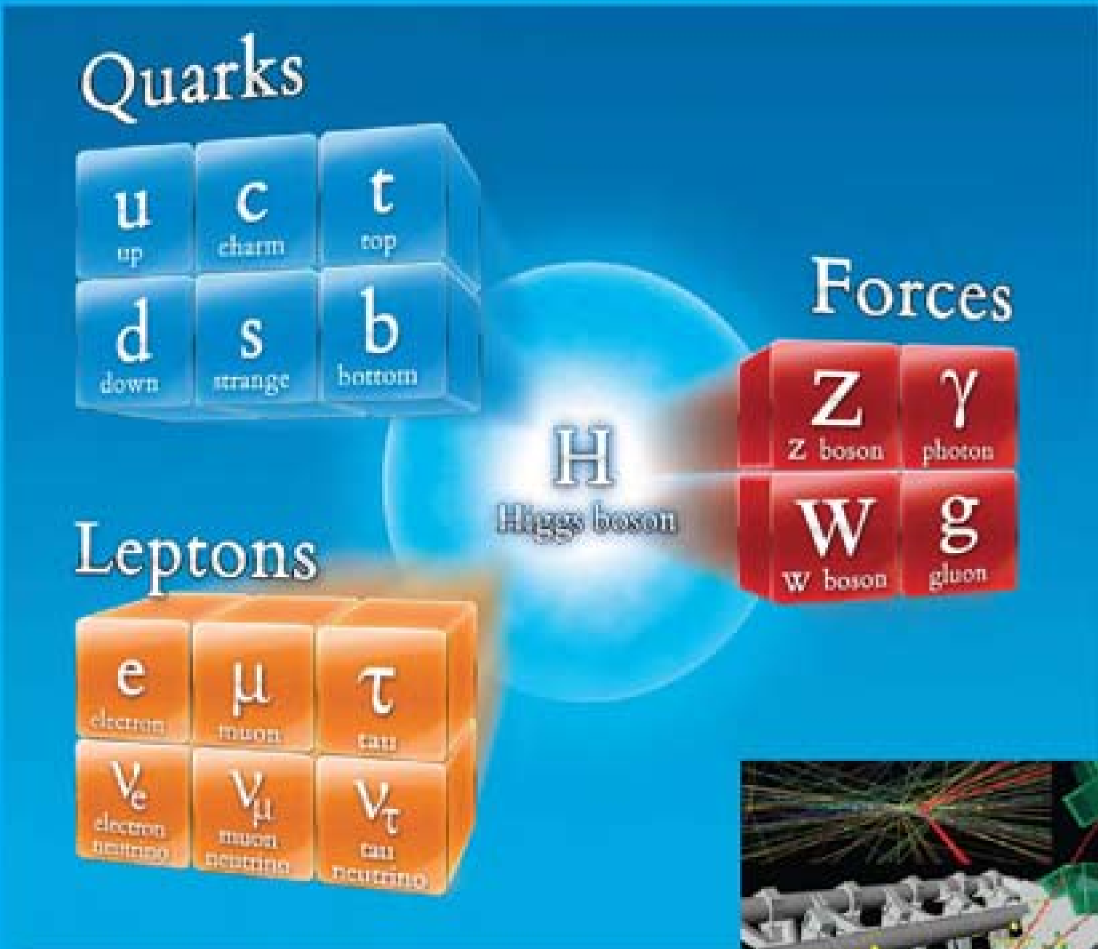
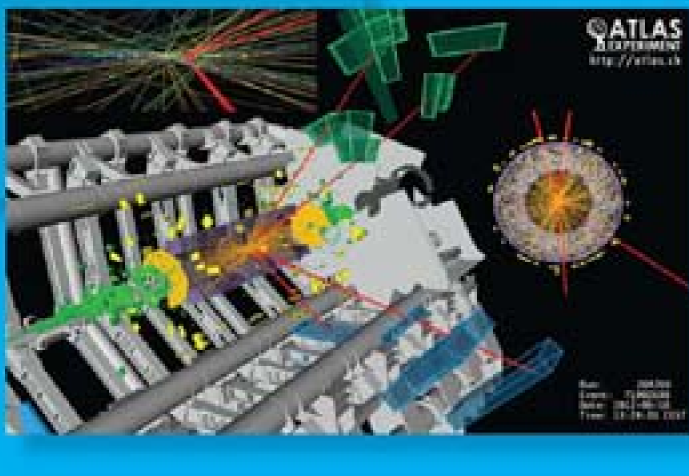
Περίοδος Δ' • Τεύχος 17 • Οκτώβριος 2012

φαινόμενον....

Το Περιοδικό του Τμήματος Φυσικής του Α.Π.Θ.

Παρατήρηση του σωματιδίου Higgs





- NANOTEXNOLOGY 2012
- EDS 2012
- Προηγμένη Ηλεκτρονική Μικροσκοπία
- Καινοτομία

φαινόμενον::::

Περίοδος Δ΄ • Τεύχος 15
Μάρτιος 2012

Περιοδική έκδοση
του Τμήματος Φυσικής Α.Π.Θ.
(Προεδρία Θ. Λαόπουλου)

Συντακτική Ομάδα
Γεώργιος Δημητρακόπουλος
(Επικ. Καθηγητής Τμ. Φυσικής)
Ιωσήφ Κιοσέογλου
(Επικ. Καθηγητής Τμ. Φυσικής)
Ιωάννης Σαμαράς
(Επικ. Καθηγητής Τμ. Φυσικής)
Κλεαρέτη Τουρπάλη
(Επικ. Καθηγήτρια Τμ. Φυσικής)
Κωνσταντίνος Κορδάς
(Λέκτορας Τμ. Φυσικής)
Αναστάσιος Λιόλιος
(Αν. Καθηγητής Τμ. Φυσικής)
Κωνσταντίνος Ευθυμιάδης
(Αν. Καθηγητής Τμ. Φυσικής)
Ι. Στούμπουλος
(Επικ. Καθηγητής Τμ. Φυσικής)
Δημήτρης Ευαγγελινός
(Υπ. Διδάκτωρ Τμ. Φυσικής)
Στέφανος Μαύρος
(Φοιτητής Τμ. Φυσικής)
Θεοδοσία Χαραλαμπίδου
(Φοιτήτρια Τμ. Φυσικής)
Ολυμπία Δάρτση
(Φοιτήτρια Τμ. Φυσικής)
Νίκος Χατζαράκης
(Φοιτητής Τμ. Φυσικής)
Κωνσταντίνος Κατριοπλάς
(Φοιτητής Τμ. Φυσικής)
Δημήτρης Χατζηπαναγιωτίδης
(Φοιτητής Τμ. Φυσικής)

Σελιδοποίηση – Τεχνική Επιμέλεια

COPYCITY Ε.Π.Ε.

Στο τεύχος αυτό συνεργάστηκαν:
Φιλομήλα Κομνηνού,
Καθηγήτρια Τμ. Φυσικής
Στέργιος Λογοθετίδης,
Καθηγητής Τμ. Φυσικής
Στυλιανός Μάσεν,
Καθηγητής Τμ. Φυσικής
Χαρά Πετρίδου,
Καθηγήτρια Τμ. Φυσικής
Ευστάθιος Πολυχρονιάδης,
Καθηγητής Τμ. Φυσικής
Γιάννης Στούμπουλος,
Επικ. Καθηγητής Τμ. Φυσικής
Μάρα Χαχαμίδου,
Δρ. ΔΠΜΣ Ν&Ν
Στέφανος Μαύρος,
Φοιτητής Τμ. Φυσικής
Θέτη Χαραλαμπίδου,
Φοιτήτρια Τμ. Φυσικής
Νίκος Χατζαράκης,
Φοιτητής Τμ. Φυσικής

Το «Φαινόμενον» διατίθεται και σε ψηφιακή μορφή στην ιστοσελίδα:
http://phenomenon.physics.auth.gr
Email επικοινωνίας:
phenomenon@physics.auth.gr

Σημείωμα της σύνταξης

Το σημαντικότερο επιστημονικό γεγονός του περασμένου καλοκαιριού είναι αναμφίβολα το κορυφαίο επίτευγμα της παρατήρησης των σωματιδίου Higgs στον LHC του CERN. Η σημαδιακή αυτή στιγμή στην εξέλιξη της Φυσικής αναλύεται στο σχετικό αφιέρωμα, όπου περιγράφεται επίσης και η σημαντική συμβολή που είχε το τμήμα μας σε αυτή την ανακάλυψη. Στο ίδιο διάστημα διοργανώθηκαν στην πόλη μας δύο σημαντικά συνέδρια στη νανοτεχνολογία και τη φυσική των ημιαγωγών. Η ανασκόπηση των εργασιών τους παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Παράλληλα, το εργαστήριο ηλεκτρονικής μικροσκοπίας τίμησε τον παλιό του διευθυντή, αείμνηστο καθηγητή Ι. Αντωνόπουλο, διοργανώνοντας επιστημονική ημερίδα. Στους δύσκολους καιρούς που βιώνουμε, το παρόν τεύχος συμπεριλαμβάνει επίσης ένα μίνι αφιέρωμα στην καινοτομία και τις επαγγελματικές διεξόδους που αυτή προσφέρει. Τέλος, με την ευκαιρία της έναρξης του νέου ακαδημαϊκού έτους, αναδημοσιεύουμε ορισμένα αποσπάσματα του οδηγού σπουδών του τμήματος επάνω σε θέματα που χρήζουν προσοχής από τους προπτυχιακούς μας φοιτητές.

Η ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ
Γιάννης Στούμπουλος: 10
Γιώργος Δημητρακόπουλος: 11, 12
Γιάννης Ταουλφίδης: 17, 18
Θωμάς Κεχαγιάς, Νίκος Τάτσης: πίσω εξώφυλλο

Παρατηρήθηκε το Σωματίδιο Higgs!

Το Τμήμα Φυσικής του Α.Π.Θ. είναι "συνεργός" στην Κοσμοϊστορική αυτή ανακάλυψη.

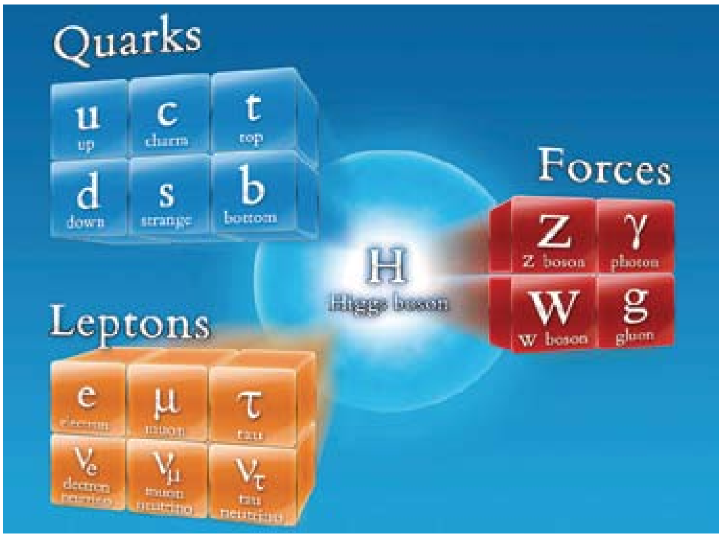
Χαρά Πετρίδου
Καθηγήτρια Τμ. Φυσικής

Στις 4 Ιουλίου 2012 το CERN (Ευρωπαϊκό Εργαστήριο Στοιχειωδών Σωματιδίων) ανακοινώνει επίσημα στην επιστημονική κοινότητα ότι τα δύο μεγάλα Πειράματα, ATLAS και CMS, που είναι εγκατεστημένα στον Μεγάλο -τον μεγαλύτερο στον κόσμο- Συγκρουστή Πρωτονίων, LHC, (Large Hadron Collider) "**παρατήρησαν σωματίδιο συμβατό με το πολυπόθητο μποζόνιο Higgs**".

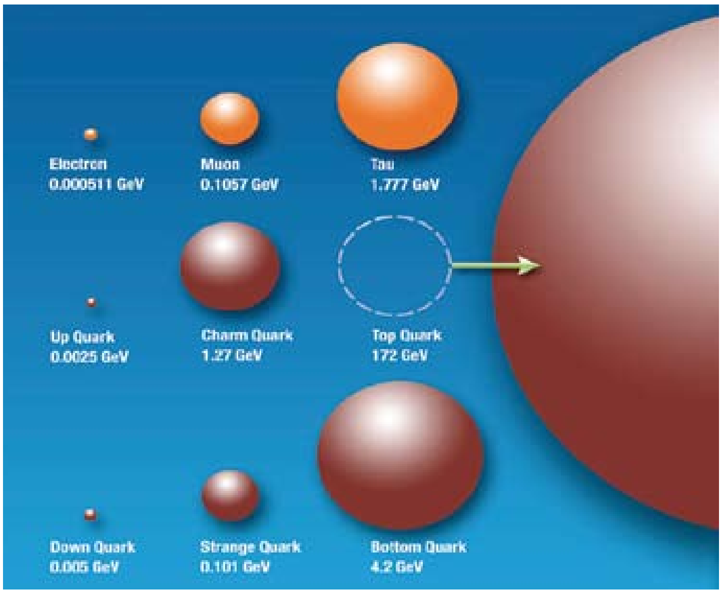
Το σωματίδιο που παρατηρήσαμε και ανακοινώθηκε επίσημα στις 4 Ιουλίου έχει μάζα περίπου 125 με 126 φορές την μάζα του πρωτονίου και "συμπεριφέρεται" παρόμοια με το σωματίδιο που προβλέπεται από τη θεωρία που προτάθηκε το 1964 κατ'αρχήν από τον Peter Higgs και σχεδόν ταυτόχρονα και από άλλους θεωρητικούς φυσικούς (F. Englert, R. Brout, G. Guralnik, C. Hagen, T. Kibble) [1].

(Στιγμιότυπα από την δημόσια παρουσίαση που έγινε από τους εκπροσώπους των δύο πειραμάτων στο κεντρικό αμφιθέατρο του CERN, στην οποία παρεβρέθηκε και ο Peter Higgs, βλέπετε στις φωτογραφίες. Περισσότερες φωτογραφίες από το κατάμεστο αμφιθέατρο την ημέρα της ανακοίνωσης μπορείτε να βρείτε στον σύνδεσμο: https://cdsweb.cern.ch/record/1459503).

Το "μυστήριο" της μάζας των στοιχειωδών σωματιδίων απασχόλησε την επιστημονική κοινότητα της φυσικής στοιχειωδών σωματιδίων εδώ και πενήντα περίπου χρόνια. Από τη στιγμή που ανακαλύφθηκαν τα πρώτα στοιχειώδη σωματίδια -δηλαδή αυτά που ο Δημόκριτος θα ονόμαζε "άτομα" και που με τα μέχρι σήμερα επιστημονικά μέσα που διαθέτουμε δεν φαίνεται να αποτελούνται από άλλα "μικρότερα" σωματίδια, οι επιστήμονες προσπάθησαν να δώσουν απάντηση στο ερώτημα: **Τι είναι η μάζα των στοιχειωδών σωματιδίων και πώς συνδέεται με την ενέργεια των σωματιδίων; Γιατί διαφορετικά στοιχειώδη σωματίδια έχουν διαφορετικές (και μάλιστα ΠΟΛΥ διαφορετικές) μάζες;**



Εικόνα 1. Το Καθιερωμένο Πρότυπο, όπως το γνωρίζουμε σήμερα, με τα στοιχειώδη σωματίδια (κουάρκ και λεπτόνια) και τους διαδότες των δυνάμεων που "ανταλλάσσονται" μεταξύ των σωματιδίων όταν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. (Σημ.: Χρώμα στην online έκδοση του «Φαινόμενον», στη διεύθυνση phenomenon.physics.auth.gr)



Εικόνα 2. Σχηματική απεικόνιση των μαζών των στοιχειωδών σωματιδίων και οι μάζες τους σε GeV (Η μάζα του πρωτονίου είναι ~1 GeV). (Σημ.: Χρώμα στην online έκδοση του «Φαινόμενον», στη διεύθυνση phenomenon.physics.auth.gr)

Σε κάποιες δε περιπτώσεις οι μάζες τους βρέθηκαν να είναι πολύ μεγαλύτερες από αυτές "σύνθετων" σωματιδίων όπως είναι π.χ. τα πρωτόνια και τα νετρόνια, που σήμερα γνωρίζουμε ότι αποτελούνται από άλλα, στοιχειώδη, τα κουάρκς (και τα γκλουόνια). Στην Εικόνα 1 δίνονται όλα τα στοιχειώδη σωματίδια που γνωρίζουμε σήμερα και αποτελούν όλα μαζί το Καθιερωμένο Πρότυπο, ενώ στην Εικόνα 2 φαίνεται σχηματικά πόσο πολύ διαφέρουν οι μάζες των σωματιδίων αυτών.

Πώς αποκτούν μάζα τα στοιχειώδη σωματίδια;

Σύμφωνα με τη μέχρι σήμερα αποδεκτή θεωρία των στοιχειωδών σωματιδίων, αρχικά -τη στιγμή δηλαδή της Μεγάλης Έκρηξης που σηματοδοτεί τη αρχή του Σύμπαντος και επομένως και του χώρου και του χρόνου- όλα τα στοιχειώδη σωματίδια ήταν σε μία "κατάσταση συμμετρίας" όπου όλα τους ήταν άνευ μάζας. Σχεδόν αμέσως μετά, πολλά απο τα στοιχειώδη σωματίδια απέκτησαν μάζα, που είναι η μάζα που μετρούμε εμείς σήμερα πειραματικά στο εργαστήριο.

Αυτό που ενδιαφέρει την επιστήμη είναι να κατανοήσουμε πώς, με ποιό μηχανισμό, όλοι αυτοί οι "δομικοί λίθοι" απόκτησαν μάζα και επομένως **"έσπασε" η αρχική συμμετρία** που υπήρχε στο Σύμπαν, με αποτέλεσμα να προκύψει η ύλη όπως την γνωρίζουμε σήμερα.

Ένας ιδιαίτερα κομψός τρόπος που προτάθηκε το 1964 από τους Higgs, Englert, Brout, Guralnik, Hagen, Kibble είναι ο μηχανισμός Higgs που πήρε και το όνομά του από τον πρωτεργάτη της ιδέας αυτής. Σύμφωνα με το μηχανισμό αυτό, υπάρχει παντού στο Σύμπαν ένα διάχυτο πεδίο, το πεδίο Higgs, με το οποίο αλληλεπιδρούν τα στοιχειώδη σωματίδια. Εξαιτίας αυτής της αλληλεπίδρασης, τα σωματίδια αποκτούν την μάζα που έχουν και που έχουμε μετρήσει πειραματικά. Η μάζα του καθενός είναι διαφορετική διότι είναι διαφορετική η αλληλεπίδρασή του με το πεδίο Higgs. Όσο μεγαλύτερη είναι η αλληλεπίδραση ενός σωματιδίου με το πεδίο Higgs τόσο μεγαλύτερη είναι

Φωτογραφία 1. Το κατάμεστο κεντρικό αμφιθέατρο του CERN κατά την ανακοίνωση της ανακάλυψης του Higgs στις 4 Ιουλίου 2012.

Φωτογραφία 2. Οι εκπρόσωποι των δύο πειραμάτων Joe Incandella - CMS (αριστερά) και Fabiola Gianotti - ATLAS, μαζί με τον Γενικό Διευθυντή του CERN Rolf Heuer, μετά την ανακοίνωση της ανακάλυψης του Higgs στις 4 Ιουλίου 2012.

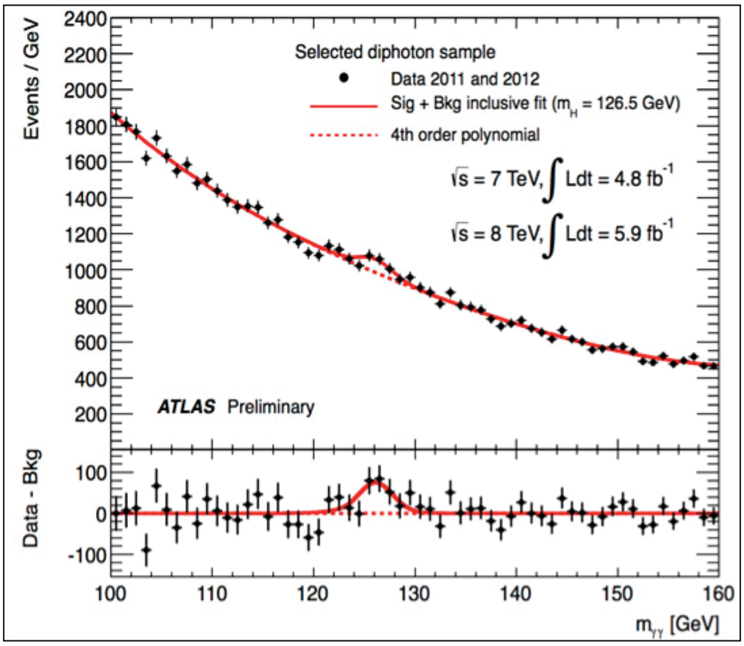
Φωτογραφία 3. Ο Πίτερ Χιγκς στο ακροατήριο παρακολουθεί την ανακοίνωση της ανακάλυψης του σωματιδίου Higgs στις 4 Ιουλίου 2012, 48 χρόνια μετά την δημοσίευση της θεωρίας του!

Φωτογραφία 4. Οι Peter Higgs και Francois Englert συγκινημένοι απευθύνουν το ακρωατήριο μετά την ανακοίνωση της ανακάλυψης του Higgs στις 4 Ιουλίου 2012.

η μάζα του. Σωματίδια όπως το φωτόνιο που έχει μηδενική μάζα κινούνται μέσα στο διάχυτο αυτό πεδίο με την ταχύτητα του φωτός και χωρίς να αποκτήσουν μάζα. Το κβάντουμ του πεδίου αυτού είναι το σωματίδιο Higgs, για του οποίου τη μάζα η θεωρία δεν έχει καμία πρόβλεψη πέρα από ένα ανώτατο όριο του ~1 TeV (1TeV=1000 GeV), το οποίο δεν μπορεί να υπερβεί, διότι τότε η θεωρία του Καθιερωμένου Προτύπου καταρρέει.
Η ανακάλυψη του μηχανισμού Higgs έδωσε κατ' αρχήν διέξοδο σ'ένα μεγάλο εμπόδιο στην θεωρία της ενοποίησης των ηλεκτρομαγνητικών και των ασθενών πυρηνικών δυμάμεων. Το γεγονός οτι οι ασθενείς πυρηνικές δυνάμεις έχουν πολύ μικρή εμβέλεια -σε αντίθεση με τις ηλεκτρομαγνητικές που έχουν άπειρη εμβέλεια- και είναι πολύ ασθενείς στις χαμηλές ενέργειες -π.χ. στις πυρηνικές διασπάσεις- έδειχνε ότι οι διαδότες των δυνάμεων αυτών πρέπει να έχουν μεγάλη μάζα, σε αντίθεση με τα φωτόνια -τους διαδότες των ηλεκτρομαγνητικών δυνάμεων- που η μάζα τους είναι μηδενική. Το "αυθόρμητο", λοιπόν, σπάσιμο της συμμετρίας που εισήγαγε το πεδίο Higgs είχε σαν αποτέλεσμα να αποκτήσουν μάζα οι διαδότες των ασθενών πυρηνικών δυνάμεων -τα μποζόνια W και Z- αλλά όχι το φωτόνιο.

Πώς θα παρατηρήσουμε το σωματίδιο Higgs;

Σήμερα, η θεωρία του Καθιερωμένου Προτύπου που περιγράφει τα στοιχειώδη σωματίδια και τις αλληλεπιδράσεις τους, έχει επιβεβαιωθεί πειραματικά με πολύ μεγάλη ακρίβεια από πολλά και ποικίλα πειράματα που έγιναν τα τελευταία τριάντα χρόνια. Το γεγονός οτι το σωματίδιο Higgs παρατηρήθηκε για πρώτη φορά τώρα στο LHC, με μάζα περίπου 126 φορές μεγαλύτερη από την μάζα του πρωτονίου, εξηγεί γιατί δεν παρατηρήθηκε σε προηγούμενα πειραματα: Η μάζα του είναι πολύ μεγάλη για να έχει παραχθεί σε προηγούμενους, μικρότερους επιταχυντές και να έχει παρατηρηθεί στα αντίστοιχα πειράματα. Γενικότερα, όταν γίνονται συγκρούσεις

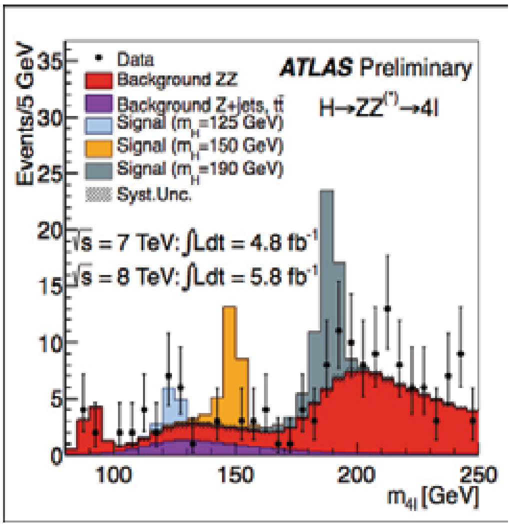


Σχήμα 1. Η κατανομή της μάζας των γεγονότων με δύο φωτόνια στη τελική κατάσταση. Η πλέον πειστική ένδειξη για την ύπαρξη του νέου σωματιδίου προέρχεται από την ανάλυση των γεγονότων με δύο φωτόνια. Η ομαλή διακεκομμένη γραμμή σημειοθετεί το υπόβαθρο που έχει καταγραφεί από γνωστές και αναμενόμενες αλληλεπιδράσεις, ενώ η συμπαγής γραμμή είναι το αποτέλεσμα από την προσαρμογή στα δεδομένα της υπόθεσης για την ύπαρξη του σωματιδίου Higgs και του αναμενόμενου υποβάθρου. Το νέο σωματίδιο εμφανίζεται σαν υπεροχή γεγονότων στην περιοχή γύρω από την μάζα των 126.5 GeV. Η πλήρης ανάλυση μας δίνει οτι η πιθανότητα η υπεροχή αυτή να ΜΗΝ προέρχεται από νέο σωματίδιο είναι τρία στο εκατομύριο! (Σημ.: Χρώμα στην online έκδοση του «Φαινόμενον», στη διεύθυνση phenomenon.physics.auth.gr)

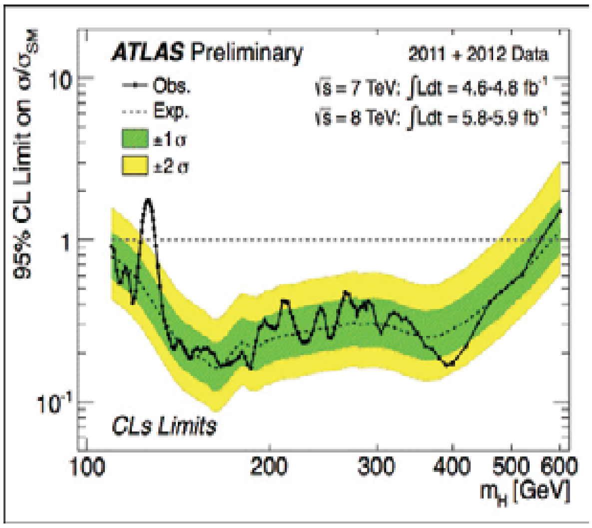
σωματιδίων σε επιταχυντές η ενέργεια μετατρέπεται σε μάζα. Για να δημιουργηθεί ένα σωματίδιο η ενέργεια που παρέχει ένας επιταχυντής πρέπει να είναι τουλάχιστον όσο και η μάζα του σωματιδίου.
... Χρειάστηκε λοιπον να περιμένει 48 ολόκληρα χρόνια ο Peter Higgs για να "δει" το σωματίδιο της θεωρίας του!

... Και πώς το είδαμε;

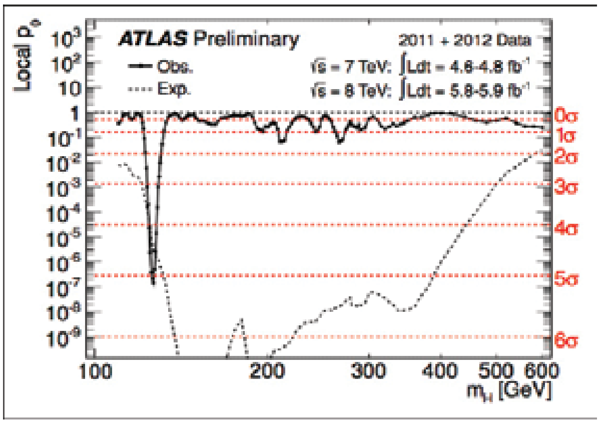
Το σωματίδιο Higgs κατ'αρχήν είναι πάρα πολύ σπάνιο. Πιθανόν να παράγεται ένα τέτοιο σωματίδιο ανάμεσα σε τετράκις εκατομύρια (εκατομύρια δισεκατομυρίων!) άλλα γεγονότα που καταγράφονται στα πειράματα!
... Και μόλις παραχθεί διασπάται ακαριαία! Δεν ζεί στον κόσμο μας. Η θεωρία μας, όμως, μας λέει σε τι σωματίδια μπορεί να διασπασθεί και επομένως επικεντρωνόμαστε να αναζητήσουμε ανάμεσα στα περίπου ένα τετράκις εκατομύρια γεγονότα που έχουν παραχθεί από τις συγκρούσεις πρωτονίων τα ελάχιστα εκείνα που "μοιάζουν" με τη διάσπαση ενός σωματιδίου Higgs.
Φυσικά δεν είναι τόσο απλά τα πράγματα. Η θεωρία δεν μπορεί να προβλέψει την μάζα του Higgs και από την άλλη μεριά οι τρόποι με τους οποίους μπορεί να διασπασθεί το σωματίδιο εξαρτώνται από την μάζα του.
Με άλλους τρόπους θα διασπασθεί το Higgs αν η μάζα του είναι 100 GeV και με τελείως διαφορετικούς τρόπους αν είναι 600 GeV. Επομένως θα πρέπει να το αναζητήσουμε με διαφορετικούς τρόπους για κάθε υπόθεση μάζας που κάνουμε. Αν π.χ. το Higgs έχει μάζα μεταξύ 120-130 GeV έχει τουλάχιστον οκτώ διαφορετικούς τρόπους για να διασπασθεί. Το πείραμα ATLAS επικεντρώθηκε σε δύο τρόπους διάσπασης του Higgs: στη διάσπασή του σε δύο φωτόνια και στη διάσπασή του σε τέσσερα λεπτόνια. Ο λόγος είναι ότι οι ανιχνευτές από



Σχήμα 2. Η κατανομή μάζας των γεγονότων με τέσσερα λεπτόνια. Η αναζήτηση του νέου σωματιδίου μέσα από αυτόν τον τρόπο διάσπασης είναι η πλέον ξεκάθαρη, μια και το υπόβαθρο που αναμένεται σ'αυτό το κανάλι είναι πάρα πολύ μικρό. Το σωματίδιο Higgs αναμένεται να διασπασθεί σε δύο μποζόνια Z τα οποία στη συνέχεια διασπώνται σε δύο ηλεκτρόνια ή δύο μιόνια. Στην περιοχή μάζας μεταξύ 120-130 GeV αναμένονται 5.3 γεγονότα από γνωστές αλληλεπιδράσεις, ενώ παρατηρήθηκαν 13. Η συνολική ανάλυση μας δίνει οτι η πιθανότητα η αυτή υπεροχή γεγονότων να ΜΗΝ προέρχεται από νέο σωματίδιο είναι 3 στις 10000. (Σημ.: Χρώμα στην online έκδοση του «Φαινόμενον», στη διεύθυνση phenomenon.physics.auth.gr)



Σχήμα 3. Πειραματικά όρια του πειράματος ATLAS για την ύπαρξη του σωματιδίου Higgs σύμφωνα με το Καθιερωμένο Πρότυπο, στην περιοχή μάζας 110-600 GeV. Η συμπαγής γραμμή δείχνει τα πειραματικά όρια για την παραγωγή του Higgs με τιμές μάζας όπως φαίνονται στον οριζόντιο άξονα. Η περιοχή όπου η συμπαγής γραμμή είναι κάτω απο την διακεκομένη οριζόντια γραμμή στη μονάδα έχει αποκλεισθεί για την ύπαρξη του Higgs με πιστότητα (Confidence Limit-CL) 95%. Η διακεκομμένη καμπύλη δείχνει το αναμενόμενο όριο όπως υπολογίστηκε από προσομοιώσεις, απουσία του Higgs, ενώ οι πράσινη και κίτρινη ζώνες αντιστοιχούν στις 68% και 95% (αντίστοιχα) περιοχές πιστότητας του αναμενομένου αυτού ορίου. Οι μόνη περιοχή της μάζας του Higgs που δεν μπορεί να αποκλεισθεί στο 95% CL, είναι η στενή περιοχή μάζας 123-130 GeV. (Σημ.: Χρώμα στην online έκδοση του «Φαινόμενον», στη διεύθυνση phenomenon.physics.auth.gr)



Σχήμα 4. Έχει ελεγχθεί η πιθανότητα οι διακυμάνσεις του υποβάθρου να παράγουν υπεροχή γεγονότων που να προσομοιάζουν με την ύπαρξη του σωματιδίου Higgs, για όλες τις τιμές μάζας από 100-600 GeV. Για όλες σχεδόν τις μάζες η πιθανότητα (συμπαγής καμπύλη) είναι μερικά μέρη στα εκατό. Εντούτοις, στα 126.5 GeV πέφτει στα 3x10-7, ή μία στα τρία εκατομύρια, τα "5σ" που συνήθως απαιτούνται για να θεμελιωθεί η ανακάλυψη νέου σωματιδίου. Η ύπαρξη σωματιδίου Higgs σύμφωνα με το Καθιερωμένο Πρότυπο θα αναμέναμε να μας δώσει μια "πτώση" 4.6 σ. (Σημ.: Χρώμα στην online έκδοση του «Φαινόμενον», στη διεύθυνση phenomenon.physics.auth.gr)

τους οποίους αποτελείται το πείραμα ATLAS ανιχνεύουν αυτούς τους δύο τύπους σωματιδίων (τα φωτόνια και τα λεπτόνια) και μετρούν την ορμή και την ενέργειά τους με εκπληκτική ακρίβεια και μεγάλη απόδοση. Αφού λοιπόν αναγνωρίσουμε στον ανιχνευτή μας όλα τα γεγονότα που έχουν δύο φωτόνια ή όλα τα γεγονότα που έχουν τέσσερα λεπτόνια (συγκεκριμένα ηλεκτρόνια ή μιόνια), υπολογίζουμε την αμετάβλητη μάζα καθενός από αυτά και τα καταχωρούμε σε ένα ιστόγραμμα (ραβδόγραμμα) με βάση τη μάζα που έχουμε υπολογίσει για το κάθε γεγονός, χρησιμοποιώντας τα τετραδιανύσματα ορμής-ενέργειας των προϊόντων της διάσπασης, δηλαδή των δύο φωτονίων, ή των τεσσάρων λεπτονίων αντίστοιχα. Έτσι παίρνουμε τα διαγράμματα που παρουσιάζονται στα Σχήματα 1 και 2 αντίστοιχα. Και με τους δύο τρόπους διάσπασης παρατηρούμε μία υπεροχή γεγονότων στη περιοχή μάζας μεταξύ 123 και 130 GeV.

Στα Σχήματα 3 και 4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης από το συνδυασμό των δύο διαγραμμάτων (Σχήματα 1 και 2). Το μεν Σχήμα 3 μας δείχνει ότι υπάρχει μόνο μια μικρή περιοχή μάζας μεταξύ 123-130 GeV που δεν μπορεί να αποκλεισθεί για την ύπαρξη του σωματιδίου Higgs με πιστότητα 95%, ενώ το Σχήμα 4 μας δίνει την πιθανότητα η υπεροχή των γεγονότων που παρατηρήθηκε στα 126.5 GeV να προέρχεται από διακυμάνσεις του υποβάθρου. Η πιθανότητα αυτή είναι 1/3.000.000 και άρα η παρατηρηθείσα υπεροχή σήματος αντιστοιχεί σε 5 τυπικές αποκλίσεις ("5σ") που αρκούν για την ανακάλυψη νέου σωματιδίου.

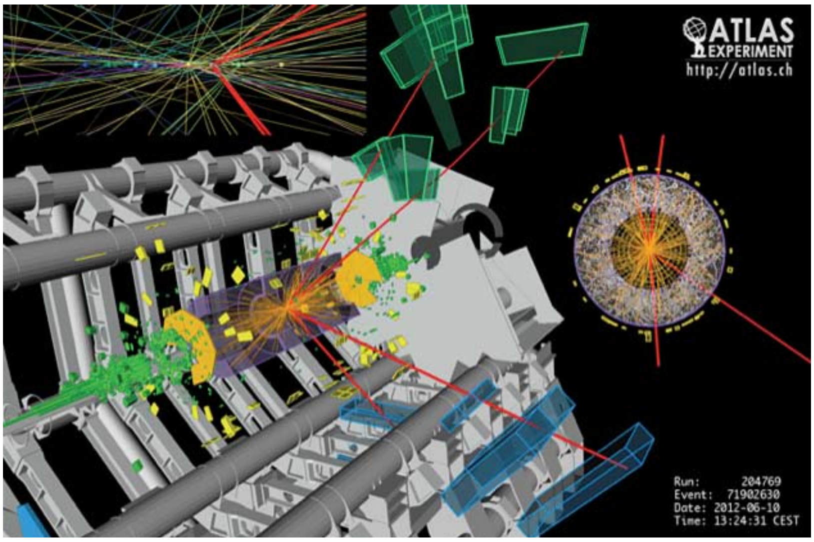
Η δημοσίευση του ATLAS για την "Παρατήρηση ενός Νεου Σωματιδίου στην πορεία Αναζήτησης του Μποζονίου Higgs του Καθιερωμένου Προτύπου" βρίσκεται στην αναφορά [2]. Στις Εικόνες 3 και 4 παρουσιάζονται δύο γεγονότα με τέσσερα λεπτόνια (Εικόνα 3 με 4 μιόνια, και Εικόνα 4 με 4 ηλεκτρόνια) που είναι πιθανόν να προήλθαν από την διάσπαση ενος σωματιδίου Higgs σε 4 μιόνια ή 4 ηλεκτρόνια αντίστοιχα. Το αν όντως ήταν σωματίδια Higgs δε θα το μάθουμε ποτέ...

Ήταν τόσο απλή η ανακάλυψη του μποζονίου Higgs;

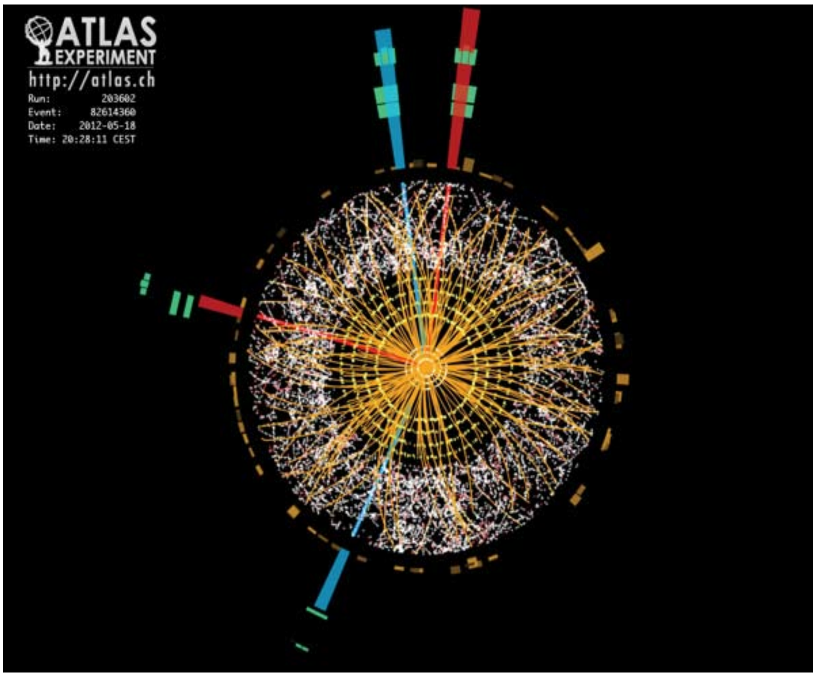
Χρειάστηκαν 20 ολόκληρα χρόνια για να σχεδιαστούν και να κατασκευαστούν ο επιταχυντής LHC και τα δύο μεγάλα πειράματα ATLAS και CMS! Εργάστηκαν πάνω από 10.000 φυσικοί, μηχανικοί και τεχνικοί από περισσότερες από 40 χώρες και πάνω απο 300 ερευνητικά κέντρα και πανεπιστήμια!...

...Και χρειάστηκαν 2 χρόνια συνεχούς λειτουργίας του επιταχυντή και των πειραμάτων με εκπληκτική απόδοση και απαράμιλη ακρίβεια και συνέπεια για να φτάσουμε στη παρατήρηση που ανακοινώθηκε στις 4 Ιουλίου!

Αυτή την περίοδο, στο πείραμα ATLAS εργάζονται 3000 φυσικοί απο 176 ινστιτούτα και 38 χώρες ανά τον κόσμο. Πάνω από 1000 υποψήφιοι διδάκτορες συμβάλουν στη λειτουργία του πειράματος και στην ανάλυση των δεδομένων. (Λεπτομέρειες για το πείραμα ATLAS μπορείτε να βρείτε στο σύνδεσμο: http://atlas.ch.)



Εικόνα 3. Ένα γεγονός που καταγράφηκε από το πείραμα ATLAS, με 4 μιόνια στην τελική κατάσταση (οι 4 κόκκινες τροχιές) που πιθανόν να προήλθε απο την διάσπαση σωματιδίου Higgs (η αμετάβλητη μάζα των τεσσάρων μιονίων είναι 125 GeV). Δεξιά το ίδιο γεγονός όπως φαίνεται σε εγκάρσια τομή του ανιχνευτή. (Σημ.: Χρώμα στην online έκδοση του «Φαινόμενου», στη διεύθυνση phenomenon.physics.auth.gr)



Εικόνα 4. Ένα γεγονός που καταγράφηκε από το πείραμα ATLAS, με 4 ηλεκτρόνια στην τελική κατάσταση (οι 2 κόκκινες και 2 μπλε τροχιές) που πιθανόν να προήλθε απο την διάσπαση σωματιδίου Higgs (η αμετάβλητη μάζα των τεσσάρων ηλεκτρονίων είναι 123.5 GeV. (Δίνεται μόνο η αναπαράσταση του γεγονότος σε εγκάρσια τομή του ανιχνευτή.) (Σημ.: Χρώμα στην online έκδοση του «Φαινόμενου», στη διεύθυνση phenomenon.physics.auth.gr)

Ποια είναι η συμβολή του Τμήματος Φυσικής του ΑΠΘ στο τεράστιο αυτό επιστημονικό εγχείρημα;

Το Τμήμα Φυσικής του ΑΠΘ είναι από τους πρωτεργάτες στο Πείραμα ATLAS. Από το 1995 μία ομάδα επιστημόνων του Τμήματος Φυσικής του ΑΠΘ, έγινε δεκτή για να συμμετάσχει, στο πείραμα ATLAS. Κατ'αρχήν συμμετείχε στον σχεδιασμό ενός μέρους του ανιχνευτή (τους θαλάμους ανίχνευσης μιονίων), στη συνέχεια κατασκεύασε ένα μέρος του φασματομέτρου μιονίων σε συνεργασία με ομάδα ερευνητών του Τμήματος Μηχανολό-

γων του Α.Π.Θ. και σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο Αθηνών και το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, και σήμερα παίζει καθοριστικό ρόλο στο πείραμα ATLAS με την συμμετοχή της στην μελέτη των γεγονότων με τέσσερα λεπτόνια στην τελική κατάσταση, που είναι και από τα πλέον ελκυστικά θέματα φυσικής -διότι το μποζόνιο Χίγκς διασπάται μ'αυτόν τον τρόπο- καθώς επίσης και σε μελέτες που αφορύν πρωτοπορικές μεθόδους αναζήτησης Νέας Φυσικής στο LHC.
Στο άρθρο που ακολουθεί θα βρείτε λεπτομέρειες για την μέχρι σήμερα συμβολή του Τμήματος Φυσικής στο Πείραμα ATLAS του CERN και κατ'επέκταση στην μελέτη του σωματιδίου Χίγκς και στην αναζήτηση Νέας Φυσικής, καθώς και τους μελλοντικούς του στόχους για την συνέχιση της συμβολής του στο μεγάλο αυτό "Πείραμα του αιώνα μας" που συντελείται στο CERN.

Ποια είναι τα επόμενα βήματα;
Η ανακάλυψη του μποζονίου Higgs σηματοδοτεί το ξεκίνημα για νέες μελέτες ώστε να μετρήσουμε και να κατανοήσουμε τις ιδιότητες του νέου αυτού σωματιδίου. Να εξακριβώσουμε κατ'αρχήν αν οι ιδιότητές του συμφωνούν με τις προβλεπόμενες από το Καθιερωμένο πρότυπο. Ήδη κάποιες απο τις ιδιότητες αυτές συμφωνούν με τις προβλέψεις, όπως το ότι έχει παρατηρηθεί με τους συγκεκριμένους δύο τρόπους διάσπασης και σε αναλογίες που δεν φαίνονται διαφορετικές απο τις προβλεπόμενες - αυτό βέβαια χρειάζεται περαιτέρω επιβεβαίωση με πιο ακριβείς μετρήσεις. Στους επόμενους μήνες τα δύο πειράματα θα μετρήσουν όσο γίνεται καλύτερα κάποιες από τις ιδιότητες αυτές, ωστε να καταλήξουμε με βεβαιότητα αν το νέο σωματίδιο είναι όντως το μποζόνιο Higgs, ή ένα από μια ευρύτερη ομάδα παρόμοιων σωματιδίων, ή κατι εντελώς καινούριο...
Μέχρι το τέλος του 2012 αναμένεται να διπλασιασθεί ο αριθμός των γεγονότων που θα συλλεχθεί από τα δύο πειράματα. Στη συνέχεια ο επιταχυντής θα κλείσει για αναβάθμιση και θα ξεκινήσει προς το τέλος το 2014 οπότε και θα λειτουργήσει σε ενέργεια περίπου διπλάσια (14 TeV) από την τωρινή (8TeV).

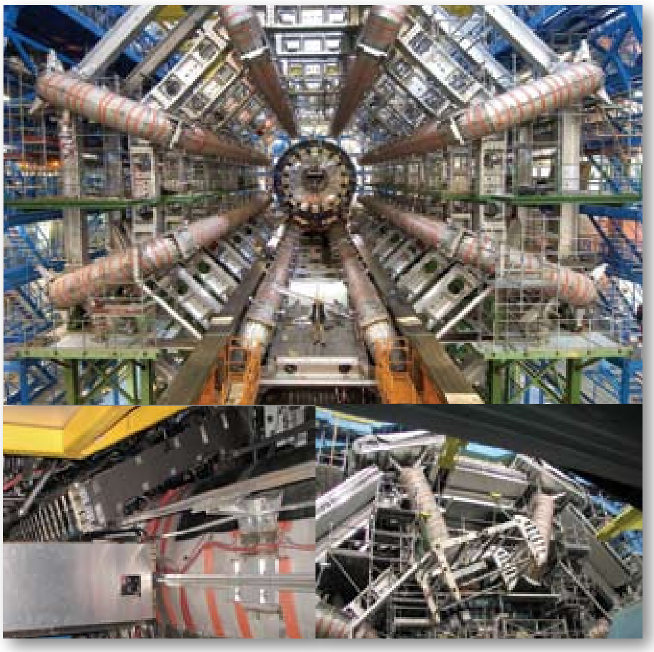
Αναφορές
[1] P.W. Higgs Phys. Lett., 12 (1964), p. 132.
F. Englert, R. Brout Phys. Rev. Lett., 13 (1964), p. 321 Full Text via CrossRef.
P.W. Higgs Phys. Rev. Lett., 13 (1964), p. 508 Full Text via CrossRef.
G.S. Guralnik, C.R. Hagen, T.W.B. Kibble Phys. Rev. Lett., 13 (1964), p. 585.
[2] ATLAS Collaboration, Observation of a New Particle in the Search for the Standard Model Higgs Boson with the ATLAS Detector at the LHC, Phys. Lett. B 716 (2012) 1-29

Η Συμβολή του ΑΠΘ στο Πείραμα ATLAS του CERN

Πώς και γιατί ξεκίνησε το «Εργαστήριο Κατασκευής και Ελέγχου Ανιχνευτών Ακτινοβολίας» στο ΑΠΘ.

Χαρά Πετρίδου
Καθηγήτρια Τμ. Φυσικής

Το 1995, λίγο μετά το ξεκίνημα του σχεδιασμού δύο μεγάλων πειραμάτων στο CERN που προορίζονταν για να εγκατασταθούν στον, υπό σχεδιασμό, Μεγάλο Επιταχυντή Αδρονίων (Large Hadron Collider -LHC), μια ομάδα επιστημόνων του Τμήματος Φυσικής του ΑΠΘ, έγινε δεκτή για να συμμετάσχει, στο πείραμα ATLAS, ένα από τα δύο μεγάλα πειράματα του LHC.
Με πολύ απλά λόγια, για να «δούμε» τον μικρόκοσμο –πιό μέσα από τα άτομα, πιό μέσα και από τον πυρήνα, πιό μέσα και από τα πρωτόνια- χρειαζόμαστε τεράστια «μικροσκόπια» που λέγονται επιταχυντές σωματιδίων και τεράστιους ανιχνευτές που είναι τα «μάτια» με τα οποία βλέπουμε μέσα από τα μικροσκόπια αυτά. Όσο πιο



Εικόνα 1. Τα υπεραγώγιμα πηνία του μεγάλου τοροϊδούς μαγνήτη του πειράματος ATLAS και δύο από τους ελληνικούς θαλάμους, ένας τοποθετημένος στο ικρίωμα του πειράματος (αριστερά) και ένας σε ειδικό σύστημα ανάρτησης (δεξιά) για να τοποθετηθεί στο ικρίωμα.

«βαθειά» μέσα στην ύλη θέλουμε να δούμε, τόσο μεγαλύτερα «μικροσκόπια» και μεγαλύτερα «μάτια» χρειαζόμαστε!

Ο Επιταχυντής Αδρονίων, LHC, που ξεκίνησε να σχεδιάζεται πριν είκοσι χρόνια, που άρχισε να κατασκευάζεται πριν 15 χρόνια, ολοκληρώθηκε το 2008 και λειτουργεί από το 2009, είναι το μεγαλύτερο «μικροσκόπιο» που έχει ποτέ κατασκευάσει ο άνθρωπος και μαζί με τα τέσσερα –δύο μεγάλα και δύο μικρότερα- πειράματά του αποτελεί το μεγαλύτερο επιστημονικό εγχείρημα στην παγκόσμια ιστορία.

Ερωτήματα όπως: Υπαρχει το σωματίδιο Higgs; Που πήγε η αντιύλη μετά το ξεκίνημα του σύμπαντος; Υπάρχουν άλλες δυνάμεις στη φύση;... ξεκίνησαν ήδη και απαντώνται και μπορεί σύντομα να αλλάξουν την εικόνα μας για τον κόσμο.

Λίγα λόγια για το Εργαστήριο - Μια σύντομη Περιήγηση

Για να συμμετέχουμε σ'αυτή την επιστημονική πρόκληση, και για να έχουμε τη δυνατότητα να παίξουμε ουσιαστικό ρόλο στην διαμόρφωση της επιστημονικής γνώσης, μέσα στην επόμενη εικοσαετία, δημιούργησαμε το 1997 το «Εργαστήριο Κατασκευής και Ελέγχου Ανιχνευτών Ακτινοβολίας» στο ΑΠΘ. Το Εργαστήριο ήταν απόρρεια της συνεργασίας του Εργαστηρίου Εργαλειομηχανών και Διαμορφωτικής Μηχανολογίας (ΕΕΔΜ) του Τμήματος Μηχανολόγων και του Τομέα Πυρηνικής Φυσικής και Φυσικής Στοιχειωδών Σωματιδίων (ΠΦΦΣΣ) του Τμήματος Φυσικής του ΑΠΘ

Στόχος του να κατασκευάσει ανιχνευτές υψηλής τεχνολογίας για το πείραμα ATLAS του LHC, δρομολογώτας έτσι την συμμετοχή του στην πλέον συναρπαστική έρευνα του αιώνα μας.

Συγκεκριμένα, αναλάβαμε να κατασκευάσουμε το 10% του Φασματομέτρου Μιονίων του πειράματος ATLAS. Το Φασματόμετρο μιονίων αποτελείται από ανιχνευτές που καλύπτουν μιά έκταση 5600 m^2, βρίσκονται μέσα σε ισχυρό μαγνητικό πεδίο και είναι προορισμένοι να αναγνωρίζουν και να καταγράφουν τις τροχιές -δηλαδή μετρούν τις ορμέςενός είδους στοιχειωδών σωματιδίων –των μιονίων- τα οποία παράγονται απο τις διασπάσεις σωματιδίων που δημιουργούνται κατά τη σύγκρουση των δεσμών πρωτονίων στον επιταχυντή LHC. **Το Φασματόμετρο Μιονίων αποτελεί την «καρδιά» στην μελέτη του σωματιδίου Higgs, που πρόσφατα παρατηρήθηκε, καθώς και στην αναζήτηση «Νέας Φυσικής».**

Εικόνα 2. Ο καθαρός χώρος του Εργαστηρίου με το γρανιτένιο τραπέζι και την μετρητική συσκευή κατά τη διάρκεια κατασκευή θαλάμου.

Το Εργαστήριο διαθέτει «καθαρό χώρο» της κατηγορίας 50.000 ppm, ελεγχόμενων συνθηκών -θερμοκρασίας: ±0.5 ^{o}C και υγρασίας ±5% - και τον απαραίτητο εξοπλισμό για κατασκευές μέγιστων διαστάσεων 160x90x50 cm^3 και μηχανικής ακρίβειας καλύτερης των 10 μm. Τον κύριο εξοπλισμό του αποτελεί ένα γρανιτένιο τραπέζι διαστάσεων 2.7x2.2x0.4 m^2, βάρους 7 τόνων, με επιπεδότητα ±3 μm, μία τρισδιάστατη μετρητική μηχανή (CMM) καθώς και συστήματα μέτρησης σχετικών παραμορφώσεων με ακρίβεια ±1 μm.

Για την κατασκευή των ανιχνευτώνθαλάμων μιονίων συνεργαστήκαμε τρία Ελληνικά Πανεπιστήμια: το Πανεπιστήμιο Αθηνών, το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο και το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Κάθε θάλαμος μιονίων αποτελείται από 240-260 ανιχνευτές-μοναδιαίες κυψελίδες, που κατασκευάστηκαν και ελέγθηκαν στην Αθήνα. Συγκεκριμένα, το Πανεπιστήμιο Αθηνών κατασκεύασε 30000 ανιχνευτές-μοναδιαίες κυψελίδες ανίχνευσης μιονίων, το ΕΜΠ έκανε τον ποιοτικό έλεγχο των ανιχνευτών αυτών και το ΑΠΘ, σχεδίασε και κατασκεύασε τους 130 -από τους 1.200 θαλάμους του Μιονικού Φασματομέτρου του Πειράματος ATLAS- χρησιμοποιώντας τους 30.000 ανιχνευτές. Ο σχεδιασμός των θαλάμων –διαστάσεων: περίπου 2x1x0.3 m^3 - έπρεπε να λαμβάνει υπόψη την ελαχιστοποίηση των παραμορφώσεών τους κατά την ανάρτησή τους στα ικριώματα του πειράματος.

Η κατασκευή κάθε θαλάμου περιελάμβανε διακριτά, αυστηρά ελεγχόμενα στάδια, τα οποία ανέπτυξε και εφάρμοσε η ομάδα του ΑΠΘ. **Ο πρώτος θάλαμος που ελέγχθηκε σε Τομογράφο ακτίνων Χ και βρέθηκε να υπερπληρεί τις προδιαγραφές, ήταν Ελληνικός!** Στις εικόνες φαίνονται ο «καθαρός χώρος» του Εργαστηρίου, με το γρανιτένιο τραπέζι και τη μετρητική συσκευή κατά τη διάρκεια κατασκευής θαλάμου.

ένας από τους Ελληνικούς θαλάμους κατά την τοποθέτησή του στο ικρίωμα του πειράματος.

Συνολικά, στη διάρκεια των 15 ετών της συμμετοχής μας στο πείραμα, εργάστηκαν πάνω απο εξήντα προπτυχιακοί και μεταπτυχιακοί φοιτητές, υποψήφιοι διδάκτορες, ερευνητές, μέλη ΔΕΠ και τεχνικοί.

Πετύχαμε έτσι, με την συνεχή συνεργασία μας με το Διεθνές κέντρο,

a. *Να διδάξουμε και να διδαχτούμε.* Μια συνεχή ανταλλαγή απόψεων, προβληματισμών, νέων ιδεών όπου οι νέοι επιστήμονες του Τμήματός μας πήραν ενεργό μέρος.
b. *Να δημιουργήσουμε και να πλουτίσουμε* από την χαρά αυτή της δημιουργίας. Η συνέπεια στα χρονοδιαγράμματα και η αναγνώριση διεθνώς του έργου του ΑΠΘ, έδωσε στην ερευνητική μας ομάδα μια ξεχωριστή θέση μέσα στο πείραμα.
c. *Να γευτούμε το ανικανοποίητο της έρευνας και να ζήσουμε, τον τελευταίο καιρό, την εμπειρία μιάς ιστορικής ανακάλυψης επειδή έχουμε συμβάλει σ'αυτήν.*

Σήμερα στο Πανεπιστήμιο έχει δημιουργηθεί μια αξιόλογη υποδομή και η απαραίτητη τεχνογνωσία που θα χρησιμοποιηθεί μελλοντικά για ανάπτυξη και νέων τεχνολογιών ανιχνευτών ακτινοβολίας. Ήδη η ερευνητική ομάδα του ΑΠΘ στο πείραμα ATLAS συμμετέχει στις μελέτες «νέας γενιάς» ανιχνευτών που θα χρησιμοποιηθούν κατά την αναβάθμιση του LHC. Παρόμοιοι ανιχνευτές θα χρησιμοποιηθούν μελλοντικά σε διαγνωστικές μεθόδους στην ιατρική.

Τι έχουμε πετύχει μέχρι σήμερα - Πώς σκοπεύουμε να συνεχίσουμε στο μέλλον

Το έργο της κατασκευής και του ελέγχου των προδιαγραφών των θαλάμων στο ΑΠΘ ολοκληρώθηκε τον Απρίλιο 2004. Στη συνέχεια οι θάλαμοι εστάλησαν στο CERN όπου ελέγχθηκαν μαζί με τα ηλεκτρονικά τους, τα συστήματα τροφοδοσίας του αερίου μίγματος και τα εξαρτήματα ελέγχου των παραμορφόσεών τους και της θερμοκρασίας τους. Τον Οκτώβριο του 2006 ολοκληρώθηκε η εγκατάστασή τους στο πείραμα ATLAS.

Στις εικόνες φαίνονται τα υπεραγώγιμα πηνία του μεγάλου τοροειδούς μαγνήτη του πειράματος ATLAS και

Νέοι τομείς εφαρμογής

Οι ανάγκες της ερευνητικής ομάδας για την ανάλυση των δεδομένων στο πείραμα ATLAS, οδήγησαν στην δημιουργία ενός, κατ'αρχήν πιλοτικού, κόμβου υπολογιστών τεχνολογίας πλέγματος (GRID) στο ΑΠΘ. Η ιδέα της κατανεμημένης υπολογιστικής ισχύος και του κατανεμημένου αποθηκευτικού χώρου ξεκίνησε από το CERN για τις ανάγκες των πειραμάτων του LHC και ήδη βρίσκει εφαρμογές σε κλάδους όπως η Βιολογία, Μετεωρολογία, Σεισμολογία. Με την αποκτηθείσα τεχνογνωσία, λειτουργεί στο ΑΠΘ ένας από τους έξι κομβους του HellasGrid. Ο κόμβος αποτελεί απαραίτητη προυπόθεση για την διαχείριση και ανάλυση των δεδομένων του πειράματος ATLAS από την ερευνητική ομάδα του ΑΠΘ, πληρεί όλες τις προϋποθέσεις και έχει αναγνωρισθεί απο το πείραμα ως κόμβος Tier 3, που μας δίνει δυνατότητα άμεσης πρόσβασης στα δεδομένα του πειράματος, ενώ με πρόσθετη υποδομή σε αποθηκευτικό χώρο, μπορεί να αναβαθμισθεί στο άμεσο μέλλον σε Tier 2, ώστε συνεισφέρει υπολογιστική ισχύ στην ανάλυση των δεδομένων.

Από το 2009, με το ξεκίνημα του LHC, η ομάδα του Α.Π.Θ. παίζει κεντρικό ρόλο στην ανάλυση των δεδομένων και την κατανόηση των αποτελεσμάτων του πειράματος ATLAS. Οι νέοι της υποψήφιοι διδάκτορες και μεταδιδακτορικοί ερευνητές, που αποτελούν τον κορμό της, είναι από τους κύριους πρωτεργάτες τόσο των πρόσφατων ανακαλύψεων όσο και των μετρήσεων ακριβείας του Καθιερωμένου Προτύπου που προηγήθηκαν για να καταλήξουμε στα σημερινά συμπεράσματα. Οι νέοι ερευνητές της ομάδας του Τμήματός μας θα αποτελέσουν τους κύριους συντελεστές των μελλοντικών ανακαλύψεων και τους συνεχιστές της πρωτοποριακής αυτής έρευνας για την κατανόηση των Νόμων της Φύσης.

Επιστημονικά Νέα

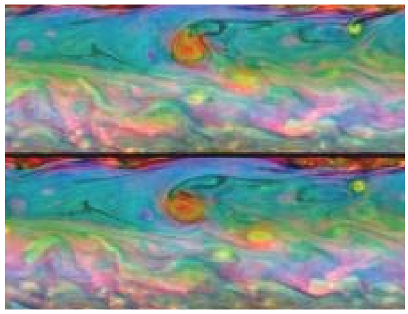
Γιγάντια Καταιγίδα στον Κρόνο: Θερμική Θύελλα οκτώ φορές το μέγεθος της Γης!

Νίκος Χατζαράκης
Φοιτητής Τμ. Φυσικής

Εικόνα 1: Η καταιγίδα στο βόρειο ημισφαίριο του Κρόνου.

Εικόνα 2: Η καταιγίδα σε αρχικό, ακόμα, στάδιο.

Εικόνα 3: Η εξέλιξη της καταιγίδας στον Κρόνο με την πάροδο του χρόνου.



Εικόνα 4: Ψευδο-χρωματικές αναπαραστάσεις των δινών που σχηματίζονταν σε μία μέρα στον Κρόνο.

Έκπληκτοι έμειναν οι επιστήμονες τον Ιανουάριο του 2011 βλέποντας τις εικόνες που έστελνε το διαστημικό τηλεσκόπιο Cassini-Huygens. Μια μικρή καταιγίδα που είχε εντοπίσει το ίδιο τηλεσκόπιο πριν ένα μήνα είχε μετατραπεί σε μία από τις μεγαλύτερες καταιγίδες που γνώρισε ποτέ ο Κρόνος. Μέσα σε δύο μήνες είχε σχεδόν κυκλώσει όλο τον πλανήτη.

Η καταιγίδα εμφανίστηκε στο βόρειο ημισφαίριο του πλανήτη, με γεωγραφικό πλάτος περίπου 35 μοίρες, στις 5 Δεκεμβρίου του 2010. Οι ανιχνευτές ραδιοκυμάτων και πλάσματος του Cassini εντόπισαν από την πρώτη στιγμή την ηλεκτρομαγνητική φύση του στροβιλισμού. Όμως, η αληθινή δύναμη της θύελλας δεν είχε φανεί ακόμη.

Καθώς περνούσαν οι μέρες, στροβιλιζόταν και εξαπλωνόταν προς κάθε σημείο. Μέχρι τα τέλη του Ιανουαρίου 2011 (οπότε και το φαινόμενο έφτασε στο μέγιστό του), υπολογίζεται πως εκτάθηκε κατά 15.000 χιλιόμετρα βόρεια και νότια από το σημείο απ' όπου ξεκίνησε, φτάνοντας να καταλάβει έκταση 5.000.000.000 τετραγωνικών χιλιομέτρων (2.000.000.000 τετραγωνικά μίλια)! Κάθε δευτερόλεπτο η δίνη προκαλούσε περίπου δέκα ηλεκτρικές εκκενώσεις (κεραυνούς), κάνοντας την παρατήρηση δύσκολη ακόμη και για τα υψηλής ακρίβειας (περίπου στο millisecond) όργανα του Cassini.

Η όλη διαδικασία διήρκεσε 200 ημέρες τελειώνοντας τον Ιούνιο. Οι ερευνητικές ομάδες που τη μελέτησαν κάνουν λόγο για τη μεγαλύτερη, σε μέγεθος και διάρκεια, καταιγίδα που παρατήρησαν ποτέ, ξεπερνώντας ακόμη και τις αντίστοιχες καταιγίδες που εμφανίστηκαν στον Κρόνο το 1905 (διάρκειας 150 ημερών) και το 1990 (διάρκειας 55 ημερών).

Είναι η πρώτη μεγάλη καταιγίδα που εντοπίζεται στο βόρειο ημισφαίριο, μακριά από το "Μονοπάτι των Καταιγίδων" που βρίσκεται στο νότιο ημισφαίριο και το οποίο μελετάται εντατικά από τους ερευνητές πίσω από το Cassini. Τα αίτια της καταιγίδας είναι ακόμη άγνωστα. Ωστόσο, οι πρώτες υποθέσεις έχουν ήδη αρχίσει να εμφανίζονται. Η πιο ενδιαφέρουσα άποψη είναι ότι η καταιγίδα αυτή έμοιαζε περισσότερο με ηφαιστειακή δραστηριότητα απ' ότι με καιρικό φαινόμενο. Οι εικόνες που έστειλε το Cassini από το 2004 δείχνουν πώς η καταιγίδα προετοιμαζόταν επί πολλά χρόνια. Η πίεση δημιουργούνταν σταδιακά κάτω από την επιφάνεια του πλανήτη, χωρίς όμως να υπάρχουν πέτρες για να την κρατήσουν εκεί μέχρις ότου εκραγεί! Αυτό κάνει τους ερευνητές να πιστεύουν πώς στον πυρήνα του Κρόνου υπάρχει κάτι περισσότερο από αυτό που νομίζαμε μέχρι σήμερα.

«Το γεγονός ότι αυτού του είδους τα "ξεσπάσματα" είναι ισχυρά και εμφανίζονται στον Κρόνο κάθε 20 με 30 χρόνια μας λέει κάτι για το εσωτερικό αυτού του πλανήτη, αλλά πρέπει να μάθουμε τι!» τονίζει ο Kunio Sayanagi, μέλος της ομάδας του Cassini.

Εκτός από τα παραπάνω, η καταιγίδα μας αποκάλυψε πολλά ακόμη από τα μυστικά του δεύτερου μεγαλύτερου πλανήτη στο ηλιακό μας σύστημα. Πρώτον, είμαστε πλέον σίγουροι ότι είναι διπολικός. Δεύτερον, μπορούμε να εξετάσουμε τις (ομολογουμένως ακραίες) μεταβολές του καιρού στον Κρόνο ανάλογα με τις εποχές και την ακτινοβολία του Ήλιου. Η εργασία των ερευνητών του Cassini έχει εκδοθεί από το περιοδικό "Nature". Μέχρι και το 2017, οπότε και προγραμματίζεται να λήξει το Πρόγραμμα Cassini-Huygens, οι επιστήμονες ελπίζουν να τους δοθούν περισσότερες ευκαιρίες να μελετήσουν τα καιρικά φαινόμενα και τις αλλαγές των εποχών στον Κρόνο.

Πηγές

1) *Jia-Rui Cook: "Cassini Chronicles: The Life and Times of Saturn's Giant Storm", NASA Website (17/11/2011) (http://www.nasa.gov/mission_pages/cassini/whycassini/cassini20111117.html)*
2) *Jia-Rui Cook & Dwayne C. Brown: "Cassini Captures Images and Sounds of Saturn Storm", NASA News & Features (06/07/2011) (http://www.jpl.nasa.gov/news/news.cfm?release=2011-203)*
3) *Kate Taylor: "Cassini Monitors Biggest-ever Saturn Storm", TG Daily (06/07/2011) (http://www.tgdaily.com/space-features/57070-cassini-monitors-biggest-ever-saturn-storm)*

Τελετή ορκωμοσίας πτυχιούχων

Με το πέρας του ακαδημαϊκού έτους, πραγματοποιήθηκε στις 17-7-2012 η καθιερωμένη τελετή ορκωμοσίας των νέων πτυχιούχων του Τμήματος Φυσικής στην αίθουσα τελετών του ΑΠΘ. Στους νέους πτυχιούχους και τις οικογένειές τους απευθύνθηκαν ο Κοσμήτορας της Σχολής Θετικών Επιστημών καθηγητής **Σπ. Παυλίδης** και ο Πρόεδρος του Τμήματος Φυσικής αναπλ. καθηγητής **Θ. Λαόπουλος**. Την κεντρική ομιλία της εκδήλωσης έδωσε ο καθηγητής του Τμήματος κ. **Στ. Μάσεν**, ο οποίος αναφέρθηκε στις δυνατότητες της Φυσικής ως εφόδιο των νέων επιστημόνων.

Οι Νεοι Πτυχιουχοι του Τμηματος Φυσικης 17.07.2012

ΑΓΑΘΟΣ	ΦΡΑΝΤΖΕΣΚΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΑΛΕΒΑ	ΧΡΙΣΤΟΣ ΧΑΣΑΝ
ΑΝΔΡΟΝΙΚΟΣ	ΙΩΑΝΝΗΣ
ΑΝΘΙΔΟΥ	ΕΥΓΕΝΙΑ
ΑΡΑΜΠΑΤΖΗΣ	ΣΤΕΦΑΝΟΣ
ΒΟΥΤΣΗΣ	ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΓΙΟΒΑΝΗ	ΑΝΝΑ
ΓΚΟΥΝΤΑΡΑΣ	ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ
ΓΚΟΥΤΖΑΜΑΝΗΣ	ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ
ΔΟΛΙΑΣ	ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΖΑΠΑΡΤΑΣ	ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ
ΖΑΡΒΟΥ	ΣΩΤΙΑ
ΖΑΧΑΡΙΑΔΗΣ	ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ
ΘΕΟΤΟΚΗ	ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ
ΘΩΜΟΥ	ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ
ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ	ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ
ΚΑΖΑΚΗΣ	ΙΩΑΝΝΗΣ
ΚΑΛΟΕΡΙΔΗΣ	ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
ΚΑΡΑΪΣΚΑΚΗΣ	ΕΥΡΙΠΙΔΗΣ
ΚΑΣΑΜΠΑΛΗΣ	ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
ΚΟΥΤΣΙΟΥΤΗΣ	ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ
ΚΩΝΣΤΑΝΤΗ	ΦΙΛΙΠΠΟΣ
ΛΑΛΕΑΣ	ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΛΙΩΛΙΟΥ	ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ
ΜΑΚΡΑΚΗ	ΕΥΣΤΑΘΙΑ

ΜΑΛΛΙΩΡΑ	ΕΙΡΗΝΗ ΑΡΙΣΤΕΑ
ΜΠΙΡΙΝΤΖΗΣ	ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ
ΜΠΟΛΗΣ	ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
ΝΙΚΟΛΑΟΥ	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ
ΝΙΚΟΛΗ	ΜΑΓΔΑΛΗΝΗ
ΝΤΗΜΟΣ	ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
ΟΡΦΑΝΟΥ	ΛΥΔΙΑ
ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ	ΓΕΩΡΓΙΑ
ΠΑΠΙΑΣ	ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ
ΠΑΠΙΣΤΑΣ	ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΠΑΡΑΣΚΕΥΑ	ΜΑΡΙΑ
ΠΕΤΡΟΥΛΗ	ΓΕΩΡΓΙΑ
ΠΟΛΥΚΑΡΠΟΥ	ΕΛΕΝΑ
ΠΟΥΛΙΑΣΗΣ	ΕΚΤΟΡΑΣ
ΠΡΙΦΤΗ	ΑΝΝΑ
ΡΑΜΚΑΙ	ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ
ΣΑΡΛΗΣ	ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ
ΣΦΑΤΟΣ	ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ
ΤΟΚΟΥΣΜΠΑΛΙΔΗΣ	ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΔΗΣ	ΧΡΗΣΤΟΣ
ΤΣΙΛΙΚΙΔΗΣ	ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΦΡΑΓΚΟΣ	ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ
ΧΑΪΤΑΣ	ΣΑΒΒΑΣ ΕΡΒΙΝ
ΧΑΛΚΙΑ	ΑΝΝΑ
ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΥΣ	ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΧΑΤΖΗΝΙΚΟΛΑΟΥ	ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Η καθιερωμένη φωτογραφία των νέων πτυχιούχων με τον κοσμήτορα, τον πρόεδρο και τους διευθυντές τομέων του Τμήματος Φυσικής.

Ομιλία κατά την Ορκωμοσία των Νέων Πτυχιούχων του Τμήματος Φυσικής

Αίθουσα Τελετών ΑΠΘ, 23 Ιουλίου 2012

Στυλιανός Μάσεν
Καθηγητής Τμ. Φυσικής

κ. Κοσμήτορα,
κ. Πρόεδρε,
κυρίες και κύριοι,

Αγαπητοί νέοι πτυχιούχοι του Τμήματος Φυσικής,

Στέκομαι με δέος απέναντί σας όχι μόνο γιατί καταφέρατε να τερματίσετε με επιτυχία το δύσκολο τμήμα της Φυσικής, αλλά και γιατί είστε η μελλοντική πνευματική ηγεσία της πατρίδας μας από την οποία περιμένουμε πάρα πολλά. Παραφράζοντας κάποιους στίχους του Διονύση Σαββόπουλου θα μπορούσα να περιορίσω την ομιλία μου λέγοντας μόνο
Δεν ξέρω τι να πω στα παιδιά
έτσι και αλλιώς τα ξέρουν όλα ...
Όμως, αισθάνομαι την ανάγκη να απευθυνθώ για τελευταία φορά στους μέχρι πριν από λίγο φοιτητές μου συμπληρώνοντας τις διαλέξεις με κάτι που παρέλειψα να αναφέρω κατά τη διάρκεια των παραδόσεων.
Αγαπητοί νέοι πτυχιούχοι του Τμήματος Φυσικής,
Αξιώνεστε σήμερα να ορκιστείτε παρουσία των πανεπιστημιακών δασκάλων σας, των γονέων και των φίλων σας μέσα στην αίθουσα τελετών του Αριστοτέλειου Πανεπιστήμιου Θεσσαλονίκης. Πρόκειται για ιερή τελετή αλλά ιερός είναι και ο όρκος που θα δώσετε.
Διαβάστε προσεκτικά τον όρκο για να καταλάβετε ότι η τελετή της ορκωμοσίας δεν είναι μια τυπική διαδικασία, αλλά βάρος και χρέος, εντολή και αρετή που θα πρέπει να εκτελείτε και να υπηρετείτε σ' όλο το βίο σας. Για αυτό μαζί με τη χαρά και την υπερηφάνεια, πρέπει να είναι μεγάλη η περίσκεψη και η περισυλλογή για το πως θα ανταπεξέλθετε με επιτυχία στον υπεύθυνο ρόλο που σας περιμένει.
Σήμερα είναι ημέρα χαράς και υπερηφάνειας, δικής σας και των γονέων σας αλλά και των καθηγητών σας. Η σημερινή μέρα είναι τόσο σημαντική ώστε να οριοθετεί τη μελλοντική σας ζωή. Όμως, η απόκτηση του πτυχίου δεν είναι το τέλος του αγώνα. Είναι η αρχή ενός νέου πιο δύσκολου αγώνα και η αρχή της πλέον απαιτητικής περιόδου της ζωής σας που ανοίγεται μπροστά σας και που πρέπει να διανύσετε με επιτυχία, αλλά και με προσφορά στην κοινωνία.
Τα στοιχεία που πρέπει να διατηρήσετε σε όλη τη ζωής σας, πέρα από την επιστημονική και επαγγελματική ενασχόλησή σας, είναι να υπηρετείτε το πνεύμα, την αρετή και τους συνανθρώπους σας. Έτσι θα αισθάνεστε ολοκληρωμένοι επιστήμονες και πολίτες.
Σήμερα είναι το τέλος μιας δύσκολης πορείας που ξεκίνησε πριν από μερικά χρόνια με την εισαγωγή σας στο Πανεπιστήμιο. Οι προσπάθειες που καταβάλατε σας οδήγησαν να γίνεται κάτοχοι του επίζηλου τίτλου του φυσικού.
Ο τίτλος του Φυσικού είναι επίζηλος επειδή η Φυσική, όχι μόνο ανήκει στις λεγόμενες "σκληρές" και δύσκολες επιστήμες, αλλά θα μπορούσε να καταταγεί στην κορυφή των επιστημών, αφού πολλές από τις επιστήμες έχουν τα θεμέλιά τους σ' αυτήν. Επίσης, τα επιτεύγματα της τεχνολογίας, από τους υπολογιστές μέχρι τα υλικά με τις άγνωστες μέχρι πριν από λίγο ιδιότητες εδράζονται στη Φυσική. Όμως, το μεγαλύτερο επίτευγμα της Φυσικής είναι ότι βοήθησε και βοηθάει τον άνθρωπο να αποβάλει τους φόβους του και το μυστηριακό πέπλο που καλύπτει τον περιβάλλοντα χώρο και να ανακαλύψει την αρμονία και την ενυπάρχουσα νομοτέλεια που παρουσιάζει η κόσμος μας. Στην προσπάθεια εξήγησης των φαινομένων, οι νόμοι που ανακαλύπτονται, τα περιγράφουν όχι μόνο ποιοτικά αλλά και ποσοτικά. Σύμφωνα με τον καθηγητή Χόνδρο, **η Φυσική είναι άξια του ονόματος της ως επιστήμης γιατί επιτελεί μέτρηση**. Ενώ σύμφωνα με το Rutherford: **Η επιστήμη είναι είτε η Φυσική είτε η συλλογή γραμματοσήμων**.
Η Φυσική κατέχει αξιοσημείωτη θέση, λόγω του τρόπου μελέτης των φαινομένων, χρησιμοποιώντας αρμονικά τόσο τα Μαθηματικά όσο και το Πείραμα. Η αρμονία αυτή είναι τόσο έντονη, ώστε πολλές φορές η θεωρία να προηγείται του πειράματος.
Για παράδειγμα, αυτές τις μέρες ζούμε την κορύφωση της δόξας της Φυσικής, με την επιβεβαίωση της ύπαρξης του μποζονίου Higgs στο μεγάλο επιταχυντή αδρονίων στο CERN . Η θεωρία που προβλέπει την ύπαρξη του μποζονίου Higgs και που εξηγεί γιατί τα σωματίδια έχουν μάζα, προτάθηκε πριν από πενήντα περίπου χρόνια. Δεν έχουμε το χρόνο να αναφερθούμε και σε άλλες πρόσφατες επιτυχίες, όπως το πολλά υποσχόμενο γραφένιο, με τις πολλές άγνωστες μέχρι σήμερα ιδιότητες.
Παρά το μεγάλο θρίαμβο της Φυσικής και της τεχνολογίας, η ζωή έχει δυσκολέψει, τουλάχιστον τα τελευταία χρόνια. Οι παλαιότεροι απόφοιτοι του Τμήματος δεν είχαν τις ευκολίες που υπάρχουν σήμερα με τους υπολογιστές και την πρόσβαση στη βιβλιογραφία, όμως είχαν καλύτερες επαγγελματικές ευκαιρίες. Οι σημερινοί απόφοιτοι έχουν καλύτερες συνθήκες για σπουδές και έρευνα αλλά αντιμετωπίζουν, όχι μόνο οι Έλληνες αλλά και οι ξένοι συνάδελφοί τους, μεγάλο συναγωνισμό, σε ένα απαιτητικό και παγκοσμιοποιημένο περιβάλλον. Οι δυσκολίες αυτές μεγαλώνουν με

Από την ομιλία του καθηγητή Μάσεν προς τους νέους πτυχιούχους.

την κρίση που υπάρχει, που όπως φαίνεται δεν είναι μόνο Ελληνική.
Δυστυχώς, δεν έχω κάποια λύση να προτείνω στο υπάρχον πρόβλημα. Σε σας πέφτει το φορτίο να βρείτε τις διεξόδους που θα μας οδηγήσουν σε έξοδο από την κρίση. Πιστεύω ότι σε αυτό θα σας βοηθήσει ο τρόπος σκέψης και οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στη Φυσική. Η πίστη μου αυτή προκύπτει από το γεγονός ότι, οι φυσικοί επιστήμονες, ανεξαρτήτως εθνικότητας, θρησκείας και πολιτικής θεώρησης των πραγμάτων μπορούν και μιλούν την ίδια γλώσσα, τη γλώσσα της Φυσικής και καταλήγουν στα σωστά συμπεράσματα.
Στα χρόνια των σπουδών σας αναπτύξατε και ολοκληρώσατε την προσωπικότητά σας, αυτήν την μοναδικότητα που έχει ο καθένας σας και που σας κάνει να ξεχωρίζετε. Στηριχτείτε στην μοναδικότητά σας και στα εφόδια που αποκτήσατε για να αντιμετωπίσετε τη ζωή σας και γίνεται επιστήμονες υπεύθυνοι, πολίτες με κοινωνικές ευαισθησίες, που θα είναι πρόθυμοι να συνεργαστούν με τους επιστήμονες όλων των λαών στο επιστημονικό και ανθρωπιστικό τομέα για την πρόοδο των επιστημών και της κοινωνίας, τη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης όλων των ανθρώπων και την εδραίωση της ειρήνης.
Δεν θέλω να σας κουράσω άλλο, δεχθείτε τα θερμά μου συγχαρητήρια για την επιτυχία σας και σας εύχομαι καλή σταδιοδρομία και κάθε ευτυχία. Τα θερμά μου συγχαρητήρια και στους γονείς σας που είμαι σίγουρος ότι έκαναν πολλές θυσίες για να φθάσετε ως εδώ, με μόνη αμοιβή τη χαρά που τους δώσατε σήμερα.
Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τον Πρόεδρο και το Διοικητικό Συμβούλιο του Τμήματος Φυσικής που μου έδωσαν τη δυνατότητα να απευθυνθώ στους σημερινούς απόφοιτους και μέσω αυτών σε όλους τους απόφοιτους του Τμήματος και να τους ευχαριστήσω που επί 40 χρόνια έδωσαν νόημα στην ζωή μου.

Σας ευχαριστώ για τη υπομονή σας.

Ορκωμοσίες Διδακτόρων

Αρκετές ορκωμοσίες νέων διδακτόρων έλαβαν χώρα στο Τμήμα μας κατά το περασμένο χρονικό διάστημα, τους οποίους το «Φ» συγχαίρει θερμά.
Στις 2/4/2012 έγινε η ορκωμοσία της **Δρος Ευτέρπης Καλεσάκη**. Ο τίτλος της διδακτορικής διατριβής της ήταν: **Ιδιότητες εκτεταμένων ατελειών και διεπιφανειών σε ημιαγωγικές ενώσεις**. Επιβλέπουσα της διατριβής ήταν η καθηγήτρια κ. **Φ. Κομνηνού**.
Στις 3/7/2012 έγινε ορκωμοσία αρκετών νέων διδακτόρων του Τμήματος Φυσικής. Παρακάτω παρατίθενται τα ονόματα των διδακτόρων, οι τίτλοι διατριβών και οι επιβλέποντες αυτών.

Ονομ/νο	Τίτλος Διδακτορική Διατριβής	Επιβλέπων
Βαφειάδης Θεόδωρος-Αναστάσιος	Συμβολή στην έρευνα των ηλιακών αξιονίων στο πείραμα CAST	Αναπλ. Καθηγητής Χ. Ελευθεριάδης
Γουδούρη Ουρανία-Μέντη	Νέα σύνθετα βιοκεραμικά υλικά για οδοντιατρικές αποκαταστάσεις	Καθηγητής Κ. Παρασκευόπουλος
Καράνης Γεώργιος	Προσομοίωση αστρικών κινήσεων σε γαλαξιακά πρότυπα και σύνδεσή τους με το αντίστροφο πρόβλημα της δυναμικής	Αναπλ. Καθηγητής Ν. Καρανικόλας
Μπασκουρέλος Κων/νος	Υβριδικές Μέθοδοι στον Υπολογιστικό Ηλεκτρομαγνητισμό	Αναπλ. Καθηγητής Θ. Σαμαράς
Παπαδόπουλος Νικόλαος	Δυναμική μελέτη γαλαξιών ως ρεαλιστικών φυσικών συστημάτων	Αναπλ. Καθηγητής Ν. Καρανικόλας
Σερλέτης Χρήστος	Θεωρητική και πειραματική μελέτη του μαγνητικού ιξώδους	Αναπλ. Καθηγητής Κ. Ευθυμιάδης

Επίσης, την 3/7/2012 ορκίστηκαν και δύο νέοι διδάκτορες του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Νανοεπιστήμες & Νανοτεχνολογίες». Οι νέοι διδάκτορες είναι η **Γεωργίου Δέσποινα** (τίτλος διατριβής: **Ανάπτυξη και μελέτη λεπτών υμενίων οργανικών ημιαγωγών και υβριδικών υλικών για εφαρμογή σε οργανικές ηλεκτρονικές διατάξεις**) και **Δημήτριος Λαφατζής** (τίτλος διατριβής: **Μελέτη χαμηλοδιάστατων συστημάτων βασιζόμενων στο SiC**). Επιβλέπων των διατριβών ήταν ο καθηγητής του Τμ. Φυσικής **Σ. Λογοθετίδης**.


Η ορκωμοσία της Δρος Ε. Καλεσάκη.


Η ορκωμοσία των νέων διδακτόρων του Τμήματος Φυσικής την 3/7/2012.


Η ορκωμοσία των νέων διδακτόρων του ΔΠΜΣ Ν&Ν την 3/7/2012.

NANOTEXNOLOGY 12

Τον Ιούλιο διεξήχθη και πάλι στην πόλη μας το ετήσιο Πολύ-γεγονός Νανοτεχνολογίας NANOTEXNOΛOGY 2012, που διοργανώνεται από το εργαστήριο Νανοτεχνολογίας LTFN, και στο οποίο είχαμε αναφερθεί σε προηγούμενο τεύχος μας. Το «Φαινόμενον» ζήτησε από τους διοργανωτές μία επισκόπηση των εργασιών και των αποτελεσμάτων του συνεδρίου, τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω.

Με ιδιαιτέρως αυξημένη συμμετοχή συγκριτικά με τις περασμένες χρονιές πραγματοποιήθηκε και φέτος το Διεθνές Πολυ-γεγονός Νανοτεχνολογίας, NANOTEXNOLOGY 2012 (www.nanotexnology.com), στη Θεσσαλονίκη. Το Nanotexnology 2012 συνδιοργανώθηκε από το **Εργαστήριο Νανοτεχνολογίας LTFN του Α.Π.Θ.** και τη **HELEXPO A.E.**, ενώ υποστηρίχθηκε από το **Υπουργείο Παιδείας και Διά Βίου Μάθησης**, την **Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας**, τη **Ζώνη Καινοτομίας Θεσσαλονίκης** και το **Δήμο Θεσσαλονίκης**. Στα πλαίσια του μοναδικού στο είδος του επιστημονικού γεγονότος, διεξήχθησαν:

- Η **2η Διεθνής Έκθεση για τις Νανοτεχνολογίες και τα Οργανικά Ηλεκτρονικά "NANOTEXNOLOGY 2012 Expo" (2-6 Ιουλίου).** Η **NANOTEXNOLOGY 2012 Expo** αποτέλεσε μια εξαιρετική ευκαιρία συνάντησης με τη Τεχνολογία και τη Βιομηχανία της Νανοτεχνολογίας κυρίως από την περιοχή της ΝΑ Ευρώπης, όπως Εταιρείες που δραστηριοποιούνται στους τομείς της Νανοτεχνολογίας, των Οργανικών Ηλεκτρονικών και εφαρμογών τους, Ακαδημαϊκά και Ερευνητικά Ιδρύματα που επιθυμούν να αξιοποιήσουν τα αποτελέσματα της έρευνας τους, κλπ.
- Το **5ο Διεθνές Συμπόσιο για τα Εύκαμπτα Οργανικά Ηλεκτρονικά "ISFOE-12" (2-5 Ιουλίου).** Το **ISFOE** είναι ένα από τα σημαντικότερα συνέδρια διεθνώς, στην επιστήμη και τεχνολογία των Εύκαμπτων Οργανικών Ηλεκτρονικών. Ο σκοπός του ISFOE ήταν να φέρει κοντά επιστήμονες και μηχανικούς οι οποίοι ασχολούνται με την έρευνα, ανάπτυξη και την κατασκευή των Εύκαμπτων Οργανικών Ηλεκτρονικών με εφαρμογές στην ενέργεια, τον φωτισμό, κλπ και επιχειρηματικές ευκαιρίες.
- Το **9ο Διεθνές Συνέδριο για τις Νανοεπιστήμες και Νανοτεχνολογίες "NN12" (3-6 Ιουλίου).** Το διεθνώς αναγνωρισμένο συνέδριο **NN12** αποτελεί την ετήσια συνάντηση των επιστημόνων, ερευνητών, μηχανικών και των εταιρειών που ειδικεύονται και ενδιαφέρονται στα νέα επιστημονικά και τεχνολογικά επιτεύγματα που προκύπτουν από την περιοχή των N&N και καλύπτουν τα ηλεκτρονικά, την ενέργεια, το περιβάλλον, την υγεία, τις μεταφορές, την ασφάλεια, την εκπαίδευση κλπ.
- Το **6ο Διεθνές Θερινό Σχολείο για τις Νανοεπιστήμες & Νανοτεχνολογίες, τα Οργανικά Ηλεκτρονικά και τη Νανοϊατρική "ISSON12" (30 Ιουνίου-7 Ιουλίου).** Το **ISSON12** στοχεύει στην εκπαίδευση νέων ερευνητών, αποφοίτων ΑΕΙ και στελεχών

Στιγμιότυπα από τη διεξαγωγή του NANOTEXNOLOGY12.

ερευνητικών και παραγωγικών φορέων στους τομείς των νανοτεχνολογιών, οργανικών ηλεκτρονικών και νανο-ιατρικής.

Παράλληλα με τα παραπάνω, διεξήχθησαν φέτος τέσσερις επιμέρους διοργανώσεις, σε θέματα σχετικά με την ΝανοΙατρική, τα Φωτοβολταϊκά και τις εφαρμογές της Νανοτεχνολογίας (Nano4PVs Workshop, Bioelectronics Workshop, Nanomedical Sessions, Brokerage event B2B) με στόχο να καλυφθούν επαρκώς όλοι οι τομείς της Νανοτεχνολογίας.

Ο διεθνούς φήμης καθηγητής Φαίδων Αβούρης και επικεφαλής της ερευνητικής ομάδας της IBM κατά την ομιλία του στη τελετή έναρξης του NANOTEXNOΛOGY12.

Ο πρόεδρος της οργανωτικής επιτροπής καθηγητής Στέργιος Λογοθετίδης κατά την ομιλία του στην τελετή έναρξης του NANOTEXNOLOGY 12.

Διεθνής συμμετοχή

Το πολύ-γεγονός NANOTEXNOLOGY 2012 έφερε για μία εβδομάδα τη Θεσσαλονίκη στο προσκήνιο της διεθνούς επιστημονικής επικαιρότητας. Εκατόν εικοσιτέσσερις νέοι ερευνητές και μεταπτυχιακοί φοιτητές από κάθε γωνιά του κόσμου -κυριολεκτικά- συμμετείχαν στο Θερινό Σχολείο Νανοτεχνολογίας που κάλυπτε όλους τους τομείς της σύγχρονης επιστήμης (Νανοϊατρική, οργανικά ηλεκτρονικά, εύκαμπτες οθόνες OLED, Βιοηλεκτρονική, ειδικά μαθήματα για ανάπτυξη επιχειρηματικών δράσεων από τους ίδιους τους ερευνητές).

Περισσότερες από **700** παρουσιάσεις επιστημόνων από τη Βραζιλία μέχρι την Ινδία και από τη Φιλανδία μέχρι το Ιράν, με τη συμμετοχή **2.000** ερευνητών, επιστημόνων, επαγγελματιών, από όλο τον κόσμο, **140** Ινστιτούτα και διεθνή ερευνητικά κέντρα, **70** Πανεπιστήμια από την Ελλάδα και το εξωτερικό και δεκάδες εταιρείες καινοτόμων προϊόντων από όλο τον κόσμο, συναντήθηκαν και παρουσίασαν τις ερευνητικές τους δραστηριότητες καθώς και τις καινοτομίες τους.

Μεταξύ των διακεκριμένων επιστημόνων που συμμετείχαν στο Nanotexnology 2012 ήταν και ο **επικεφαλής** της ερευνητικής ομάδας της IBM **Φαέθων Αβούρης** ο οποίος έχει προταθεί για το βραβείο Νόμπελ και άνοιξε τις εργασίες του συνεδρίου μιλώντας για το γραφένιο. Πρόκειται για ένα υλικό που μοιάζει με κυψέλη ατόμων άνθρακα και στην ουσία καταλαμβάνει μόνο δύο διαστάσεις, εξαιτίας του πολύ μικρού πάχους του, ίσο με το πάχος ενός μόλις ατόμου και μικρότερο από ένα δισεκατομμυριοστό του μέτρου. Πρόσφατα ανακαλύφθηκε μια νέα ιδιότητα του γραφενίου να ανιχνεύει το φως. Αυτή η ιδιότητα του γραφένιου οδηγεί στη δημιουργία διατάξεων με μεγάλο εύρος εφαρμογής σε συστήματα ασφαλείας σε αεροδρόμια, σε ιατρικές απεικονίσεις ή στην αστρονομία.

Από την έρευνα στις εφαρμογές της Νανοτεχνολογίας

«Το μερίδιο αγοράς της νανοτεχνολογίας ανέρχεται στα 500-600 δις ευρώ, ενώ το 2015 αναμένεται να φτάσει και το 1,5 τρις ευρώ . Είναι ένα τρένο που δεν πρέπει να χάσουμε ως χώρα με δεδομένο το υψηλό επίπεδο επιστημόνων που παράγουμε στο εργαστήριο Νανοτεχνολογίας του ΑΠΘ, αλλά και των άλλων σχολών της Ελλάδας. Έχουμε μια λαμπρή ευκαιρία στα χέρια μας και πρέπει να την αξιοποιήσουμε, για να βγούμε από την κρίση» τόνισε κατά τη διάρκεια των εργασιών του Συνεδρίου ο Πρόεδρος της Οργανωτικής Επιτροπής του NANOTEXNOLOGY 2012 και Διευθυντής του Εργαστηρίου Νανοτεχνολογίας του ΑΠΘ, καθηγητής Στέργιος Λογοθετίδης.

Όπως μάλιστα συμπλήρωσε, *«μέχρι το τέλος του 2020 εκτιμάται ότι συνολικά ο τζίρος σε προϊόντα Νανοτεχνολογίας θα φτάσει το 1.5-2 τρις ευρώ. Ήδη η περιοχή της Κεντρικής Μακεδονίας έχει ενταχθεί στο σχεδιασμό της Ευρώπης για τεχνολογική ανάπτυξη στο πλαίσιο των χρηματοδοτήσεων των περιοχών καινοτομίας για την περίοδο 2014-2020. Πρόκειται για ένα πρόγραμμα χρηματοδότησης συγκεκριμένων περιφερειών της Ευρώπης στο οποίο η Θεσσαλονίκη και γενικά η Κεντρική Μακεδονία πρέπει να έχει πρωταγωνιστικό ρόλο».*

Extended Defects in Semiconductors - EDS 2012

Τον Ιούνιο διεξήχθη στην πόλη μας το διεθνές επιστημονικό συνέδριο «Extended Defects in Semiconductors», στο οποίο είχαμε αναφερθεί σε προηγούμενο τεύχος μας. Το «Φαινόμενον» ζήτησε από τους διοργανωτές μία επισκόπηση των εργασιών και των αποτελεσμάτων του συνεδρίου, τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω.

Από την Κυριακή 24 έως και την Παρασκευή 29 Ιουνίου 2012 πραγματοποιήθηκε στη Θεσσαλονίκη, στο ξενοδοχείο Porto Palace το διεθνές επιστημονικό συνέδριο «Extended Defects in Semiconductors» **EDS 2012** (http://eds-2012.physics.auth.gr), με εξαιρετική επιτυχία. Πρόεδρος της Οργανωτικής Επιτροπής ήταν η επικεφαλής της **Ομάδας Μικροσκοπίας Νανοδομημένων Υλικών** (http://nmmg.physics.auth.gr) του **Εργαστηρίου Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας** του Τμήματος Φυσικής του Α.Π.Θ., καθηγήτρια **Φιλομήλα Κομνηνού**. Η διοργάνωση τελούσε υπό την αιγίδα του Τμήματος Φυσικής και του Α.Π.Θ, και υποστηρίχθηκε από την Επιτροπή Ερευνών Α.Π.Θ. και την Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας. Ικανοποιητική επίσης ήταν και η συνεισφορά εθνικών και διεθνών επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται στο τομέα έρευνας και νανοτεχνολογίας υλικών.

Το EDS είναι θεσμός σε διεθνές επίπεδο και διοργανώνεται ανά διετία από το 1978 σε διαφορετική χώρα. Είναι ένα επιστημονικό γεγονός όπου παρουσιάστηκαν και συζητήθηκαν οι τελευταίες εξελίξεις σε θέματα που σχετίζονται με τις ιδιότητες μιας σημαντικής κατηγορίας υλικών, των ημιαγωγών και των ημιαγωγικών διατάξεων νανοτεχνολογίας, πού είναι τομέας υψηλής επιστημονικής σημασίας και τεχνολογικής προτεραιότητας με μεγάλο κοινωνικό και περιβαλλοντικό αντίκτυπο.

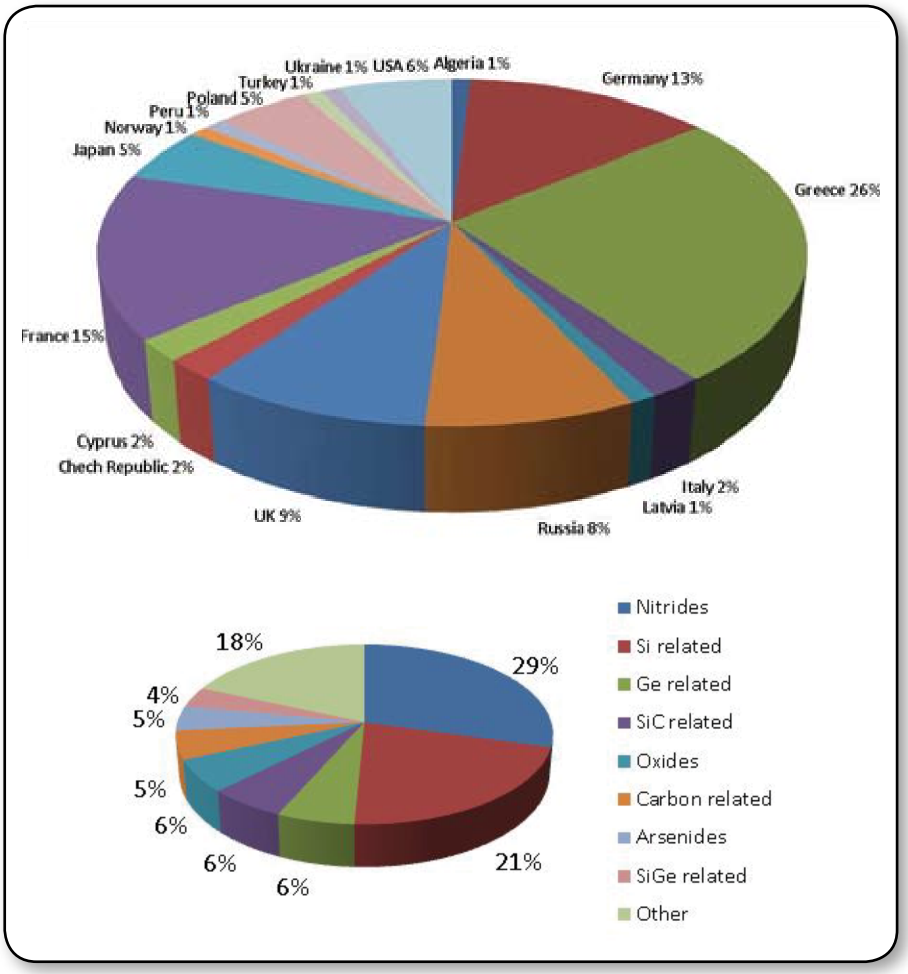
Στο EDS2012 οι ανακοινώσεις αφορούσαν θέματα βασικής και εφαρμοσμένης έρευνας σε νέα ημιαγωγικά υλικά για εφαρμογές σε πεδία τεχνολογίας αιχμής όπως η ηλεκτρονική και οπτοηλεκτρονική, φωτονική, τηλεπικοινωνίες, πράσινη ενέργεια. Η κατανομή της εθνικότητας των συνέδρων που ανακοίνωσαν πρόσφατα αποτελέσματα της ερευνητικής τους εργασίας σε συνεργασία με περισσότερους από 400 ερευνητές ανά τον κόσμο, καθώς και τα ημιαγωγικά υλικά συστήματα στα οποία εστιάστηκαν οι ανακοινώσεις παρουσιάζονται στα διαγράμματα της εικόνας παρακάτω. Οι ημιαγωγοί της ομάδας των **III-Νιτριδίων (GaN, AlN, InN), πυριτίου (Si), καρβίδιου του πυριτίου (SiC)** και **άνθρακα** ήταν οι βασικές κατηγορίες υλικών στις οποίες όπως φαίνεται οι επιστήμονες εστιάζουν το ερευνητικό τους ενδιαφέρον.

Μεταξύ των διακεκριμένων ερευνητών, το EDS 2012 είχε την τύχη να φιλοξενήσει δυο επιφανείς Έλληνες επιστήμονες του εξωτερικού που δραστηριοποιούνται στο χώρο των υλικών με εξαιρετική συνεισφορά στους τομείς τόσο της έρευνας όσο της τεχνολογίας και της διδασκαλίας. Συγκεκριμένα, η εναρκτήρια προσκεκλημένη ομιλία του συνεδρίου δόθηκε από τον καθηγητή του Πανεπιστήμιου της Βοστόνης και διευθυντή του «Center for Photonics Research», **Θεόδωρο Μουστάκα**. Ο Καθηγητής Μουστάκας βραβεύτηκε το 2010 με το «MBE Innovator Award» για την καινοτόμο συνεισφορά του στην ανάπτυξη νανοδομών III-νιτριδίων και διατάξεων οπτοηλεκτρονικής αναπτυγμένες με επιταξία μοριακής δέσμης, όπως είναι οι κρυσταλλοδίοδοι εκπομπής μπλε/υπεριώδους φωτός (blue/UV LEDs) για εφαρμογές στις τηλεπικοινωνίες και τη θεραπευτική Ιατρική. Ο καθ. Μουστάκας αναφέρθηκε στο ρόλο των εκτεταμένων ατελειών δομής στις διατάξεις αυτές σε συνάρτηση με την απόδοση τους. Στην δεύτερη κύρια προσκεκλημένη ομιλία του EDS-2012, ο καθηγητής Φυσικής και Μηχανικής στο Vanderbilt University της Αμερικής **Σωκράτης Παντελίδης** αναφέρθηκε στις ατέλειες δομής που οδηγούν στη μείωση της απόδοσης των διατάξεων νανοηλεκτρονικής, συνδυάζοντας αποτελέσματα μελέτης με προηγμένες θεωρητικές και πειραματικές τεχνικές σε ατομική κλίμακα διαστάσεων. Ειδικότερα τόνισε την σημασία της διεπιφάνειας Si-SiO_2 σε τρανζίστορ Πυριτίου (Si MOSFET), που αποτελεί το βασικότερο

Στιγμιότυπο από την εναρκτήρια ομιλία του EDS-2012 από τον καθηγητή Θεόδωρο Μουστάκα, καθηγητή και διευθυντή του Center for Photonics Research του Πανεπιστήμιου της Βοστόνης.

Ο καθηγητής Φυσικής και Μηχανικής στο Vanderbilt University, Σωκράτης Παντελίδης, κατά την προσκλεκλημένη ομιλία του στο EDS-2012.

Η πρόεδρος της οργανωτικής επιτροπής του EDS-2012, καθηγήτρια Φιλομήλα Κομνηνού.



νέων καινοτόμων εφαρμογών βασισμένοι την υπάρχουσα γνώση Φυσικής, Χημείας και Μηχανικής; Θα μπορούσαμε να εκμεταλλευτούμε θετικά τις ατέλειες δομής που εισάγονται στα υλικά;». Η άποψη της επιστημονικής κοινότητας είναι ότι θα πρέπει να «επιστρέψουμε» στις θεμελιώδεις αρχές της κβαντικής Φυσικής, να κατανοήσουμε βαθύτερα και να περιορίσουμε ή να ελέγξουμε σε ατομική κλίμακα την επίδραση των ατελειών δομής στις ηλεκτρονικές και φυσικές ιδιότητες των ημιαγωγών. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μόνο συνδυάζοντας προσομοιώσεις με προηγμένες τεχνικές σχεδιασμού και θεωρητικών υπολογισμών νανοδομών σε πολλαπλές κλίμακες χρόνου-χώρου με την πειραματική πληροφορία.

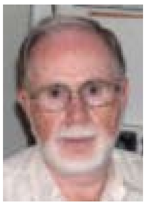
Η ελληνική επιστημονική κοινότητα επιδεικνύει αξιόλογη διεθνή δραστηριότητα στοιχείο όλων των σύγχρονων ηλεκτρονικών διατάξεων.

Σημαντική ήταν η παρουσία πολλών νέων ερευνητών, μεταπτυχιακών φοιτητών και υποψηφίων διδακτόρων οι οποίοι είχαν την ευκαιρία να παρουσιάσουν και να συζητήσουν τα αποτελέσματα της ερευνητικής τους εργασίας με τους πεπειραμένους ερευνητές και να δικτυωθούν με προοπτικές μελλοντικής επαγγελματικής εξέλιξης.

Την Τρίτη 26 Ιουνίου όλοι οι σύνεδροι συμμετείχαν ενεργά στην ενδιαφέρουσα συζήτηση (Round Table) που ακολούθησε, μετά τις εισηγήσεις επτά προσκεκλημένων ερευνητών διεθνούς κύρους, για τις **«Τρέχουσες ανάγκες και προοπτικές στην επιστήμη και τεχνολογία των προηγμένων ημιαγωγών»**. Όλοι συμφώνησαν ότι η επιστημονική κοινότητα έχει πλέον στη διάθεσή της προηγμένα συστήματα και διατάξεις, τεχνικές, και μεθόδους ανάπτυξης και χαρακτηρισμού νέων ημιαγωγικών νανοϋλικών, και βρισκόμαστε στο σημείο όπου έχουν αναπτυχθεί σημαντικές καινοτόμες εφαρμογές με μεγάλο κοινωνικό και περιβαλλοντικό αντίκτυπο σε όλους τους τομείς της τεχνολογίας. Τέθηκαν **σημαντικά βασικά ερωτήματα** όπως: *«Έχουμε φτάσει στα όρια της απόδοσης των ημιαγωγικών διατάξεων και της ανάπτυξης* στο πεδίο αυτό και η επιλογή της έδρας του EDS2012 στη Θεσσαλονίκη με πρόεδρο την καθηγήτρια Φυσικής Φιλομήλα Κομνηνού συνέβαλλε στην προβολή της έρευνας που διεξάγεται στη χώρα μας από πανεπιστήμια, δημόσιους οργανισμούς και επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στο χώρο αυτό της νανοτεχνολογίας.

Η καθιερωμένη ομαδική φωτογραφία των συμμετεχόντων στο EDS-2102.

Εκδήλωση αφιερωμένη στη μνήμη του Γιάννη Αντωνόπουλου



Ε. Κ. Πολυχρονιάδης
Καθηγητής Τμ. Φυσικής
Διευθυντής του Εργαστηρίου Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας

Επιστημονική Ημερίδα (workshop): Advanced Microscopy, Recent Achievements

Στιγμιότυπο από την εκδήλωση.

Την Πέμπτη 14 Ιουνίου πραγματοποιήθηκε υπό την αιγίδα και την ευγενική χορηγία του Α.Π.Θ. στο αμφιθέατρο της κεντρικής βιβλιοθήκης, η Επιστημονική Ημερίδα «Advanced Microscopy, Recent Achievements», που ήταν αφιερωμένη στη μνήμη του Γιάννη Αντωνόπουλου. Η ημερίδα οργανώθηκε από το Εργαστήριο Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας του Τμήματος Φυσικής, σε συνεργασία με την Ελληνική Εταιρία Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας, που ήθελε με τον τρόπο αυτό να τιμήσει τον παλιό Διευθυντή του Εργαστηρίου, ο οποίος από το 1958, όταν εισήχθη πρώτος στο Τμήμα Φυσικής του Α.Π.Θ., υπηρέτησε το Πανεπιστήμιό μας ως ακαδημαϊκός δάσκαλος και επιστήμων, Διευθυντής, Πρόεδρος, Αντιπρύτανης και Πρύτανης μέχρι το 2006, οπότε και αποχώρησε λόγω συνταξιοδότησης (βλ. και Φαινόμενον, τεύχος, 14).

Το πρώτο μέρος της ημερίδας περιελάμβανε το αφιέρωμα στο Γιάννη Αντωνόπουλο, την ερευνητική του πορεία και την ακαδημαϊκή προσφορά του στο ΑΠΘ, το Τμήμα Φυσικής, και το Εργαστήριο Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας. Έγινε επίσης αναφορά και στην προσφορά στο Εργαστήριο του Dr. Pierre Delavignette, ενός άλλου σπουδαίου δασκάλου της Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας, που επίσης έφυγε πρόσφατα.

Στο δεύτερο μέρος της ημερίδας παρουσιάστηκαν πρόσφατα επιστημονικά αποτελέσματα από μέλη της Ελληνικής Εταιρείας Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας προερχόμενα από τα Τμήματα Φυσικής και Βιολογίας του ΑΠΘ. Προσκεκλημένοι ομιλητές ήταν ο S. Kuypers της JEOL (Europe) και ο Κ. Γιαννακόπουλος του ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος.

Στην επόμενη σελίδα παρατίθενται οι περιλήψεις των εργασιών του επιστημονικού μέρους της ημερίδας.

Ο αείμνηστος καθηγητής Ι. Αντωνόπουλος

Το πρόγραμμα της ημερίδας

Μέρος Ι: Αφιέρωμα στη μνήμη του Γιάννη Αντωνόπουλου

- Χαιρετισμός του Πρύτανη Α.Π.Θ. καθηγητή Γ. Μυλόπουλου
- Χαιρετισμός του Κοσμήτορα της Σ.Θ.Ε. καθηγητή Σπ. Παυλίδη
- Χαιρετισμός του Προέδρου του Τμ. Φυσικής αν. καθηγητή Θ. Λαόπουλου
- Ι. Στοϊμένος, "Η πορεία του Γ. Αντωνόπουλου στο Τμήμα Φυσικής"
- Μ. Παπαδόπουλος, "Γιάννης Αντωνόπουλος: Ο Άνθρωπος, ο συνεργάτης"
- Θ. Καρακώστας, "Η συνεισφορά του Γ. Αντωνόπουλου στην Επιστήμη των Υλικών"
- Ε.Κ. Πολυχρονιάδης, "P. Delavignette, ο Βέλγος δάσκαλός μας"

Μέρος ΙΙ: Advanced Microscopy, Recent Achievements

- "Imaging and Analysis on the Nanoscale and Beyond", Stefan Kuypers, JEOL (Europe) (invited)
- "Core-shell nanoparticles for medical applications", K. Giannakopoulos, N.C.S.R. Demokritos (invited)
- "Nanoscale Analysis of Solid Matter based on TEM Techniques", Θ. Κεχαγιάς, Τμήμα Φυσικής, Α.Π.Θ.
- "Recent TEM Study on 3C-SiC" , Α. Ανδρεάδου, Τμήμα Φυσικής, Α.Π.Θ.
- "Δισφαινόλη Α, ένα δηλητήριο στο μπουκάλι μας: μια "φωνή" από τα φυτά", Ε. Π. Ελευθερίου, Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ.
- "Η Συμβολή της ΗΜ στην διερεύνηση φυλογενετικών σχέσεων", Γ. Θωμόπουλος, Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ.
- "Ηλεκτρονική Κρυσταλλογραφία στη Νανοκλίμακα", Χ. Λιούτας, Τμήμα Φυσικής, Α.Π.Θ.
- "Ηλεκτρονική Μικροσκοπία Σάρωσης: Εφαρμογές στα Έργα Πολιτισμού", Ε. Παυλίδου, Τμήμα Φυσικής, Α.Π.Θ.

Ο πρύτανης του ΑΠΘ, καθηγητής Ι. Μυλόπουλος, προλογίζει την εκδήλωση προς τιμή του τέως πρύτανη, αειμνήστου καθηγητού Ι. Αντωνόπουλου.

Ο Διευθυντής του Εργαστηρίου Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας του Τμήματος Φυσικής ΑΠΘ, καθηγητής Ε. Πολυχρονιάδης, αναφέρεται στο έργο του P. Delavignette.

Ο Πρόεδρος του Τμήματος Φυσικής, αναπλ. καθηγητής Θ. Λαόπουλος, απευθύνει χαιρετισμό κατά την εκδήλωση.

Imaging and Analysis on the Nanoscale and Beyond

Stefan Kuypers, *JEOL (Europe) BV*

Today's electron microscopes aim to combine user-friendliness with efficiency and performance "fit-to-purpose". State-of-the-art scanning electron microscopes combine ease-of-use, very high image resolution, long life time of the electron source, high beam currents, and full compatibility with a wide range of analytical techniques. At the other end of the range, table-top scanning electron microscopes combine extreme ease-of-use, sufficient image quality for many routine applications, basic elemental analysis capabilities and low investment/running cost. State-of-the-art transmission electron microscopes are equipped with lens correctors as standard, allowing routine imaging with sub 0.1 nm resolution, even for light elements down to hydrogen. With the latest generation of EDS detectors with very large collection angle, element distribution maps can be made with very high speed, also on the atomic scale.

Core-shell nanoparticles for medical applications

K. Giannakopoulos, N.C.S.R. *Demokritos, Athens*

Nanoparticles produced by chemical methods are today being used in a large variety of applications. Their properties are remarkable, but they can be tuned even further, and with a greater accuracy, if we coat them with films of a different material/structure. For example, silica coatings can turn chemically active nanoparticles into biocompatible. Recent results will be presented, on the synthesis and properties of three different material systems that can find medical applications: mesoporous silica core/ silica shell particles, silica core/nano-ferrite shell particles and silica core/nano-ferrite shell particles.

Nanoscale Analysis of Solid Matter based on Transmission Electron Microscopy Technique

Thomas Kehagias, *Associate Professor*
Nanostructured Materials Microscopy Group (nmmg.physics.auth.gr)
Electron Microscopy Laboratory (elmiclab.physics.auth.gr)
Department of Physics, Aristotle University of Thessaloniki

Interfacial engineering, implicit defect analysis and control of the related structural mechanisms in the nanoscale are prerequisites for the construction of innovative nanostructured materials. Transmission electron microscopy (TEM) methods provide a steady, time-tested basis for the systematic experimental analysis of nanostructural features of advanced materials. However, in modern understanding of a thorough structural analysis, experimental information has to be equally combined with complex simulation and computational techniques.

TEM-based methods and theoretic calculations are complemented to establish a framework of interfacial and defect analysis in low-dimensional materials systems. These comprise: a) TEM, electron diffraction and high-resolution TEM (HRTEM) for the experimental analysis of linear and extended defects. b) Quantitative HRTEM (qHRTEM) including the geometrical phase analysis

(GPA), the peak finding (PF) and the projection methods, in order to quantify strain fields around defected structures. c) Elasticity and topological theory for the identification of admissible defect/interface atomic configurations. d) Empirical interatomic potential calculations and density functional theory (DFT) based ab initio calculations for modeling of the energetically favorable defect/interface structures. Further quantification of the TEM experimental results can be realized by means of analytical methods, such as energy dispersive X-ray spectroscopy (EDXS), Z-contrast imaging and electron energy loss spectroscopy (EELS).
The aforementioned integrated methodology is illustrated in a series of up-to-date applications on 0-, 1- and 2-dimensional (quantum dots and nanoparticles, nanowires and quantum wells) nanostructures of the III-Nitride system, i.e. GaN, AlN, InN and their ternary and quaternary alloys grown on various substrates.

Recent TEM Studies on 3C-SiC

A. Andreadou, A. Mantzari, E.K. Polychroniadis
Electron Microscopy Laboratory, Department of Physics, Aristotle University of Thessaloniki

Recently, new growth concepts allowing SiC deposition below 2000°C (which is a temperature range much better suited for 3C polytype stabilization) have been developed in Europe: Vapour-Liquid-Solid (VLS), Continuous Feed-Physical Vapour Transport (CF-PVT) and Sublimation Epitaxy (SE). Two of these growth techniques (CF-PVT and VLS) have already demonstrated the elaboration of DPB free 3C-SiC material. The third one (SE) has also given promising results but still needs more work to fully develop its potential. These growth techniques are complementary as they cover a broad range of thickness: from thin layers by VLS to bulk-like crystals by CF-PVT and SE.
In this work we report on the TEM results of an extended study, on material grown by the above mentioned techniques. We focused on the crystalline quality of the material denoting the main structural faults of each grown method.

Η συμβολή της Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας στη διερεύνηση φυλογενετικών σχέσεων

Γεώργιος Ν. Θωμόπουλος
Τμήμα Βιολογίας, Σχολή Θετικών Επιστημών, Α.Π.Θ.

Η εξέλιξη των ειδών και συνεπώς η δημιουργία φυλογενετικών δένδρων για τη μελέτη των σχέσεων ανάμεσα στα διάφορα είδη είναι ένα σημαντικό βιολογικό πρόβλημα. Για τη δημιουργία φυλογενετικών δένδρων έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες πειραματικές προσεγγίσεις, σε όλα τα επίπεδα. Το γένος Drosophila περιέχει χιλιάδες είδη που χωρίζονται σε ομάδες και υποομάδες. Οι φυλογενετικές σχέσεις και ο τρόπος της εξέλιξης μεταξύ των διαφόρων ειδών Drosophila προσέλκυσε το ενδιαφέρον των επιστημόνων για πολλά χρόνια. Μια από τις πειραματικές προσεγγίσεις είναι η εφαρμογή κυτταροχημικών τεχνικών στο επίπεδο της Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας, χρησιμοποιώντας προνυμφικούς σιαλογόνους αδένες διαφόρων ειδών Drosophila. Τα εκκριτικά κοκκία των ιστών αυτών παρουσιάζουν διαφορετική μορφολογική εμφάνιση και διαφορετική κατανομή των σύμπλοκων υδατανθράκων σε κάθε είδος Drosophila που μελετήθηκε μέχρι τώρα. Επειδή τα δύο αυτά γνωρίσματα οφείλονται στη γονιδιακή σύσταση κάθε είδους, είναι δυνατή η εξαγωγή συμπερασμάτων και η κατασκευή φυλογενετικών δένδρων για τα είδη που μελετήθηκαν. Αφού τα αποτελέσματα διαφόρων πειραματικών προσεγγίσεων δεν συμφωνούν πάντα μεταξύ τους, η μόνη λογική προσέγγιση για τη διευκρίνιση των φυλογενετικών σχέσεων είναι η χρήση όλων των διαθέσιμων πληροφοριών και η χρήση πολλαπλών δεικτών σε όλα τα επίπεδα.

Δισφαινόλη Α, ένα δηλητήριο στο μπουκάλι μας: μια “φωνή” από τα φυτά

Αδαμάκης Σ. Ιωάννης-Δημοσθένης, Παντερής Εμμανουήλ, Ελευθερίου Π. Ελευθέριος
Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,

Η δισφαινόλη Α (BPA, bisphenol A) είναι συνθετική οργανική ένωση, συστατικό πολυκαρβονικών πλαστικών και εποξικών ρητινών, που χρησιμοποιούνται ευρέως για την παραγωγή προϊόντων καθημερινής χρήσης, όπως μπιμπερό διατροφής νηπίων, πλαστικά δοχεία συσκευασίας τροφίμων και ποτών, εσωτερικές επικαλύψεις μεταλλικών δοχείων τροφίμων, σωλήνες νερού, ηλεκτρονικά είδη κ.ά. Παράγεται σε μεγάλες ποσότητες παγκοσμίως και η υδρόλυσή της οδηγεί σε εκτεταμένη ρύπανση του εδάφους, του νερού και του αέρα, καθιστώντας την έναν ανερχόμενο οργανικό ρυπαντή. Τα τελευταία δέκα χρόνια η τοξική επίδρασή της σε ζωικούς οργανισμούς αποτελεί αντικείμενο πολλών ερευνών, όχι όμως σε φυτικούς οργανισμούς. Τα φυτά, όντας ριζωμένα στο έδαφος, δέχονται πρώτα την επίδραση της BPA, την απορροφούν εύκολα και τη μεταβολίζουν, χωρίς να είναι γνωστές οι ενδεχόμενες επιπτώσεις σε αυτά. Πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι η BPA αναστέλλει την ανάπτυξη, δημιουργεί χρωματοσωματικές ανωμαλίες και επηρεάζει τις στεροειδείς ορμόνες των φυτών.
Θέλοντας να διευκρινίσουμε περαιτέρω τη φυτοτοξική της δράση, μελετήσαμε την επίδραση υδατικών διαλυμάτων 10, 20, 50, 100 mg/L BPA για 1, 3, 6 και 12 ώρες σε μεριστωματικά κύτταρα ρίζας μερικών φυτών (μπιζέλι, σιτάρι, αραβόσιτος, ελάτη). Πραγματοποιήθηκε ανοσοσήμανση μικροσωληνίσκων, χρώση DNA και των μικρονηματίων ακτίνης, ενώ παράλληλα εξετάστηκε και η υπομικροσκοπική δομή των κυττάρων. Αναγνωρίστηκαν πληθώρα υποκυτταρικών επιδράσεων. Ειδικότερα, παρατηρήθηκαν: (α) αποκόλληση της πλασματικής μεμβράνης από το κυτταρικό τοίχωμα και συρρίκνωση του πρωτοπλάστη, (β) διαταραχή των

μικροσωληνίσκων και των μικρονηματίων ακτίνης, (γ) σχηματισμός μακροσωληνίσκων, (δ) αναστολή των κυτταρικών διαιρέσεων, (ε) συμπύκνωση της χρωματίνης, και (στ) καταστροφή των κυτταρικών οργανιδίων. Ένας από τους κύριους στόχους ήταν οι μικροσωληνίσκοι. Η BPA προκάλεσε τον in vivo σχηματισμό μακροσωληνίσκων, πολυμερών σωληνίνης με διάμετρο μεγαλύτερη από την τυπική, η λειτουργική σημασία των οποίων είναι ασαφής, ίσως αποτελούν απόκριση του φυτού για την προστασία της σωληνίνης. Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης δείχνουν επίσης ότι ενδεχομένως τα κύτταρα παρουσία της BPA εκτελούν προγραμματισμένο κυτταρικό θάνατο, μια πιθανότητα που χρήζει περαιτέρω διερεύνησης. Φαίνεται λοιπόν πως η BPA αποτελεί μια τοξική ουσία η οποία εμφανίζει πολλούς και διαφορετικούς στόχους από τους ήδη αναφερόμενους τόσο σε φυτά όσο και ζώα. Εφόσον διατάξεις και νομοθεσίες για την απαγόρευσή της έχουν αρχίσει να θεσμοθετούνται σε διάφορες χώρες, η περαιτέρω εδραίωση του τοξικού χαρακτήρα της είναι σημαντική.

Ηλεκτρονική Κρυσταλλογραφία στη Νανοκλίμακα

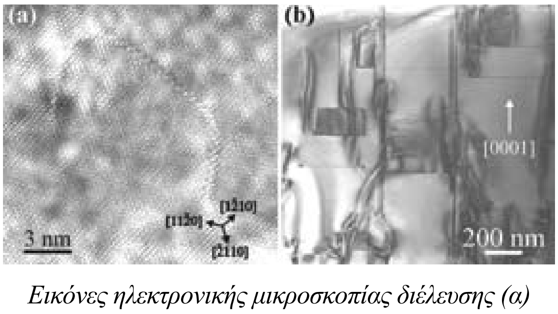
Ν. Φράγκης, Χ. Λιούτας, Ν. Βουρουτζής, Ε. Σαρακίνου
Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Η επίλυση των δομών που εμφανίζονται στην νανοκλίμακα, δεν είναι γενικά εφικτή με τα δεδομένα που προέρχονται από συμβατικές μεθόδους, όπως π.χ. περίθλαση ακτίνων-Χ. Αντιθέτως η εφαρμογή κλασσικών μεθόδων ηλεκτρονικής μικροσκοπίας, με την προσθήκη και νέων τεχνικών, εμφανίζεται πολύ περισσότερο αποδοτική και πολλά υποσχόμενη, και φέρεται με τον χαρακτηρισμό "Ηλεκτρονική Κρυσταλλογραφία".
Η χρήση της μεταπτωτικής περιστροφής της δέσμης των ηλεκτρονίων επιτρέπει την καταγραφή εικόνων περίθλασης σε συνθήκες σχεδόν κινηματικής προσέγγισης και η μέτρηση των εντάσεων από ψηφιοποιημένες εικόνες ή και απ' ευθείας, δίνει τα απαραίτητα δεδομένα περίθλασης για την εφαρμογή των κλασσικών από τις ακτίνες-Χ μεθόδων επίλυσης δομών. Η εφαρμογή της τεχνικής στην καταγραφή διαδοχικών εικόνων περίθλασης με περιστροφή του δείγματος κατά πολύ μικρές γωνίες, δίνει μια "τομογραφία" του αντιστρόφου χώρου και επιτρέπει την επίλυση δομής με τις ίδιες παραπάνω τεχνικές. Παράδειγμα εφαρμογής των τεχνικών αναφέρεται η επίλυση νέας δομής που εντοπίζεται στο σύστημα Ni_1+xTe και η οποία εμφανίζεται σε νανοπεριοχές μέσα στη μήτρα εξαγωγικού NiTe με δομή NiAs.
Η επεξεργασία και ανάλυση μικρογραφημάτων Υψηλής Διακριτικής Ικανότητας, σε συνδυασμό με την εκτίμηση των εντάσεων των περθλωμένων δεσμών ηλεκτρονίων και την προσομοίωση τόσο των μικρογραφημάτων, όσο και των εικόνων περίθλασης, οδηγούν σε ανάλογα αποτελέσματα, επιτρέποντας τον δομικό χαρακτηρισμό σε νανοκλίμακα. Η επίλυση των δομών που εμφανίζονται σε στο τετραδικό $AgPb_{18}SbSe_{20}$ δίνεται σαν παράδειγμα εφαρμογής.

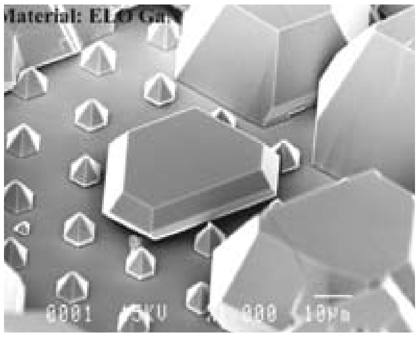
Ηλεκτρονική Μικροσκοπία Σάρωσης Εφαρμογές σε Έργα Πολιτιστικής Κληρονομιάς

Ε. Παυλίδου
Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Μία συγκεκριμένη συνεργασία μεταξύ επιστήμης και τέχνης λαμβάνει χώρα στον τομέα της πολιτιστικής κληρονομιάς. Στα πλαίσια αυτής της συνεργασίας η ανάλυση της ύλης διαδραματίζει ένα σημαντικό και μοναδικό ρόλο στην παροχή επιστημονικής βάσης για τη σταδιακή ανάπτυξη της ιστορίας της τέχνης, της αρχαιολογίας, του ελέγχου γνησιότητας, συντήρησης και αποκατάστασης των έργων πολιτισμού.
Η ηλεκτρονική μικροσκόπια σάρωσης έχει χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα για το χαρακτηρισμό υλικών αντικειμένων καλλιτεχνικής και αρχαιολογικής σημασίας, ιδιαίτερα σε συνδυασμό με την μικροανάλυση ενεργειακού διαχωρισμού ακτίνων-Χ (SEM/EDS). Με τον συνδυασμό τεχνικών επιτυγχάνεται διάγνωση υλικών στην Βυζαντινή αγιογραφία, που επιτρέπει τον καθορισμό των χρωστικών όπως των διαφορετικών τύπων οξειδίων του σιδήρου, που είναι το κύριο συστατικό των γαιωδών χρωμάτων, προσφέροντας μία καλύτερη κατανόηση των τεχνικών ζωγραφικής των εικόνων και των τοιχογραφιών. Τα πλεονεκτήματα και οι περιορισμοί του SEM/EDS παρουσιάζονται σε μελέτες όπως: ανάλυση των χρωστικών σε στρωματικές διατομές της μετα-βυζαντινής εικόνας του Αγίου Νικολάου, μελέτη της τεχνικής των τοιχογραφιών του αγιογράφου του $16^{ου}$ αιώνα Ονούφριου και της πρώτη ομάδα νωπογραφιών που δημιουργήθηκαν το 1230 μ.χ στο μοναστήρι της Μιλέσεβα, ποσοτική ανάλυση αρχαιολογικών κεραμικών, νομισμάτων και υφασμάτων.

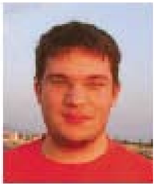


Εικόνες ηλεκτρονικής μικροσκοπίας διέλευσης (α) υψηλής διακριτικής ικανότητας και (β) φωτεινής αντίθεσης λόγω περίθλασης ηλεκτρονίων.



Εικόνα ηλεκτρονικής μικροσκοπίας σάρωσης.

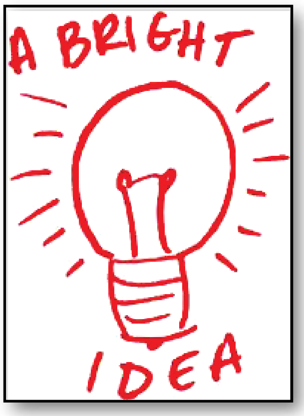
Καινοτομία, Start up και Spin off



Στέφανος Μαύρος
Φοιτητής Τμ. Φυσικής

Οι Έλληνες ανέκαθεν διακρίνονταν για την ευστροφία τους και το πνεύμα επιχειρηματικότητας τους. Σε μία εποχή με μεγάλες οικονομικές και κοινωνικές δυσκολίες υπάρχει ένας πυρήνας νέων, κυρίως, ανθρώπων οι οποίοι πιστεύουν σε ένα καλύτερο μέλλον και μάχονται γι'αυτό. Μέσω επιχειρήσεων τύπου start up και spin off προσπαθούν να αντεπεξέλθουν στις δυσκολίες της αγοράς εργασίας και να κερδίσουν τη δική τους θέση στον έξω κόσμο.
Σίγουρα θα σκέφτεστε ότι η επιχειρηματικότητα δεν είναι για όλους κυρίως λόγω της έλλειψης κεφαλαίων εκκίνησης για οποιαδήποτε σχετική δραστηριότητα. Επιπλέον, κανείς δεν θα ξεκινούσε μια επιχείρηση σε αυτούς του δύσκολους καιρούς χωρίς σαφές επιχειρηματικό πλάνο και στρατηγική. Σε αυτό το σημείο εμφανίζονται οι **start up (ή νεοφυείς) εταιρίες**, μικρές και νέες επιχειρήσεις, που στρέφονται στην παραγωγή προϊόντων με τη χρήση νέων τεχνολογιών. Ένας ιδιαίτερα μεγάλος αριθμός από αυτές ασχολούνται με τις ψηφιακές τεχνολογίες όπως τα κοινωνικά δίκτυα, το ηλεκτρονικό εμπόριο και άλλους αναπτυσσόμενους τομείς. Ουσιαστικά είναι προσωρινοί οργανισμοί οι οποίοι δεν βασίζονται σε τίποτα περισσότερο από μια καλή καινοτόμα επιχειρηματική ιδέα και ένα σχετικά απλό business plan το οποίο όμως δεν είναι και το τελικό. Ο στόχος τέτοιων επιχειρήσεων είναι η εύρεση ενός ιδανικού για την εκάστοτε επιχείρηση επιχειρηματικού μοντέλου καθώς και η εύρεση χρηματοδότησης *μέσω κεφαλαίων υψηλού επιχειρηματικού κινδύνου (venture capitals)* τα οποία θα της επιτρέψουν να μεγενθυθεί και να είναι κερδοφόρα.
Βέβαια, δεν είναι ψέμα ότι μεγάλος αριθμός start up εταιριών αποτυγχάνουν για πολλούς διαφορετικούς λόγους όπως η έλλειψη καινοτομίας, η αδυναμία εύρεσης χρηματοδοτών και η εγκατάλειψή τους από τα μέλη, τα οποία συνήθως είναι πολύ λίγα στον αριθμό. Το θετικό είναι ότι, λόγω της φύσης των ίδιων των start up, μπορεί κανείς να ξαναξεκινήσει, αν ο ίδιος το θέλει, με καινούργια ιδέα και νέο team. Αν και οι δυσκολίες είναι πολλές, υπάρχουν λαμπρά παραδείγματα ελληνικών start up εταιριών τα οποία ήδη δραστηριοποιούνται και έξω από την Ελλάδα και έχουν καταφέρει να εξασφαλίσουν χρηματοδοτήσεις μεγαλύτερες του ενός εκατομμυρίου ευρώ (μερικές από αυτές

το Bugsense, το Daily Secret και το Bubblebox). Επιπλέον, στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια αναπτύσσονται αρκετές κοινότητες ανθρώπων που ασχολούνται με το επιχειρείν και βοηθούν νέες start up να εξελιχθούν, βοηθούν στη δικτύωση ανθρώπων που μοιράζονται το ίδιο ενδιαφέρον και οργανώνουν ανοιχτές εκδηλώσεις στις οποίες παρουσιάζονται τέτοιες εταιρίες, καθώς και άνθρωποι που έχουν δουλέψει σε αυτές. Ακόμα, μεγάλα ιδρύματα στην χώρα μας σε συνεργασία με ιδιωτικές πρωτοβουλίες διοργανώνουν διαγωνισμούς επιχειρηματικότητας και καινοτομίας τόσο φοιτητικούς όσο και ανοιχτούς για τον οποιονδήποτε.
Ένα άλλος τύπος επιχείρησης είναι οι **spin off (τεχνοβλαστοί)** οι οποίες συνδέονται με την καινοτομία με διαφορετικό τρόπο απ' ότι οι start up. Οι spin off είναι εταιρίες οι οποίες στοχεύουν στην παραγωγή καινοτό-



μων προϊόντων και υπηρεσιών μέσω της εμπορικής εκμετάλλευσης ερευνητικών αποτελεσμάτων που παράγονται από ερευνητικά εργαστήρια και τεχνολογικούς φορείς. Πρακτικά, αντιπροσωπεύουν την άμεση σύνδεση της ερευνητικής δραστηριότητας με την παραγωγική διαδικασία και σε αυτές μπορούν να συμμετέχουν ερευνητές, επιστημονικοί φορείς και τρίτα πρόσωπα.
Συνοψίζοντας, οι νέες επιχειρηματικές δομές μπορούν να δώσουν μια επιπλέον διέξοδο, ειδικά στους νέους ανθρώπους. Με τα σύγχρονα μέσα, το διαδίκτυο και τις σελίδες κοινωνικής δικτύωσης είναι αρκετά εύκολο για τον οποιονδήποτε να γνωρίσει τις ευκαιρίες που υπάρχουν, να υλοποιήσει τις ιδέες του και να κυνηγήσει το όνειρο του.

Πληροφορίες και φορείς σχετικά με τις start up:
http://opencoffee.gr/
http://www.startupgreece.gov.gr/el
http://igniteathens.gr/
http://hellenicstartups.gr/
http://startuplive.in/

Από τη Φυσική στην Καινοτομία

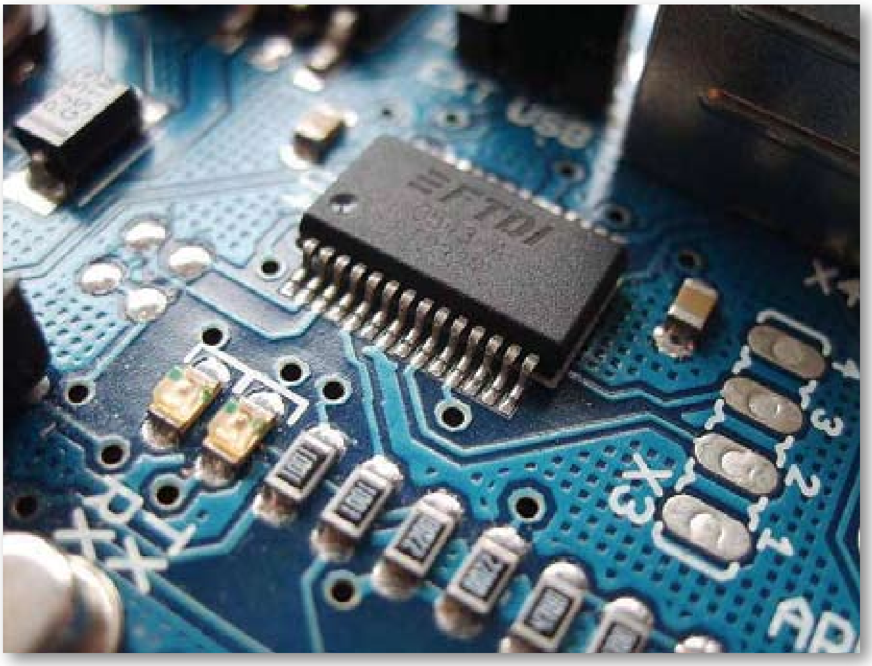
Στέφανος Μαύρος
Φοιτητής Τμ. Φυσικής

Συνέντευξη του Νικόλαου Μιχαλοδημητράκη στο περιοδικό Φαινόμενο

Ο κ. Νικόλαος Μιχαλοδημητράκης, φυσικός - ραδιοηλεκτρολόγος, ίδρυσε την RND το 2006 μαζί με τον συνέταιρό του κ. Νεοφώτιστο. Η RND δραστηριοποιείται στον χώρο της σχεδίασης και κατασκευής ηλεκτρονικών κυκλωμάτων και συστημάτων. Το 2011 βραβεύτηκε στο Διαγωνισμό Εφαρμοσμένης Έρευνας & Καινοτομίας ως μία από τις δέκα καλύτερες στην Εφαρμοσμένη Έρευνα. Συναντηθήκαμε με τον κ. Μιχαλοδημητράκη στους χώρους της εταιρίας του RND (www.rnd.gr) στο κέντρο της Θεσσαλονίκης.

Είστε πτυχιούχος φυσικός. Πώς αρχίζει η δική σας ιστορία; Θέλατε από μικρός να σπουδάσετε φυσική και πως φτάσατε στα ηλεκτρονικά;

Από μικρός είχα τρέλα με τη φυσική και τα μαθηματικά και ήθελα οπωσδήποτε να γίνω φυσικός. Τα ηλεκτρονικά τα είχα σαν χόμπι και έκανα μικρές κατασκευές και πειράματα. Έτσι κατέληξα στο φυσικό και διαπιστώνοντας ότι είναι πιο εύκολη η αποκατάσταση στον ελληνικό χώρο για κάποιον που ασχολείται με τα ηλεκτρονικά, αλλά και επειδή μου άρεσαν μεταξύ άλλων τομέων της Φυσικής, επέλεξα να ασχοληθώ με αυτά. Επιπλέον τα ηλεκτρονικά έχουν ευρύτερο πεδίο εφαρμογών και είναι ο πιο ευνοϊκός χώρος για όσους θέλουν να δραστηριοποιηθούν μόνοι τους.



Αν είχατε μια δεύτερη ευκαιρία θα ξαναεπιλέγατε την επιστήμη του φυσικού ή θα επιλέγατε κάτι πιο συναφές με τα ηλεκτρονικά όπως ένα πολυτεχνικό τμήμα.

Θα επέλεγα πάλι το φυσικό (τμήμα). Σήμερα τα ηλεκτρονικά έχουν γίνει αρκετά εύκολα, δηλαδή για να μάθει κάποιος να προγραμματίζει στοιχειωδώς έναν επεξεργαστή, που είναι η καρδιά ενός ηλεκτρονικού συστήματος, χρειάζεται περίπου ένας μήνας με χαλαρούς ρυθμούς. *Δεν είναι πλέον τόσο δύσκολο να φτιάξεις κάτι ηλεκτρονικό.* ***Το θέμα είναι στο να ξέρεις τι θα φτιάξεις, δηλαδή να γνωρίζεις τη φυσική του φαινομένου*** στο οποίο απευθύνεται το ηλεκτρονικό κύκλωμα και όχι το πώς θα φτιάξεις το κύκλωμα. Για παράδειγμα ασχολούμαι με ένα project που σχετίζεται με την καύση βιομάζας στο οποίο χρειάζεται 99% φυσική και χημεία για την μελέτη του συστήματος καύσης, τις συγκεντρώσεις κτλ. και 1% για το κομμάτι των ηλεκτρονικών. Άρα για τη δουλειά που κάνω χρειάζεται να είμαι 99% φυσικός και 1% ηλεκτρονικός μηχανικός. Οι ηλεκτρολόγοι του πολυτεχνείου είναι καταλληλότεροι για κατασκευές όπως κάρτες γραφικών και μητρικές κάρτες, προϊόντα τα οποία πωλούνται μόνο σε μαζική κλίμακα από πολυεθνικές εταιρίες τις οποίες δεν μπορεί να τις ανταγωνιστείς εύκολα. ***Σήμερα η ζήτηση στα ηλεκτρονικά εντοπίζεται στις εταιρίες τύπου OEM (original equipment manufacturer) οι οποίες παράγουν σε μέτρια η μικρή κλίμακα διάφορες πρότυπες κατασκευές με επιστημονική αξία, οι οποίες όμως δεν αγγίζουν τις συσκευές ευρείας κλίμακας όπως είναι π.χ. τα laptop. Αυτού του είδους οι εταιρίες λοιπόν είναι η "ατμομηχανή" των ηλεκτρονικών της Ευρώπης.*** Ο OEM χρειάζεται να ξέρει πιο πολύ το αντικείμενο στο οποίο απευθύνεται αυτή η custom κατασκευή που θα φτιάξει, παρά το πως θα την φτιάξει. *Πολύ καλή δουλειά για φυσικούς!*

Αυτή την στιγμή η εταιρία RND είναι μία επιτυχημένη εταιρία στο χώρο των ηλεκτρονικών. Μπορείτε να μας πείτε λίγα λόγια για την ιστορία της;

Η εταιρία ξεκίνησε από δύο ατομικές εταιρίες οι οποίες παρείχαν υπηρεσίες R&D (research & development) σχεδίασης και ανάπτυξης ηλεκτρονικών κυκλωμάτων και μετά από κάποιο χρονικό διάστημα συγχωνεύτηκαν σε μία ομόρρυθμη εταιρία το 2006. Η οικονομική κρίση μας χτύπησε πολύ διότι τα προϊόντα μας απευθύνονταν κυρίως στο χώρο της οικοδομής, κυρίως συστήματα για ανελκυστήρες, και επειδή η οικοδομή επηρεάστηκε ιδιαίτερα από την κρίση βρεθήκαμε σε δύσκολη θέση. Ήδη έχουμε αρχίσει να ασχολούμαστε με άλλα αντικείμενα και θεωρώ ότι σε λιγότερο από έναν χρόνο θα έχουμε ξεπεράσει την κρίση.

Πρόσφατα διακριθήκατε στο διαγωνισμό εφαρμοσμένης έρευνας και καινοτομίας. Πόσο σημαντικό ήταν για εσάς αυτό το βραβείο;

Ήταν αρκετά σημαντικό, κυρίως γιατί ήταν μια αναγνώριση της δουλειάς από κάποιον επίσημο φορέα, και γιατί αποδείξαμε ότι μπορεί να παραχθεί και έρευνα εκτός του πανεπιστημίου στην Ελλάδα.

Πιστεύετε ότι σήμερα, με την κρίση στην αγορά, υπάρχουν οι ευκαιρίες ώστε να ασχοληθούν οι νέοι με την επιχειρηματικότητα και μάλιστα με προϊόντα υψηλής τεχνολογίας;

Δεν υπάρχουν άλλες ευκαιρίες εκτός από αυτές. Πόσες είναι αυτές οι ευκαιρίες δεν γνωρίζω αλλά σίγουρα δεν υπάρχουν άλλες ειδικά για την Ελλάδα. Κάποιος νέος ή θα ασχοληθεί με την επιχειρηματικότητα ή θα πρέπει να είναι πολύ τυχερός για να βρει μία θέση που να είναι κατάλληλη για αυτόν. Ευκαιρίες υπάρχουν ιδιαίτερα στον χώρο των OEMs. Αν ο νέος φυσικός έχει ερεθίσματα από κάπου και αντιληφθεί ότι υπάρχουν ανάγκες στις οποίες ο ίδιος μπορεί να ανταποκριθεί θα μπορούσε να πάει πολύ καλά με μία δική του εταιρία. Τέτοιες ανάγκες είναι η κατασκευή αισθητήρων, χώρος ο οποίος ενδείκνυται για φυσικούς καθώς περιέχει ένα φυσικό φαινόμενο, απλά ηλεκτρονικά και απλές κατασκευές. Οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται για διάφορους σκοπούς όπως μέτρηση φωτιάς, αερίων, στάθμης υγρού και έχουν ιδιαίτερα ευρεία εφαρμογή σε πολλούς τομείς αλλά και ιδιαίτερα αυξημένη ζήτηση στην αγορά.

Πιστεύετε ότι η σχέση μεταξύ πανεπιστημίων και εταιριών υψηλής τεχνολογίας θα βοηθούσε την ανάπτυξη στην Ελλάδα;

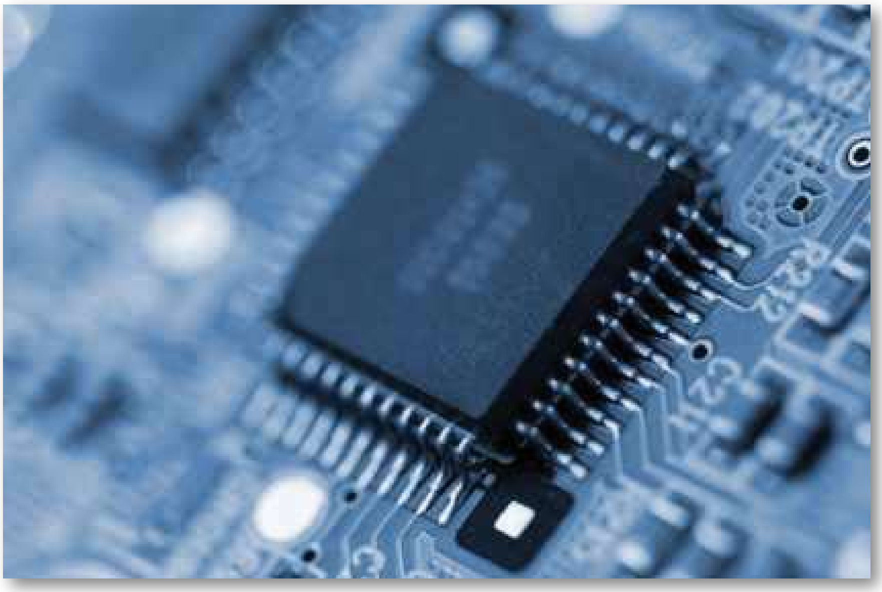
Τα διδακτορικά πρέπει να γίνονται ως εξής: κάποια εταιρία με συγκεκριμένο ενδιαφέρον σε ένα θέμα που ξεπερνά την τεχνογνωσία της, προσλαμβάνει έναν πτυχιούχο και τον ωθεί στο διδακτορικό με το θέμα που την ενδιαφέρει. Εφόσον συμβαίνει αυτό μπορεί το πανεπιστήμιο να συμπλεύσει με τις εταιρίες. Έτσι και τα διδακτορικά που θα βγαίνουν θα μπορούν να καλύψουν ανάγκες των εταιριών και το πανεπιστήμιο θα αρχίσει σιγά σιγά να προσεγγίζει την ελληνική κοινωνία και να αναπτύσσονται κλάδοι που καλύπτουν τις ανάγκες της, γιατί οι ελληνικές εταιρίες θα στέλνουν τους ήδη προσληφθέντες να κάνουν διδακτορικά και οι άνθρωποι θα ασχολούνται με αυτό που τους ενδιαφέρει. Πιστεύω ότι αυτή τη στιγμή στο πανεπιστήμιο χαραμίζονται πάρα πολλοί νέοι γιατί τα διδακτορικά που κάνουν είτε τα ξεκινάει το πανεπιστήμιο με την ελπίδα ότι κάπου θα βρεθεί χρησιμότητα είτε γιατί τα προγράμματα από τα οποία προέρχονται τελειώνουν και μετά οι διδάκτορες μένουν μετέωροι. Αν δε συνδεθεί ο θεσμός του διδακτορικού με πτυχιούχους υπαλλήλους εταιριών οι οποίοι θα πληρώνονται από αυτές κατά την διάρκεια της εκπόνησης του, δεν θα υπάρξει λύση.

Ακούγεται ότι η Θεσσαλονίκη υστερεί σε σχέση με την Πάτρα και την Αθήνα στις εταιρίες τεχνολογίας και στους συνεργατικούς σχηματισμούς (clusters). Αποτέλεσε για εσάς εμπόδιο η θέση της εταιρίας σας;

Το θέμα είναι ότι οι εταιρίες υψηλής τεχνολογίας πρέπει να κρίνονται στη βάση των πωλήσεων των προϊόντων που παράγουν. Αυτό είναι πολύ σημαντικό και νομίζω ότι υπάρχουν πολλές εταιρίες οι οποίες τελικά δεν διαθέτουν προϊόντα στην αγορά αλλά επιβιώνουν χάρη διαφόρων προγραμμάτων που δεν έχουν μεγάλη σχέση με την αντίληψη μίας πραγματικής εταιρίας υψηλής τεχνολογίας. Για παράδειγμα όλες οι εταιρίες που παράγουν ηλεκτρονικά για ανελκυστήρες όπως η Kleemann και η Doppler είναι στην Βόρεια Ελλάδα. Αν λάβουμε ως κριτήριο την ποσότητα των προϊόντων που παρέχει στην αγορά μία εταιρία, πραγματικά δεν ξέρω ποιά είναι η κατανομή τους στην Ελλάδα.

Τι συμβουλή θα δίνατε σε ένα νέο φυσικό ο οποίος θέλει να ασχοληθεί με το επιχειρείν στην Ελλάδα;

Να το κάνει. Στην αρχή θα ζοριστεί, θα απογοητευτεί αλλά δεν υπάρχει άλλος τρόπος, δεν υπάρχει εύκολη λύση και φυσικά μπορεί και να αποτύχει. Πόλεμος χωρίς απώλειες δεν είναι πόλεμος είναι παρενόχληση αδυνάτου! Εμείς έτσι ξεκινήσαμε αλλά καλά μας πήγε η δουλειά. Είχαμε τις αποτυχίες μας, είχαμε και τις στενοχώριες μας αλλά μας πήγε καλά. Απλώς, αυτός που θα ξεκινήσει θα πρέπει να είναι λίγο προσεκτικός, να ζυγίσει λίγο τις ικανότητες του όχι μόνο σε επίπεδο επιστημονικών γνώσεων αλλά και σε



οικονομικό επίπεδο ειδικά αν ξεκινήσει και με κάποιον συνέταιρο που είναι και το πιο πιθανό. Πρέπει επίσης να δει τις ανάγκες τις αγοράς, για παράδειγμα αν κάποιος έχει γνωστούς σε κάποιο βενζινάδικο θα μπορούσε να διερευνήσει την ανάπτυξη κάποιου αισθητήρα ώστε να μετράει ηλεκτρονικά τη στάθμη των καυσίμων στις δεξαμενές και, έχοντας κατά νου και τον βιοπορισμό, μέσω αυτού δεν θα το θεωρούσα καθόλου υπερβολικό σενάριο. Άρα ας προσπαθήσουν οι νέοι το επιχειρείν. Εγώ πιστεύω ότι οι μισοί τουλάχιστον θα τα καταφέρουν.

Εμπορική αξιοποίηση της νανοτεχνολογίας με επιχειρηματικές δράσεις

Μάρα Χαχαμίδου*
Διδάκτωρ ΔΠΜΣ Νανοεπιστήμες & Νανοτεχνολογίες

Σύμφωνα με το Εθνικό Ίδρυμα Επιστήμης των ΗΠΑ και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή ο όρος **νανοτεχνολογία** αναφέρεται στην κατανόηση και τον έλεγχο της ύλης σε διαστάσεις κατά προσέγγιση 1 με 100 νανόμετρα, όπου εμφανίζονται μοναδικά φαινόμενα και παρουσιάζονται νέες ευκαιρίες εφαρμογών. Στη νανοκλίμακα οι φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες των υλικών διαφέρουν πολύ σε σχέση με τις ιδιότητες των μεμονωμένων ατόμων ή μορίων και της συμπυκνωμένης ύλης στη μακροκλίμακα. Προκειμένου να αξιοποιηθούν οι ιδιότητες αυτές, οι δραστηριότητες Έρευνας & Ανάπτυξης (Ε&Α) στη νανοτεχνολογία προσανατολίζονται προς την κατανόηση και τη δημιουργία βελτιωμένων υλικών, διατάξεων και συστημάτων.
Καθώς η νανοτεχνολογία σχετίζεται με το ατομικό και μοριακό επίπεδο, εκτείνεται 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 μηχανική. Η νανοτεχνολογία έχει τη δυναμική να εισχωρήσει σε πολλές εφαρμογές μια και προσφέρει βελτιωμένα, μεγαλύτερης διάρκειας ζωής, καθαρότερα, ασφαλέστερα και πιο έξυπνα προϊόντα για την οικιακή χρήση, τις επικοινωνίες, την ιατρική, τις μεταφορές, τη γεωργία και τη βιομηχανία γενικότερα. Για παράδειγμα, τα νανοσωματίδια χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη και παραγωγή νέων υλικών στα οργανικά ηλεκτρονικά, την ενέργεια, και την ιατρική, ενώ οι νανοσωλήνες άνθρακα χρησιμοποιούνται στην αυτοκινητοβιομηχανία, στις οθόνες, στις μπαταρίες κ.ά. Έτσι, πολλές χώρες θεωρούν τη νανοτεχνολογία ως μια περιοχή έτοιμη για μελλοντική αξιοποίηση και την αντιλαμβάνονται ως κλειδί για την αναδόμηση της βιομηχανίας και της οικονομίας τους.
Η βιομηχανία της νανοτεχνολογίας μπορεί να οριστεί ως το σύνολο των εταιρειών που εστιάζουν στη μεταφορά των διαδικασιών, των εργαλείων, των υλικών, των διατάξεων και των συστημάτων που σχετίζονται με τη νανοτεχνολογία, στην αγορά. Στη συνέχεια για την περιγραφή της δομής της βιομηχανίας στη νανοτεχνολογία γίνεται η χρήση του απλουστευμένου μοντέλου που αναπτύχθηκε από τους Miller *et al.* (2004) το οποίο, παρόλο που βρίσκεται σε αρχικό στάδιο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί με κάποιες γενικεύσεις για την περίπτωση της νανοτεχνολογίας (Σχήμα 1). Σύμφωνα με αυτό, **οι εταιρείες νανοτεχνολογίας χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες**: (1) στις εταιρείες που αναπτύσσουν επιστημονικό εξοπλισμό («tools»), (2) στις εταιρείες που αναζητούν να αξιοποιήσουν τη νανοτεχνολογία με ανάπτυξη υλικών («simple nanotechnology»), και (3) στις εταιρείες που εστιάζουν στις ανάπτυξη διατάξεων και εφαρμογών της νανοτεχνολογίας («building small»).

COMPANIES FOCUSED ON COMMERCIALISING NANOTECHNOLOGY			COMPANIES INTEGRATING NANOTECHNOLOGY
TOOLS	**SIMPLE**	**BUILDING SMALL**	**Materials:** DuPont
Lithography Production	**Bulk Nanomaterials**	**Life Science**	**Computing:** IBM, Hewlett-Packard, Intel
NanoInk	Nanophase	Nanosphere NanoBio	**Life sciences:** Roche
Manipulation/ Characterization	**Industrial Coatings**		
Npoint, Veeco	Inframat		**Energy:** Exxon Mobil
		Organic Electronics	
		Cambridge Display Technologies	
	Catalysts	Plastic Logic	
	Catalytic Solutions	Heliatek	**Communications Equipment:** Lucent
	Textiles	**Integrated Systems**	**Consumer electronics:** Hitachi
	Nanotex	Nanosys	
		Nanomix	**Aerospace and Defence:** Raytheon

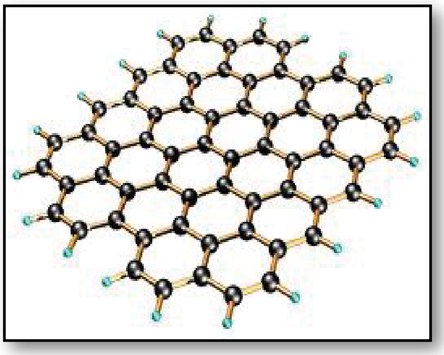
Σχήμα 1: Το μοντέλο των κατηγοριών σχετικά με τις εταιρείες στη νανοτεχνολογία (Miller et al., 2004), και ενδεικτικά παραδείγματα εταιρειών.

Η κατηγορία των εταιρειών στην νανοτεχνολογία που σχετίζονται με τον επιστημονικό εξοπλισμό «tools» περιλαμβάνει τις εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον εξοπλισμό/εργαλεία για τη σύνθεση, τροποποίηση, παρατήρηση, χαρακτηρισμό νανοϋλικών, καθώς και εργαλεία υπολογιστικής και μοντελοποίησης. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η εταιρεία NanoInk (www.nanoink.net/) spin-off που δημιουργήθηκε από το Northwestern University (ΗΠΑ) και δραστηριοποιείται στην ανάπτυξη λιθογραφίας dip-pen.

Η κατηγορία εταιρειών στη «simple nanotechnology» περιλαμβάνει αυτές που αναπτύσσουν νανοϋλικά, σκόνες, επικαλύψεις, καταλύτες, χημικά, και υφάσματα. Για παράδειγμα, η Nanophase (www.nanophase.com) παράγει νανοκρυσταλλικά σωματίδια που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορες εφαρμογές, όπως σε αντηλιακές κρέμες.

Η κατηγορία των εταιρειών που επικεντρώνεται στις «building small» εφαρμογές της νανοτεχνολογίας περιλαμβάνει εταιρείες που αναζητούν να αναπτύξουν διατάξεις και συστήματα στη νανοκλίμακα. Αυτή η κατηγορία μπορεί να χωριστεί περαιτέρω σε υποκατηγορίες εταιρειών που δραστηριοποιούνται στους τομείς των **επιστημών υγείας, των οργανικών ηλεκτρονικών και των ενσωματωμένων συστημάτων**. Τέτοιο παράδειγμα εταιρείας στις επιστήμες υγείας αποτελεί η Nanosphere (www.nanosphere.us) η οποία χρησιμοποιεί νανοσωματίδια χρυσού για την ανίχνευση γονιδίων και τη διάγνωση ασθενειών. Η υποκατηγορία των **οργανικών ηλεκτρονικών** περιλαμβάνει εταιρείες οι οποίες προσπαθούν να αναπτύξουν τη νέα γενιά ηλεκτρονικών που αποτελούνται από οργανικά υλικά και μπορούν να αναπτυχθούν πάνω σε εύκαμπτα υποστρώματα. Σε αυτή την υποκατηγορία, ενδεικτικά, ανήκει η Heliatek (www.heliatek.com) η οποία ασχολείται με τη δημιουργία νέων φωτοβολταϊκών διατάξεων που μπορούν να μετατρέψουν πιο αποδοτικά το φως σε ενέργεια. Αντίστοιχα, η υποκατηγορία των εταιρειών που παράγουν **ενσωματωμένα συστήματα** περιλαμβάνει εταιρείες που αναπτύσσουν οπτικές, ηλεκτρονικές και χημικές διατάξεις όπως για παράδειγμα η εταιρεία Nanomix (www.nano.com).

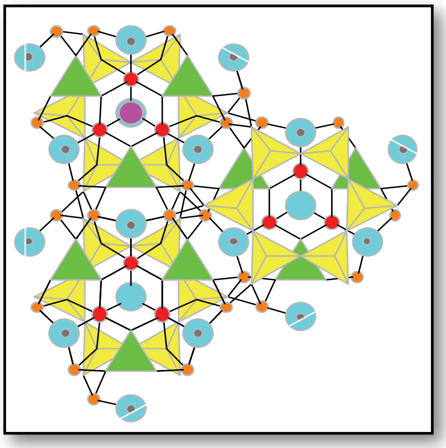
Η νανοτεχνολογία έχει εισχωρήσει σε ήδη υπάρχουσες βιομηχανίες μετασχηματίζοντας αυτές από τη βιομηχανία της μικροηλεκτρονικής σε νανοηλεκτρονική, από βιοτεχνολογίας σε νανο-βιοτεχνολογίας, από ιατρικής σε νανο-ιατρικής και από ενέργεια σε νανο-ενέργεια (Mangematin & Walsh, 2012). Τα τελευταία χρόνια αρκετές μεγάλες εταιρείες επέκτειναν τις δραστηριότητές τους στη νανοτεχνολογία, ώστε να διασφαλίσουν την ανταγωνιστικότητά τους.



Αυτές οι εταιρείες προέρχονται από τη βιομηχανία των χημικών, των φαρμάκων, των οπτικών και των ηλεκτρονικών (π.χ. Bayer, BASF, Carl Zeiss, Agfa-Gevaert, General Electrics, Philips). (EC, 2006). Όμως **η βιομηχανία της νανοτεχνολογίας αποτελείται κυρίως από εταιρείες start-up**[1] **και spin-off**[2] που δημιουργήθηκαν τα τελευταία χρόνια και συνεχίζουν να δημιουργούνται. Οι εταιρείες start-up και spin-off με βάση διάφορες εκτιμήσεις, υπολογίζονται από μερικές εκατοντάδες έως και μερικές χιλιάδες και είναι σε θέση να επωφεληθούν περισσότερο από τις αναδυόμενες τεχνολογίες και τον επαναπροσδιορισμό των αγορών (Miller *et al.*, 2004, Χαχαμίδου, 2010). Αντίθετα οι μεγάλες εταιρείες έχουν προβλήματα με την εμπορική αξιοποίηση νέων τεχνολογιών λόγω του κανιβαλισμού των ίδιων αγορών, της οργανωτικής αδράνειας και των βραχυπρόθεσμων κινήτρων τους.

Παρ'όλο που **τα πανεπιστήμια αναγνωρίζονται ως η κύρια πηγή καινοτομίας** στη βιοτεχνολογία, την τεχνολογία της πληροφορίας και επικοινωνιών και τη **νανοτεχνολογία** και την οποία επιδιώκουν να αξιοποιούν, δεν είναι, συνήθως, σε θέση να εισάγουν προϊόντα που να ανταποκρίνονται στις αγορές ή να δημιουργούν νέες (Palmerg, 2008, Niosi, 2006. Ως αποτέλεσμα τα **πανεπιστήμια και τα ερευνητικά κέντρα αποτελούν τις κυριότερες πηγές δημιουργίας ακαδημαϊκών εταιρειών spin-off** που αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο μέρος των φορέων νανοτεχνολογίας στις ΗΠΑ, την Ευρώπη και την Ασία (Cientifica, 2003).

Το αυξημένο ενδιαφέρον για τις εταιρείες spin-off στην νανοτεχνολογία οδήγησε στο να αποτελέσουν αντικείμενο μελέτης. Οι Libaers *et al*. (2006) που μελέτησαν τις βρετανικές εταιρείες spin-off στη νανοτεχνολογία και τις συνέκριναν με αντίστοιχες στη Γερμανία και το Ισραήλ, συμπεραίνουν ότι αυτές οδηγούν τις εξελίξεις στα νανοϋλικά, τις νανοδιατάξεις, τις νανοβιοδιατάξεις και τα νανοεργαλεία. Οι περισσότερες δραστηριοποιούνται στην περιοχή των νανοδιατάξεων χωρίς όμως να έχουν ιδιαίτερο ρόλο στην εμπορευματοποίηση των νανο-υπηρεσιών και τις εγκαταστάσεις για την νανο-παραγωγή. Η διαπίστωση αυτή οφείλεται στο ότι οι εργαστη-



ριακές υποδομές και ο επιστημονικός εξοπλισμός παρέχονται κυρίως από μεγάλες εταιρείες. Επιπλέον οι εγκαταστάσεις για την παραγωγή προϊόντων νανοτεχνολογίας σε μεγάλη κλίμακα απαιτούν υψηλά ποσά κεφαλαίων, κάτι το οποίο βρίσκεται πέρα από τις δυνατότητες των πιο μικρών επιχειρήσεων. Επίσης, είναι πολύ σημαντικό για τις εταιρείες spin-off να διαθέτουν **διπλώματα ευρεσιτεχνίας,** τα οποία ενισχύουν την εμπορική τους βιωσιμότητα και κάνουν πιο εύκολη την αύξηση του κεφαλαίου τους.

Η επιχειρηματική αξιοποίηση της νανοτεχνολογίας στην Ελλάδα

Παρά το γεγονός ότι στην Ελλάδα οι κύριοι φορείς που δραστηριοποιούνται στη νανοτεχνολογία είναι επί το πλείστον ερευνητικές ομάδες σε πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα, υπάρχει και ένας αριθμός εταιρειών που την αξιοποιεί εμπορικά. Έτσι, σε ότι αφορά τη βιομηχανία νανοτεχνολογίας στην Ελλάδα, αυτή αποτελείται κυρίως από εταιρείες start up και spin-off που κατηγοριοποιούνται με βάση το μοντέλο της βιομηχανίας της νανοτεχνολογίας που περιγράφηκε παραπάνω και που παρουσιάζεται στο Σχήμα 2. Οι ελληνικές εταιρείες δραστηριοποιούνται κυρίως στην ανάπτυξη υλικών. Οι περισσότερες βρίσκονται στη Θεσσαλονίκη, την Αθήνα και την Πάτρα, ενώ αρκετές είναι εγκατεστημένες σε τεχνολογικά πάρκα. Υπάρχουν, επίσης, ορισμένες εταιρείες που αντιπροσωπεύουν εταιρείες νανοτεχνολογίας του εξωτερικού και στόχος τους είναι η εμπορία-μεταποίηση των προϊόντων νανοτεχνολογίας. Στο Παράρτημα παρατίθενται οι εταιρείες νανοτεχνολογίας στην Ελλάδα μαζί με μια σύντομη περιγραφή των δραστηριοτήτων τους.

Ορισμένες από τις εταιρείες αυτές, καθώς και οι περισσότερες από τις ελληνικές ερευνητικές ομάδες που δραστηριοποιούνται στη νανοτεχνολογία (είτε εργαστήρια είτε φυσικά πρόσωπα), αποτελούν μέλη των δύο δικτύων της νανοτεχνολογίας στην Ελλάδα. Πρόκειται για τα εξής δίκτυα:

1) **Το θεματικό δίκτυο NanoNet** (www.nanonet.gr). Είναι μια πρωτοβουλία, που ξεκίνησε το 2003 από το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης και πιο συγκεκριμένα από το Εργαστήριο Λεπτών Υμενίων, Νανοσυστημάτων και Νανομετρολογίας. Πρόκειται για ένα δίκτυο με διεπιστημονικό ρόλο που συνδέει τις εφαρμογές των τμημάτων Φυσικής, Χημείας, Βιολογίας, Ιατρικής, Μηχανικής, Επιστήμης Υλικών και Νανοβιοτεχνολογίας. Σήμερα περισσότεροι από 350 οργανισμοί, όπως εργαστήρια από πανεπιστήμια, ερευνητικά κέντρα και εταιρείες συμμετέχουν στο NanoNet από την Ελλάδα, τα Βαλκάνια, την Ευρώπη και τις ΗΠΑ. Το δίκτυο συντονίζει τις υπηρεσίες των εργαστηρίων του ΑΠΘ αλλά και άλλων εργαστηρίων της Ελλάδας και του εξωτερικού που δραστηριοποιούνται στις περιοχές των νανοτεχνολογιών και των νανοβιοτεχνολογιών.
2) **Η Εθνική Επιστημονική Εταιρεία "Micro & Nano"** (http://imel.demokritos.gr/micro-nano/home.html) δημιουργήθηκε τον Ιούλιο του 2003. Η εταιρεία αυτή αποτελείται από μέλη που είναι φορείς και φυσικά πρόσωπα και σχετίζονται με τη μικρο- και νανοτεχνολογία.

Θα πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι στο παρόν άρθρο (παρά το γεγονός ότι υπάρχει μετάβαση κάποιων δραστηριοτήτων της μικροηλεκτρονικής στη νανοτεχνολογία) δε γίνεται αναφορά στις εταιρείες που δραστηριοποιούνται στη μικροηλεκτρονική και συμμετέχουν στην Ένωση Ελληνικής Βιομηχανίας Ημιαγωγών (http://www.hsia.gr/) και που πιθανόν έχουν συμπεριλάβει και δράσεις νανοτεχνολογίας στην ανάπτυξη των προϊόντων τους. Επιπλέον θα πρέπει να αναφερθεί ότι παρά το γεγονός ότι υπάρχουν παραδοσιακές βιομηχανίες που έχουν συμπεριλάβει τη νανοτεχνολογία στη διαδικασία παραγωγής των προϊόντων τους, καθώς είναι δύσκολο αυτές να εντοπιστούν, δεν αναφέρονται και δεν συμπεριλαμβάνονται στο Σχήμα 2.

Με βάση όλα τα παραπάνω, φαίνεται ότι η εμφάνιση νέων τεχνολογιών όπως η νανοτεχνολογία, προσφέρει ευκαιρίες αναδόμησης των οικονομιών και δημιουργίας νέων βιομηχανιών. Κάτι είναι ιδιαίτερα σημαντικό για μικρές χώρες όπως η Ελλάδα, λόγω του ότι οι παραδοσιακές βιομηχανίες συνεχίζουν να συρρικνώνονται και ο παγκόσμιος ανταγωνισμός αυξάνεται συνεχώς. Οπότε η αξιοποίηση της νανοτεχνολογίας μέσα από επιχειρηματικές δράσεις θα μπορούσε να αποτελέσει μια ευκαιρία προς αυτή την κατεύθυνση.

GREEK COMPANIES FOCUSED ON COMMERCIALISING NANOTECHNOLOGY		
TOOLS	**SIMPLE**	**BUILDING SMALL**
Design NANOTROPIC	**Nanomaterials** Glonatech NANOPHOS Nanothinx Tropical D.E.F.I.N.E Advent **Consulting** NanoDomi	**Life Science** Micro2Gen **Organic Electronics** NANOTYPOS **Integrated Systems** Nanoradio

Σχήμα 2: Ενδεικτική κατηγοριοποίηση ελληνικών εταιρειών νανοτεχνολογίας με βάση το μοντέλο των Miller et al., 2004.

** Η Δρ. Μ. Χαχαμίδου είναι ερευνήτρια σε θέματα εμπορικής αξιοποίησης αποτελεσμάτων έρευνας κυρίως μέσα από επιχειρηματικές δράσεις. (mail: mchacham@auth.gr)*

Υποσημειώσεις

[1] νεοϊδρυθείσες εταιρείες που βρίσκονται σε φάση ανάπτυξης & είναι συνήθως βασισμένες σε νέες τεχνολογίες & καινοτομίες

[2] νέες εταιρείες που δημιουργούνται προκειμένου να αξιοποιήσουν εμπορικά καινοτόμα ερευνητικά αποτελέσματα/ τμήμα της πνευματικής ιδιοκτησίας που αναπτύχθηκαν σε ένα οργανισμό

Παράρτημα: Κατάλογος ελληνικών εταιρείων νανοτεχνολογίας

ONNEX- Glonatech- Global Nanotechnologies SA, Αθήνα & Λαμία (Τεχνολογικό Πάρκο "ΛΕΥΚΙΠΠΟΣ") -http://www.glonatech.com/: Η εταιρία βρίσκεται σε διεργασίες δημιουργίας της πρώτης ελληνικής μονάδας μεγάλης κλίμακας παραγωγής νανοσωλήνων άνθρακα, προσφέροντας υψηλής ποιότητας υλικών στην παγκόσμια αγορά σε πολύ ανταγωνιστικές τιμές.

Micro2Gen, Αθήνα (Τεχνολογικό Πάρκο "ΛΕΥΚΙΠΠΟΣ") - http://www.micro2gen.com/: Σκοπός της εταιρείας είναι η ανάπτυξη μικρο-συστημάτων μικρο-ροής για γενετικές εξετάσεις και μοριακή διαγνωστική.

NANOPHOS, Λαύριο (Τεχνολογικό Πάρκο Λαυρίου) www.NanoPhos.com: Η εταιρεία σχεδιάζει "έξυπνα" υλικά για διάφορες εφαρμογές όπως αδιαβροχοποίηση & προστασία επιφανειών, θερμομόνωση & αδιαβροχοποίηση χρωμάτων, αντι-βακτηριακές και αυτο-καθαριζόμενες επιφάνειες κ.ά.

NANORADIO, Πάτρα (στο Τεχνολογικό Πάρκο Πατρών) - http://www.nanoradio.com/: Η εταιρία Nanoradio (Σουηδική ενώ το Τμήμα Ε&Α είναι στην Πάτρα) παρέχει μια Wi-Fi λύση που κάνει εφικτή την υψηλής ταχύτητας πρόσβαση στο Internet σε κάθε τύπου φορητή συσκευή όπως κινητά τηλέφωνα, φορητές συσκευές πολυμέσων, ασύρματα VoIP τηλέφωνα, ασύρματα στερεοφωνικά ακουστικά και πολλές άλλες συσκευές.

Nanothinx, Πάτρα - http://www.nanotubesx.com/: Η Nanothinx δραστηριοποιείται στη χρήση καινοτόμων νανοδομημένων καταλυτών για την παραγωγή νανοσωλήνων άνθρακα με τη μέθοδο χημικής απόθεση ατμών (CVD).

NANOTROPIC A.E / Helic S.A., Αθήνα: Nanotropic, θυγατρική εταιρεία της Helic νεοσύστατη εταιρεία στο διεθνή χώρο του Electronic Design Automation. Σκοπός της είναι η ανάπτυξη νέων εργαλείων σχεδίασης ολοκληρωμένων ψηφιακών συστημάτων.

Photovoltaics NANODOMI Consulting, Αθήνα - www.nanodomi.com: Η NanoDomi® είναι μια εταιρεία που δραστηριοποιείται στον τομέα της Νανοτεχνολογίας και των ανανεώσιμων πηγών ενέργεια εκπροσωπώντας εταιρίες παγκόσμιου βεληνεκούς.

Tropical A.E.B.E., Αθήνα - http://www.tropical.gr/site/images/nano/nanotech%20tropical-int.pdf: Η εταιρεία δραστηριοποιείται στην κατασκευή αλλά και παροχή λύσεων κλιματισμού, ψύξης, συντήρησης, ειδικού τύπου οχημάτων, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) καθώς και τεχνολογιών υδρογόνου - κυψελών καυσίμου. Tropical Nano υλικά για διάφορες εφαρμογές.

NANOTYPOS, Θεσσαλονίκη: Η εταιρεία θα αναπτύξει μονάδα εκτύπωσης οργανικών διατάξεων. Πρόκειται για μια επαναστατική εφαρμογή που δίνει χρώμα με φυσικό τρόπο σε κάθε είδους υλικό (πχ υφάσματα).

D.E.F.I.N.E, Θεσσαλονίκη: Η DEFINE θα παράγει ενδοεδρικά φουλλερένια για τα ερευνητικά ινστιτούτα και τις εταιρείες R&D, την πολύτιμη πρώτη ύλη, που θα αποτελέσει στα επόμενα χρόνια τη βάση για τα εύκαμπτα, πλαστικά φωτοβολταϊκά, ενώ πολύ σημαντικές εφαρμογές θα έχει στη βιοιατρική και τη φαρμακευτική βιομηχανία.

Advent Technologies, Αθήνα & Πάτρα (Τεχνολογικό Πάρκο Πατρών) - http://www.adventech.gr/: H Advent Technologies δραστηριοποιείται στην Ε&Α και την εμπορική διαθεσιμότητα καινοτόμων υλικών στο χώρο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, εστιάζοντας στις κυψελίδες καυσίμου στα φωτοβολταϊκά συστήματα.

Αντιπρόσωποι προϊόντων Νανοτεχνολογίας

NANOCLUB, Ναύπλιο - www.nanoclub.gr/: Προϊόντα τα οποία ανταποκρίνονται και στις πιο δύσκολες επιφάνειες δημιουργώντας μια αόρατη επικάλυψη-προστασία, η οποία εξαφανίζει την υγρασία, τη μούχλα, τα λίπη και τα άλατα για μεγάλο χρονικό διάστημα διατηρώντας τις επιφάνειες καινούργιες.

Nano4life Hellas, Αθήνα - www.nano4life.gr: Η εταιρεία δραστηριοποιείται στη δημιουργία και διάθεση στην παγκόσμια αγορά προϊόντων Νανοτεχνολογίας τα οποία εφαρμόζονται σε όλες τις επιφάνειες και προσφέρουν μοναδικές ιδιότητες σε αυτές.

PERCENTA AG, Καβάλα - www.nanoshopping.gr: Η εταιρεία Percenta Hellas, δραστηροποιείται σε υλικά κυρίως για προστασία σε εφαρμογές σπίτι- εργασία.

Αναφορές

Cientifica (2003), The Nanotechnology Opportunity Report, 2nd Ed., Ex. Summary

European Commission (2006). The economic development of nanotechnology- An indicators based analysis.

Libaers, D., Meyer M. & Geuna A. (2006) "The Role of University Spinout Companies in an Emerging Technology: The Case of Nanotechnology", J. of Technology Transfer, 31(4), 443-450.

Mangematin V., Walsh S. (2012) "The future of nanotechnologies", Technovation, 32 (3–4), 157-160

Miller, J., Serrato, R., Represas-Cardenas, J. M. & Kundahl G. (2004). The Handbook of Nanotechnology: Business, Policy, and Intellectual Property Law, John Wiley & Sons Inc.

Niosi, J. (2006) "Introduction to the Symposium: Universities as a Source of Commercial Technology", Journal of Technology Transfer, 31(4), 399-402.

Palmberg, C. (2008) "The transfer and commercialisation of nanotechnology: a comparative analysis of university and company researchers", Journal of Technology Transfer, 33(6), 631-652.

Χαχαμίδου Μαρία, Διδακτορική Διατριβή "Μελέτη μηχανισμών μεταφοράς και αξιοποίησης αποτελεσμάτων έρευνας στη νανοτεχνολογία από Ακαδημαϊκά και Ερευνητικά Ιδρύματα", ΑΠΘ, 02/ 2010

Η Διαδικτυακή πύλη EURAXESS

Η διαδικτυακή πύλη EURAXESS (www.ec.europa.eu/euraxess) παρέχει **πληροφόρηση για θέσεις εργασίας ερευνητικού προσωπικού και μετακίνηση επιστημόνων στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ)**. Οι επιστήμονες, ιδιαίτερα οι νέοι, έχουν τη δυνατότητα να μάθουν για ανοιχτές θέσεις εργασίας και να καταχωρήσουν το **βιογραφικό** τους, κάνοντας το **προσβάσιμο σε χιλιάδες ερευνητικούς οργανισμούς, πανεπιστήμια κι επιχειρήσεις**, προκειμένου να διεκδικήσουν μία θέση εργασίας, από τις χιλιάδες που δημοσιεύονται **σε όλη την Ευρώπη**. Το δίκτυο EURAXESS είναι μία πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής με στόχο την προσφορά εξατομικευμένης βοήθειας στους μετακινούμενους επιστήμονες στην Ευρώπη. Οι υπηρεσίες του Δικτύου EURAXESS προσφέρονται δωρεάν.

Σκοπός του EURAXESS είναι η δημιουργία ενός ευνοϊκού περιβάλλοντος για τους μετακινούμενους ερευνητές το οποίο θα συμβάλλει στην **ανάπτυξη της ευρωπαϊκής οικονομίας με βάση τη γνώση**. Αρχικά η Ε.Ε. προχώρησε στη δημιουργία δύο εργαλείων:

1. Το «**European Research Mobility Portal**» **(ERA-CAREERS)**, μία δικτυακή πύλη που προσέφερε χρήσιμες πληροφορίες για τους μετακινούμενους ερευνητές (ξεκίνησε τον Ιούλιο του **2003**)
2. Το «**European network of mobility centres**» **(ERA-MORE)**, ένα πανευρωπαϊκό δίκτυο που προσέφερε εξατομικευμένη εξυπηρέτηση στους μετακινούμενους ερευνητές (αρχές του **2004**)

Με τη συμπλήρωση πέντε χρόνων λειτουργίας τα εργαλεία αυτά ενοποιήθηκαν κάτω από τη σκέπη του EURAXESS. Σήμερα λειτουργούν τέσσερα εργαλεία:

EURAXESS Jobs: Στη πύλη EURAXESS Jobs δημοσιεύονται υποχρεωτικά όλες οι νέες ερευνητικές θέσεις που δημιουργούνται στα πλαίσια ευρωπαϊκών έργων Marie Curie. Επιπλέον, συζητείται η επέκταση του μέτρου αυτού και σε όλα τα υπόλοιπα προγράμματα του κοινοτικού πλαισίου FP8. Τέλος, η ΕΕ προσκαλεί τους φορείς να δημοσιεύουν τις κενές ερευνητικές θέσεις εργασίας τους στο EURAXESS Jobs ώστε να αποκτούν δημοσιότητα/προβολή σε όλο τον κόσμο και να έχουν τη δυνατότητα να επιλέξουν από μία βάση δεδομένων με χιλιάδες βιογραφικά τον κατάλληλο υποψήφιο.

EURAXESS Services: Πρόκειται για ένα δίκτυο οργανισμών οι οποίοι προσφέρουν εξατομικευμένη βοήθεια σε μετακινούμενους ερευνητές. Αυτή τη στιγμή, λειτουργούν πάνω από 250 EURAXESS Services Centres σε 38 χώρες προσφέροντας τις υπηρεσίες τους σε θέματα όπως: άδεια εισόδου, άδεια παραμονής & εργασίας, στέγαση, κοινωνική ασφάλιση, φορολόγηση, εκμάθησης γλώσσας, υποστήριξη της οικογένειας, κλπ. Στην Ελλάδα λειτουργούν 12 κέντρα EURAXESS Services. Συντονιστής του Ελληνικού Δικτύου EURAXESS είναι το Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ). Τα υπόλοιπα μέλη του Ελληνικού Δικτύου είναι: τα πανεπιστήμια ΑΠΘ, Πατρών, Κρήτης, Ιωαννίνων, Δημοκρίτειο, Θεσσαλίας, Αιγαίου και το Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος, το Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, ο Οργανισμός Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας (ΟΒΙ), και το Ίδρυμα Τεχνολογίας Έρευνας (ΙΤΕ). Επιπλέον, κάθε χώρα συντηρεί την εθνική δικτυακή πύλη EURAXESS (www.euraxess.gr) με ειδικά θέματα για τη χώρα.

EURAXESS Rights: Σκοπός του EURAXESS Rights είναι η δημιουργία ενός ευνοϊκού περιβάλλοντος εργασίας για τους ερευνητές, ώστε αυτοί να αφοσιώνονται στην έρευνα απρόσκοπτα από άλλα εμπόδια,. Το σημαντικό κομμάτι του EURAXESS Rights είναι η «**Ευρωπαϊκή Χάρτα των Ερευνητών και ο Κώδικας Δεοντολογίας στην Πρόσληψη των Ερευνητών» (Charter & Code ή Χάρτα & Κώδικας)**. Η Χάρτα και ο Κώδικας είναι ένα κείμενο αρχών (http://ec.europa.eu/euraxess/pdf/brochure_rights/eur_21620_en-gr.pdf) στο οποίο αναλύονται τα δικαιώματα κι οι υποχρεώσεις τόσο των ερευνητών όσο και των φορέων με ερευνητικές δραστηριότητες (Χάρτα των ερευνητών), ενώ παράλληλα θέτει ως στόχο τη διασφάλιση της ίσης μεταχείρισης των ερευνητών σε όλο τον ευρωπαϊκό χώρο και την εφαρμογή διαδικασιών διαφάνειας κατά την πρόσληψη τους (Κώδικας Δεοντολογίας στην Πρόσληψη των Ερευνητών). Τη Χάρτα και τον Κώδικα έχουν υπογράψει εκατοντάδες ερευνητικοί οργανισμοί ανά την Ευρώπη.

EURAXESS Links: Το EURAXESS Links είναι ένα εργαλείο ενημέρωσης των Ευρωπαίων ερευνητών που ζούν κι εργάζονται σε τρίτες χώρες για την έρευνα στην Ευρώπη, τις ερευνητικές πολιτικές, τις ευκαιρίες χρηματοδότησης και συνεργασίας.

Πηγή: Δελτίο τύπου ΕΚΕΤΑ

Επιμέλεια κειμένου: Γιώργος Δημητρακόπουλος, Επικ. Καθηγητής Τμ. Φυσικής

Αποσπάσματα από τον Οδηγό Σπουδών του Τμήματος

Με στόχο την καλύτερη ενημέρωση των φοιτητών του Τμήματος Φυσικής, και κυρίως αυτών του παλαιού προγράμματος σπουδών, το «Φ» αναδημοσιεύει επιλεγμένα αποσπάσματα του φετινού οδηγού σπουδών στα οποία περιγράφονται θέματα που χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής καθώς αφορούν και σημεία του νέου νόμου 4009/2011.

Το νέο Πρόγραμμα Προπτυχιακών Σπουδών (ΠΠΣ) του Τμήματος Φυσικής τίθεται για πρώτη φορά σε εφαρμογή από το ακαδημαϊκό έτος 2012-13 και μόνον για τους νεοεισερχόμενους φοιτητές. Για τους φοιτητές του 2^{ου}, 3^{ου}, και 4^{ου} έτους ισχύει το παλαιό ΠΠΣ το οποίο τέθηκε σε εφαρμογή το ακαδημαϊκό έτος 2000 - 2001 και εφαρμόζεται για όλους τους φοιτητές που γράφτηκαν στο Τμήμα από το Σεπτέμβριο του 1997 και μετά.

Για την καλύτερη, συνεπή και πιο πετυχημένη πορεία των σπουδών, το Τμήμα και οι διδάσκοντες συμ-βουλεύουν στους φοιτητές τα ακόλουθα:

- Να ακολουθούν το ενδεικτικό πρόγραμμα που υπάρχει στον Οδηγό Σπουδών.
- Μετά από τα βασικά μαθήματα του εξαμήνου, να προσπαθούν κατά προτεραιότητα να εξετασθούν επιτυχώς στα μαθήματα στα οποία έχουν αποτύχει σε προηγούμενα εξάμηνα, ώστε να μην παρατη-ρείται η συσσώρευση πολλών μαθημάτων στο τέλος των σπουδών τους μετά τα οκτώ (8) εξάμηνα (στο αδόκιμα αποκαλούμενο «πτυχίο»).
- Η παρακολούθηση και η εξέταση των μαθημάτων να γίνεται με προγραμματισμό, με ψυχραιμία και με βάση τις δυνατότητες που έχει ο κάθε φοιτητής. Συνιστάται ιδιαίτερα να συμβουλεύονται τους καθηγητές τους και όχι τις φήμες των διαδρόμων.
- Σε κάθε περίπτωση δήλωσης μαθήματος από προχωρημένο εξάμηνο, να φροντίζουν να έχουν τις απαραίτητες προηγούμενες γνώσεις.
- Να καλύπτουν τις θέσεις μαθημάτων επιλογής με μαθήματα που διευρύνουν και εμπλουτίζουν τις γνώσεις που επιθυμούν να έχουν.

Ο φοιτητής εγγράφεται στη σχολή στην αρχή κάθε εξαμήνου σε ημερομηνίες που ορίζονται από την κοσμητεία και δηλώνει τα μαθήματα που επιλέγει. **Αν δεν εγγραφεί για δύο συνεχόμενα εξάμηνα, διαγράφεται αυτοδικαίως από τη σχολή.** Για τη διαγραφή εκδίδεται διαπιστωτική πράξη του κοσμήτορα.

Οι φοιτητές που αποδεδειγμένα εργάζονται τουλάχιστον 20 ώρες την εβδομάδα δύνανται να εγγράφονται ως φοιτητές μερικής φοίτησης, ύστερα από αίτησή τους που εγκρίνεται από την κοσμητεία της σχολής. Ο Οργανισμός του ιδρύματος ορίζει τις ειδικότερες προϋποθέσεις και τη διαδικασία για την εφαρμογή του προηγούμενου εδαφίου, καθώς

και τις ειδικότερες προϋποθέσεις και τη διαδικασία διευκόλυνσης της φοίτησης των φοιτητών με αναπηρία.

Οι φοιτητές μπορούν, ύστερα από αίτησή τους προς την κοσμητεία της σχολής, να διακόψουν τη φοίτησή τους. Με τον Οργανισμό του ιδρύματος καθορίζεται η διαδικασία διαπίστωσης της διακοπής της φοίτησης, τα δικαιολογητικά που συνοδεύουν την αίτηση και ο μέγιστος χρόνος της διακοπής, καθώς και η δυνατότητα της κατ' εξαίρεση υπέρβασης του χρόνου αυτού. Η φοιτητική ιδιότητα διακόπτεται προσωρινά κατά το χρόνο διακοπής της φοίτησης, εκτός αν η διακοπή οφείλεται σε αποδεδειγμένους λόγους υγείας ή σε λόγους ανωτέρας βίας.

Κάθε εξάμηνο περιλαμβάνει τουλάχιστον δεκατρείς πλήρεις εβδομάδες διδασκαλίας. Ο αριθμός των εβδομάδων για τη διενέργεια των εξετάσεων ορίζεται στον Οργανισμό του ιδρύματος.

Παράταση της διάρκειας ενός εξαμήνου επιτρέπεται μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις προκειμένου να συμπληρωθεί ο απαιτούμενος ελάχιστος αριθμός εβδομάδων διδασκαλίας, δεν μπορεί να υπερβαίνει τις δύο εβδομάδες και γίνεται με απόφαση του πρύτανη, ύστερα από πρόταση της κοσμητείας της σχολής.

Αν για οποιονδήποτε λόγο ο αριθμός των εβδομάδων διδασκαλίας που πραγματοποιήθηκαν σε ένα μάθημα είναι μικρότερος από τις δεκατρείς, το μάθημα θεωρείται ότι δεν διδάχθηκε και δεν εξετάζεται, τυχόν δε εξέτασή του είναι άκυρη και ο βαθμός δεν υπολογίζεται για την απονομή του τίτλου σπουδών.

Οι εξετάσεις διενεργούνται αποκλειστικά μετά το πέρας του χειμερινού και του εαρινού εξαμήνου για τα μαθήματα που διδάχθηκαν στα εξάμηνα αυτά, αντίστοιχα. Ο φοιτητής δικαιούται να εξεταστεί στα μαθήματα και των δύο εξαμήνων πριν από την έναρξη του χειμερινού εξαμήνου. Ειδική μέριμνα λαμβάνεται για την προφορική εξέταση φοιτητών με αποδεδειγμένη πριν από την εισαγωγή τους στο ίδρυμα δυσλεξία, σύμφωνα με διαδικασία που ορίζεται στον Εσωτερικό Κανονισμό. Η βαθμολογία σε κάθε μάθημα καθορίζεται από τον διδάσκοντα, ο οποίος μπορεί να οργανώσει κατά την κρίση του γραπτές ή και προφορικές εξετάσεις ή και να στηριχθεί σε εργασίες ή εργαστηριακές ασκήσεις.

Αν ο φοιτητής αποτύχει περισσότερες από τρεις φορές σε ένα μάθημα, με απόφαση του κοσμήτορα εξετάζεται, ύστερα από αίτησή του, από τριμελή επιτροπή καθηγητών της σχολής, οι οποίοι έχουν το ίδιο ή συναφές γνωστικό αντικείμενο και ορίζονται από τον κοσμήτορα. Από την επιτροπή εξαιρείται ο υπεύθυνος της εξέτασης διδάσκων. Σε περίπτωση αποτυχίας, ο φοιτητής συνεχίζει ή όχι τη φοίτησή του σύμφωνα με τους όρους και τις προϋποθέσεις που καθορίζονται στον Οργανισμό του ιδρύματος, στους οποίους περιλαμβάνεται και ο μέγιστος αριθμός επαναλήψεων της εξέτασης σε ένα μάθημα.

Μετά το πέρας της περιόδου κανονικής φοίτησης, που ισούται με τον ελάχιστο αριθμό των αναγκαίων για την απονομή του τίτλου σπουδών εξαμήνων, σύμφωνα με το ενδεικτικό πρόγραμμα σπουδών της σχολής, προσαυξημένο κατά τέσσερα εξάμηνα, οι φοιτητές μπορούν να εγγραφούν στα εξάμηνα, μόνον εφόσον πληρούν τους όρους συνέχισης της φοίτησης που καθορίζονται στον Οργανισμό κάθε ιδρύματος. Για τους φοιτητές μερικής φοίτησης, η περίπτωση αυτή έχει εφαρμογή μετά το πέρας περιόδου που ισούται με το διπλάσιο χρόνο του ελάχιστου αριθμού των αναγκαίων για την απονομή του τίτλου σπουδών εξαμήνων, σύμφωνα με το ενδεικτικό πρόγραμμα σπουδών της σχολής.

Οι φοιτητές έχουν το δικαίωμα να διακόψουν, με έγγραφη αίτησή τους στη γραμματεία της σχολής, τις σπουδές τους για όσα εξάμηνα, συνεχόμενα ή μη, επιθυμούν, και πάντως όχι περισσότερα από τον ελάχιστο αριθμό εξαμήνων που απαιτούνται για τη λήψη πτυχίου σύμφωνα με το ενδεικτικό πρόγραμμα σπουδών. Τα εξάμηνα αυτά δεν προσμετρούνται στην παραπάνω ανώτατη διάρκεια φοίτησης. Οι φοιτητές που διακόπτουν κατά τα ανωτέρω τις σπουδές τους, δεν έχουν τη φοιτητική ιδιότητα καθ' όλο το χρονικό διάστημα της διακοπής των σπουδών τους. Μετά τη λήξη της διακοπής των σπουδών οι φοιτητές επανέρχονται στη σχολή.

Ο φοιτητής ολοκληρώνει τις σπουδές του και του απονέμεται τίτλος σπουδών όταν εξεταστεί επιτυχώς στα μαθήματα που προβλέπονται από το πρόγραμμα σπουδών και συγκεντρώσει τον απαιτούμενο αριθμό πιστωτικών μονάδων.

Για την απονομή του τίτλου σπουδών πρώτου κύκλου απαιτείται η επιτυχής ολοκλήρωση μαθημάτων μίας τουλάχιστον ξένης γλώσσας ή η αποδεδειγμένη γνώση της. Οι ξένες γλώσσες που απαιτούνται, ο αριθμός των μαθημάτων, το επίπεδο εκμάθησής τους και ο τρόπος απόδειξης της γνώσης της ξένης γλώσσας ή των γλωσσών ορίζονται στον Οργανισμό του ιδρύματος.

Τι χρειάζεται προσοχή

Όλοι οι φοιτητές και ιδιαίτερα οι πρωτοετείς πρέπει να μελετήσουν προσεκτικά τον Οδηγό Σπουδών και κυρίως τα μέρη που αναφέρονται στο Πρόγραμμα Σπουδών (ΠΣ) και στον Κανονισμό Λειτουργίας του Τμήματος. Ορισμένα όμως σημεία του προγράμματος και του κανονισμού χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή, γιατί η παραμέληση τους συνεπάγεται ακυρότητα εγγραφής, απώλεια εξαμήνου, ή μη δυνατότητα συμμετοχής σε εξετάσεις. Έτσι:

- Όλοι οι φοιτητές του Τμήματος πρέπει να προσέξουν τις ρυθμίσεις που αφορούν τις διαδικασίες παρακολούθησης των μαθημάτων, εγγραφής και εκτέλεσης των εργαστηρίων και συμμετοχής στις εξετάσεις των μαθημάτων. Οι δηλώσεις των μαθημάτων κάθε εξαμήνου υποβάλλονται από τους φοιτητές ηλεκτρονικά κάθε Οκτώβριο και Φεβρουάριο μέσω των ηλεκτρονικών υπηρεσιών του Α.Π.Θ., κάνοντας χρήση των προσωπικών κωδικών πρόσβασής τους. Η είσοδος στις ηλεκτρονικές υπηρεσίες μπορεί να γίνει διαμέσου της ιστοσελίδας του Τμήματος Φυσικής (www.physics.auth.gr/home/student_support). Αφού υποβληθεί η δήλωση, καλό είναι να γίνεται έλεγχος μετά από 1-2 ημέρες ότι η δήλωση έχει καταχωρηθεί ηλεκτρονικά, και επίσης να γίνεται εκτύπωση ενός αντιγράφου αυτής.
- Με βάση τις δηλώσεις μαθημάτων, οι φοιτητές επιλέγουν στην ηλεκτρονική υπηρεσία **Εύδοξος** (http://eudoxus.gr/) και τα συγγράμματα που επιθυμούν να αποκτήσουν για το κάθε μάθημα. Ο κάθε φοιτητής δικαιούται να επιλέξει μέσα από τον κατάλογο προτεινόμενων συγγραμμάτων **ένα (1) μόνο σύγγραμμα για κάθε υποχρεωτικό και επιλεγόμενο μάθημα**. Η προμήθεια των συγγραμμάτων γίνεται από τα σημεία διανομής, όπως τα έχει καθορίσει ο εκάστοτε εκδοτικός οίκος μετά την αποστολή σε αυτόν της σχετικής κατάστασης δικαιούχων μετά το τέλος των δηλώσεων.
- Παρ'όλο που κάθε φοιτητής έχει τη δυνατότητα να καταρτίσει το δικό του πρόγραμμα παρακολούθησης μαθημάτων στα εξάμηνα φοίτησης, «επιβάλλεται» να ακολουθεί το ενδεικτικό πρόγραμμα και συνίσταται να παρακολουθεί μόνο τα μαθήματα που περιλαμβάνονται σε κάθε εξάμηνο. Η ένδειξη «συναπαιτούμενα» δηλώνει μαθήματα προηγουμένων εξαμήνων που είναι απαραίτητο να έχουν περατωθεί επιτυχώς πριν την παρακολούθηση του νέου μαθήματος.
- Συνιστάται ιδιαίτερα στους φοιτητές να είναι πολύ προσεκτικοί στα επιπλέον μαθήματα που μπορούν να δηλώσουν καθώς και στα μαθήματα επιλογής. Είναι εξαιρετικά χρήσιμο ο φοιτητής να φροντίζει για τα μαθήματα προηγουμένων εξαμήνων που τυχόν οφείλει και μετά για τα μαθήματα του εξαμήνου που παρακολουθεί και, εφ'όσον υπάρχει περιθώριο, για άλλα μαθήματα.
- Όλοι οι φοιτητές του Τμήματος πρέπει να παρακολουθούν τακτικά τις ανακοινώσεις που αναρτώνται στους ειδικούς γι' αυτό πίνακες ανακοινώσεων στην ανατολική πτέρυγα του ισογείου του κτιρίου της Σ.Θ.Ε., καθώς και στους ειδικούς Πίνακες των Εργαστηρίων και Σπουδαστηρίων. Επίσης χρήσιμες πληροφορίες για την όλη λειτουργία του Τμήματος οι φοιτητές μπορούν να βρουν στην ιστοσελίδα του (www.physics.auth.gr). Μ' αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζουν έγκαιρη ενημέρωση για τις οποιεσδήποτε υποχρεώσεις τους, καθώς και την υπεύθυνη απάντηση για πολλά ερωτήματα της καθημερινής ζωής και διαδικασίας σπουδών στο Τμήμα. Οι φοιτητές ενθαρρύνονται επίσης να επικοινωνούν με τους διδάσκοντες, π.χ. διαμέσου ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, για θέματα που αφορούν τα σχετικά μαθήματα.
- Το Τμήμα έχει συστήσει την Επιτροπή Υποδοχής των Πρωτοετών Φοιτητών και το θεσμό του Συμβούλου Σπουδών, που στόχο έχουν αφενός να βοηθούν στη γρήγορη και ομαλή προσαρμογή των νέων φοιτητών στο Τμήμα Φυσικής και αφετέρου να ενημερώνουν το Τμήμα για τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι φοιτητές με την είσοδο τους στο νέο αυτό περιβάλλον.

Το νέο Πρόγραμμα Σπουδών του Τμήματος Φυσικής

Τα 44 μαθήματα του νέου Προγράμματος Σπουδών χωρίζονται στα υποχρεωτικά μαθήματα και στα μαθήματα επιλογής (αυτά που ο φοιτητής επιλέγει κατά την κρίση του ελεύθερα). Τα υποχρεωτικά μαθήματα είναι 32 (24 μαθήματα + 8 υποχρεωτικά εργαστήρια) και τα μαθήματα επιλογής 12, ή 10 συν την πτυχιακή εργασία. Ο συνολικός αριθμός μονάδων ECTS είναι 240. Η κατανομή των μαθημάτων στα εξάμηνα είναι ενδεικτική.

Οι ώρες διδασκαλίας των υποχρεωτικών μαθημάτων διαχωρίζονται σε ώρες Θεωρίας (Θ): δηλ. ώρες διαλέξεων Θεωρίας (παραδόσεις), και ώρες Εξάσκησης (Ε): δηλαδή ώρες εξηγήσεων, ερωτήσεων, και επίλυσης ασκήσεων. Στο εβδομαδιαίο πρόγραμμα διδασκαλίας αναφέρεται σαφώς ο τύπος διδασκαλίας κάθε ώρας μαθήματος (Θ ή Ε).

Τα μαθήματα επιλογής που υποχρεούται να παρακολουθήσει κάθε φοιτητής είναι συνολικά 12, από τα οποία τα 10 διδάσκονται στο 7ο & 8ο εξάμηνο. Τα μαθήματα αυτά στοχεύουν στη σταδιακή ενίσχυση των γνώσεων των φοιτητών σε μία ή περισσότερες θεματικές περιοχές της επιλογής του, χωρίς εξειδίκευση, η οποία προσφέρεται σε μεταπτυχιακό επίπεδο. Υπάρχουν τρείς ομάδες μαθημάτων με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά η κάθε μία: 1) Βασικά Μαθήματα Επιλογής, 2) Ειδικά Μαθήματα Επιλογής και 3) Μαθήματα Γενικών Επιλογών. Ο φοιτητής θα επιλέγει τουλάχιστον 3 μαθήματα από κάθε ομάδα και τα υπόλοιπα τρία από οποιαδήποτε ομάδα επιλεγόμενων μαθημάτων. Ο φοιτητής μπορεί να επιλέγει μέχρι δύο μαθήματα από προσφερόμενα από άλλα τμήματα, τα οποία αντιστοιχούν σε μαθήματα γενικών επιλογών. Αυτό θα γίνεται μόνο μετά από έγκριση της Επιτροπής Φοιτητικών Θεμάτων προς την οποία ο φοιτητής θα πρέπει να κάνει εγκαίρως αίτηση αναφέροντας τα βασικά χαρακτηριστικά των μαθημάτων που επέλεξε (Τίτλο, Τμήμα που το προσφέρει, ώρες διδασκαλίας, ιστοσελίδα μαθήματος ή περιεχόμενο).

Ορισμένα από τα μαθήματα του υποχρεωτικού προγράμματος μπορούν να διδάσκονται και στο επόμενο εξάμηνο σε ένα ακροατήριο (δικαίωμα στις εξετάσεις αυτού θα έχουν μόνο όσοι το έχουν δηλώσει στο συγκεκριμένο εξάμηνο). Τα μαθήματα αυτά θα επιλεγούν από την επιτροπή προγράμματος σπουδών με τα ίδια κριτήρια (π.χ. αριθμός φοιτητών που τα οφείλουν). Τα μαθήματα αυτά δεν θα αλλάζουν κάθε χρόνο. Με ορίζοντα τριετίας θα εκτιμάται η αναγκαιότητά διδασκαλίας και στα δύο εξάμηνα.

Η πτυχιακή εργασία δεν είναι υποχρεωτική. Εάν εκπονηθεί πτυχιακή εργασία, αυτή ισοδυναμεί με δύο μαθήματα, τα οποία αντιστοιχούν με μαθήματα επιλογής (2 από τα 3 ελεύθερης επιλογής). Η πτυχιακή εργασία παρουσιάζεται δημόσια και η παρουσίαση ανακοινώνεται ηλεκτρονικά σε όλα τα μέλη του Τμήματος. Η βαθμολόγηση της εργασίας γίνεται από τριμελή επιτροπή μελών ΔΕΠ που ορίζονται από τον επιβλέποντα σε συνεργασία με τον Διευθυντή του αντίστοιχου Τομέα.

Το παλαιό Πρόγραμμα Σπουδών του Τμήματος Φυσικής

Τα μαθήματα του παλαιού Προγράμματος Σπουδών χωρίζονται στα **υποχρεωτικά μαθήματα** και στα **μαθήματα επιλογής** (αυτά που ο φοιτητής επιλέγει κατά την κρίση του ελεύθερα). Τα υποχρεωτικά μαθήματα είναι 38 (35 μαθήματα κορμού + 2 υποχρεωτικά μαθήματα κατεύθυνσης + 1 ξένη γλώσσα) και τα μαθήματα επιλογής 13, ή 11 συν την πτυχιακή εργασία. Η κατανομή των μαθημάτων στα εξάμηνα είναι ενδεικτική.

Στο Πρόγραμμα Σπουδών προβλέπεται επίσης ότι για το 7ο και 8ο εξάμηνο υπάρχουν εννέα (9) επιστημονικές κατευθύνσεις, η επιλογή μιας των οποίων είναι ***υποχρεωτική*** για τους φοιτητές. Οι κατευθύνσεις αυτές είναι

Α. ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ

Β. ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ

Γ. ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ

Δ. ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΕΡΕΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Ε. ΦΥΣΙΚΗ ΥΛΙΚΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΣΤ. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ

Ζ. ΦΥΣΙΚΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Η. ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΦΥΣΙΚΗ

Θ. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ

Με τη δήλωση μαθημάτων στο 7° εξάμηνο κάθε φοιτητής/τρια οφείλει να δηλώσει την κατεύθυνση που θα ακολουθήσει, την οποία επιλέγει σύμφωνα με τα ενδιαφέροντά του, τις ικανότητες και δεξιότητές του και τα σχέδιά του για το μέλλον.

Κάθε φοιτητής θα πρέπει έγκαιρα να αποφασίσει την κατεύθυνση που τον ενδιαφέρει (συνίσταται να συζητήσει έγκαιρα αυτό το θέματα και να συμβουλευθεί τους πιο ειδικούς για να του δώσουν τέτοιες σημαντικές πληροφορίες και συμβουλές) και να συμπληρώσει τις επιλογές μαθημάτων με σχετικά μαθήματα ώστε οι γνώσεις που θα αποκομίσει να είναι οι πληρέστερες και οι καταλληλότερες.

Η κατεύθυνση δεν αποτελεί ειδίκευση και δεν αναγράφεται στο πτυχίο, αλλά αναγράφεται στο πιστοποιητικό σπουδών και στην αναλυτική βαθμολογία. Όλοι οι φοιτητές παίρνουν το ίδιο, ενιαίο πτυχίο Φυσικής.

Η Γ.Σ. του Τμήματος Φυσικής στη συνεδρίαση της αρ. 13/23-5-2005 αποφάσισε ότι: «Κάθε φοιτητής μπορεί να αλλάξει κατεύθυνση μία και μόνο φορά με αίτηση του προς το Δ.Σ. του Τμήματος στη διάρκεια του Ακαδημαϊκού Έτους που έκανε τη δήλωση ή στην αρχή του Επόμενου Ακαδημαϊκού Έτους».

Σε κάθε κατεύθυνση προσφέρονται δύο (2) υποχρεωτικά μαθήματα (Υ) και μαθήματα επιλογής (Ε) κατανεμημένα στο 7° και 8° εξάμηνο. Το Μάθημα «Εισαγωγή στην Ερευνητική Μεθοδολογία - Πτυχιακή Εργασία» είναι μάθημα που μπορεί να θεωρηθεί ως μάθημα γενικών επιλογών ή ως μάθημα επιλογών κατεύθυνσης και πιστώνεται με διπλές διδακτικές μονάδες. Η δήλωση της κατεύθυνσης δεν συνεπάγεται την επιλογή του θέματος της Πτυχιακής Εργασίας μέσα από το γνωστικό αντικείμενο της κατεύθυνσης. Ο Τομέας βεβαιώνει αν το θέμα της Πτυχιακής Εργασίας που εκτελεί ο φοιτητής εμπίπτει στα αντικείμενα της κατεύθυνσης που ακολουθεί. Σε κάθε περίπτωση, ο φοιτητής υποχρεούται να το διευκρινίζει έγκαι¬ρα στη Γραμματεία του Τμήματος.

Ο συνολικός αριθμός των μαθημάτων επιλογής που πρέπει να επιλέξει ο φοιτητής σε όλη τη διάρκεια των σπουδών του είναι δεκατρία (13). Η επιλογή του θέματος της Πτυχιακής Εργασίας εντός ή εκτός του γνωστικού αντικειμένου της κατεύθυνσης καθορίζει τον «συνδυασμό» των μαθημάτων επιλογής που καλείται ο κάθε φοιτητής να επιλέξει. Και συγκεκριμένα: εφόσον η επιλογή της Πτυχιακής Εργασίας γίνει εντός του γνωστικού αντικειμένου της κατεύθυνσης, τότε ο φοιτητής υποχρεούται να επιλέξει τέσσερα (4) μαθήματα επιλογής από την κατεύθυνση και επτά (7) οποιαδήποτε άλλα μαθήματα επιλογής. Διαφορετικά, στην περίπτωση που η επιλογή της Πτυχιακής Εργασίας γίνει εκτός της επιλεγμένης κατεύθυνσης, ο φοιτητής υποχρεούται να παρακολουθήσει πέντε (5) μαθήματα επιλογής από την συγκεκριμένη κατεύθυνση και έξι (6) οποιαδήποτε άλλα μαθήματα επιλογής.

Στα παραπάνω αναφερόμενα ως «οποιαδήποτε άλλα μαθήματα επιλογής» συμπεριλαμβάνονται: α) τα υπόλοιπα μαθήματα επιλογής της κατεύθυνσης β) τα μαθήματα άλλων κατευθύνσεων, υποχρεωτικά ή επιλογής γ) τα μαθήματα γενικών επιλογών, είτε δ) ένα μάθημα επιλογής άλλου Τμήματος του Α.Π.Θ. Αποκλείεται η επιλογή μαθήματος που διδάσκεται από μέλη του Τμήματος σε άλλο Τμήμα, ή μάθημα με τον ίδιο τίτλο ή την ίδια ύλη με μάθημα του Τμήματός μας.

Για τη λήψη του πτυχίου απαιτείται η επιτυχής παρακολούθηση όλων των υποχρεωτικών και των αντί-στοιχων μαθημάτων επιλογής ή η συγκέντρωση τουλάχιστον 169 Δ.Μ. υπολογιζόμενες σύμφωνα με το πρόγραμμα.

Οι φοιτητές δικαιούνται να εξετασθούν σε δύο επιπλέον μαθήματα επιλογής, ο βαθμός των οποίων θα αντικαθιστά χαμηλότερους βαθμούς άλλων μαθημάτων επιλογής. Προσοχή: η αντικατάσταση αυτή να μην διαταράσσει τους κανόνες που αναφέρθηκαν παραπάνω. Οι φοιτητές μπορούν να δηλώσουν, να παρακολουθήσουν και να εξετασθούν και σε επιπλέον μαθήματα επιλογής πέραν των ελαχίστων απαιτουμένων για τη λήψη του πτυχίου και πέραν των δύο (2) επιπλέον για διόρθωση του βαθμού πτυχίου, ως και δύο (2) χρόνια μετά τη φοίτηση στο 8ο εξάμηνο. Τα μαθήματα αυτά, και τα δύο (2) που αντικαταστάθηκαν, θα αναγράφονται στο πιστοποιητικό αναλυτικής βαθμολογίας χωρίς ο βαθμός τους να προσμετράται στον βαθμό πτυχίου.

Το παλαιό πρόγραμμα σπουδών θα ισχύει ως εξής: α) το ακαδημαϊκό έτος 2012-2013 θα διδαχθούν τα μαθήματα που αντιστοιχούν στα εξάμηνα 3°, 4°, 5°, 6°, 7° και 8°, β) το ακαδημαϊκό έτος 2013-2014 θα διδαχθούν τα μαθήματα που αντιστοιχούν στα εξάμηνα 5°, 6°, 7° και 8°, γ) το ακαδημαϊκό έτος 2014-2015 θα διδαχθούν τα μαθήματα που αντιστοιχούν στα εξάμηνα 7° και 8°. Τα ακαδημαϊκά έτη 2015-2016 και 2016-2017 θα γίνουν μόνο εξετάσεις σε όλα τα μαθήματα του παλαιού προγράμματος.

Οι φοιτητές του παλαιού προγράμματος θα μπορούν να παρακολουθούν τα αντίστοιχα μαθήματα του νέου προγράμματος όταν αυτά του παλαιού προγράμματος θα πάψουν να διδάσκονται και θα εξετάζονται σε ανάλογη ύλη. Από το ακαδημαϊκό έτος 2017-2018 τα μαθήματα που τυχόν θα οφείλονται με ευθύνη της επιτροπής φοιτητικών θεμάτων θα αντιστοιχηθούν με μαθήματα του νέου προγράμματος σπουδών.

Κατά τη διάρκεια των τριών επόμενων ακαδημαϊκών χρόνων, και για μία μόνο φορά, ορισμένα από τα μαθήματα του παλαιού προγράμματος **σπουδών που δεν έχουν αντίστοιχα μαθήματα στο νέο πρόγραμμα σπουδών**, θα διδαχθούν για τους φοιτητές που θα τα οφείλουν.

Σύμφωνα με την προηγούμενη ρύθμιση κατά το ακαδημαϊκό έτος 2012-2013 και μόνο γι' αυτό, θα διδαχθούν τα εξής μαθήματα του παλαιού προγράμματος του 1^{ου} και 2^{ου} εξαμήνου: α) Γενική Φυσική Ι, β) Γενική Φυσική ΙΙ, γ) Αναλυτική Γεωμετρία και Διανυσματικός Λογισμός, δ) Γραμμική Άλγεβρα, ε) Ατομική-Μοριακή Φυσική και στ) Ιστορία και εξέλιξη ιδεών στη Φυσική.

Τα μαθήματα επιλογής του 2ου και 4ου εξαμήνου μπορούν να δηλώνονται σε μεγαλύτερα εξάμηνα.

■ Θέματα νόμου

Όσοι φοιτητές συμπληρώνουν στο τέλος του ακαδημαϊκού έτους 2011-2012 φοίτηση διάρκειας ίσης ή μεγαλύτερης του διπλάσιου αριθμού εξαμήνων από όσα απαιτούνται για τη λήψη του πτυχίου σύμφωνα με το ενδεικτικό πρόγραμμα σπουδών προσαυξανόμενης κατά δύο εξάμηνα, θεωρείται ότι έχουν απολέσει αυτοδικαίως τη φοιτητική ιδιότητα από τη λήξη του ακαδημαϊκού έτους 2013-2014, εκτός αν ορίζεται διαφορετικά στον Οργανισμό του ιδρύματος.

Με την επιφύλαξη της προηγούμενης παραγράφου, όσοι φοιτητές έχουν συμπληρώσει στο τέλος του ακαδημαϊκού έτους 2011-2012 φοίτηση διάρκειας ίσης ή μεγαλύτερης του αριθμού εξαμήνων που απαιτούνται για τη λήψη του πτυχίου σύμφωνα με το ενδεικτικό πρόγραμμα σπουδών προσαυξανόμενης κατά τέσσερα εξάμηνα, θεωρείται ότι έχουν απολέσει αυτοδικαίως τη φοιτητική ιδιότητα από τη λήξη του ακαδημαϊκού έτους 2014-2015, εκτός αν ορίζεται διαφορετικά στον Οργανισμό του ιδρύματος.

Όσοι φοιτητές έχουν συμπληρώσει στο τέλος του ακαδημαϊκού έτους 2011-2012 φοίτηση διάρκειας μικρότερης από αυτήν της προηγούμενης παραγράφου, θεωρείται ότι έχουν απολέσει αυτοδικαίως τη φοιτητική ιδιότητα όταν συμπληρώσουν φοίτηση διάρκειας ίσης με το διπλάσιο αριθμό εξαμήνων από όσα απαιτούνται για τη λήψη του πτυχίου σύμφωνα με το ενδεικτικό πρόγραμμα σπουδών, εκτός αν ορίζεται διαφορετικά στον Οργανισμό του ιδρύματος.

Για την απώλεια της φοιτητικής ιδιότητας εκδίδεται σχετική διαπιστωτική πράξη από τον κοσμήτορα της οικείας σχολής, με την οποία βεβαιώνονται και τα μαθήματα στα οποία ο φοιτητής έχει εξεταστεί επιτυχώς.

Από το ακαδημαϊκό έτος 2012-2013 δεν χορηγούνται δωρεάν έντυπα διδακτικά συγγράμματα σε φοιτητές: α) που παρακολουθούν πρόγραμμα σπουδών για τη λήψη δεύτερου πτυχίου και β) για μαθήματα που παρακολουθούν για δεύτερη φορά, για τα οποία τους έχει ήδη χορηγηθεί δωρεάν σύγγραμμα.

Στο Χρήστο που μας άφησε για να πάει πιο ψηλά…*

**Αφιέρωμα στο φοιτητή του Τμήματος Φυσικής Χρήστο Μαλλιαρό*

Γιάννης Στούμπουλος
Επικ. Καθηγητής Τμ. Φυσικής

Καλοκαίρι πριν πολλά χρόνια. Διακοπές στη Θάσο. Μια σύντομη βόλτα στο Ποτό-Λιμενάρια. Επίσκεψη στα μαγαζιά για τα αναγκαία ενθύμια (τότε μπορούσαμε να αγοράσουμε και κάτι). Μια ματιά μπροστά στη βιτρίνα, μία φωνή ακούγεται από πίσω: Κύριε καθηγητά!

-Βρε ούτε εδώ δεν έχουμε ησυχία, παντού μας βρίσκουν!

Γυρίζω ξαφνιασμένος. Η χαμογελαστή φωνή ενός νεαρού αδύνατου, με ελαφρό μουσάκι στέκεται μπροστά μου. Φυσικά και αναγνωρίζω το Χρήστο. Καλό παιδί, όμως ωχ, θυμάμαι να τον έχω κόψει. Κάτι δεν πήγε καλά στο τέλος. Πιάνουμε κουβέντα. Πρώτα γενικά. Μετά για ψώνια. Τέλος η δύσκολη κουβέντα.

-Τι έγινε ρε Χρήστο;

-Είχα κάποια προβλήματα, δεν μπόρεσα να ολοκληρώσω το διάβασμα και κόπηκα.

Σταράτες κουβέντες. Σαστίζω. Συνήθως ο φοιτητής περνάει τα μαθήματα ενώ ο καθηγητής τον κόβει. Τον παροτρύνω να έρθει από το γραφείο, να δούμε τι έφταιξε. Δέχεται μετά χαράς.

Ένα πλεονέκτημα που έχουμε οι εργαστηριακοί είναι οι πολλές ώρες που περνάμε με τα παιδιά. Τα γνωρίζουμε καλά. Ασχολούμαστε μαζί τους, τα ξέρουμε με τα μικρά τους ονόματα. Τον Σεπτέμβρη τα ξαναλέμε. Του δείχνω ασκήσεις, τρόπους λύσης και διαβάσματος. Συμφωνεί. Στρώνεται και διαβάζει. Στις εξετάσεις δεν τον βλέπω. Τί να 'γινε άραγε? Ο Χρήστος ξανακάνει τα εργαστήρια, μοιραία δέχεται ένα ποιό στενό πρεσάρισμα. Πρέπει να μάθω τι συμβαίνει. Κάποια φορά μου αποκαλύπτει με χαμόγελο (!) το μυστικό του. Χτυπημένος από τα πέντε από την «αρρώστια», με μεταστάσεις στα επτά του, μπαινόβγαινε στα νοσοκομεία. Θεραπείες, εγχειρίσεις, φάρμακα, χημειοθεραπείες κ.λ.π. Όλα με το χαμόγελο. Και μια απίστευτη πίστη στο Θεό. «Εκείνος ξέρει», μου έλεγε, «ας είναι ευλογημένο».

Για την μη προσέλευση στις εξετάσεις τον κατσάδιασα. Τόσο κόσμο βοηθάμε βρε παιδάκι μου. Θα κανονίζαμε μια εναλλακτική εξέταση ή αλλαγή ημερομηνίας εξέτασης. Δεν ήθελε. Στο πέρασμα του χρόνου κατάλαβα πόσο πληγωμένος ήταν. Κάποιοι ένιωθαν τις δυσκολίες του. Κάποιοι άλλοι τον αντιμετώπιζαν αλλιώς.

-«Και τι θες να κάνω; Ο μόνος άρρωστος είσαι?»

-«Δεν πειράζει, έλα την άλλη εξεταστική. Σιγά μην σε εξετάσω χωριστά».

Δεν ζητούσε χάρη. Ζητούσε μια άλλη ημερομηνία. Την συγκεκριμένη μέρα έκανε θεραπεία! Ας είναι. Αφού ο Χρήστος δεν έβγαζε κακό λόγο για κανένα, εμένα δεν μου πέφτει λόγος.

Τα χρόνια πέρναγαν. Ο Χρήστος μπαινόβγαινε στα νοσοκομεία. Θεραπείες. Γερμανία – Ελλάδα – Γερμανία - ... Μια καλύτερα, μια χειρότερα. Κι άλλη εγχείρηση. Και άλλη. Κι άλλο κόψιμο στο σώμα του. Κι άλλο, και άλλο… Μόνο το χαμόγελο δεν κοβόταν. Και η κουβέντα του, «ας είναι ευλογημένο». Ά, και η πίστη του: **«Εγώ το χαρτί θα το πάρω. Όση ώρα δεν πονώ, θα διαβάζω και θα το πάρω. Θα το πάρω το πτυχίο».**

Ο Χρήστος πάλευε με την ύλη των μαθημάτων. Πάλευε με τους πόνους του. Ποτέ όμως δεν άκουσα το **«γιατί σε μένα»**. Ακόμα και όταν δεν είχε ελπίδα από τις συμβατικές θεραπείες και κατέφυγε σε άλλες, πειραματικές. **Ήταν γεννημένος νικητής.** Πίστευε ότι θα τα ξεπεράσει όλα.

Τους τελευταίους μήνες είχαμε βάλει ένα πρόγραμμα διαβάσματος. Πιστεύαμε ότι τον Απρίλιο ή τον Ιούνιο θα είχε τελειώσει με όλα τα μαθήματα. Ένα τηλεφώνημα με στενοχώρησε. Ζητούσε συγγνώμη, δεν μπόρεσε να κρατήσει την υπόσχεσή του, να έρθει να δώσει ένα μάθημα. Πονούσε αφόρητα και τα γνωστά τσιρότα δεν τον έπιαναν πλέον. Πώς να διαβάσει; Πώς να κοιμηθεί; Πώς να μετακινηθεί; Και όμως το έκανε! Πάλευε με το ανίκητο! Και νικούσε!

Άθελά μου, σύγκρινα τη προσπάθειά του με πολλών συμφοιτητών του που παρακολουθούσα. Πόσο εύκολα τα παρατούσαν! Πόσο εύκολα έβγαινε από το στόμα τους το «δεν μπορώ, δεν αντέχω άλλο» ή το «τα 'παιξα, τέρμα αυτό ήταν». Ο Χρήστος διάβαζε σφίγγοντας τα δόντια. Έπρεπε να προφτάσει να τελειώσει.

Μέσα Ιουνίου δεν απαντά στα τηλεφωνήματα και τα μηνύματα. Δεν θέλω να ενοχλώ, μα ανησυχώ. Όταν τέλη Ιουνίου ακούω ότι ο αριθμός δεν αντιστοιχεί σε συνδρομητή συγκλονίζομαι. Βρίσκω το τηλέφωνο της οικογενειακής επιχείρησης στη Θάσο. Καλώ μεσημέρι αργά. Μια κουρασμένη γυναικεία φωνή στο τηλέφωνο. Ζητώ κάποιον από την οικογένεια. Είναι η μητέρα. «Δεν μου απαντά ο Χρηστάκης στο τηλέφωνο». «Και ούτε θα σου απαντήσει παιδί μου» Ο Χρηστάκης μας πριν λίγο έφυγε. Μου εξιστορεί τα γεγονότα. Με πόνο αλλά και αξιοπρέπεια. Είναι κοινό για όλη την οικογένεια, σκέπτομαι. Έφυγε ο Χρηστάκης, κάνοντας τον σταυρό του, λέγοντας το «ας είναι ευλογημένο», έφυγε αγόγγυστα σαν μάρτυρας. Με μια μόνο παραπονεμένη κουβέντα προς τον πατέρα του «Αχ ρε πατέρα, δεν μπόρεσα να σου δώσω τη χαρά να με καμαρώσεις εκεί πάνω με το πτυχίο μου!» Έφευγε και σκεπτόταν τη χαρά που δεν έδωσε! Απίστευτα μαθήματα θάρρους, πίστης, καρτερικότητας, δυσεύρετα στη σημερινή εποχή!

Στο Χρηστάκη σαν δάσκαλος ίσως να του έμαθα να λύνει κάποιες ασκήσεις, μερικά κυκλώματα, λίγο από χάος. Εκείνος όμως μου δίδαξε τί σημαίνει πίστη, υπομονή, καρτερικότητα, δύναμη ψυχής. Πιστεύω ότι ήμουν τυχερός που τον γνώρισα. **Σε όλα τα παραπάνω αυτός ήταν δάσκαλος για μένα.** Τον ευχαριστώ για τα μαθήματα. Εύχομαι η στάση του να βρει και πολλούς μιμητές, όχι μόνο ανάμεσα στους φοιτητές μας, αλλά και μεταξύ μας. Γειά σου Χρηστάκη, και είμαι περήφανος που έχουμε αποκτήσει ένα πολύ ισχυρό φίλο και αγωνιστή εκεί ψηλά, να παλεύει και να παρακαλεί για μας που συνεχίζουμε να αναμασούμε την μιζέρια μας.

Ο δάσκαλος αλλά και ταυτόχρονα μαθητής σου.

Τί κάναμε στο ΑΠΘ την Κυριακή;

Θεοδοσία Χαραλαμπίδου

Φοιτήτρια Τμ. Φυσικής

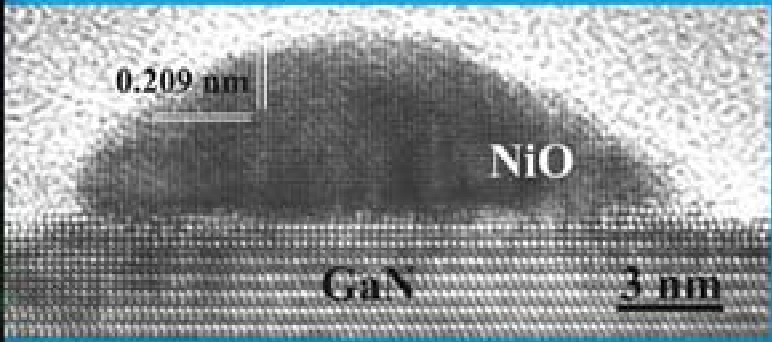
Τί γινόταν κάθε Κυριακή στο ΑΠΘ προς στο τέλος της ακαδημαϊκής χρονιάς που μας πέρασε; Παρατηρήσατε κάτι διαφορετικό; Πήγαινες να διαβάσεις στη βιβλιοθήκη και έβλεπες παντού παιδιά να τρέχουν βιαστικά από δω κι από κει σαν να ήθελαν να προλάβουν κάτι… Μικροί και μεγάλοι με χάρτες και προγράμματα στα χέρια διέσχιζαν την πανεπιστημιούπολη από τη μία άκρη ως στην άλλη με λαχτάρα και ενθουσιασμό..! Και ρωτούσες και απαντούσαν: «Είναι το "ΑΠΘ την Κυριακή"!!» Ήταν λοιπόν, μια σειρά από εκδηλώσεις ανοιχτές στον

κόσμο της Θεσσαλονίκης που πραγματοποίησε το ΑΠΘ κάθε Κυριακή από 13 Μαΐου μέχρι και 17 Ιουνίου με εκπαιδευτικό και ψυχαγωγικό χαρακτήρα που περιλάμβαναν πειράματα, παρατηρήσεις, δημιουργικά εργαστήρια, παρουσιάσεις, διαλέξεις, παιχνίδια, επιδείξεις, ξεναγήσεις για κάθε ηλικία! Τις εκδηλώσεις οργάνωσαν με πρωτοβουλία και όρεξη μέλη ΔΕΠ και φοιτητές από τις περισσότερες σχολές του ΑΠΘ με πολύ δημιουργικό αποτέλεσμα. Η ποικιλία των θεματικών δραστηριοτήτων ήταν τέτοια που δε θα μπορούσα εδώ να τις αναφέρω όλες! Σας λέω ενδεικτικά ότι θα μπορούσατε να ταξιδέψετε στα ίχνη του προϊστορικού ανθρώπου, στα βάθη της γνώσης μέσα από σπάνια χειρόγραφα, στο σύμπαν ακολουθώντας κοσμικές γραμμές, στο εσωτερικό της Γης και ακόμη στη αρχαιότητα και στην παράδοση της χώρας μας..! Για να δείτε αναλυτικά όλες τις δραστηριότητες από κάθε Κυριακή μπορείτε να επισκεφτείτε τον ιστότοπο: http://press.auth.gr/news/wordpress/wp-content/uploads/2012/05/Sundays-info.pdf

Η συμμετοχή του τμήματος Φυσικής ήταν μεγάλη και πρωτότυπη! Ξεκίνησε με τις διαλέξεις του κ.Χρήστου Ελευθεριάδη Αν.Καθηγητή του τομέα Πυρηνικής Φυσικής και Φυσικής Στοιχειωδών σωματιδίων που μίλησε για τους "Βασικούς δομικούς λίθους και τις αλληλεπιδράσεις στο σύμπαν", τη "Φυσική στο CERN και τη συμμετοχή του ΑΠΘ" και την "Πυρηνοσύνθεση και τη δημιουργία των στοιχείων στο σύμπαν" αλλά και του κ.Ιωάννη Σειραδάκη Καθηγητή του τομέα Αστρονομίας για τον "Μηχανισμό των Αντικυθήρων: Αστρονομία και Τεχνολογία στη Αρχαία Ελλάδα". Συνεχίστηκε με ξεναγήσεις σε πολλά εργαστήρια της σχολής όπως στα εργαστήρια Νανοτεχνολογίας, Ατομικής και Πυρηνικής Φυσικής, Φυσικής της Ατμόσφαιρας, Ραδιοεπικοινωνιών και Αστρονομίας όπου σε πολλά από αυτά πραγματοποιήθηκαν επιτόπου μετρήσεις και πειράματα με τα οποία μικροί και μεγάλοι που παρακολούθησαν ενθουσιάστηκαν από τον τρόπο με τον οποίο η παρατήρηση, η έρευνα και το πείραμα σου ανοίγουν το δρόμο προς τη γνώση! Και αφού "μαγεύτηκαν" από την ξενάγηση ακολούθησε η μαγεία της Φυσικής σε όλο της το μεγαλείο… "Φυσικά… Μαγικά"! Πρωτότυποι πειραματισμοί από φοιτητές με φαντασία που μοιάζουν να ελέγχουν ως ικανοί μάγοι τους νόμους της Φυσικής! Κάτι ακόμη ιδιαίτερο ήταν το μοναδικό παιχνίδι της διοργάνωσης, το οποίο σχεδιάστηκε από το τμήμα μας! Ήταν το "Ακολουθώντας κοσμικές γραμμές στο ΑΠΘ" που στήθηκε ως ένα παιχνίδι προσανατολισμού με χάρτη και πυξίδα, όχι μόνο στη γειτονιά της Πανεπιστημιούπολης αλλά και των πιο κοντινών μας άστρων! Στόχος των παικτών ήταν να ακολουθήσουν μια ορισμένη "κοσμική γραμμή" (δηλαδή μια χωροχρονική διαδρομή). Βασική τους βοήθεια, ένας χάρτης του ΑΠΘ, μια πυξίδα και το ρολόι τους!

Οι εντυπώσεις από αυτή την πρώτη "απόπειρα" διοργάνωσης μίας τέτοιας πολυθεματικής ανοιχτής εκδήλωσης υπήρξαν ιδιαίτερα θετικές. Η συμμετοχή ήταν πολύ μεγαλύτερη από την αναμενόμενη γεγονός που δείχνει το ενδιαφέρον του κόσμου για τη γνώση που παράγεται από το πανεπιστήμιο και την επιδίωξή του για μία "δια βίου μάθηση" που ξεφεύγει από τη στείρα γνώση του σχολείου και μέσω βιωματικών εμπειριών καταφέρνει να διευρύνει τους πνευματικούς του ορίζοντες. Από τη συμμετοχή μας σ΄αυτή την εμπειρία καταλάβαμε ότι πολύ εύκολα η ανακάλυψη της γνώσης γίνεται παιχνίδι! Ελπίζουμε σε επανάληψη της διοργάνωσης με πολλές επιπλέον εμπνευσμένες ιδέες από φοιτητές και ακόμη πιο ενεργή συμμετοχή του κόσμου!

Μερικοί από τους φοιτητές του Τμήματος Φυσικής που συμμετείχαν στην εκδήλωση (κάποιοι από αυτούς είναι και μέλη της συντακτική ομάδας του Φαινόμενου!), μαζί με τον αναπληρωτή καθηγητή κ. Α. Λιόλιο, υπεύθυνο της εκδήλωσης «Κοσμικές Γραμμές στο ΑΠΘ». Από αριστερά προς τα δεξιά: Ιωάννα Δήμκου, Πελαγία Τσακαλίδου, Θέτη Χαραλαμπίδου, Νίκος Χατζαράκης, Δημήτρης Χατζηπαναγιωτίδης, Ήρα Βασιλείου και Δέσποινα Σαμψωνίδου.



Ταξίδια στη ζωή
και την
επιστήμη…