



Newsletter

Χρόνος 4, Τεύχος 7

<http://nn.physics.auth.gr>

Θεσσαλονίκη, Ιούνιος 2008

Περιεχόμενα

1. Το “N&N” σε Ερευνητικούς και Τεχνολογικούς φορείς της Αθήνας και Πάτρας.....	1
2. Διεθνή Συνέδρια & Σχολεία στις Νανοτεχνολογίες τον Ιούλιο στην Θεσσαλονίκη: NN08, SS08 και ISFOE.....	5
3. Οι μοριακές προσομοιώσεις στην Βιο-Νανοτεχνολογία.....	7
4. Βιο-λειτουργικά Λεπτά Υμένια	8
5. Scanning Kelvin Probe Force & Scanning Near-Surface Optical Microscopy δυο νέα Nano-εργαλεία	11
6. Χρήση Νανოსωλήνων άνθρακα για τη μεταφορά γενετικού υλικού.....	12
7. Το ΑΠΘ οδηγεί την Έρευνα στα Οργανικά & Μεγάλης Κλίμακας Ηλεκτρονικά στην Ευρώπη	15

1. Το “N&N” σε ερευνητικούς και τεχνολογικούς φορείς της Αθήνας και Πάτρας

Στα πλαίσια εκπαιδευτικής εκδρομής του «N&N» οι πρωτοετείς φοιτητές του μεταπτυχιακού είχαμε την ευκαιρία να γνωρίσουμε και να έρθουμε σε επαφή με



Εταιρία “ΠΥΡΟΓΕΝΕΣΙΣ” Τεχνολογικό Πάρκο Λαυρίου

Εταιρίες, Πανεπιστήμια και Ιδρύματα της Αθήνας όπου ένα τουλάχιστον Τμήμα της παραγωγής των προϊόντων τους σχετίζεται με την εφαρμογή σε αυτά νανο-διαδικασιών και νανο-τεχνικών.

Η αναχώρηση έγινε από το χώρο του Πανεπιστημίου την Τετάρτη 20/02/2008 με πρώτο σταθμό το Τεχνο-

λογικό Πάρκο Λαυρίου. Ο Διευθυντής του Τεχνολογικού Πάρκου κ. Χαδουμέλης Ασημάκης μας πληροφόρησε για την ιστορία του Πάρκου, κι έκανε μια σύντομη αναφορά των Εταιριών που στεγάζονται στο χώρο. Στη συνέχεια ακολούθησε εκτενής περιγραφή της Εταιρίας Πυρογένεσις, από τον Διευθυντή κ. Μιχάλη Βαρδαβούλια, ο οποίος μας ενημέρωσε για την ίδρυση και τις δραστηριότητες της. Η επίσκεψη έληξε με ξενάγηση στο Τεχνολογικό Πάρκο και στους χώρους της παραγωγικής διαδικασίας των επικαλύψεων με θερμικό ψεκασμό.

Η δεύτερη μέρα ξεκίνησε με επίσκεψη στο Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών (Ε.Ι.Ε.) με σκοπό την παρακολούθηση ομιλιών και διαλέξεων από μέλη του ερευνητικού προσωπικού διάφορων Ινστιτούτων αλλά και την εξοικείωση με τον εργαστηριακό εξοπλισμό που χρησιμοποιούν.



Ο Καθηγητής και Πρόεδρος του "Ε.Ι.Ε." κ. Δημήτριος Κυριακίδης κατά την ομιλία του

Ο Πρόεδρος του Ε.Ι.Ε. και διδάσκων στο ΔΠΜΣ Ν&Ν Καθηγητής κ. Δημήτριος Κυριακίδης μας καλωσόρισε στην αίθουσα σεμιναρίων ενώ παράλληλα μοιράστηκαν στους φοιτητές ενημερωτικά φυλλάδια για τα ινστιτούτα του Ε.Ι.Ε και για τις ερευνητικές δραστηριότητες που αναπτύσσονται σε αυτά. Στη συνέχεια το λόγο πήρε ο Δρ. Ε. Καμίτσος, Διευθυντής του Ινστιτούτου Θεωρητικής & Φυσικής Χημείας (ΙΘΦΧ), του οποίου η διάλεξη είχε θέμα "Ερευνητικές δραστηριότητες σε νανοδομημένα λειτουργικά υλικά". Η επόμενη προγραμματισμένη διάλεξη πραγματοποιήθηκε από το Δρ. Ν. Ταγματάρχη με θέμα "Λειτουργικά υλικά νανοσωλήνων άνθρακα". Οι φοιτητές κατόπιν είχαν την ευκαιρία να επισκεφτούν τα εργαστήρια του Ινστιτούτου ΙΘΦΧ.

Το επόμενο Ινστιτούτο που γνωρίσαμε ήταν το Ινστιτούτο Οργανικής και Φαρμακευτικής Χημείας από το οποίο πραγματοποιήθηκαν δύο ομιλίες: της Δρ. Ε. Χρυσίνας με θέμα: "Η τρισδιάστατη δομή μακρομορίων στο σχεδιασμό φαρμάκων και τα βιοκαύσιμα. Νέες προσεγγίσεις υψηλής απόδοσης στη δομική πρωτοεομική" και του Δρ. Παναγιώτη Ζουμπουλάκη με θέμα: "Σχεδιασμός καινοτόμων αντιυπερτασικών μορίων με χρήση NMR και Μοριακού Μοντελισμού". Κατά τη διάρκεια της επίσκεψης στα εργαστήρια του Ινστιτούτου είδαμε από κοντά τους φασματογράφους πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού στερεάς κατάστασης (NMR).

Τέλος από το Ινστιτούτο Βιολογικών Ερευνών & Βιοτεχνολογίας πραγματοποιήθηκε διάλεξη από τον Δρ. Α. Χατζηγιάννου με θέμα "Εφαρμογές της βιοπληροφορικής στη σύγχρονη βιολογική έρευνα", ενώ στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ξενάγηση στον εργαστηριακό εξοπλισμό του Ινστιτούτου.

Μετά από ένα ελαφρύ γεύμα στο Ε.Ι.Ε. επόμενος σταθμός της εκπαιδευτικής εκδρομής ήταν η Εταιρία "BIC -VIOLEX". Η υποδοχή από τους κ. Μ. Καρούση, Διευθυντή του Τμήματος Έρευνας και Ανάπτυξης R&D και κ. Δ. Πισσιμίσση, Γενικό Διευθυντή Έρευνας και Ανάπτυξης R&D και Παγκόσμιο Διευθυντή Λεπίδων ήταν θερμή και συνοδεύτηκε από ελαφρύ γεύμα, αναψυκτικά και καφέ.



Οι φοιτητές του "Ν&Ν" στην BIC – VIOLEX μαζί με τον Γενικό Διευθυντή και τους Δ/ντές Τμημάτων

Ακόμη οι φοιτητές ενημερώθηκαν για τη δράση της εταιρίας στην ελληνική και κυρίως στην παγκόσμια αγορά ενώ επισημάνθηκαν οι δυσκολίες που εμφανίζονται όσον αφορά την εμπορική αξιοποίηση του προϊόντος. Στον τομέα αυτό τονίστηκε η σημασία της ύπαρξης του τμήματος R&D η οποία αντισταθμίζει το υψηλό κόστος λειτουργίας του Τμήματος.

Στο τέλος της επίσκεψής μας, οι υπεύθυνοι μας ξενάγησαν στον χώρο παραγωγής των ξυριστικών λεπίδων, όπου είδαμε τα στάδια μαζικής παραγωγής τους και στους χώρους ελέγχου της ποιότητας τους.

Η τρίτη μέρα της εκδρομής ήταν αφιερωμένη στο Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών (Ε.Κ.Ε.Φ.Ε) "Δημόκριτος" στην Αγία Παρασκευή Αττικής. Εκεί μας υποδέχτηκε ο Δρ. Δ. Νιάρχος, Πρόε-

δρος του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. και διδάσκων στο ΔΠΜΣ “N&N”, όπου παρουσίασε στους φοιτητές του N&N και στους υποψήφιους διδάκτορες στοιχεία σχετικά με την ίδρυση, την ιστορική εξέλιξη, το ανθρώπινο δυναμικό και τη χρηματοδότηση από κρατικές επιχορηγήσεις αλλά και από ευρωπαϊκά ερευνητικά προγράμματα του κέντρου έρευνας. Η ενημέρωση περιελάμβανε, επίσης, θέματα όπως: τη μεταφορά της τεχνολογίας από τα ερευνητικά εργαστήρια στη βιομηχανική παραγωγή και την ίδρυση Spin-off Εταιριών που ξεκίνησαν από το “Δημόκριτο”. Η ομιλία του Δρ. Δ. Νιάρχου έκλεισε με την αποκάλυψη των μελλοντικών του σχεδίων για την πορεία του Ιδρύματος αλλά και με τις συμβουλές του προς τους φοιτητές του N&N για την αξιοποίηση του επιστημονικού τους ενδιαφέροντος σε δημιουργικά κανάλια.



Οι φοιτητές του “N&N” μαζί με τον Πρόεδρο του Δημόκριτου κ. Δημήτρη Νιάρχο

Η επίσκεψη συνεχίστηκε με ξενάγηση στο Ινστιτούτο Μικροηλεκτρονικής του ερευνητικού κέντρου όπου η κ. Ε. Τσώη μας ξενάγησε στις εγκαταστάσεις του Ινστιτούτου και μας ανέλυσε τις μεθόδους παρασκευής και χαρακτηρισμού μικροηλεκτρονικών διατάξεων με τη χρήση λιθογραφίας και τεχνικών εναπόθεσης με CVD. Ο επόμενος σταθμός της γνωστικής μας περιπλάνησης ήταν το Ινστιτούτο Επιστήμης Υλικών, όπου γίνεται μελέτη μαγνητικών – οπτικών ιδιοτήτων των υλικών. Εκεί ήρθαμε σε επαφή με τον τρόπο λει-

τουργίας των εργαστηρίων «Πυρηνικού μαγνητικού Συντονισμού» και «Κρυσταλλογραφίας», με το ερευνητικό προσωπικό που απασχολείται, καθώς και τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται. Κατόπιν επισκεφτήκαμε το εργαστήριο Επιταχυντή όπου ο κ. Α. Καρύδας, υπεύθυνος του εργαστηρίου ανάλυσης υλικών, μας περιέγραψε την λειτουργία ενός επιταχυντή.

Τελικός σταθμός ήταν το Ινστιτούτο Φυσικοχημείας όπου πραγματοποιήθηκε ομιλία από τον Διευθυντή κ. Πολύκαρπο Φαλάρα σχετικά με την ερευνητική πορεία του Ινστιτούτου. Αναφέρθηκαν τα ερευνητικά προγράμματα με τα οποία ασχολείται το Ινστιτούτο και περιγράφηκαν η υποδομή και ο τεχνολογικός εξοπλισμός του Ινστιτούτου, ο οποίος περιλαμβάνει το φασματοσκόπιο Raman το οποίο οι φοιτητές είδαν από κοντά.

Η επόμενη στάση ήταν στην Ακαδημία Αθηνών όπου ο κ. Σταυρακόπουλος, Διευθυντής της Φαρμακολογίας, μας υποδέχτηκε και μας ενημέρωσε για τα εργαστήρια και τις δραστηριότητες της Ακαδημίας Αθηνών. Ακολούθησε περιήγηση στο εργαστήριο Απεικονιστικής Μικροσκοπίας όπου ο κ. Σταμάτης Παγκάκης μίλησε για την τεχνική του φθορισμού και την τρισδιάστατη απεικόνιση που επιτυγχάνεται με το συνεστιακό μικροσκόπιο, το οποίο οι φοιτητές είδαν από κοντά. Στη συνέχεια επισκεφτήκαμε το Τμήμα PET/CT (Point Emission Tomography/ Computed Tomography), όπου ο κ. Παπασταύρου μας εξήγησε τον τρόπο λειτουργίας της συγκεκριμένης απεικονιστικής διαγνωστικής μεθόδου και τα πλεονεκτήματα αυτής συγκριτικά με τις συμβατικές μεθόδους. Ακόμη οι φοιτητές ξεναγήθηκαν στον χώρο όπου βρίσκεται ο συγκεκριμένος ποζιτρονικός/αξονικός τομογράφος.



PET/CT

Στην επίσκεψη συμπεριλαμβανόταν και το εργαστήριο ιστολογίας, το οποίο ασχολείται με τη δημιουργία βιοτράπεζας (τράπεζα δεδομένων αίματος), καθώς επίσης και το εργαστήριο Γενωμικής και Πρωτεομικής όπου ενημερωθήκαμε για τις τεχνικές ανάλυσης των πρωτεϊνών και του γονιδιώματος και για τον αντίστοιχο τεχνολογικό εξοπλισμό.



Οι φοιτητές του "N&N" στο Ίδρυμα της Ακαδημίας Αθηνών

Το βράδυ της τρίτης μέρας της εκδρομής, μας βρήκε στην Πάτρα όπου στα πλαίσια γεύματος οι φοιτητές είχαν την ευκαιρία να γνωριστούν με τους Καθηγητές του εργαστηρίου Εμβιομηχανικής και Βιοϊατρικής Τεχνολογίας του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών και Ναυπηγών Μηχανικών της Πάτρας.

Στο τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών και Ναυπηγών Μηχανικών της Πάτρας πραγματοποιήθηκαν ομιλίες και διαλέξεις από διδακτορικούς φοιτητές του εργαστηρίου Εμβιομηχανικής και Βιοϊατρικής, με επιβλέποντα Καθηγητή τον κ. Ιωάννη Μισιρλή, ενώ ο Δρ. Μηχανετζής μίλησε για την αιμοσυμβατότητα και



Οι φοιτητές του "N&N" στο Πανεπιστήμιο Πατρών και την Εταιρεία "ADVENT" μαζί με τον κ. Καλλιόπη διευθυντή της Εταιρείας

την μελέτη των μικρο και νάνο-μηχανικών ιδιοτήτων των υλικών. Κατόπιν ακολούθησε περιήγηση στο εργαστήριο και ανάλυση του τεχνολογικού εξοπλισμού. Τέλος, επισκεφτήκαμε το Τεχνολογικό Πάρκο της Πάτρας και συγκεκριμένα το εργαστήριο μοντελοποίησης και προσομοίωσης των υλικών, την Spin-off Εταιρεία Nanothinxs η οποία παρασκευάζει νανοσωλήνες, το εργαστήριο παρασκευής σύνθετων υλικών με πολυμερική μήτρα και το εργαστήριο ανάλυσης επιφανειών στερεών υλικών. Τελικός προορισμός ήταν η Spin-off Εταιρεία "ADVENT" στην οποία παρασκευάζονται κυψελίδες καυσίμου. Η διαμονή στην Πάτρα έκλεισε με γεύμα που παράθεσαν οι Καθηγητές του Τμήματος Χημείας της Πάτρας στο Ρίο.



Γεύμα που παρέθεσαν οι Καθηγητές του Πανεπιστημίου Πατρών προς τους φοιτητές του "N&N"

Στεργιούδη Φανή,
Μεταπτυχιακή φοιτήτρια ΔΠΜΣ N&N

2. Διεθνή Συνέδρια & Σχολεία στις Νανοτεχνολογίες στην Θεσσαλονίκη: NN08, SS08 και IS-FOE

Για ακόμα ένα καλοκαίρι η Θεσσαλονίκη θα υποδεχθεί μια πληθώρα από διακεκριμένους επιστήμονες, Καθηγητές, ερευνητές και σπουδαστές που δραστηριοποιούνται στον τομέα της Νανοτεχνολογίας. Αφορμή για την κορυφαία αυτή διεθνή συνάντηση αποτελούν το **“5^ο Διεθνές Συνέδριο στις Νανοεπιστήμες & Νανοτεχνολογίες - NN08”** και το **“2^ο Διεθνές Θερινό Σχολείο στις Νανοεπιστήμες & Νανοτεχνολογίες SS-NN08”** τα οποία θα διεξαχθούν στις 16-18 Ιουλίου και 12-18 Ιουλίου 2008 αντίστοιχα. Όπως και τα προηγούμενα έτη, έτσι και τον προσεχή Ιούλιο τα δύο αυτά πολύ σημαντικά γεγονότα αναμένεται να προσελκύσουν το ενδιαφέρον όχι μόνο του επιστημονικού κόσμου αλλά και του ευρύτερου κοινού καθώς πλέον καθίσταται γνωστό πόσο σπουδαίες μπορεί να είναι οι ανακαλύψεις της Νανοτεχνολογίας. Κορυφαίοι ερευνητές από όλο τον κόσμο θα παρουσιάσουν τα αποτελέσματα των προσπαθειών τους, θα τα συζητήσουν και θα προσπαθήσουν να χαράξουν κοινούς δρόμους για την περαιτέρω πρόοδο της Νανοτεχνολογίας. Οι θεματικές ενότητες του NN08 είναι:

- **Organic Electronics & Photonics and Nanoelectronics**
- **Nanobiotechnology and Nanomedicine**
- **Thin Films, Meta-materials and Spintronics**
- **Nanomaterials, Nanoengineering & Nanomechanics**
- **Nanotechnology in Energy and Environment**
- **Theoretical & Computational Modeling at Nanoscale**
- **Nanotechnology in Safety and Education**
- **Nanometrology, Instrumentation and Tools**
- **Commercialization of Nanotechnology**

Το SS-NN08 έχει σκοπό να καταρτίσει νέους ερευνητές και σπουδαστές από διάφορα μέρη του κόσμου και προερχόμενους από διαφορετικούς επιστημονικούς τομείς στις τελευταίες και πιο σημαντικές εξελίξεις στο ευρύ πεδίο των Νανοεπιστημών και Νανοτεχνολογιών.

Άρτια καταρτισμένοι ερευνητές και Καθηγητές θα πραγματοποιήσουν διαλέξεις ενώ στο πρόγραμμα του θερινού σχολείου περιλαμβάνεται και εκτενής ξενάγηση σε εργαστηριακούς χώρους όπου εφαρμόζεται και πρακτικά η Νανοτεχνολογία. Πέρα όμως από το NN08 και το SS-NN08 τα οποία θα διεξαχθούν στη Θεσσαλονίκη και συγκεκριμένα στους χώρους του Τμήματος Φυσικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου, για πρώτη φορά διοργανώνεται το **“1st International Symposium on Flexible Organic Electronics (IS-FOE)”** στην κορινθιά Χαλκιδική, σε μια από τις πιο ειδυλλιακές τοποθεσίες της, στο ξενοδοχείο Pallini. Το διεθνές συμπόσιο θα διεξαχθεί στις 10 και 11 Ιουλίου 2008.

Στόχος του IS-FOE είναι να φέρει κοντά διακεκριμένους επιστήμονες και ερευνητές από όλο τον κόσμο που δραστηριοποιούνται στην έρευνα, την ανάπτυξη και την Παρασκευή εύκαμπτων οργανικών ηλεκτρονικών (όπως οργανικά/ανόργανα υλικά, εύκαμπτα υποστρώματα, διαδικασίες παραγωγής, εφαρμογές) για να συζητήσουν τις πιο πρόσφατες εξελίξεις σε αυτό το πεδίο.

Ο τομέας των Εύκαμπτων Οργανικών Ηλεκτρονικών (Flexible Organic Electronics) είναι ένας από τους πιο ραγδαία αναπτυσσόμενους της σύγχρονης Επιστήμης και Τεχνολογίας. Στόχος του είναι η ανάπτυξη νανοδομικών υλικών (οργανικών και ανόργανων/οργανικών), καθώς και των τεχνολογιών σύνθεσης, ενθυλάκωσης και παραγωγής τους πάνω σε εύκαμπτα πολυμερικά υποστρώματα, ώστε να επιτευχθεί η παραγωγή εύκαμπτων ηλεκτρονικών διατάξεων πάνω σε πολυμερικά υποστρώματα με χαμηλό κόστος. Αυτά περιλαμβάνουν συστήματα απεικόνισης πληροφοριών και φωτισμού (Flexible Organic Light Emitting Diodes), φωτοβολταϊκά στοιχεία (organic photovoltaics), εύκαμπτους αισθητήρες (flexible sensors), κλπ. Όπως θα διαβάσετε και στο τελευταίο άρθρο του Newsletter, το ΑΠΘ

οδηγεί την έρευνα στα εύκαμπτα οργανικά ηλεκτρονικά μέσω του συντονισμού και της συμμετοχής σε διάφορα ερευνητικά έργα που χρηματοδοτούνται από την Ευρωπαϊκή Ένωση στο πεδίο αυτό.

Το IS-FOE περιλαμβάνει περισσότερες από 40 προφορικές ομιλίες από διακεκριμένους επιστήμονες, από τις οποίες οι 9 είναι προσκεκλημένες ομιλίες, και πάνω από 45 παρουσιάσεις αφίσας όπου θα αναφέρονται τα πιο σημαντικά θέματα στα εύκαμπτα οργανικά ηλεκτρονικά.

Επιπλέον, το IS-FOE θα ανοίξει με ένα μεγάλο γεγονός στις 9 Ιουλίου, το **Welcome Opening Event**, στο οποίο αντιπρόσωποι από την Ευρωπαϊκή Ένωση θα παρουσιάσουν τη στρατηγική και τα επόμενα βήματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης στα εύκαμπτα οργανικά ηλεκτρονικά. Ακόμη, συντονιστές από σημαντικά Ευρωπαϊκά Προγράμματα των FP6 και FP7 και από Γερμανικά Προγράμματα θα παρουσιάσουν λεπτομέρειες από τις σημαντικότερες καινοτομίες και ανακαλύψεις που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια των προγραμμάτων αυτών.

Για περισσότερες πληροφορίες για το IS-FOE, επισκεφτείτε την επίσημη ιστοσελίδα: <http://nn.physics.auth.gr/isfoe>

Το IS-FOE αναμένεται να αναδείξει το ρόλο της Ευρώπης στην εξέλιξη του νέου αυτού πεδίου που άπτεται των Νανοεπιστημών και των Νανοτεχνολογιών, αλλά και να δώσει έμφαση τόσο στη σπουδαιότητα της έρευνας σε αυτό όσο και στην επιτακτική ανάγκη για βιομηχανική εφαρμογή της. Πιο συγκεκριμένα οι θεματικές ενότητες που θα συζητηθούν στο συμπόσιο είναι:

- **Organic electronic materials (small molecules & polymers)**
- **Organic/Inorganic and Hybrid Materials and Systems**

- **Flexible substrates, encapsulation methods & materials**
- **Molecular electronics and photonics**
- **Self organized molecules and systems**
- **Theory & modeling (materials, components & devices)**
- **Manufacturing processes (printing, vacuum, chemical)**
- **Flexible displays & lighting**
- **Flexible solar cells**
- **Flexible circuits and sensors**

Ο Ιούλιος λοιπόν θα είναι ένας μήνας εξαιρετικής σημασίας όχι μόνο για την επιστημονική κοινότητα των Νανοεπιστημών & Νανοτεχνολογιών αλλά και για τη Θεσσαλονίκη και την Χαλκιδική που με χαρά προσδοκούν να φιλοξενήσουν όλους όσους είναι ή θα γίνουν ένθερμοι υποστηρικτές τους!!!



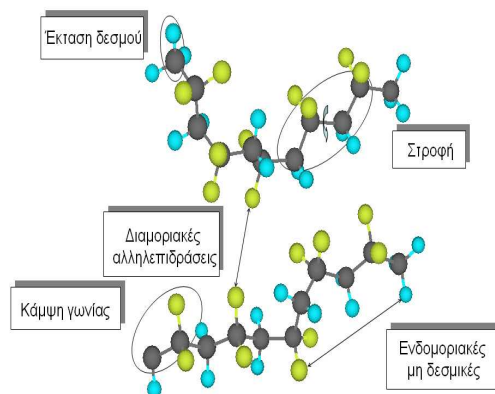
Μπρέζα Κατερίνα, Μεταπτυχιακή φοιτήτρια ΔΠΜΣ Ν&

Δρ. Λασκαράκης Αργύρης,
Μεταδιδακτορικός Ερευνητής, LTFN, Α.Π.Θ.

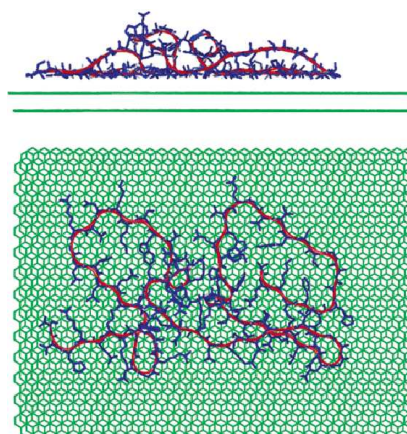
3. Οι μοριακές προσομοιώσεις στην Βιο-Νανοτεχνολογία

Οι προσομοιώσεις μοριακής δυναμικής (ΠΜΔ) αποτελούν μια υπολογιστική μεθοδολογία “κλειδί” στην υπηρεσία της έρευνας και ανάπτυξης της Βιονανοτεχνολογίας. Παρέχουν τόσο τη δυνατότητα απεικόνισης αντικειμένων με διακριτική ικανότητα ατομικών διαστάσεων όσο και τη δυνατότητα πρόβλεψης ασυνήθιστων αλληλεπιδράσεων σε συνδυασμούς βιολογικών και ανόργανων υλικών στη νανοκλίμακα. Παράλληλα, αναπτύσσουν στρατηγικές σχεδιασμού βιοπολυμερών για νανοτεχνολογικές χρήσεις.

Αφετηρία των ΠΜΔ αποτελούν γνωστές δομές βιοπολυμερών προερχόμενες από την κρυσταλλογραφία ή από μελέτες NMR καθώς επίσης και αρχικές ταχύτητες των ατόμων που λαμβάνονται από κατανομές Maxwell-Boltzmann. Για την περιγραφή των αλληλεπιδράσεων χρησιμοποιούνται δυναμικά εξαρτώμενα από τις θέσεις των ατόμων (force fields), όπου μέσω των ΠΜΔ εφαρμόζεται η κλασική μηχανική για να προσδιοριστούν για κάθε άτομο του συστήματος με διαδοχικούς κυκλικούς υπολογισμούς: νέες θέσεις → νέες τιμές της δυναμικής ενέργειας → νέες επιταχύνσεις → νέες θέσεις κ.ο.κ. Οι αλληλεπιδράσεις περιλαμβάνουν τόσο δυνάμεις εντός των ορίων ομοιοπολικών δεσμών όσο και ηλεκτροστατικές καθώς και δυνάμεις Van der Waals (Εικ.1). Με τον τρόπο αυτό η Φυσική «ζω-ντανεύει» μοντέλα των μορίων και επιτρέπει την παρακολούθηση της δυναμικής των. Το βασικό μειονέκτημα της μεθόδου είναι η απαιτούμενη μεγάλη υπολογιστική ισχύς ή αντίστοιχα η μεγάλη διάρκεια των προσομοιώσεων.



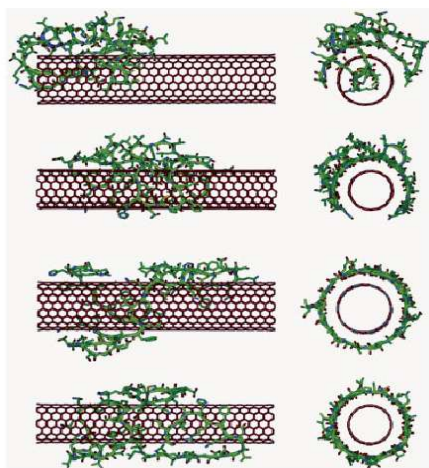
Εικόνα 1. Ενδομοριακές και διαμοριακές αλληλεπιδράσεις



Εικόνα 2. Προσρόφηση του module τύπου I της Inven-κτίνης σε επιφάνεια γραφίτη [1]

Στην Βιονανοτεχνολογία συνδυάζονται βιοϋλικά όπως πρωτεΐνες, DNA (και φυσικά νερό) με υλικά νανοτεχνολογικού ενδιαφέροντος, μεταξύ των οποίων τα πλέον συνήθη είναι το πυρίτιο με τα οξείδια ή νιτρίδιά του, ο γραφίτης, ο χρυσός, ο χάλυβας, τα πολυμερή και οι νανοσωληνίσκοι άνθρακος. Ενώ στο πεδίο της Βιολογίας οι ΠΜΔ έχουν ήδη από καιρό καταξιωθεί και εδραιωθεί ως μια αξιόπιστη μέθοδος, δεν ίσχυε μέχρι προσφάτως το ίδιο και στο πεδίο της Βιονανοτεχνολογίας. Αυτό οφείλεται τόσο στο γεγονός ότι η Βιονανοτεχνολογία αποτελεί πολύ νέα εξέλιξη της νανοτεχνολογίας, όσο και στην

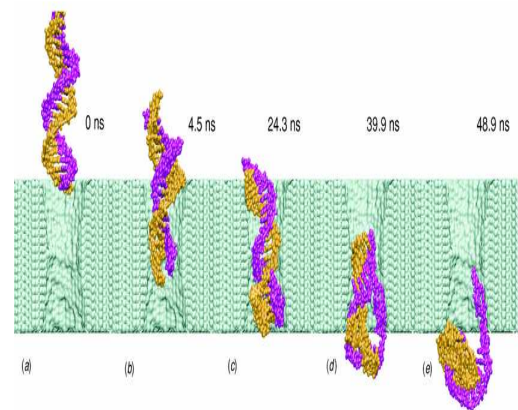
απουσία των καταλλήλων force fields. Το κενό αυτό τείνει να καλυφθεί με προσπάθειες ανάπτυξης force fields κατάλληλων για την περιγραφή των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των ανόργανων επιφανειών με πρωτεΐνες και DNA. Σε ειδικές περιπτώσεις, όπως σε αυτήν της αλληλεπίδρασης με νανοσωληνίσκους άνθρακος επιβάλλονται πολώσιμα μοντέλα για τις ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις. Τέτοια μοντέλα είχαν ήδη αναπτυχθεί για πρωτεΐνες και νερό, ωστόσο η χρήση τους παραμένει περιορισμένη, αφενός μεν διότι δεν είναι πάντοτε απαραίτητη, αφετέρου δε διότι επιβραδύνουν σημαντικά τις προσομοιώσεις.



Εικόνα 3. Αλληλεπίδραση επί μέρους domain της Αλβουμίνης με νανοσωληνίκο άνθρακος [1]

Ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει στις “Αναφορές” για να βρει παραδείγματα βιονανοτεχνολογικών εφαρμογών των ΠΜΔ. Ενδεικτικά, αναφέρω τη μελέ-

τη της προσρόφησης της Ινονεκτίνης σε επιφάνεια γραφίτη (Εικ.2), τη μελέτη της αλληλεπίδρασης αλβουμίνης με νανοσωληνίσκους άνθρακος (Εικ.3), καθώς και τη μελέτη για το πέρασμα αποσπάσματος DNA δια μέσου ενός νανοπόρου σε υμένιο Si_3N_4 (Εικ.4).



Εικόνα 4. Φάσεις της διαδικασίας πέρασματος ενός αποσπάσματος DNA δια μέσου νανοπόρου σε υμένιο Si_3N_4 [2]

Κλείνοντας την σύντομη αυτή αναφορά στην συνεισφορά των ΠΜΔ στη Βιονανοτεχνολογία θα ήθελα να προσθέσω, ότι το αντικείμενο αυτό διδάσκεται στο πλαίσιο του μεταπτυχιακού προγράμματος Νανοεπιστήμες & Νανοτεχνολογίες και ότι σχετικό ερευνητικό έργο πραγματοποιείται στο Εργαστήριο Λεπτών Υμενίων, Νανοσυστημάτων & Νανομετρολογίας του τμήματος Φυσικής σε συνεργασία με το εργαστήριο Βιοχημείας του τμήματος Χημείας.

Γ. Παπαδόπουλος
Μεταδιδακτορικός Ερευνητής, LTFN, ΑΠΘ

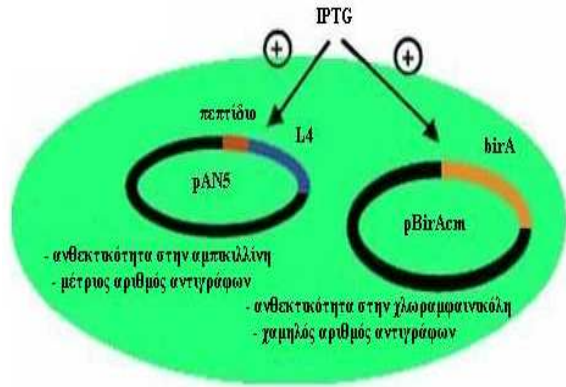
4. Βιο-λειτουργικά Λεπτά Υμένια

Η καθήλωση πρωτεϊνών και ενζύμων με τη “δραστική” τους μορφή σε επιφάνειες αποτελεί ένα σημαντικό βήμα για την κατασκευή βίο-αισθητήρων, ενζυμικών

βίο-αντιδραστήρων, και γενικώς επιφανειών με ευρεία χρήση σε πολλούς νανο-βιο-τεχνολογικούς τομείς.

Η λειτουργικότητα των πρωτεϊνών είναι άμεσα συσχετισμένη με την διαμόρφωσή τους. Επομένως απαραί-

τητη προϋπόθεση είναι η διατήρηση της “λειτουργικής δομής” τους κατά την διάρκεια ή μετά από οποιαδή-



Εικόνα 1. Κύτταρα AVB101 με τα δύο επαγόμενα με IPTG πλασμίδια. Απεικονίζονται: το γονίδιο του ενζύμου BirA (**πορτοκαλί**), το γονίδιο της πρωτεΐνης που πρόκειται να βιοτινυλιωθεί (**μπλε**) και η νουκλεοτιδική ακολουθία του 14-μερούς πεπτιδίου (**κόκκινο**) (www.avidity.com).

ποτε κατεργασία που στοχεύει στην καθήλωσή τους σε επιφάνειες.

Μία παράμετρος στην οποία πρέπει να δοθεί βαρύτητα προκειμένου οι καθηλωμένες πρωτεΐνες να διατηρήσουν τη λειτουργική τους διαμόρφωση είναι ο τρόπος με τον οποίον θα συνδεθούν με τις επιφάνειες. Η “πλευρά” σύνδεσης δεν πρέπει να είναι πλησίον του “ενεργού κέντρου” εάν πρόκειται για ένζυμα, ή να αποδιατάσσει “πρωτεϊνικές επικράτειες” (Domains). Πρωτεϊνικές περιοχές με ευελιξία και πλούσιες σε τυχαία σπειράματα αποτελούν τους καταλληλότερους υποψήφιους για τέτοιου είδους μελέτες.

Πρόσφατα, δημοσιεύτηκαν μελέτες καθήλωσης πρωτεϊνών μέσω ενός μη ομοιοπολικού αλλά πολύ σταθερού δεσμού που αναπτύσσεται ανάμεσα στη συνδεόμενη βιοτίνη (Βιταμίνη Η) με την πρωτεΐνη και το υπόστρωμα αβιδίνης / στρεπταβιδίνης (Zhen G, et al., 2004). Η βιοτίνη, όπως προαναφέρθηκε είναι η βιταμίνη Η και είναι απαραίτητη σε όλες τις μορφές ζωής. Συντίθεται από τα φυτά, τα περισσότερα βακτήρια, μερικούς μύκητες, και δρα ως συνένζυμο. Η βιοτίνη συνδέεται ομοιοπολικά στο ενεργό κέντρο ορισμένων ενζύμων (καρβοξυλασών), που μεταφέρουν το διοξείδιο του άνθρακα από το όξινο ανθρακικό στα οργανι-

κά οξέα για να διαμορφώσουν τους κυτταρικούς μεταβολίτες.

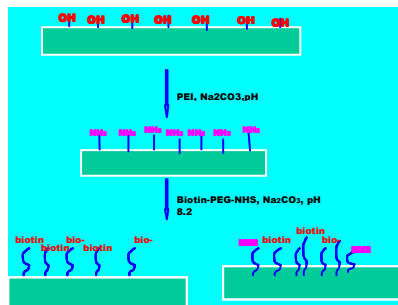
Οι καρβοξυλάσες έχουν βασικούς ρόλους στην γλυκονεογένεση, την λιπογένεση, το μεταβολισμό των αμινοξέων και την ενεργειακή μετατροπή. Η αντίδραση που συνδέει την βιοτίνη σε αυτά τα ένζυμα είναι εντυπωσιακά εξειδικευμένη (Chapman-Smith A, 1997).

Η πρόσδεση της βιοτίνης στις πρωτεΐνες γίνεται είτε *in vitro* ή *in vivo*. Στην πρώτη περίπτωση υπάρχει κίνδυνος καταστροφής ολικής ή εν μέρει της δομής των πρωτεϊνών που πρόκειται να σημανθούν (να βιοτινυλιωθούν). Αντίθετα η πρόσδεση της βιοτίνης *in vivo* διασφαλίζει την δομική και λειτουργική τους ακεραιότητα.

Βιοτινυλίωση πρωτεϊνών *in vivo*

Η βιοτινυλίωση είναι μια μετα-μεταφραστική τροποποίηση υψηλής εξειδίκευσης. Στα βακτήρια *E.coli* αναγνωρίζεται μόνο μία λυσίνη της BCCP (Biotin Carboxyl Carrier Protein) υπομονάδας της ακετυλο-CoA καρβοξυλάσης και βιοτινυλιώνεται από την BirA συνδετάση.

Για την *in vivo* βιοτινυλίωση πρωτεϊνών έχουν αναπτυχθεί συστήματα, όπως το στέλεχος AVB101 του βακτηρίου *E.coli*. Αυτό το στέλεχος περιέχει ένα πλασμίδιο (pBIRAcM), στο οποίο είναι ενσωματωμένο το γονίδιο της BirA συνδετάσης. Μπορεί, επιπλέον, να δεχτεί ένα δεύτερο πλασμίδιο (pAN5), το οποίο περιέχει τη νουκλεοτιδική ακολουθία του 14-μερούς πεπτιδίου που μπορεί να βιοτινυλιωθεί *in vivo*. Ακριβώς μετά από αυτήν την ακολουθία είναι δυνατό να κλωνοποιηθεί το γονίδιο της πρωτεΐνης που θέλουμε να βιοτινυλώσουμε. Με προσθήκη IPTG, αρχικά υπερπαράγεται η πρωτεΐνη ενωμένη στο N-τελικό άκρο της με το 14-μερές πεπτίδιο και στη συνέχεια εκφράζεται το ένζυμο BirA, το οποίο αναγνωρίζει το 14-μερές πεπτίδιο και το βιοτινυλιώνει *in vivo*. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να εκφράζεται η πρωτεΐνη με το ένα άκρο της βιοτινυλιωμένο (www.avidity.com).



Εικόνα 2. Σχηματική αναπαράσταση της βιο-μετατροπής των λεπτών υμενίων με βιοτίνη

Η σύνδεση της βιοτίνης είναι μια αντίδραση δύο σταδίων που οδηγεί στο σχηματισμό ενός αμιδικού δεσμού μεταξύ της καρβοξυλικής ομάδας της βιοτίνης και της ε-αμινομάδας της τροποποιημένης λυσίνης. Οι ακολουθίες των *in vivo* βιοτινυλιωμένων υποστρωμάτων είναι υψηλά συντηρημένες ανάμεσα στα είδη. Το μικρότερο δυνατό υπόστρωμα που μπορεί να βιοτινυλιωθεί από την BirA είναι ένα 14-μερές πεπτίδιο (G-L-N-D-I-F-E-A-Q-K-I-E-W-H) {Beckett D. et al., 1999}.

Βιο-Λειτουργικά Λεπτά Υμένια (PET, PEN)

Η “βιο-μετατροπή” των επιφανειών λεπτών υμενίων επιτυγχάνεται με διάφορες μεθόδους. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ύπαρξη υδροξυλομάδων εκτεθειμένων στην επιφάνεια. Η προσθήκη των OH- γίνεται με την προσθήκη ενός αλκοξειδίου και συγκεκριμένα ενός παραγώγου του πυριτίου TEOS-tetraethoxysilane-Si(OC₂H₅)₄. Η διαδικασία αυτή αναφέρεται στην διεθνή βιβλιογραφία ως *μέθοδος sol-gel* και η τεχνική που χρησιμοποιείται ως τεχνική επικάλυψης μέσω περιστροφής (spin coating).

Μετά την εμφάνιση των εκτεθειμένων υδροξυλομάδων στην επιφάνεια των Λεπτών Υμενίων ακολουθεί η μετατροπή τους σε ελεύθερες αμινοομάδες (NH₂). Η μετατροπή αυτή γίνεται με την προσθήκη ενός άλλου αντιδραστήριου και πιο συγκεκριμένα ενός διαλύματος 5% PEI (polyethyleneimine) σε Na₂CO₃, pH 8.2.

Στη συνέχεια προστίθεται η πολυαιθυλενογλυκόλη (PEG) η οποία είναι σε ένα πολύ μικρό ποσοστό βιοτινυλιωμένη και συζευγμένη με τον N-υδροξυεστέρα του σουκινιμιδίου (N-Hydroxysuccinimidyl ester, NHS-ester, biotin-PEG-NHS, MW 3 400) σε Na₂CO₃

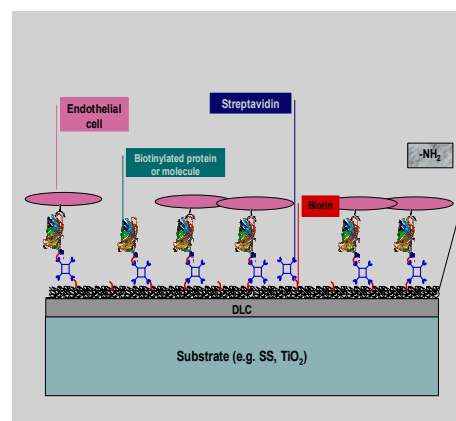
(αναλογία 1:10⁷). Ο εστέρας αυτός αντιδρά με αμινοομάδες και σχηματίζεται ομοιοπολικός δεσμός.

Τα στάδια που περιγράφηκαν απεικονίζονται στην εικόνα 2.

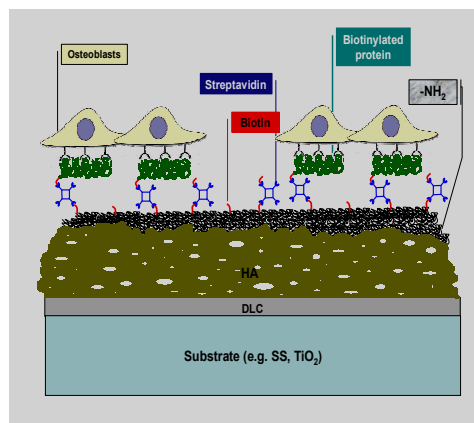
Στη συνέχεια προστίθενται: **α.** το “υπόστρωμα” της βιοτίνης, η στρεπταβιδίνη η οποία αλληλεπιδρά ισχυρά με την βιοτίνη και **β.** η πρωτεΐνη που έχει βιοτινυλιωθεί *in vivo*, όπως περιγράφηκε πιο πάνω.

Το αποτέλεσμα όλων αυτών των αντιδράσεων / τροποποιήσεων είναι η δημιουργία επιφανειών με ιδιότητες ανάλογες με εκείνες των πρωτεϊνών που έχουν καθηλωθεί με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να διασφαλίζεται η λειτουργικότητά τους.

Τέτοιες λειτουργικές επιφάνειες χρησιμοποιούνται σε πολλούς τομείς στη νανο-βιο-ιατρική (Nano-Bio - Medicine), για προσθέσεις σε αρτηρίες (stents) ή στην ορθοπεδική με τους κατάλληλους πρωτεϊνικούς παράγοντες κάθε φορά όπως απεικονίζονται στις εικόνες 3 και 4, αντίστοιχα.



Εικόνα 3. Σχηματική αναπαράσταση βιο-επιφανειών στις οποίες έχει καθηλωθεί μέσω του δεσμού βιοτίνη/στρεπταβιδίνη ο παράγων VEGF (vascular endothelial growth factor) αφού προηγουμένως έχει βιοτινυλιωθεί *in vivo* και ο οποίος προσελκύει ενδοθηλιακά κύτταρα (Πηγή LTFN)

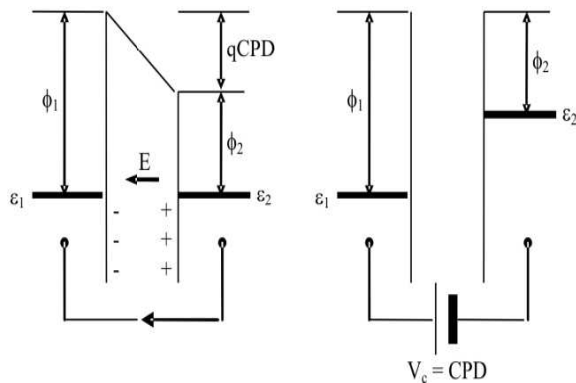


Εικόνα 4. Σχηματική αναπαράσταση βιο-επιφανειών στις οποίες έχει καθηλωθεί μέσω του δεσμού βιοτίνη / στρεπταβιδίνη η πρωτεΐνη BMP (Bone Morphogenetic Protein) αφού προηγουμένως έχει βιοτινυλιωθεί *In vivo* και η οποία προσελκύει οστεοβλάστες (Πηγή LTFN)

Αναπλ. Καθ. Θεοδώρα Χολή-Παπαδοπούλου
Τμήμα Χημείας, Εργαστήριο Βιοχημείας, ΑΠΘ
Σε συνεργασία με το Εργαστήριο Λεπτών Υμενίων
Νανοσυστημάτων & Νανομετρολογίας (LTFN)

5. Scanning Kelvin Probe Force & Scanning Near-Surface Optical Microscopy

Η μικροσκοπία **Scanning Kelvin Probe Force Microscopy** (SKPFM) είναι παραλλαγή της μικροσκοπίας ατομικών δυνάμεων (AFM) και πληροφορεί για την κατανομή του δυναμικού της επιφάνειας του υλικού. Στο ηλεκτρικό ανάλογο, η ακίδα του AFM και το δείγμα αντιστοιχούν σε πλάκες πυκνωτή από διαφορετικό υλικό. Κατά τη σύνδεση τους, ηλεκτρόνια θα διαρρέυσουν από το υλικό με το μικρότερο έργο εξόδου προς αυτό με το μεγαλύτερο, μέχρι να εξισωθούν οι στάθμες Fermi (αριστερά). Το ηλεκτρικό πεδίο μηδενίζεται εφαρμόζοντας ένα δυναμικό ίσο με την διαφορά δυναμικού επαφής (δεξιά) (Σχ.1).



Σχήμα 1. Όταν τα δύο υλικά συνδεθούν ηλεκτρικά, ηλεκτρόνια διαρρέουν από το υλικό με το μικρότερο έργο εξόδου προς αυτό με το μεγαλύτερο, μέχρι να εξισωθούν οι στάθμες Fermi (αριστερά). Το ηλεκτρικό πεδίο μηδενίζεται εφαρμόζοντας ένα δυναμικό ίσο με την διαφορά δυναμικού επαφής (δεξιά).

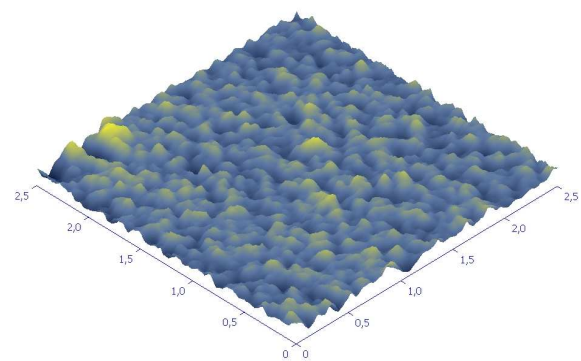
Η παρουσία του ηλεκτρικού πεδίου μέσα στον πυκνωτή μπορεί εύκολα να ανιχνευτεί. Ένα εξωτερικό δυναμικό μπορεί να εφαρμοστεί ώστε να μηδενίσει αυτό το πεδίο. Στην ισορροπία, το εξωτερικά εφαρμο-

ζόμενο δυναμικό ισούται με τη διαφορά δυναμικού επαφής η οποία δίνεται από την παρακάτω σχέση

$$V_{CPD} = \frac{\Phi_{sample}}{q} - \frac{\Phi_{tip}}{q} = \frac{\Delta\Phi}{q}$$

όπου Φ_{sample} , Φ_{tip} τα έργα εξόδου του δείγματος και της ακίδας του AFM.

Το έργο εξόδου είναι μια από τις πιο σημαντικές ιδιότητες που χαρακτηρίζουν μια επιφάνεια. Φυσικά και χημικά φαινόμενα που πραγματοποιούνται σε μία επιφάνεια εξαρτώνται σημαντικά από αυτό. Γνωρίζοντας το έργο εξόδου της ακίδας μπορούμε να υπολογίζουμε κάθε φορά το έργο εξόδου σε κάθε σημείο της επιφάνειας του δείγματος. Στο Σχ. 2 παρουσιάζεται η εικόνα Kelvin της επιφάνειας λεπτού υμενίου G-PEDOT:PSS (glycerol doped), το οποίο χρησιμοποιείται στα οργανικά ηλεκτρονικά. Το έργο εξόδου του δείγματος ήταν $\Phi = 5$ eV, σε συμφωνία με την βιβλιογραφία, όπου το Φ μετρήθηκε με X-ray Photoelectron Spectroscopy και Ultraviolet Photoelectron Spectroscopy.



Σχήμα 2. Εικόνα Kelvin 2,5x2,5 μm από G-PEDOT:PSS [Πηγή: LTFN]

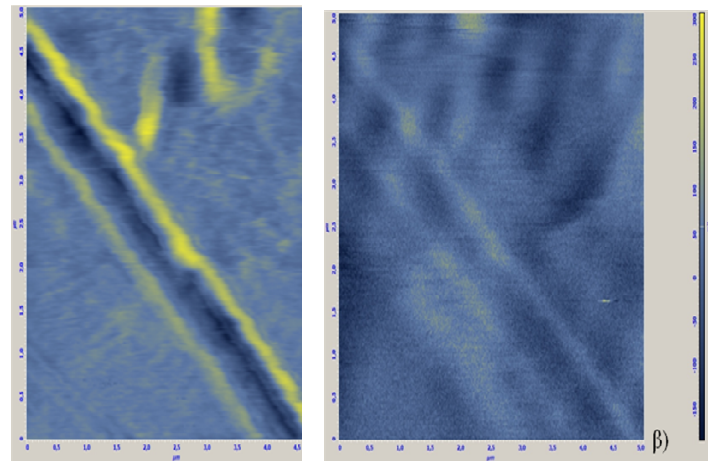
Η **Σαρωτική Οπτική Μικροσκοπία Κοντινού Πεδίου** (Scanning Near-Surface Optical Microscopy –

SNOM ή NSOM) αποτελεί πειραματική τεχνική βασισμένη στις αρχές της Σαρωτικής Μικροσκοπίας Προ-

βόλου (Scanning Probe Microscope) και της Οπτικής Μικροσκοπίας. Με τη SNOM επιτυγχάνεται η άρση του ορίου περιθλάσης του Abbe, το οποίο περιορίζει τη διακριτική ικανότητα της “κλασικής” οπτικής μικροσκοπίας στην ακτίνα του δίσκου Airy και αυτό επιτυγχάνεται μέσω της ελαχιστοποίησης της απόστασης φωτεινή πηγή - επιφάνεια δείγματος. Επιπλέον, επιτρέπει την οπτική παρατήρηση νανοδομών της επιφάνειας διάφανων και μη υλικών με διακριτική ικανότητα μερικών δεκάδων νανομέτρων, ταυτόχρονα με τη σάρωση της επιφάνειας του δείγματος. Τυπικό αποτέλεσμα μίας SNOM μέτρησης είναι ένα ζεύγος εικόνων από την ίδια περιοχή της επιφάνειας του δείγματος. Στη μία εικόνα απεικονίζεται η μορφολογία της επιφάνειας η οποία προέρχεται από τη δυναμική / μηχανική αλληλεπίδραση μεταξύ του σαρωτή και της επιφάνειας του δείγματος και στην άλλη αποδίδεται η διακύμανση της έντασης του φωτός σε κάθε σημείο του δείγματος, όπου ως σημείο ορίζεται περιοχή έκτασης εξαρτώμενης από το διάφραγμα του σαρωτή που φέρει την οπτική ίνα. Η καταγραφή της διακύμανσης της έντασης του φωτός υλοποιείται από φωτοπολλαπλασιαστή εγκατεστημένο είτε σε κατάλληλη έξοδο του ανάστροφου μικροσκοπίου για την καταγραφή του διερχόμενου φωτός ή στην κεφαλή του σαρωτή για την καταγραφή του ανακλώμενου φωτός. Σε προηγούμενα τεύχη αυτής της έκδοσης (Απρίλιος 2005, Δεκέμβριος 2007), έχουν περιγραφεί οι δυνατότητες και η λειτουργία της διάταξης SNOM που είναι εγκατεστημένη στο εργαστήριο Λεπτών Υμενίων –

Νανοσυστημάτων & Νανομετρολογίας (LTFN) του Τμήματος Φυσικής, Α.Π.Θ.

Στο Σχ.1 παρουσιάζεται ζεύγος εικόνων SNOM, μεγέθους 5x5 μm, από την επιφάνεια λεπτού υμενίου οξειδίου του ψευδαργύρου (ZnO) ανεπτυγμένου σε μεμβράνη PET, για εφαρμογή ηλεκτροδίου σε εύκαμπτα οργανικά φωτοβολταϊκά. Παρατηρείται η ρηγμάτωση της επιφάνειας του ZnO σε βάθος 50nm (Σχ.1α), η οποία προκαλεί διαφορά στην ένταση του διερχόμενου φωτός (Laser 532 nm) (Σχ.1β).



Σχήμα 1: Τοπογραφία (α) και οπτική εικόνα SNOM (β) από και την επιφάνεια λεπτού υμενίου ZnO ανεπτυγμένου σε υπόστρωμα PET.

Η διάταξη SNOM χρησιμοποιείται στο χαρακτηρισμό ανόργανων και οργανικών νανοϋλικών, βιολογικής ύλης (πρωτεΐνες, μικροοργανισμοί, κύτταρα), οπτικών στοιχείων, νανοηλεκτρονικών διατάξεων, ενώ ιδιαίτερο ενδιαφέρον προκαλεί η δυνατότητα χρήσης της στη νανοσχεδίαση (nanopatterning) της επιφάνειας φωτοευαίσθητων υλικών.

Παναγιώτης Καραγιαννίδης,

Μεταπτυχιακός Φοιτητής Δ.Π.Μ.Σ. Ν&Ν

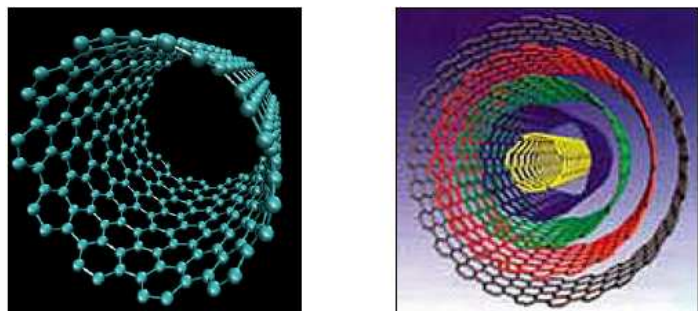
Δρ. Κασσαβέτης Σπυρίδων

Μεταδιδακτορικός Ερευνητής, LTFN, Α.Π.Θ.

6. Χρήση νανοσωλήνων άνθρακα για τη μεταφορά γενετικού υλικού

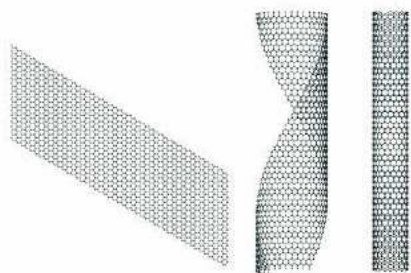
Οι νανοσωλήνες άνθρακα (CNTs) συνιστούν μία αλλοτροπική μορφή του άνθρακα, όπως ο γραφίτης, το διαμάντι και τα φουλερένια. Υπάρχουν δύο κύριοι τύ-

ποι νανοσωλήνων άνθρακα: α) οι μονοτοιχωματικοί (single-walled nanotubes-SWNTs) και β) οι πολυτοιχωματικοί (multi-walled nanotubes-MWNTs).



Εικόνα 1. Εγκάρσια τομή ενός μονοτοιχωματικού (SWNT) (αριστερά) και ενός πολυτοιχωματικού (MWNT) (δεξιά) νανοσωλήνα άνθρακα

Αποτελούν κοίλους κυλίνδρους φύλλων γραφίτη (graphene) με διάμετρο της τάξης του νανομέτρου: 0,4-3nm για τους μονοτοιχωματικούς και 1,4-100nm για τους πολυτοιχωματικούς νανοσωλήνες άνθρακα. Μπορούν να θεωρηθούν ως μεμονωμένα μόρια, όσον αφορά το μικρό τους μέγεθος (~nm σε διάμετρο ~μm σε μήκος) ή ως ημιμονοδιάστατοι κρύσταλλοι (quasi-one dimensional crystals). Υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους μπορεί να περιελιχθεί ένα φύλλο σε κύλινδρο καταλήγοντας να έχει διαφορετικές διαμέτρους και μικροσκοπικές ιδιότητες σωληνών.



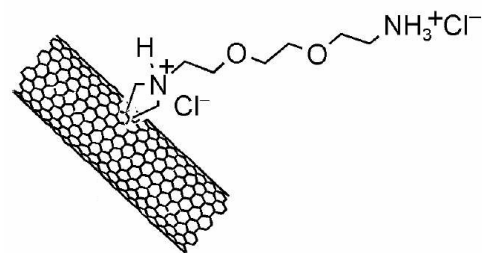
Εικόνα 2. Απεικόνιση ενός φύλλου γραφίτη το οποίο τυλίγεται για το σχηματισμό ενός νανοσωλήνα άνθρακα

Οι νανοσωλήνες άνθρακα παρουσιάζουν πολλές μοναδικές φυσικές και χημικές ιδιότητες, ιδιότητες οι οποίες τους καθιστούν χρήσιμους σε ένα ευρύ φάσμα

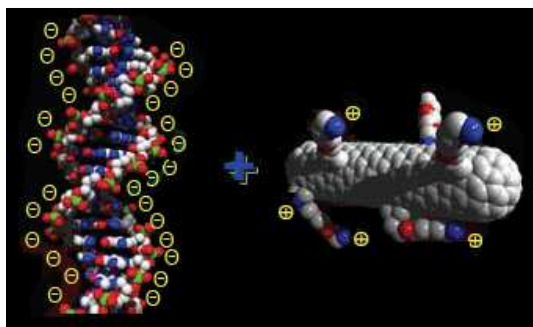
εφαρμογών: στη νανοτεχνολογία, στην ηλεκτρονική, στην οπτική και σε άλλα πεδία της επιστήμης των υλικών. Τα τελευταία χρόνια, επίσης, διεξάγεται εκτεταμένη έρευνα στις βιολογικές και ιατρικές εφαρμογές τους.

Και οι δύο τύποι νανοσωλήνων (μονοτοιχωματικοί και πολυτοιχωματικοί) είναι αδιάλυτοι στους περισσότερους διαλύτες εξαιτίας της υδροφοβικότητας του άνθρακα. Το γεγονός αυτό καθιστά τη χρήση αυτών των υλικών περιορισμένη στις βιολογικές εφαρμογές. Μία μέθοδος για τη διαλυτοποίηση των νανοσωλήνων άνθρακα είναι η ενεργοποίησή (functionalization) τους μέσω της αντίδρασης 1,3-διπολικής κυκλοπροσθήκης στην εξωτερική επιφάνεια των νανοσωλήνων ⁽¹⁾.

Οι ενεργοποιημένοι νανοσωλήνες άνθρακα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φορείς γενετικού υλικού σε κύτταρα. Η μεταφορά γονιδίων (gene delivery) σε κύτταρα περιλαμβάνει πολλές στρατηγικές και το υλικό το οποίο μεταφέρεται μπορεί να είναι γονίδια, τμήματα γονιδίων ή ολιγονουκλεοτίδια. Το μέσο που χρησιμοποιείται για να διευκολύνει τη μεταφορά του γενετικού υλικού στο στόχο του, αναφέρεται ως φορέας (vector). Το DNA αλληλεπιδρά με την κατιονική φύση των ενεργοποιημένων νανοσωλήνων άνθρακα και έτσι δημιουργούνται σύμπλοκα "DNA-CNTs".



Εικόνα 3. Ενεργοποιημένος νανοσωλήνας άνθρακα



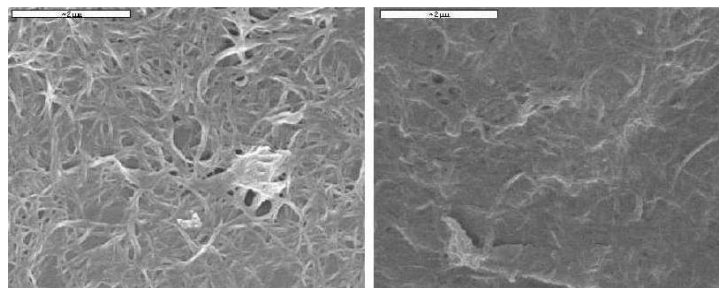
Εικόνα 4. Ηλεκτροστατική αλληλεπίδραση DNA με θετικά φορτισμένο νανοσωλήνα άνθρακα

Για τη μελέτη των νανοσωλήνων άνθρακα ως φορέων στη μεταφορά γενετικού υλικού, ως γενετικό υλικό επιλέχθηκε το γονίδιο της λυάσης της πηκτίνης. Η λυάση της πηκτίνης είναι ένα ένζυμο το οποίο καταλύει τη διάσπαση του α-1,4-γλυκοζιτικού δεσμού μεταξύ εστεροποιημένων μορίων D-γαλακτουρονικού οξέος.

Για το σκοπό αυτό δημιουργήθηκαν σύμπλοκα «DNA-νανοϋλικό» με τελικό σκοπό να μελετηθεί η επίδραση των νανοϋλικών στην ικανότητα μετασχηματισμού των κυττάρων BL21[DE3] και Top10F⁻ καθώς και η επίδρασή τους στην έκφραση του γονιδίου της λυάσης της πηκτίνης (PNL) και κατ' επέκταση στην ενζυμική δραστηριότητα. Τα σύμπλοκα «DNA-νανοϋλικό» αναλύθηκαν με τις εξής τεχνικές: σαρωτική ηλεκτρονική μικροσκοπία (Scanning Electron Microscopy-SEM) (Εικόνα 5), μικροσκοπία ατομικών δυνάμεων Atomic Force Microscopy-AFM) (Εικόνα 6), φθορισμομετρία και ηλεκτροφόρηση σε πηκτική αгарόζης.

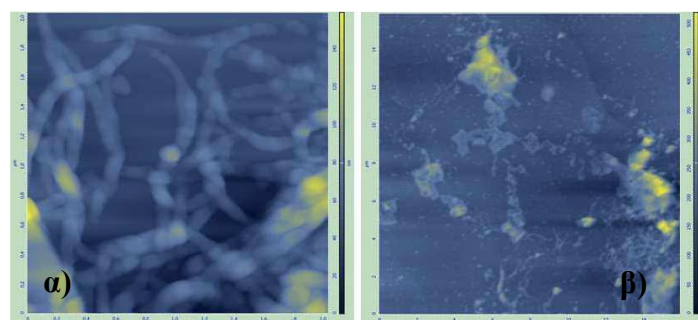
Βιβλιογραφία

- Georgakilas V., Tagmatarchis N., Pantarotto D., Bianco A., Briand J.-P., Prato M. (2002) “Amino acid functionalisation of water soluble carbon nanotubes”, Chem. Commun., 3050–3051 (Ανάκτηση από World Wide Web: www.rsc.org/chemcomm).



Εικόνα 5. Εικόνες SEM: α) Ενεργοποιημένων μονοτοιχωματικών νανοσωλήνων άνθρακα, β) Συμπλόκων DNA-(f-SWNTs)

Στις εικόνες 5.α) και 6.α) παρουσιάζονται ενεργοποιημένοι SWNTs σε δέσμες διαμέτρου 10-50 nm. Στην εικόνα 5.β) παρουσιάζεται η αλληλεπίδραση του DNA με τους f-SWNTs. Στην εικόνα 6.β) παρουσιάζονται τα σύμπλοκα «DNA- f-SWNTs». Αυτό που παρατηρήθηκε είναι ότι οι ενεργοποιημένοι νανοσωλήνες άνθρακα επιδρούν ενισχυτικά στο μετασχηματισμό επιδεκτικών κυττάρων Escherichia coli (BL21) καθώς και στην ειδική δραστηριότητα της λυάσης της πηκτίνης. Παρατηρήθηκε ακόμη ότι αύξηση της συγκέντρωσης του υλικού συνοδεύεται από παράλληλη αύξηση της ειδικής δραστηριότητας της λυάσης της πηκτίνης.



Εικόνα 6. Εικόνες AFM: α) Ενεργοποιημένων μονοτοιχωματικών νανοσωλήνων άνθρακα, β) Συμπλόκων DNA-(f-SWNTs) (Πηγή LTFN)

- Παρασκευοπούλου Ε. «Χρήση νανοϋλικών για τη μεταφορά γενετικού υλικού σε μικροοργανισμούς» (2008), Μεταπτυχιακή εργασία Δ.Π.Μ.Σ. Νανοεπιστήμες & Νανοτεχνολογίες, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Παρασκευοπούλου Ελισσάβετ
Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια ΔΠΜΣ Ν&Ν

7. Το ΑΠΘ οδηγεί την Έρευνα στα Οργανικά & Μεγάλης Κλίμακας Ηλεκτρονικά στην Ευρώπη

Ο τομέας των εύκαμπτων οργανικών ηλεκτρονικών είναι ένας από τους πιο ταχύτατα αναπτυσσόμενους τομείς της σύγχρονης Επιστήμης και Τεχνολογίας. Τα τελευταία χρόνια λαμβάνει χώρα μια πρωτοφανής προσπάθεια σε παγκόσμιο επίπεδο για την ανάπτυξη και την βελτιστοποίηση καινοτόμων υλικών, διαδικασιών ανάπτυξης και παραγωγής που θα οδηγήσουν στην παραγωγή εύκαμπτων ηλεκτρονικών διατάξεων, όπως εύκαμπτες οθόνες και συστήματα απεικόνισης πληροφοριών, εύκαμπτα φωτοβολταϊκά στοιχεία, εύκαμπτες επιφάνειες φωτισμού, κ.α. Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) στα πλαίσια του 7^{ου} Προγράμματος Πλαισίου (7th Framework Programme - FP7) που θα διαρκέσει το διάστημα 2007-2013, χρηματοδοτεί δράσεις στο πεδίο αυτό. Το ΑΠΘ και πιο συγκεκριμένα το εργαστήριο LTFN πρωτοπορεί στην έρευνα αυτή καθοδηγώντας και συμμετέχοντας σε μια σειρά ερευνητικών προγραμμάτων στα πλαίσια του FP7. Στο άρθρο αυτό παρουσιάζονται τα τρία αυτά προγράμματα τα οποία πραγματοποιούνται με την συμμετοχή σημαντικών επιστημονικών και ερευνητικών φορέων (Πανεπιστήμια, Ερευνητικά Ινστιτούτα και εταιρίες) του εξωτερικού.

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΓΟ

FP6 - NMP STREP Flexonics



Το ερευνητικό έργο Flexonics με τίτλο "Ultra-high barrier films for r2r encapsulation of flexible electronics" το οποίο χρηματοδοτήθηκε από την ΕΕ στα πλαίσια του 6^{ου} Προγράμματος Πλαισίου (FP6) και το οποίο συντονίστηκε εξ ολοκλήρου από το Εργαστήριο LTFN ολοκληρώθηκε τον Μάρτιο 2008. Στις 17 και 18 Απριλίου πραγματοποιήθηκε στο Ξενοδοχείο «Πόρτο Καρράς» και το τελικό meeting (φωτό) όπου συζητήθηκαν από όλους τους συμμετέχοντες, παρουσία του

επιστημονικού εκπροσώπου (scientific officer) από την ΕΕ, όλα τα αποτελέσματα του έργου καθώς και οι δράσεις αξιοποίησης αυτών των αποτελεσμάτων και τα ωφέλη για τον τομέα των Οργανικών Ηλεκτρονικών.



Επίσης, παρουσιάστηκαν και τα πρώτα προϊόντα-αποτελέσματα του έργου, ένα εύκαμπτο φωτοβολταϊκό στοιχείο και ένα εύκαμπτο σύστημα απεικόνισης (OLED) τα οποία ενθουλακώθηκαν με τα υλικά υπέρ-υψηλού φραγμού που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια του Flexonics. Όπως αναφέρθηκε και από τον επιστημονικό εκπρόσωπο από την ΕΕ, τα προβλήματα που έλυσε το Flexonics αποτελούν σημαντικότερο βήμα για την ανάπτυξη των Εύκαμπτων Οργανικών Ηλεκτρονικών και έδωσε συγχαρητήρια σε όλους τους συμμετέχοντες φορείς.

Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το Flexonics, μπορείτε να επισκεφτείτε το παρακάτω website:

www.flexonics.org

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΓΟ

ICT STREP OLATronics



Το ερευνητικό έργο OLATronics με τίτλο «Ανάπτυξη και ενσωμάτωση διαδικασιών και τεχνολογιών για την παραγωγή Οργανικών Εύκαμπτων Ηλεκτρονικών χαμηλού κόστους & μεγάλης κλίμακας» ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2008, θα διαρκέσει τρία χρόνια και

χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα στα πλαίσια του 7ου Προγράμματος Πλαισίου (FP7). Το έργο αυτό είναι ένα STREP Project (Specific Targeted Research Program) που χρηματοδοτείται από τον τομέα Information & Communication Technologies (ICT) της ΕΕ και προσανατολίζεται στην ανάπτυξη νέων υλικών και διαδικασιών μεγάλης κλίμακας και χαμηλού κόστους με βελτιωμένες ιδιότητες και διάρκεια ζωής, καθώς και στην επιτυχή ενθυλάκωσή τους με r2r διαδικασίες πάνω σε εύκαμπτα υποστρώματα, με σκοπό την παραγωγή μεγάλης κλίμακας πρωτότυπων εύκαμπτων διατάξεων. Απώτερος στόχος του έργου είναι να ενισχυθεί η ανταγωνιστικότητα της Ευρωπαϊκής Βιομηχανίας στον τομέα των οργανικών ηλεκτρονικών.

Η κύρια ιδέα του OLATronics είναι:

- 1) η ανάπτυξη και ο συνδυασμός των υπαρχόντων τεχνολογιών για την βελτιστοποίηση: α) των διαδικασιών υγρής χημείας για την σύνθεση και την εναπόθεση ενεργών (active) και παθητικών (passive) οργανικών υλικών με εξελιγμένες ιδιότητες και μορφολογία, και β) των διαδικασιών ενθυλάκωσης των εύκαμπτων ηλεκτρονικών διατάξεων, και
- 2) η ενσωμάτωση (integration) των παραπάνω τεχνικών για την παραγωγή εύκαμπτων ηλεκτρονικών διατάξεων με διαδικασίες ευρείας κλίμακας και χαμηλού κόστους

Οι νέες αυτές τεχνολογίες θα ενσωματωθούν στην ανάπτυξη ενός ευρέος φάσματος εφαρμογών που περιλαμβάνει:

-Ηλεκτρονικές, οπτοηλεκτρονικές διατάξεις,

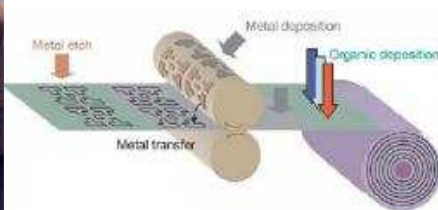
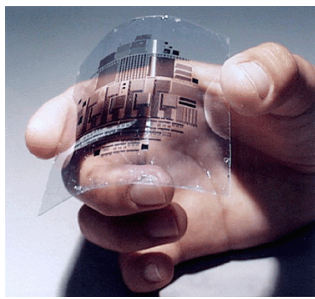
-Εύκαμπτες ηλεκτροχρωμικές οθόνες που θα χρησιμοποιηθούν σε πληθώρα διατάξεων όπως: ψηφιακές πινακίδες, Έξυπνες Ετικέτες, Έξυπνες Κάρτες, TVs, OLEDs, e-paper, στη συσκευασία φαρμακευτικών και άλλων προϊόντων.

-Φωτοβολταϊκά, Εύκαμπτα Φωτοκύτταρα, αισθητήρες νέας τεχνολογίας,

-Μελάνια εκτύπωσης, νέα οργανικά-ημιαγώγιμα υλικά, biochips κτλ.

Τον συντονισμό του ερευνητικού έργου OLATronics έχει αναλάβει το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης μέσω του ερευνητικού εργαστηρίου Λεπτών Υμενίων, Νανοσυστημάτων και Νανομετρολογίας (LTFN), με Επιστημονικό Υπεύθυνο τον Καθηγητή και Πρόεδρο του Τμήματος Φυσικής, Σ. Λογοθετίδη. Η κοινοπραξία (consortium) του OLATronics περιλαμβάνει επίσης Εταιρίες και Ερευνητικά Κέντρα από άλλες Ευρωπαϊκές χώρες, όπως η Siemens (Γερμανία), η H.C.Starck (Γερμανία), το Ινστιτούτο Fraunhofer (Γερμανία), η Horiba Jobin Yvon (Γαλλία), η Konarka (Αυστρία - Η.Π.Α.) και η Alcan Technology & Management Ltd (Ελβετία).

Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το OLATronics, μπορείτε να επισκεφτείτε το παρακάτω website: www.olatronics.org



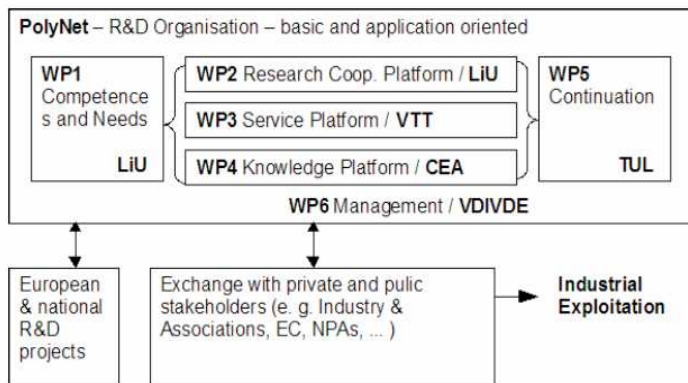
Κοκκινίδου Αγγελική
Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια ΔΠΜΣ Ν&Ν

Το Δίκτυο Αριστείας (Network of Excellence-NoE) PolyNet ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2008 θα διαρκέσει τρία χρόνια και χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα (τομέας Information & Communication Technologies (ICT)) στα πλαίσια του 7ου Προγράμματος Πλαισίου (FP7). Ο κύριος στόχος του PolyNet είναι να ξεπεράσει την διάσπαση των διαφόρων ευρωπαϊκών ερευνητικών φορέων στον τομέα των οργανικών ηλεκτρονικών και να δημιουργήσει ένα δίκτυο έρευνας με συντονισμένες δράσεις που θα οδηγήσουν σε νέες ανακαλύψεις στον τομέα αυτόν.

Αυτό θα επιτευχθεί με την λειτουργία των εξής τριών κεντρικών πλατφόρμων:

- α) πλατφόρμα ερευνητικής συνεργασίας
- β) πλατφόρμα υπηρεσιών
- γ) πλατφόρμα γνώσεων

Η παρακάτω εικόνα δείχνει τις πλατφόρμες αυτές καθώς και τους τρόπους αλληλεπίδρασης τους.



Ο κύριος στόχος της πλατφόρμας ερευνητικής συνεργασίας είναι να αυξήσει την ερευνητική εμπειρία και γνώση στην περιοχή των Οργανικών Ηλεκτρονικών μέσω ενός δικτύου ερευνητικής συνεργασίας. Στην πλατφόρμα αυτή θα καθοριστούν πρώτα τα πιο ση-

μαντικά ερευνητικά θέματα και κατόπιν θα πραγματοποιηθούν συνεργασίες μεταξύ των συμμετεχόντων φορέων, οι οποίες θα συνεχιστούν και μετά το τέλος του Έργου.

Ο κύριος στόχος της πλατφόρμας υπηρεσιών είναι να χτίσει έναν αυτόνομο οργανισμό ο οποίος θα παρέχει εύκολη πρόσβαση των εταιριών (κυρίως SMEs), Ερευνητικών Ινστιτούτων και Πανεπιστημίων στις τεχνολογίες αιχμής που αφορούν τα συστήματα και τις διαδικασίες παραγωγής εύκαμπτων ηλεκτρονικών διατάξεων.

Επίσης, η πλατφόρμα γνώσεων θα αναπτύξει την εμπειρία των συμμετεχόντων φορέων στον τομέα των Οργανικών Ηλεκτρονικών μέσω της ανταλλαγής εμπειριών και τεχνογνωσίας και της διάχυσης των αποτελεσμάτων έρευνας.

Το PolyNet συντονίζει το Ινστιτούτο VDI/VE-IT της Γερμανίας και συμμετέχει ένα πλήθος ερευνητικών φορέων (Πανεπιστήμια, Ινστιτούτα, Εταιρίες) από διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες, μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα, μέσω του Εργαστηρίου Λεπτών Υμενίων, Νανοσυστημάτων και Νανομετρολογίας (LTFN).

Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το PolyNet, μπορείτε να επισκεφτείτε το παρακάτω website: <http://www.vdivde-it.de/polynet>



Το ερευνητικό πρόγραμμα Opera είναι ένα από τα πρώτα προγράμματα του 7^{ου} Προγράμματος Πλαισίου (FP7) το οποίο έχει σαν γενικό στόχο την ενδυνάμωση της θέσης της Ευρώπης στον τομέα των οργανικών και μεγάλης κλίμακας ηλεκτρονικών (Organic & Large Area Electronics - OLAE).

Προς το παρόν, ο τομέας των OLAE στην Ευρώπη υποφέρει από δύο μεγάλα προβλήματα:

1. Έχει αναπτυχθεί ουσιαστικά χωρίς την ύπαρξη μιας ενιαίας στρατηγικής. Αυτό οδήγησε στον διπλασιασμό των προσπαθειών, στην μη αποτελεσματικότητα και στην κακή στρατηγική. Αυτά αποτελούν μεγάλα εμπόδια στην ανάπτυξη μιας πραγματικά παγκόσμιας δύναμης.
2. Ο τομέας των OLAE είναι προς το παρόν σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης για να ελκύσει επενδύσεις ευρείας κλίμακας από βιομηχανικούς φορείς.

Ο στόχος του Opera είναι να δημιουργήσει τις συνθήκες για την ίδρυση ενός πλήθους καθοδηγούμενων δικτύων ανταγωνιστικότητας στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Με τον τρόπο αυτό, θα αντιμετωπιστούν ταυτόχρονα τα παραπάνω προβλήματα.

Τα δίκτυα αυτά θα αποτελούνται από ένα σύνολο από εταιρίες και συνεργαζόμενους φορείς (Ερευνητικά Ινστιτούτα και Πανεπιστήμια - ένα εκ των οποίων είναι και το ΑΠΘ μέσω του Εργαστηρίου Λεπτών Υμενίων -

Νανοσυστημάτων & Νανομετρολογίας LTFN) και θα χαρακτηρίζονται από συμπληρωματικότητα και κοινά σημεία.

Συμμετέχοντες στο Opera

Το Opera αποτελείται από 6 συμμετέχοντες στους οποίους περιλαμβάνονται: 2 Πανεπιστήμια, 2 Ινστιτούτα για εφαρμοσμένη έρευνα, 1 εταιρία και 1 οργανισμός, από 4 χώρες της Ευρωπαϊκής ένωσης και από την Ελβετία. Αυτοί είναι οι εξής:

Plastic Electronics Foundation, Eindhoven, The Netherlands

<http://www.plastic-electronics.org>

VTT Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus Oulu, Finland

<http://www.vtt.fi>

University of Cambridge, Cavendish Laboratories Cambridge, United Kingdom

<http://www-oe.phy.cam.ac.uk>

University of Dresden, Institute of Applied Photo Physics

Dresden, Germany

<http://www.iapp.de/iapp/index.php?order=4&lan=en>

Holst Centre Research & Development Institute Eindhoven, The Netherlands

<http://www.holstcentre.com>

Ciba Specialty Chemicals, Central Research Basel, Switzerland

<http://www.cibasc.com>

Δρ. Λασκαράκης Αργύρης
Μεταδιδακτορικός Ερευνητής,
Εργαστήριο Λεπτών Υμενίων – Νανοσυστημάτων &
Νανομετρολογίας, Τμήμα Φυσικής, Α.Π.Θ.