετικοί τύποι νανοσύνθετων υλικών . Όταν οι τρεις είναι σε μέγεθος νανομέτρων τότε είναι νανοσωματίδια με σφαιρική μορφή.

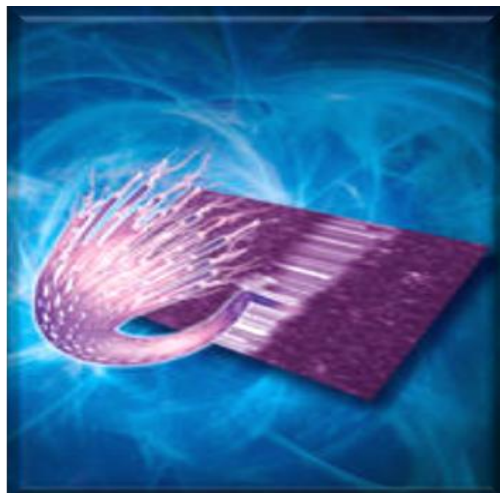
Όταν τα νανοσύνθετα υλικά με δύο διαστάσεις είναι στην νανοκλίμακα τότε έχουμε μορφή νανοίνας, ενώ εκείνα με τρεις διαστάσεις είναι σε μεγαλύτερη κλίμακα, δημιουργείται μια επιμηκυμένη δομή που είναι οι νανοσωλήνες (2.3 κεφάλαιο).

Ο τρίτος τύπος περιλαμβάνει νανοσύνθετα υλικά στα οποία υπάρχουν σωματίδια με μόνο μια διάσταση στην νανοκλίμακα όπως είναι τα σύνθετα υλικά πολυμερούς με πολυστρωματικά πυριτικά ορυκτά ,τα οποία προκύπτουν από την εισχώρηση του πολυμερούς μεταξύ στρωμάτων του ορυκτού.

Για παράδειγμα, ένα πολυμερές που παίζει το ρόλο της μήτρας , όταν αναμιχθεί με ένα *έγκλεισμα*, που βρίσκεται σε νάνο-διάσταση, όπως νανοσωλήνες άνθρακα ή φουλλερένια, δημιουργεί ένα σύνθετο υλικό το οποίο χαρακτηρίζεται ως νανοσύνθετο.

Τα νάνο-εγκλείσματα μπορεί να είναι:

- Νάνο-σωματίδια σε μορφή κόκκου, τα οποία είναι μηδενικής Διάστασης
- Νάνο-ίνες και νανοσωλήνες, τα οποία είναι μίας διάστασης **(Εικόνα18)**
- Λεπτά επικαλυπτικά στρώματα
- Ενσωματωμένα δίκτυα και συμπολυμερή τα οποία μπορεί να είναι δύο ή τριών διαστάσεων



Εικόνα 18 : Πλαστικό με νάνο-ίνες που μπορούν να συναρμολογούνται μόνες τους.

Τα νανοσύνθετα βρίσκονται στη φύση. Η χρήση των νανοσωματιδίων προϋπήρχε εδώ και καιρό και έτσι η κατανόηση της φυσικής και χημικής φύσης των υλικών αυτών είναι σημαντική.

Ο Jose-Yacamán ερευνούσε την προέλευση του βάθους των χρωμάτων και την αντοχή σε οξεία και βιο-διάβρωση της γαλάζιας χρωστικής ουσίας, γνωστή ως βαφή Μπλε Μάγια (Maya Blue), αποδίδοντάς το σε μηχανισμό νανοσωματιδίων. Από τα μέσα του 1950 η νανοκλίμακα οργανικών-αργίλων έχουν χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο της ροής των πολυμερών διαλυμάτων ή τη σύνθεση από gel (π.χ. ως ουσία πήξης στα καλλυντικά, διατηρώντας τα παρασκευάσματα σε ομοιογενή μορφή). Σε μηχανικούς όρους, τα νανοσύνθετα διαφέρουν από τα συμβατικά σύνθετα υλικά, λόγω της εξαιρετικά υψηλής επιφάνειας σε αναλογία όγκου, της ενίσχυσης φάσης και της εξαιρετικά υψηλής αναλογίας του. Η ενίσχυση υλικού μπορεί να αποτελείται από σωματίδια (π.χ. μέταλλα), φύλλα (π.χ. διογκωμένος πηλός σε στρωματική μορφή) ή ίνες (π.χ. οι νανοσωλήνες άνθρακα).

Η ανάμειξη ανόργανων υλικών με πολυμερικές αλυσίδες οδηγεί στην δημιουργία νανοσύνθετων υβριδίων με βελτιωμένες ιδιότητες σε σχέση με τα αρχικά υλικά.

Ειδικότερα, η ανάμειξη πολυμερών με πολυστρωματικούς πυριτιούχους πηλούς οδηγεί σε τρεις διαφορετικές μικρο ή νανοδομές:

- Την φασικά διαχωρισμένη,
- Τη δομή παρεμβολής, και
- Την διεσπαρμένη δομή.

Τα νανοϋλικά αποτελούν στο σύνολό τους αντιμαχόμενο ζήτημα στην επιστημονική κοινότητα.

2.2.1 Εφαρμογές Νανοσύνθετων υλικών

Πειραματικές μελέτες έχουν δείξει ότι γενικά σχεδόν όλα τα είδη και οι κατηγορίες των νανοσύνθετων υλικών μπορούν να οδηγήσουν σε νέες και βελτιωμένες ιδιότητες σε σύγκριση με τα αντίστοιχα μακρο-σύνθετα τους.

Ως εκ τούτου, τα νανοσύνθετα υπόσχονται νέες εφαρμογές σε πολλούς τομείς όπως:

- Μηχανική ενίσχυση σε ελαφρά εξαρτήματα
- Μη-γραμμική οπτική
- Κάθοδοι μπαταριών και νανο-καλώδια
- Αισθητήρες
- Υλικά συσκευασίας
- Βιομηχανία Αυτοκινήτου

2.2.2 Παραδείγματα Νανοσύνθετων υλικών

Κάποια παραδείγματα χημικών νανοσύνθετων πολυμερών είναι τα ακόλουθα:

- Polyimine + NiO -> Μαγνητικές ιδιότητες
- Poly-N-vinylcarbazole poly pyrrole or polyaniline (PANI) + κολλοειδή σωματίδια διοξειδίου του μαγγανίου (MnO₂) => Αγωγιμότητα DC αυξανόμενη 10⁷ έως 10¹⁰ φορές.
- Polypyrrole or polythiophene + V₂O₅ -> Σημαντική αύξηση αγωγιμότητας

2.2.3 Κίνδυνοι για την υγεία του ανθρώπου

Οι διαστάσεις των νανοϋλικών, είτε είναι ατομικής είτε μοριακής κλίμακας και μπορεί να είναι εξαιρετικά επιβλαβείς τόσο για τον άνθρωπο όσο και για τη φύση. Τα νανοϋλικά μπορούν να εισχωρήσουν στον ανθρώπινο οργανισμό με μεγάλη ευκολία με αποτέλεσμα να υπάρχει κίνδυνος καρκινογένεσεων, συνεπώς επιβάλλεται να τηρούνται οι συνθήκες ασφαλείας. Όπως καθετί νέο, έτσι και τα νανοϋλικά και κατ' επέκταση τα νανοσύνθετα έχουν προσελκύσει τόσο το επιστημονικό όσο και το βιομηχανικό ενδιαφέρον.

Παρα' ταύτα θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με μέτρο και να στοχεύουν στη βελτίωση της ποιότητας ζωής του ανθρώπου και όχι στο υπερκέρδος. Γίνεται λόγος για αυτό διότι έχουν υπάρξει παραδείγματα στο παρελθόν που όλοι γνωρίζουμε κυρίως τα πλαστικά, τα οποία εισέβαλαν στη ζωή του ανθρώπου και κατέκλυσαν τον κόσμο χωρίς να υπάρχει ενδιαφέρον για το περιβάλλον και την υγεία του ανθρώπου. Τώρα πλέον ύστερα από πολύ μεγάλες πιέσεις χρησιμοποιούνται πλαστικά που είναι ανακυκλώσιμα και φιλικότερα προς το περιβάλλον. **(Εικόνα 19)**



Εικόνα 19 : Ένας σκύλος κατασκευασμένος από τον καλλιτέχνη Robert Bradford μόνο από ανακυκλώσιμα πλαστικά υλικά.

2.3 Νανοσωλήνες άνθρακα

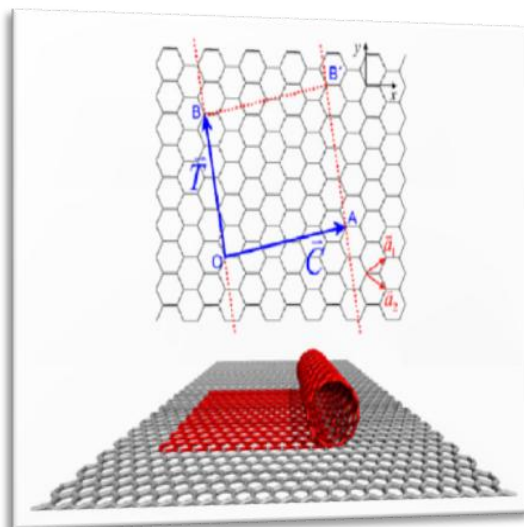
Οι **νανοσωλήνες άνθρακα** είναι ομόκεντροι κύλινδροι γραφίτη, κλειστοί σε κάθε άκρο με πενταμελείς δακτυλίους και ανακαλυφθήκαν το 1991 από τον Sumio Iijima.

Οι νανοσωλήνες μπορεί να είναι πολυφλοιϊκοί με ένα κεντρικό σωλήνα να περιβάλλεται από ένα ή περισσότερα στρώματα γραφίτη ή μονοφλοιϊκοί όπου υπάρχει μόνο ένας σωλήνας και καθόλου επιπλέον στρώματα γραφίτη.

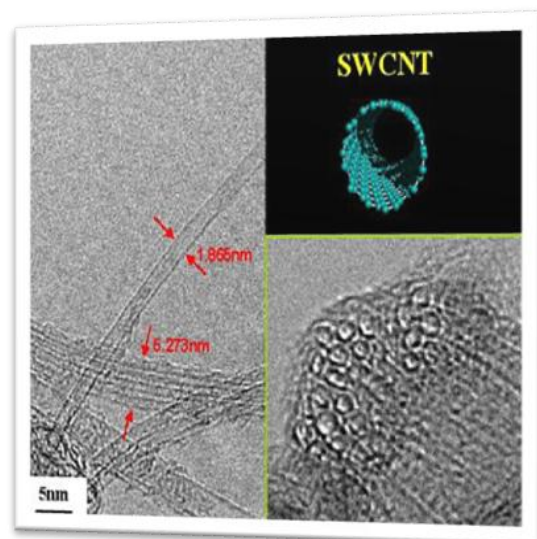
Όταν νανοσωλήνες ομαδοποιούνται έχουμε τις λεγόμενες συστοιχίες νανοσωλήνων. Ο νανοσωλήνας άνθρακα είναι ιστροπικός και για αυτόν το λόγο ξεχωρίζει από όλες τις άλλες δομές του άνθρακα δίνοντας του μοναδικές ιδιότητες.

Υπάρχουν τρία κύρια είδη νανοσωλήνων:

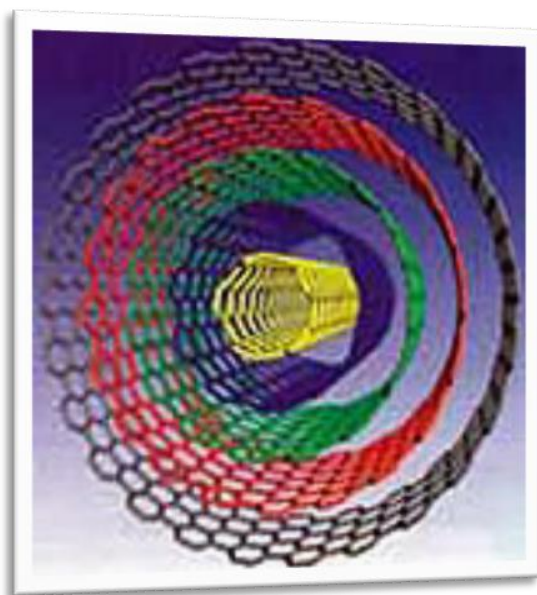
1. Μονού τοιχώματος (Single-walled nanotubes-SWNT), οι οποίοι είναι ξεχωριστοί κύλινδροι διαμέτρου d μερικών νανομέτρων, κυμαίνεται από 0,4 nm μέχρι 1,0 nm και αποτελούνται από ένα κυλινδρικό σωλήνα άνθρακα αποτελούμενο από επαναλαμβανόμενα εξάγωνα γραφίτη. **(Εικόνες 20,21)**
2. Πολλαπλού τοιχώματος (Multi-walled nanotubes-MWNT), οι οποίοι είναι συλλογή πολλών ομοκεντρικών κυλίνδρων γραφίτη και, απέχουν μεταξύ τους 0,3-0,4 nm. Η συνολική διάμετρός τους κυμαίνεται από 2 nm μέχρι και 100 nm.. **(Εικόνες 22,23)**
3. Οι διτοιχωματικοί νανοσωλήνες άνθρακα, οι οποίοι αποτελούνται από δύο πλέγματα γραφίτη (Double Walled Carbon Nanotubes-DWCNT's) **(Εικόνες 24, 25)**



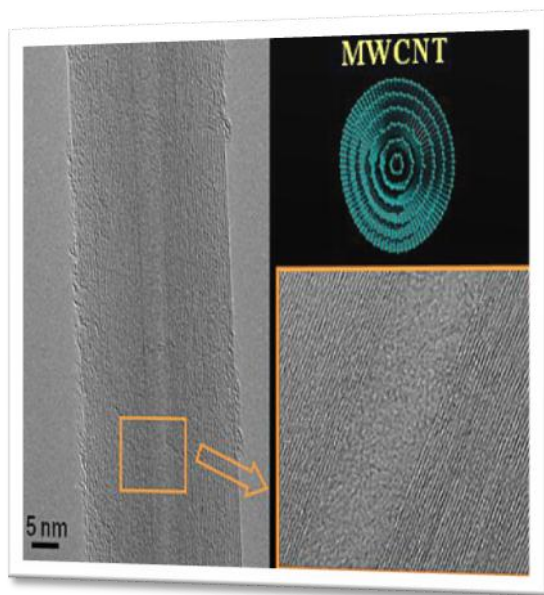
Εικόνα 20: Ορισμός του «chiral vector» πάνω στο πλέγμα γραφίτη σύμφωνα με το οποίο καθορίζονται οι τρεις πιθανές δομές περιτύλιξης των νανοσωλήνων



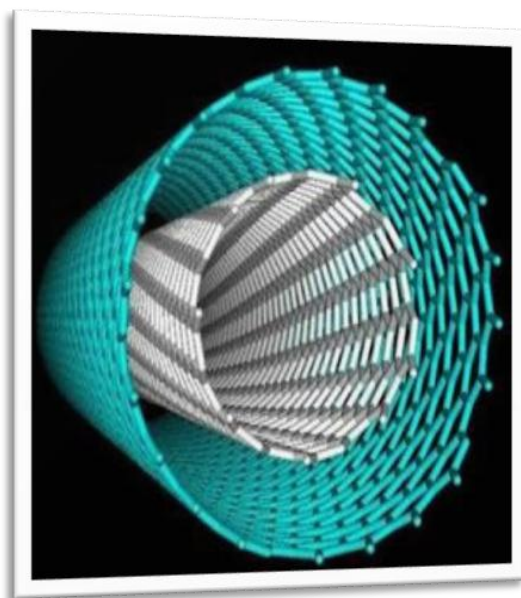
Εικόνα 21: Αναπαράσταση Νανοσωλήνα μονού τοιχώματος και εικόνα μέσα από μικροσκόπιο.



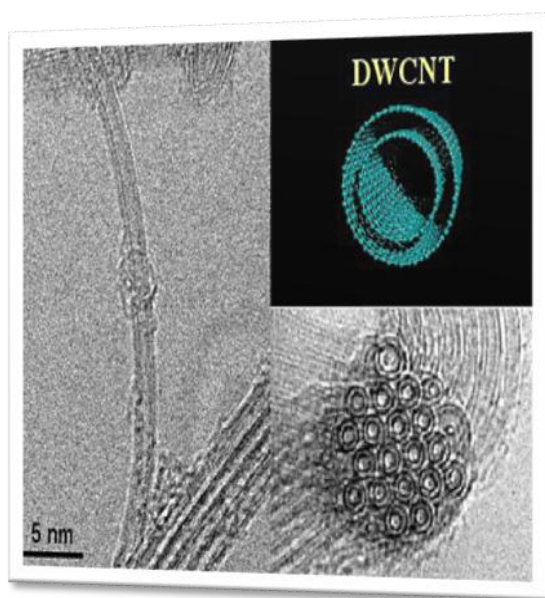
Εικόνα 22: Multi-walled nanotubes-MWNT τοιχώματος, κυλινδρικός νανοσωλήνας άνθρακα τοιχώματος.



Εικόνα 23: Νανοσωλήνας πολλαπλού ο ένας μέσα στον άλλο.

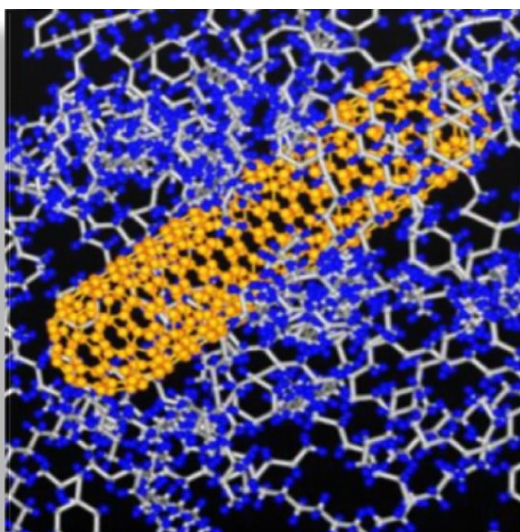


Εικόνα 24: Δομή νανοσωλήνα υψηλής ποιότητας DWCNTs.



Εικόνα 25: Εικόνα από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο υψηλής ποιότητας από διτοιχωματικοί νανοσωλήνες άνθρακα.

Οι ιδιότητες των νανοσωλήνων έχουν προκαλέσει τους ερευνητές και εταιρείες να εξετάσουν τη χρήση τους σε διάφορους τομείς. Για παράδειγμα, επειδή οι νανοσωλήνες άνθρακα έχουν την υψηλότερη δύναμη στην αναλογία βάρους όλων των γνωστών υλικών, οι ερευνητές της NASA συνδυάζουν νανοσωλήνες άνθρακα με άλλα υλικά σε σύνθετα υλικά, όπως φαίνεται στην **(εικόνα 26)**, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή ελαφρύ διαστημόπλοιο. Μια άλλη ιδιότητα των νανοσωλήνων είναι ότι μπορούν εύκολα να διαπεράσουν όπως κυτταρικά τοιχώματα.



Εικόνα 26: Φωτογραφία νανοσωλήνα από NASA.

Στην πραγματικότητα, οι μακρόστενοι νανοσωλήνες με στενό σχήμα κάνει να μοιάζουν με μικροσκοπικά βελόνες, έτσι είναι λογικό ότι μπορεί να λειτουργήσει σαν μια βελόνα σε κυτταρικό επίπεδο. Οι ιατρικοί ερευνητές χρησιμοποιούν αυτή την ιδιότητα συνδέοντας μόρια που κολλάνε σε καρκινικά κύτταρα, σε νανοσωλήνες, σε άρρωστα κύτταρα. Ενδιαφέρον όμως παρουσιάζει και μια άλλη ιδιότητα των νανοσωλήνων άνθρακα είναι ότι η ηλεκτρική αντίσταση αλλάζει σημαντικά όταν άλλα μόρια προσκολλούνται στα άτομα άνθρακα. Εταιρείες χρησιμοποιούν αυτή την ιδιότητα για να αναπτύξει αισθητήρες που μπορούν να ανιχνεύσουν ατμούς χημικών προϊόντων, όπως το μονοξειδίο του άνθρακα ή βιολογικά μόρια.

Η δομή των νανοσωλήνων άνθρακα (CNT) είναι ένα γραφένιο φύλλο τυλιγμένο σε σχήμα κυλίνδρου, στο οποίο τουλάχιστον το ένα από τα δύο άκρα καλύπτεται από ένα ημισφαίριο φουλλερενίου. Το ποιο από όλα τα φουλερένια θα χρησιμοποιηθεί ως «τελείωμα» (cup) των άκρων του, καθορίζεται από τη διάμετρο του νανοσωλήνα. Οι εσωτερικοί πολυγλοιοϊκοί νανοσωλήνες έχουν διάμετρο μερικά νανόμετρα σε αντίθεση με τους εξωτερικούς που έχουν πολλές φορές πολλαπλάσια. Αντίθετα, οι νανοσωλήνες άνθρακα απλού τοιχώματος είναι αρκετά λεπτότεροι. Τυπικό μήκος για τους νανοσωλήνες είναι 3-50 μm και, οι διαστάσεις αυτές προσδίδουν στους νανοσωλήνες ιδιαίτερως υψηλές τιμές αξονικού λόγου καθιστώντας τους ιδανικό έγκλεισμα για την παρασκευή νανοσύνθετων υλικών. Αποτελείται από ένα στρώμα διατεταγμένων ατόμων άνθρακα σε εξαγωγική δομή. Λόγο αυτού τα μόρια γραφενίου ανήκουν στην κατηγορία των φουλλερενίων, τα οποία είναι κλειστά σφαιρικά μόρια που αποτελούνται μόνο από εξαγωνικά ή πενταγωνικά δίκτυα ενδοατομικών δεσμών. Η εξαγωγική τους δομή παρέχει μεγάλη αντοχή σε διάτμηση και ελαστικές ιδιότητες.

Ωστόσο απόκλιση από τον εξαμελή δακτύλιο έχουν και οι επταμελείς δακτύλιοι οι οποίοι σε αντίθεση με τους πενταμελείς δίνουν αρνητική καμπυλότητα στο νανοσωλήνα και σε περίπτωση που βρίσκονται απέναντι από τους επταμελείς τότε αποκτούν κυρτότητα. Ένας καλός συνδυασμός μεταξύ των ανώτερο είναι να κάνουν την ένωση με κάποιον άλλο νανοσωλήνα εφικτή, διαφορετικής δομής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία ετεροεπαφών όπως μετάλλου – ημιαγωγού.

2.3.1 Παρασκευές Νανοσωλήνων άνθρακα

Οι νανοσωλήνες άνθρακα μπορούν να παρασκευαστούν μέσω των παρακάτω τεχνικών:

- Χρησιμοποιείται ηλεκτρικό τόξο εκκένωσης προκειμένου να γίνει εξάχνωση.
- Φωτοδιάσπαση γραφίτη με τη χρήση λέιζερ. Λόγω της ακτινοβολίας λέιζερ εξατμίζεται ένα κομμάτι άνθρακα σε υψηλή θερμοκρασία. Οι παραγόμενοι σωλήνες έχουν μικρή διασπορά ως προς τη διάμετρο.
- Καταλυτική χημική απόθεση από ατμό. Αέριες ενώσεις του άνθρακα που συνήθως είναι υδρογονανθράκων ή μονοξειδίου του άνθρακα, διασπώνται καταλυτικά με τη χρήση μεταλλικών καταλυτών (Fe, Co, Ni) υποστηριγμένων σε υποστρώματα οξειδίων μετάλλων ή αιωρούμενων στην αέρια φάση.

2.3.2 Εφαρμογές Νανοσωλήνων άνθρακα

Οι εφαρμογές των νανοσωλήνων άνθρακα είναι πολυάριθμες. Παρ' όλα αυτά η προώθηση του έχει κάποια εμπόδια είτε λόγω της περιορισμένης παραγωγής αλλά είτε λόγω της δυσκολίας που έχουν για συνένωση σε μακροδομές που θα διατηρούν τις ιδιότητες τους.

Ενδεικτικά αναφέρονται οι κυριότερες πιθανές χρήσεις τους στο άμεσο μέλλον :

- Τρανζίστορς, αντικατάσταση του πυριτίου, δίοδοι, νανοπυκνωτές
- Κβαντικοί υπολογιστές
- Επίπεδες οργανικές οθόνες
- Βαφή εκτροπής της ακτινοβολίας ραντάρ
- Ενίσχυση σήματος σε κινητά τηλέφωνα
- Αντικατάσταση οπτικών ινών, ηλεκτρικών καλωδίων

- Νανοαισθητήρες εξαιρετικής ευαισθησίας
- *Ενίσχυση υλικών*: ισχυρότερα κράματα και πολυμερή, σε οχήματα κ.ά.
- Διαστημικός ανελκυστήρας
- Τεχνικοί μύες και λοιπά

2.4 Νανοπολυμερή

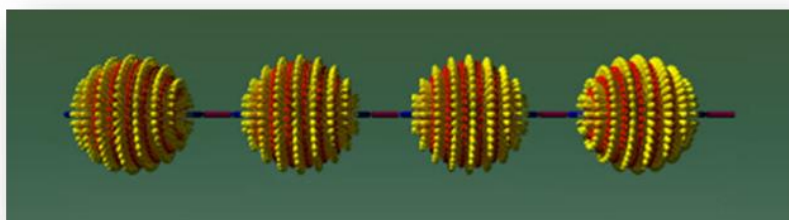
Ερευνητές από τις Ηνωμένες πολιτείες Αμερικής έχουν φτιάξει μια νέα κατηγορία υλικών τα οποία ονομάζονται "**νανοπολυμερή**". Η επαναστατική πρόοδος πραγματοποιήθηκε από τον Francesco Stellacci και τους συναδέλφους του στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης και περιλαμβάνει την εισαγωγή ατελειών στις δύο αντιτιθέμενες περιοχές σφαιρικού σχήματος μεταλλικών νανοσωματιδίων. Τα προκύπτοντα δισθενή σωματίδια "δένονται" μεταξύ τους για τη δημιουργία αδέσμευτων μεμβρανών.

Τα νανοσωματίδια είναι μεγέθους νανομέτρου συλλογές των ατόμων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δομικά στοιχεία για να αποκτήσουν μια ευρεία ποικιλία υλικών, όπως supercrystals ή ιοντικά υγρά. Ωστόσο, δεν διαθέτουν την ικανότητα να δημιουργήσουν δεσμούς κατά μήκος συγκεκριμένων κατευθύνσεων - όπως το ίδιο κάνουν τα άτομα και τα μόρια - το οποίο σημαίνει ότι δεν είναι εύκολο να ενωθούν και να δημιουργήσουν μεγάλες δομές, όπως νήματα ή ταινίες. Αυτό συμβαίνει επειδή τα νανοσωματίδια είναι συνήθως επικαλυμμένα με μία καλυπτική στρώση για να αποτρέψει την περαιτέρω ανάπτυξη ή ομαδοποίηση.

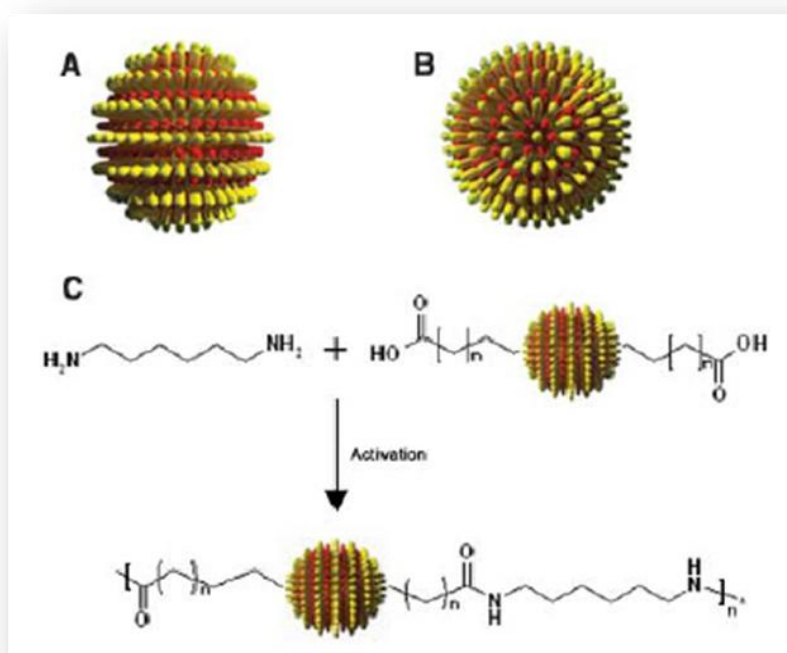
Οι ερευνητές διακόπτουν αποτελεσματικά τη συμμετρία των κυκλικών νανοσωματιδίων καταφέροντας να δημιουργήσουν δεσμό μεταξύ δύο διαφορετικών τύπων συνδέσεων, όπως μόρια θειόλης, στους πόλους της σφαίρας. Οι υποκαταστάτες του συμπλόκου σε ένα νανοσωματίδιο είναι τώρα ελεύθεροι να ενωθούν με τους υποκαταστάτες των άλλων σωματιδίων ώστε να

δεθούν υπό μορφή αλυσίδας μαζί και να σχηματίσουν τη νανοκλίμακα ισοδυναμίας στα πολυμερή (**Εικόνα 27 & 28**).

Η αντίδραση, η οποία διαρκεί μερικές ώρες, είναι πανομοιότυπη του τρόπου με τον οποίο το ηγλιο πολυμερίζεται για το σχηματισμό αλυσίδας.



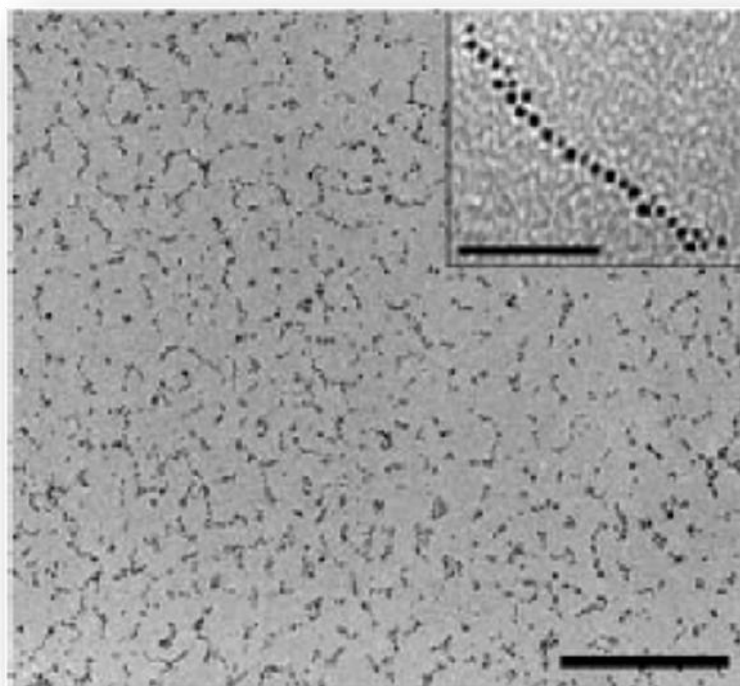
Εικόνα 27: Σχέδια που απεικονίζουν μια αλυσίδα από σωματίδια χρυσού επικαλυμμένα με δακτυλίους από μόρια της αναπληρωματικής σύνθεσης, όπου συνδετικά μόρια έχουν τοποθετηθεί στους πόλους



Εικόνα 28: Από κυματιστά σωματίδια σε νανο αλυσίδες πολυμερών. Ιδανική σχέδιο της (**A**) μίας πλάγιας όψης και (**B**) μίας κάτοψης του κυματιστού σωματιδίου που δείχνει τις δύο πολικές ελλείψεις που πρέπει να υπάρχουν για να επιτρέψει την εναλλαγή των ομόκεντρων δακτυλίων. (**C**) Σχηματική παράσταση της αντίδρασης σχηματισμού της αλυσίδας.

Οι επιστήμονες επιβεβαίωσαν το αποτέλεσμα τους με τη λήψη εικόνων σήραγγας ηλεκτρονίων μέσα από το μικροσκόπιο από τις αλυσίδες νανοσωματιδίων. Ο αριθμός των νανοσωματιδίων σε κάθε αλυσίδα ποικίλλει ευρέως αλλά ο μέγιστος αριθμός που έχει υπολογιστεί είναι 50.000 μόρια νανοσωματιδίων τα οποία συνδέονται μεταξύ τους (**Εικόνα 29**).

Ορισμένες αλυσίδες παράγουν ακόμη και ένα συνεχές φιλμ τόσο μεγάλο όσο ένα τετραγωνικό εκατοστό πλάτος και 60 μm πάχος. Μια επιπλέον δήλωση κάνει ο Stellacci υποστηρίζοντας ότι: "Η κύρια εφαρμογή αυτής της δουλειάς είναι για την δημιουργία μιας νέας κατηγορίας υλικών που ονομάζεται νανοπολυμερή με ουσιαστικά καινοφανείς ιδιότητες, όπως ελεγχόμενο πορώδες στη νανοκλίμακα" Αυτά τα πολυμερή θα επιτρέψουν για περαιτέρω έρευνες ως προς τις ιδιότητες των υλικών. Ο νέος στόχος της ομάδας τώρα είναι να κάνουν μακρύτερες αλυσίδες νανοσωματιδίων.



Εικόνα 29: Οι εικόνων των αλυσίδων που συνθέτουν το λαμβανόμενο ίζημα, όταν 11-μερκαπτό-οξέος (MUA) «πόλος-ενεργοποιημένος» τα κυματιστά νανοπολυμερή αντιδρούν με 1,6-διαμινοεξάνιο (DAH) σε μία αντίδραση δύο φάσεων. Οι ράβδοι είναι κλίμακας 200 nm, παρεμβάλλοντας μέσα σε 50 nm.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3. Φαινόμενα ροής θερμότητας και ρευστών σε νανοκλίμακα

3.1 Θερμική αγωγιμότητα των Νανοσωλήνων άνθρακα

Η εξαιρετικά υψηλή θερμική αγωγιμότητα των νανοσωλήνων άνθρακα αποτελεί κίνητρο για εκτεταμένη έρευνα στον τομέα αυτό. Η έρευνα περιλαμβάνει καινοτόμα υλικά και στη χρήση θερμικών ανιχνευτών, καθώς επίσης και σε προσομοιώσεις που διερευνούν τη διασπορά της σκέδασης των φωνονίων χρησιμοποιώντας τόσο τη θεωρία της μεταφοράς θερμότητας όσο και την μοριακή δυναμική. Οι εξελίξεις αυτές είναι ένα μέρος μιας λεπτομερούς επανεξέτασης της θερμικής αγωγιμότητας ερευνώντας τόσο μεμονωμένους νανοσωλήνες άνθρακα όσο και νανοδομημένες ταινίες που αποτελούνται από σειρές ή διαταραγμένα στρώματα νανοσωλήνων. Η θερμική αγωγιμότητα των μεμονωμένων νανοσωλήνων επηρεάζεται από το μήκος τους, τη διάμετρο και την ασυμμετρία τους. Μια βασική πειραματική πρόκληση, τόσο για μεμονωμένους νανοσωλήνες όσο και για ευθυγραμμιζόμενες νανοδομημένες ταινίες, είναι ο διαχωρισμός της ηλεκτρικής αντίστασης που οφείλεται στη δομή και χαρακτηρίζεται ως «ενδογενής» και στην ηλεκτρική αντίσταση που οφείλεται στην επαφή.

3.2 Μη Συνεχές Ροή και Μεταφορά Θερμότητας

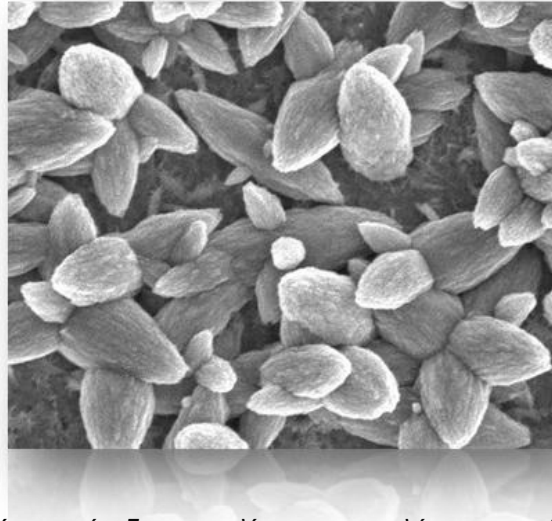
Ερευνητές στο Oregon State University και το Pacific Northwest National Laboratory έχουν ανακαλύψει έναν νέο τρόπο να εφαρμόζουν νανοδομημένες επιστρώσεις για να κάνουν τη μεταφορά θερμότητας πολύ πιο αποδοτική, με

σημαντικές πιθανές εφαρμογές για συσκευές υψηλής τεχνολογίας καθώς και για τη συμβατική θέρμανση και ψύξη της βιομηχανίας. Αυτές οι επιστρώσεις μπορεί να αφαιρέσουν (απάγουν) τη θερμότητα τα ίδια υλικά τέσσερις φορές γρηγορότερα σε σχέση με μη επιστρωμένα ίδια υλικά. Η διαδικασία επίστρωσης θεωρείται χαμηλού κόστους. Σύμφωνα με ειδικούς η διαπίστωση αυτή φέρνει την επανάσταση στην τεχνολογία ψύξης. Η βελτίωση της μεταφοράς θερμότητας επιτυγχάνεται με την τροποποίηση των επιφανειών σε νανοκλίμακα έχοντας πιθανές εφαρμογές σε βιομηχανικά συστήματα τόσο σε μικρο όσο και σε μακρο-κλίμακα. Η ανταλλαγή θερμότητας, αποτέλεσε ένα σημαντικό πρόβλημα από την εποχή της Βιομηχανικής Επανάστασης.

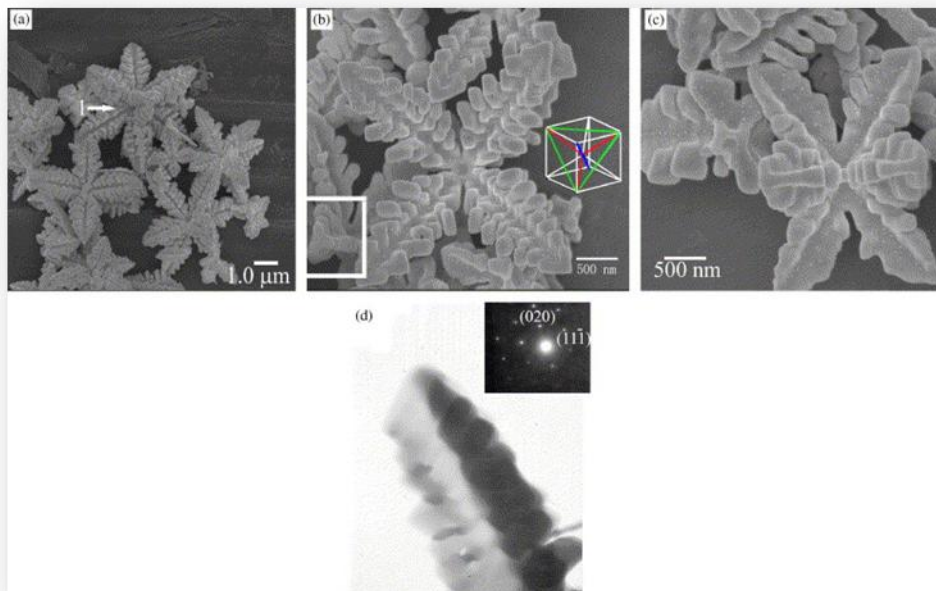
Για παράδειγμα για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, υπάρχει το ψυγείο και το νερό που κυκλοφορεί σε μία αυτοκινούμενη μηχανή. Οι εναλλάκτες θερμότητας είναι αυτοί που δημιουργούνται στα σύγχρονα κλιματιστικά ή στη λειτουργία των ψυγείων, ώστε η ανεπαρκής ψύξη να είναι ένας περιοριστικός παράγοντας για πολλές προηγμένες τεχνολογικές εφαρμογές, που μπορεί να κυμαίνονται από φορητούς υπολογιστές μέχρι τα προηγμένα συστήματα ραντάρ. Υπάρχει αρκετή αναποτελεσματικότητα στη μεταφορά θερμότητας, για παράδειγμα, όταν το νερό φθάσει το σημείο βρασμού δηλαδή $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ η θερμοκρασία των γειτονικών πλακών πρέπει συχνά να είναι περίπου στους $140\text{ }^{\circ}\text{C}$. Αλλά με τη νέα αυτή προσέγγιση, μέσω τόσο της θερμοκρασίας τους όσο και μέσω μιας νανοδομής που βοηθάει την ανάπτυξη των φυσαλίδων, το νερό θα βράσει όταν παρόμοιες πλάκες είναι φτάσουν περίπου τους $120\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Για να γίνει αυτό, οι επιφάνειες μεταφοράς θερμότητας είναι επικαλυμμένες με μια νανοδομή στην οποία εφαρμόζεται το οξείδιο του ψευδαργύρου (ZnO), και αναπτύσσεται μία πολυ-ανάγλυφη επιφάνεια που μοιάζει περίπου σαν αποτύπωμα των λουλουδιών (δενδριτική δομή). Οι ανάγλυφες αυτές δομές υποβοηθούν στην ανάπτυξη τριχοειδών φαινομένων με αποτέλεσμα οι δυνάμεις συνάφειας που αναπτύσσονται να ευνοούν στο σχηματισμό φυσαλίδων και στην ταχεία και αποτελεσματική αναπλήρωση των ενεργών περιοχών βρασμού. Σε αυτά τα πειράματα, χρησιμοποιείται νερό, αλλά θα μπορούσαν να

χρησιμοποιηθούν και άλλα υγρά με διαφορετικά ή ακόμα καλύτερα χαρακτηριστικά ψύξης. **(Εικόνα 30, 31)**



Εικόνα 30: Αυτό το επίπεδο νανοκλίμακας-επικαλύπτεται από οξείδιο του ψευδαργύρου πάνω σε μια πλάκα χαλκού διαθέτει τη δυνατότητα να αυξήσει σημαντικά τα χαρακτηριστικά μεταφοράς θερμότητας και να οδηγήσει σε μια επανάσταση στην τεχνολογία θέρμανσης και ψύξης, σύμφωνα με τους εμπειρογνώμονες στο Oregon State University και το Pacific Northwest National Laboratory



Εικόνα 31: Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (SEM) και Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (TEM) εικόνες των πολλαπλών δενδρικών ιεραρχικών δομών: (α) πανοραμική εικόνα, (b) εμπρόσθια και (c) πλευρική όψη ενός τυπικού σελυνίδιο μόλυβδου πολλαπλών δομών δενδρίτη, (d) εικόνα δενδρικού από μικροσκόπιο. Εσωτερικά (b) φωτίζει τις αυξανόμενες κατευθύνσεις ενός δενδρικού κλάσματος σε σελυνίδιο μόλυβδου πολλαπλών δενδρικών ιεραρχικών δομών.

Η επίστρωση οξειδίου του ψευδαργύρου σε επιφάνειες αλουμίνιου και χαλκού είναι σε φθηνή και σε λογική τιμή οπότε θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε μεγάλες περιοχές. Σύμφωνα με τους επιστήμονες με την τεχνολογία αυτή υπάρχει η δυνατότητα όχι μόνο να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα ψύξης σε προηγμένα ηλεκτρονικά συστήματα, αλλά θα μπορούσαν επίσης να χρησιμοποιηθούν σε πιο συμβατικές εφαρμογές θέρμανσης, ψύξης και αέρα.

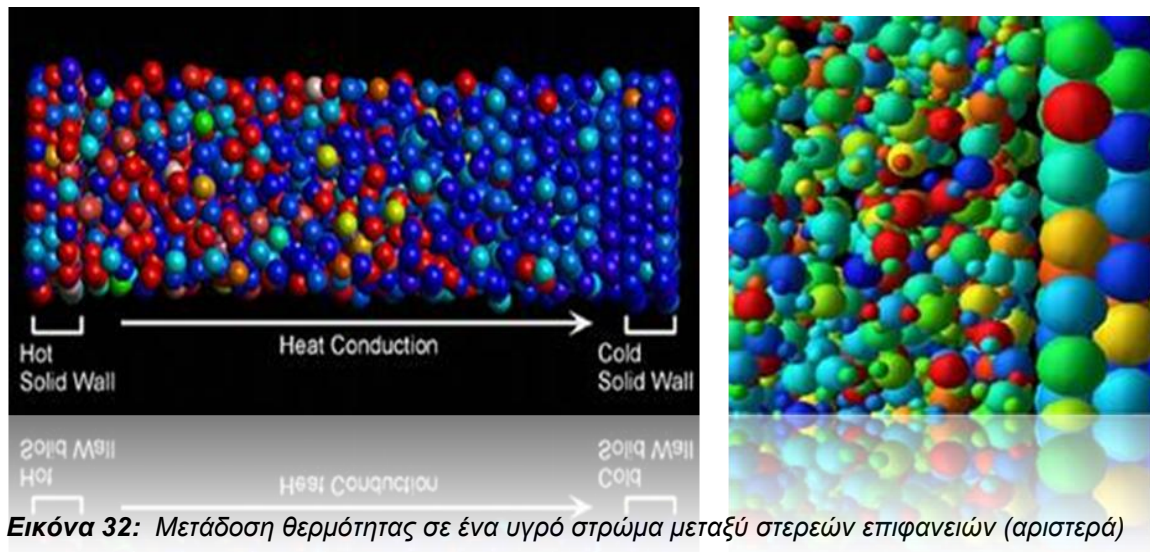
Το πεδίο στο οποίο γίνονται οι εφαρμογές, μικρο - νανορευστών τώρα επεκτείνεται ραγδαία, ιδίως στον τομέα της βιοτεχνολογίας, η οποία βασίζεται στη μικρο - νανοκλίμακα θερμικών και μηχανικών ρευστών που υποστηρίζονται από την πρόσφατη εξέλιξη των τεχνολογιών MEMS/NEMS ^[1]. Η ανάλυση των θερμικών φαινομένων και των ρευστών βασίζεται στην θεωρία της μοριακής δυναμικής οδηγώντας στην κατανόηση των θεμελιωδών μηχανισμών των φαινομένων. Η κατανόηση των φαινομένων ροής θερμότητας και ρευστών υποβοηθούμενη με νονοδομές μπορεί να οδηγήσει σε σχεδιασμό εφαρμογών όπου τα φαινόμενα αυτά παίζουν καθοριστικό ρόλο όπως είναι οι σύγχρονες τεχνολογίες κοπής.

Η ανάλυση των φαινομένων αυτών σε μοριακή κλίμακα βρίσκει εφαρμογή σε οριακές συνθήκες στις οποίες τα μακροσκοπικά μοντέλα με θερμοφυσικές ιδιότητες βασιζόμενα στην ιδέα της διεπαφής δεν ισχύουν πλέον. Το πεδίο εφαρμογής, μικρο / νάνο-ρευστών επεκτείνεται ραγδαία ειδικά στον τομέα της βιοτεχνολογίας, η οποία βασίζεται στην πρόσφατη πρόοδο των τεχνολογιών MEMS / NEMS^[1]. Η υλοποίηση του μηχανισμού της νανοκλίμακας για τη μεταφορά θερμότητας και μάζας σε κάποιο ζωντανό οργανισμό προσομοιώνεται σε συσκευές βιομιμητικού ρευστού και αποτελεί μια από τις πλέον υποσχόμενους τομείς των μικρο / νανορευστών.

^[1] MEMS / NEMS : μικροηλεκτρομηχανικά / νανοηλεκτρομηχανικά συστήματα

3.3 Μοριακός μηχανισμός μεταφοράς ενέργειας και ορμής στα υγρά.

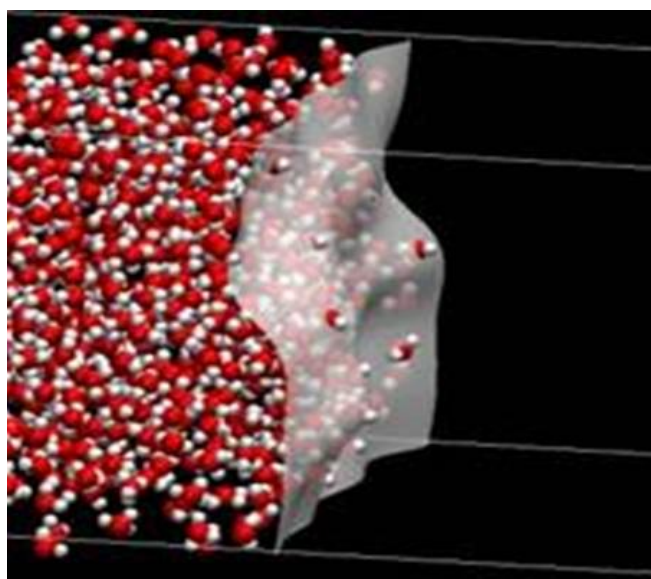
Η μεταφορά της θερμικής και της δυναμικής ενέργειας στα ρευστά και σε ολόκληρη τη διεπαφή υγρού στερεού ρυθμίζεται από τη μεταφορά της ενέργειας και της δυναμικής στην ατομική / μοριακή κίνηση λόγω της αλληλεπίδρασης μεταξύ των ατόμων / μορίων. Η μεταφορά της ενέργειας στον μικροσκοπικό χρόνο και στην μικρο-κλίμακα χώρου καθώς και τον μηχανισμό που καθορίζει τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά μεταφοράς της θερμότητας και της ορμής αναλύονται από τη δυναμική μοριακή ανάλυση βασισμένη στην διαμοριακή θεωρία μεταφοράς ενέργειας και ορμής (**Εικόνα 32**). Τα χαρακτηριστικά της μεταφοράς της θερμότητας και της ορμής στη διεπαφή υγρών-στερεών έχουν μελετηθεί ως εφαρμογή της παραπάνω ανάλυσης.



Εικόνα 32: Μετάδοση θερμότητας σε ένα υγρό στρώμα μεταξύ στερεών επιφανειών (αριστερά) και υγρού νερού-στερεού πλατινένιας διασύνδεσης (δεξιά)

3.4 Μεταφορά της μάζας, ενέργειας και ορμής στα υγρά-αερία και υγρά-στερεά

Η Ιδιόμορφη δομή η οποία εμφανίστηκε στο υγρό κοντά στη διεπαφή υγρό - αέριο και υγρό – στερεό, είναι αποτέλεσμα των διεπιφανειακών φαινομένων, όπως η επιφανειακή τάση, η διαβρεξιμότητα, η εξάτμιση, η συμπύκνωση, και η απορρόφηση / εκρόφηση. Στις σύγχρονες τεχνολογίες μικροσκοπικών ρευστών, όπως μικρο / νανο-ρευστών, τα διεπιφανειακά φαινόμενα παίζουν σημαντικό ρόλο, και μάλιστα εξαρτώνται από την αύξηση του λόγου εμβαδού της επιφάνειας προς τον όγκο του ρευστού .

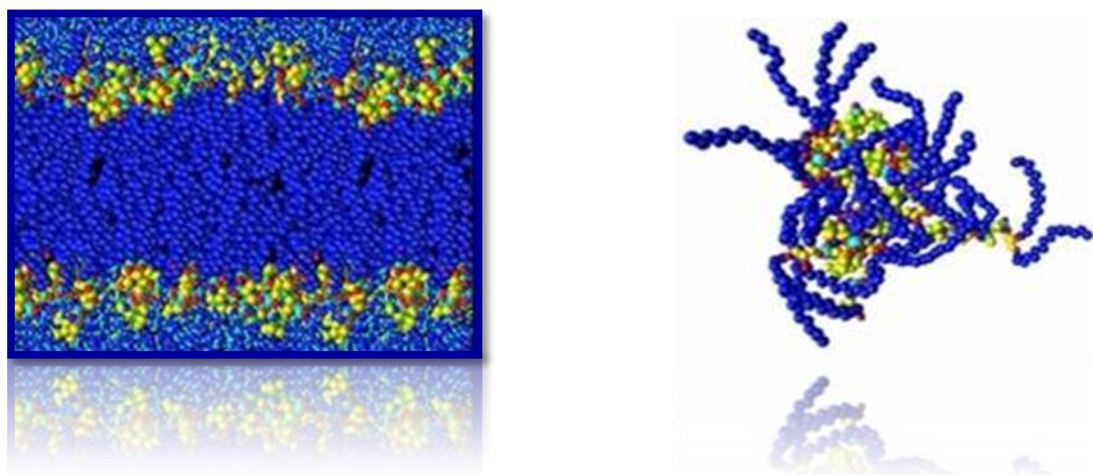


Εικόνα 33: Υγρό-ατμός διασύνδεση του νερού.

Η ανάλυση των διεπιφανειακών φαινομένων που βασίζεται στην κατανόηση της μοριακής δομής και των ιδιοτήτων μεταφοράς. Η ανάλυση αυτή βασίζεται στην προσομοίωση των μοριακών δυναμικών στη διεπαφή καθώς και στην ηλεκτροχημική ανάλυση της διεπαφής υγρό-στερεό.

3.5 Μελέτη μεταφοράς μάζας και ενέργειας στη βιολογική δομή και την ανάπτυξη συσκευών μικρο / νανο ρευστών.

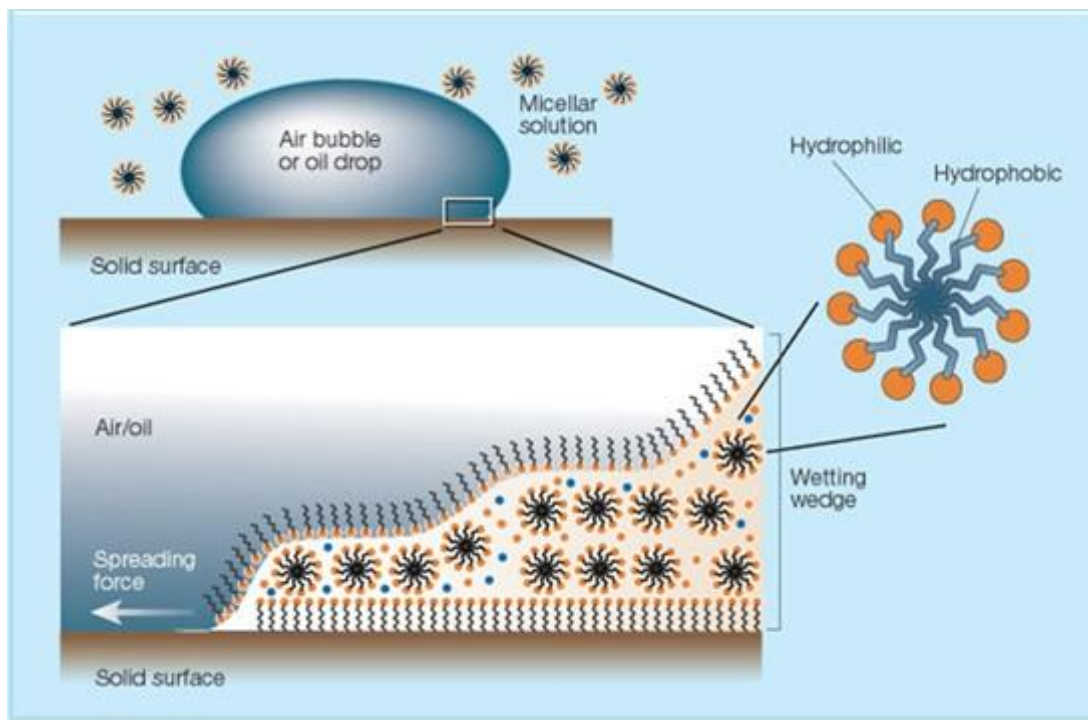
Οι μηχανισμοί μεταφοράς της ενέργειας και της ενεργού μεταφοράς ιόντων των βιοϋλικών στο εσωτερικό της νανο-δομής, όπως είναι οι βιολογικές μεμβράνες των ζωντανών οργανισμών, οδηγεί σε καινοτόμες λειτουργίες και με υψηλή απόδοση των θερμο – ρευστο νανο-συσκευών . Μελετώνται βιομιμητικές συσκευές ρευστών που χρησιμοποιούν θέρμο - φαινόμενα σε ένα ζωντανό οργανισμό.



Εικόνα 34: Ανάλυση της θερμικής μεταφοράς ενέργειας στο εσωτερικό της διπλοστιβάδας της μεμβράνης των λιπιδίων (αριστερά) και αυτό-οργανωμένο σύμπλεγμα μορίων λιπιδίων (δεξιά)

Κατά την τελευταία δεκαετία, τα νανορευστά, τα οποία είναι υγρά που περιέχουν αιωρήματα νανοσωματιδίων (**Εικόνα 34**), έχει παρατηρηθεί ότι έχουν σημαντικά υψηλότερη θερμική αγωγιμότητα από την προβλεπόμενη. Αυτό τα καθιστά ιδιαίτερα ελκυστικά ως ρευστά μεταφοράς θερμότητας για πολλές εφαρμογές. Για παράδειγμα, τα νανορευστά θα ήταν χρήσιμα ως ψυκτικά μέσα στις βιομηχανίες αυτοκινήτων και ηλεκτρονικών ειδών.

Ωστόσο, η αναφερόμενη υψηλή θερμική αγωγιμότητα μερικές φορές δεν μπορεί να αναπαραχθεί, καθώς και οι πιθανοί μηχανισμοί που οδηγούν στη βελτίωση είναι ακόμα υπό διερεύνηση. Εξαιτίας αυτών των λόγων, τα νανορευστά είναι ένα αμφιλεγόμενο θέμα.



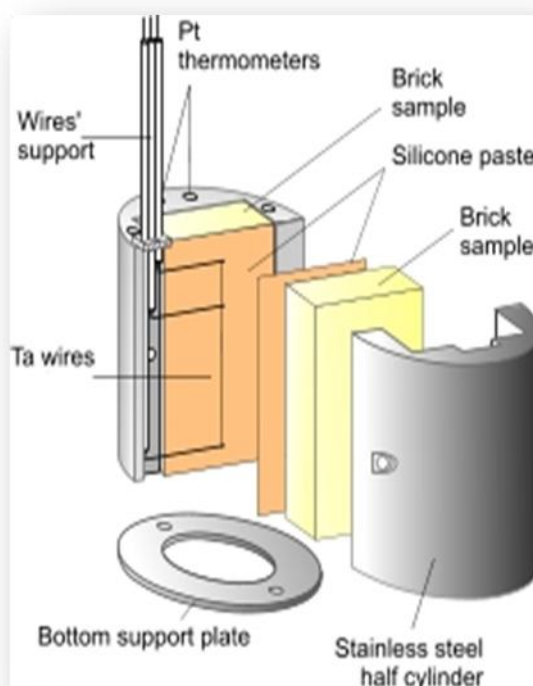
Εικόνα 35: Αιωρήματα νανοσωματιδίων

3.6 Μηχανισμοί θερμικής αγωγιμότητας

Σε πειραματικές μελέτες, χρησιμοποιούνται νιφάδες γραφίτη ως επιπρόσθετη ύλη και αναπτύσσονται μέθοδοι για την παρασκευή σταθερών αιωρούμενων νιφάδων γραφίτη. Γίνεται μια μελέτη στη συνέχεια για τη θερμική αγωγιμότητα των αιωρημάτων γραφίτη με τη χρήση της παραδοσιακής μεθόδου θερμού σύρματος. **(Εικόνα 36)**. Η θερμική αγωγιμότητα, των αιωρημάτων γραφίτη, είναι πολύ ευαίσθητη στις εσωτερικές δομές του, και

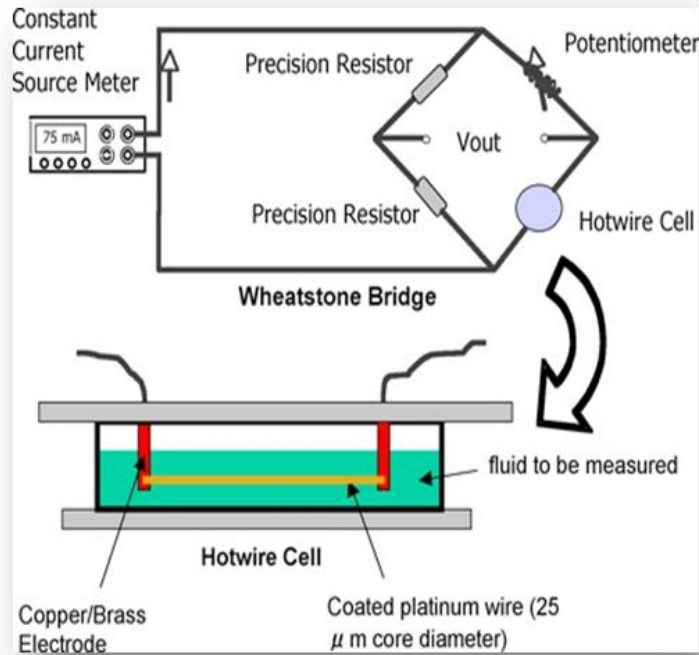
παρατηρείται μια απότομη μεταβολή κλίσης στις καμπύλες θερμικής αγωγιμότητας. Η απότομη κλίση μπορεί να ερμηνευθεί ως αποτέλεσμα της αλλαγής των δυνάμεων αλληλεπίδρασης μεταξύ των νιφάδων γραφίτη.

Η απότομη κλίση μπορεί να ερμηνευθεί ως αποτέλεσμα της αλλαγής των δυνάμεων αλληλεπίδρασης μεταξύ των νιφάδων γραφίτη. Για την μελέτη και καταγραφή των καμπύλων θερμικής αγωγιμότητας χρησιμοποιείται η οπτική μέθοδος(φασματοσκοπική μέθοδος) και η παραδοσιακή τεχνική «θερμού σύρματος».

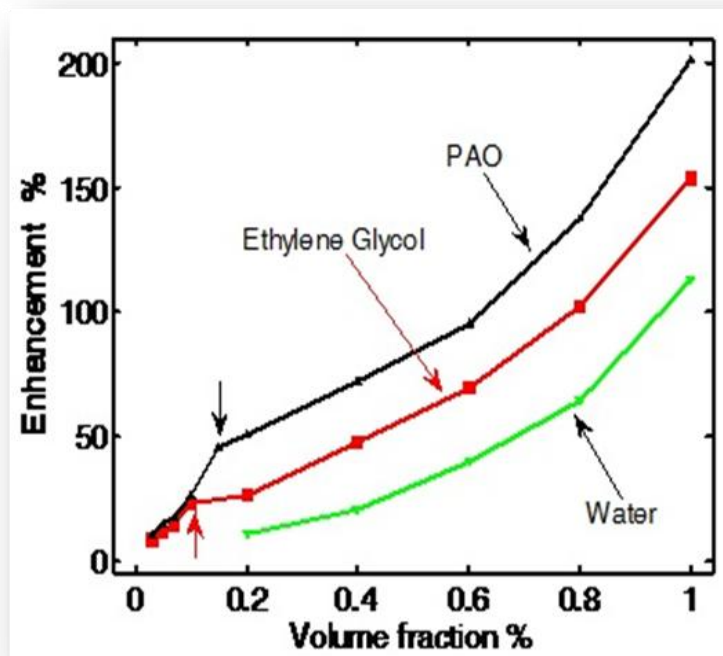


Εικόνα 36: Μέθοδος θερμού σύρματος

Η παραδοσιακή τεχνική «θερμό-σύρμα» έχει εφαρμοστεί με μεγάλη επιτυχία για τη μέτρηση της θερμικής αγωγιμότητας των κεραμικών και των μετάλλων. Στην περίπτωση των στερεών, τα δύο καλώδια τοποθετούνται μεταξύ των δύο μπλοκ της στερεάς μόνωσης από ένα στρώμα μαλακής πάστας σιλικόνης. Η πάστα αυτή έχει δευτερεύοντα σκοπό, εξαλείφει τις επιδράσεις της κακής επαφής και παρουσιάζεται σχεδόν σε όλες τις άλλες παρόμοιες εφαρμογές.



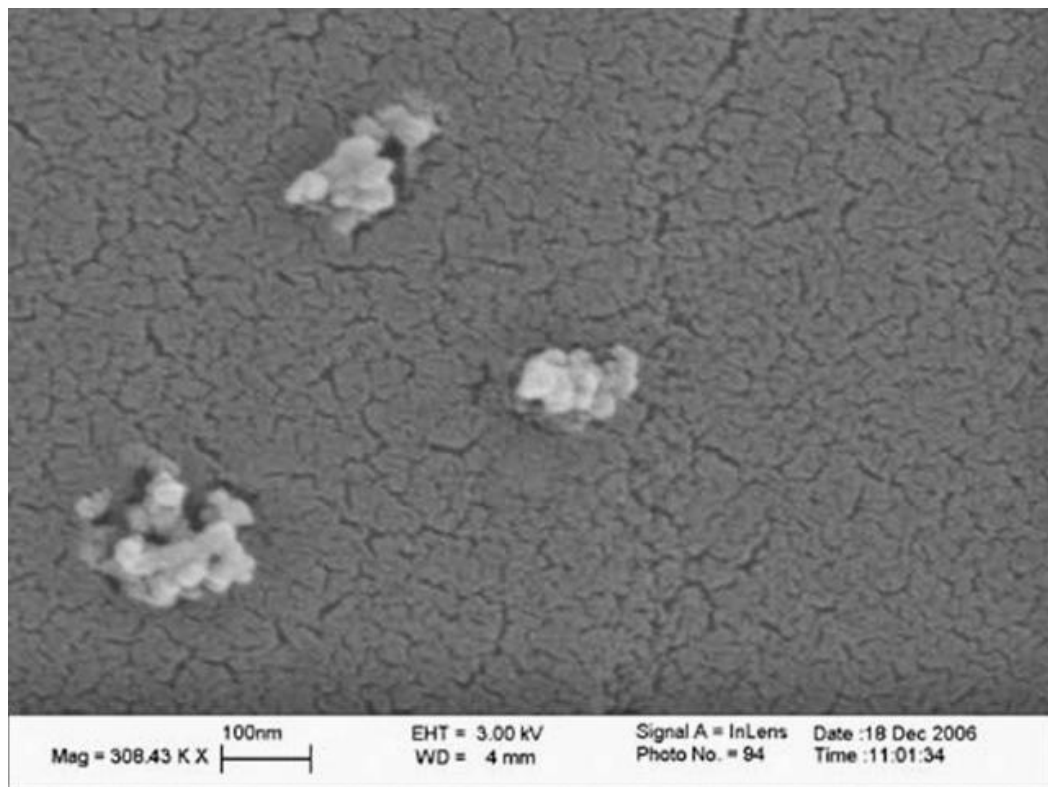
Εικόνα 37 : θερμική συσκευή μέτρησης αγωγιμότητας νανορευστών.



Εικόνα 38: Η θερμική αγωγιμότητα ενισχύεται από τρία είδη εναιωρημάτων γραφίτη ως συνάρτηση του όγκου.

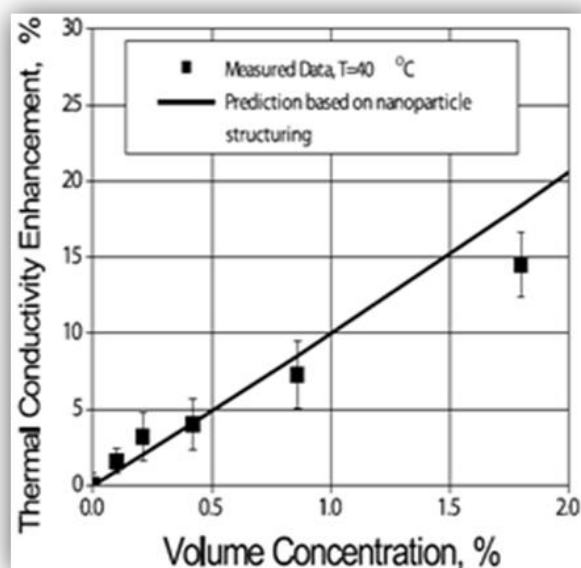
3.7 Μεταφορά Θερμότητας Νάνο ρευστών

Η Μεταφορά θερμότητας αναφέρεται στη μεταφορά θερμότητας μεταξύ ενός ρευστού και μιας επιφάνειας λόγω της μακροσκοπικής κίνηση του υγρού σε σχέση με την επιφάνεια. **(Εκόνα 39)**. Νάνο ρευστά είναι ένα αραιό υγρό αιωρούμενων νανοσωματιδίων με τουλάχιστον μία διάσταση μικρότερη από ~ 100nm. Η επιφάνεια μπορεί να είναι ένα στερεό τοίχωμα ή να αποτελεί διεπαφή με ένα άλλο υγρό. Μας ενδιαφέρει σε στερεή επιφάνεια λόγω της μεγάλης βιομηχανικής σημασία του. Η μεταφορά θερμότητας μπορεί να διαιρεθεί σε δύο τύπους, την φυσική μεταφερόμενη θερμότητα όπου το ρευστό κινείται και η κίνηση αυτή προκαλείται από την άνωση, και η δεύτερη κίνηση είναι η αναγκασμένη μεταφορά θερμότητας, όπου το ρευστό αναγκάζεται να ρέει μέσω μίας περιορισμένης περιοχής ή μέσω ενός τοιχώματος διαμόρφωσης.



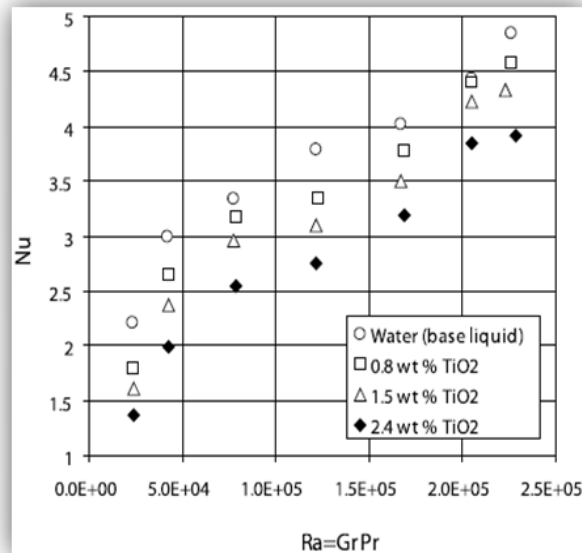
Εικόνα 39: Διοξειδίου του τιτανίου νανορευστών, με διάμετρο σωματιδίων 25nm.

Η βελτιωμένη θερμική συμπεριφορά των νανορευστών θα μπορούσε να παρέχει τη βάση για μια τεράστια καινοτομία για την παραγωγή μεταφοράς της θερμότητας, το οποίο είναι ένα θέμα μείζονος σημασίας βασιζόμενο σε ένα πλήθος βιομηχανικών κλάδων όπως είναι οι μεταφορές, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, οι μικρο-κατασκευές, η θερμική θεραπεία για την καταπολέμηση του καρκίνου, η μεταλλουργία, καθώς και η θέρμανση και ψύξη του εξαερισμού και του κλιματισμού. Τα Νάνο ρευστά είναι επίσης σημαντικά για την παραγωγή νανοδομημένων υλικών, καθώς και για τον καθαρισμό πετρελαίου από επιφάνειες χάρη στην άριστη ύγρανση τους. Τα βασικά ρευστά μεταφοράς θερμότητας, μπορούν είτε να απάγουν την υπερβολική θερμότητα που παράγεται κατά τη διάρκεια μιας χημικής διεργασίας είτε τη μεταφορά θερμότητας στο σύστημα, έτσι ώστε η επιθυμητή χημική αντίδραση να πραγματοποιηθεί. Το πλεονέκτημα του εναλλαχτώ θερμότητας είναι ότι πρόκειται για ενιαία και κεντρική πηγή που μπορεί να απορροφήσει ή να παρέχει θερμότητα και είναι πιο αποτελεσματική και ασφαλής στη χρήση και τη συντήρηση. Τα συμβατικά υγρά μεταφοράς θερμότητας με βάση είναι οργανικά μόρια που παράγονται με χημική σύνθεση ή είναι παράγωγα του ορυκτού πετρελαίου.



Εικόνα 40: Σύγκριση των μετρήσεων για την βελτίωση της θερμικής αγωγιμότητας, με το

μοντέλο που βασίζεται στην δόμηση των νανοσωματιδίων : με βάση το διοξείδιο του τιτανίου (TiO_2) των νανορευστών.



Εικόνα 41: Επίδραση της συγκέντρωσης των νανοσωματιδίων στην μεταφερόμενη θερμότητα που μεταφέρονται υπό φυσιολογικές συνθήκες

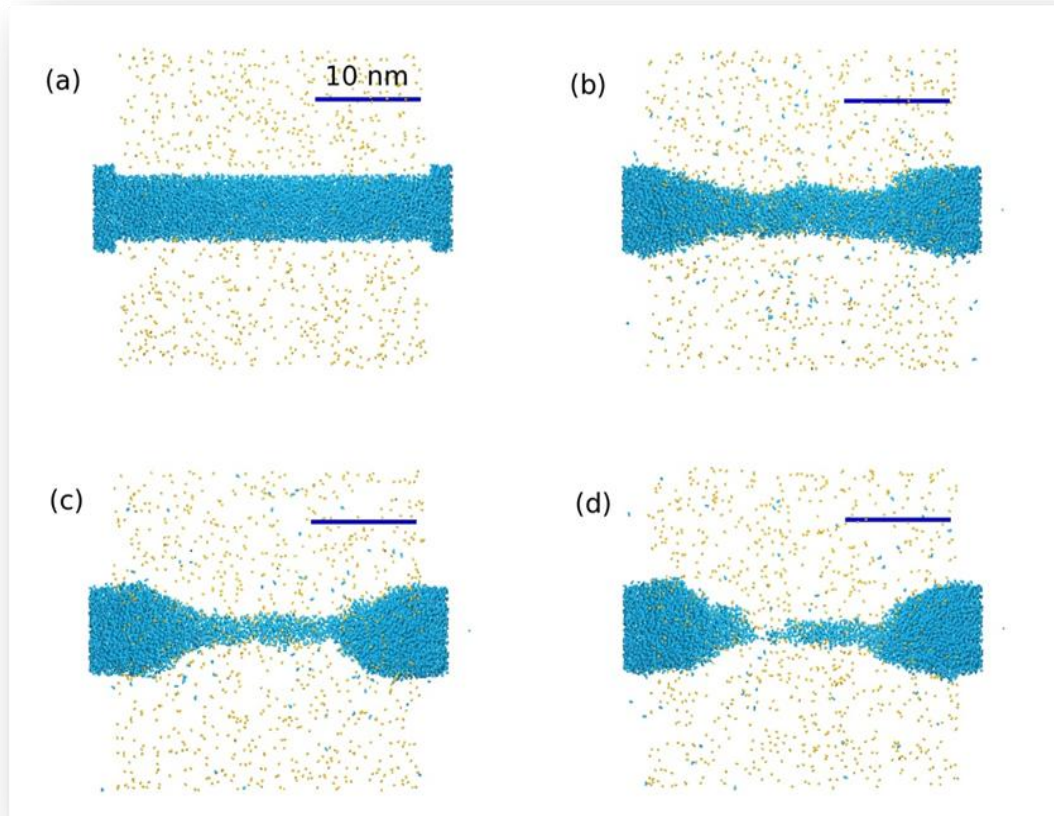
Ο ακριβής τύπος του ρευστού μεταφοράς θερμότητας επιλέγεται ανάλογα με το εύρος της θερμοκρασίας λειτουργίας του εναλλάκτη. Στο πρόσφατο παρελθόν οι νανοσωλήνες άνθρακα είχαν χρησιμοποιηθεί για διάφορες εφαρμογές και αυτό οφείλεται στις άριστες τιμές της θερμικής αγωγιμότητάς τους. Έχει διαπιστωθεί ότι οι νανοσωλήνες άνθρακα είναι κατάλληλοι για τη χρήση της μεταφοράς θερμότητας των ρευστών. Η θερμική αγωγιμότητα των νανοσωλήνων άνθρακα είναι της τάξης των $2000W/mK$, η οποία είναι περίπου 10.000 φορές μεγαλύτερη από το συμβατικό ορυκτέλαιο. Το μόνο εμπόδιο φαίνεται να είναι η ενσωμάτωση αυτών των νανοσωλήνων άνθρακα στο ρευστό, μέσω της μεταφοράς της θερμότητας, ώστε η παροχή των νανοσωλήνων άνθρακα να μπορεί να ρυθμιστεί κατάλληλα.

Είναι γνωστό ότι η θερμική αγωγιμότητα των ρευστών εξαρτάται από το μέγεθος των νανο-σωματιδίων, το οποίο μειώνεται με την θερμική αγωγιμότητα της αύξησης του ρευστού μεταφοράς θερμότητας. Εάν το μέγεθος των

σωματιδίων μειώνεται, αυτό αυξάνει τον λόγο επιφάνεια /όγκου, η οποία είναι υπεύθυνη για την αύξηση της θερμικής αγωγιμότητας. Ένας άλλος παράγοντας που ευθύνεται για τις ιδιότητες μεταφοράς θερμότητας είναι το σχήμα των σωματιδίων. Μη σφαιρικά σωματίδια παρουσιάζουν καλύτερες ιδιότητες μετάδοσης θερμότητας. Οι νανοσωλήνες άνθρακα που έχουν σφαιρικό σχήμα διαθέτουν ως εκ τούτου άριστες ιδιότητες μεταφοράς θερμότητας.

Το 2000, η Georgia Tech ερευνήτρια έδειξε θεωρητικά ότι η δυναμική του ρευστού θα μπορούσε να τροποποιηθεί ώστε να λειτουργήσει σε νανοκλίμακα, έστω και σε ένα κενό. Τώρα, δώδεκα χρόνια αργότερα, έχουν δείξει ότι μπορεί να τροποποιηθεί για να λειτουργήσει στον πραγματικό κόσμο, δηλαδή, έξω από ένα κενό. Η κατανόηση της κίνησης των ρευστών είναι η βάση για ένα τεράστιο ποσό της μηχανολογίας και της τεχνολογίας στη σύγχρονη ζωή. Αεροπλάνα και πλοία πετούν γιατί επιστήμονες κατανοούν τους κανόνες για το πώς τα ρευστά, όπως το νερό και ο αέρας συμπεριφέρονται υπό διαφορετικές συνθήκες. Οι μαθηματικές αρχές που περιγράφουν αυτούς τους κανόνες τέθηκαν σε εφαρμογή πάνω από 100 χρόνια και είναι γνωστές ως εξισώσεις Navier-Stokes.

Είναι γνωστό ότι τα μικρά συστήματα επηρεάζονται από την τυχαιότητα και τον θόρυβο περισσότερο από μεγάλα συστήματα. Εξαιτίας αυτού, η Georgia Tech φυσικός του Uzi Landman αιτιολόγησε ότι τροποποίησε τις εξισώσεις των Navier-Stokes, για να συμπεριλάβει στοχαστικά στοιχεία «δηλαδή να δώσει την πιθανότητα ότι ένα γεγονός θα συμβεί» που θα επέτρεπε στις εξισώσεις αυτές να περιγράφουν με ακρίβεια τη συμπεριφορά των ρευστών σε νανοκλίμακα. Το όφελος από την προσπάθεια αυτή είναι ότι οι εξισώσεις μπορούν να λυθούν με σχετική ευκολία μέσα σε λίγα λεπτά, σε σύγκριση με τις ημέρες και τις εβδομάδες που χρειαζόταν για γίνει προσομοίωση ενός νανοδομημένου ρευστού, η οποία μπορεί να περιέχει μέχρι και αρκετά εκατομμύρια μόρια. Εξίσου δύσκολο, και μερικές φορές ακόμα περισσότερο, είναι εργαστηριακά πειράματα σε ρευστά σε νανοκλίμακα.



Εικόνα 42: Μια τυπική διάλυση της διαδικασίας της γέφυρας υγρού προπανίου (μπλε) σε 185 K σε περιβάλλον με αέριο άζωτο (κίτρινο) περιβάλλον (πυκνότητα $6:00 \text{ kg} = \text{m}^3$, με αντίστοιχη μερική πίεση $0,36 \text{ MPa}$), που καταγράφεται σε ένα MD προσομοίωσης σε $t = 0$ (α), 400 (β), 760 (γ), και 840 PS (δ). Η διάλυση προφίλ εμφανίζεται στο (δ), παρουσιάζοντας μια γεωμετρία μιας μακράς σύνθλιψης νημάτων στα αριστερά. Το μήκος της γέφυρας νανο είναι 30 nm, και η αρχική μέση ακτίνα του είναι 3 nm.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4. Νανομηχανική

4.1 Ορισμός και βασικές αρχές της Νανομηχανικής

Νανομηχανική είναι ένας κλάδος των νανοεπιστημών ο οποίος προέκυψε από τη μελέτη της θεμελιώδους μηχανικής και των ιδιοτήτων (ελαστική, θερμική και κινητική) των φυσικών συστημάτων στην κλίμακα του νανομέτρου. Η Νανομηχανική είναι αποτέλεσμα συνδυασμένης μελέτης της κλασσικής μηχανικής, φυσικής στερεάς κατάστασης, στατιστικής μηχανικής, της επιστήμη των υλικών, και της κβαντικής χημείας. Ως ένας τομέας των νανοεπιστημών, η νανομηχανική παρέχει μια επιστημονική θεμελίωση της νανοτεχνολογίας.

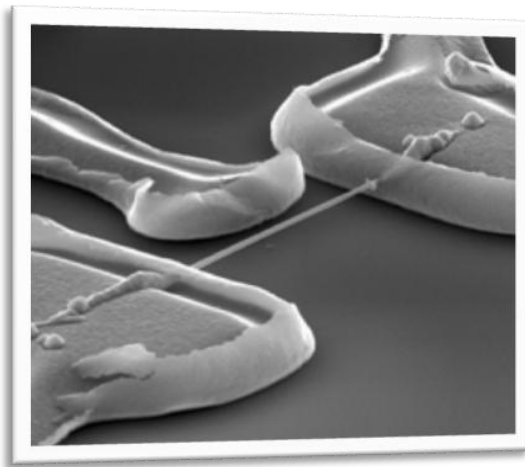
Η Νανομηχανική είναι ο κλάδος εκείνος σχετικά με τις νανοεπιστήμες, ο οποίος ασχολείται με τη μελέτη και την εφαρμογή των θεμελιωδών μηχανικών ιδιοτήτων των φυσικών συστημάτων σε νανοκλίμακα, (ελαστική, θερμική, κινητική). Συχνά, θεωρείται ως κλάδος της νανοτεχνολογίας, δηλαδή, ένας τομέας που εφαρμόζεται με έμφαση στις μηχανικές ιδιότητες των μηχανικών νανοδομών και των νανοσυστημάτων. Μερικοί από τους καθιερωμένους τομείς της νανομηχανικής είναι: τα νανοϋλικά, η νανοτριβολογία (τριβές, φθορά και μηχανική επαφή σε νανοκλίμακα), τα νανοηλεκτρομηχανικά συστήματα (NEMS), και τα νανορευστά.

Ως θεμελιώδη επιστήμη, η νανομηχανική βασίζεται σε ορισμένες εμπειρικές αρχές :

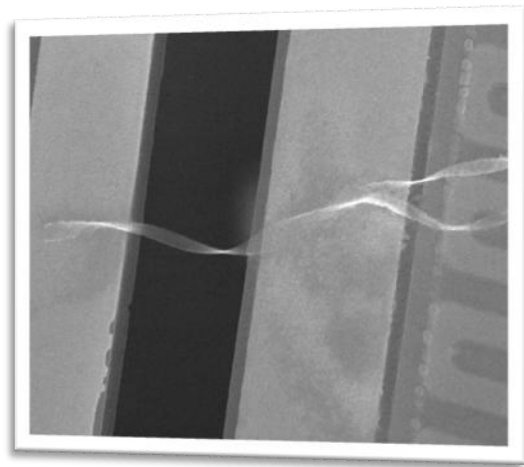
1. Γενικές αρχές μηχανικής
2. Συγκεκριμένες αρχές που απορρέουν από τη μελέτη σε μικροκλίμακα των φυσικών μεγεθών του αντικείμενου της μελέτης ή της έρευνας.

4.1.1 Παραδείγματα Νανομηχανικής

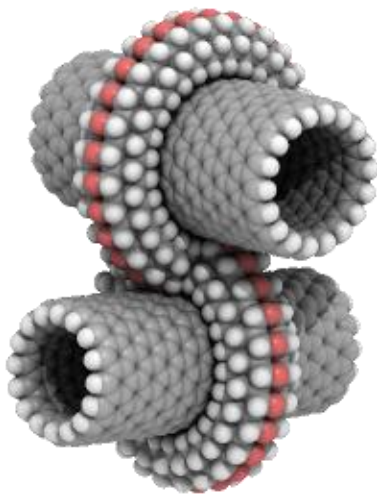
Παραδείγματα των μηχανικών νανοδομών και νανοσυστημάτων περιλαμβάνουν νανοσωματίδια, νανοσκόρες, νανοςύρματα, νανοράβδους, νανοκορδέλες, νανοσωλήνες, συμπεριλαμβανομένων των νανοσωλήνων άνθρακα (CNT) και νανοσωλήνων νιτριδίου του βορίου (BNNTs), νανομεμβράνες, νανοεπιστρώσεις, νανοςύνθετων / νανοδομημένων υλικών, (υγρά με διάσπαρτα νανοσωματίδια), νανοκινητήρες, κλπ.



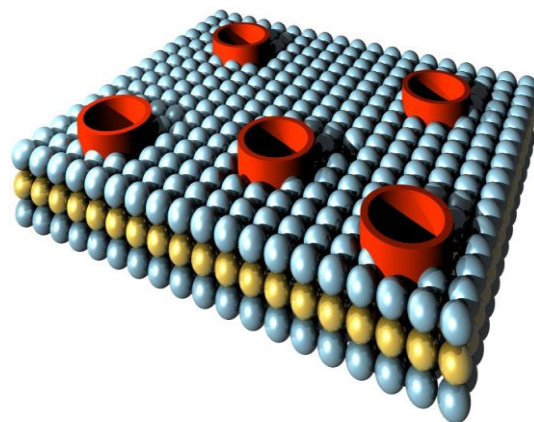
Εικόνα 43: Νανοςύρματα



Εικόνα 44: Νέα τεχνολογία ψύξης υπολογιστών με κορδέλες.



Εικόνα 45: Νανοσωλήνας άνθρακα
Crimp Junction



Εικόνα 46: Τεχνητά κανάλια ιόντων (κοκκινοί κύλινδροι) χτισμένα σε μια νανομεμβράνη τριών επιπέδων.

Η νανομηχανική έγινε γνωστή μερικά χρόνια πριν στο Cansas των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής. Οι επιστήμονες ανακάλυψαν ότι τα σωματίδια του κάθε υλικού, αν αντιμετωπιστούν συλλογικά μπορεί να συνθέσουν άριστες μηχανικές ιδιότητες και μπορεί να είναι εξαιρετικά ελαστικά.

Οι γενικές αρχές μηχανικής περιλαμβάνουν:

- Αρχές διατήρησης ενέργειας και ορμής
- Μεταβολική αρχή του Hamilton
- Συμμετρία αρχών

Λόγω του μικρού μεγέθους του αντικείμενου μελέτης, η νανομηχανική επίσης αντιστοιχεί για:

- Διακριτικότητα του αντικείμενου, του οποίου το μέγεθος είναι συγκρίσιμο με τις αποστάσεις μεταξύ ατόμων.
- Την πολυμορφία των βαθμών ελευθερίας του αντικείμενου.
- Την σημασία των θερμικών διακυμάνσεων.
- Την σημασία των αποτελεσμάτων εντροπίας.
- Την σημασία των επιπτώσεων των κβαντικών αποτελεσμάτων.

Αυτές οι αρχές χρησιμεύουν στο να παρέχει μια βασική εικόνα νέων μηχανικών ιδιοτήτων των νανομετρικών αντικειμένων. Η καινοτομία γίνεται αντιληπτή με την έννοια ότι αυτές οι ιδιότητες δεν βρίσκονται σε μακροκλίμακα παρόμοιων αντικειμένων ή πολύ διαφορετικών από τις ιδιότητες των ατόμων (π.χ. νανοράβδους σε σύγκριση με συνήθη μακροσκοπικές δέσμες δομών).

Συγκεκριμένα, το μικρό μέγεθος του ίδιου του αντικείμενου, δημιουργεί διάφορα επιφανειακά εφέ που καθορίζονται από την υψηλότερη αναλογία της επιφάνειας προς τον όγκο του νανοδομών, και έτσι επηρεάζει ενεργητικά

μηχανικές και θερμικές ιδιότητες (σημείο τήξεως, χωρητικότητα θερμότητας, κλπ) των νανοδομών.

Η Διακριτικότητα εξυπηρετεί ένα βασικό λόγο, για παράδειγμα, τη διασπορά των μηχανικών κυμάτων των στερεών, και κάποια ιδιαίτερη συμπεριφορά των βασικών ελαστομηχανικών διαλυμάτων στις μικρές κλίμακες. Η πολυμορφία των βαθμών ελευθερίας και της αύξησης των θερμικών διακυμάνσεων είναι οι λόγοι για θερμική διάνοιξη των νανοσωματιδίων μέσα από τα πιθανά εμπόδια, καθώς και για την εγκάρσια διάχυση των υγρών και στερεών. Μικρό μέγεθος και θερμικές διακυμάνσεις παρέχει τους βασικούς λόγους της κίνησης Brown των νανοσωματιδίων.

Η αυξημένη σπουδαιότητα των θερμικών διακυμάνσεων και της εντροπίας διαμόρφωσης σε νανοκλίμακα προκαλούν υπερελαστικότητα, εντροπική ελαστικότητα (εντροπικές δυνάμεις), και άλλα είδη ελαστικότητας των νανοδομών. Οι πτυχές εντροπίας της διαμόρφωσης αποτελούν επίσης ιδιαίτερο ενδιαφέρον στο πλαίσιο της αυτο-οργάνωσης και συνεργατικής συμπεριφοράς των ανοικτών νανοσυστημάτων.

Κβαντικά φαινόμενα καθορίζουν τις δυνάμεις της αλληλεπίδρασης μεταξύ των μεμονωμένων ατόμων σε φυσικά αντικείμενα, τα οποία εισάγονται στην νανομηχανική με τη βοήθεια μαθηματικών μοντέλων. Επιπροσθέτου καθορίζουν νέες ηλεκτρικές, οπτικές και χημικές ιδιότητες των νανοδομών, και ως εκ τούτου βρίσκουν ακόμη μεγαλύτερη προσοχή στις παρακείμενες περιοχές των νανοεπιστημών και της νανοτεχνολογίας, όπως η νανοηλεκτρονική, τα προηγμένα συστήματα ενέργειας, και η νανοβιοτεχνολογία.

4.1.2 Πλεονεκτήματα

Νανομηχανική είναι ένα από τα πεδία μελέτης της τεχνολογίας που έχει προσφέρει μηχανικές ιδιότητες πολλών υλικών που θα χρησιμοποιηθούν στους εμπορικούς και βιομηχανικούς κλάδους.

1. Έχει ελαχιστοποιηθεί το βάρος και το μέγεθος των ηλεκτρονικών και μηχανικών κινητήρων.
2. Έχει επίσης ένα νέο όραμα στον τομέα της νανοτεχνολογίας και των νανοεπιστημών.
3. Αντιμετωπίζει τα νανοσωματίδια σε πολύ ευαίσθητη κλίμακα, χωρίς να σπαταλάται το ένα μοναδικό σωματίδιο.
4. Ενθάρρυνε την ανάπτυξη των σύγχρονων μηχανημάτων και των εξαιρετικά μικρών και ευαίσθητων μηχανολογικών διατάξεων.
5. Το υγρό μηχανής είναι μία από τις σημαντικότερες εφευρέσεις της μηχανικής στις οποίες χρησιμοποιούνται τα χημικά συστατικά μαζί με τα σωματίδια του πετρελαίου λειτουργώντας ως καύσιμο.
6. Ανακάλυψαν τις τεχνικές και τις μεθόδους για την πρόληψη σκουριάς από την προσκόλληση του φυσικού υλικού.

4.1.3 Μειονεκτήματα

1. Νανο συστήματα μηχανικής δεν μπορούν να κατασκευάζονται με χαμηλό προϋπολογισμό, δηλαδή έχουν υψηλό κόστος
2. Μειώνεται η παρουσία τους στην αγορά. Μόνο οι χώρες με υψηλή τεχνολογική αναπτυξη μπορούν να διαθέτουν μονάδες παραγωγής. Έτσι, πολύ μικρός αριθμός νανομηχανικών εγκαταστάσεων κατασκευής είναι διαθέσιμες.
3. Μηχανήματα και συσκευές με νανομηχανικά χαρακτηριστικά έχουν υψηλό κόστος.

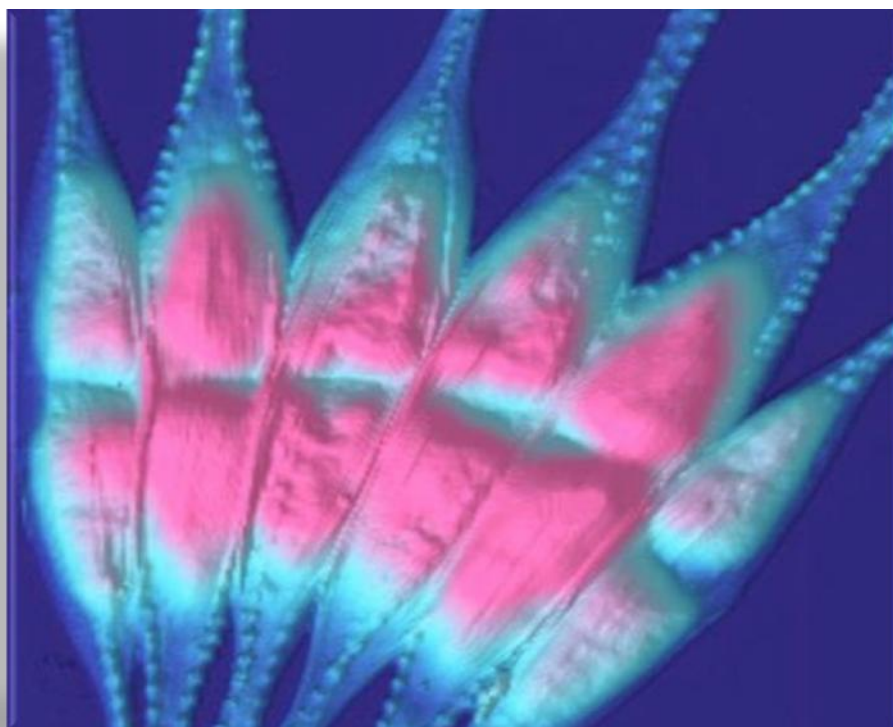
Η υπερβολική επεξεργασία με νανοσωματίδια και χημικές αντιδράσεις είναι επικίνδυνες για την υγεία. Λόγω της εύκολης διείσδυσης τους στον ανθρώπινο οργανισμό. Κακή ρύθμιση της νανομηχανικής των εγκαταστάσεων παραγωγής μπορεί να αποβεί μοιραία για τα έμβια όντα.

4.2 Εφαρμογές της Νανομηχανικής

Νανομηχανική έχει ευρύ φάσμα εφαρμογών, περιλαμβάνει λοιπόν τα νανουλικά, την νανοτριβιολογία, την τριβή, φθείρεται σε νανοκλίμακα ηλεκτρομαγνητικών συστημάτων και νανο ρευστών η οποία ασχολείται με όλες τις χημικές ουσίες και τα οξέα που πρέπει να χρησιμοποιούνται μηχανικά. Πολλά είδη χημικών ενώσεων, προηγμένοι μηχανικοί κινητήρες, αυτοματοποιημένες γεννήτριες, UPS και μπαταρίες υψηλής ισχύος, ιπποδύναμη, όξινα καύσιμα, απολυμαντικά με σκουριά. Όλα αυτά τα χρήσιμα πράγματα αναπτύχθηκαν από τους μηχανικούς των νανομηχανικών. Ενδεικτικά κάποιες εφαρμογές αναπτύσσονται παρακάτω.

4.2.1 Νανομηχανική στη Φύση

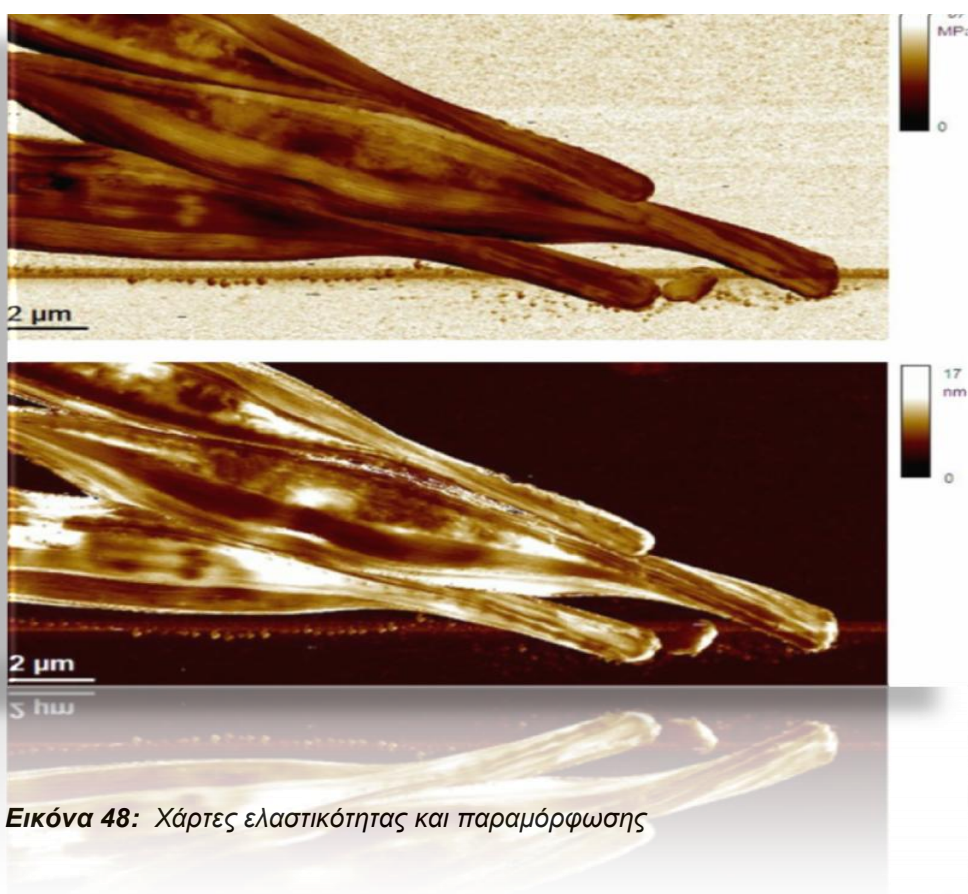
Τα διατομή είναι φύκια στα οποία τα κύτταρα είναι εγκιβωτισμένα σε πυριτικό κέλυφος. Η πολύπλοκη και συχνά όμορφη δομή των διατόμων των κελυφών έχουν κεντρίσει το ενδιαφέρον για τους επιστήμονες πάνω από έναν αιώνα. Δεδομένου της ανάπτυξης μικροσκοπικών τεχνικών, οι βιολόγοι είναι σε θέση να μελετήσουν τη δομή των κελυφών με μεγάλη λεπτομέρεια σε νανοκλίμακα. Οι μελέτες αυτές λαμβάνουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον από επιστήμονες που μελετούν υλικά, και μάλιστα περισσότερο οι επιστήμονες μελετούν τα υλικά της φύσης νανοδομών με στόχο την αναπαραγωγή και το χειρισμό των φυσικών νανοκατασκευών και των μηχανισμών επιδιόρθωσης. Αν αποδειχθεί, η τεχνολογία αυτή θα είναι εξαιρετικά ισχυρή.



Εικόνα 47: θαλάσσιο διατόμικο *Cylindrotheca closterium* χρησιμοποιώντας ένα μικροσκόπιο μέγιστης δύναμης.

Αποτέλεσμα της συνεργασίας μεταξύ του Ruđer Bošković Ινστιτούτου στην Κροατία και του Bruker Nano GmbH είναι η απεικόνιση του θαλάσσιου διατόμικου *Cylindrotheca closterium* (απεικονίζεται παραπάνω) χρησιμοποιώντας ένα μικροσκόπιο υψηλής διακριτικής ικανότητας.

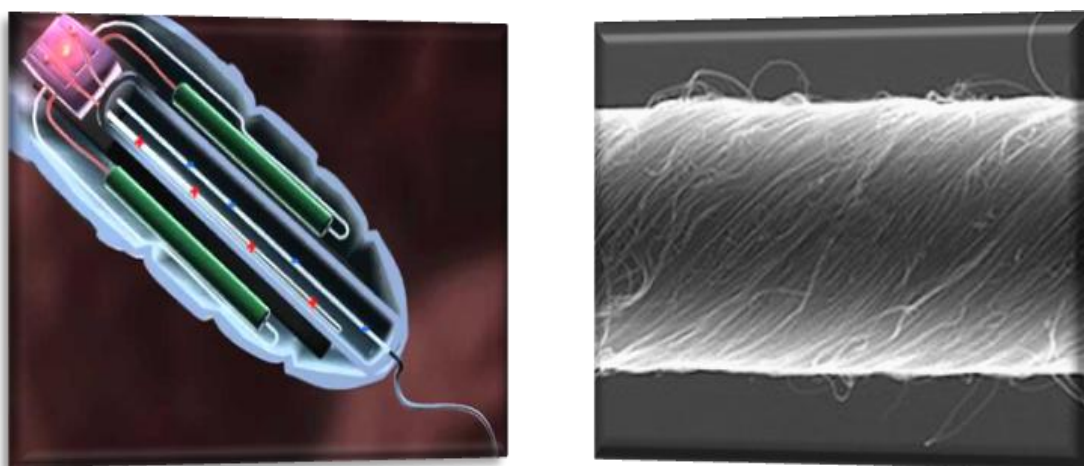
Η ομάδα ήταν σε θέση να αντιστοιχίσει τις ιδιότητες του διατομικού κελύφους σε υψηλή ανάλυση. Για παράδειγμα, οι παρακάτω εικόνες δείχνουν χάρτες ελαστικότητας και παραμόρφωσης (πάνω και κάτω, αντίστοιχα).



Η μελέτη αυτή αποκαλύπτει πολλά για τη δομή και τη λειτουργία των θαλάσσιων διατόμων. Υπάρχουν επίσης πολλά οφέλη για επιστήμονες που μπορούν να μελετούν υλικά σε αυτόν τον αναπτυσσόμενο τομέα της έρευνας.

4.2.2 Εφαρμογές και λειτουργία τεχνητών μύων

Από την διεθνή ομάδα ερευνητών, έχουν εφευρεθεί με την προοπτική να χρησιμοποιηθούν στη νανομηχανική, λεπτά νήματα κατασκευασμένα από νανοσωλήνες, τα οποία έχουν την ικανότητα να περιστρέφουν αντικείμενα με 1000 φορές το βάρος τους. Το μέγεθος τους είναι τόσο μικρό που μόλις διακρίνονται με γυμνό μάτι. **(Εικόνα 49)**



Εικόνα 49: Τεχνητοί μύες θα κατασκευαστούν από νήματα νανοσωλήνων άνθρακα και θα μπορούν να περιστρέφουν αντικείμενα 1000 φορές το βάρος τους.

Οι μύες από νανοσωλήνες, αναμένονται να έχουν μεγάλο φάσμα εφαρμογών και αποδεικνύονται το ισχυρότερο υλικό που γνωρίζει σήμερα ο άνθρωπος, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε μικροσκοπικές βαλβίδες και αντλίες με βάση την εκ περιτροπής κινητήρα και θα μπορούσε να ενσωματωθεί σε lab-on-a-chip συσκευές, σε προπέλες για νανομηχανές που θα κινούνται μέσα στα αγγεία, ηλεκτροκινητήρες, θα χρησιμοποιηθούν για την κίνηση μικροσκοπικών μηχανών, όσες από αυτές χρειάζονται περιστροφικές κινήσεις, σε συμπιεστές και στροβίλους.

Τα νήματα αποτελούνται από περιελιγμένες ίνες νανοσωλήνων-κυλίνδρων από άνθρακα που έχουν τοιχώματα με πάχος ενός μόλις ατόμου. Και καθώς οι νανοσωλήνες συστέλλονται ή διαστέλλονται, το νήμα «τυλίγεται» ή «ξετυλίγεται». Για να ξετυλιχθεί θα πρέπει φορτιστούν βυθιζόμενα σε διάλυμα άλατος για να μπορέσουν να κινηθούν. Έτσι τα ιόντα στο αλατούχο διάλυμα αναγκάζουν το νήμα να ξετυλιχτεί, ενώ όταν αποφορτιστούν, οι μύες τυλίγονται στην αρχική τους θέση. Η εσωτερική δομή των νημάτων, καθένα από τα οποία αποτελείται από χιλιάδες λεπτότερες ίνες σε ελικοειδή διάταξη. Τα νήματα κατασκευάστηκαν από φύλλα ελεύθερων νανοσωλήνων οι οποίοι υφαινούνται με περιστροφικές κινήσεις.

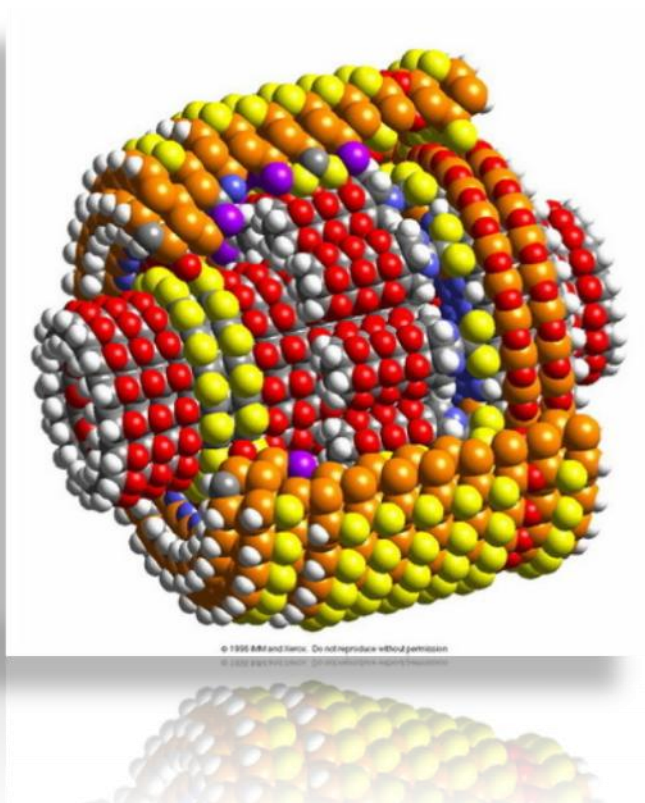
4.3 Υπολογιστική Νανομηχανική

Υπολογιστική νανομηχανική εμφανίζεται ως ένα βασικό μέσο μηχανολογικής ανάλυσης για το σχεδιασμό των νανοσυσκευών και για τη μοντελοποίηση των φαινομένων σε νανοκλίμακα. Πολλαπλού μήκους κλίμακας προβλήματα που αφορούν την αλληλεπίδραση της κβαντικής μηχανικής, μοριακής δυναμικής, μεσομηχανικής και της μηχανικής συνεχούς μέσου, παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Πολλαπλά φυσικά προβλήματα, που αφορούν την αλληλεπίδραση των μηχανικών, ηλεκτρικών, χημικών και οπτικών πεδίων είναι τα θέματα της έρευνας. Επίσης, η χρονική κλίμακα των προβλημάτων που αφορούν την αλληλεπίδραση των συστημάτων που χαρακτηρίζονται υψηλή και χαμηλή χρονική κλίμακα, είναι αναδυόμενης σημασίας στην υπολογιστική νανο-μεσο-μακρο μηχανική.

4.4 Μελλοντικές Προοπτικές

Μπορεί να προβλεφθεί ότι η νανομηχανική θα αποτελέσει μέρος της καθημερινής μηχανικής σε κάθε μέρος του κόσμου στο κοντινό μέλλον, με μεγάλη πρόοδο στην έρευνα της νανοτεχνολογίας και των νανοεπιστημών, διερευνώντας τις νέες έννοιες της νανομηχανικής. Μια υπέροχη τεχνολογία με

μοναδικές δυνατότητες και ευρύ όραμα, σε σύγκριση με τη κλασική μηχανολογία. Θα ήταν σίγουρα πολύ ευεργετικό για τον κόσμο των ηλεκτρονικών, αν εξελιχθεί σε μεγάλη κλίμακα. Βλέποντας την **(εικόνα 50)** παρατηρούμε ένα νανο-εξάρτημα που λειτουργεί ως σταθεροποιητής κίνησης και διεύθυνσης μιας μηχανής και το οποίο φαίνεται ότι θα χρησιμοποιηθεί βασικά στα διάφορα προγράμματα της NASA.



Εικόνα 50: Νανο-εξάρτημα που λειτουργεί ως σταθεροποιητής κίνησης και διεύθυνσης μιας μηχανής

Είναι σημαντικό να τονίσουμε επίσης τις δυνατότητες που ανοίγονται στη διαστημική έρευνα και αναζήτηση, αφού με τη βοήθεια των νανομηχανών θα μπορούμε με ταχύτητα και ασφάλεια να εξερευνήσουμε άλλους πλανήτες και διαστημικά αντικείμενα και κυρίως να δημιουργήσουμε βάσεις και υποστηρικτικό μηχανισμό σε όλα τα σημεία του σύμπαντος!

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5. Νανοτεχνολογία και Ενέργεια

Το μέλλον ίσως να είναι πιο κοντά από ό,τι φαντάζονται ακόμα και οι συγγραφείς επιστημονικής φαντασίας. Η βιώσιμη παραγωγή και η κατάλληλη μετατροπή της ενέργειας είναι μία από τις μεγαλύτερες τεχνικές προκλήσεις του 21ου αιώνα. Δύο από τα σημαντικότερα πεδία εφαρμογής των προϊόντων της νανοτεχνολογίας είναι οι τομείς της ενέργειας και της προστασίας του περιβάλλοντος. Ο αυξανόμενος πληθυσμός και η ταχέως αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας στις αναπτυσσόμενες χώρες απαιτεί μια πιο αποδοτική παραγωγή, αποθήκευση και μετατροπής της ενέργειας. Στη σημερινή εποχή οι κύριες πηγές ενέργειας είναι τα ορυκτά καύσιμα (π.χ. πετρέλαιο, φυσικό αέριο, κ.τ.λ.), η πυρηνική ενέργεια και οι υδροηλεκτρικές πηγές.

Η νανοτεχνολογία βοηθάει στην αύξηση της αποτελεσματικότητας των υφιστάμενων πηγών ενέργειας και επιτρέπει να ανοίξουν νέοι δρόμοι στη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Για τη χρήση της ηλιακής ενέργειας απαιτείται η παραγωγή χαμηλού κόστους φωτοβολταϊκών στοιχείων με υψηλή απόδοση. Η βαθμιαία μείωση των αποθεμάτων των ορυκτών καυσίμων, οδηγεί στην αναζήτηση φθηνών εναλλακτικών ενεργειακών λύσεων. Η νανοτεχνολογία μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο, βοηθώντας στη μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας και την αύξηση της παραγωγής της. Αυτό γίνεται μέσω της ανάπτυξης των προηγμένων πηγών ενέργειας, της δημιουργίας νέων σύνθετων υλικών, τις βελτιώσεις στις τεχνολογίες μπαταριών λιθίου και την εξέλιξη των συσκευών, οι οποίες διαθέτουν χαμηλότερη κατανάλωση ισχύος. Επιπλέον, μπορεί να βοηθήσει στα τρέχοντα περιβαλλοντικά προβλήματα, κάνοντας χρήση των νανοκαταλυτών, των συσκευών φιλτραρίσματος ή αντιβακτηριακών επιχρισμάτων. Επίσης υπόσχονται μεγάλα οφέλη όσον αφορά τους καλύτερους αισθητήρες ρύπανσης και τον καθαρισμό των συστημάτων, φθηνές και φορητές

συσκευές επεξεργασίας νερού και πιο αποτελεσματικά φίλτρα για τη ρύπανση και τους ιούς.

Η νανοτεχνολογία εξελίσσεται με καθημερινά άλματα και αυτή την στιγμή έχει κατασκευαστεί ένα είδος νανο καλωδίου που όταν εκτεθεί σε ηλιακό φως μπορεί να παράγει ενέργεια με απόδοση 3.5%. Αν και το ποσοστό απόδοσης είναι μικρό, ο υπεύθυνος καθηγητής Charles M. Lieber δηλώνει ότι είναι αρκετό για να τροφοδοτήσει τις νανομηχανές με ενέργεια και ελπίζει ότι στο μέλλον η απόδοση θα φτάσει το 20% όπως συμβαίνει με τα σημερινά φωτοβολταϊκά στοιχεία. Συμπερασματικά η νανοτεχνολογία δίνει τη δυνατότητα παραγωγής νανοϋλικών και νανοδομών, τα οποία χρησιμοποιούνται στη μετατροπή, στην αποθήκευση, στη μεταφορά με ελαφρύτερα αυτοκίνητα, αεροπλάνα, πλοία πάντα φιλικά προς το περιβάλλον συμβάλλοντας εξοικονόμηση ενέργειας.

5.1 Το Ανερχόμενο Ενεργειακό Πρόβλημα

Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας αναμένεται να συνεχίσει να αυξάνεται κατά ένα μεγάλο ποσοστό για το προσεχές μέλλον. **(Εικόνα 51)** Ένα μείζον θέμα είναι ότι ο αναπτυσσόμενος κόσμος έχει μεγάλη και ραγδαία πληθυσμιακή αύξηση. Η κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας εξαρτάται από το βιοτικό επίπεδο κάθε περιοχής. Εμείς καταναλώνουμε, για κάθε άτομο, πολύ περισσότερη ενέργεια σε σχέση με αυτήν που καταναλώνουν οι πολίτες του Αφγανιστάν.



Εικόνα 51: Παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας, 1970-2020

5.2 Γενικές Εφαρμογές της Ενέργειας με Βάση την Νανοτεχνολογία

Η νανοτεχνολογία χρησιμοποιείται ή θεωρείται χρήσιμη σε πολλές εφαρμογές που στοχεύουν στην παροχή καθαρότερων, και πιο αποτελεσματικότερων τεχνολογιών παραγωγής και χρήσης ενέργειας.

Η σημαντικότερες ενεργειακές τεχνολογίες που σχετίζονται με τις τεχνολογίες στις οποίες η νανοτεχνολογία μπορεί να διαδραματίσει έναν επίσης σημαντικό ρόλο είναι:

- Ο φωτισμός,
- Η θέρμανση,
- Οι μεταφορές,
- Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας,
- Η αποθήκευση ενέργειας,
- Οι κυψέλες καυσίμου,
- Η παραγωγή και η αποθήκευση υδρογόνου και
- Τα ολοκληρωμένα κυκλώματα ρεύματος.

- Μόνωση

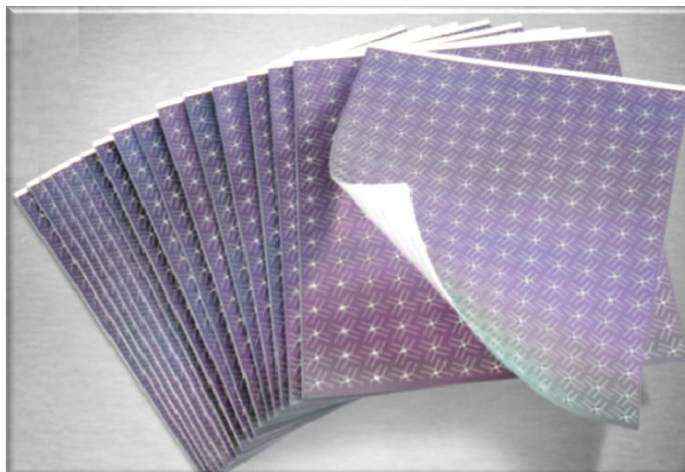
Παρακάτω παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποια παραδείγματα εφαρμογής ενέργειας με βάση τη Νανοτεχνολογία.

5.2.1 Φωτοβολταϊκά

Όσο αφορά τη χρήση των φωτοβολταϊκών ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η άποψη του Darío Narducci, που παρατίθεται παρακάτω, ο οποίος είναι

καθηγητής στο Τμήμα Επιστήμης των Υλικών στο Πανεπιστήμιο Milano Bicocca, που για χρόνια εργάστηκε στον τομέα. Αναφέρει τα εξής: *‘Για να καταλάβουμε το ρόλο που έχουν τα νανο-φωτοβολταϊκά στον ενεργειακό τομέα πρέπει να ξεκινήσουμε από μια προϋπόθεση: η ηλεκτρική ενέργεια για να παραχθεί διέρχεται μέσω υλικών. Η νανοτεχνολογία, στην περίπτωση αυτή, έχει αποκτήσει ένα ειδικό βάρος όταν σκεφτόμαστε τη δημιουργία των υλικών με ιδιότητες πολύ διαφορετικές από εκείνες του παρελθόντος. Στον τομέα φωτοβολταϊκών, για παράδειγμα, υπάρχει μια έντονη δραστηριότητα που κατευθύνεται προς τη δημιουργία των εγκαταστάσεων τέταρτης γενιάς και η χρήση της νανοτεχνολογίας είναι ζωτικής σημασίας για να αυξήσει σημαντικά την απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων. Σε πολλούς τομείς είμαστε ακόμα στη περιοχή της καθαρής έρευνας, αλλά είμαι πεπεισμένος ότι μέσα σε 5-10 χρόνια θα είναι σχεδόν βέβαιο ότι η υιοθέτηση της νανοτεχνολογίας θα είναι ευρεία. ‘*

Οι **ηλιακές κυψέλες λεπτών μεμβράνων (Εικόνα 52)** μοιάζουν με απλές ζελατίνες, ωστόσο μπορούν να παράγουν ενέργεια για ένα ολόκληρο σπίτι.



Εικόνα 52: Φωτοβολταϊκα από λεπτές ζελατίνες με τη χρήση νανοτεχνολογίας

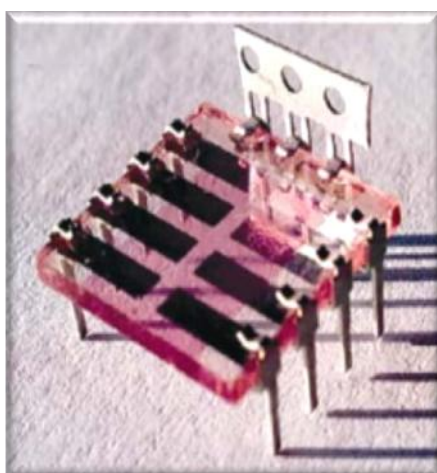
Πρόκειται για οργανικά φωτοβολταϊκά, προϊόντα νανοτεχνολογίας, τα οποία αναμένεται να φέρουν επανάσταση στον τομέα της ενέργειας μέσα στην επόμενη δεκαετία. Τα νέου τύπου φωτοβολταϊκά, εκτυπωμένα πάνω σε μια εύκαμπτη επιφάνεια, έχουν τη δυνατότητα να παράγουν πολύ μεγαλύτερη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ ταυτόχρονα μπορούν να εφάπτονται

απόλυτα σε κάθε είδους επίπεδη ή κυρτή επιφάνεια. Οι μεμβράνες αυτές θα μπορούν να καλύπτουν τις οροφές των σπιτιών και συλλέγοντας την ηλιακή ενέργεια θα μπορούν να προσφέρουν ενεργειακή αυτονομία.

Ωστόσο τα φωτοβολταϊκά νέας γενιάς διαχωρίζονται σε 3 βασικούς τύπους, τα **φωτοβολταϊκά μονοκρυσταλλικού, πολυκρυσταλλικού και άμορφου πυριτίου** τα οποία παρατίθενται παρακάτω.

5.2.1.1 Φωτοβολταϊκά μονοκρυσταλλικού πυριτίου (Single Crystalline Silicon)

Τα μονοκρυσταλλικά πλαίσια κατασκευάζονται από κυψέλες που έχουν κοπεί από κυλινδρικό κρύσταλλο πυριτίου. Το πάχος του φωτοβολταϊκού στοιχείου κυμαίνεται γύρω στα 0.3 χιλιοστά. Χρησιμοποιούνται για μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις λόγω της υψηλής απόδοσης τους 15%-18%. Στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί αποδόσεις από 36% έως και 24,7%.



Εικόνα 53: Ηλιακό κύτταρο



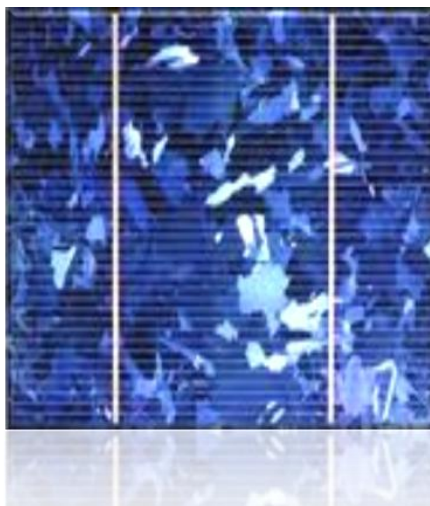
Εικόνα 54: Φωτοβολταϊκό στοιχείο μονοκρυσταλλικού πυριτίου

Ένα πλεονέκτημα τους είναι η καλύτερη σχέση απόδοσης ανά επιφάνεια (watt/m^2). Ένώ ένα μειονέκτημά τους είναι το υψηλό κόστος κατασκευής σε σύγκριση με τα πολυκρυσταλλικά, αυξημένο λόγω του μεγαλύτερου κόστους επεξεργασίας του πυριτίου. Υπάρχουν δύο βασικές τεχνολογίες παραγωγής μονοκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών η μέθοδος CZ (Czochralski) και η μέθοδος FZ (float zone), όπου και οι δύο βασίζονται στην ανάπτυξη ράβδου πυριτίου.

Το μονοκρυσταλλικό φωτοβολταϊκό με την υψηλότερη απόδοση στο εμπόριο σήμερα, έχει απόδοση πλαισίου 18,5% και έχει μεταλλικές επαφές στο πίσω μέρος του πλαισίου αποκομίζοντας έτσι μεγαλύτερη επιφάνεια αλληλεπίδρασης με την ηλιακή ακτινοβολία. **(Εικόνα 53, 54)**

5.2.1.2 Φωτοβολταϊκά πολυκρυσταλλικού πυριτίου (MultiCrystalline Silicon)

Το πάχος τους είναι επίσης περίπου 0,3mm. Η μέθοδος παραγωγής τους κοστίζει φθηνότερα σε σύγκριση με αυτή των μονοκρυσταλλικών γι' αυτό και η τιμή πώλησής τους είναι συνήθως λίγο χαμηλότερη. Αν παρατήρηση κάποιος τις επιμέρους μονοκρυσταλλικές περιοχές θα δει ότι όσο μεγαλώνει η έκταση της μονοκρυσταλλικής περιοχής άλλο τόσο μεγαλώνει και η απόδοση για των πολυκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών στοιχείων.



Εικόνα 55: Φωτοβολταϊκό στοιχείο πολυκρυσταλλικού πυριτίου

Στο εμπόριο τα πολυκρυσταλλικά στοιχεία διατίθενται με αποδόσεις από 13 έως και 15% για τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, ενώ πειραματικά σε εργαστήρια έχουν επιτευχθεί αποδόσεις έως και 20%. Το πάχος τους είναι περίπου 0,3mm, όπως και στα μονοκρυσταλλικά. Η μέθοδος παραγωγής τους όμως κοστίζει φθηνότερα σε σύγκριση με αυτή των μονοκρυσταλλικών γι' αυτό και πωλούνται σε λίγο χαμηλότερη τιμή. Βασικότερες τεχνολογίες παραγωγής είναι: η μέθοδος απ' ευθείας στερεοποίησης DS (Directional Solidification), η ανάπτυξη λιωμένου πυριτίου ("χύτευση"), και ηλεκτρόμαγνητική χύτευση. **(Εικόνα 55)**.

5.2.1.3 Φωτοβολταϊκά άμορφου πυριτίου

Αυτά τα φωτοβολταϊκά αποτελούνται από ένα λεπτό στρώμα πυριτίου που έχει τοποθετηθεί ομοιόμορφα πάνω σε συγκεκριμένα υλικά. Μεγάλη γκάμα τέτοιων υλικών μπορούν να χρησιμοποιηθεί και να είναι είτε δύσκαμπτα είτε ελαστικά με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγαλύτερο εύρος εφαρμογών, ιδιαίτερα σε καμπύλες ή εύκαμπτες επιφάνειες. Ενώ το άμορφο πυρίτιο παρουσιάζει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στην απορρόφηση του φωτός, η φωτοβολταϊκή απόδοση του είναι μικρότερη των κρυσταλλικών, περίπου 6%. Ωστόσο το κόστος κατασκευής τους τα καθιστά ιδανικά σε εφαρμογές όπου δεν απαιτείται υψηλή απόδοση. **(Εικόνα 56)**



Εικόνα 56: Φωτοβολταϊκά άμορφου πυριτίου

5.1.2.4 Τα ωφέλη των νανο-φωτοβολταϊκών ηλιακών πάνελ προσφέρουν:

- Υψηλότερη ενεργειακή απόδοση στην αγορά
- Καλύτερη απόδοση ακόμα και σε υψηλές θερμοκρασίες
- Καλύτερη απόδοση σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού, το πρωί, το βράδυ, σε συνθήκες συννεφιάς αλλά ακόμα και σε βροχερές καιρικές συνθήκες.
- Καλύτερη απόδοση ακόμα και με συνθήκες μερικής σκιάς
- Λιγότερο ευαίσθητα στην κλίση (γωνία) τοποθέτησης τους ως προς την ανατολή
- Το κόστος παραγωγής τους λεπτών υμενίων είναι μικρότερο εξαιτίας των υλικών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους, των χαμηλής - θερμοκρασίας διαδικασιών παραγωγής και το υψηλό επίπεδο αυτοματισμού στη διαδικασία παραγωγής τους.

5.2.2 Αποθήκευση ενέργειας σε μπαταρίες .

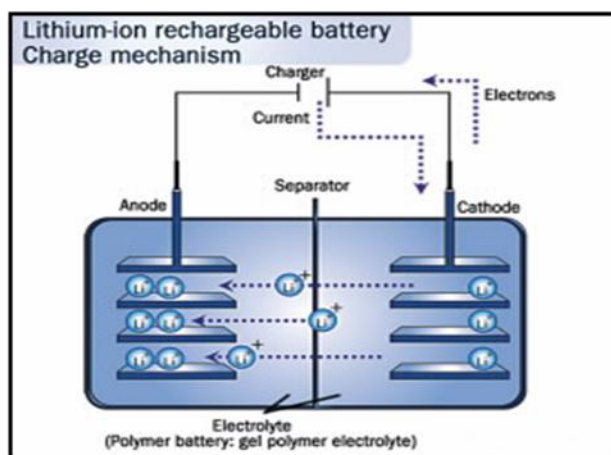
Η αποθήκευση ενέργειας είναι εξαιρετικά σημαντική για την ηλεκτρική ενέργεια καθώς και μπορεί να αποθηκευτεί τόσο σε χημική, όσο και σε μηχανική. Οι μπαταρίες λιθίου είναι μια από τις συσκευές που είναι ειδικά σχεδιασμένες με τέτοιο τρόπο ώστε να αποθηκεύουν την ενέργεια χρησιμοποιούνται για να καταχωρήσουν την ηλεκτρική ενέργεια από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η ηλιακή και αιολική ενέργεια. Οι **μπαταρίες ιόντων λιθίου (Εικόνα 57)** ουσιαστικά είναι συσκευές που μετακινούν ιόντα λιθίου ανάμεσα σε δύο ηλεκτρόδια αποθηκεύουν ενέργεια και έχουν άριστη πυκνότητα ενέργειας και ισχύος. δημιουργούν ηλεκτρικό ρεύμα

όταν τα ιόντα απελευθερώνονται από το ηλεκτρόδιο ανόδου, περνούν μέσα από έναν ηλεκτρολύτη και τελικά δεσμεύονται από το αντίθετο ηλεκτρόδιο καθόδου.



Εικόνα 57: Υγρή μπαταρία λιθίου

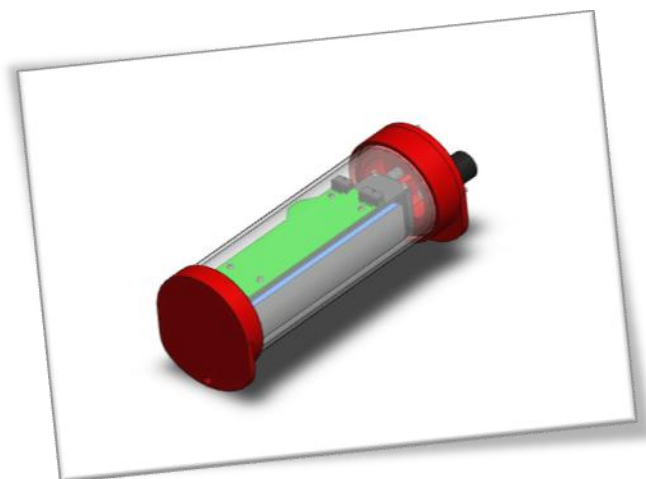
Για την επαναφόρτιση της μπαταρίας, η διαδικασία αυτή απλά αντιστρέφεται. **(Εικόνα 58)** Οι έρευνες που βρίσκονται σε εξέλιξη στον τομέα αυτόν. Ο στόχος των ερευνών αυτών είναι η κατασκευή ανόδων και καθόδων με υψηλή χωρητικότητα φόρτισης εκφόρτωσης διαμέσου νανοπορώδων υλικών άνθρακα, όπως είναι οι νανοσωλήνες άνθρακα. Οι περισσότερες μπαταρίες λιθίου αρχικά φορτίζουν γρήγορα μέχρι ένα σημείο και μετά μεταβαίνουν σε αργή φόρτιση.



Εικόνα 58: Μηχανισμός επαναφόρτισης μπαταρίας λιθίου - ιόντων

Αυτό σημαίνει περίπου δύο ώρες φόρτιση για 80% και άλλες δύο ώρες για πλήρη φόρτιση. Η φόρτιση μπορεί να γίνει πάρα πολλές φορές για συγκεκριμένο αριθμό φόρτισης σύμφωνα με τον κύκλο φόρτισης. Ο μεγάλος όμως αριθμός των χρησιμοποιούμενων μπαταριών και συσσωρευτών αποτελούν περιβαλλοντικό πρόβλημα. Κάπως έτσι οι επιστήμονες αντικατέστησαν τα μεταλλικά καλώδια μπαταρίας κινητού τηλεφώνου με νανοσωλήνες, παρατείνοντας έτσι τη διάρκεια ζωής της κατά 100 φορές με ενεργειακή απώλεια μόλις 5%.

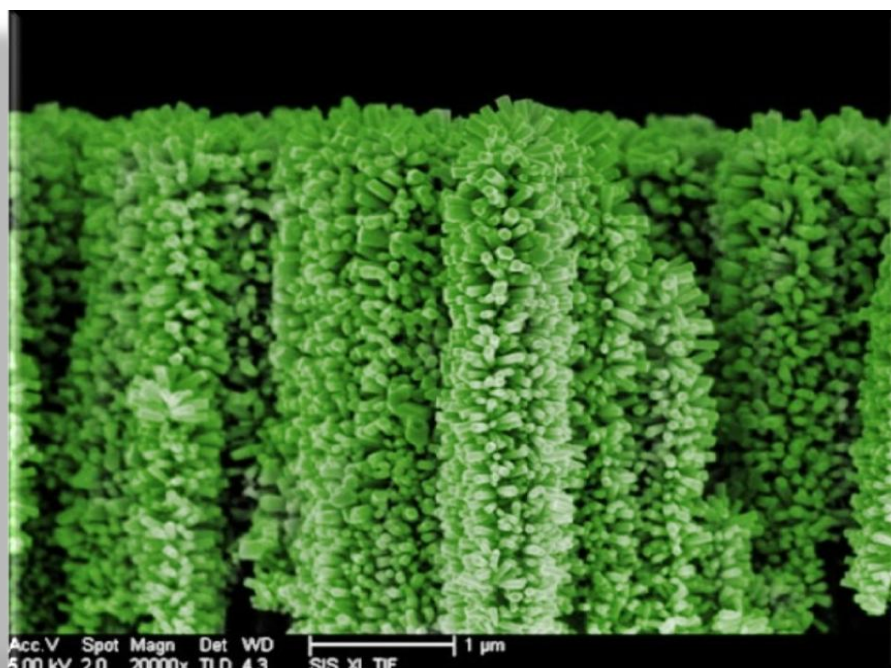
Οι μπαταρίες αυτές έχουν τη δυνατότητα να αποθηκεύουν δεκαπλάσια ενέργεια σε σχέση με τις καλύτερες ευρέως χρησιμοποιούμενες σήμερα μπαταρίες λιθίου ιόντων. α μπορούσαν, έτσι, να επιτρέψουν σε ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο να διανύσει μακρινές αποστάσεις εκατοντάδων χιλιομέτρων, όπως και ένα βενζινοκίνητο ή πετρελαιοκίνητο. Όμως χρειάζονται και άλλες βελτιώσεις προτού η νέα μπαταρία βρει πρακτικές εφαρμογές για να είναι κατάλληλη για ένα φθηνό αυτοκίνητο. Ως εναλλακτική λύση θα ήταν απλώς η επίστρωση με χρυσό της καθόδου από άνθρακα, ώστε να μειωθεί το κόστος και το βάρος της μπαταρίας. **(Εικόνα 59)**



Εικόνα 59: Νέες επαναφορτιζόμενες μπαταρίες ψευδαργύρου-αέρος.

5.2.3 Νάνο δέντρα συλλέγουν την ενέργεια του ήλιου για να μετατρέψει το νερό σε υδρογόνο Καύσιμο

Στο Πανεπιστήμιο San Diego της California, ηλεκτρολόγοι μηχανικοί κατασκευάζουν ένα δάσος από μικροσκοπικά νανοσύρματα - δέντρα προκειμένου να προσλαμβάνει και να αποθηκεύει την ηλιακή ενέργεια για την παραγωγή καυσίμου υδρογόνου (**Εικόνα 60**). Η καθετοποιημένη δομή και τα κλαδιά των δέντρων είναι τα κλειδιά για τη πρόσληψη του μέγιστου ποσού της ηλιακής ενέργειας, σύμφωνα με τον Wang, καθηγητή στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών της Πολυτεχνικής Σχολής UC San Diego Jacobs.

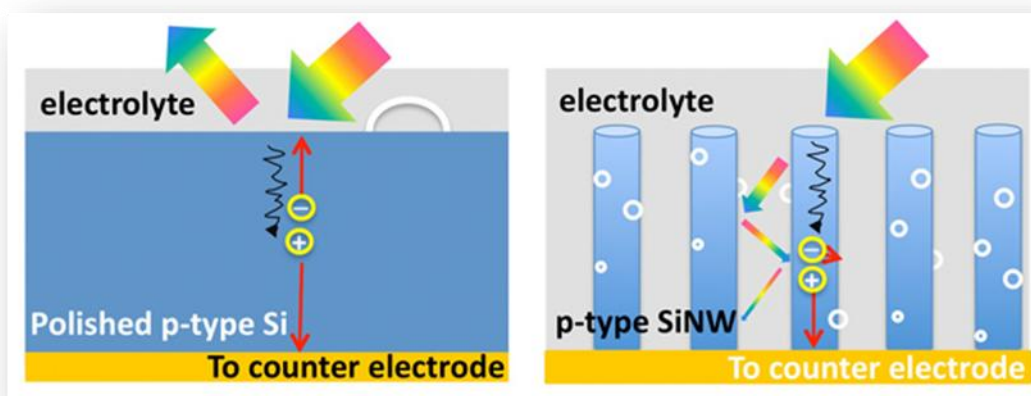


Εικόνα 60: Ηλεκτρονική μικροσκοπική εικόνα ενός νανοδάσους, ή «3D διακλαδισμένη σειρά νανοσυρμάτων». Η πράσινη απόχρωση προστίθεται για αντίθεση.

Αυτό συμβαίνει επειδή η καθετοποιημένη δομή των δέντρων προσλαμβάνει και απορροφά το φως, ενώ οι επίπεδες επιφάνειες απλά αντανακλούν επίσης οι δομές είναι παρόμοιες με κύτταρα του αμφιβληστροειδούς των φωτούποδοχέων στο ανθρώπινο μάτι. Σε εικόνες της Γης από το διάστημα, το φως ανακλάται από επίπεδες επιφάνειες, όπως του ωκεανού ή τις ερήμους, ενώ τα δάση εμφανίζονται πιο σκούρα.

Η ομάδα Wang έχει μιμηθεί τη δομή αυτή των **"3D διακλαδισμένα νανοσύρματα σε σειρά"**, η οποία χρησιμοποιεί μια διαδικασία που ονομάζεται φωτο-ηλεκτροχημική διάσπαση του νερού για την παραγωγή αερίου υδρογόνου. Η διάσπαση του νερού αναφέρεται στη διαδικασία του διαχωρισμού του νερού σε οξυγόνο και υδρογόνο για τη συλλογή του αερίου του υδρογόνου προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο. Αυτή η διαδικασία χρησιμοποιεί καθαρή ενέργεια χωρίς αέρια θερμοκηπίου για κάθε προϊόν και σε σύγκριση, με το τρέχον συμβατικό τρόπο παραγωγής του υδρογόνου ο οποίος βασίζεται στην ηλεκτρική ενέργεια από ορυκτά καύσιμα.

Σε μακροπρόθεσμη βάση, αυτό που η ομάδα του Wang έχει ως ακόμη μεγαλύτερο στόχο είναι: **η τεχνητή φωτοσύνθεση (Εικόνα 61)**.



Εικόνα 61: Σχηματική αναπαράσταση που δείχνει την επίδραση φωτός παγιδευμένο σε σειρές νανοσυρμάτων. Τα φωτόνια αναπηδούν ανάμεσα σε ενιαία νανοσύρματα και τελικά απορροφούνται από αυτά. Με τη συλλογή περισσότερου ηλιακού φωτός με την κάθετη δομή νανοδέντρων, η ομάδα του Wang έχει αναπτύξει έναν τρόπο για να παράγουν καύσιμα υδρογόνου περισσότερα αποτελεσματικά σε σύγκριση με τα αντίστοιχα επίπεδα όπου αντανακλάται από την επιφάνεια

Είναι γνωστό ότι στη φωτοσύνθεση, τα φυτά απορροφούν το φως του ήλιου ενώ παράλληλα συλλέγουν, το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και το νερό από την ατμόσφαιρα για να συνθέσουν υδατάνθρακες για να τροφοδοτήσουν την ανάπτυξή τους. Η ομάδα του Wang ελπίζουν να μιμηθούν τη διαδικασία αυτή για να καταγράψουν, το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) στην ατμόσφαιρα και τη μείωση των εκπομπών του.

Παράλληλα να το μετατρέψουν σε καύσιμα υδρογονανθράκων. Η ομάδα μελετά επίσης εναλλακτικές λύσεις για το οξείδιο του ψευδαργύρου, το οποίο απορροφά το υπεριώδες φως του ήλιου, αλλά έχει προβλήματα σταθερότητας που επηρεάζουν τη χρήση και τη διάρκεια ζωής της δομής νανοδέντρων.

5.2.4 Νανοτεχνολογία φωτισμού LED

Στην Ευρώπη, το 10 % περίπου της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιείται για φωτισμό. Η δίοδος εκπομπής φωτός LED^[1] (**Εικόνα 62**) είναι μια πηγή φωτός ημιαγωγών, που χρησιμοποιούνται ως ενδεικτικές λυχνίες σε πολλές συσκευές και όλο και περισσότερο χρησιμοποιούνται για φωτισμό.



Εικόνα 62: Επανάσταση στην απόδοση με τις LED^[1]

Έχει καθιερωθεί σαν ηλεκτρονικό εξάρτημα το 1962. Στην αρχή τα LEDs^[1] έπεμπαν χαμηλής έντασης κόκκινο φως, αλλά οι σύγχρονες εκδόσεις είναι

διαθέσιμες σε ολόκληρο το ορατό, υπεριώδη και υπέρυθρο μήκος κύματος, με πολύ υψηλή φωτεινότητα. Εκπέμπουν πλέον και λευκό φως, οπότε μπορούν να αντικαταστήσουν τη συμβατική τεχνολογία. Η αντικατάσταση θα έχει ως αποτέλεσμα σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, αφού για την εκπομπή ίσης ποσότητας φωτός οι λαμπτήρες LED^[1] χρειάζονται μόνο το 50 % περίπου της ισχύος που απαιτεί ένας κοινός λαμπτήρας. Το Ομοσπονδιακό Υπουργείο Περιβάλλοντος της Γερμανίας υπολογίζει τη δυνατότητα εξοικονόμησης στον κλάδο του φωτισμού σε 77 %.

Στην Ευρώπη οι περισσότεροι τηλεοπτικοί δέκτες που χρησιμοποιούν καθοδικούς σωλήνες, αντικαθίστανται από συσκευές LCD^[2], που είναι οθόνες υγρών κρυστάλλων και μελλοντικά αντικαθίστανται από συσκευές OLED^[3], που είναι οργανικές δίοδοι εκπομπής φωτός κατά τους οποίους εκπέμπουν ένα στρώμα ηλεκτρο-φωταύγειας, δηλαδή είναι μια ταινία οργανικών ενώσεων που εκπέμπει φως ανταποκρινόμενο σε ηλεκτρικό ρεύμα. Με αυτές τις τεχνικές πετυχαίνουμε των περιορισμό ενεργειακής κατανάλωσης κατά 90%. Η κατασκευή των LED^[1] και των OLED^[3] γίνεται με τη βοήθεια της νανοτεχνολογίας. Περνώντας μέσα από τα ηλεκτρόνια των νανο-ημιαγωγών, γνωστά ως “κβαντικές κουκίδες” τα LED^[1] εκπέμπουν φως, το φως αυτό έχει πολλές εφαρμογές σε τομείς όπως η βιολογία, υπολογιστές, ιατρική, ηλιακή θέρμανση και φωτισμό.

5.2.5 Μόνωση

Η μόνωση αποτελεί την τελευταία λέξη της νανοτεχνολογίας. Κάποιες από τις βασικές της ιδιότητες είναι:

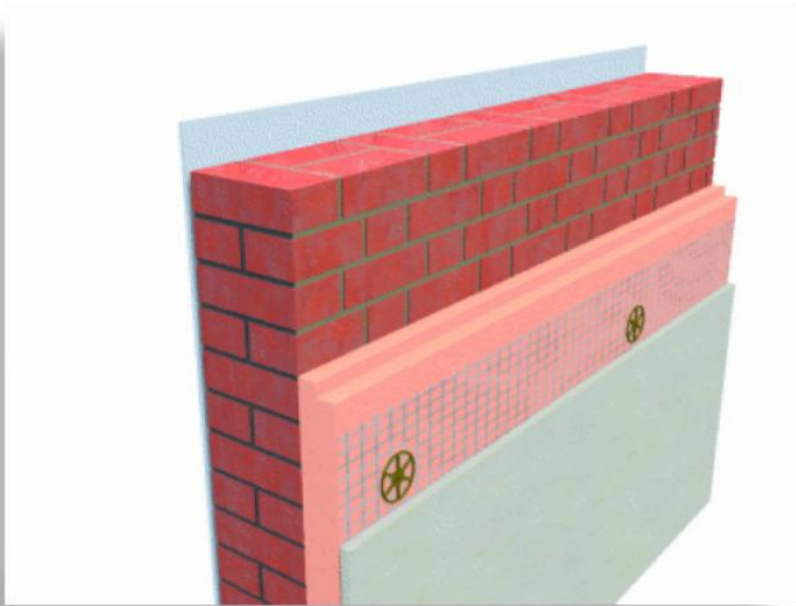
- Η εξαιρετική ανακλαστικότητα της θερμότητας, η οποία μειώνει αισθητά το θερμικό φορτίο του κτιρίου.

[1] LED : (light-emitting diode) δίοδος εκπομπής φωτός .

[2] LCD : (liquid crystal display) οθόνη υγρού κρυστάλλου.

[3] OLED : (organic light-emitting diode) οργανική δίοδος εκπομπής φωτός.

- Το ατμοδιαπερατό.
- Το μυκητοστατικό.
- Είναι 100% στεγανό.
- Αντέχει στον χρόνο γιατί έχει μεγάλη λειτουργική διάρκεια ζωής αλλά και ελάχιστο κόστος συντήρησης.
- Γεφυρώνει όλες τις υπάρχουσες και μελλοντικές μικρορωγμές και τέλους
- Προστατεύει από την ενανθράκωση.



Εικόνα 63: Μόνωση ενός τοίχου με την βοήθεια της νανοτεχνολογίας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6. Εφαρμογές της νανοτεχνολογίας στη Μηχανολογία

6.1 Εισαγωγή στην Μηχανολογία

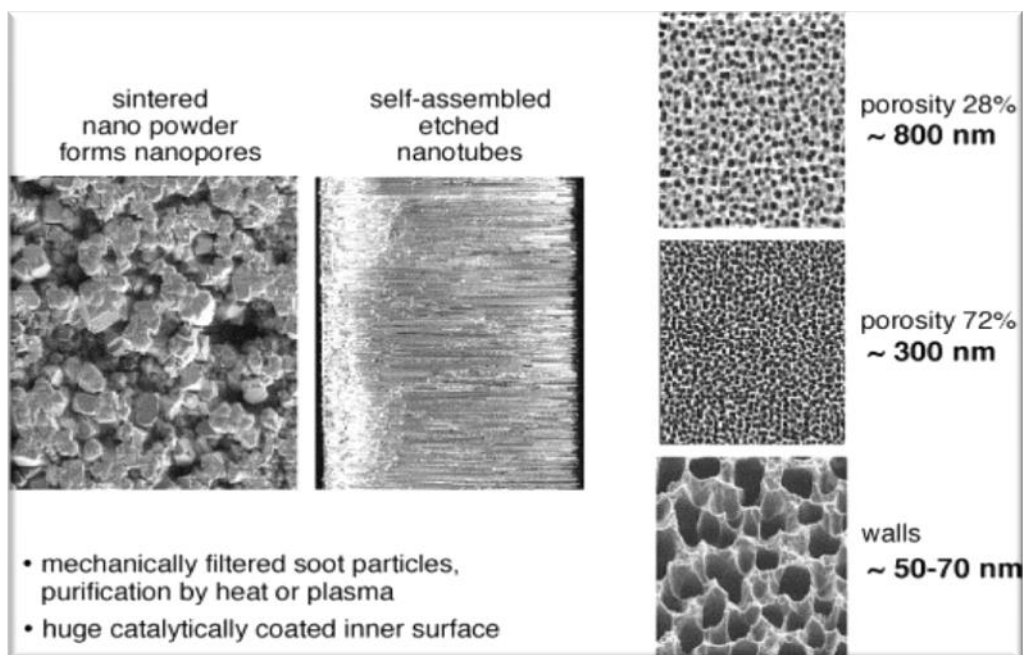
Η Μηχανολογία είναι η επιστήμη που εφαρμόζει τις αρχές της επιστήμης της φυσικής και των υλικών για την ανάλυση, το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη συντήρηση των μηχανικών συστημάτων. Είναι ο κλάδος της μηχανικής που περιλαμβάνει την παραγωγή και τη χρήση της θερμότητας και της μηχανικής ενέργειας για το σχεδιασμό, την παραγωγή και τη λειτουργία των μηχανημάτων και άλλων μέσων. Είναι ένας από τους παλαιότερους και ευρύτερους κλάδους της μηχανικής. Το πεδίο απαιτεί μια καλή κατανόηση των βασικών εννοιών όπως μηχανική, κινηματική, θερμοδυναμική, η επιστήμη των υλικών, και η δομική ανάλυση. Οι Μηχανολόγοι Μηχανικοί χρησιμοποιούν αυτές τις βασικές αρχές σε συνδυασμό με άλλα μέσα, όπως συστήματα με τη βοήθεια υπολογιστή και της διαχείρισης του κύκλου ζωής των προϊόντων για το σχεδιασμό και την ανάλυση εργοστάσιων παραγωγής, βιομηχανικού εξοπλισμού και μηχανημάτων, συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, μηχανοκίνητα οχήματα, αεροσκάφη, σκάφη, ρομποτική, ιατρικές συσκευές και πολλά άλλα.

6.2 Νανοτεχνολογία και Μηχανολογία

Η Αμερικανική Εταιρεία των Μηχανολόγων Μηχανικών συγκάλεσε πάνω από 120 ειδικούς της μηχανικής και της επιστήμης από 19 χώρες που

αντιπροσωπεύουν τη βιομηχανία, την ακαδημαϊκή κοινότητα και την κυβέρνηση στην Ουάσιγκτον. Το αντικείμενο της ήταν τι θα γίνει από τώρα μέχρι και το 2028 στον τομέα της Μηχανολογίας και σε ποιους τομείς μπορεί να αναπτυχθεί. Έχουν προσδιορίσει λοιπόν στοιχεία ενός κοινού οράματος ότι η μηχανολογία θα αποτελέσει ένα παγκόσμιο επάγγελμα μέσα στα επόμενα 20 χρόνια για την ανάπτυξη τεχνικών λύσεων που προάγουν ένα καθαρότερο, υγιέστερο, πιο ασφαλές και βιώσιμο κόσμο.

Ένα από τα βασικά συμπεράσματα από αυτή την παγκόσμια σύνοδο κορυφής για το μέλλον των Μηχανολόγων Μηχανικών ήταν ότι η νανοτεχνολογία και η βιοτεχνολογία θα κυριαρχήσουν στην τεχνολογική ανάπτυξη στα επόμενα 20 χρόνια και θα πρέπει να ενσωματωθεί σε όλες τις πτυχές της τεχνολογίας που επηρεάζουν τη ζωή μας σε καθημερινή βάση. Οι βίο και οι νανοτεχνολογίες θα παρέχουν τις βάσεις για τους μελλοντικούς μηχανικούς, που θα τις χρησιμοποιήσουν για να λύσουν προβλήματα που πλήττουν διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένης της ιατρικής, της ενέργειας, διαχείριση των υδάτων, η αεροναυπηγική, τη γεωργία και τη διαχείριση του περιβάλλοντος. **(Εικόνα 48)**



Εικόνα 64 : Πορώδεις δομές με δυνατότητες για φίλτρα ρύπανσης. Πορώδες νανο-σκόνη αποτελείται από νανο πόρους (Πάνω Αριστερά) Αποσυναρμολόγηση χαραγμένων νανοσωλήνων. (Πάνω Δεξιά)

Στις μικρότερες κλίμακες, η μηχανολογία γίνεται νανοτεχνολογία και αποτελεί έναν κερδοσκοπικό στόχο που είναι η δημιουργία μιας μοριακής συναρμολόγησης για την κατασκευή μορίων και υλικών μέσω της μηχανικής σύνθεσης. Οι τομείς των τρεχόντων μηχανολογικών ερευνών στον τομέα της μηχανολογίας περιλαμβάνουν μεταξύ των άλλων νανοφίλτρα, νανοταινίες, και νανοδομές.

Η έρευνα στον τομέα της νανοτεχνολογίας έχει δώσει ευκαιρίες απασχόλησης για τους μηχανολόγους μηχανικούς που τώρα μπορούν να παράγουν μηχανικά αντικείμενα σε νανοκλίμακα. Τρέχοντα θέματα της έρευνας περιλαμβάνουν την νανοπαραγωγή, τα νανοϋλικά, τα νανοφωτόνια, νανοκλίμακας θερμική / μεταφορά ρευστών, το σχεδιασμό για MEMS / και νανοηλεκτρονική και εφαρμογή αυτών στο στρατό, στα αυτοκίνητα, στην αεροναυπηγική και στις φαρμακοβιομηχανίες. Η έρευνα στον τομέα αυτό έχει σημαντικές επιπτώσεις στον τομέα της ενέργειας, της μεταποίησης, της τεχνολογίας των πληροφοριών, την ιατρική και τις βιοεπιστήμες.

Η νανοτεχνολογία κάποτε θεωρούνταν σαν ένα αδύνατο κατόρθωμα της εφαρμοσμένης μηχανικής, αλλά οι εξελίξεις σε επίπεδο μοριακών μηχανών και εξοπλισμού μέτρησης έχουν επιτρέψει στους φυσικούς και στους μηχανολόγους μηχανικούς να βάλουν σε εφαρμογή τις ιδέες της νανοτεχνολογίας.

6.3 Εφαρμογες Νανοτεχνολογίας στην αυτοκινητοβιομηχανία

Τα πρώτα «νανο-προϊόντα» εμφανίστηκαν τη δεκαετία του '70, όταν χρησιμοποιήθηκαν καταλύτες στα αυτοκίνητα για την αντιμετώπιση των αέριων βλαβερών εκπομπών τους. Τα σωματίδια ροδίου και πλατίνας που χρησιμοποιούσαν για να δεσμεύουν τους επιβλαβείς ρύπους του κινητήρα ήταν τα πρώτα προϊόντα νανοτεχνολογίας.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στον κλάδο της αυτοκινητοβιομηχανίας, οι εφαρμογές της νανοτεχνολογίας είναι πολλαπλές. Φθάνουν από την ελαφριά

κατασκευή, την μετατροπή ενέργειας, την ανίχνευση της ρύπανσης και την μείωση της, την εσωτερική ψύξη, την μείωση φθοράς, τη δυναμική συμπεριφορά, τον έλεγχο επιτήρησης και λοιπά. Επιπλέον, τα οράματα "νάνο στα αυτοκίνητα" ξεκινούν από την επιβαλλόμενη μείωση εκπομπών CO₂, την ασφαλή οδήγηση, μέχρι τα αθόρυβα αυτοκίνητα.

Όλα αυτά θα ανταποκρίνονται στις σημερινές τάσεις της κοινωνίας και τις απαιτήσεις των πελατών για τη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος, την ασφάλεια και την άνεση. Για την αυτοκινητοβιομηχανία τα χαρακτηριστικά των νανοσωματιδίων, όπως η πορώδης δομή τους, οι ίνες, οι σωλήνες, τα στρώματα, ενσωματώνονται μέσα σε ένα υλικό μήτρας και ονομάζονται «νανοσύνθετα», ή διατεταγμένα σε επιφάνειες ή χρησιμοποιούνται ως ένα διακριτό υλικό και στη συνέχεια ονομάζονται "νανοδομές", που εφαρμόζονται για αποκλειστική χρήση.

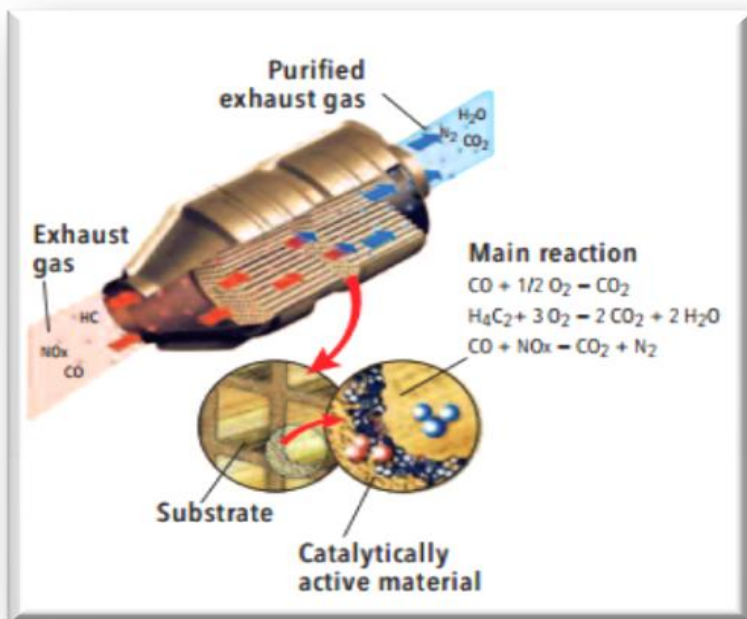
Οι πλέον ελπιδοφόρες εφαρμογές της νανοτεχνολογίας στην αυτοκινητοβιομηχανία περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- Βελτιωμένα υλικά με CNTs, γραφένιο και άλλα νανοσωματίδια και δομές.
- Βελτιωμένη μηχανική, θερμική συμπεριφορά και ιδιότητες εμφάνισης για τα πλαστικά.
- Επιστρώσεις & επικαλυπτικά για φθορά και αντοχή στη διάβρωση, που λειτουργούν ως φραγμοί διείσδυσης και λεπτών σωματιδίων στη δομή του υλικού και παράλληλα βελτιώνουν την εξωτερική του εμφάνιση.
- Ψυκτικά υγρά με βελτιωμένη θερμική απόδοση
- Η βελτίωση της απόδοσης των διεπαφών για με καλύτερες θερμικές αποδόσεις και αντοχή στη ρηγμάτωση .

- Μεταλλικά κράματα με μεγαλύτερη μηχανική αντοχή.
- Μεταλλική μήτρα και κεραμικά με βελτιωμένες μηχανικές ιδιότητες.
- Συγκόλληση υλικών με αντοχή σε ρηγμάτωση ή χαμηλότερη θερμοκρασία επεξεργασίας.
- Οθόνες με χαμηλότερο κόστος και υψηλότερες επιδόσεις,
- Οι μπαταρίες για ηλεκτρικά οχήματα και κυψέλες καυσίμου με βελτιωμένη ενεργειακή χωρητικότητα.
- Αισθητήρες αυτοκίνητων για ανίχνευση στοιχείων, και ειδικές συσκευές (νανο-μηχανές) .
- Τα υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα που χρησιμοποιούν ηλεκτρικές διασυνδέσεις για υψηλής συχνότητας και υψηλής ισχύος εφαρμογές
- Ηλεκτρική μεταγωγή συμπεριλαμβανομένων των τρανζίστορ CNT, κβαντικά τρανζίστορ, νανο-ηλεκτρο-μηχανικοί διακόπτες, και πιο αποτελεσματικά ηλιακά κύτταρα.

6.3.1 Καταλύτες με Νανοτεχνολογία

Ένα άλλο παράδειγμα είναι η ενσωμάτωση της νανοτεχνολογίας στον τομέα της κατανάλωσης καυσίμων. Η εκπομπή ρύπων από τους κινητήρες νίζελ μπορεί να βελτιωθεί με τη χρήση πρόσθετων καυσίμων και καταλυτών καυσαερίων που ενισχύουν την απόδοση καύσης μέσω νανοκλίμακας καταλυτών. Μία ομάδα νέων ελλήνων επιστημόνων, συνεργαζόμενοι και με άλλους εκπαιδευτικούς, ερευνητικούς και ιδιωτικούς φορείς από όλη την Ευρώπη, διατύπωσαν τις ιδέες τους για την παραγωγή και ανακύκλωση Νέας Γενιάς Καταλυτικών Μετατροπών Αυτοκινήτου. **(Εικόνα 65)**



Εικόνα 65: Λειτουργία ενός καταλύτη αυτοκινήτων βασισμένος στην νανοτεχνολογία.



Εικόνα 66: Ελληνικός καταλύτης βασισμένος στην νανοτεχνολογία

Το πρόγραμμα αυτό στοχεύει στην ανάπτυξη ενός καινοτόμου, αλλά συγχρόνως φιλικού προς το περιβάλλον καταλύτη αυτοκινήτου βασιζόμενος στην νανοτεχνολογία. Ο καταλύτης θα χρησιμοποιεί μέταλλα μετάπτωσης(Cr ,Ni,κλπ) τα οποία θα αντικαταστήσουν μερικώς ή και ολικώς τα πολύτιμα μέταλλα από τα οποία είναι σήμερα κατασκευασμένοι οι καταλύτες. Ο καταλύτης αυτός θα πρέπει να έχει την απόδοση των υπαρχόντων καταλυτών και να είναι οικονομικά ανταγωνιστικότερος, προκειμένου να μπορέσει να εισχωρήσει στην Ευρωπαϊκή Αγορά και φυσικά θα πρέπει να ανακυκλώνεται πολύ πιο εύκολα απ' ότι οι σημερινοί. **(Εικόνα 66).**

6.3.2 Ελαστικά με Νανοτεχνολογία

Το επόμενο βήμα για τη νανοτεχνολογία των ελαστικών είναι η διασφάλιση της καλύτερης πίεσης τους και η κατασκευή ελαστικών που δεν θα υπερθερμαίνονται κατά τη διαδρομή(δηλαδή θα έχουν μικρότερη ανελαστική συμπεριφορά), θα είναι ελαφρότερα και φθηνότερα.



Εικόνα 67: Νανο υλικά πληρώσεως όπως η αιθάλη ή το διοξείδιο του πυριτίου είναι συστατικά των σύγχρονων τύπων αυτοκινήτων

Τα ελαστικά είναι ένα παράδειγμα της εφαρμογής της νανοτεχνολογίας στα αυτοκίνητα. Στους τύπους των ελαστικών που χρησιμοποιούνται οι υψηλές επιδόσεις, και η αντοχή τους επιτυγχάνεται με την προσθήκη στη δομή τους λεπτών σωματιδίων αιθάλης τα οποία είναι γνωστά ως “carbon black” **(Εικόνα 67)**.

Πέρα από αυτό, μια νέα κατηγορία αυτού του υλικού, που ονομάζεται νανοδομημένη αιθάλη, επιτυγχάνει ακόμη καλύτερη απόδοση και βελτιώνει τις μηχανικές ιδιότητες τους. Η νανοδομημένη αιθάλη παράγεται με θερμική αποσύνθεση του λαδιού αιθάλης απουσία αέρα (πυρόλυση). Οι εξελίξεις στον τομέα της ανάλυσης και της μέτρησης, αλλά και μια βαθύτερη κατανόηση των βασικών διεργασιών επέτρεψαν τη συστηματική τροποποίηση και βελτίωση των λεπτών σωματιδίων αιθάλης (sooty particles).

6.3.3 Νανοτεχνολογία και *Formula 1*

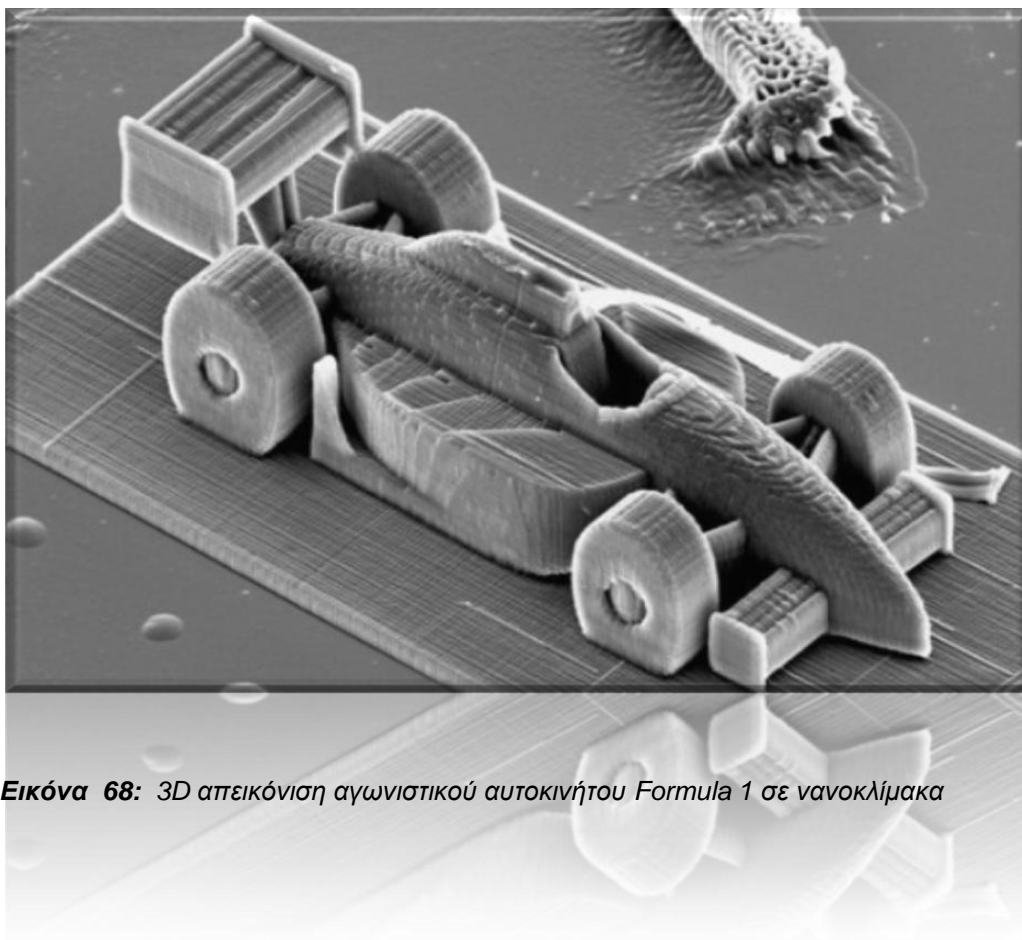
Όσον αφορά τη νανοτεχνολογία στη *Formula 1* απαρτίζεται από πολλές εφαρμογές, μερικά τυπικά παραδείγματα περιλαμβάνουν τα εξής:

- Το σύστημα KERS της McLarens το οποίο χρησιμοποιούσε A123's νάνο φωσφορικές μπαταρίες ιόντων λιθίου, ως αποτέλεσμα του συνδυασμού του βάρους του και της ικανότητας φόρτισης / αποφόρτισης.
- Τα νανοσωματίδια, όπως CuO, ZnO και ZrO₂ που χρησιμοποιούνται σε λιπαντικά για μείωση της τριβής και της φθοράς,
- Ίνες άνθρακα που χρησιμοποιούνται σε νανόφρενα και
- Νάνο δομημένα χρώματα και επιστρώσεις για αεροδυναμική ελάττωση της αντίστασης και διαχείριση θερμικών φορτίων.

Ερευνητές από το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο της Βιέννης αποφάσισε να εκτυπώσει ένα αγωνιστικό αυτοκίνητο σε νανοκλίμακα, με τη χρήση λέιζερ. Το σημείο εστίασης της δέσμης λέιζερ οδηγείται διαμέσου της ρητίνης με κινητά χωρίσματα κατόπτρων και αφήνει πίσω μια πολυμεριζόμενη γραμμή από στερεό πολυμερές, μόλις μερικές εκατοντάδες νανόμετρα.

Η υψηλή ανάλυση επιτρέπει τη δημιουργία των περίπλοκων δομημένων γλυπτών τόσο μικρών όσο ένας κόκκος άμμου. Αυτή είναι μια τεχνική που αποκαλείται σαν «λιθογραφία δύο-φωτονίων». Και ενώ η εκτύπωση σε τέτοια κλίμακα δεν είναι κάτι καινούργιο, η είναι αξιοσημείωτη ταχύτητα με την οποία οι ερευνητές την έκαναν.

Το αγωνιστικό αυτοκίνητο (**Εικόνα 68**) είναι 100 μm πλάτος (το πλάτος μιας ανθρώπινης τρίχας) και αποτελείται από 100 στρώσεις, που σημαίνει περίπου 200 επιμέρους σειρές. Η τύπωση του έγινε σε 4 λεπτά.



Εικόνα 68: 3D απεικόνιση αγωνιστικού αυτοκινήτου Formula 1 σε νανοκλίμακα

6.4 Το μέλλον των αυτοκινήτων με Νανοτεχνολογία

Ο Ulf Köhlig υποστηρίζει ότι στο μέλλον τα αυτοκίνητα θα αλλάζουν χρώμα αλλά και θα μεταβάλετε και το σασί τους. Επίσης ο Köhlig που διευθύνει το τμήμα έρευνας και εξέλιξης στο τομέα των ηλεκτρονικών και της μηχανικής υποστηρίζει τα εξής :

«Η νανοτεχνολογία δεν πρόκειται να βρει εφαρμογή αποκλειστικά μόνο στη βαφή και την κατασκευή αμαξωμάτων αλλά και στον ενεργειακό τομέα. Σε μερικές δεκαετίες τα αυτοκίνητα θα κινούνται με ενεργειακές κυψέλες που θα «καίουν» υδρογόνο. Η τεχνολογία των ενεργειακών κυψελών είναι μόνο η αρχή. Στο μέλλον τα αυτοκίνητα θα διαθέτουν κβαντικούς εγκεφάλους που θα ενεργούν αυτόματα, νευρωνικά καθίσματα που θα διαβάζουν τις σκέψεις μας χωρίς να είναι απαραίτητη η χρήση π.χ. του γκαζιού ή του τιμονιού. Τα αμαξώματα θα είναι κατασκευασμένα από εύπλαστη μοριακή δομή χάρη στη νανοτεχνολογία που θα επιτρέπει την εύκολη διαμόρφωση τους ανάλογα με την ταχύτητα του αυτοκινήτου και τους επιβάτες που θα μεταφέρει».

6.4.1 Ηλεκτρο - χρωματικά στρώματα για καταπολέμηση της αντανάκλασης του κατόπτρου και άλλες εφαρμογές.

Αυτοκινητοβιομηχανίες χρησιμοποιούν νανοσυνθετικά υλικά στους προφυλακτήρες των αυτοκινήτων τους, κάνοντας τους 60% ελαφρύτερους και με διπλάσια αντοχή στις γρατσουνιές, όπως επίσης και στους ιμάντες χρονισμού (timing belts) επεκτείνοντας το όριο ζωής τους. Τα κάτοπτρα στα φωτιστικά σώματα σε πολυτελή μοντέλα διαθέτουν νανοεπιφάνεια που αντανάκλα και διαχέει την φωτεινή δέσμη χωρίς να την απορροφά και να την μετατρέπει σε θερμότητα. **(Εικόνα 69)**



Εικόνα 69 : Επίδραση ηλεκτροχρωμικών επικαλύψεων αποδεικνύεται από το παράδειγμα ενός κατόπτρου (Πάνω) Ένα κλασικό παράδειγμα ενός κατόπτρου. (Κάτω)

Η βαφή των αυτοκινήτων αποτελείται από μείγμα δύο συστατικών με βάση τη νανοτεχνολογία. Τα υδατικά και λιπαντικά φέρουν προσμείξεις που βοηθούν να είναι μειωμένη η προσκόλληση στις επιφάνειες ακαθαρσιών, νεκρών εντόμων και άλλων ρύπων. Το στεγανό χρώμα του αυτοκινήτου καθίσταται εύκολο στον καθαρισμό, που σημαίνει ότι απαιτείται μόλις μια μικρή δόση ή και κανένα μέσο καθαρισμού. Αυξάνει την αντοχή στην υπεριώδη ακτινοβολία, προστατεύει το αμάξωμα και μειώνει ακόμα και τη διάβρωση. Μια άλλη εφαρμογή της νανοτεχνολογίας για τα αυτοκίνητα συνεπάγεται με την παραγωγή των κατόπτρων και πλευρικών τοιχωμάτων που είναι κατασκευασμένα από νανο-σωματίδια. Είναι κατασκευασμένα με τέτοιο τρόπο ώστε, να φιλτράρουν τις ακτίνες του ήλιου, των καπνών και άλλων ρύπων στην ατμόσφαιρα. Η τεχνολογία επιτρέπει να δέχεται σήμα το ραδιόφωνο και το τηλέφωνο, καθώς και επίσης επιτρέπει στα ηχητικά κύματα να εισέλθουν ελεύθερα μέσα στο αυτοκίνητο. Αυτό είναι ευεργετικό για εκείνους που έχουν κάποια προβλήματα ακοής. Ακόμη και με όλα τα παράθυρα κλειστά, οι επιβάτες είναι σε θέση να ακούσουν την κόρνα του επόμενου αυτοκινήτου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7. Ανασκόπηση εφαρμογών της νανοτεχνολογίας σε άλλους τομείς της τεχνολογίας: *1. Νανοϊατρική, 2. Γεωργία, 3. Περιβάλλον*

7.1 Νανοϊατρική

Το πεδίο της νανοϊατρικής ορίζεται σαν την εφαρμογή της νανοτεχνολογίας στον τομέα της υγείας, αξιοποιώντας τις βελτιωμένες φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες των νανοδομημένων υλικών. Οι συνθετικές νανοδομές έχουν μέγεθος παρόμοιας κλίμακας με εκείνο των λειτουργικών βιολογικών μονάδων (π.χ., πρωτεΐνες, βιομόρια, κύτταρα) κάτι το οποίο επιτρέπει την άμεση αλληλεπίδρασή τους με τα κύτταρα (π.χ., επιθηλιακά, ενδοθηλιακά).

Η ανθρωπότητα εξακολουθεί να αγωνίζεται έναντι ενός μεγάλου αριθμού σοβαρών και πολύπλοκων ασθενειών όπως ο καρκίνος, καρδιαγγειακές παθήσεις, σκλήρυνση κατά πλάκας, οι νόσοι Alzheimer και Πάρκινσον, και ο διαβήτης, καθώς και διάφορα είδη των σοβαρών φλεγμονωδών ή μολυσματικών ασθενειών (π.χ. HIV). Οι περισσότερες από αυτές τις παθήσεις έχουν ένα τεράστιο αρνητικό αντίκτυπο όχι μόνο για τον ίδιο τον ασθενή, αλλά και για το σύνολο της κοινωνίας που συνδέεται με την κοινωνική ασφάλιση και τα συστήματα. Είναι υψίστης σημασίας να αντιμετωπιστούν αυτές οι πληγές με τα κατάλληλα μέσα. Με την νανοϊατρική έχουν αναπτυχθεί διαγνωστικά εργαλεία, τα οποία βοηθούν στο να παρέχουν βιολογικά δεδομένα με μεγάλη ακρίβεια, σε σύντομο χρονικό διάστημα και με πολύ εύκολο τρόπο.

7.1.1 Αναγεννητική Ιατρική

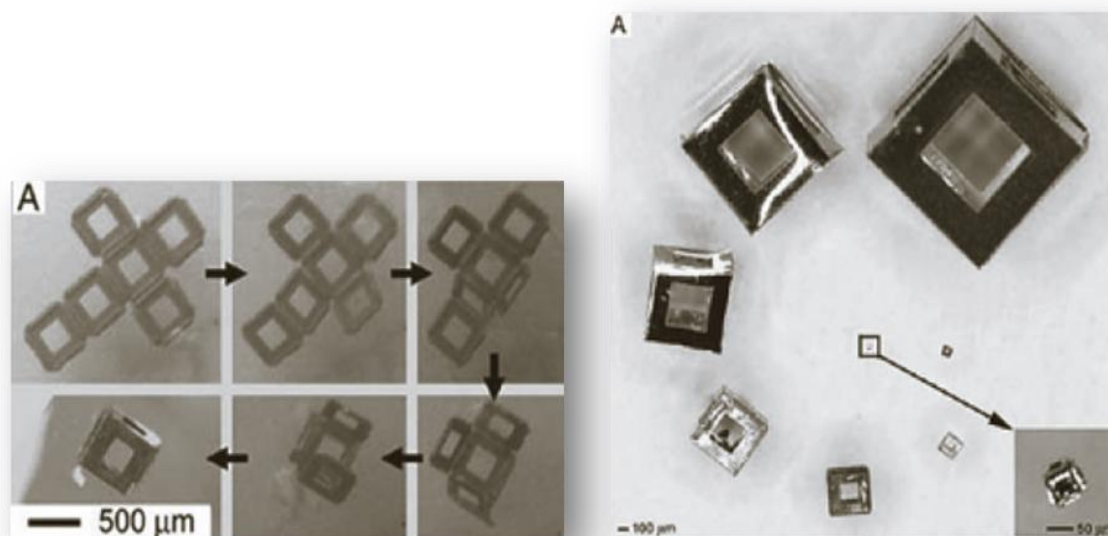
Στην **αναγεννησιακή ιατρική** η εφαρμογή της νανοτεχνολογίας υπόσχεται διαφορετικές προσεγγίσεις όσο αφορά την αντιμετώπιση των διάφορων ασθενειών. Δίνουν ελπίδα σε πολλούς ασθενείς με οργανική ανεπάρκεια ή σοβαρούς τραυματισμούς. Ήδη σήμερα τεχνητό δέρμα, οστά και ο χόνδρος βρίσκονται σε προχωρημένο στάδιο ανάπτυξης και ένα μέρος τους διατίθεται στην αγορά. Οι στόχοι της, εκτός των άλλων είναι η αναγέννηση παθολογικών ιστών και η πρόληψη και θεραπεία χρόνιων διαταραχών που επιφέρουν ανικανότητα όπως η οστεοαρθρίτιδα και ασθένειες του καρδιαγγειακού και κεντρικού νευρικού συστήματος.

7.1.2 Διαγνωστική Ιατρική & Ιατροφαρμακευτική περίθαλψη

Μια άλλη πολύ δημοφιλέστατη περιοχή της νανοϊατρικής είναι η **διαγνωστική ιατρική** σε νανοκλίμακα. Έχουν μικρό μέγεθος, χρειάζονται μικρή ποσότητα δείγματος και σε σύντομο χρονικό διάστημα μέσω μιας εύκολης μεθόδου παρέχουν βιολογικά δεδομένα με πολύ μεγάλη ακρίβεια. Επίσης η εφαρμογή τους επιτρέπουν την *in vitro* ή/και *in vivo* ταχεία ανάλυση βιολογικών δειγμάτων που στοχεύει στον εντοπισμό μιας ασθένειας σε όσο το δυνατόν μικρότερο διάστημα. Ιδανικά, ήδη ένα μόνο κύτταρο με άρρωστη συμπεριφορά, θα πρέπει να ανιχνεύεται και να θεραπεύεται ή να εξαλείφεται.

Στην νανοϊατρική, η εφαρμογή της νανοτεχνολογίας για την υγεία, δημιουργεί υψηλές προσδοκίες για εκατομμύριες ασθενειες κάνοντας καλύτερη, πιο αποτελεσματική και οικονομικά πιο προσιτή την **ιατροφαρμακευτική περίθαλψη** και έχει τη δυνατότητα να παρέχει ελπιδοφόρες λύσεις σε πολλές ασθένειες. Αρκετοί τομείς της ιατρικής περίθαλψης επωφελούνται ήδη από τα πλεονεκτήματα που μπορεί να προσφέρει η νανοτεχνολογία.

Η νανοτεχνολογία στοχεύει σε συστήματα χορήγησης φαρμάκων τα οποία είναι ήδη στην αγορά, στοχεύοντας στην απόδοση περίπλοκων θεραπευτικών φαρμάκων και βιομορίων υπό μορφή νανοφορέων, και μοριακών φορέων, ενώ άλλα βρίσκονται σε κλινικές δοκιμές ή κατά το μεγαλύτερο μέρος τους, είναι υπό εξέλιξη. **(Εικόνα 70)**



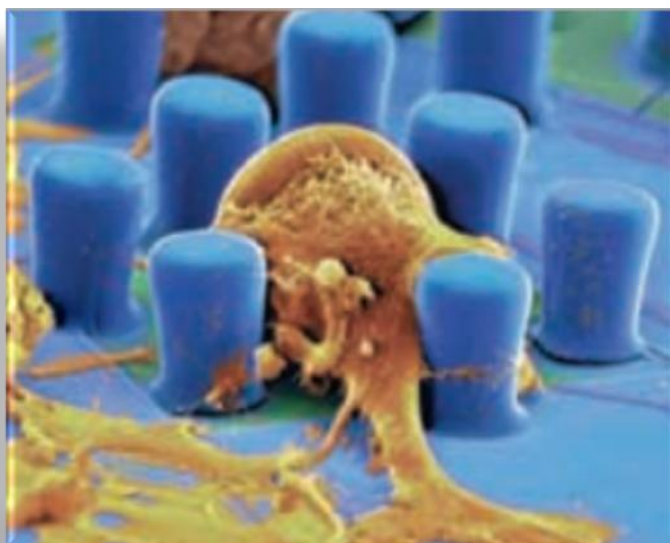
Εικόνα 70 : Καινοτόμες συσκευές αποδέσμευσης φαρμάκων, κατασκευασμένα με λιθογραφία και αυτό-οργάνωση και έχουν την μορφή δοχείου.

7.1.3 Νανοτεχνολογία στη μάχη κατά του καρκίνου

Νανοςφαιρίδια και υπέρυθρα λέιζερ εναντίον καρκινικών όγκων. Λόγος γίνεται για κάποιους επιστήμονες στις ΗΠΑ, οι οποίοι υποστηρίζουν ότι υπάρχει η δυνατότητα πολύ γρήγορα να καταστρέψουν τους καρκίνους χωρίς χειρουργική επέμβαση και αφήνοντας ακόμα τον περιβάλλοντα ιστό αβλαβή, αυτό μπορεί να επιτευχθεί με μια νέα τεχνική με αδρανή νανοςφαιρίδια.

Τα σφαιρίδια αυτά είναι μικροσκοπικά μόρια πυριτίου: Η περιοχή που είναι κόκκινη είναι εκείνη όπου εγχύθηκαν τα νανοκελύφη. Μια πολλά υποσχόμενη

νέα θεραπεία του καρκίνου, που μπορεί μια μέρα να αντικαταστήσει την ακτινοβολία και τη χημειοθεραπεία βρίσκεται πιο κοντά στις ανθρώπινες δοκιμές. Η Kanzius RF θεραπεία αποδίδει μικροσκοπικά νανοσωματίδια για τα καρκινικά κύτταρα και στη συνέχεια "μαγειρεύει" τους όγκους μέσα στο σώμα με ραδιοκύματα που θερμαίνουν μόνο τα νανοσωματίδια και τα γειτονικά (καρκινικά) κύτταρα.



Εικόνα 71: Σύνδεση νευρικών κυττάρων με ηλεκτρικούς ακροδέκτες.

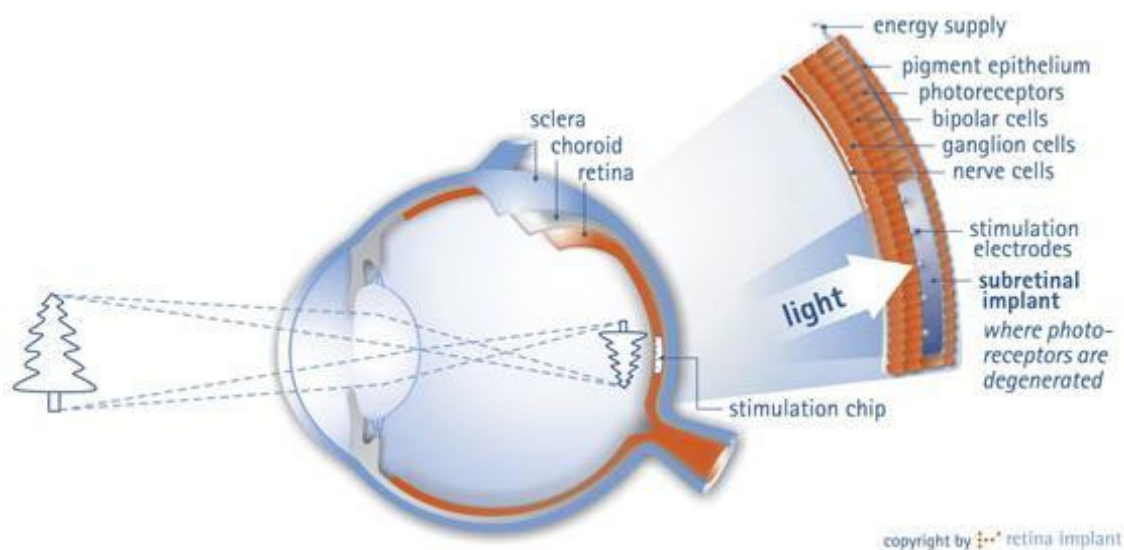


Εικόνα 72: Νανοσωματίδια περιέχουν συστατικό φαρμάκου κατάλληλο να καταπολεμούν επιλεκτικά τα καρκινικά κύτταρα.

Ένα αισθητήριο τσιπ δοκιμής που περιέχει χιλιάδες νανοσύρματα, τα οποία είναι σε θέση να ανιχνεύουν πρωτεΐνες και άλλους βιοδείκτες μένοντας πίσω από τα καρκινικά κύτταρα, θα μπορούσαν να επιτρέψουν την ανίχνευση και διάγνωση του καρκίνου στα πρώιμα στάδια από λίγες σταγόνες αίματος του ασθενούς. Μαζί με άλλες διαδικασίες που ακολουθούν η φωτοδυναμική θεραπεία έχει δυνατότητες για μια μη επεμβατική διαδικασία για την αντιμετώπιση ασθενειών και την ανάπτυξη όγκων. Η ιδέα είναι ότι τα νανοσωματίδια που περιέχουν ένα συστατικό φαρμάκου θα μπορούσαν να στοχεύσουν επιλεκτικά τα καρκινικά κύτταρα και να αποφεύγουν τα υγιή.

7.1.4 Νευροπροσθετική

Άλλη μια εξαιρετικά σημαντική, αλλά υπό στάδιο δοκιμών ακόμα είναι το εμφύτευμα αμφιβληστροειδούς, με την εφαρμογή τεχνολογίας μικροσυστημάτων. Βοηθάει άτομα που πάσχουν από μια σοβαρή ασθένεια που προκαλεί τύφλωση και προβλέπεται ότι θα επαναφέρει, εν μέρη, την όραση από την μελαγχρωστική αμφιβληστροειδοπάθεια (Retinitis pigmentosa).



Εικόνα 73 : Εμφύτευμα Αμφιβληστροειδούς

Το φύτευμα αυτό αποτελείται από μια μικρή φωτογραφική μηχανή, ενσωματωμένη σε σκελετό γυαλιών, η οποία μεταβιβάζει εικόνες του περιβάλλοντος σε ειδικό επεξεργαστή σημάτων με ικανότητα μάθησης. Ο επεξεργαστής μεταδίδει ασύρματα τις εικόνες του στο εσωτερικό του πάσχοντος οφθαλμού. Εκεί βρίσκεται μια άκαμπτη μεμβράνη με μικροσκοπικά ηλεκτρόδια, που ακουμπούν στον αμφιβληστροειδή και τον διεγείρουν αναλόγως (**Εικόνα 73**). Εάν η εξέλιξη αυτή επιτύχει, θα προκύψει η πρώτη παγκοσμίως διασύνδεσης ανθρώπου μηχανής για την αίσθηση της όρασης. Εκτός όμως από την όραση, το κοχλιακό εμφύτευμα βοηθά και πολλούς κωφούς.

7.2 Γεωργία

Στον γεωργικό τομέα, νανοτεχνολογία έρευνας και ανάπτυξης ενδέχεται να διευκολύνει και να πλαισιώσει το επόμενο στάδιο της ανάπτυξης των γενετικά μεταλλαγμένων καλλιεργειών, εισροές ζωικής παραγωγής, χημικά φυτοφάρμακα και ακριβεία στις γεωργικές καλλιέργειες. Ενώ νανο-χημικά φυτοφάρμακα είναι ήδη σε χρήση, άλλες εφαρμογές βρίσκονται ακόμη σε πρώιμο στάδιο, και μπορεί να παραμείνουν πολλά χρόνια, πριν κυκλοφορήσουν στην αγορά. Οι εφαρμογές αυτές κυρίως προορίζονται για την αντιμετώπιση ορισμένων από τους περιορισμούς και τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν σε μεγάλη κλίμακα, χημικών συστημάτων εντατικής καλλιέργειας.

Η νανοτεχνολογία έχει τη δυνατότητα να φέρει επανάσταση στην βιομηχανία της γεωργίας με νέα εργαλεία για την μοριακή θεραπεία των ασθενειών, την ταχεία ανίχνευση της νόσου, ενισχύοντας την ικανότητα των φυτών να απορροφούν τα θρεπτικά συστατικά, κ.λπ. Έξυπνοι αισθητήρες και έξυπνα συστήματα διανομής θα βοηθήσουν την γεωργική βιομηχανία για την καταπολέμηση των ιών και άλλων παθογόνων καλλιεργειών. Κατά το προσεχές μέλλον οι νανοδομημένοι καταλύτες θα είναι διαθέσιμοι αυξάνοντας

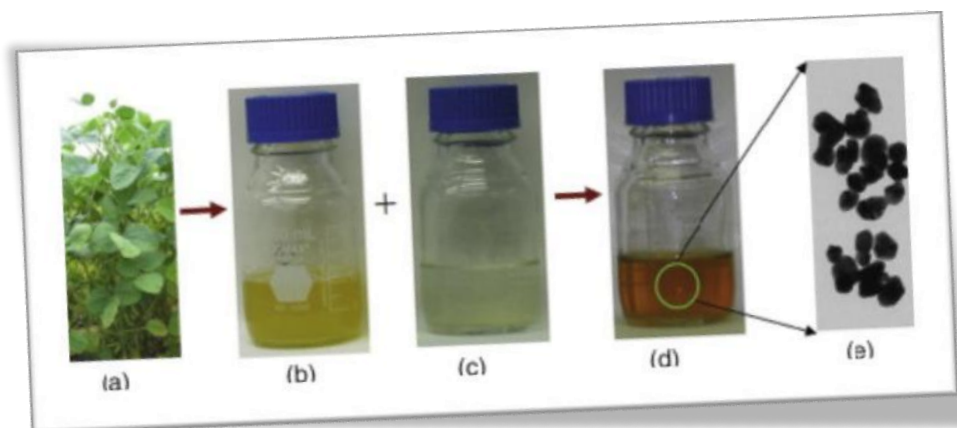
την αποτελεσματικότητα των φυτοφαρμάκων και των ζιζανιοκτόνων, επιτρέποντας να χρησιμοποιούνται μικρότερες δόσεις.

Η νανοτεχνολογία θα προστατεύσει επίσης το περιβάλλον έμμεσα μέσω της χρήσης των εναλλακτικών (ανανεώσιμων πηγών) της ενέργειας, και με την προμήθεια φίλτρων ή καταλυτών για τη μείωση της ρύπανσης και καθαρισμού των υφιστάμενων ρύπων. Μια γεωργική μέθοδος που χρησιμοποιείται ευρέως στις ΗΠΑ, την Ευρώπη και την Ιαπωνία, η οποία χρησιμοποιεί μια αποτελεσματική σύγχρονη τεχνολογία για τη διαχείριση των καλλιεργειών, ονομάζεται «Ελεγχόμενο Περιβάλλον Γεωγίας».

Με τους διάφορους τρόπους παρακολούθησης και ελέγχου των συστημάτων, που ήδη εφαρμόζονται σε νανοτεχνολογικές συσκευές για το “Ελεγχόμενο Περιβάλλον Γεωγίας” και παρέχουν δυνατότητες θα μπορούσαν να βελτιώσουν δραματικά την ικανότητα καθορισμού για τον καλύτερο χρόνο παραγωγής, συγκομιδής για την καλλιέργεια, τη ζωτικότητα της καλλιέργειας, και τα θέματα ασφάλειας των τροφίμων, όπως η μικροβιακή ή η ήχημική μόλυνση.

Η γεωργία μέσω της νανοτεχνολογίας έχει έναν πολυπόθητο στόχο να μεγιστοποιήσει την απόδοση των καλλιεργειών, ενώ παράλληλα να ελαχιστοποιήσει τα λιπάσματα, τα παρασιτοκτόνα, τα ζιζανιοκτόνα, κλπ. μέσω παρακολούθησης περιβαλλοντικών μεταβλητών, εφαρμόζοντας την στοχευμένη δράση. Χρησιμοποιεί τους υπολογιστές, τα παγκόσμια συστήματα εντοπισμού θέσης μέσω δορυφόρου, και απομακρυσμένες συσκευές ανίχνευσης για να εντοπιστεί η μέτρηση των υψηλών περιβαλλοντικών συνθηκών έτσι θα καθοριστεί αν οι καλλιέργειες αναπτύσσονται με την μέγιστη δυνατή αποτελεσματικότητα ή για τον ακριβή προσδιορισμό της φύσης και της τοποθεσίας των προβλημάτων.

Με τη χρήση συγκεντρωτικών στοιχείων για να προσδιοριστούν οι συνθήκες του εδάφους και η ανάπτυξη των φυτών, τις σποράς, των λιπασμάτων, της χρήσης των χημικών ουσιών και του νερού μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του κόστους παραγωγής και την αύξηση της παραγωγής-όλα προς όφελος του αγρότη. **(Εικόνα 74)**



Εικόνα 74: Σχηματική απεικόνιση της φυτικό εκχύλιμα των φύλλων που προκαλείται με την διεργασία βιοαναγωγής για τη σύνθεση των νανοσωματιδίων αργύρου: (α) στα φύλλα των φυτών, (β) εκχύλιμα φύλλων, (γ) διάλυμα νιτρικού αργύρου, (δ) μίγμα της αντίδρασης με ποσότητες αργύρου νανοσωματιδίων, (ε) εικόνα από μικροσκόπιο αργύρου νανοσωματιδίων.

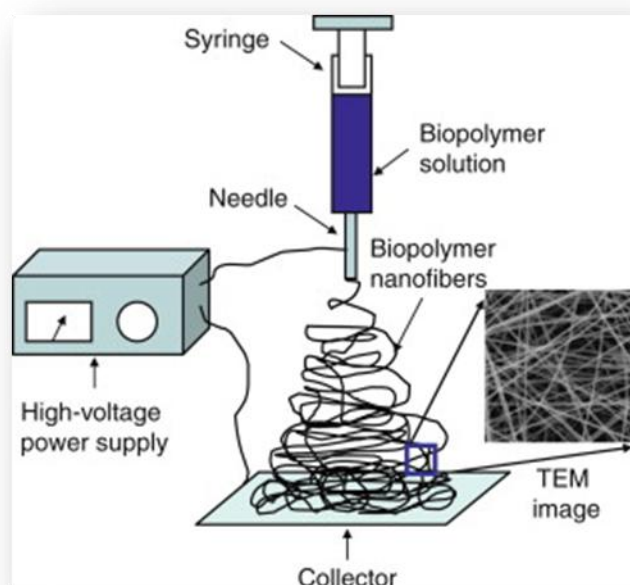
Βοήθεια μπορεί επίσης να προσφέρει στην μείωση των γεωργικών αποβλήτων και ως εκ τούτου είναι σε θέση να διατηρήσει τη ρύπανση του περιβάλλοντος στο ελάχιστο. Παρά το γεγονός ότι δεν εφαρμόζεται πλήρως ακόμη, μικροσκοπικοί αισθητήρες και συστήματα παρακολούθησης ενεργοποιούνται από τη νανοτεχνολογία έχοντας ένα μεγάλο αντίκτυπο στη μελλοντική μέθοδο ακριβείας στις γεωργικές καλλιέργειες.

Ένας από τους σημαντικότερους ρόλους της νανοτεχνολογίας είναι η δυνατότητα των συσκευών να αυξήσουν τη χρήση των αυτόνομων αισθητήρων συνδέοντας τους μέσα σε ένα σύστημα GPS.

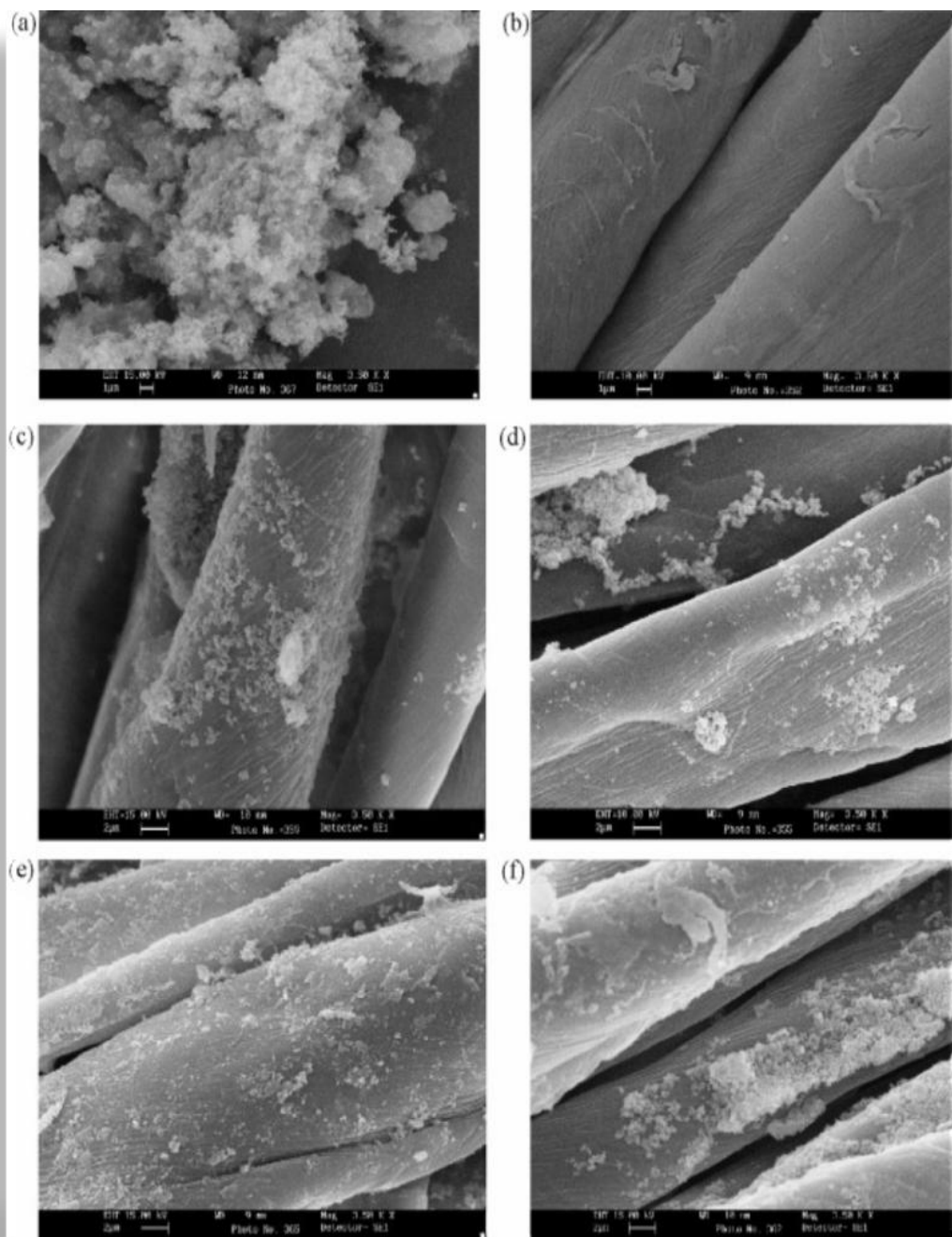
Οι πρόσφατες εξελίξεις στην επιστήμη των υλικών και της χημείας προσφέρουν γνώση στην τεχνολογία των νανοσωματιδίων, με επιπτώσεις στον τομέα της γεωργίας. Ανάπτυξη έχουν δει και οι βιομηχανίες βαμβακιού, όπου με τις σημερινές τεχνικές νηματοποίησής του είναι το κόστος του αυξάνεται.

Από το να γίνει η συγκομιδή του βαμβακιού, μέχρι τη δημιουργία του υφάσματος που θα κατασκευαστεί, πάνω από το 25% των ινών βαμβακιού έχουν χαθεί για απορρίμματα και θραύσματα.

Ωστόσο, η Margaret Frey, βοηθός καθηγήτης της επιστήμης των κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων στο πανεπιστήμιο του Cornell, έχει αναπτύξει μια τεχνική αποκαλούμενη ως ηλεκτροκλωστική (**Εικόνα 75**) που χρησιμοποιεί σωστά τα θραύσματα του υλικού που θα μπορούσαν αλλιώς να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία της χαμηλής αξίας διάφορων προϊόντων, όπως το βαμβάκι, τα νήματα και λοιπά. Στο Πανεπιστήμιο Cornell, έχουν χρησιμοποιήσει αυτήν την τεχνική της ηλεκτροκλωστικής για να περιστρέφονται νανοΐνες (**Εικόνα 76**) από την κυτταρίνη ($(C_6H_{10}O_5)_n$), ένα σύμπλεγμα υδατάνθρακα που αποτελείται από μονάδες γλυκόζης που απαρτίζουν το 90% του βαμβακιού.



Εικόνα 75: Σχηματική αναπαράσταση της ηλεκτροκλωστικής εγκατάστασης.



Εικόνα 76: Απεικονίζει έξι εικόνες από μικροσκόπιο που δείχνουν (α) νανο σκόνη διοξειδίου του τιτανίου (TiO_2), (β) μη επεξεργασμένο βαμβακερό ύφασμα, και (γ) 51 gr/lt ασβεστίου (CA), (δ) 99 gr/lt ασβεστίου (CA), (ε) 51 gr/lt -βουτανοτετρακαρβοξυλικό οξύ (BTCA), και (στ) 99 gr/lt -βουτανοτετρακαρβοξυλικό οξύ (BTCA), επεξεργασμένων βαμβακερών υφασμάτων υπό την παρουσία 2.6 (%) νανο διοξειδίου του τιτανίου(TiO_2) και την υπεριώδη ακτινοβολία με την μέθοδο σκλήρυνσης.

Μέχρι στιγμής, η χρήση της νανοτεχνολογίας στη γεωργία είναι ως επί το πλείστον σε θεωρητικό επίπεδο, αλλά έχει και θα συνεχίσει να έχει σημαντική επίδραση στους κύριους τομείς της βιομηχανίας τροφίμων: *την ανάπτυξη νέων λειτουργικών υλικών, την ανάπτυξη προϊόντων, και το σχεδιασμό των μεθόδων και οργάνων για την ασφάλεια των τροφίμων και για την βιο-ασφάλεια.*

Αν ένα φυτό ή ένα ζώο έχει μολυνθεί με κάποια ασθένεια, μπορεί να κρατήσει για ημέρες, εβδομάδες ή ακόμα και μήνες άρρωστο, χωρίς να έχει ανιχνευτεί η παρουσία της νόσου από σύνολο των συμπτμάτων στον οργανισμό του.

Μέχρι εκείνη τη στιγμή η λοίμωξη μπορεί να είναι ευρέως διαδεδομένη. Η νανοτεχνολογία όμως λειτουργεί στην ίδια κλίμακα όπως ένας ιός ή ασθένεια - μολύνοντας σωματιδίου, και έτσι έχει την δυνατότητα να υπάρχει μια έγκαιρη ανίχνευση και εξάλειψη. Προσφέρει τη δυνατότητα "έξυπνων" συστημάτων χορήγησης θεραπείας, τα οποία μπορούν να ενεργοποιηθούν πολύ πριν εμφανιστούν τα μακρο συμπτώματα.

Για παράδειγμα, ένα τέτοιο "έξυπνο" συστήματα παροχής θεραπείας θα μπορούσε να είναι ένα μικροσκοπική συσκευή η οποία θα εμφυτεύεται σε ένα ζώο και θα λαμβάνονται δείγματα από το σάλιο σε τακτική βάση. Έτσι πολύ πριν αναπτυχθεί ένας πυρετός, τα ολοκληρωμένα αυτά συστήματα ανίχνευσης, θα παρακολουθούν και θα ελέγχουν το σύστημα και κάπως έτσι θα μπορεί να ανιχνεύσει την παρουσία των νοσημάτων και να ενημερώνοντας τον γεωργό και ενεργοποιώντας ένα στοχευμένα σύστημα παροχής θεραπείας. Τα έξυπνα συστήματα χορήγησης θεραπείας προβλέπουν λύσεις για τη βιολογία και τα βιοενεργά συστημάτων, όπως τα φάρμακα, τα φυτοφάρμακα, τα θρεπτικά συστατικά, τα προβιοτικά, φαρμακοδιατροφικές ουσίες και εμφυτεύσιμα βιοαντιδραστήρων κυττάρων.

7.3 Περιβαλλον

Εκτός από ελαφρύτερα αυτοκίνητα υπάρχουν και μηχανήματα που απαιτούν μικρότερης κατανάλωσης καυσίμα, εναλλακτικά καύσιμα και διάφορες πηγές ενέργειας, υπάρχουν και πολλές φιλικές προς το περιβάλλον εφαρμογές της νανοτεχνολογίας, όπως τα υλικά που παρέχουν καθαρό νερό από μολυσμένες πηγές νερού και ευρείας κλίμακας, υπάρχουν επίσης φορητές εφαρμογές, και συσκευές που ανίχνευουν και καθαρίζουν τους περιβαλλοντικούς ρύπους. Κάποιες από αυτές τις εφαρμογές βλέπουμε παρακάτω.

- Η νανοτεχνολογία θα μπορούσε να βοηθήσει στην αντιμετώπιση της ανάγκης για οικονομικά προσιτό, καθαρό πόσιμο νερό με γρήγορο και χαμηλό κόστος ανίχνευσης των προσμείξεων τόσο στο φιλτράρισμα, όσο και στον καθαρισμό του νερού. Για παράδειγμα, οι ερευνητές ανακάλυψαν απροσδόκητες μαγνητικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ εξαιρετικά μικρών κηλίδων σκουριάς, η οποίες μπορούν να συμβάλουν στην εξάλειψη συγκεντρώσεων αρσενικού ή τετραχλωριούχου άνθρακα από το νερό (**Εικόνα 77**) την οποία αναπτύσσουν νανοδομημένα φίλτρα που μπορούν να απομακρύνουν τους ιούς των κυττάρων από το νερό, Έρευνες γίνονται και για μια μέθοδο απιονισμού που χρησιμοποιεί ηλεκτροδία ιών σε νανο-μεγέθος, ώστε να μειωθούν οι απαιτήσεις κόστους και ενέργειας για την απομάκρυνση αλάτων από το νερό.



Εικόνα 77: Νανοσκουριά καθαρίζει το αρσενικό από το πόσιμο νερό

- Ερευνητές έχουν αναπτύξει ένα νανο-ύφασμα "απορροφητικό χαρτί," το οποίο υφαίνεται από μικροσκοπικά σύρματα του καλίου οξειδίου του μαγγανίου, που μπορεί να απορροφήσει 20 φορές το βάρος του σε λάδι για εφαρμογές καθαρισμού.
- Πολλές καμπίνες αεροπλάνων και άλλα είδη φίλτρων αέρα βασίζονται στη νανοτεχνολογία, με φίλτρα που επιτρέπουν το "μηχανικό φιλτράρισμα", στο οποίο το ινώδες υλικό δημιουργεί πόρους σε μέγεθος νανοκλίμακας ώστε τα σωματίδια να παγιδεύονται να είναι μεγαλύτερα από το μέγεθος των πόρων. Μπορούν επίσης να περιέχουν στρώματα άνθρακα που αφαιρούν τις οσμές. Σχεδόν το 80% των αυτοκινήτων που πωλούνται στις ΗΠΑ περιλαμβάνουν νανοτεχνολογία βασιζόμενη στα ενσωματωμένα φίλτρα.
- Νανοκαταλυτές, όπως είναι η αφαίρεση του θείου από το ακατέργαστο πετρέλαιο . **(Εικόνα 77)**

- Η πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό αποτελεί ένα τεράστιο πρόβλημα για πολλές κοινότητες, προϊόντα όπως τα νανοφίλτρα χρησιμοποιούνται για την αφαίρεση των βακτηρίων ή των ιών από το πόσιμο νερό.
(Εικόνα 78)



Εικόνα 78: Νανοφίλτρο για αφαίρεση βακτηρίων αλλά και ιών από το πόσιμο νερό.

- Η αφαλάτωση που χρησιμεύει για την μετατροπή του θαλάσσιου νερού σε πόσιμο.
- Η αυξανόμενη παραγωγικότητα του εδάφους που ένας από τους τρόπους που γίνεται είναι χρησιμοποιώντας νανοπορώδες υλικό για την βελτίωση της κατακράτησης του ύδατος ή της ποσότητας των θρεπτικών ουσιών στο έδαφος.
- Αντιβακτηριακά επιστρώματα, για παράδειγμα χρησιμοποιώντας νανοσωματίδια αργύρου σε επιστρώματα και υφάσματα για την θανάτωση των βακτηρίων.

Η Νανοτεχνολογία περιλαμβάνει όχι μόνο τη διαχείριση των φυσικών μορίων, αλλά επίσης και τη δημιουργία των μορίων που δεν βρίσκονται στη φύση. Με αυτή την έννοια, τα μόρια ή άλλα αντικείμενα είναι φυσικά εάν δεν παράγονται μέσω της ανθρώπινης δράσης. Έτσι η νανοτεχνολογία κάνει την εμφάνισή της και στα φυτά αλλά και στα ζώα μερικά ενδεικτικά παραδείγματα αναφέρονται παρακάτω.

Το φαινόμενο του λωτού (**Εικόνα 79**) είναι ένα από τα φαινόμενα που έχουν ήδη αξιοποιηθεί για διάφορα προϊόντα, όπως για παράδειγμα χρώματα επικάλυψης προσόψεων ώστε το νερό να συμπαρασύρει τις ακαθαρσίες. Το πέλος στην επιφάνεια των φύλλων του λωτού έχει την ιδιότητα να απομακρύνουν τα σταγονίδια νερού από την επιφάνεια του φύλλου.

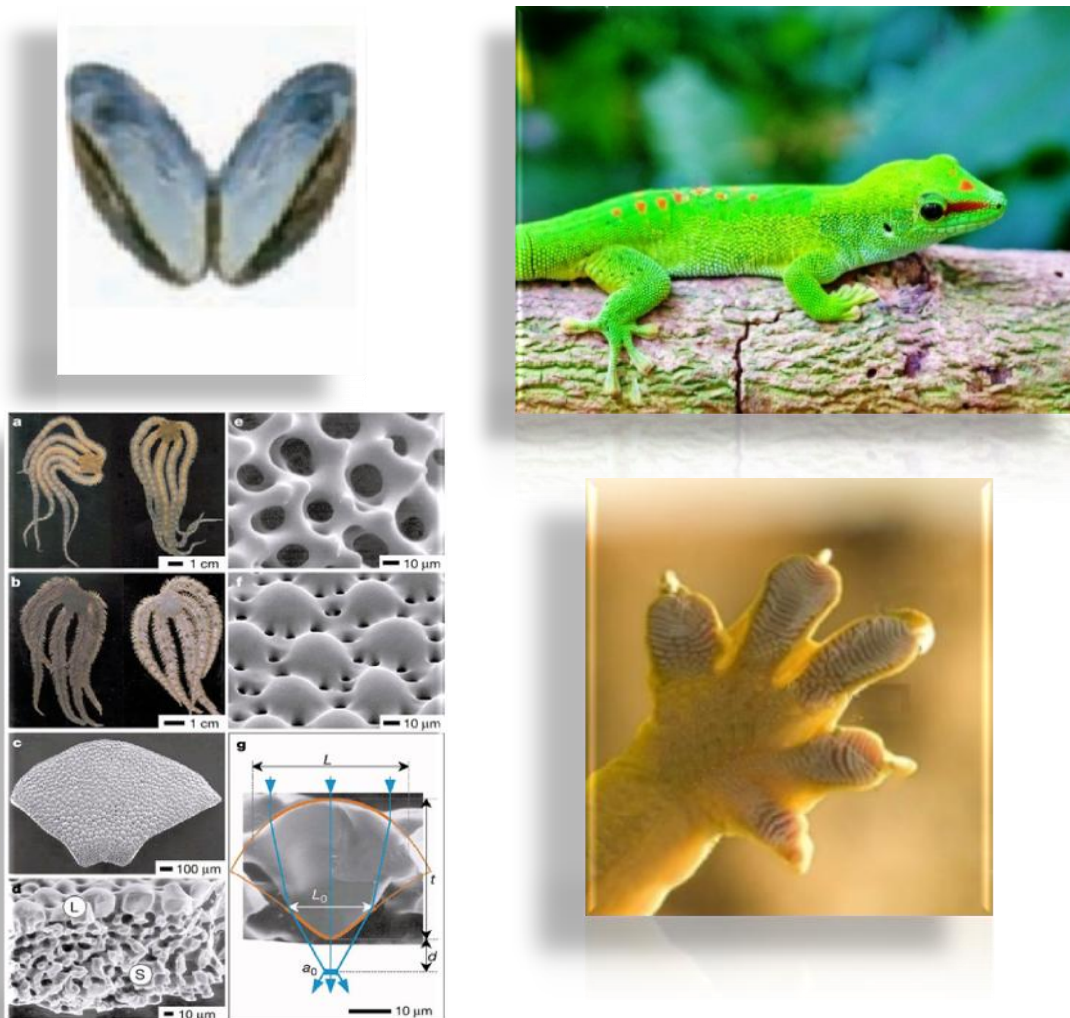


Εικόνα 79 : Φαινόμενο λωτού - η σταγόνα της βροχής είναι σαν να μην έχει καθόλου επαφή με την επιφάνεια του φύλλου

Ένα εξίσου εντυπωσιακό φαινόμενο είναι η διαδικασία της φωτοσύνθεσης με την οποία συλλέγεται η ενέργεια για τη ζωή στη γη. Στη διαδικασία αυτή είναι σημαντικό κάθε μεμονωμένο άτομο. Όποιος θα μπορέσει να αντιγράψει αυτή τη διαδικασία με τη χρήση νανοτεχνολογίας θα διαθέτει ενέργεια επ' άπειρον. Η νανοτεχνολογία κάνει την εμφάνισή της και στις σαύρες γκέκο, οι οποίες διαθέτουν πέλμα εφοδιασμένο με εύκαμπτα, λεπτά τριχίδια μόλις λίγων νανομέτρων, αυτά είναι ικανά να μπορέσουν να σηκώσουν το βάρος της σαύρα λόγω των δυνάμεων Van-der-Waals που επιδρούν. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η σαύρα να μπορεί να κινείται και να κρέμεται από το ταβάνι,

αψηφώντας το νόμο της βαρύτητας εκτός από τις σαύρες όμως, υπάρχουν και σκαθάρια, μύγες, αράχνες και γενικά όσο βαρύτερο είναι το ζώο, τόσο λεπτότερα και περισσότερα είναι τα τριχίδια.

Βέβαια εμφάνιση νανοτεχνολογίας έχουμε και στον θαλάσσιο κόσμο με μύδια να προσκολλούνται στους βραχούν μέσω μικροσκοπικών αγωγών που εκκρίνουν συγκολλητική ύλη που σχηματίζουν μικρά στρώματα αφρού και έτσι προστατεύονται από το κύμα, τον αστερία *Ophiosoma wendtil*, που όλο του το σώμα είναι ένα μάτι απλό φακοειδείς μικρό-κοιλότητες. **(Εικόνα 80)**



Εικόνα 80: Ένα μύδι (πάνω αριστερά), μια σαύρα γκέκο (πάνω δεξιά), αστερίας *Ophiosoma wendtil* με φολίδες θώρακα και πεδία μικροφακών (κάτω αριστερά) και τα λεπτά τριχίδια στο πέλμα της σαύρας.

Βιβλιογραφία

Δικτυακά άρθρα

1. Nanostructured & Amorphous Materials, στο <http://translate.google.gr>
2. Nanotechnologie στο, <http://de.wikipedia.org>
3. “Ενισχυμένη Πραγματικότητα” σε φορητές συσκευές ,26 Φεβρουαρίου 2010 στο, <http://www.pcw.gr>
4. Ηλεκτρική ενέργεια από τη θερμότητα του σώματος με συσκευή νανοτεχνολογίας, 28 Φεβρουαρίου 2012 στο, <http://technews-gr.blogspot.gr>
5. Nanocomposites στο, <http://en.wikipedia.org>
6. Τεχνητολι μύες από νανοσολήνες στο, <http://www.chemist.gr>
7. Nanopolymers make their debut , Ιανουάριος 2007 στο, <http://physicsworld.com>
8. Heat flux at the nanoscale : beyond the Stefan Boltzmann law στο, <http://translate.google.gr>
9. Nanoscale Heat Transfer στο, <http://translate.google.gr>
10. Nanomechanics στο, <http://en.wikipedia.org>
11. Nanomechanical Energy Exchange and Dissipation στο, <http://web.mit.edu>
12. Diatoms: Nanomechanics in Nature, Μαρτιος 2012 στο, <http://www.materialsviews.com/diatoms-nanomechanics-in-nature>
13. Δέντρα με νανοτεχνολογία είναι ικανά να παράγουν ενέργεια στο, <http://techblog.gr>
14. Ενέργεια και Περιβάλλον στο, <http://nanoyou.eu>
15. Nanotechnology and Energy στο, <http://www.understandingnano.com>
16. Το μέλλον της ενεργειας μέσω της Νανοτεχνολογίας, Νοέμβριος 2011 στο, <http://www.tekneco.it>

17. Νανοτεχνολογία, ενέργεια και το περιβάλλον, Αύγουστος 2012 στο, <http://www.bundesregierung.de>
18. Nano and energy στο, <http://www.nanoandme.org>
19. Introduction to Nanotechnology στο, <http://nanogloss.com>
20. What is Nanomechanics? – Nano mechanics ? στο, <http://www.wifinotes.com>
21. What are Nanomaterials and Their Applications, Δεκέμβριος 2009 στο, <file:///F:/59084.aspx.htm>
22. What is Nanotechnology and uses of Nanotechnology? στο, <http://pptslides.wordpress.com>
23. Nanotechnology Research at the school of Mechanical Engineering, Purdue University στο, <https://engineering.purdue.edu>
24. *Nanotechnology and mechanical engineering* στο, <http://seminarprojects.com>

Δημοσιευμένες εργασίες

1. Assignment of Nanotechnology στο, <http://www.scribd.com>
2. Ευδοξία Μαραθωνίτη, Αθανασία Λουκά , Εργασία στο μάθημα Τεχνολογίας με θέμα «Νανοτεχνολογία» στο, <http://lyk-vatheos.eyv.sch.gr>
3. Η Νανοτεχνολογία και οι εφαρμογές της, μαθητών Α΄ τάξης λυκείου στο, <http://plinet.kas.sch.gr>
4. Η Νανοτεχνολογία στη Βιομηχανία στο, <http://1lyk-vyron.att.sch.gr>
- 5 . Δυνατότητες εφαρμογών της νανοτεχνολογίας στις κατασκευές. Περιβαλλοντικά οφέλη – επιπτώσεις. Μεταπτυχιακή εργασία πολυτεχνίου κρήτης στο, <http://poseidon.library.tuc.gr>
6. Βελτιστοποίηση μηχανικών Ιδιοτήτων επιφανειών με σύγχρονες Νανοτεχνολογικές προσεγγίσεις, Πτυχιακή εργασία ΤΕΙ κρήτης στο, <http://nefeli.lib.teicrete.gr>

7. Nanotechnology and Energy, by Trudy E. Bell στο, <http://www.tbp.org>
8. Application of Nanotechnologies in the Energy Sector στο, <http://www.hessen-nanotech.de>
9. Προσδιορισμός παραμέτρων γήρανσης φωτοβολταϊκών στοιχείων, Διπλωματική εργασία Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου στο, <http://artemis.cslab.ntua.gr>
10. Εφαρμογές Νανοτεχνολογίας στην Ιατρική στο, <http://www.scribd.com>
11. Nanomedizin (Νανοϊατρική) στο, <http://www.hessen-nanotech.de>
12. Nanoscale science and engineering for agriculture and food systems στο, <http://www.hessen-nanotech.de>
13. NANOSCALE SCIENCE AND ENGINEERING FOR AGRICULTURE AND FOOD SYSTEMS στο, <http://www.docstoc.com>

Παρουσιάσεις διαφανειών και Άλλες Πηγές

1. Nanopolymer Technology στο, <http://www.docstoc.com>
2. Περιοδικό «Νανοτεχνολογία Καινοτομίες για τον αυριανό κόσμο» στο, <http://ec.europa.eu>
3. Nanotechnology στο, <http://www.authorstream.com>
4. ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΝΙΚΟΛΑΪΔΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ
5. Nano Technology Presentation στο, <http://www.authorstream.com>
6. Nanotechnology and its applications στο, <http://www.authorstream.com/Presentation/amarillopyro-966775-nanotechnology-and-its-applications>
7. Νανοτεχνολογία και ενεργειακές εφαρμογες στο, <http://www.physics.auth.gr/thinfilmslab>
8. Polymers pPt Presentstion στο, <http://www.authorstream.com/Presentation/goutham.atla-426329-polymers-education-ppt-powerpoint>

9. Nanotechnology: A Gentle Introduction to the Next Big Idea
10. Capturing the Environmental Benefits of Nanotechnology, Οκτώβριος 2005
11. Nanomanufacturing: Current Needs, Future Opportunities, by Julie Chen
12. Nanotechnology and the environment: A charge to EPA Nano Grantees, Αύγουστος 2004
13. Magnetic Materials: Macro, Micro and Nano, Οκτώβριος 2001
14. Περιοδικό *υψηλής* Νοέμβριος - Δεκεμβριος 2009, στο <http://www.research.org.cy>
15. Περιοδικό *Rensselaer*, «Stuck on “nanoglue”» στο, <http://www.rpi.edu>
16. Nanotechnology 101 στο, <http://books.google.de>