Περίοδος Δ' • Τεύχος 9 • Ιούνιος 2010

# φαινόμενον....

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

Ακτινοβολία Synchrotron και εφαρμογές

Η ηφαιστειακή σκόνη και το σύστημα LIDAR

Δυναμική εξέλιξη του ηλιακού συστήματος

φαινόμενον::::

**Περίοδος Δ' • Τεύχος 9**
**Ιούνιος 2010**

Περιοδική έκδοση
του Τμήματος Φυσικής Α.Π.Θ.
(Προεδρία: Κ. Μανωλίκα)

Συντακτική Ομάδα:

Αναστάσιος Λιόλιος
(Αναπλ. Καθ. Τμ. Φυσικής)

Χρήστος Ελευθεριάδης
(Αναπλ. Καθ. Τμ. Φυσικής)

Κων/νος Ευθυμιάδης
(Αναπλ. Καθ. Τμ. Φυσικής)

Χαρίτων Πολάτογλου
(Αναπλ. Καθ. Τμ. Φυσικής)

Ιωάννης Στούμπουλος
(Επίκ. Καθ. Τμ. Φυσικής)

Μάκης Αγγελακέρης
(Λέκτορας Τμ. Φυσικής)

Δημήτρης Ευαγγελινός
(Υπ. Διδάκτορας Τμ. Φυσικής)

Γιώργος Κακλαμάνος
(Φοιτητής Τμ. Φυσικής)

Αντώνης Γεωργίου
(Φοιτητής Τμ. Φυσικής)

Κυριάκος Δελησάββας
(Φοιτητής Τμ. Φυσικής)

Στέφανος Μαύρος
(Φοιτητής Τμ. Φυσικής)

Θεοδοσία Χαραλαμπίδου
(Φοιτήτρια Τμ. Φυσικής)

Σελιδοποίηση - Τεχνική Επιμέλεια:
Δημήτρης Ευαγγελινός
(Υπ. Διδάκτορας Τμ. Φυσικής)

Στο τεύχος αυτό συνεργάστηκαν:

Στέφανος Χαραλάμπους
(Ομότ. Καθηγητής Τμ. Φυσικής)

Γιώργος Στεργιούδης
(Καθηγητής Τμ. Φυσικής)

Ελένη Κ. Παλούρα
(Καθηγήτρια Τμ. Φυσικής)

Κωνσταντίνος Μελίδης
(Επίκ. Καθηγητής Τμ. Φυσικής)

Δημήτρης Σαμψωνίδης
(Επίκ. Καθηγητής Τμ. Φυσικής)

Κλεομένης Τσιγάνης
(Λέκτορας Τμ. Φυσικής)

Ιωσήφ Μποτετζάγιας
(Επίκ. Καθ. Τμ. Περιβ. Παν. Αιγαίου)

Δρ. Ελίνα Γιαννακάκη
(Εργ. Ατμόσφαιρας Τμ. Φυσικής)

Μαρία Ζούγρου
(Φοιτήτρια ΠΜΣ ΦΤΥ Τμ. Φυσικής)

Βρυώνης Χαραλάμπους
(Φοιτητής Τμ. Φυσικής)

*Οι απόψεις που παρουσιάζονται σε κάθε κείμενο εκφράζουν τον συγγραφέα του και όχι υποχρεωτικά τη συντακτική ομάδα του περιοδικού.*

## Σημείωμα της Σύνταξης

Μέσα από τα θέματα που ερευνά η Φυσική και που συχνά η αφετηρία τους βρίσκεται στην αναζήτηση της "καθαρής γνώσης" για τα φαινόμενα του κόσμου (αυτό που αποκαλείται συνήθως *βασική έρευνα*), αναπτύσσεται και η "εφαρμοσμένη γνώση", η γνώση που επιφέρει αλλαγές στην παραγωγή, στην οικονομία και τελικά στην άμεση καθημερινότητα που αγγίζει τον κάθε άνθρωπο. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η ακτινοβολία σύγχροτρον, όψεις της οποίας παρουσιάζονται σε αυτό το τεύχος. Εκτός αυτού, περιλαμβάνονται επίσης άρθρα για θέματα που καλύπτουν μια ποικιλία ερευνητικών αντικειμένων, από την επιστήμη των υλικών, ως το περιβάλλον και την αστρονομία. Μαζί με τα παραπάνω θα βρείτε βέβαια στο τεύχος και την... συνήθη ενημέρωση για τις ποικίλες εκδηλώσεις του Τμήματος Φυσικής. Σας ευχόμαστε καλό διάβασμα και καλό καλοκαίρι!

*Η Συντακτική Ομάδα*

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ακτινοβολία Synchrotron: Εφαρμογές της στη μελέτη αρχαιολογικών ευρημάτωνκαι έργων πολιτιστικής κληρονομιάς . . . . . 1
Συνέντευξη του Δρ. Μανώλη Πάντου . . . . . 4
Διεθνής υποτροφία σε Ελληνίδα . . . . . 6
In Memorandum: Σπύρος Δεδούσης . . . . . 7
Δυναμική Εξέλιξη του Ηλιακού Συστήματος: Σύγχρονες απόψεις . . . . . 9
Πολιτική για την Κλιματική Αλλαγή . . . . . 15
Παρακολούθηση της χωρικής και χρονικής εξέλιξης της ηφαιστειακής σκόνης με τη χρήση επίγειας τηλεπισκόπησης LIDAR . . . . . 18
Ορκομωσίες Διδακτόρων . . . . . 20
Ορκομωσία Πτυχιούχων Τμήματος Φυσικής – 23.4.2010 . . . . . 21
Από την προσφώνηση των αποφοίτων του Τμήματος Φυσικής . . . . . 22
Πρακτική Άσκηση Τμήματος Φυσικής ΑΠΘ . . . . . 23
Επιστήμονας για μία μέρα: Masterclasses 2010 . . . . . 24
Διαγωνισμός Φυσικής για μαθητές Γυμνασίων & Δημοτικών 2010 . . . . . 25
Σπείρα Φιμπονάτσι (Fibonacci) . . . . . 25
Arthur C. Clarke: *Profiles of the future* (2ο μέρος) . . . . . 27
Είπαν . . . . . 30
Το 19ο Συμπόσιο της Ελληνικής Εταιρίας Πυρηνικής Φυσικής . . . . . 30
XXVIII Workshop on Recent Advances in Particle Physics and Cosmology . . . . 31
Το Θέατρο στο ΑΠΘ: *Πέντε Σιωπές* . . . . . 32

**ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ**

Αναστάσιος Λιόλιος: (σελ. 7, 32, 24, 25, 31)
EARLINET (σελ. 19)
Μάρα Χαχαμίδου (σελ. 20) • Θεοδοσία Χαραλαμπίδου (σελ. 25)
Γιώργος Βορδός (σελ. 32)

**ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΑ**

Το δημοσιευόμενο υλικό στο περιοδικό αυτό προστατεύεται από Copyright. Το υλικό δημοσιεύεται υπό τους όρους που καθορίζονται από την άδεια Creative Commons Public License και απαγορεύεται κάθε χρήση του με διαφορετικές προϋποθέσεις από αυτές που καθορίζονται από την άδεια. Είστε ελεύθεροι να διανείμετε, αναπαράγετε, κατανείμετε, διαδώσετε, διασκευάστε το έργο υπό τις ακόλουθες προϋποθέσεις: *Η αναφορά στο έργο* πρέπει να γίνει κατά τον τρόπο που καθορίζεται από τον συγγραφέα ή τον χορηγό της άδειας (αλλά όχι με τρόπο που να υποδηλώνει ότι παρέχουν επίσημη έγκριση σε σας ή για χρήση του έργου από εσάς). Εάν αλλοιώσετε, τροποποιήσετε ή δομήσετε πάνω στο έργο αυτό, η διανομή του παράγωγου έργου μπορεί να γίνει μόνο υπό τους όρους της ίδιας, παρόμοιας ή συμβατής άδειας.
Δείτε αναλυτικά τους όρους: **http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/**

# Εφαρμογές της στη μελέτη αρχαιολογικών ευρημάτων και έργων πολιτιστικής κληρονομιάς

Τα έργα τέχνης και αντικείμενα πολιτιστικής κληρονομιάς, όπως πίνακες ζωγραφικής, γλυπτά, πάπυροι, κεραμικά, βιβλία, αλλά και είδη κοσμετολογίας, ελκύουν το ενδιαφέρον του κοινού αλλά και της ερευνητικής κοινότητας γιατί ενσωματώνουν τόσο καλλιτεχνικές πληροφορίες όσο και πληροφορίες για την γνώση της φυσικής και της τεχνολογίας κατά την χρονική περίοδο και στον τόπο όπου κατασκευάστηκαν. Ειδικότερα, η μικροδομή και η χημική σύσταση των αρχαιολογικών ευρημάτων εξαρτώνται άμεσα από τις πρώτες ύλες και τους τρόπους κατεργασίας τους και αποτελούν μια άμεση ή έμμεση καταγραφή του αρχαίου τρόπου ζωής, της τεχνογνωσίας και των διαδρομών που ακολουθούσε το εμπόριο την συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Ειδικότερα τα συνηθέστερα ερωτήματα που θέτουν οι αρχαιολόγοι στην επιστημονική κοινότητα αφορούν: τη χημική σύσταση των ευρημάτων, το χρόνο και τόπο κατασκευής τους, τον τόπο προέλευσης των υλικών, τα βήματα κατεργασίας των υλικών και κατά πόσον τα υπό μελέτη αντικείμενα είναι αυθεντικά. Επίσης, η διάγνωση των μηχανισμών αποσάθρωσης και η ανακάλυψη τρόπων σταθεροποίησης ή επιδιόρθωσης της καταστροφής που επιφέρουν η πάροδος του χρόνου ή/και το περιβάλλον, αποτελούν αντικείμενα μεγάλου ενδιαφέροντος. Η πολύπλοκη αυτή ανάλυση που περιλαμβάνει στοιχεία φυσικής, χημείας, τεχνολογίας και ιστορίας της τέχνης επιτυγχάνεται μόνον με την χρήση διεπιστημονικών μεθόδων. Την τελευταία δεκαετία, με την ανάπτυξη πηγών ακτινοβολίας synchrotron 3ης γενιάς, η επιστημονική κοινότητα απέκτησε πρόσβαση σε νέες μεθόδους χαρακτηρισμού που είναι μη-καταστροφικές και δίνουν πληθώρα πληροφοριών, πέραν των ορίων των συμβατικών πηγών και τεχνικών χαρακτηρισμού (π.χ. SEM/EDX, FTIR, XRD, micro-Raman) που συνεχίζουν να χρησιμοποιούνται εκτενώς.

### Η ακτινοβολία synchrotron (SR)

Η ακτινοβολία synchrotron (SR) εκπέμπεται από σχετικιστικά, φορτισμένα και ελαφρά σωματίδια (συνήθως ηλεκτρόνια ή ποζιτρόνια) που κινούνται σε κλειστές τροχιές παρουσία μαγνητικού πεδίου. Η ακτινοβολία εκπέμπεται εφαπτομενικά στο σημείο καμπής της δέσμης των ηλεκτρονίων, σε έναν στενό κώνο φωτός και χαρακτηρίζεται από πολύ μεγάλη λαμπρότητα ($10^{12}$ φορές υψηλότερη από αυτή των συμβατικών πηγών ακτίνων X με περιστρεφόμενη άνοδο). Τα πολύ σημαντικά χαρακτηριστικά της ακτινοβολίας SR είναι ότι εκπέμπεται σε ευρύ φάσμα μηκών κύματος, από το υπέρυθρο μέχρι τις σκληρές ακτίνες X, και μπορεί να υποστεί μονοχρωματισμό (δηλ. μπορεί να χρησιμοποιηθεί για φασματοσκοπικές μελέτες που απαιτούν σάρωση της ενέργειας), έχει παλμικό χαρακτήρα (παράδειγμα εφαρμογής είναι οι χημικές αντιδράσεις), είναι γραμμικώς πολωμένη στο επίπεδο εκπομπής και κυκλικά πολωμένη εκατέρωθεν αυτού (παράδειγμα εφαρμογής τα μαγνητικά υλικά). Επίσης πρόσφατα αναπτύχτηκε η δυνατότητα εστίασης της δέσμης σε διατομή 1-5μm με αποτέλεσμα τη δυνατότητα χαρτογράφησης ιδιοτήτων των υπό μελέτη δειγμάτων με υψηλή χωρική διακριτική ικανότητα (π.χ. κατανομή στοιχείων και τοπικές μεταβολές της χημικής σύστασης, της νανοδομής, της ηλεκτρονικής δομής, της κατάστασης οξείδωσης, της κρυσταλικής φάσης κλπ). Λόγω αυτών των πολύ σημαντικών χαρακτηριστικών η ακτινοβολία SR βρίσκει εφαρμογές στην φυσική, την χημεία, την επιστήμη υλικών, τη βιολογία, την γεωλογία, την αρχαιολογία ενώ καινούριες εφαρμογές προτείνονται συνεχώς. Μία από τις νέες εφαρμογές της ακτινοβολίας SR αποτελεί η μελέτη αρχαιολογικών ευρημάτων και έργων τέχνης. Οι ιδιότητες της ακτινοβολίας SR (ευρύ φάσμα, παράλληλη δέσμη, ικανότητα μονοχρωματισμού, πολύ υψηλή λαμπρότητα) επιτρέπουν τον χαρακτηρισμό "δύσκολων" δειγμάτων που χαρακτηρίζονται από ενίοτε πολύ μικρό μέγεθος, τοπικές μεταβολές της χημικής σύστασης, παρουσία διαφορετικών φάσεων, μεγάλες διαφορές στην απορρόφηση, δειγμάτων με φτωχή κρυσταλλικότητα ή ανεπτυγμένων σε υποστρώματα, με ευρεία κατανομή των μεγεθών και ανισότροπο προσανατολισμό των κρυσταλλιτών. Μεταξύ των μεθόδων

που στηρίζονται στη χρήση της ακτινοβολίας SR οι εξής έχουν βρει εκτενείς εφαρμογές στο χαρακτηρισμό αντικειμένων τέχνης και πολιτιστικής κληρονομιάς:

Micro-XRF: χρησιμοποιείται για την χαρτογράφηση της κατανομής των στοιχείων ακόμη και ιχνοστοιχείων (με περιεκτικότητα της τάξης του ppb) με υψηλή χωρική διακριτική ικανότητα.

Micro-XAFS: ταυτοποιεί την χημική σύσταση χρωστικών ή άλλων συστατικών (π.χ. γυαλί, πορσελάνη, σμάλτο) που βρίσκονται σε πολύ μικρή συγκέντρωση, σε κρυσταλλική ή άμορφη κατάσταση, καθώς και το δεσμικό περιβάλλον και κατάσταση οξείδωσης των επιμέρους στοιχείων με υψηλή χωρική διακριτική ικανότητα .

Micro-XRD : χρησιμοποιείται για την ταυτοποίηση κρυσταλλικών φάσεων με υψηλή εγκάρσια χωρική διακριτική ικανότητα, υψηλή ποιότητα δεδομένων ακόμη και για χρωστικές με χαμηλή συγκέντρωση ή μικρή ανακλαστικότητα.

**Ραδιογραφία και τομογραφία** για την τρισδιάστατη μηκαταστροφική απεικόνιση ευρημάτων ή έργων τέχνης.

Στη Θεσσαλονίκη είχαμε πρόσφατα την ευκαιρία να φιλοξενήσουμε δυο διακεκριμένα μέλη της διεθνούς ερευνητικής κοινότητας που ασχολούνται ενεργά εδώ και πολλά χρόνια με το χαρακτηρισμό αντικειμένων τέχνης και πολιστιστικής κληρονομιάς με τη χρήση της ακτινοβολίας SR.

Ο Dr. **Μανώλης Πάντος**, από το εργαστήριο Daresbury του Ηνωμένου Βασιλείου έδωσε σεμινάριο στο Τμήμα Φυσικής με θέμα "Εφαρμογές φωτός σύνχροτρον σε θέματα πολιτιστικής κληρονομιάς". Οι διαφάνειες της ομιλίας του είναι ανηρτημένες στην ιστοσελίδα του Τμήματος Φυσικής (http://mater.physics.auth.gr/seminars/) ενώ το παρόν τεύχος του περιοδικού φιλοξενεί συνέντευξη που έδωσε στην μεταπτυχιακή φοιτήτρια κ. Μαρία Ζούγρου.

Ο Dr. Eric Dooryhee, από το CNRS, Grenoble, France & National Synchrotron Source II, Brookhaven, ΗΠΑ έκανε την εναρκτήρια ομιλία στο "25ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικής Στερεάς Κατάστασης και Επιστήμης Υλικών", που πραγματοποιήθηκε τον Σεπτέμβριο 2009 στη Θεσσαλονίκη, με τίτλο "Looking into Art and Cultural Heritage with Synchrotron X-rays".

Στα παρακάτω γίνεται απόπειρα συνοπτικής και αποσπασματικής, λόγω της ευρύτητας του αντικειμένου, παρουσίασης πρόσφατων ερευνητικών αποτελεσμάτων που αφορούν τον χαρακτηρισμό έργων τέχνης και αρχαιολογικών ευρημάτων με ακτινοβολία SR.

**Παραδείγματα**:

Ανάλυση αρχαίων αιγυπτιακών ειδών μακιγιάζ

Μία μεγάλη ομάδα επιστημόνων από το Μουσείο του Λούβρου, την εταιρεία καλλυντικών L'Oreal και το CNRS (Εθνικό Κέντρο Πυρηνικών Ερευνών της Γαλλίας), συνεργάστηκαν για τη μελέτη δειγμάτων αρχαίων αιγυπτιακών καλλυντικών, ηλικίας 3000-5000 χρόνων, που φυλάσσονται στο Μουσείο του Λούβρου. Οι αρχαίοι Αιγύπτιοι χρησιμοποιούσαν εκτενώς make-up (λευκό, πράσινο και μαύρο) για αισθητικούς, θεραπευτικούς και θρησκευτικούς λόγους. Η μελέτη των χρωστικών έδωσε πληροφορίες για την χημική τους σύσταση, τον τρόπο παρασκευής τους, την προέλευση των συστατικών και τον τρόπο συντήρησής τους. Ειδικότερα, ταυτοποιήθηκαν 19 διαφορετικές φάσεις ορυκτών, ενώ το 75% των 52 δειγμάτων που μελετήθηκαν, βρέθηκε ότι περιείχε ενώσεις του Pb. Η κύρια μαύρη χρωστική ήταν η γκαλένα (PbS) ενώ ο κερουσίτης ($PbCO_3$) ήταν το κύριο λευκό συστατικό. Μεταξύ των χρωστικών ταυτοποιήθηκαν και οι σπάνιες στη φύση λευκές χρωστικές λαυριονίτης (PbClOH) και φωσγενίτης ($Pb_2(CO_3)Cl_2$)

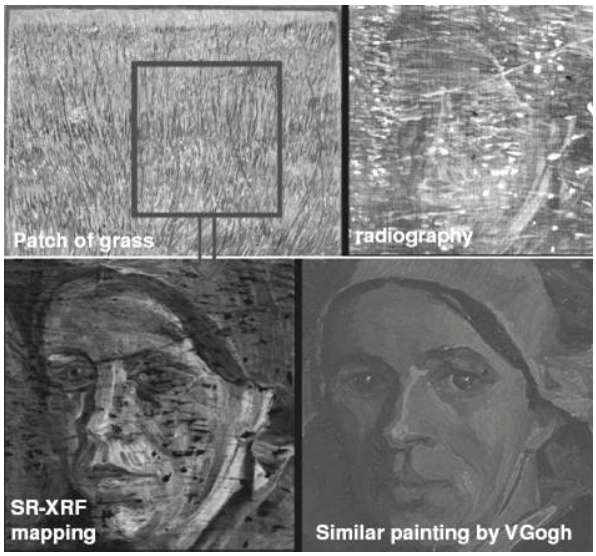
Η μελέτη απέδειξε ότι οι αρχαίοι Αιγύπτιοι είχαν την τεχνογνωσία παρασκευής αυτών των σπάνιων χρωστικών με υγρή χημεία (στο εργαστήριο της εποχής) ενώ επίσης γνώριζαν την τεχνολογία της παρασκευής τους σε διάφορες μορφές, π.χ. σκόνη ή συμπαγές προϊόν, και με διάφορες ανακλαστικότητες (θαμπό ή γυαλιστερό). Αυτό το τελευταίο προϋποθέτει την χρήση κρυστάλλων με διαφορετικό μέγεθος: όσο μικρότερο μέγεθος είχαν οι κρύσταλλοι της γκαλένας τόσο πιο θαμπό (mat) ήταν το προϊόν. Πρέπει να σημειωθεί ότι χρησιμοποιούσαν τις χρωστικές λαυριονίτη και φωσγενίτη, αντί του ευρέως διαθέσιμου κερουσίτη, λόγω των θεραπευτικών τους ιδιοτήτων για παθήσεις των οφθαλμών και του δέρματος. Τα υλικά αυτά προκαλούν αύξηση της παραγωγής του νιτρικού οξέως που ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα και προλαμβάνει μολύνσεις των ματιών που ήταν πολύ συχνές σε περιόδους υπερχείλισης του Νείλου. Μάλιστα, σε ορισμένα από τα φιαλίδια φύλαξης των ειδών μακιγιάζ, υπήρχαν οδηγίες χρήσης για τις χρονικές περιόδους που έπρεπε να χρησιμοποιούνται οι οποίες αντιστοιχούσαν σε περιόδους πλημμυρών.

Τα κρυμμένα ζωγραφικά έργα των N. C. Wyeth και Van Gogh

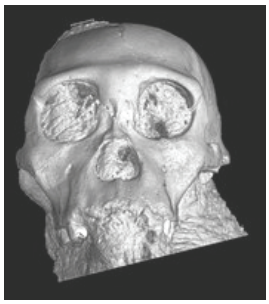
Ο πίνακας του Wyeth "Πορτρέτο οικογένειας" (1923, πρώτη εικόνα) μελετήθηκε με φασματοσκοπία φθορισμού ακτί-

νων Χ. Το μεγάλο βάθος πληροφορίας της μεθόδου επέτρεψε την συλλογή πληροφορίας από τα διαφορετικά στρώματα του πίνακα. Χρησιμοποιώντας κατάλληλο λογισμικό αποκάλυψαν την δεύτερη εικόνα, το προγενέστερο έργο του Wyeth "Ο λιγότερο θυμωμένος άντρας" του 1919. Οι μετρήσεις, έγιναν στην πηγή CHESS του πανεπιστημίου Cornell από την χημικό και συντηρήτρια έργων τέχνης J. L. Mass σε συνεργασία με άλλους ερευνητές.

Ανάλογο είναι το παράδειγμα της προσωπογραφίας γυναίκας του Van Gogh που είχε καλυφθεί από άλλο πίνακα, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Και πάλι, η μελέτη έγινε με XRF, στην εγκατάσταση παραγωγής ακτινοβολίας synchrotron HASYLAB, από επιστήμονες από την Ολλανδία και το Βέλγιο (2008). Όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, η απεικόνιση με ραδιογραφία, που στηρίζεται σε συμβατικές πηγές ακτίνων Χ, υστερεί σημαντικά έναντι της XRF με ακτινοβολία synchrotron.



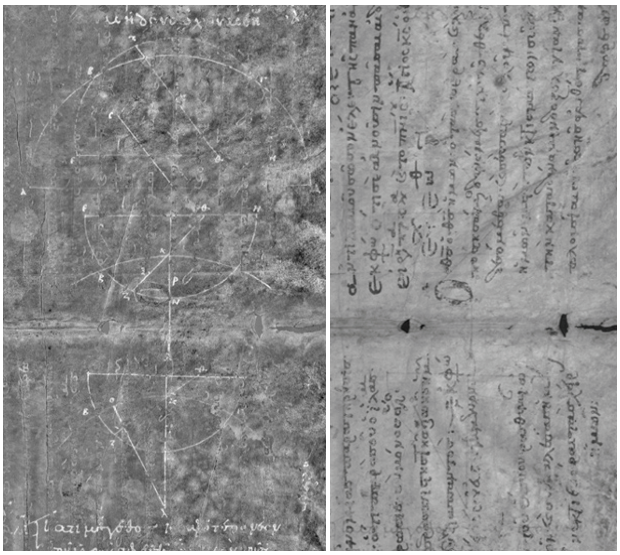

Μελέτη απολιθωμάτων



Μόλις τον Απρίλιο του 2010 δημοσιοποιήθηκε από το ESRF η τρισδιάστατη απεικόνιση και μελέτη απολιθώματος κρανίου αυστραλοπίθηκου ηλικίας 1.9 εκατομμυρίων χρόνων. Η μη-καταστροφική μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι η μικρο-τομογραφία, η οποία έδειξε ότι μέσα στο κρανίο υπήρχαν απολιθωμένα αυγά εντόμων και υπολείμματα εγκεφάλου. Η μελέτη των ευρημάτων βρίσκεται σε εξέλιξη.

Μελέτη παπύρου - Το παλίμψηστο του Αρχιμήδη

Πρόκειται για ευχολόγιο που αποτελείται από 174 σελίδες και κατασκευάστηκε στην Ιερουσαλήμ το 1229. Για την κατασκευή του χρησιμοποιήθηκαν 5 παλιότερα βιβλία μεταξύ των οποίων το ένα περιέχει 7 τουλάχιστον πραγματείες του Αρχιμήδη (10ος αιώνας, Κωνσταντινούπολη).



Το βιβλίο μελετήθηκε κατ΄ αρχήν με φασματοσκοπία XRF με συμβατική πηγή ακτίνων Χ. Σύντομα οι επιστήμονες κατάλαβαν ότι χρειαζόταν πηγή με υψηλότερη ένταση και κατέφυγαν στον επιταχυντή SLAC στο Stanford (2009). Οι μετρήσεις που έγιναν εκεί έδειξαν ότι αφ ενός η η υψηλή λαμπρότητα της πηγής δεν καταστρέφει το έγγραφο και αφ ετέρου κατέγραψαν απεικονίσεις με υψηλή διακριτική ικανότητα, αποκαλύπτοντας τα υποκείμενα γραπτά του Αρχιμήδη, όπως φαίνεται στις παραπάνω δύο εικόνες: Στην αριστερή εικόνα φαίνεται το αρχικό κείμενο του Αρχιμήδη όπως αυτό απεικονίστηκε με SR-XRF, ενώ δεξιά φαίνεται το νεότερο κείμενο του ευχολογίου, που γράφτηκε επάνω από το αρχικό κείμενο.

Τελειώνοντας, θα ήθελα να σημειώσω ότι το αυξανόμενο ενδιαφέρον της ερευνητικής κοινότητας οδήγησε στην εγκαθίδρυση παγκόσμιου συνεδρίου με τίτλο "Synchrotron Radiation in Art & Archaeology" (συντομογραφία 'SR2A'), το οποίο γίνεται κάθε δύο χρόνια. Το συνέδριο SR2A-2010 θα γίνει τον Νοέμβριο στο Μουσείο Van Gogh στην Ολλανδία. Επίσης, οι ενδιαφερόμενοι φοιτητές και φοιτήτριες μπορούν να ανατρέξουν στις πηγές του διαδικτύου που είναι εκτενείς και εύκολα προσβάσιμες.

*Ελένη Κ. Παλούρα*
*Καθηγήτρια, Τμήμα Φυσικής*

# Συνέντευξη του Δρ. Μανώλη Πάντου

*Ο Δρ. Μανώλης Πάντος είναι πτυχιούχος Φυσικός του Πανεπιστημίου Αθηνών (1969) και διδάκτωρ του Πανεπιστημίου του Manchester (1973). Μετά από δύο χρόνια διδακτορικής εργασίας στο Εθνικό εργαστήριο του Daresbury στην Αγγλία, εργάστηκε στο Τμήμα Φυσικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων (1975-1978). Επέστρεψε με την οικογένειά του στην Αγγλία, όπου και εργαζόταν στο Daresbury Laboratory μέχρι το 2009. Τα τελευταία δέκα χρόνια οι έρευνές του συγκεντρώθηκαν στις εφαρμογές τεχνολογίας ακτινοβολίας σύγχροτρον και νετρονίων σε αντικείμενα πολιτιστικής κληρονομιάς, δηλαδή την ανάλυση και τον χαρακτηρισμό αρχαίων υλικών από αντικείμενα διαφόρων ιστορικών περιόδων. Εκτός από τις ακαδημαϊκές του δραστηριότητες, έχει ασχοληθεί ιδιαίτερα σαν ερασιτέχνης Ομηριστής με το ζήτημα της τοποθεσίας της Ομηρικής Ιθάκης και έχει συμβάλει στη μετάφραση σύγχρονων βιβλίων στο θέμα αυτό. Η λίστα των δημοσιεύσεών του βρίσκεται στο http://srs.dl.ac.uk/arch/people/pantos/*

*Ο Δρ. Μανώλης Πάντος, σαν ένας σύγχρονος Οδυσσέας ταξίδεψε τα τελευταία 10 χρόνια, μέσα από τις μελέτες του, από την αρχαία Αθήνα μέχρι τις σπηλιές του Khirbet Qumran. Επιστρέφοντας στο Τμήμα Φυσικής της Θεσσαλονίκης για μια διάλεξη, μοιράζεται μαζί μας τις γνώσεις και τους προβληματισμούς του, πριν ξεκινήσει για ένα ακόμη ταξίδι.*

**Ε: Σε ένα ποίημά σας επικαλείστε τη Μούσα του φωτός synchrotron (http://srs.dl.ac.uk/arch/people/pantos/sesame-talk.html) για να σας δώσει απαντήσεις. Τί είναι η ακτινοβολία synchrotron και τι την διαφοροποιεί από τις συμβατικές πηγές φωτός;**

**Α:** Η ακτινοβολία synchrotron είναι το φως που εκπέμπεται από την επιτάχυνση ηλεκτρονίων που κινούνται σε ένα κύκλο και το φάσμα της εκτείνεται από το υπεριώδες μέχρι τις σκληρές ακτίνες-Χ. Πρόκειται για ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, ίδια με αυτή που παίρνουμε από συμβατικά όργανα αλλά πολύ υψηλότερης έντασης.

**Ε: Τα τελευταία 10 χρόνια ασχοληθήκατε με τη μελέτη αντικειμένων πολιτιστικής κληρονομιάς. Ποιες είναι οι ιδιαιτερότητες που παρουσιάζουν αυτά τα δείγματα;**

**Α:** Μερικά δείγματα προέρχονται από αναγνωρισμένα αντικείμενα όπως η φρεγάτα Mary Rose (ανήκε τον βασιλιά της Αγγλίας Ερρίκο τον 8$^{ο}$, βυθίστηκε το 1545 και ανελκύστηκε το 1982) ή η περικεφαλαία Κορινθιακού τύπου από το Μουσείο του Manchester, γι' αυτό και προσελκύουν το ενδιαφέρον του Τύπου. Άλλα δείγματα είναι αντιπροσωπευτικά μιας τάξεως αντικειμένων, π.χ. πάπυροι, πορσελάνες, κεραμικά, όπλα κλπ. Λόγω της ιστορικής τους αξίας, η μελέτη πρέπει να είναι όσο το δυνατό λιγότερο καταστροφική. Επίσης, όσο περισσότερες πληροφορίες έχουμε για την προϊστορία ενός έργου τέχνης ή ενός αρχαιολογικού αντικειμένου, τόσο πιο ενδιαφέρουσα είναι η εξέτασή του. Υπάρχουν ωστόσο μελέτες που αν και δεν είναι γνωστές πέρα από τους επιστημονικούς κύκλους, ίσως είναι πολύ σημαντικότερες για το μέλλον.

**Ε: Θεωρείτε ότι οι πηγές synchrotron έδωσαν μια νέα ώθηση στον κλάδο της Αρχαιομετρίας;**

**Α:** Πιστεύω ότι είναι ένας ταχύτερος τρόπος να φέρεις στην προσοχή των επιστημονικών κύκλων τη σοβαρότητα του θέματος, τη σημασία της Αρχαιομετρίας και τη σύνδεση της με την κοινωνία και το παρόν και συνεπώς την ανάγκη χρηματοδότησης τέτοιων μελετών. Έχουν γίνει κάποια θετικά βήματα στη συνεργασία αρχαιομετρών και φυσικών επιστημόνων, αλλά η κρίσιμη μάζα δεν έχει επιτευχθεί ακόμη. Ελπίζω ότι στο μέλλον η μελέτη θα γίνει πιο οργανωμένη. Ένα παράδειγμα όπου αυτό μπορεί να επιτευχθεί είναι οι εγκαταστάσεις synchrotron SOLEIL στη Γαλλία, όπου χρηματοδοτήθηκε η δημιουργία κατάλληλων χώρων όπου θα στεγαστούν εργαστήρια συμβατικών οργάνων (SEM – σαρωτικής μικροσκοπίας, FT-IR – φασματοσκοπίας Fourier υπερύθρου), αίθουσες σεμιναρίων και διδασκαλίας. Χρειάζεται ένα πρόγραμμα μεθοδευμένο και πολυετές. Μια ακόμη παράμετρος που θεωρώ πολύ σημαντική είναι το μέλλον των νέων επιστημόνων. Θα υπάρχει κάποιο επαγγελματικό μέλλον γι' αυτούς; Αυτό μόνο ο χρόνος νομίζω θα το αποδείξει.

**Ε: Στον τομέα της συντήρησης έργων πολιτιστικής κληρονομιάς είναι πολύ σημαντική η μελέτη που προηγείται της επέμβασης στο έργο. Πώς μπορεί να συνεισφέρει η ακτινοβολία synchrotron στον τομέα αυτό;**

**Α:** Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι δραστικές αλλαγές που συμβαίνουν σ' ένα αντικείμενο γίνονται σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα (msec – min). Η μελέτη μιας τέτοιας μεταβολής με συμβατικά όργανα είναι δύσκολη, λόγω των πολλών επαναλήψεων που απαιτούνται για να έχουμε καλή στατιστική δεδομένων. Οι πηγές synchrotron, που χαρακτηρίζονται από πολύ μεγάλη λαμπρότητα, δίνουν τη δυνατότητα πολύ γρήγορων μετρήσεων και επομένως καλούνται να παίξουν ένα μεγάλο ρόλο. Επίσης, το synchrotron μπορεί να δώσει απαντήσεις στις περιπτώσεις που η εξέταση πρέπει να γίνει στην μικροκλίμακα (με χωρική διακριτική ικανότητα της τάξης του 1 μm και με παράλληλη σάρωση της ενέργειας).

**Ε: Συμβατικές τεχνικές χαρακτηρισμού υλικών όπως η περίθλαση ακτίνων-Χ(XRD), ο φθορισμός ακτίνων-Χ (XRF), η φασματοσκοπία Μετασχηματισμού Fourier (FT-IR) κ.ά. μπορούν να εφαρμοστούν χρησιμοποιώντας ακτινοβολία synchrotron. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα της επιλογής αυτής;**

**Α:** Με ακτινοβολία synchrotron υπάρχει η δυνατότητα ταυτόχρονης καταγραφής φασμάτων με διαφορετικές τεχνικές όπως Raman, XRF, XRD ή EXAFS, έτσι ώστε να πάρουμε συμπληρωματικές πληροφορίες από το ίδιο σημείο του δείγματος την ίδια χρονική στιγμή.

**Ε: Η φασματοσκοπία λεπτής υφής απορρόφησης ακτίνων-Χ (*XAFS*) και η σκέδαση ακτινών Χ υπό μικρή και υπό ευρεία γωνία (*SAXS, WAXS*) είναι τεχνικές που απαιτούν τη χρήση ακτινοβολίας synchrotron. Πώς μπορούν να συνεισφέρουν στον τομέα της Αρχαιομετρίας και της συντήρησης;**

**Α:** Τα SAXS και WAXS μέχρι τώρα έχουν εφαρμοστεί κυρίως σε περιπτώσεις μακρομορίων. Η XAFS δίνει πληροφορίες για το άτομο που απορροφά και τους πλησιέστερους γείτονες αυτού. Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται περισσότερο στην Αρχαιομετρία και τη συντήρηση είναι οι XRD, XRF, XAFS και FT-IR. Κάθε τεχνική έχει τη δική της δυναμική, ενώ υπάρχουν δυνατότητες για αξιοποίηση και των υπολοίπων τεχνικών στο μέλλον.

**Ε: Τι μπορούμε να περιμένουμε στο μέλλον από τις εγκαταστάσεις synchrotron 4ης γενιάς;**

**Α:** Οι νέες πηγές που χρηματοδοτήθηκαν είναι τα Free Electron Lasers. Η κύρια εφαρμογή τους θα είναι κατ' αρχήν η μελέτη γρήγορων χημικών αντιδράσεων σε πραγματικό χρόνο. Επίσης, ενδεχομένως θα βρουν εφαρμογές και στην συντήρηση έργων τέχνης.

**Ε: Τι σας ώθησε να ασχοληθείτε με τη μελέτη έργων πολιτιστικής κληρονομιάς;**

**Α:** Η αρχή ήταν ο Όμηρος. Ήθελα να αλλάξω το κλίμα στο εργαστήριο, να κάνω ένα κοινωνικό πείραμα. Εκείνο που με ώθησε στο δεύτερο βήμα ήταν η θερμή ανταπόκριση που συνάντησα από τους συναδέλφους μου. Στην πορεία φάνηκε ότι αυτός ήταν ένας τρόπος προβολής και του εργαστηρίου του Daresbury και αυτό σε ωθεί να κάνεις κάτι σημαντικότερο, κάτι που θα δώσει καρπούς. Και αν είχα άλλα 10 χρόνια θα επικεντρωνόμουν σε πιο πρωτότυπες προσεγγίσεις όπως time-resolved πειράματα ή μελέτες συντήρησης αντικειμένων, ανεξάρτητα από την ηλικία ή την αναγνωρισιμότητά τους. Αυτό που προσπάθησα να κάνω ήταν να τραβήξω συναδέλφους μου φυσικούς στο χώρο της Αρχαιομετρίας και της συντήρησης και από την άλλη, καινούργιους συναδέλφους που γνώρισα στα μουσεία, να τους φέρω προς τον δικό μας χώρο. Μερικώς το κατάφερα. Δυστυχώς, στα μουσεία δεν υπάρχει ο χρόνος για έρευνα. Η έμφαση δίνεται περισσότερο στην έκθεση των αντικειμένων και αυτό δημιουργεί μεγάλες δυσκολίες. Ελπίζω ότι το πείραμα που γίνεται στο SOLEIL με το χτίσιμο νέων εγκαταστάσεων θα επιτύχει και θα βρει μιμητές, αν και έχω ορισμένες επιφυλάξεις λόγω των χρηματικών πόρων που θα χρειαστούν. Είναι και αυτό ένα ταξίδι για την Ιθάκη, όπου κι αν είναι αυτή..

*Μαρία Ζούγρου*

*Μεταπτυχιακή φοιτήτρια ΠΜΣ*
*"Φυσική και Τεχνολογία Υλικών"*

**An Ode to Synchrotron Light**

*Tell me O Muse of light Synchrotron, the Halicarnasseon,*
*En route to Ithaca, with Homer as a guide.*
*Of Hittite kings on Trojan land, Phoenician ships and Karian princesses,*
*Where young Bellerephon Chimaerian dreams he lived again,*
*In Lydian lands of guilted Paktolos where Croisos ruled supreme*
*And Melittogenes sung songs of peace and concorde, for a change.*

*Athene Potnia, Apollo Phoibos, Zeus pater nefelegereta,*
*Show me the path to Ida, above the plains of Troy*
*Where Priam King, Hector the Prince and Paris-Alexander*
*Minyan Epea Pteroenta exchanged.*

Manolis Pantos, April 2000.

## Διεθνής υποτροφία σε Ελληνίδα για τη μελέτη της δομής βιολογικών μακρομορίων

Φέτος, μία από τις 15 ετήσιες διεθνείς υποτροφίες της UNESCO και της L'Oreal για την βιολογική έρευνα με την χρήση νέων μεθόδων, απονεμήθηκε στην **Δρ. Ειρήνη Μαργιωλάκη**, μια νέα επιστήμονα από το Ηράκλειο της Κρήτης. Η Δρ. Μαργιωλάκη, εργάζεται ως Λέκτορας του Τμήματος Βιολογίας του Πανεπιστημίου Πατρών και συνεργαζόμενη ερευνήτρια στο Ευρωπαϊκό σύγχροτρον (European Synchrotron Radiation Facility, ESRF, Grenoble, France). Έχει δεκαετή εμπειρία στην χρήση ακτινοβολίας σύγχροτρον για τον δομικό χαρακτηρισμό υλικών συμπεριλαμβανομένων πρωτεϊνών. Έχει λάβει πτυχίο φυσικής το 1999 (Πανεπιστήμιο Κρήτης). Η διδακτορική διατριβή της ολοκληρώθηκε το 2004 στο τμήμα φυσικής, χημείας και περιβαλλοντικών επιστημών, του πανεπιστημίου του Σάσσεξ της Μεγάλης Βρετανίας. Κατά τη διάρκεια του διδακτορικού πτυχίου η έρευνά της εστιάστηκε στον τομέα της φυσικής στερεάς κατάστασης και την μελέτη δομικών και μαγνητικών ιδιοτήτων ανόργανων υλικών χρησιμοποιώντας κυρίως τις τεχνικές περίθλασης ακτινοβολίας σύγχροτρον και νετρονίων. Από τον Απρίλιο του 2003 έως το 2009 εργάστηκε, αρχικά ως μεταδιδακτορική ερευνήτρια και αργότερα ως επιστήμονας οργάνων (Instrument Scientist), στο Ευρωπαϊκό σύγχροτρον (European Synchrotron Radiation Facility, ESRF, Grenoble, France).

Τα ερευνητικά ενδιαφέροντά της εστιάζονται στον τομέα της κρυσταλλογραφίας χρησιμοποιώντας κυρίως περίθλαση ακτινοβολίας σύγχροτρον από πολυκρυσταλλικά υλικά (powder diffraction) για τον δομικό χαρακτηρισμό υλικών για τα οποία δεν υπάρχουν μονοκρύσταλλοι καλής ποιότητας. Η ερευνητική της δουλειά στο σύγχροτρον τα τελευταία 7 χρόνια ήταν καταλυτική στην ανάπτυξη και χρήση της περίθλασης ακτινοβολίας σύγχροτρον από πολυκρυσταλλικά υλικά για το δομικό χαρακτηρισμό βιολογικών μακρομορίων. Η κύρια κατεύθυνση του μελλοντικού ερευνητικού έργου της εστιάζεται στην μελέτη δομής και λειτουργίας πρωτεϊνών σχετικών με ιούς με στόχο τον σχεδιασμό νέων φαρμάκων. Για την διεκπεραίωση αυτού του έργου συνεργάζεται με ένα δίκτυο ερευνητικών ομάδων ανά τον κόσμο, το οποίο συμπεριλαμβάνει ερευνητικά κέντρα (AFMB- Marseille, France), εγκαταστάσεις σύγχροτρον (ESRF- Grenoble, SPring8- Japan, SLS- Switzerland) και φαρμακευτικών εταιρειών.

Το 2003 βραβεύτηκε για την λύση της πρώτης πρωτεϊνικής δομής από πολυκρυσταλλικά υλικά, απονεμημένο από την ομάδα βιολογικών δομών της βρετανικής κρυσταλλογραφικής ένωσης (Blue John Crystal Award), το 2006 τιμήθηκε με το βραβείο *European Powder Diffraction Conference* (EPDIC 10) *Young Scientist Award* για την ερευνητική της δουλειά στον τομέα της κρυσταλλογραφίας πρωτεϊνών χρησιμοποιώντας την τεχνική περίθλασης ακτινοβολίας σύγχροτρον από πολυκρυσταλλικά υλικά.

Το 2010 έλαβε μία από τις 15 ετήσιες διεθνείς υποτροφίες χρηματοδοτούμενες από την UNESCO και την L'OREAL για την ερευνητική της δουλειά σχετική με την **χρήση νέων μεθόδων για τον δομικό χαρακτηρισμό βιολογικών μακρομορίων**. Το ερευνητικό πρόγραμμα σχετικό με την διεθνή υποτροφία αφορά τον δομικό χαρακτηρισμό πρωτεϊνών προερχόμενων από ιούς που ενδέχεται να πλήξουν την περιοχή των νοτι-

ανατολικών βαλκανίων. Μακροπρόθεσμα, ο στόχος όλων των ερευνητών που ασχολούνται με την δομική ιολογία είναι η κατανόηση της λειτουργίας των ιών και ο σχεδιασμός νέων φαρμάκων. Η Ειρήνη πιστεύει ότι τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από το συγκεκριμένο ερευνητικό πρόγραμμα, σε συνεργασία με το τμήμα Βιολογίας Παν/μίου Πατρών (http://www.biology.upatras.gr/bio_gen_section.html), το Ευρωπαϊκό Σύγχροτρον στην Γκρενόμπλ της Γαλλίας (European Synchrotron Radiation Facility – ESRF) http://www.esrf.eu) και την ερευνητική ομάδα CNRS "Ιϊκές πρωτεΐνες: Δομικός μηχανισμός και σχεδιασμός φαρμάκων" (http://www.afmb.univ-mrs.fr/-Replicases-Virales-Structure), θα συμβάλλουν σημαντικά προς αυτήν την κατεύθυνση. Οι ιϊκές πρωτεΐνες υπό μελέτη αποτελούν μέρος δύο μεγάλων ευρωπαϊκών προγραμμάτων- συγκεκριμένα του European Virus Archive Project (EVA, http://www.european-virus-archive.com/) και του VIral enZymes InvolvEd in Replication Project (Vizier, http://www.vizier-europe.org/). Οι υπό μελέτη πρωτεΐνες συμπεριλαμβάνουν συστήματα προερχόμενα από ιούς που προκαλούν αιμορραγικούς πυρετούς. Όσον αφορά τους αιμορραγικούς πυρετούς, ο δάγκειος πυρετός είναι μια νόσος που προκαλείται από τους ιούς DEN-1, DEN-2, DEN-3 ή DEN-4. Αξίζει να σημειωθεί ότι είναι η **πρώτη φορά** που ερευνήτρια από την χώρα μας λαμβάνει το συγκεκριμένο βραβείο.

Κατά την διάρκεια του διδακτορικού πτυχίου καθώς και της μεταδιδακτορικής εργασίας στο Ευρωπαϊκό σύγχροτρο, έχει λάβει μέρος σε περισσότερα από 40 διεθνή επιστημονικά συνέδρια ως προσκεκλημένη ομιλήτρια και έχει συμμετάσχει στην διοργάνωση σεμιναρίων και συνεδρίων. Αποτελέσματα από την ερευνητική της δουλειά έχουν ήδη δημοσιευτεί σε 46 άρθρα σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά υψηλής απήχησης. Η Δρ. Ειρήνη Μαργιωλάκη είναι Εκλεγμένο μέλος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Περίθλασης Πολυκρυσταλλικών υλικών (European Powder Diffraction Committee) και μέλος του παγκοσμίου δικτύου κρυσταλλογράφων (World Directory of Crystallographers) της διεθνούς ένωσης κρυσταλλογραφίας (International Union of Crystallography, IUCr).

## In Memorandum: Σπύρος Δεδούσης

*Του Ομότιμου Καθηγητή του Τμήματος Φυσικής*
***Στέφανου Χαραλάμπους***

### ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΠΥΡΟ

Τον Φυσικό, τον Δάσκαλο, τον Φίλο

Είχα την "τύχη" την Τρίτη (30-03-10) να είμαι στην κηδεία του Δασκάλου μου, Καίσαρα Αλεξόπουλου. Μετά πέντε μέρες (04-04-10) χάθηκε –ταξίδευσε– ο Μαθητής μου, ο Σπύρος Δεδούσης.

Ο Σπύρος Δεδούσης, ο Φυσικός, ο Συνάδελφος, γεννήθηκε στην Καλαμάτα το 1947. Τον γνώρισα στην πτυχιακή του προφορική εξέταση. Η εντύπωσή μου, άκρως εναργής μέχρι σήμερα, ήταν ότι είχε γερές βάσεις Φυσικής και ότι είχε όλες τις προοπτικές ανέλιξης στην έρευνα και στην διδασκαλία της Φυσικής. Στην πρόταση μου για τον διορισμό του, 20-04-74, είχα γράψει τότε ότι "*… έχει κρίση και κριτική ικανότητα (περί την Φυσική) σαφώς άνωθεν του μέσου…*" και εκ των πραγμάτων δεν διαψεύστηκα στα εν συνεχεία 35 χρόνια.

Ο Σπύρος και οι πρώτοι συνεργάτες εργάσθηκαν σκληρά για το εργαστήριο Ατομικής και Πυρηνικής Φυσικής (ΕΑΠΦ) του ΑΠΘ, για την διαμόρφωση του χώρου, των φοιτητικών εργαστηρίων, των μαθημάτων, των βοηθημάτων/συγγραμμάτων καθώς και για την εκπόνηση των δικών τους διατριβών. Θυμάμαι ότι εκείνη την εποχή οι 12 ώρες την ημέρα στο Εργαστήριο ήταν λίγες και οφείλω ένα μεγάλο 'Ευχαριστώ' για την προσφορά τους, σε όλους όσους συνέβαλαν εκείνη την εποχή για την άνδρωση του ΕΑΠΦ.

Ο Δεδούσης βρήκε το ΕΑΠΦ εν τη γενέσει της ερευνητικής του δραστηριότητας. Η φιλοσοφία μου εκείνη την εποχή ήταν ότι "Ναι, θα πάμε στα μεγάλα ερευνητικά κέντρα (CERN, Dubna,

στις USA, κ.λ.π.), όμως θα δημιουργήσουμε και παράλληλα εδώ στην Θεσσαλονίκη, μία local ερευνητική δραστηριότητα στο μέτωπο της Φυσικής". Πρότεινα στον Δεδούση σαν θέμα για την διατριβή του την "Φυσική του Ποζιτρονίου". Η μέτρηση των φωτονίων της εξαΰλωσης (ο αριθμός τους, η γωνιακή συσχέτιση τους, η διαπλάτυνση της γραμμής των 511 keV κ.λ.π.) μπορούν να δώσουν πληροφορίες άκρως χρήσιμες για συμπεράσματα που αφορούν την Φυσική της Στερεάς Κατάστασης, όπως και την Κβαντική Ηλεκτροδυναμική (QED). Για τον χώρο αυτό της Φυσικής είχαμε εκείνη την εποχή έναν μόνο απαριθμητή Ge-Li, και την δραστηριότητα αυτή την ανέλαβε σχεδόν από το μηδέν ο Δεδούσης, μαζί με τον Μιχάλη Χαρδάλα. Αγοράστηκαν και μεταφέρθηκαν πολλές φορές από το CERN τα πρώτα ταχέα ηλεκτρονικά. Σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε στο μηχανουργείο του Δημόκριτου ένα βαρύ, σημαντικό από όλες τις απόψεις όργανο, η Γωνιομετρική Τράπεζα. Ακροτάτης ακριβείας και διακριτικής ικανότητας για την ανίχνευση της γωνιακής συσχέτισης των δύο 511 keV φωτονίων της εξαΰλωσης. Η γωνιακή απόκλιση από τις 180 μοίρες δίνει, με επεξεργασία, την ορμή των ηλεκτρονίων που συμμετέχουν στην εξαΰλωση.

Ένα ακόμα μεγάλο απόκτημα του ΕΑΠΦ εκείνης της εποχής ήταν ο υπολογιστής PDP11, για τον οποίο οι Αμερικάνοι είχαν θέσει τον όρο να μην μεταφερθεί η τεχνολογία στους Ρώσους! Ο Σπύρος με τον Μιχάλη έγιναν experts με τον υπολογιστή αυτόν. Συνολικά, ο Σπύρος δαπάνησε πολύ χρόνο για την συνεχή εργαστηριακή του επιμόρφωση. Η εργαστηριακή του ευχέρεια ήταν υψηλή και γνωστή σε όλους όσους συνεργάστηκαν μαζί του, τόσο στη Θεσσαλονίκη όσο και στην Γενεύη (CERN). Είχε, σε λιγότερο από δύο χρόνια, δύο δημοσιεύσεις σε πολύ καλά διεθνή περιοδικά Φυσικής. Το διδακτορικό του ήταν με την Φυσική του ποζιτρονίου που μας έδωσε 6 διδακτορικά και πλήθος δημοσιεύσεων (~30). Η συμμετοχή του Δεδούση στις εργασίες αυτές, αλλά και στην επιστασία των διδακτορικών ήταν καίρια.

Πριν φύγω από το θέμα του ποζιτρονίου, θα πρέπει να πω δύο λέξεις για την ερευνητική συνεργασία με την Ακαδημία Επιστημών της Βουλγαρίας (Καθ. Troev). Στην συνεργασία αυτή ο Δεδούσης συνέβαλε κατά κυριότητα. Μέχρι δύο μήνες πριν το μεγάλο του ταξίδι μου συνιστούσε να μην ξεχάσουμε την συνεργασία με τον Troev και ότι την σκυτάλη στην συνεργασία αυτή θα πρέπει να την αναλάβει ο Αναστάσιος Λιόλιος.

Ο Σπύρος εργάστηκε σε πειράματα στο CERN από τα χρόνια του '80, σε μεγάλα διεθνή προγράμματα συνεργασίας. Η μεγάλη του ευχέρεια στα ταχέα ηλεκτρονικά όπως και η καλή του γνώση στους ανιχνευτές ακτινοβολιών τον καθιστούσε περιζήτητο. Στην αρχή, εργάστηκε στα εξωτικά άτομα (αντικαονικά, αντιπρωτονικά, κλπ) και στο πείραμα Barionium. Η μεγάλη του όμως συνεισφορά ήταν, από το στήσιμο, μέχρι την λήψη δεδομένων και την επεξεργασία τους, στο πείραμα PS 195 (παραβίασης της συμμετρίας CP). Τα σχόλια που μου έδιναν για τον Σπύρο οι group leaders της συνεργασίας ήταν άκρως τιμητικά. Δεκάδες εργασιών από αυτά τα πειράματα φέρουν την υπογραφή του Δεδούση.

Ο Δεδούσης, από τον διορισμό του, συμμετείχε ενεργά στις διδακτικές υποχρεώσεις του ΕΑΠΦ. Πέραν των εργαστηρίων, είχε διδάξει αυτοδύναμα, με ανάθεση, πάμπολλα μαθήματα του χώρου, όπως Πυρηνική Φυσική, Όργανα και Μεθοδολογία της Πυρηνικής Φυσικής, κ.λ.π. Ήταν ένας πολύ καλός δάσκαλος. Πράος, χωρίς ακρότητες, δίκαιος στη βαθμολογία. Τα μαθήματά του, από τις συζητήσεις που είχα με φοιτητές από το ακροατήριο του, διέπονταν από πληρότητα και σαφήνεια. Γνώριζε σε βάθος το αντικείμενο του μαθήματος που δίδασκε.

Ο Σπύρος Δεδούσης ήταν καλός φίλος. Ήταν καλός άνθρωπος. Και επειδή ήταν κατά το Ομηρικό "πολύτροπος", είχε πολλά να σου πει, να σε πληροφορήσει για πάμπολλα πράγματα και να σε βοηθήσει. Το έκαμε χωρίς αντάλλαγμα. Μπορούσες να κουβεντιάσεις μαζί του όχι μόνο Φυσική αλλά και πολιτική και μαστορέματα. Έπιαναν πολύ τα χέρια του. Και να μην ξεχαστεί ότι ο Σπύρος ήταν Καλαματιανός, σκωπτικός και πολύ περηφανευόταν για αυτό.

Ο Σπύρος καμάρωνε για την Ελένη, για την Ηλέκτρα, για την Άννα, για την Μαρία. Ήταν ευτυχισμένοι. Ήταν ζηλευτοί.

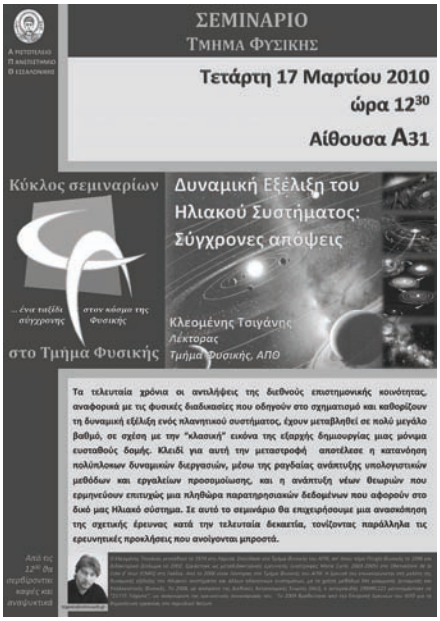
Ο καθηγητής Καίσαρας που ανέφερα πιο πάνω, έφυγε στα 101 του. Ο Σπύρος στα 63 του. Ο Σπύρος ταξίδεψε νωρίς. Και είχε να πάρει και να δώσει πολλά ακόμη.

Ο Σπύρος είναι ο δεύτερος (ο Χατζημπούσιος ο πρώτος) που μας φεύγει στα 40 χρόνια του Εργαστηρίου. Εκφράζοντας τους συναδέλφους του ΕΑΠΦ, Σπύρο μας λείπεις. Σπύρο Μαθητή, Σπύρο Συνάδελφε, Σπύρο Φίλε, μου λείπεις πολύ.

*Στέφανος Χαραλάμπους*
*9 Απριλίου 2010*

# Δυναμική Εξέλιξη του Ηλιακού Συστήματος: Σύγχρονες απόψεις

*Στις 17 Μαρτίου 2010, στα πλαίσια του θεσμού του Γενικού Σεμιναρίου Φυσικής, ο Λέκτορας του Τμήματος Φυσικής του ΑΠΘ. κ. Κλεομένης Τσιγάνης, έδωσε διάλεξη με θέμα "Δυναμική Εξέλιξη του Ηλιακού Συστήματος: Σύγχρονες Απόψεις". Ακολουθεί το σχετικό άρθρο, το οποίο ο συγγραφέας ετοίμασε ειδικά για το 'φαινόμενον'.*




**Περίληψη**

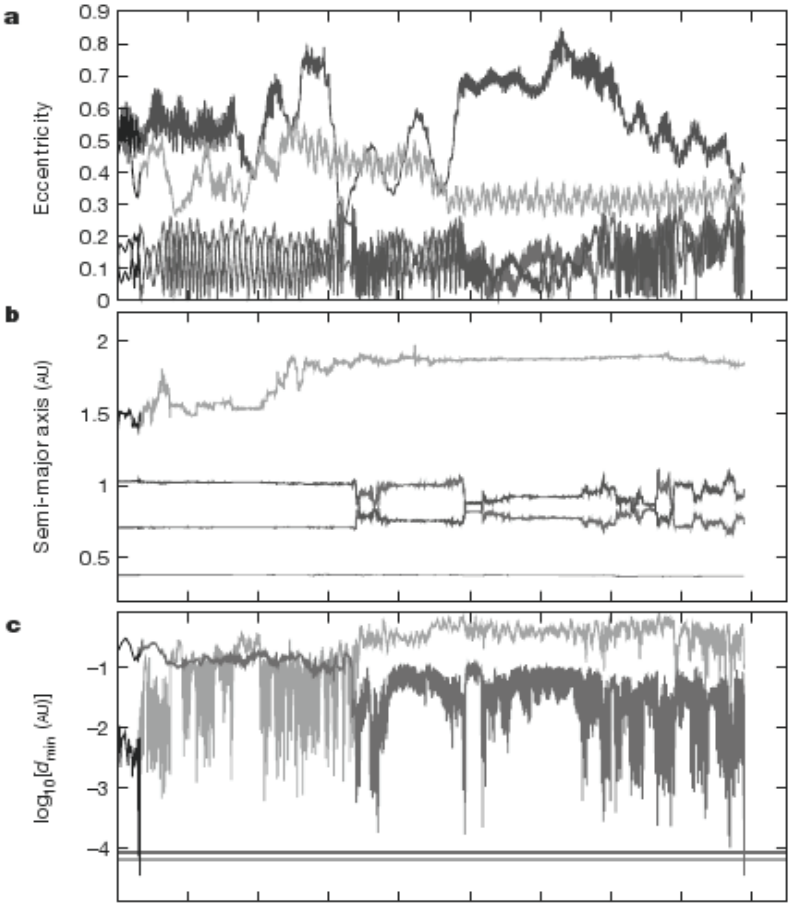
Τα τελευταία χρόνια οι αντιλήψεις της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας, αναφορικά με τις φυσικές διεργασίες που οδηγούν στο σχηματισμό και καθορίζουν τη δυναμική εξέλιξη ενός *πλανητικού συστήματος,* έχουν μεταβληθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό, σε σχέση με την "κλασική" εικόνα της εξαρχής δημιουργίας μιας μόνιμα ευσταθούς δομής. Κλειδί για αυτή την μεταστροφή αποτέλεσε η κατανόηση πολύπλοκων δυναμικών διεργασιών, μέσω της ραγδαίας ανάπτυξης υπολογιστικών μεθόδων και εργαλείων προσομοίωσης, και η ανάπτυξη νέων θεωριών που ερμηνεύουν επιτυχώς πληθώρα παρατηρησιακών δεδομένων που αφορούν στο δικό μας ηλιακό σύστημα. Σε αυτό το άρθρο θα επιχειρήσουμε μια ανασκόπηση των κύριων ερευνητικών αποτελεσμάτων της τελευταίας δεκαετίας.

**Ευστάθεια του Ηλιακού Συστήματος**

Αν κάποιος ρωτούσε "από τί αποτελείται το ηλιακό σύστημα;", οι περισσότεροι από εμάς θα απαντούσαν – σε σειρά μεγέθους ή σπουδαιότητας – "από τον *Ήλιο*, από τους *πλανήτες* που περιφέρονται γύρω του και από τους *δορυφόρους* των πλανητών". Εκτός όμως από αυτά τα μεγάλα ουράνια σώματα, χιλιάδες ακόμη μικρά αντικείμενα περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο. Πιο "διάσημοι" είναι οι *κομήτες*, που κατά καιρούς εμφανίζονται στο νυκτερινό ουρανό, προσφέροντας στον παρατηρητή ένα φαντασμαγορικό θέαμα. Λιγότερο γνωστοί είναι οι "συγγενείς" τους και κοντινότεροι στη Γη *μικροί πλανήτες* - πιο γνωστοί ως *αστεροειδείς* - καθώς αυτοί δεν έχουν φωτεινή κόμη κι έτσι δεν γίνονται αντιληπτοί με γυμνό μάτι. Η μελέτη των φυσικών ιδιοτήτων και της δυναμικής συμπεριφοράς των αστεροειδών έχει ιδιαίτερη σημασία για την κατανόηση της εξέλιξης του ηλιακού συστήματος, όπως θα δούμε παρακάτω.

Όπως σε όλους τους κλάδους της Φυσικής, έτσι και στη Δυναμική Αστρονομία η για αιώνες επικρατούσα αντίληψη ήθελε τους πλανήτες και όλα τα αντικείμενα του ηλιακού συστήματος να έχουν "τοποθετηθεί" εξαρχής σε αενάως ευσταθείς τροχιές, με τις κινήσεις τους να είναι πλήρως προβλέψιμες για αυθαίρετα μεγάλα χρονικά διαστήματα. Ήδη από τα τέλη της δεκαετίας του 1970 έγινε κατανοητό ότι η μη γραμμική αλληλεπίδραση των πλανητών (μέσω βαρυτικών δυνάμεων) δεν εγγυάται την ευστάθεια του συστήματος – όπως προβλέπει η γραμμική προσέγγιση (θεωρία διαταραχών). Αντιθέτως, όπως σε κάθε μη γραμμικό δυναμικό σύστημα, κάποιες αρχικές συνθήκες οδηγούν σε εξαιρετικά πολύπλοκες (γεωμετρικά) κινήσεις, οι οποίες δεν είναι δυνατό να περιγραφούν από "ομαλές" συναρτήσεις του χρόνου και άρα δεν είναι προβλέψιμες για αυθαίρετα μεγάλα χρονικά διαστήματα. Αυτές τις τροχιές αποκαλούμε σήμερα *χαοτικές*. Δεδομένου ότι οι μη γραμμικές διαφορικές εξισώσεις της κίνησης εν γένει δεν μπορούν να επιλυθούν με αναλυτικό τρόπο για κάθε αρχική συνθήκη, δεν είναι δυνατό να γνωρίζουμε εκ των προτέρων αν οι πλανήτες ακολουθούν *τακτικές* ή *χαοτικές* τροχιές.

Τα παραπάνω δε σημαίνουν ότι δεν μπορούμε να κάνουμε αξιόπιστες εκτιμήσεις. Όσο πολύπλοκες κι αν είναι οι εξισώσεις της κίνησης μπορούμε, χρησιμοποιώντας μεθόδους αριθμητικής ανάλυσης, να τις επιλύσουμε προσεγγιστικά και να αποφανθούμε (τουλάχιστον σε στατιστικό επίπεδο) αν οι παρατηρούμενες θέσεις και ταχύτητες των πλανητών, τις οποίες γνωρίζουμε με πεπερασμένη ακρίβεια (σφάλμα), αντιστοιχούν σε ευσταθείς ή ασταθείς τροχιές. Βεβαίως, η εύρεση της λύσης με ικανοποιητική ακρίβεια και για χρονικά διαστήματα που αντιστοιχούν σε δισεκατομμύρια έτη απαιτεί την εκτέλεση αρκετών *δεκάδων δισεκατομμυρίων* αριθμητικών πράξεων. Άρα είναι αδύνατο να επιτευχθεί, σε εύλογο χρόνο, χωρίς τη βοήθεια κάποιας μηχανής (*υπολογιστή*) που μπορεί να εκτελεί ταχύτατα πράξεις *χωρίς* τη διαρκή παρέμβασή μας - δηλαδή με αυτοματοποιημένο τρόπο, ακολουθώντας τη σειρά (κανόνα) που έχουμε συντάξει σε "γλώσσα" κατανοητή από τον υπολογιστή (*πρόγραμμα*). Από τα μέσα της δεκαετίας του 1980 και μετά, με τη ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας των υπολογιστών, οι εν λόγω αριθμητικές προσομοιώσεις έγιναν πλέον εφικτές. Στις μέρες μας, αποτε-




***Σχήμα** 1: Γραφική αναπαράσταση της χρονικής εξέλιξης των τροχιών των γήινων πλανητών, σε μία από τις 2.500 προσομοιώσεις του Laskar. Για καθένα από τα τρία διαγράμματα, στον άξονα των τετμημένων δίνεται ο χρόνος (σε κλίμακα από 3.3 έως 3.6 δισεκατομμύρια έτη). Στον άξονα των τεταγμένων είναι (a) η εκκεντρότητα και (b) ο μεγάλος ημιάξονας των (στιγμιαία) ελλειπτικών τροχιών των Ερμή, Αφροδίτη, Γη και Άρη, καθώς και (c) οι αποστάσεις Αφροδίτης-Γης και Άρη-Γης. Όπως φαίνεται στα σχήματα, οι τροχιές των πλανητών τέμνονται και οι μεταξύ τους αποστάσεις μεταβάλλονται με χαοτικό τρόπο (βλ. στο (b) τις "εναλλαγές" θέσης της Γης με την Αφροδίτη). Προς το τέλος της προσομοίωσης, η απόσταση Γης-Αφροδίτης (διάγραμμα (c), σκούρα γραμμή) γίνεται μικρότερη από 0.0001 AU (~ 15.000 km) και οι δύο πλανήτες θεωρούμε ότι συγκρούονται.*

λούν πια υπολογισμούς "ρουτίνας", δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στους ερευνητές να προχωρήσουν στη μελέτη όλο και πιο πολύπλοκων φυσικών διαδικασιών. Η πιο πρόσφατη εργασία, σχετικά με την ευστάθεια των πλανητών, δημοσιεύτηκε το 2009 από την ομάδα του Laskar. Η στατιστική επεξεργασία 2.500 προσομοιώσεων(!) – που αντιστοιχούν σε 2.500 πιθανές τροχιές των πλανητών, λαμβάνοντας υπόψη τα μικρά σφάλματα στις παρατηρούμενες θέσεις και ταχύτητές τους – κατέδειξε ότι οι τροχιές των πλανητών είναι χαοτικές, αλλά η πιθανότητα να οδηγηθεί το σύστημα σε αστάθεια μεγάλης κλίμακας (π.χ. σύγκρουση Γης-Αφροδίτης, βλ. Σχήμα 1) κατά τα επόμενα 4.5 δις χρόνια (η προβλεπόμενη "διάρκεια ζωής" του ήλιου) είναι μόλις 1%.

Όσο πηγαίνουμε πίσω στο χρόνο, προς τα αρχικά στάδια σχηματισμού του ηλιακού συστήματος, τόσο πιο σημαντικά είναι τα μη γραμμικά φαινόμενα που καθοδηγούν την εξέλιξή του. Αρκεί κανείς να σκεφτεί ότι οι πλανήτες σχηματίζονται σταδιακά, μέσα από βίαιες συγκρούσεις μικρότερων αντικειμένων, που με τη σειρά τους έχουν σχηματιστεί από σωματίδια σκόνης μέσα σε έναν *πρωτοπλανητικό δίσκο* που περιβάλλει τον νεαρό ήλιο. Οι πρωτοπλανητικοί δίσκοι που παρατηρούνται γύρω από νεαρούς αστέρες σαν τον ήλιο, έχουν χρόνο ζωής ~$3x10^6$ έτη (= 3 My), κυρίως λόγω του ότι η υπεριώδης ακτινοβολία παρακείμενων αστέρων προκαλεί τη *φωτόλυση* του αερίου από το οποίο κυρίως αποτελούνται. Επομένως, οι πλανήτες που περιέχουν μεγάλες ποσότητες αερίου (όπως π.χ. ο Δίας) πρέπει να σχηματίστηκαν κατά τα πρώτα εκατομμύρια χρόνια της ζωής του ήλιου.

Με βάση τα παραπάνω, η μελέτη της δυναμικής του ηλιακού συστήματος χωρίζεται σε δύο περιόδους: (α) στην *πρώιμη φάση* (από 4.6 έως ~3.8 δις. έτη από σήμερα), όπου το πλανητικό σύστημα σχηματίζεται και η κατανομή των τροχιών όλων των πληθυσμών (πλανήτες, αστεροειδείς) ακόμη μεταβάλλεται και (β) στην *ώριμη φάση* (από *t*=-3.8 δις έτη μέχρι σήμερα), όπου οι τροχιές των μεγάλων πλανητών έχουν πλέον σταθεροποιηθεί και οι ζώνες των μικρών σωμάτων έχουν σχηματιστεί. Αντίστοιχα, τα ερωτήματα που προσπαθούμε να απαντήσουμε είναι:

- πώς και γιατί το σύστημα κατέληξε στη δυναμική κατάσταση που παρατηρούμε σήμερα;
- πώς χαρακτηρίζεται η σημερινή κατάσταση, από την άποψη της δυναμικής ευστάθειας;

Σε ότι αφορά στο δεύτερο ερώτημα, έχουμε ήδη δει ότι οι τροχιές των πλανητών είναι μεν χαοτικές, αλλά κατά πάσα πιθανότητα ευσταθείς, για μεγάλες χρονικές κλίμακες. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι και οι τροχιές των μικρών πλανητών (αστεροειδών), που υφίστανται ισχυρές βαρυτικές παρέλξεις από τους μεγάλους πλανήτες, είναι επίσης ευσταθείς. Θα δούμε, στα επόμενα, ότι μάλλον το αντίθετο αποτελεί τον "κανόνα" για το ηλιακό σύστημα.

**Σχηματισμός του Ηλιακού Συστήματος**

Οι μεγάλοι πλανήτες του ηλιακού συστήματος χωρίζονται σε δύο ομάδες, με βάση τα φυσικά τους χαρακτηριστικά. Οι *γήινοι* (στερεοί) πλανήτες (Ερμής, Αφροδίτη, Γη και Άρης) και οι *γιγάντιοι* πλανήτες (αερίου ή πάγου) Δίας, Κρόνος, Ουρανός και Ποσειδώνας. Σφαιρικά αντικείμενα μικρότερης μάζας (π.χ. ο *Πλούτωνας*) που δεν έχουν "καθαρίσει" τη γειτονιά τους από άλλα μικρότερα αντικείμενα, ονομάζονται *νάνοι πλανήτες* (dwarf planets). Ανάμεσα στις δύο ομάδες των πλανητών βρίσκεται η *Κύρια Ζώνη* των αστεροειδών (2–4 αστρονομικές μονάδες = AU). Τέλος, πέρα από την τροχιά του Ποσειδώνα και σε αποστάσεις 35–50 AU από τον ήλιο βρίσκεται μια δεύτερη ζώνη "παγωμένων" μικρών πλανητών, η *Ζώνη του Kuiper*, που αποτελεί την πηγή των κομητών βραχείας περιόδου. Η σχεδόν ισοτροπική κατανομή των κομητών μεγάλης περιόδου καταδεικνύει την ύπαρξη ενός σφαιρικού νέφους κομητών (*νέφος του Oort*) που περιβάλλει το ηλιακό σύστημα και η εσωτερική ακτίνα του υπολογίζεται σε μερικές χιλιάδες AU.

Σήμερα, γνωρίζουμε ότι οι δύο ομάδες πλανητών δεν σχηματίστηκαν κατά την ίδια χρονική περίοδο. Συνοπτικά, τα στάδια σχηματισμού του πλανητικού συστήματος είναι τα εξής:

α) Σχηματισμός του κεντρικού αστέρα (ήλιος) από το αρχικό πρωτοαστρικό νεφέλωμα και δημιουργία ενός λεπτού πρωτοπλανητικού δίσκου αερίου (~99%) και σκόνης γύρω από αυτόν.

β) Ταχεία καθίζηση των στερεών υλικών στο μεσοεπίπεδο του δίσκου και σχηματισμός των πρώτων μικρών *πλανητοειδών* (planetesimals, διάμετρος ~1 km). Έχουν προταθεί δύο μηχανισμοί σχηματισμού πλανητοειδών: (i) διαδοχικές συγκρούσεις μικρότερων συσσωματώσεων σκόνης ή (ii) "στιγμιαίος" σχηματισμός των πλανητοειδών μέσω βαρυτικής αστάθειας, σε σημεία όπου η πυκνότητα των στερεών ξεπερνά μια οριακή τιμή και η αυτό-βαρύτητα του συσσωματώματος οδηγεί σε βαρυτική κατάρρευση. Ο σχηματισμός πλανητοειδών ευνοείται σε αποστάσεις ~ 5 AU από τον ήλιο (περιοχή του Δία), λόγω χαμηλότερης θερμοκρασίας και μεγαλύτερης συγκέντρωσης στερεών.

γ) Διαδοχικές συγκρούσεις πλανητοειδών οδηγούν στην ανάπτυξη *πλανητικών εμβρύων* με διαστάσεις >100 km. Τα έμβρυα μπορούν να μετακινούνται ακτινικά μέσα στο δίσκο, λόγω της αλληλεπίδρασής τους με τη μάζα του αερίου.

δ) Συγκρούσεις εμβρύων και σχηματισμός των *στερεών πυρήνων* (cores) των μεγάλων πλανητών. Όταν η μάζα του πυρήνα ξεπεράσει τις 10–15 μάζες Γης, η βαρύτητά του είναι ικανή να προσελκύσει μεγάλες ποσότητες αερίου που καταρρέουν πάνω στον πυρήνα, σχηματίζοντας έτσι έναν αέριο γίγαντα (π.χ. Δίας). Σημειώνουμε ότι, λόγω του μικρού χρόνου ζωής του δίσκου, η διαδικασία σχηματισμού των γιγάντιων πλανητών είναι σύντομη (<10 My).

ε) Πλανητικά έμβρυα που βρίσκονται στην περιοχή του εσωτερικού ηλιακού συστήματος, υφίστανται ισχυρές βαρυτικές παρέλξεις από τους ήδη σχηματισμένους γιγάντιους πλανήτες. Οι τροχιές τους αποσταθεροποιούνται και τα έμβρυα αρχίζουν να συγκρούονται μεταξύ τους, σχηματίζοντας έτσι τους γήινους πλανήτες. Η διαδικασία υπολογίζεται ότι διήρκεσε μερικές δεκάδες εκατομμύρια χρόνια.

Σίγουρα δεν μπορούμε να ισχυριστούμε ότι το παραπάνω περιγραφικό σχήμα, που ήταν γνωστό στις αρχές της περασμένης δεκαετίας, είναι πλήρες. Αρκετές από τις φυσικοχημικές διαδικασίες που περιγράφονται σε αυτό δεν είναι επαρκώς κατανοητές. Επιπλέον, υπάρχουν και άλλες διεργασίες που σήμερα πιστεύουμε ότι συμπληρώνουν το "puzzle" της δημιουργίας του ηλιακού συστήματος. Για παράδειγμα, ο χρόνος σχηματισμού ενός στερεού πυρήνα ~15 μαζών Γης (στάδια γ-δ) αυξάνει δραματικά, όσο απομακρυνόμαστε από τον ήλιο. Έτσι, ο χρόνος σχηματισμού του Ποσειδώνα στην απόσταση των 30 AU που βρίσκεται σήμερα, ξεπερνά κατά πολύ τα 100 My. Αυτό είναι προφανώς άτοπο, αφού ο Ποσειδώνας περιέχει αρκετό αέριο (το όποιο χάνεται μέσα στα πρώτα ~10 My από τη δημιουργία του ήλιου). Η απαίτηση να σχηματιστεί ένας τόσο μεγάλος πυρήνας στον κατάλληλο χρόνο ικανοποιείται οριακά στην απόσταση του Ουρανού (18 AU). Επομένως, το πλανητικό σύστημα θα πρέπει να είχε αρκετά μικρότερες διαστάσεις αρχικά και οι εξωτερικοί πλανήτες θα πρέπει να *μετανάστευσαν* με κάποιον τρόπο στις τωρινές – σχετικά ευσταθείς – τροχιές τους.

Η ύπαρξη πολλών αντικειμένων με αρκετά μεγάλες διαστάσεις (>1.000 km) στη ζώνη του Kuiper (π.χ. Πλούτωνας) μας δίνει πληροφορίες σχετικά με την αναζητούμενη διαδικασία μετανάστευσης των πλανητών. Η συνολική μάζα της ζώνης του Kuiper εκτιμάται σήμερα σε μερικά δέκατα της μάζας της Γης. Όμως, με βάση τις γνωστές διαδικασίες σχηματισμού πλανητών, η συνολική μάζα που απαιτείται για το σχηματισμό αντικειμένων με διάμετρο μεγαλύτερη από 1.000 km στην εν λόγω περιοχή είναι πολύ μεγαλύτερη (υπολογίζεται σε ~50 μάζες Γης). Είναι προφανές ότι, αν ο πρωταρχικός δίσκος του Kuiper περιείχε τόσο μεγάλη μάζα, οι "νεαροί" πλανήτες θα αλληλεπιδρούσαν βαρυτικά με το δίσκο. Πρόσφατες προσομοιώσεις δείχνουν ότι η ανταλλαγή στροφορμής ανάμεσα στους εξωτερικούς πλανήτες και τα σώματα του υποτιθέμενου πρωταρχικού δίσκου του Kuiper οδηγεί σε αργή αύξηση της ακτίνας της τροχιάς των πλανητών (μετανάστευση), με ταυτόχρονη εκτόξευση της μεγάλης πλειοψηφίας των σωμάτων του δίσκου σε υπερβολικές τροχιές. Η λεπτομερής μελέτη αυ-

τής της διαδικασίας έχει οδηγήσει στην ερμηνεία πολύ σημαντικών παρατηρήσεων που δεν ήταν δυνατό να ερμηνευτούν με βάση το "κλασικό" πρότυπο των "σταθερών" πλανητικών τροχιών.

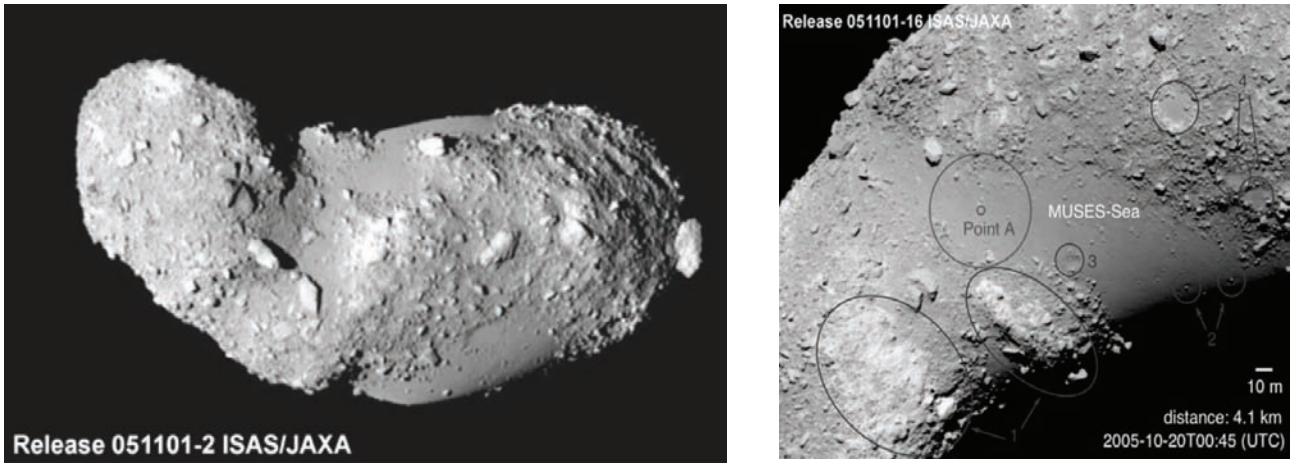
Σε ό,τι αφορά στα τελικά στάδια σχηματισμού των γήινων πλανητών, σημειώνουμε ότι αντικείμενα που βρίσκονται σε αποστάσεις >2 AU από τον ήλιο, δέχονται πολύ πιο έντονα την επίδραση του Δία, με αποτέλεσμα να έχουν πολύ μεγαλύτερη πιθανότητα να εκτοξευτούν εκτός συστήματος (σε υπερβολικές τροχιές) παρά να συγχωνευτούν και να σχηματίσουν έναν μεγάλο πλανήτη, όπως φαίνεται στις αντίστοιχες προσομοιώσεις. Αυτός πιστεύουμε ότι είναι ο λόγος που δεν υπάρχει γήινος πλανήτης σε αυτήν την περιοχή, παρά μόνο η ζώνη των αστεροειδών. Έτσι, οι αστεροειδείς της κυρίας ζώνης δεν είναι παρά τα απομεινάρια της διαδικασίας σχηματισμού των γήινων πλανητών.

### Αστεροειδείς

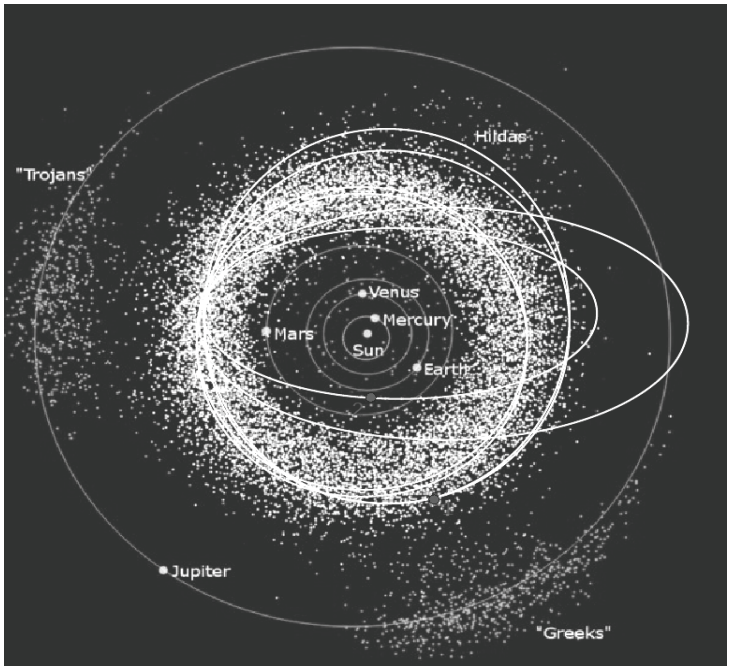
Ο πρώτος αστεροειδής (*Δήμητρα*, λατινικά *Ceres*) ανακαλύφθηκε την πρωτοχρονιά του 1801 από τον Ιταλό μοναχό και αστρονόμο Giuseppe Piazzi. Σήμερα, οι τροχιές δεκάδων χιλιάδων αστεροειδών έχουν υπολογιστεί με ακρίβεια. Σε αντίθεση με τους μεγάλους πλανήτες, οι οποίοι εμφανίζουν έντονη γεωλογική ή/και ατμοσφαιρική δραστηριότητα, οι αστεροειδείς δεν έχουν υποστεί ουσιαστικές μεταβολές στη σύστασή τους από τότε που δημιουργήθηκε το ηλιακό σύστημα, πριν από 4.6 δισεκατομμύρια χρόνια. Αποτελούν επομένως "θυρίδες φύλαξης" του πρωταρχικού υλικού απ' το οποίο γεννήθηκε η Γη. Το 2005 το διαστημικό σκάφος Hayabusa της Ιαπωνικής υπηρεσίας διαστήματος (JAXA) επισκέφτηκε τον αστεροειδή Itokawa (βλ. Εικ. 1), επιχειρώντας για πρώτη φορά να συλλέξει υλικό από την επιφάνεια αστεροειδή και να το φέρει για ανάλυση στη Γη (αναμένεται το καλοκαίρι του 2010). Παρόμοιες αποστολές προγραμματίζονται τόσο από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος (ESA) όσο και από τις NASA και JAXA.

Οι αστεροειδείς έχουν διάμετρο από μερικά μέτρα μέχρι και αρκετές εκατοντάδες χιλιόμετρα. Οι περισσότεροι από αυτούς βρίσκονται στην κύρια ζώνη και ακολουθούν σχεδόν κυκλικές τροχιές, ανάμεσα σε αυτές του Άρη και του Δία (βλ. Σχήμα 2). Ο δεύτερος σημαντικότερος πληθυσμός, αυτός των *Τρωικών Σμηνών*, εντοπίζεται στην περιοχή της τροχιάς του Δία. Οι Τρωικοί αστεροειδείς φέρουν τα ονόματα των ηρώων της Ιλιάδας και χωρίζονται σε *Έλληνες* και *Τρώες*. Σημειώνουμε ότι η κύρια ζώνη και τα Τρωικά σμήνη αποτελούν τις "πηγές" των *παραγήινων αστεροειδών* (near-Earth asteroids, NEAs), οι οποίοι προσεγγίζουν επικίνδυνα τη Γη. Είναι φανερό ότι οι αστεροειδείς δεν κατανέμονται με τυχαίο τρόπο στο ηλιακό σύστημα. Η "αποκρυπτογράφηση" της κατανομής των τροχιών τους μας δίνει πληροφορίες για την εξέλιξη του πλανητικού συστήματος από το απώτερο παρελθόν μέχρι και σήμερα.

Εκτός από τους αστεροειδείς της κυρίας ζώνης, που ακολουθούν σχεδόν κυκλικές τροχιές, υπάρχουν αρκετοί που ακολουθούν ελλειπτικές τροχιές μεγάλης εκκεντρότητας. Αυτό σημαίνει ότι οι τροχιές τους τέμνουν τις τροχιές των εσωτερικών πλανητών (βλ. Σχ. 2) και η πιθανότητα σύγκρουσης με κάποιον από αυτούς δεν είναι αμελητέα. Επιπλέον, οι τροχιές αυτών των *παραγήινων αστεροειδών* είναι εξαιρετικά ασταθείς. Από τη στιγμή που ένας αστεροειδής προσεγγίζει για πρώτη φορά τη Γη (ή τον Άρη), παραμένει στην περιοχή των πλανητών για "σύντομο" – σε αστρονομικές κλίμακες – χρονικό διάστημα (μερικές εκατοντάδες χιλιάδων μέχρι και μερικά εκατομμύρια χρόνια). Μέσα σε αυτό το χρονικό διάστημα, ο παραγήινος αστεροειδής δέχεται ισχυρές βαρυτικές παρέλξεις από τους πλανήτες, με αποτέλεσμα είτε να συγκρουστεί με κάποιον από αυτούς (π.χ. τη Γη) ή να πέσει πάνω στον Ήλιο ή να εκτοξευτεί εκτός του ηλιακού συστήματος.




***Εικόνα** 1: (αριστερά) Ο αστεροειδής Itokawa, όπως φωτογραφήθηκε από το Ιαπωνικό διαστημόπλοιο Hayabusa, από απόσταση μερικών μόνο χιλιομέτρων. (δεξιά) Λεπτομέρεια της επιφάνειάς του, όπου διακρίνονται βράχοι διαμέτρου μερικών μέτρων (βλ. δεξιά την κλίμακα των 10 μέτρων).*




***Σχήμα** 2: "Κάτοψη" του εσωτερικού ηλιακού συστήματος. Ο Ήλιος είναι στο κέντρο του σχήματος. Ξεχωρίζουν οι τροχιές των πλανητών (Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης και Δίας) και οι θέσεις των αστεροειδών της Κυρίας Ζώνης (λευκά σημεία) και των Τρωικών (γρίζα σημεία). Η άσπρη γραμμή είναι η χαοτική τροχιά ενός αστεροειδούς, που ξεκινά από την κύρια ζώνη (θέση "1") και καταλήγει στη γειτονιά της Γης (θέση "2").*

Όπως ήδη αναφέραμε, οι τροχιές των NEAs έχουν πολύ μικρό "χρόνο ζωής", σε σχέση με την ηλικία του συστήματος. Πώς αναπληρώνεται όμως αυτός ο πληθυσμός, ώστε ο κίνδυνος πρόσκρουσης με τη Γη να είναι ακόμη υπαρκτός; Η απάντηση είναι ότι η κύρια ζώνη "παράγει" διαρκώς νέους NEAs, οι οποίοι παίρνουν τη θέση αυτών που τερματίζουν την πορεία τους (με τον ένα ή τον άλλο τρόπο). Η διαδικασία αναπαρίσταται σχηματικά στο Σχ. (2), όπου φαίνεται η χρονική εξέλιξη της τροχιάς ενός τυπικού αστεροειδή της κυρίας ζώνης που ξεκινάει από τη θέση "1", ακολουθώντας αρχικά σχεδόν κυκλική τροχιά γύρω από τον ήλιο. Οι βαρυτικές δυνάμεις που ασκούν οι μεγάλοι πλανήτες (κυρίως ο Δίας) προκαλούν τη μεταβολή της τροχιάς, η οποία γίνεται σταδιακά όλο και πιο ελλειπτική, με αποτέλεσμα κάποτε ο αστεροειδής να φτάσει στην περιοχή της Γης (θέση "2"). Η διαδικασία αυτή μπορεί να διαρκέσει δεκάδες εκατομμύρια χρόνια. Πρόσφατες προσομοιώσεις έχουν δείξει ότι ο ρυθμός "διαφυγής" των NEAs από την περιοχή της Γης είναι περίπου ίσος με το ρυθμό αναπλήρωσής τους από την κύρια ζώνη. Έτσι, ο πληθυσμός των NEAs διατηρείται πάντοτε στα ίδια επίπεδα.

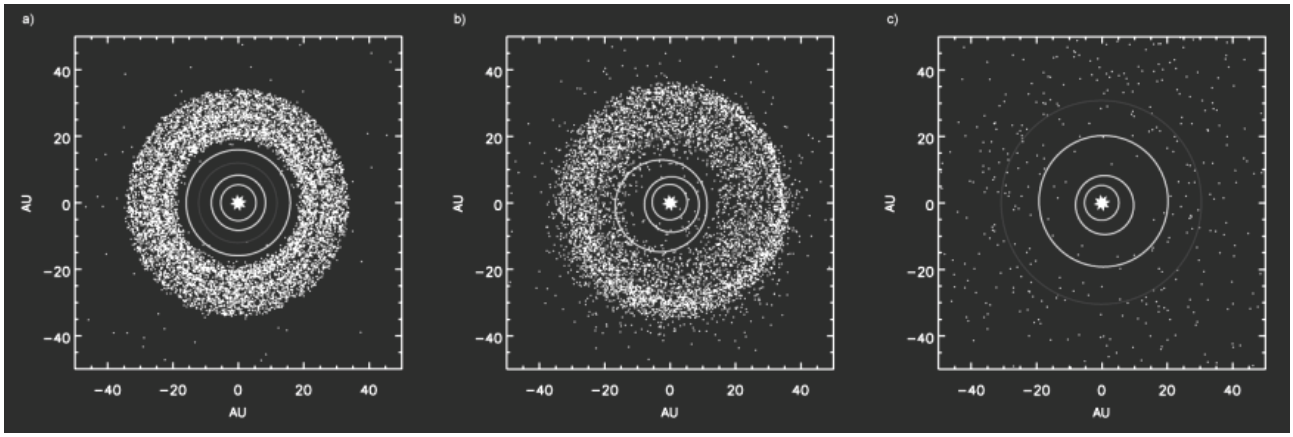
**Ο Σφοδρός Βομβαρδισμός της Γης και της Σελήνης**

Ο ρυθμός πρόσκρουσης αστεροειδών και κομητών στη Γη είναι σχεδόν σταθερός εδώ και περίπου 4 δισεκατομμύρια χρόνια - ήταν όμως πολύ μεγαλύτερος κατά την εποχή σχηματισμού των πλανητών. Η ανάλυση των πετρωμάτων της Σελήνης, που συνέλεξαν τη δεκαετία του '70 οι αστροναύτες των αποστολών Apollo, έδειξε κάτι ακόμη πιο εντυπωσιακό. Οι μεγάλες *λεκάνες* (κρατήρες) της Σελήνης – οι περιοχές που φαίνονται σκοτεινές με γυμνό μάτι – είναι κατά 700 εκατομμύρια χρόνια νεώτερες από την ίδια τη Σελήνη και τους υπόλοιπους πλανήτες. Αυτό σημαίνει ότι ξαφνικά, μετά από 700 εκατομμύρια χρόνια ηρεμίας, ένας σφοδρός βομβαρδισμός που διήρκεσε μερικά εκατομμύρια χρόνια διέλυσε την επιφάνεια της Σελήνης. Φυσικά, εξίσου καταστροφικός υπήρξε και για τη Γη μας. Τα σημάδια του βομβαρδισμού έχουν βέβαια σβηστεί από την επιφάνεια του πλανήτη μας, είναι όμως εμφανή στην επιφάνεια άλλων πλανητών (βλ. Εικ. 2). Ο ρόλος αυτού του *Όψιμου Σφοδρού Βομβαρδισμού* (Late Heavy Bombardment, LHB) στην εξέλιξη του κλίματος αλλά και της ζωής στη Γή αποτελεί αντικείμενο έντονης μελέτης διεθνώς. Κανένα θεωρητικό πρότυπο δεν είχε καταφέρει να να φωτίσει τα αίτια του LHB, μέχρι πρόσφατα.

Το 2005, μια διεθνής ομάδα ερευνητών, αποτελούμενη από τους Alessandro Morbidelli (Ιταλία), Hal Levison (ΗΠΑ), Rodney Gomes (Βραζιλία) και τον γράφοντα, παρουσίασε ένα νέο θεωρητικό πρότυπο εξέλιξης του ηλιακού συστήματος, το οποίο ερμηνεύει τόσο τις τροχιές των πλανητών μας, όσο και τον LHB. Βάση της θεωρίας αυτής είναι η παρατήρηση ότι, εκείνη τη μακρινή περίοδο, η συ-

***Εικόνα** 2: Αριστερά: Σύγκριση της Σελήνης με τους δύο μεγαλύτερους αστεροειδείς, τη Δήμητρα και την Εστία (Vesta - από δεξιά προς αριστερά στην εικόνα). Διακρίνονται οι μεγάλες λεκάνες της Σελήνης, αποτέλεσμα του LHB.*

*Δεξιά: Η επιφάνεια του Ερμή, όπως φωτογραφήθηκε από την αποστολή Messenger. Οι πολυπληθείς κρατήρες μαρτυρούν τον συνεχή βομβαρδισμό του από αστεροειδείς, από την περίοδο του LHB μέχρι και σήμερα.*




***Σχήμα** 3: "Κάτοψη" του εξωτερικού ηλιακού συστήματος πριν (a), κατά (b) και μετά (c) τη χαοτική φάση αναδιάταξης των πλανητικών τροχιών – από προσομοίωση. Διακρίνονται οι τροχιές των Δία, Κρόνου, Ουρανού και Ποσειδώνα γύρω από τον Ήλιο (κέντρο). Παρατηρείστε τη σταδιακή διάλυση της πρωταρχικής ζώνης Kuiper (λευκά σημεία).*

νολική μάζα της ζώνης των αστεροειδών αλλά και της ζώνης του Kuiper ήταν εκατοντάδες φορές μεγαλύτερη απ' ό,τι σήμερα. Η αλληλεπίδραση των μεγάλων πλανητών με τις "υπερφορτωμένες" με υλικό ζώνες οδήγησε στη *μετανάστευση* των πλανητών προς τις σημερινές τροχιές τους. Προσομοιώσεις σε υπολογιστή έδειξαν μάλιστα ότι η μετανάστευση δεν ήταν ομαλή. Μετά από περίπου 700 εκατομμύρια χρόνια μικρών μετατοπίσεων, οι πλανήτες πέρασαν μια φάση "χαοτικής αναδιάταξης", κατά την οποία οι τροχιές τους άλλαξαν πολύ γρήγορα, πριν καταλήξουν στις σημερινές.

Ο λόγος για τον οποίο η "ομαλή" μετανάστευση των πλανητών μπορεί να διακοπεί απότομα και να γίνει, προσωρινά, χαοτική είναι ότι, καθώς οι πλανήτες μετακινούνται, ο λόγος των περιόδων περιφοράς τους γύρω από τον ήλιο μεταβάλλεται. Για τους δύο μεγαλύτερους πλανήτες (Δίας και Κρόνος) ο λόγος των περιόδων μπορεί να γίνει ακριβώς ίσος με 1/2. Όπως γνωρίζουμε από τη βασική Φυσική, όταν ο λόγος δύο βασικών συχνοτήτων ενός συστήματος που χαρακτηρίζεται από περιοδικές διαταραχές (στο παράδειγμά μας, οι βαρυτικές παρέλξεις μεταξύ των πλανητών) γίνει ρητός αριθμός, τότε εμφανίζεται το φαινόμενο του *συντονισμού*. Στο πρόβλημά μας, αυτό συνεπάγεται τη μεγιστοποίηση του πλάτους των ταλαντώσεων των πλανητών γύρω από τις σχεδόν κυκλικές τροχιές τους (δηλαδή τη μεγάλη αύξηση της εκκεντρότητας). Έτσι οι τροχιές των πλανητών τέμνονται και οι βαρυτικές τους αλληλεπιδράσεις γίνονται πολύ έντονες. Η εξέλιξη μοιάζει με αυτήν που περιγράψαμε στο Σχ. 1, αλλά είναι ακόμη πιο βίαιη, αφού οι μάζες των γιγάντιων πλανητών είναι πολύ μεγαλύτερες από αυτές των γήινων πλανητών. Το σύστημα ηρεμεί σταδιακά, καθώς τα σώματα του πρωταρχικού δίσκου του Kuiper "απορροφούν" τις ταλαντώσεις των πλανητικών τροχιών (ανταλλαγή στροφορμής μέσω βαρυτικών αλληλεπιδράσεων), αποκτώντας υπερβολικές τροχιές που τα οδηγούν σε διαφυγή από το ηλιακό σύστημα.

Αυτή η χαοτική φάση (βλ. Σχ. 3) συντάραξε ολόκληρο το ηλιακό σύστημα, καθώς οδήγησε στη διάλυση του πρωταρχικού δίσκου του Kuiper, τα απομεινάρια του οποίου σήμερα παρατηρούμε ως "ζώνη του Kuiper". Παράλληλα, μεγάλο μέρος του υλικού της *πρωταρχικής Κυρίας Ζώνης* εκτοξεύτηκε προς την περιοχή της Γης, προκαλώντας έτσι τον LHB. Από το 2005 μέχρι σήμερα, το *μοντέλο της Νίκαιας* (από τη Γαλλική πόλη, όπου πραγματοποιήθηκαν οι πρώτες μελέτες της ερευνητικής ομάδας) οδήγησε στην ερμηνεία πολλών ακόμη παρατηρησιακών δεδομένων, που σχετίζονται με την κατανομή των αστεροειδών και των κομητών στο ηλιακό σύστημα.

## Επίλογος

Τα τελευταία χρόνια υπήρξε αλματώδης πρόοδος στην κατανόηση των φαινομένων της Ουράνιας Μηχανικής και, μέσω αυτών, της εξέλιξης του ηλιακού συστήματος. Βέβαια, όπως σε όλους τους κλάδους της Φυσικής, η απάντηση ενός ερωτήματος συνήθως γεννά δεκάδες νέα που περιμένουν να απαντηθούν. Το Σπουδαστήριο Μηχανικής του Τμήματος Φυσικής έχει διεθνώς αναγνωρισμένη ερευνητική συνεισφορά σε θέματα ουράνιας μηχανικής, δυναμικής των αστεροειδών και εξέλιξης του ηλιακού συστήματος, όπως αποδεικνύεται από το πλούσιο δημοσιευμένο έργο των μελών του, τη συμμετοχή τους σε συντακτικές επιτροπές περιοδικών και σε διεθνή συνέδρια (με προσκεκλημένες ομιλίες) και άλλες διεθνείς διακρίσεις. Τιμώντας αυτή την παράδοση, τα μέλη του Σπουδαστηρίου Μηχανικής μεριμνούν για τη διατήρηση και ανάπτυξη διεθνών συνεργασιών αλλά και τη συνεχή αναβάθμιση του υπολογιστικού εξοπλισμού του Σπουδαστηρίου, με στόχο τη διατήρηση του Τμήματος Φυσικής στην πρωτοπορία της διεθνούς έρευνας.

*Κλεομένης Τσιγάνης*

*Λέκτορας, Τμήμα Φυσικής ΑΠΘ*

**Επιστήμη, πολιτικοί και Πολιτική Επιστήμη**

Θα πρέπει να ζει κανείς σε κάποιον άλλο πλανήτη για να μην έχει ακούσει για την περιβαλλοντική αλλαγή η οποία συντελείται στον πλανήτη Γη. Καθημερινά ΄βομβαρδιζόμαστε΄ από ένα καταιγισμό ειδήσεων και πληροφοριών σχετικά με την "κλιματική αλλαγή" ή το "φαινόμενο του θερμοκηπίου" ή την "υπερθέρμανση του πλανήτη"– όροι συνώνυμοι οι οποίοι επικοινωνούν το ίδιο γεγονός: τη ραγδαία αλλαγή του γήινου κλίματος μέσα στους δύο τελευταίους αιώνες.

Αν και υπάρχει διαφωνία σχετικά με την ταχύτητα, το τελικό αποτέλεσμα και το χρονικό ορίζοντα αυτής της αλλαγής, η παγκόσμια επιστημονική κοινότητα συμφωνεί ότι κύριο αίτιο αυτής της αλλαγής είναι οι ανθρώπινες δραστηριότητες. Σύμφωνα με την τελευταία αναφορά του IPCC, του Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος του ΟΗΕ, το 2007, 'το μεγαλύτερο ποσοστό της παρατηρούμενης αύξησης των μέσων παγκόσμιων θερμοκρασιών είναι πολύ πιθανό να οφείλεται στην παρατηρούμενη αύξηση των συγκεντρώσεων των ανθρωπογενών αερίων του θερμοκηπίου'. Στη γλώσσα του IPCC, "πολύ πιθανό" σημαίνει πιθανότητα 90%. Αντίστοιχα, τα διάφορα σενάρια προβλέπουν αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας από 1.1 έως και 6.4 $^{o}$C μέχρι το 2100.

Πριν μερικούς μήνες, στην Κοπεγχάγη, οι ηγέτες των χωρών του κόσμου απέτυχαν να συμφωνήσουν στα δεσμευτικά εκείνα μέτρα τα οποία θα εξασφάλιζαν ότι η αύξηση της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας θα περιοριζόταν στους 2 $^{o}$C.

Παρά την καμπάνια όλων των μεγάλων Μη Κυβερνητικών Περιβαλλοντικών Οργανώσεων, τις εκκλήσεις των επιστημόνων και την ανησυχία των απλών πολιτών, οι αρχηγοί των κρατών δεν κατάφεραν να συμφωνήσουν. Μένει πλέον να δούμε εάν θα επαληθευτεί η 'προφητεία' των διαφημίσεων της Greenpeace, και σε δέκα χρόνια από σήμερα θα δούμε τους γηρασμένους μας ηγέτες να μας ζητούν συγγνώμη για αυτή τους την αδράνεια (Εικόνα 1).

Η αποτυχία της Κοπεγχάγης αναδεικνύει ένα βασικό δεδομένο της πολιτικής επιστήμης: οι πολιτικοί ηγέτες δεν υιοθετούν απαραίτητα εκείνες τις αποφάσεις τις οποίες τους υποδεικνύουν οι επιστημονικοί τους σύμβουλοι – είτε αυτοί είναι περιβαλλοντολόγοι, είτε οικονομολόγοι είτε ειδικοί σε θέματα εκπαίδευσης. Για να ερμηνεύσουν το πώς λαμβάνονται οι όποιες αποφάσεις, οι πολιτικοί επιστήμονες χρησιμοποιούν την έννοια των "πολιτικών δικτύων" (policy networks). Με τον συγκεκριμένο όρο εννοείται η αλληλεπίδραση των δρώντων (ή παικτών), μέσα στο πολιτικό παιχνίδι, που ο καθένας τους έχει αφ' ενός συγκεκριμένα συμφέροντα και αφ' ετέρου την ικανότητα να επηρεάζει την επιτυχία (ή μη) μια συγκεκριμένης πολιτικής. Μελετώντας τη δομή του "δικτύου" (network), δηλαδή τους τρόπους με τους οποίους οι διάφοροι δρώντες επικοινωνούν, αλληλεπιδρούν, ανταλλάσσουν πληροφορίες, πόρους και ούτω καθεξής για ένα συγκεκριμένο θέμα πολιτικής, είμαστε σε θέση να κατανοήσουμε ποιες "λύσεις" θα υιοθετηθούν για ένα συγκεκριμένο θέμα.

Προφανώς, οι λύσεις που θα υιοθετηθούν θα είναι εκείνες που υποστηρίζονται από την ισχυρότερη ομάδα εντός του συνολικού δικτύου. Οι ομαδοποιήσεις αυτές, όμως, δεν εξαρτώνται απλώς από τους πόρους ή τη δύναμη που διαθέτουν οι διαφορετικοί δρώντες. Αυτό που ενώνει τους διάφορους παίκτες του πολιτικού παιχνιδιού δεν είναι απλώς και μόνο τα κοινά *συμφέροντα*, αλλά επίσης και οι κοινές *πεποιθήσεις* και *αξίες* για ένα συγκεκριμένο θέμα. Ή, με άλλα λόγια, μια κοινή κοσμοθεώρηση, η οποία με τη σειρά της επηρεάζει τόσο την αντίληψη των προβλημάτων όσο και τις επιθυμητές λύσεις. Αυτές οι κοινές πεποιθήσεις/αξίες συ-

***Εικόνα** 1: Ο γηρασμένος Πρόεδρος των ΗΠΑ, Barack Obama, 'απολογείται' το 2020 για την αποτυχία του να σταματήσει την 'καταστροφική κλιματική αλλαγή'.*

γκροτούν αυτό που ονομάζουμε δίκτυο συνηγορίας/υπεράσπισης (advocacy network).

Ας συγκεκριμενοποιήσω τα παραπάνω για το (πολιτικό) πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής. Το πολιτικό δίκτυο για το συγκεκριμένο θέμα θα συμπεριλαμβάνει ως δρώντες (actors), εθνικές κυβερνήσεις, υπερεθνικούς οργανισμούς (ΟΗΕ, ΕΕ), επιστήμονες, Μη Κυβερνητικές Περιβαλλοντικές Οργανώσεις, πολυεθνικές εταιρίες κτλ. Έστω ότι οι προτεινόμενες λύσεις είναι (α) να μειώσουμε τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 20% και (β) να μειώσουμε τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 40%, μέχρι το 2020. Προφανώς, οι διαφορετικοί δρώντες θα ομαδοποιηθούν γύρω από κάθε πρόταση ανάλογα με το βαθμό που συμβαδίζει με τα συμφέροντά τους. Για να σταθούμε μόνο στην περίπτωση των κρατών, κράτη τα οποία θεωρούν ότι μια μεγάλη μείωση θα έχει σημαντικές οικονομικές επιπτώσεις στην εθνική τους οικονομία θα υποστηρίξουν τη λύση (α). Αλλά ας αναλογιστούμε για μια στιγμή μόνο δύο υποπεριπτώσεις της λύσης (α): αυτή η μείωση του 20% θα είναι ίδια για όλες τις χώρες ή μήπως πρέπει οι πιο πλούσιες χώρες να επωμιστούν μεγαλύτερο βάρος (λύση Α1); Οι μηχανισμοί οι οποίοι θα εξασφαλίσουν αυτή τη μείωση πρέπει να αφεθούν στην ελεύθερη αγορά (π.χ. εμπορεία αδειών εκπομπών ρύπων μεταξύ των επιχειρήσεων) ή να υπάρχει κεντρική κρατική παρέμβαση (π.χ. μείωση εκπομπών κατά 20% από κάθε συγκεκριμένη επιχείρηση) – λύση Α2;

Γίνεται αμέσως φανερό ότι η επιλογή της λύσης Α1 ή Α2 από ένα συγκεκριμένο δρώντα δεν εξαρτάται πλέον τόσο από τα συμφέροντα όσο από τη συγκεκριμένη 'κοσμοθεωρία' του, από κάποιες βασικές αξίες και πιστεύω. Για να παραθέσω μόνο μερικά σχετικά ερωτήματα: Πρέπει να συνεισφέρουν *εξίσου* στη λύση ο αναπτυγμένος κόσμος (του οποίου οι ενέργειες μας έφτασαν εδώ) και ο αναπτυσσόμενος κόσμος (που προσπαθεί να ανεβάσει το βιοτικό του επίπεδο); Είναι λογικό να "κατηγορούμε" τον αναπτυγμένο κόσμο για την κλιματική αλλαγή –και να τον αναγκάζουμε να συνεισφέρει *σήμερα* περισσότερο για ενέργειες που έγιναν στο *παρελθόν*, όταν κανείς δε γνώριζε ότι η οικονομική μεγέθυνση μπορεί να έχει τέτοιες καταστρεπτικές συνέπειες στο παγκόσμιο περιβάλλον; Η προστασία του περιβάλλοντος είναι ένα 'αγαθό' που μπορεί/πρέπει να εμπορευματοποιηθεί ή είναι θέμα αρχής η προστασία του –και δεν χωρούν οικονομικοί υπολογισμοί; Σε απόλυτα μεγέθη, 20% μείωση των εκπομπών από ένα εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας με λιγνίτη και 20% μείωση από ένα πυρηνικό εργοστάσιο δεν είναι το ίδιο: είναι λοιπόν λογικό να ζητάμε και από τα δύο τη ίδια *ποσοστιαία* μείωση;

Από την προηγούμενη συζήτηση λοιπόν, προκύπτει ότι εάν θέλουμε να κατανοήσουμε ποιες λύσεις θα υιοθετηθούν για την αντιμετώπιση της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής, πρέπει να μελετήσουμε πώς οι διάφοροι δρώντες στο πολιτικό παιχνίδι συνασπίζονται γύρω από τις διαφορετικές προτεινόμενες λύσεις. Και αυτοί οι συνασπισμοί εξαρτώνται τόσο από τα (συγκεκριμένα) συμφέροντα και τους πόρους του κάθε δρώντα όσο και από τα (γενικότερα) πιστεύω και αξίες τους. Μελετώντας τις διαφορετικές "συμμαχίες" και τη χρονική εξέλιξή τους, είναι δυνατόν να ερμηνεύσουμε το τελικό αποτέλεσμα.

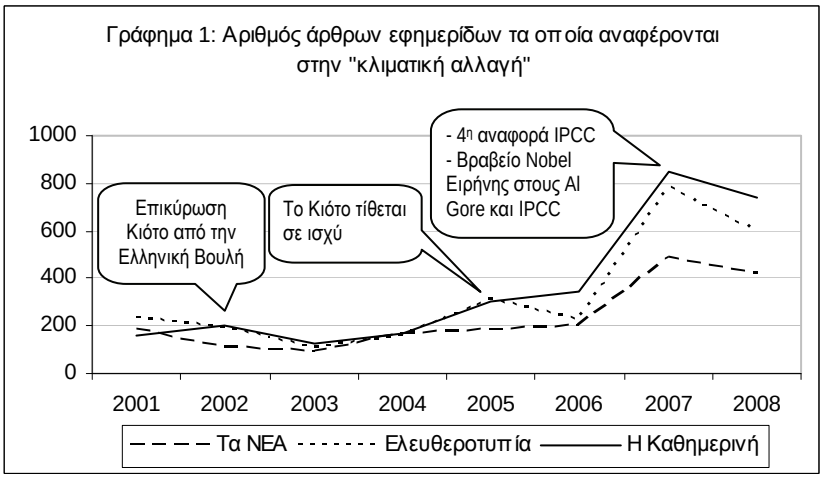
**Δίκτυα για την Κλιματική Αλλαγή**

Αυτές ακριβώς τις εξελίξεις προσπαθεί να μελετήσει και να ερμηνεύσει ένα διεθνές ερευνητικό πρόγραμμα με τον τίτλο COMPON (Comparing Policy Networks for Climate Change), το οποίο συντονίζεται από το Πανεπιστήμιο της Μινεσότα, ΗΠΑ (http://compon.org). Τα δεδομένα τα οποία χρησιμοποιούμε, προέρχονται από τρεις διαφορετικές πηγές. Πρώτον, από την ανάλυση των δημοσιευμάτων σε εφημερίδες επί σειρά ετών: με αυτό τον τρόπο θα μπορέσουμε να χαρτογραφήσουμε τα διαφορετικά "δίκτυα συνηγορίας" για την κλιματική αλλαγή σε κάθε χώρα. Δεύτερον, από την ανάλυση των επίσημων κυβερνητικών και κομματικών θέσεων (ομιλίες στη Βουλή, θέσεις πολιτικών κομμάτων, εγκύκλιοι, κυβερνητικά σχέδια δράσης κοκ): έτσι είναι δυνατόν να παρακολουθήσουμε την εξέλιξη του 'πολιτικού σχεδιασμού'. Τρίτο, και τελευταίο, μέσα από μια σειρά συνεντεύξεων με εκπροσώπους των εμπλεκομένων δρώντων (υπουργεία, κόμματα, επιχειρήσεις, πανεπιστήμια, ΜΚΟ) για να μελετήσουμε τις θέσεις, τους πόρους και τις στρατηγικές του καθενός.

**Η κλιματική αλλαγή στον Ελληνικό Τύπο**

Καθώς η έρευνα βρίσκεται σε εξέλιξη θα παρουσιάσω κάποια αρχικά (και τελείως περιγραφικά) στοιχεία για την ελληνική περίπτωση.

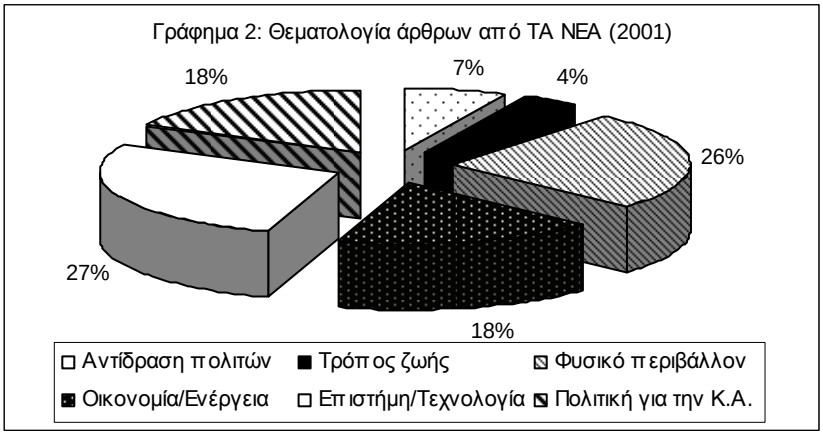
Στα πλαίσια της έρευνας συλλέξαμε όλα τα άρθρα των εφημερίδων 'Τα Νέα', 'Ελευθεροτυπία' και 'Καθημερινή', τα οποία ανα-

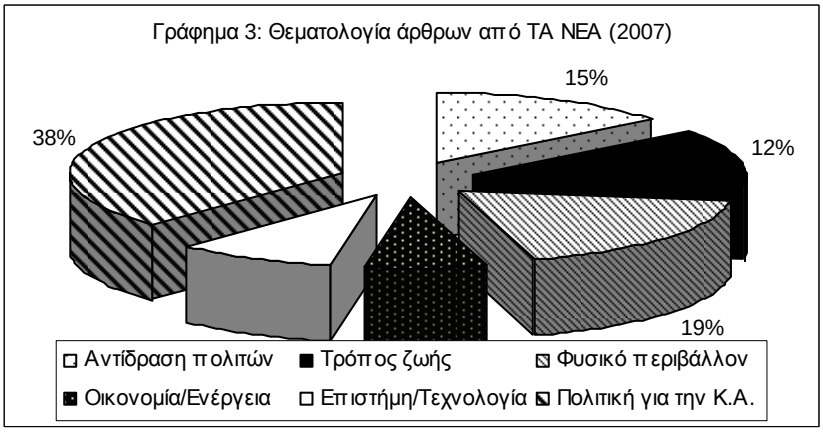



φέρονται στην κλιματική αλλαγή, για την περίοδο 2001-2008. Στο Γράφημα 1 παρουσιάζονται τα δεδομένα.

Αξίζει να τονίσω ότι δεν πρόκειται για μια απλή καταγραφή. Η ανάλυση των άρθρων θα μας επιτρέψει (α) να ανακαλύψουμε το είδος της επιχειρηματολογίας/δημόσιας συζήτησης η οποία διεξάγεται για την κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα και (β) να καθορίσουμε τα επιμέρους πολιτικά δίκτυα (ή αλλιώς, ομαδοποιήσεις δρώντων) οι οποίοι υποστηρίζουν/προωθούν συγκεκριμένες θέσεις.

Επί του παρόντος, η έρευνά μας βρίσκεται στο στάδιο (α). Επ' αυτού, είναι νομίζω ενδεικτική μία αντιπαράθεση μεταξύ των ετών 2001 και 2007 ως προς μία εφημερίδα ('Τα Νέα'), σχετικά με το περιεχόμενο των άρθρων (Γραφήματα 2 & 3). Καταρχήν να τονίσω ότι πρόκειται περί άρθρων στα οποία γίνεται ουσιαστική κάλυψη της κλιματικής αλλαγής και των επιπτώσεών της, και όχι μια φευγαλέα αναφορά. Τι παρατηρούμε; Πέρα από την (αναμενόμενη) δραματική αύξηση των άρθρων (από 73 το 2001 σε 550 το 2007), βλέπουμε και μία ριζική αλλαγή της θεματολογίας τους. Το 2001 η πλειονότητα των άρθρων αφορούσε τις επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον (26%) και τις επιστημονικές ανακαλύψεις και έρευνες για την κλιματική αλλαγή (27%). Σε μόλις έξι χρόνια, η κατάσταση είχε αλλάξει δραματικά: η δημόσια συζήτηση είχε μετατοπιστεί από την "επιστημονική" προσέγγιση της κλιματικής αλλαγής στην "πολιτική" της διάσταση: η πλειονότητα των άρθρων αναλύουν και συζητούν τις αντιδράσεις των πολιτών και των Μη Κυβερνητικών Οργανώσεων (15%), στις αλλαγές που έρχονται για τον τρόπο ζωής μας (12%) και στις πολιτικές δράσεις που πρέπει να αναλάβουμε (38%). Και προφανώς, τα ενδιαφέροντα ερωτήματα –και αυτά ακριβώς τα οποία προσπαθεί να απαντήσει η έρευνα COMPON– είναι: ***ποιες πολιτικές δράσεις*** υποστηρίζεται ότι πρέπει να αναληφθούν; ***Ποιοι δρώντες*** είναι αυτοί οι οποίοι τις υποστηρίζουν; Και σε ποιο βαθμό οι πολιτικές δράσεις οι οποίες εν τέλει υιοθετούνται σχετίζονται με την ***ισχύ*** της 'συμμαχίας' των δρώντων που την υποστήριξαν;




*Ιωσήφ Μποτετζάγιας*

*Επίκουρος Καθηγητής*
*Τμήμα Περιβάλλοντος,*
*Πανεπιστήμιο Αιγαίου*

**Ευχαριστίες:**

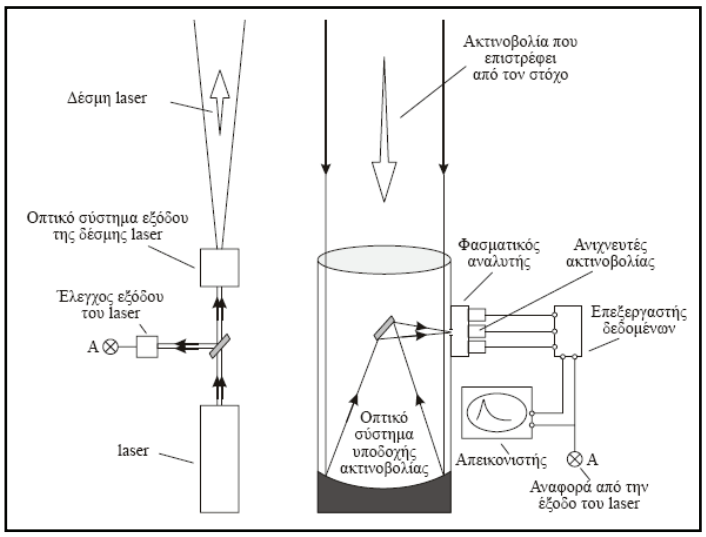
Στη συλλογή και κωδικοποίηση των παραπάνω δεδομένων συνεισέφεραν οι κάτωθι προπτυχιακοί, μεταπτυχιακοί φοιτητές και υποψήφιοι διδάκτορες του Τμήματος Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου: Γιώργος Γκιουζέπας, Ηλέκτρα Θεοδωρακέα, Μαρία Καλιβάκη, Γιώργος Κουφός, Σοφία Σιδηροπούλου & Έλενα Σταθοπούλου.

# Παρακολούθηση της χωρικής και χρονικής εξέλιξης της ηφαιστειακής σκόνης με τη χρήση επίγειας τηλεπισκόπησης LIDAR

Τα ξημερώματα της 14ης Απριλίου 2010 εξερράγη ένα ανενεργό εδώ και 200 χρόνια ηφαίστειο, 120 χιλιόμετρα ΝΔ από την πρωτεύουσα της Ισλανδίας το Ρέικιαβικ. Η έκρηξη έγινε κοντά στον παγετώνα Εϊαφιαλαϊοκουλ (Eyjafjallajöekull), προκαλώντας ρήγμα ενός χιλιομέτρου και στέλνοντας πίδακες λάβας χιλιάδες μέτρα ψηλά μέσα στην τροπόσφαιρα.

*Η έκρηξη του ηφαιστείου στην Ισλανδία*

Το σημείο τομής ανάμεσα στην τεχνολογία laser και στην έρευνα για την μελέτη της σύστασης και της δομής ατμόσφαιρας ονομάζεται **LIDAR**. Πρόκειται για μία τεχνική τηλεπισκόπησης που το όνομα της προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Light Identification, Detection And Ranging. Η βασική ιδέα πάνω στην οποία στηρίζεται η λειτουργία LIDAR είναι απλή: ένας παλμός laser κατάλληλου μήκους κύματος κατευθύνεται προς τον υπό εξέταση στόχο. Η ακτινοβολία αλληλεπιδρά με το στόχο και το φως που επιστρέφει συλλέγεται από ένα οπτικό σύστημα και καταγράφεται από έναν οπτικό ανιχνευτή. Ένα τέτοιο σύστημα τηλεπισκόπησης της ατμόσφαιρας βρίσκεται στο Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

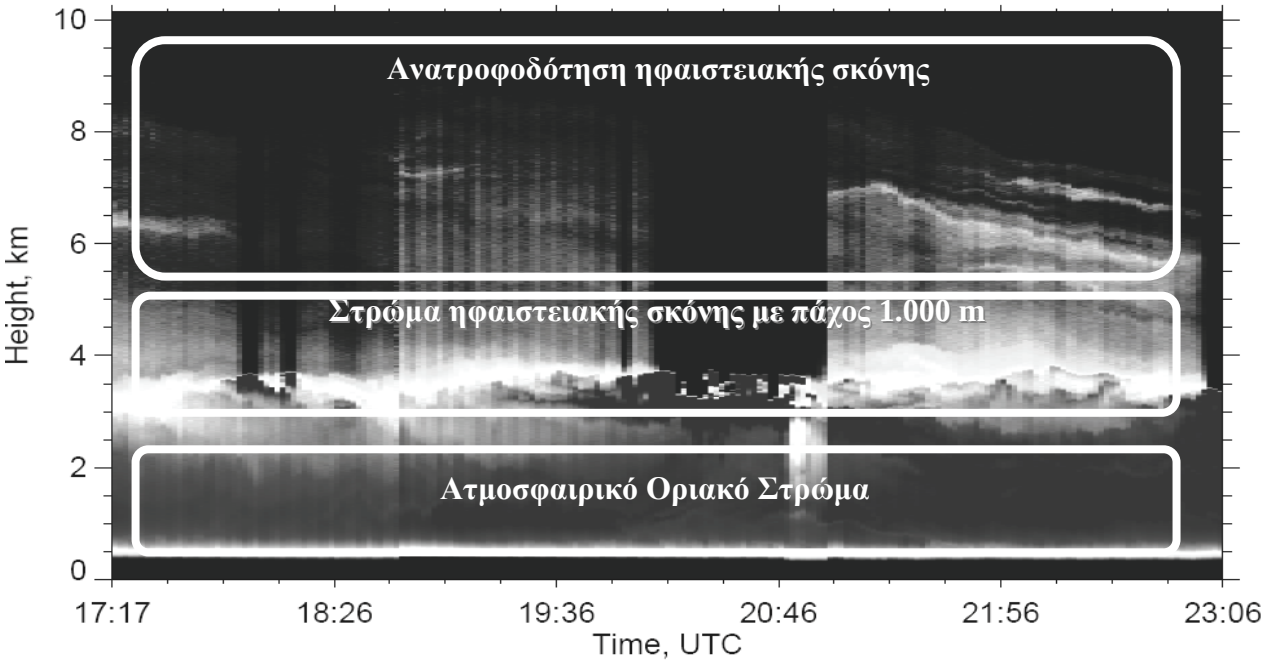



*Το σύστημα LIDAR*

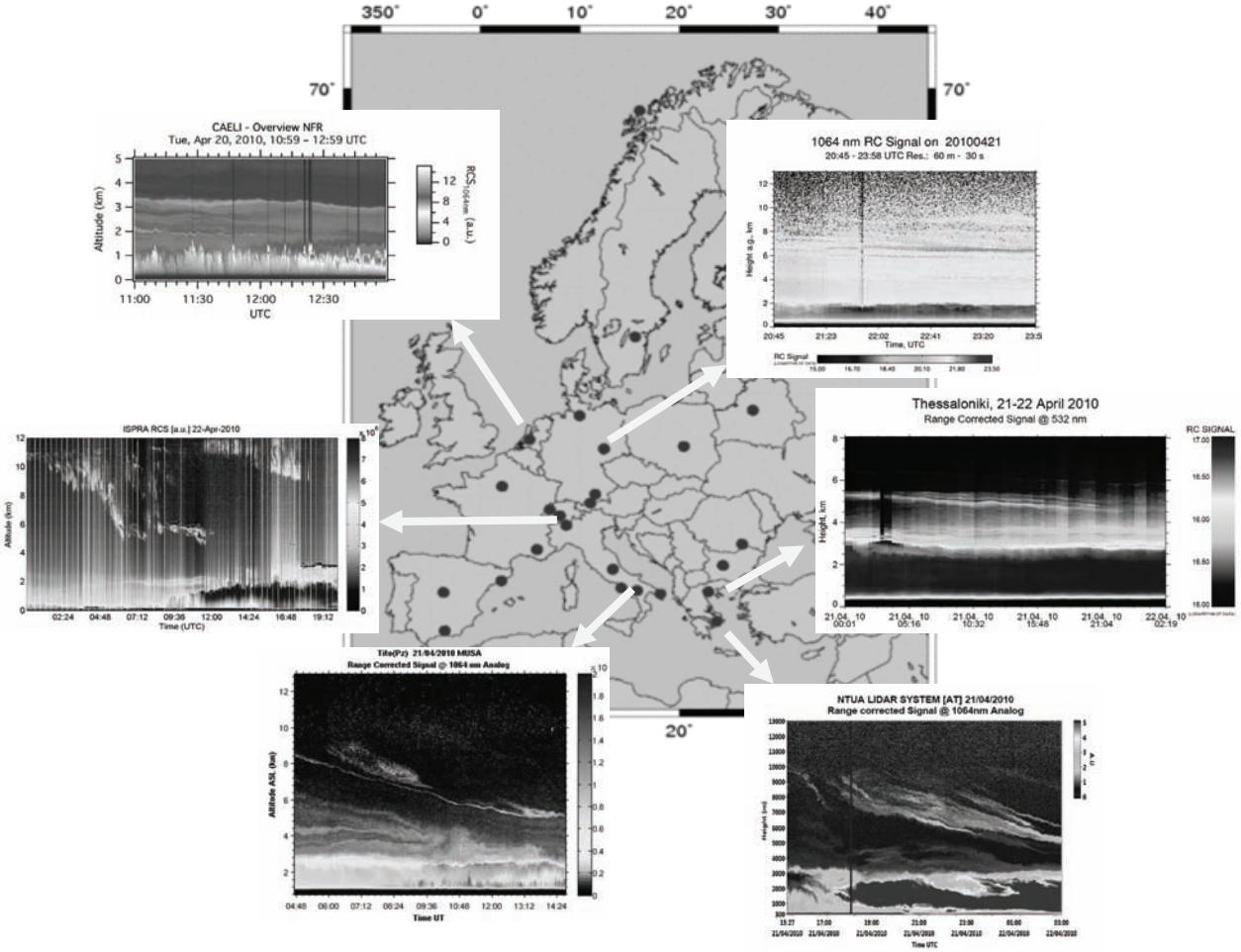
Η δυναμική εξέλιξη ενός επεισοδίου ρύπανσης, όπως αυτό της έκρηξης ενός ηφαιστείου, είναι δυνατή με την χρήση συστημάτων LIDAR. Η τέφρα από το ηφαίστειο της Ισλανδίας έφτασε τελικά και στην Θεσσαλονίκη το πρωί της Τρίτης 21 Απριλίου 2010 και η παρουσία της συνεχίστηκε μέχρι και την 25 Απριλίου 2010. Σύμφωνα με τις μετρήσεις του συστήματος LIDAR του εργαστηρίου Φυσικής της ατμόσφαιρας, μάζες τέφρας, ύστερα από πολυήμερη περιπλάνηση στην Ευρώπη, έφτασαν στην ελεύθερη τροπόσφαιρα αρχικά σε ύψος 3.000 - 4.000 μέτρων, για να κατέβουν στη συνέχεια στο κατώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας και να αναμειχθούν μέσα στο οριακό στρώμα της ατμόσφαιρας. Η ανατροφοδότηση του στρώματος διήρκεσε περίπου μία εβδομάδα, εμπλουτίζοντας συνέχεια την ατμόσφαιρα πάνε από τη Βόρειο Ελλάδα με ηφαιστειακή σκόνη. Ταυτόχρονα έκαναν αισθητή την παρουσία τους στον ουρανό σύννεφα cirrus σε ύψος 8.000 – 9.000 μέτρα που είναι πολύ πιθανόν να σχετίζονται άμεσα με την έκρηξη του ηφαιστείου καθώς η αρχική έκρηξη μετέφερε επίσης και σημαντική ποσότητα υδρατμών στην τροπόπαυση της Θεσσαλονίκης.

Το σύστημα LIDAR του Εργαστηρίου Φυσικής της ατμόσφαιρας ανήκει στο Ευρωπαϊκό δίκτυο LIDAR (EARLINET) για την μελέτη της ατμόσφαιρας. Το EARLINET είναι ένα σημαντικό ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα που στόχο έχει την χωρική και χρονική καταγραφή των αιωρούμενων σωματιδίων στην Ευρώπη. Μια τέτοια συντονισμένη προσπάθεια Ευρωπαϊκών σταθμών LIDAR μας δίνει την δυνατότητα παρακολούθησης της μεταφοράς της ηφαιστειακής σκόνης στην Ευρώπη σε σχεδόν πραγματικό χρόνο και αποτελεί πολύτιμο εργαλείο για την αξιολόγηση των θεωρητικών μοντέλων πρόγνωσης μεταφοράς της σκόνης στην ατμόσφαιρα, στα οποία βασίστηκαν σε μεγάλο βαθμό οι υπηρεσίες πολιτικής αεροπορίας της Ευρώπης για την απαγόρευση των πτήσεων.

*Δρ. Ελίνα Γιαννακάκη*
*Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας*
*Τμήμα Φυσικής ΑΠΘ*




*Μετρήσεις με το σύστημα LIDAR του Εργαστηρίου Φυσικής της Ατμόσφαιρας, 21/04/2010*




*Το δίκτυο EARLINET και η χωρική εξέλιξη της ηφαιστειακής σκόνης*

## Ορκομωσίες Διδακτόρων

Τον Φεβρουάριο του 2010 έγιναν οι εξής ορκομωσίες Διδακτόρων στο Τμήματα Φυσικής του ΑΠΘ:

| ΔΙΔΑΚΤΟΡΕΣ | ΘΕΜΑ ΔΙΔ. ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ | ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ |
|---|---|---|
| **Σταύρος Καρατζίκος** | *Θεωρητική Μελέτη Ιδιοτήτων Εξωτικών Πυρήνων στα πλαίσια της Σχετικιστικής Θεωρίας Μέσου Πεδίου* | Γ. Λαλαζήσης – Καθηγητής (επιβλέπων)<br>Σ. Μάσεν – Καθηγητής<br>Χ. Πάνος – Αναπλ. Καθηγητής |
| **Νικόλαος Κελαϊδης** | *Μελέτη της επίδρασης του αζώτου στα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των διατάξεων MOS σε πυρίτιο υπό μηχανική τάση* | Χ. Δημητριάδης – Καθηγητής (επιβλέπων)<br>Λ. Παπαδημητρίου – Αναπλ. Καθηγητής<br>Χρ. Τσάμης – Ερευνητής Α’ |
| **Ηρακλής Λυσαρίδης** | *Μελέτη του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος με χρήση αριθμητικών μοντέλων μέσης κλίμακας* | Δ. Μελάς, Αναπλ. Καθηγητής (επιβλέπων)<br>Α. Μπάης – Καθηγητής<br>Δ. Μπαλής – Επικ. Καθηγητής |
| **Ηλίας Παππάς** | *Ανάπτυξη μοντέλων τρανζίστορ λεπτών υμενίων πολυκρυσταλλικού πυριτίου σε πρόγραμμα προσομοίωσης κυκλωμάτων (SPICE) - Σχεδιασμός κυκλωμάτων TFTs* | Χ. Δημητριάδης – Καθηγητής (επιβλέπων)<br>Σ. Σίσκος – Αναπλ. Καθηγητής<br>Σ. Νικολαΐδης – Αναπλ. Καθηγητής |
| **Βάϊα Πρασσά** | *Θεωρητική Μελέτη των Αντιδράσεων Βαρέων Ιόντων* | Γ. Λαλαζήσης – Καθηγητής (επιβλέπων)<br>Σ. Μάσεν – Καθηγητής<br>Χ. Πάνος – Αναπλ. Καθηγητής |
| **Θωμάς Χασάπης** | *Οπτικές και Θερμοδυναμικές Ιδιότητες Χαλκογονούχων Υάλων και Κρυστάλλων* | Κ.Μ. Παρασκευόπουλος – (επιβλέπων)<br>Κ. Χρυσάφης – Αναπλ. Καθηγητής<br>Σπ. Γιαννόπουλος – Κύριος Ερευνητής Ε.Ι.Χ.Η.Μ.Υ.Θ.-Ι.Τ.Ε. |
| και από το Μεταπτυχιακό Ν&Ν: | | |
| **Χαχαμίδου Μαρία** | *Μελέτη μηχανισμών μεταφοράς και αξιοποίησης αποτελεσμάτων έρευνας στη Νανοτεχνολογία από Ακαδημαϊκά και Ερευνητικά Ιδρύματα* | Σ. Λογοθετίδης – Καθηγητής (επιβλέπων)<br>Μ. Αρσενάκης – Καθηγητής Τμ. Βιολογίας<br>Ν. Κομνηνός – Καθηγητής Τομέα Πολεοδομίας, Χωροταξίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Τμ. Αρχιτεκτόνων Πολυτεχνικής Σχολής ΑΠΘ |

# Ορκωμοσία Πτυχιούχων Τμήματος Φυσικής – 23.4.2010

Την Τρίτη 23 Μαρτίου 2010 έγινε στην Αίθουσα Τελετών του ΑΠΘ η ορκωμοσία 49 νέων πτυχιούχων του Τμήματος Φυσικής. Το περιοδικό εύχεται στους νέους συναδέλφους καλή σταδιοδρομία, καλή δύναμη και να μην το βάζουν κάτω με τις πρώτες δυσκολίες. Στην τελετή, μετά την καθιερωμένη προσφώνηση του Κοσμήτορα της Σχολής Θετικών Επιστημών καθηγητή Ι. Παπαδογιάννη, με αναφορές και στην τρέχουσα οικονομική κατάσταση, ακολούθησαν λίγα λόγια, κατάθεση ψυχής, από τον συνάδελφο καθηγητή του Τμήματος κ. Λουκά Βλάχο. Η έμφαση που δόθηκε στην εργατικότητα, συνεργασιμότητα, πρωτοβουλία, καινοτόμο σκέψη και κινητικότητα, ως συμπλήρωμα του πτυχίου, ελπίζουμε να άγγιξε έστω και λίγο όχι μόνο τους νέους συναδέλφους αλλά και τις οικογένειές τους.

*Στιγμιότυπο από την ορκωμωσία της 23.4.10. Από αριστερά προς τα δεξιά: ο Κοσμήτορας της Σ.Θ.Ε. καθ. Ι. Παπαδογιάννης, ο Πρόεδρος του Τμ. Φυσικής καθ. Ι. Μανωλίκας, και οι καθηγητές του Τμήματος Θ. Λαόπουλος, Λ. Βλάχος, Κ. Παρασκευόπουλος, Σ. Μάσεν, Ι. Σειραδάκης και Γ. Στούμπου-*

Τον όρκο ανέγνωσε η πτυχιούχος κα Άννα Μαυρίδου, που συγκέντρωσε την υψηλότερη βαθμολογία (7.46) μεταξύ των νεορκισθέντων συναδέλφων. Παραθέτουμε εκτενές απόσπασμα της προσφώνησης, μαζί με φωτογραφίες της ορκωμοσίας. Και πάλι, ευχές για καλή σταδιοδρομία μαζί με την παράκληση προς τους νέους συναδέλφους να μας θυμούνται με ένα e-mail ή μια επικοινωνία. Είναι ίσως η μεγαλύτερη χαρά για ένα δάσκαλο να καμαρώνει βλέποντας τα "παιδιά" του να προοδεύουν και να θέλουν να μοιράζονται και μαζί του αυτή την χαρά τους.

*Γιάννης Στούμπουλος*
*Επίκουρος Καθηγητής Τμ. Φυσικής*

*Το πολυπόθητο πτυχίο...*

# Από την προσφώνηση των αποφοίτων του Τμήματος Φυσικής

του Καθηγητή του Τμήματος Φυσικής
**κ. Λουκά Βλάχου**

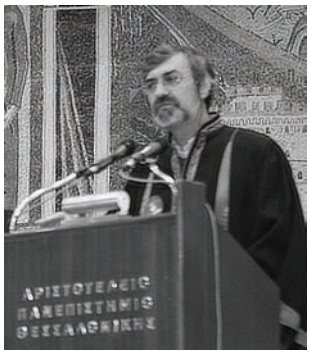
Σήμερα είναι μια ξεχωριστή μέρα για σας, για τους γονείς σας, αλλά και το Τμήμα **Φυσικής**.

- Για σας, γιατί κάνετε ένα μεγάλο βήμα στην καριέρα σας με την απόκτηση του **Πτυχίου Φυσικής**.
- **Για τους γονείς σας**, γιατί βλέπουν με καμάρι τα παιδιά τους να αποκτούν πανεπιστημιακή εκπαίδευση, και ένα από τα όνειρά τους "να μορφωθούν τα παιδιά τους" να εκπληρώνεται .
- Για το **Τμήμα Φυσικής** και τους καθηγητές σας, γιατί με την ολοκλήρωση των σπουδών σας έμπρακτα επιβεβαιώνεται ένας από τους σοβαρότερους λόγους ύπαρξής του… "να ετοιμάσει νέους και νέες που θα διδάξουν φυσική αλλά και θα ασχοληθούν με τις τεχνολογικές εφαρμογές της φυσικής για την ανάπτυξη της κοινωνίας μας".

Το ερώτημα όμως που θα σας βασανίζει από αύριο είναι **πώς θα πρέπει να κινηθείτε από εδώ και πέρα για να μην πάνε χαμένοι οι κόποι σας και οι τεράστιες οικονομικές θυσίες των γονιών σας και της κοινωνίας** (τα έξοδα των σπουδών σας μέχρι σήμερα ξεπέρασαν τα 120.000 ευρώ για τον καθένα). Ελάχιστα μιλήσαμε για αυτό το θέμα όταν ήσαστε φοιτητές, αξίζει να πούμε δύο κουβέντες σήμερα.

Στο σημείο αυτό, είναι εύκολο να πάρουμε το δρόμο που λέει: αν σήμερα ζούσαμε σε μια "νοικοκυρεμένη" χώρα, η χώρα θα αξιοποιούσε τον ανθρώπινο αυτό πλούτο (τους απόφοιτους των πανεπιστημίων γενικά και τους φυσικούς και μηχανικούς ιδιαίτερα), για να ξεκινήσει αναπτυξιακές πρωτοβουλίες σε θέματα τεχνολογίας αιχμής, ώστε σιγά-σιγά οι εξαγωγές μας να παρουσιάσουν βελτίωση και να βγούμε από τον κύκλο του ατέλειωτου δανεισμού.

Δεν ζούμε όμως σε μια "νοικοκυρεμένη" χώρα και το ερώτημα είναι, τι κάνουμε τώρα; Σε προσωπικό επίπεδο ο καθένας από σας, τι κάνει σήμερα, με τα δεδομένα που έχουμε στα χεριά μας και όχι με φανταστικά και "παραποιημένα δεδομένα", ούτε στη βάση του "τί πρέπει να κάνουν οι άλλοι για μας".




Μια βασική αρχή λέει: **Το πτυχίο δεν "βρίσκει" δουλειά, οι ολοκληρωμένες προσωπικότητες όμως, βρίσκουν δουλειά, ακόμα και στις δύσκολες στιγμές που ζούμε αυτή τη περίοδο.**

Για μένα, η γκρίνια και η προφορική καταγγελία είναι αυτοκτονία, η δράση και το προσωπικό όραμα έχουν αξία. Σας συμβουλεύω να επανεξετάσετε την σημασία τεσσάρων λέξεων:

*Μαζί με το πτυχίο χρειαζόμαστε ΚΑΙ….*

- **Εργατικότητα** ( δουλειά που μου αρέσει και την κάνω με μεράκι).
- **Συνεργασιμότητα** (οι Έλληνες είναι εξαιρετικά φιλικοί και κοινωνικοί, αλλά δεν συνεργάζονται στο χώρο εργασίας).
- **Πρωτοβουλία** και καινοτόμες σκέψεις (μια μεγάλη καινοτόμος ιδέα από έναν από εσάς, θα έφτανε να δώσει δουλειά σε όλους σας).
- **Κινητικότητα** (οι Έλληνες όταν μεγαλουργούσαν …. ταξίδευαν και αλώνιζαν την Μεσόγειο. Η Οδύσσεια γράφτηκε από έναν Έλληνα - το ποίημα του Καβάφη "Ιθάκη" τα λέει όλα).

Κλείνω, παρακαλώντας σας να περνάτε και να μας βλέπετε πότε-πότε ή να μας στέλνετε ένα μήνυμα πού και πού με τα νέα σας… Το χρειαζόμαστε! Και μια τελευταία παράκληση: μην ξεχάσετε το Τμήμα σας, γραφτείτε στο Σύλλογο Αποφοίτων του Τμήματος Φυσικής του ΑΠΘ.

**Με τις θερμές ευχές των καθηγητών σας για μια πολύ επιτυχημένη καριέρα**.

# Πρακτική Άσκηση Τμήματος Φυσικής ΑΠΘ

Η Πρακτική Άσκηση των φοιτητών του Τμήματος Φυσικής σχεδιάστηκε με βάση τις προοπτικές των ασκούμενων φοιτητών για την με οποιοδήποτε τρόπο συνέχιση της απασχόλησης τους στους χώρους και στα αντικείμενα άσκησης τους. Αποσκοπεί στην ανταλλαγή εμπειριών μεταξύ του εργασιακού χώρου και εκπαίδευσης κατά τρόπο τέτοιο, ώστε αφενός ο προβληματισμός των ασκούμενων φοιτητών διαχεόμενος στο περιβάλλον τους να δημιουργήσει ερεθίσματα σε διδάσκοντες και διδασκομένους, αλλά και αφετέρου να μεταφέρει και να δεχθεί άμεσα με διαδικασία ανάδρασης τα υπαρκτά προβλήματα στην εκπαίδευση και στην παραγωγή.

Η Πρακτική Άσκηση εντάχθηκε ως μάθημα στο Τμήμα Φυσικής και στα δύο εξάμηνα από το έτος 2003. Η άσκηση – εκπαίδευση των φοιτητών διεξάγεται σε δημόσιες ή ιδιωτικές επιχειρήσεις και οργανισμούς. Λαμβάνεται μέριμνα ώστε να ασκείται ο κύριος όγκος των φοιτητών σε αντικείμενα παρεμφερή με εκείνα βάσει των οποίων οι απόφοιτοι του Τμήματος Φυσικής αποκαθίστανται επαγγελματικά, αλλά επίσης αναζητούνται και νέες κατευθύνσεις, με προοπτική δημιουργίας νέων ευκαιριών.

Δίνεται βάρος κατά την επιλογή αντικειμένων στα πεδία:

- εκπαίδευσης
- ηλεκτρονικής, τηλεπικοινωνιών και ηλεκτρονικών Υπολογιστών (υπολογιστική φυσική).
- φυσικής της ιατρικής
- υπηρεσίες αεροδρομίων

Αυτό όχι μόνον διότι οι τομείς αυτοί αναπτύσσονται ταχύτατα και δημιουργούν συνεχώς νέες ανάγκες στην απασχόληση και στην εκπαίδευση, αλλά και επειδή στο Τμήμα Φυσικής οι αντίστοιχες κατευθύνσεις συγκεντρώνουν το μέγιστο αριθμό προτιμήσεων των φοιτητών.

Στα αντικείμενα πρακτικής άσκησης των φοιτητών περιλαμβάνονται επίσης οι κατευθύνσεις:

- των υλικών και της τεχνολογίας,
- οι εφαρμογές της φυσικής σε σύγχρονα προβλήματα και
- οι εφαρμογές της σύγχρονης τεχνολογίας στην εκπαίδευση.

Για την επιλογή του φυσικού αντικειμένου της Πρακτικής Άσκησης του Τμήματος Φυσικής του ΑΠΘ συνυπολογίζονται οι εξής παράμετροι:

α) οι μέχρι τώρα εκπαιδευτικές και ερευνητικές δραστηριότητες του Τμήματος

β) οι κατευθύνσεις σπουδών του Τμήματος

γ) η παρούσα κατάσταση σε ότι αφορά την απασχόληση των αποφοίτων του.

δ) η δυνατότητα επέκτασης των δραστηριοτήτων σε νέους τομείς

Πέραν της κλασσικής μεθοδολογίας εκπαίδευσης, η οποία απασχολεί τον κύριο όγκο των φοιτητών, επιχειρείται επιπλέον η σύμπραξη με φορείς για τη δημιουργία εξειδικευμένων στελεχών σε νέους πρωτοποριακούς κλάδους εκπαίδευσης όπως:

- η διδασκαλία τεχνολογικής υφής μαθημάτων στην Β/μια ή στην Τεχνολογική εκπαίδευση,
- η ανάπτυξη νέων δραστηριοτήτων που έχουν σχέση με τη λειτουργία Κέντρων Διάδοσης Επιστημών και Μουσείων Τεχνολογίας (Τεχνικών Μουσείων) ή Εργαστηριακών Κέντρων Φυσικών Επιστημών (ΕΚΦΕ).
- η άσκηση φοιτητών σε ειδικά σχολεία

Η πρακτική άσκηση των φοιτητών του Τμήματος Φυσικής μέχρι τώρα χρηματοδοτήθηκε από το Πρόγραμμα ΕΠΕΑΕΚ ΙΙ και έχει υποβληθεί στα πλαίσια του ΕΣΠΑ-ΔΑΣΤΑ (Δομή Απασχόλησης και Σταδιοδρομίας) νέα πρόταση για τη συνέχιση της Πρακτικής.

Επιστημονικώς Υπεύθυνος της πρακτικής άσκησης των φοιτητών του Τμήματος Φυσικής είναι ο Καθηγητής του Τμήματος Γεώργιος Στεργιούδης.

Στο έργο της πρακτικής συμμετέχουν ως επόπτες τα μέλη ΔΕΠ του Τμήματος Ευστάθιος Πολυχρονιάδης (Καθηγητής), Ιωάννης Σειραδάκης (Καθηγητής), Μαρία Ζαμάνη (Καθηγήτρια), Γεώργιος Κίτης (Αν. Καθηγητής), Γεώργιος Βουτσάς (Αν. Καθηγητής), Θεόδωρος Λαόπουλος (Αν. Καθηγητής) και Χαρίτων Πολάτογλου (Αν. Καθηγητής).

Στην προηγούμενη φάση (τριετία 2006-2008) ασκήθηκαν: με χρηματοδότηση ΕΠΕΑΕΚ 160 φοιτητές (85 άνδρες, 75 γυναίκες) και εκτός ΕΠΕΑΕΚ 35 φοιτητές (19 άνδρες 16 γυναίκες)

Κατά την τρέχουσα περίοδο ασκούνται περί τους 40 φοιτητές εκτός χρηματοδότησης, αφού τα προγράμματα ΕΣΠΑ δεν λειτουργούν ακόμη.

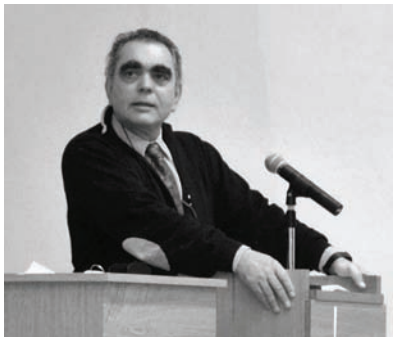
Περισσότερες πληροφορίες δίνονται καθημερινά από τον Επιστημονικώς Υπεύθυνο του Προγράμματος Καθηγητή κ. Γ. Στεργιούδη, είτε από το γραφείο του, είτε σε αίθουσες διδασκαλίας.

*Γεώργιος Στεργιούδης*
*Καθηγητής Τμήματος Φυσικής*

# Επιστήμονας για μία μέρα: Masterclasses 2010

Αυτή την Άνοιξη, η έκτη διεθνής εκδήλωση Hands-on Particle Physics Masterclasses έδωσε την ευκαιρία σε πάνω από 6000 μαθητές Λυκείου από όλο τον κόσμο να δουλέψουν με Φυσικούς Στοιχειωδών Σωματιδίων για να αποκρυπτογραφήσουν τα μυστήρια της Φυσικής Υψηλών Ενεργειών. Από τις 15 Φεβρουαρίου έως και τις 5 Μαρτίου 2010, επιστήμονες από περισσότερα από 81 πανεπιστήμια σε 20 χώρες φιλοξένησαν τις εκδηλώσεις στα ιδρύματά τους.

Στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης η εκδήλωση πραγματοποιήθηκε την Πέμπτη 4 Μαρτίου 2010, στο Τμήμα Φυσικής. 140 μαθητές από Λύκεια του Νομού Θεσσαλονίκης και της Βορείου Ελλάδος (από τη Δράμα μέχρι την Καρδίτσα!) ήρθαν με τους καθηγητές τους και πήραν και φέτος μέρος στην εκδήλωση. Προσπάθησαν να αποκρυπτογραφήσουν τον κόσμο των στοιχειωδών σωματιδίων. Για μία ημέρα, παρακολούθησαν διαλέξεις και δούλεψαν με δεδομένα που συγκεντρώθηκαν από δύο πειράματα σύγκρουσης σωματιδίων του CERN, του Ευρωπαϊκού Κέντρου για την Πυρηνική Έρευνα. Εξέτασαν τις συγκρούσεις ηλεκτρονίων και ποζιτρονίων που κινούνται, μέσα στον επιταχυντή περιφέρειας 27 km, περίπου με την ταχύτητα του φωτός. Με χρήση κατάλληλου λογισμικού, οι μαθητές ανέλυσαν τα δεδομένα που κατέγραψε το πείραμα Delphi.



*Ο Αν. Καθ. κ. Αργύρης Νικολαΐδης*

Η ημερίδα ξεκίνησε με την υποδοχή των μαθητών από τον Κοσμήτορα της Σχολής Θετικών Επιστημών του ΑΠΘ Καθηγητή κ. Ι. Παπαδογιάννη και τον Πρόεδρο του Τμήματος Φυσικής Καθηγητή κ. Κ. Μανωλίκα, οι οποίοι έδωσαν ένα έναυσμα αισιοδοξίας στους μαθητές θυμίζοντας πως η αγάπη για τη γνώση και την έρευνα είναι αξίες που δίνουν ζωή στον άνθρωπο ακόμη και στη σημερινή δύσκολη εποχή.

Ο Αναπλ. Καθηγητής κ. Αργ. Νικολαΐδης, με το πρώτο μάθημα "Το Πανηγύρι των Στοιχειωδών Σωματιδίων", ξενάγησε τους μαθητές στο μικρόκοσμο, στα στοιχειώδη συστατικά της ύλης και τις δυνάμεις που ασκούνται στη φύση. Τι γνωρίζουμε σήμερα και τι ψάχνουμε να ανακαλύψουμε.

Στη συνέχεια, ο Λέκτορας κ. Κ. Κορδάς παρουσίασε τον τρόπο που μελετάμε τα στοιχειώδη σωμάτια, τα πειράματα. Πως παράγουμε τα σωματίδια με συγκρούσεις στους επιταχυντές και πως τα ανιχνεύουμε με τους ανιχνευτές στα μεγάλα πειράματα στο CERN.

Ο Επ. Καθ. κ. Δ. Σαμψωνίδης τέλος παρουσίασε το λογισμικό WIRED για την ταυτοποίηση των Σωματιδίων στα δεδομένα του πειράματος Delphi το οποίο χρησιμοποίησαν οι μαθητές για την ανάλυση των δεδομένων.

Στο μεσημεριανό διάλειμμα η φοιτητική λέσχη φιλοξένησε τους μαθητές προσφέροντας το γεύμα, δίνοντας ταυτόχρονα την ευκαιρία για ένα περίπατο στους φιλόξενους χώρους της Πανεπιστημιούπολης.

Στη συνέχεια οι μαθητές κατευθύνθηκαν στις νησίδες υπολογιστών του Τμ. Φυσικής, όπου με τη βοήθεια των μελών του τομέα Πυρηνικής Φυσικής καθώς και μεταπτυχιακών φοιτητών, εργάστηκαν για την ταυτοποίηση γεγονότων του πειράματος Delphi. Τα δεδομένα ήταν διασπάσεις μποζονίων Z και σκοπός της εργασίας ήταν να κατηγοριοποιηθούν στα διάφορα κανάλια διάσπασης, λεπτονικά ή αδρονικά. Τα δεδομένα συγκεντρώθηκαν από όλες τις ομάδες και βγήκε το τελικό αποτέλεσμα.

*Ο Λέκτορας κ. Κων/νος Κορδάς*

Στην αίθουσα Α31 συνδεθήκαμε σε τηλεδιάσκεψη με το CERN και τα υπόλοιπα ινστιτούτα που φιλοξενούσαν την ίδια μέρα την εκδήλωση (Ρώμη, Santander, Γενεύη, και

Brookhaven). Τα αποτελέσματά μας παρουσιάστηκαν στην τηλεδιάσκεψη, συγκρίθηκαν και συζητήθηκαν με τα αποτελέσματά των μαθητών από τις άλλες χώρες. Οι μαθητές έκαναν ερωτήσεις σε ερευνητές τους CERN για τον κόσμο των πειραμάτων και των στοιχειωδών Σωματιδίων.

Τέλος ως μέρος του προγράμματος, οι συμμετέχοντες μαθητές έλαβαν ένα CD-ROM με υλικό σχετικό με τη Φυσική Στοιχειωδών Σωματιδίων, μεταφρασμένο σε 16 γλώσσες. Το CD προσφέρει διαδραστικό υλικό πάνω στους θεμελιώδεις λίθους της Φύσης καθώς επίσης και στα όργανα για τη μελέτη τους.

Ερωτηματολόγια που συμπλήρωσαν οι συμμετέχοντες στην εκδήλωση, έδειξαν τον ενθουσιασμό τους για

την εμπειρία της συμμετοχής τους στην πραγματοποίηση έρευνας αιχμής σε αυθεντικά ερευνητικό περιβάλλον. Εκτίμησαν ιδιαίτερα την εισαγωγή τους στον κόσμο της σύγχρονης έρευνας, ενώ παράλληλα γνώρισαν τον κόσμο των υποατομικών σωματιδίων μέσω παρουσιάσεων που έδωσαν Φυσικοί Στοιχειωδών Σωματιδίων. Το 75% των συμμετεχόντων δήλωσε πως θα επιθυμούσε η Φυσική Στοιχειωδών Σωματιδίων να έχει μεγαλύτερο ρόλο στις σχολικές αίθουσες.

Για περισσότερες πληροφορίες:

http://www.physicsmasterclasses.org

Πρόγραμμα:
http://ww.physicsmasterclasses.org/mc/schedule.htm

EPPOG:
http://eppog.web.cern.ch/eppog

*Δημήτρης Σαμψωνίδης*
*Επίκ. Καθηγητής Τμήματος Φυσικής*

## Διαγωνισμός Φυσικής για μαθητές Γυμνασίων & Δημοτικών 2010

Το Παράρτημα Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών (ΕΕΦ) αποφάσισε να διοργανώσει για πρώτη φορά φέτος, μαζί με τον καθιερωμένο διαγωνισμό Φυσικής για τα παιδιά της Ε' και ΣΤ' τάξης του Δημοτικού, διαγωνισμό και για τους μαθητές της Β' και Γ' τάξης του Γυμνασίου.

Ο διαγωνισμός πραγματοποιήθηκε την Κυριακή 18 Απριλίου 2010 εντός του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, σε αίθουσες του Φυσικού, Μαθηματικού και Χημικού Τμήματος και διήρκησε από τις 8.30 π.μ έως τη 13.30 μ.μ (8.30-10.30 διαγωνίσθηκαν οι μαθητές των Δημοτικών σχολείων και 11.30-13.30 οι μαθητές των Γυμνασίων). Οι μαθητές που συμμετείχαν, αξιολογήθηκαν τόσο για τις γνώσεις τους πάνω στη διδακτέα ύλη της Φυσικής της τάξης τους, όσο και για τη γενικότερη αντίληψή τους πάνω σε θέματα σχετικά με την επιστήμη αυτή.

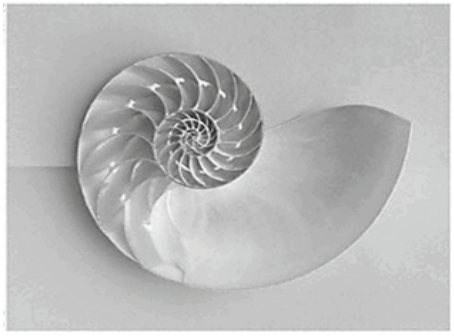
Συγχαρητήρια παιδιά!

*Χαραλαμπίδου Θεοδοσία*
*Φοιτήτρια Τμ. Φυσικής*

## Σπείρα Φιμπονάτσι (Fibonacci)

Οι σπείρες είναι από τα πλέον εντυπωσιακά σχήματα που εμφανίζονται στη φύση. Μια από της πιο εντυπωσιακές φυσικές σπείρες είναι η **σπείρα** Fibonacci, η οποία είναι και το έμβλημα του εξώφυλλου του παρόντος περιοδικού όπου στο εσωτερικό της σπείρας αυτής είναι το αρχικό γράμμα $\varphi$ του ονόματος του περιοδικού.

Σίγουρα έχουμε παρατηρήσει τις σπείρες στο κέλυφος των σαλιγκαριών, τις έλικες της αμπέλου ή στα φύλλα της λεύκας. Επίσης σπείρες σχηματίζονται και στα ανθύλλια μιας μαργαρίτας, στα κουκουνάρια των πεύκων ή ακόμα και στο κουνουπίδι.



*Το κέλυφος του Ναυτίλου*

Η σπείρα Fibonacci δημιουργείται από την **ακολουθία των αριθμών του** Fibonacci, η οποία παράγεται από την αναδρομική σχέση:

$$a_1 = a_2 = 1 \quad , \quad a_v = a_{v-2} + a_{v-1}$$

Δηλαδή ο κάθε όρος της ακολουθίας είναι ίσος με το άθροισμα των δύο προηγούμενων.

Οι πρώτοι αριθμοί της ακολουθίας αυτής είναι: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89,... Επιπλέον, ο λόγος δύο διαδοχικών αριθμών της ακολουθίας τείνει προς την αποκαλούμενη **Χρυσή Τομή**, ή χρυσή αναλογία, ή χρυσό αριθμό:

φ = 1.618033989.

Η ακολουθία *Fibonacci* έλαβε το όνομά της από τον Λεονάρντο της Πίζας (προσωνύμιο *Fibonacci*). Ο Fibonacci ήταν πολύ γνωστός στην εποχή του και αναγνωρίζεται σήμερα ως ο μεγαλύτερος ίσως μαθηματικός του Μεσαίωνα.

Η αισθητική και η συμμετρία της γραφικής παράστασης της ακολουθίας Fibonacci η οποία δίνει σπείρες, έχει προκαλέσει το ενδιαφέρον των επιστημόνων, ωστόσο αναζητείται ακόμα μια μαθηματική ή φυσική εξήγηση για την τόσο συχνή παρουσία αυτής της δομής γύρω μας. Η αυθόρμητη ανάπτυξη μιας δομής, όπως αυτή των σπειρών Fibonacci, έχει γίνει ελάχιστα κατανοητή από τους επιστήμονες έως σήμερα, ενώ τα αποτελέσματα των επιστημονικών ερευνών προτείνουν ότι οι δομές των φυτών είναι επακόλουθο της πρόσμιξης τόσο σφαιρικών αλλά και κωνικών δομών.

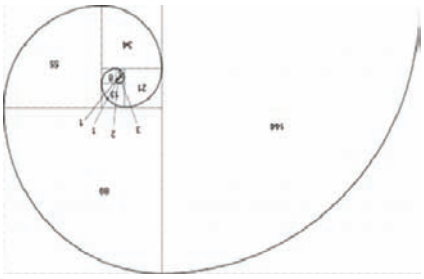
Προσφάτως, οι επιστήμονες αναπαρήγαγαν επιτυχώς την δομή αυτών των σπειρών στο εργαστήριο και ανακάλυψαν ότι υπεύθυνο για αυτή τη δομή είναι ένα ελαστικό στρώμα το οποίο προκαλεί το σχηματισμό των σπειρών. Η ανακάλυψη αυτή θα μπορούσε να δικαιολογήσει την διαδεδομένη εξάπλωση αυτών των σπειροειδών δομών στα φυτά.

Η δομή των σπειρών αποτελείται από καμπύλες γύρω από μια επιφάνεια, που ακολουθούν τόσο αριστερόστροφη αλλά και δεξιόστροφη τροχιά. Ο αριθμός των σπειρών πάνω σε μια επιφάνεια είναι δύο συνεχόμενοι αριθμοί της ακολουθίας Fibonacci.

Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν μια τεχνική η οποία εφαρμόζεται συνήθως για τη κατασκευή μαζικών μικρό και νανοδομών. Στα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν, εφαρμόστηκε μια μικρής κλίμακας δυναμική διαδικασία με προσαρμοζόμενες κωνικές δομές, στις οποίες ένα μόνο στοιχείο θα μπορούσε να ανατρέψει τη συμμετρία.

Οι επιστήμονες πειραματίστηκαν με διάφορες δομές και ανακάλυψαν ότι μόνο οι κώνοι μπορούν να παράγουν τις σπείρες Fibonacci με υψηλή συμμετρία. Οι κωνικές επιφάνειες δεν χρειάζεται όμως να είναι τέλειες για να παράγουν σπείρες Fibonacci, κάτι το οποίο μπορεί να εξηγήσει την τόσο συχνή εμφάνιση τους στη φύση. Η διάταξη των δομικών συστατικών εξαρτάται από την γεωμετρία του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκονται τα σωματίδια.

Τώρα, μερικές απλές οδηγίες για την κατασκευή της σπείρας Fibonacci με τη χρησιμοποίηση μιας διάταξης από τετράγωνα με πλευρές 1, 1 , 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, ….δηλαδή τους αριθμούς Fibonacci. Ξεκινάμε με τα δύο πρώτα τετράγωνα τα οποία τα βάζουμε δίπλα – δίπλα. Έτσι, σχηματίζεται ένα ορθογώνιο διαστάσεων 2×1. Στην πλευρά του μήκους 2 “κολλάμε” το 2×2 τετράγωνο ώστε να σχηματιστεί ένα νέο ορθογώνιο διαστάσεων 3×2. Τώρα “κολλάμε” το 3× 3 τετράγωνο στην πλευρά του μήκους 3 και σχηματίζεται έτσι ένα ορθογώνιο 3×5. Συνεχίζουμε κατ’ αυτόν τον τρόπο και παίρνουμε συνεχώς μεγαλύτερα ορθογώνια και σταματάμε όπου θέλουμε. Στη συνέχεια, διαγράφοντας τεταρτοκύκλια στα τετράγωνα σχηματίζεται η σπείρα του Fibonacci όπως φαίνεται στο σχήμα.



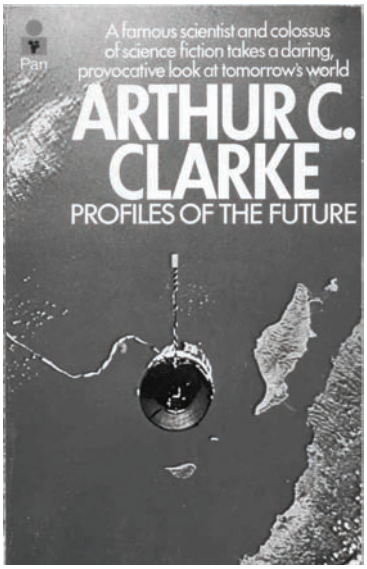
*Σπείρα Fibonacci*

Όπως παρατηρούμε, είναι σχεδόν ίδια με την σπείρα στο κέλυφος του ναυτίλου, ενός θαλάσσιου σαλιγκαριού. Για την ακρίβεια, η σπείρα στο κέλυφος του ναυτίλου είναι μία ισογώνια ή λογαριθμική σπείρα. Τέτοιες σπείρες εμφανίζονται συχνά στην φύση.

*Χαραλάμπους Βρυώνης*
*Φοιτητής Τμήματος Φυσικής*

## Από το βιβλίο του Arthur C. Clarke
## *Profiles of the future* (2ο μέρος)

*Σημείωμα του μεταφραστή: Το βιβλίο αυτό πρωτοεκδόθηκε το 1962 και επανεκδόθηκε αναθεωρημένο το 1973. Παρουσιάζουμε, σε μετάφραση, το δεύτερο μέρος του άρθρου που προήλθε από τα δύο πρώτα κεφάλαια του βιβλίου, τα οποία αναφέρονται στους κινδύνους της "προφητείας". Το πρώτο μέρος του άρθρου θα το βρείτε στο προηγούμενο τεύχος (8).*




Στη διάρκεια των δεκαετιών του 1930 και 1940, διακεκριμένοι επιστήμονες συνέχισαν να χλευάζουν τους πρωτοπόρους των πυραύλων - όταν μπαίνανε στον κόπο να τους προσέξουν. Όποιος έχει πρόσβαση σε μια καλή Κολλεγιακή βιβλιοθήκη μπορεί να βρει, διατηρημένο για τις μέλλουσες γενεές, στις αξιοπρεπείς σελίδες του τεύχους του Ιανουαρίου 1941 του *Philosophical Magazine*, ένα παράδειγμα ξεχωριστά ενδιαφέρον, λόγω της εξοχότητας του συγγραφέα του.

Είναι μία εργασία του διακεκριμένου Καναδού αστρονόμου, Καθηγητή J. W. Campbell, του Πανεπιστημίου της Αλμπέρτα, με τον τίτλο *Rocket flight to the Moon* [Πτήση στη Σελήνη με πύραυλο]. Ξεκινώντας από μία αναφορά σε μια φράση κάποιας εργασίας (1938) του Edmonton, που έλεγε "Η πτήση στη Σελήνη με πύραυλο φαίνεται σήμερα λιγότερο απόμακρη απ' όσο η τηλεόραση φαινόταν εκατό χρόνια πριν", ο καθηγητής ερευνά το θέμα μαθηματικά. Μετά από αρκετές σελίδες ανάλυσης, φθάνει στο συμπέρασμα ότι απαιτούνται *ένα εκατομμύριο τόνοι* βάρους κατά την απογείωση, ώστε να μεταφερθεί, αλλέ-ρετούρ, μισό κιλό ωφέλιμου φορτίου.

Το σωστό νούμερο, για τα πρωτόγονα καύσιμα και την πρωτόγονη τεχνολογία του σήμερα [1973] είναι, πολύ χονδρικά, ένας τόνος ανά μισό κιλό. Ένας καταθλιπτικός λόγος [με τη μαθηματική έννοια του "λόγου" - σ.τ.μ.], αλλά μετά βίας τόσο άσχημος όσο εκείνος που υπολόγισε ο καθηγητής. Κι όμως, τα μαθηματικά του ήταν αλάνθαστα. Τι πήγε στραβά;

Απλώς οι αρχικές του υποθέσεις, που ήταν απελπιστικά εξωπραγματικές. Επέλεξε μια τροχιά για τον πύραυλο που ήταν φανταστικά σπάταλη σε ενέργεια, και υπέθεσε μιά τόσο αργή επιτάχυνση, που το μεγαλύτερο μέρος των καυσίμων θα χαραμιζόταν σε χαμηλά ύψη, "πολεμώντας" το βαρυτικό πεδίο της Γης. Ήταν σα να υπολόγιζε την απόδοση ενός αυτοκινήτου με τα φρένα του "πατημένα". Δεν είναι παράξενο, ότι συνεπέρανε: *"Μολονότι είναι πάντοτε επικίνδυνο να κάνει κανείς αρνητικές προβλέψεις, θα φαινόταν ότι η δήλωση πως η πτήση στη Σελήνη με πύραυλο δε φαίνεται σήμερα τόσο απόμακρη όσο φαινόταν η τηλεόραση λιγότερο από εκατό χρόνια πριν είναι υπερβολικά αισιόδοξη"*. Είμαι βέβαιος ότι, όταν οι συνδρομητές του Philosophical Magazine διαβάσαν αυτές τις λέξεις, τότε, το 1941, πολλοί απ' αυτούς σκέφθηκαν "Ε, *αυτό* θα πρέπει να βάλει αυτούς τους τρελούς ρουκετανθρώπους στη θέση τους!"

Κι όμως, τα σωστά αποτελέσματα είχαν δημοσιευθεί από τους Τσιολκόφσκι, Όμπερθ και Γκόνταρντ χρόνια πριν και, μολονότι εκείνη την εποχή θα ήταν δύσκολο να συμβουλευτεί κανείς το έργο των πρώτων δύο, η εργασία του Γκόνταρντ *A method for reaching extreme altitudes* [Μέθοδος επίτευξης εξαιρετικών υψομέτρων] είχε δημοσιευθεί από το κάθε άλλο παρά περιθωριακό εκείνο σώμα, το Ινστιτούτο Σμιθσόνιαν. Αν ο καθηγητής Κάμπελ το είχε απλώς διαβάσει (ή είχε διαβάσει *οποιονδήποτε* ικανό συγγραφέα - υπήρχαν μερικοί, ακόμα και το 1941), δε θα είχε παραπλανήσει τους αναγνώστες του και τον εαυτό του. Και δε θα χρειαζόταν να αντιμετωπίσει μιά μάλλον σαρκαστική ανάλυση της εργασίας του από 'μένα στο τεύχος του Σεπτεμβρίου 1948 του *Journal of the British Interplanetary Society* [Φιλόδοξη ονομασία! - σ.τ.μ.], που, όταν εμφανίστηκε, τού προκάλεσε κάποιο πόνο. Αν συμβαίνει να διαβάζει αυτά τα λόγια, του ζητώ συγγνώμη για τη σκληρότητά μου. Αλλά όχι για την κριτική μου.

Το δίδαγμα που πρέπει να αντληθεί απ' αυτά τα παραδείγματα, όσες φορές και να το επαναλάβει κανείς λίγες είναι, και σπάνια γίνεται κατανοητό από τους απλούς ανθρώπους, που τρέφουν σχεδόν δεισιδαιμονικά

***Χέρμαν Όμπερθ*** *(Hermann Oberth): Ένας από τους πρωτοπόρους της Αεροναυτικής.*

**Ο Δρ. Ροβέρτος Γκόνταρντ** *επιδεικνύει την εφεύρεσίν του ενός πυραύλου δι' υγρών καυσίμων, προδρόμου της περιφήμου ρουκέτας V–2. Ο πύραυλος αυτός εξεσφενδονίσθη δια πρώτην φοράν εις τας 16 Μαΐου 1926 παρά το* Auburn *της Μασσαχουσέτης εις τας Η.Π.Α. Έφθασε εις ύψος μόλις 14 μέτρων και διέτρεξε 70 μέτρα με ταχύτητα 1600 περίπου χιλιομέτρων. Το υγρόν οξυγόνον και η βενζίνη περιείχοντο εις τους κωνικούς κυλίνδρους παρά την βάσιν και ετροφοδοτούσαν τον πύραυλον εις την κορυφήν.*

(Από την λεζάντα της φωτογραφίας σε ελληνική εφημερίδα της εποχής).

αισθήματα προς τα μαθηματικά. Αλλά τα μαθηματικά είναι μονάχα ένα εργαλείο, αν και εξαιρετικά ισχυρό. Κανένα σύστημα εξισώσεων, οσοδήποτε σύνθετο κι εντυπωσιακό κι αν είναι, δε μπορεί να φθάσει στην αλήθεια, αν οι αρχικές υποθέσεις είναι λανθασμένες. Είναι πράγματι εκπληκτικό, μέσα σε ποια περιθώρια ικανοί αλλά συντηρητικοί επιστήμονες και μηχανικοί μπορούν να χάσουν το στόχο, όταν ξεκινούν με την προκατάληψη ότι αυτό που εξετάζουν είναι αδύνατον [να γίνει]. Όταν τελικά συμβεί, οι πιό καλά πληροφορημένοι [δηλ. οι επιστήμονες] τυφλώνονται από τις προκαταλήψεις τους και δε μπορούν να δουν αυτό που βρίσκεται ακριβώς μπροστά τους. Το πιο απίστευτο είναι ότι αρνούνται να διδαχθούν από την εμπειρία. Θα συνεχίσουν να κάνουν το ίδιο λάθος, ξανά και ξανά.

Μερικοί από τους πιο καλούς μου φίλους είναι αστρονόμοι, και λυπάμαι που συνεχίζω να τους λιθοβολώ - αλλά φαίνεται πως πράγματι έχουν φρικτό ρεκόρ ως προφήτες. Αν εξακολουθείτε να αμφιβάλλετε γι' αυτό, επιτρέψτε μου να σας διηγηθώ μια ιστορία τόσο ειρωνική, που θα μπορούσατε κάλλιστα να με κατηγορήσετε ότι εγώ την επινόησα. Αλλά δεν είμαι τόσο κυνικός. Τα γεγονότα βρίσκονται σε αρχείο, για να τα ελέγξει οποιοσδήποτε.

Πίσω στο μεσαίωνα του 1935, ο ιδρυτής της Βρεταννικής Διαπλανητικής Εταιρείας [την αναφέραμε, στα Αγγλικά, νωρίτερα - σ.τ.μ.] ήταν αρκετά απερίσκεπτος, ώστε να γράψει το πρώτο περί αστροναυτικής βιβλίο που εκδόθηκε στην Αγγλία. Το βιβλίο του *Rockets through Space*, παρέθετε μια (εξαιρετικά διασκεδαστική) έκθεση των πειραμάτων που είχαν γίνει από τους Γερμανούς και Αμερικανούς πρωτοπόρους της πυραυλικής, και των σχεδίων τους για τέτοιες σημερινές κοινοτυπίες όπως οι τεράστιοι προωθητήρες πολλαπλών σταδίων και οι τεχνητοί δορυφόροι. Μάλλον απροσδόκητα, το σοβαρό επιστημονικό περιοδικό *Nature* έκανε βιβλιοκριτική στο εν λόγω βιβλίο, στο τεύχος του της 14ης Μαρτίου 1936, και συνόψισε ως εξής:

*Πρέπει να ειπωθεί αμέσως, ότι η όλη διαδικασία που σχεδιάζεται στον παρόντα τόμο [βιβλίο] παρουσιάζει δυσκολίες τόσο θεμελιώδους φύσεως, που υποχρεωνόμαστε να απορρίψουμε την ιδέα ως κατ' ουσίαν μη πραγματοποιήσιμη [impracticable, στο κείμενο - σ.τ.μ.], παρά την επίμονη παρότρυνση του συγγραφέα να θέσουμε κατά μέρος την προκατάληψη και να θυμηθούμε το υποτιθεμένως αδύνατον της πτήσης σώματος βαρύτερου του αέρα, μέχρι που αυτό επιτεύχθηκε. Μια τέτοια αντιστοίχηση μπορεί να αποβεί παραπλανητική, και πιστεύουμε ότι αυτό πράγματι ισχύει σ' αυτή την περίπτωση....*

Ε, όλος ο κόσμος ξέρει σήμερα, πόσο ακριβώς παραπλανητική ήταν η αντιστοίχηση, αν και ο βιβλιοκριτικός, αποκαλυπτόμενος μονάχα με τα αρχικά του, "R.v.d.R.W.", είχε βέβαια κάθε δικαίωμα να έχει την άποψή του.

Μόλις είκοσι χρόνια αργότερα - *αφού* ο Πρόεδρος Αϊζενχάουερ είχε αναγγείλει το πρόγραμμα των Η.Π.Α. για την εκτόξευση τεχνητών δορυφόρων - αφίχθηκε στην Αγγλία ένας καινούριος Βασιλικός Αστρονόμος, για να αναλάβει καθήκοντα. Οι δημοσιογράφοι ζήτησαν την άποψή του για τις διαστημικές πτήσεις και, μετά από δύο δεκαετίες, ο Dr. Richard van der Riet Wolley δεν έβλεπε το λόγο ν΄ αλλάξει μυαλά. "Το ταξίδι στο Διάστημα", ρουθούνισε, "είναι παντελής ανοησία".

Οι εφημερίδες δεν τον άφησαν να το ξεχάσει αυτό, όταν ο Σπούτνικ Ι τέθηκε σε τροχιά τον επόμενο κιόλας χρόνο. Αργότερα - ειρωνεία πάνω στην ειρωνεία - ο Δρ. Γούλεϊ έγινε, λόγω της θέσης του ως Βασιλικού Αστρονόμου, ηγετικό μέλος της επιτροπής που συνεβούλευε τη Βρεταννική κυβέρνηση σε θέματα διαστημικής έρευνας. Τα αισθήματα εκείνων που επί μία γενιά είχαν προσπαθήσει να κινήσουν το ενδιαφέρον του Ηνωμένου Βασιλείου για το διάστημα [Λέγε με Άρθουρ - σ.τ.μ.] μπορεί εύκολα να τα φανταστεί κανείς.*

---

* Αποδίδοντας τα δίκαια στον Dr. Wooley, θα ήθελα να καταγράψω ότι η βιβλιοκριτική του το 1936 περιείχε μιά πρόταση - πιθανότατα για πρώτη φορά - πως οι πύραυλοι θα μπορούσαν να συνεισφέρουν στην αστρονομική γνώση, κάνοντας παρατηρήσεις στο υπεριώδες φως, πέραν του απορροφητικού πετάσματος της γήινης ατμόσφαιρας. Χάρη στα περιφερόμενα Αστρονομικά Παρατηρητήρια και τους διαδόχους τους, αυτή η ιδέα δικαιώθηκε πλήρως.

Ακόμα κι εκείνοι που είχαν υποδείξει ότι οι πύραυλοι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για πιο ταπεινούς, αλλά πολύ πιο αξιόμεμπτους, σκοπούς απορρίφθηκαν από τις επιστημονικές αρχές - εκτός από τη Γερμανία και τη Ρωσία.

Όταν η ύπαρξη των V2, με βεληνεκές 320 χιλιομέτρων, αποκαλύφθηκε σ' έναν έκπληκτο κόσμο, υπήρξε σοβαρός προβληματισμός για διηπειρωτικά βλήματα. Αυτός συντρίφτηκε για καλά από τον Dr. Vannevar Bush, τον πολίτη στρατηγό της επιστημονικής πολεμικής επιχείρησης των Η.Π.Α., στην κατάθεσή του ενώπιον μιάς Επιτροπής της Γερουσίας, στις 3 Δεκεμβρίου του 1945. Ακούστε:

*Πολλά έχουν ειπωθεί για ένα πύραυλο υψηλής γωνίας, με βεληνεκές 4800 χιλιόμετρα. Κατά τη γνώμη μου, τέτοιο πράγμα είναι αδύνατο για πολλά χρόνια. Οι άνθρωποι που γράφουν αυτά τα πράγματα, που με ενοχλούν, μιλούν για ένα πύραυλο υψηλής γωνίας, με βεληνεκές 4800 χιλιόμετρα, εκτοξευόμενο από μία ήπειρο σε άλλη, μεταφέροντας μιά ατομική βόμβα και κατευθυνόμενο έτσι, ώστε να είναι ένα ακριβές όπλο, που θα έπεφτε ακριβώς σ' ένα συγκεκριμένο στόχο, όπως είναι μία πόλη.*

*Σας λέω, τεχνικώς, νομίζω ότι κανένας στον κόσμο δεν ξέρει πώς να το κάνει αυτό, κι αισθάνομαι πεπεισμένος ότι δε θα συμβεί για πολύ μακρό χρονικό διάστημα... Νομίζω πως μπορούμε να το βγάλουμε από το μυαλό μας. Εύχομαι να το βγάλει από το μυαλό του το Αμερικανικό κοινό.*

*Ο Βέρνερ φον Μπράουν επιδεικνύει ένα μοντέλο του πυραύλου V2*

Λίγους μήνες νωρίτερα (το Μάιο του 1945) ο λόρδος Τσέργουελ, επιστημονικός σύμβουλος του Πρωθυπουργού Ουίνστον Τσόρτσιλ, είχε εκφράσει παρόμοιες απόψεις σε συζήτηση στη Βουλή των Λόρδων. Ήταν αναμενόμενο, διότι ο Τσέργουελ ήταν ένας εξαιρετικά συντηρητικός και προκατειλημμένος επιστήμονας, που είχε συμβουλεύσει την κυβέρνηση πως ο ίδιος ο V2 ήταν μόνο μια προπαγανδιστική φήμη.

Στη συζήτηση του Μαΐου του 1945 επί της αμύνης, ο λόρδος Τσέργουελ εντυπωσίασε τους ομότιμούς του με μία εντυπωσιακή επίδειξη αριθμητικής με το μυαλό, με την οποία ορθώς συνεπέρανε ότι ένας πύραυλος πολύ μεγάλου βεληνεκούς θα έπρεπε να συνίσταται κατά 90% από καύσιμα, και επομένως θα είχε αμελητέο ωφέλιμο φορτίο. Το συμπέρασμα που άφησε να εννοηθεί από τους ακροατές του ήταν ότι ένα τέτοιο κατασκεύασμα δε θα ήταν πρακτικό.

Αυτό ήταν αλήθεια την άνοιξη του 1945, αλλά όχι πια το καλοκαίρι. Ένα εκπληκτικό χαρακτηριστικό της συζήτησης στη Βουλή των Λόρδων είναι ο αφρόντιστος τρόπος με τον οποίο οι πολύ ενημερωμένοι ευγενείς χρησιμοποιούσαν την έκφραση “ατομική βόμβα”, σε μια εποχή που αυτό ήταν το καλύτερα φυλασσόμενο πολεμικό μυστικό. (Η δοκιμή στο Alamogordo ήταν ακόμα δύο μήνες στο μέλλον.) Η Ασφάλεια θα πρέπει να έφριξε, και ο λόρδος Τσέργουελ - που, φυσικά, ήξερε τα πάντα για το “Πρόγραμμα Μανχάταν” [κωδική ονομασία για το πρόγραμμα κατασκευής της ατομικής βόμβας - σ.τ.μ.] - δικαιολογημένα είπε στους ερωτώντες συναδέλφους του να μη πιστεύουν όλα όσα ακούν, αν και, σ' αυτή την περίπτωση, συνέβαινε να είναι αληθινά.

Όταν ο Δρ. Μπους μίλησε στην επιτροπή της Γερουσίας, το Δεκέμβριο του ιδίου έτους, το μόνο σημαντικό μυστικό για την ατομική βόμβα ήταν ότι ζύγιζε πέντε τόνους. Οποιοσδήποτε θα μπορούσε τότε να βρει με το μυαλό του, όπως είχε κάνει ο λόρδος Τσέργουελ, ότι ένας πύραυλος που θα μπορούσε να τη μεταφέρει σε διηπειρωτικές αποστάσεις θα έπρεπε να ζυγίζει περίπου 200 τόνους - έναντι των δεκατεσσάρων μόνο των τρομακτικών V2.

Το αποτέλεσμα ήταν η μεγαλύτερη Αποτυχία του Νεύρου σ' όλη την ιστορία, που άλλαξε το μέλλον του κόσμου - στην πραγματικότητα, πολλών κόσμων. Αντιμέτωπες με τα ίδια δεδομένα και τους ίδιους υπολογισμούς, οι τεχνολογίες της Αμερικής και της Ρωσίας ακολούθησαν διαφορετικούς δρόμους. Το Πεντάγωνο - υπόλογο στον φορολογούμενο - πρακτικά εγκατέλειψε τους πυραύλους μεγάλου βεληνεκούς για σχεδόν μια πενταετία, μέχρις ότου η εξέλιξη των θερμοπυρηνικών βομβών κατέστησε εφικτή την κατασκευή κεφαλών πέντε φορές ελαφρότερων, κι όμως πενήντα φορές καταστροφικότερων, από το πυροτέχνημα που είχε πέσει στη Χιροσίμα. [Ναι, αγανακτεί και ο μεταφραστής για την άτοπη χρήση της λέξης "πυροτέχνημα" για κάτι που επέφερε τόσο τραγική καταστροφή.]

Οι Ρώσοι δεν είχαν τέτοιες αναστολές. Αντιμέτωποι με την ανάγκη κατασκευής ενός πυραύλου 200 τόνων, προχώρησαν στην κατασκευή του. Την εποχή που τελειοποιήθηκε, δεν τους χρειαζόταν πλέον για πολεμικούς σκοπούς, διότι οι Σοβιετικοί φυσικοί είχαν παρακάμψει το αδιέξοδο της ενός δισεκατομμυρίου δολαρίων βόμβας τριτίου των Η.Π.Α., και είχαν πάει κατ' ευθείαν στην πολύ

φθηνότερη βόμβα λιθίου. Έχοντας υποστηρίξει λάθος άλογο στην βαλλιστική, οι Ρώσοι το έβαλαν να τρέξει σε πολύ σημαντικότερο αγώνα - και κέρδισαν στην κούρσα του Διαστήματος.

Από τα πολλά διδάγματα που μπορούν να αντληθούν απ' αυτή τη φέτα της πρόσφατης ιστορίας, εκείνο που θέλω να υπογραμμίσω είναι το εξής: Οτιδήποτε είναι θεωρητικώς εφικτό θα γίνει στην πράξη, ανεξάρτητα από τις τεχνικές δυσκολίες, αν είναι εκ παρκώς επιθυμητό. Δεν είναι επιχείρημα εναντίον ενός εγχειρήματος να λέμε "Η ιδέα ανήκει στη σφαίρα της φαντασίας!" Τα περισσότερα από τα όσα έχουν πραγματοποιηθεί στα τελευταία πενήντα χρόνια ανήκαν στη σφαίρα της φαντασίας, και μόνον υποθέτοντας ότι θα εξακολουθήσουν να ανήκουν έχουμε κάποια ελπίδα να προβλέψουμε το μέλλον..

Για να το πετύχουμε αυτό - ν' αποφύγουμε την Αποτυχία του Νεύρου, για την οποία η ιστορία επιβάλλει αδυσώπητη ποινή, πρέπει να έχουμε το θάρρος να ακολουθούμε όλες τις τεχνικές προεκτάσεις στη λογική τους κατάληξη. Κι αυτό δεν είναι αρκετό, όπως θα δείξω τώρα. Για να προβλέψουμε το μέλλον χρειαζόμαστε λογική. Αλλά χρειαζόμαστε επίσης και πίστη και φαντασία, που μπορούν κάποτε να ξεπερνούν τη λογική.

(Συνεχίζεται)

*Κωνσταντίνος Μελίδης*
*Επίκ. Καθηγητής Τμήματος Φυσικής*

## Είπαν...

*Ποιος στο διάολο θέλει να ακούει τους ηθοποιούς να μιλούν;*

(Ο H. M. Warner, ένας των Warner Brothers, περί του "ομιλούντος" κινηματογράφου, 1927)

*Χαίρομαι, που αυτός που θα σπάσει τα μούτρα του θα είναι ο Κλαρκ Γκέμπλ, και όχι ο Γκάρι Κούπερ.*

(Ο Γκάρι Κούπερ, περί της αποφάσεώς του να μη δεχθεί το ρόλο του πρωταγωνιστή στην ταινία "Όσα παίρνει ο άνεμος", 1938)

*Θα χρειαστούν πολλά χρόνια – πάντως, όχι όσο ζω – μέχρι να γίνει πρωθυπουργός μια γυναίκα.*

(Η κα. Μάργκαρετ Θάτσερ, το 1974. Πέντε χρόνια αργότερα, έγινε πρωθυπουργός του Ηνωμένου Βασιλείου, και παρέμεινε επί 11½ συναπτά χρόνια.)

*Δε μας αρέσει ο ήχος τους. Εξ άλλου, η κιθάρα ως κύριο μουσικό όργανο "ξεφτίζει".*

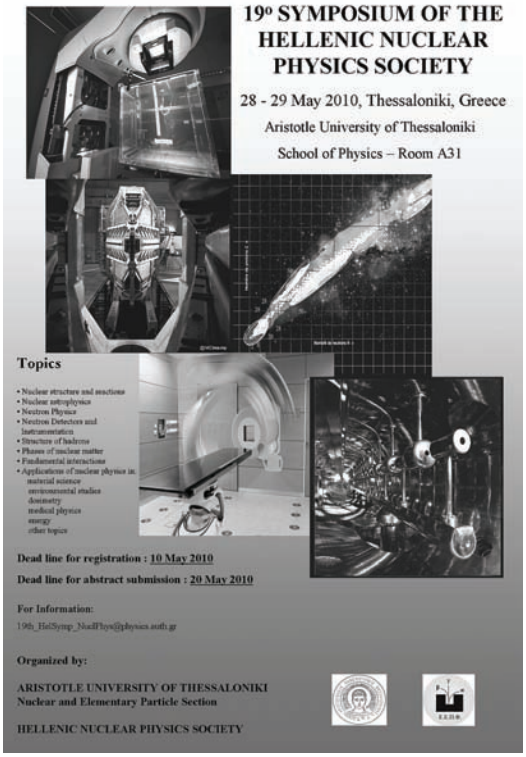
(Οι "αρμόδιοι" της εταιρείας Decca, απορρίπτοντας τους Beatles, 1962)

*Κωνσταντίνος Μελίδης*
*Επίκ. Καθηγητής Τμήματος Φυσικής*

## Συνέδρια

### Το 19ο Συμπόσιο της Ελληνικής Εταιρίας Πυρηνικής Φυσικής

Ο Τομέας Πυρηνικής Φυσικής και Φυσικής Στοιχειωδών Σωματιδίων του Τμήματος Φυσικής του ΑΠΘ διοργάνωσε το διήμερο 28-29 Μαΐου 2010 στους χώρους του Τμήματος το "19th Symposium of the Hellenic Nuclear Physics Society". Πρόκειται για το ετήσιο συμπόσιο της Ελληνικής Εταιρείας Πυρηνικής Φυσικής και οι εργασίες του, πειραματικές και θεωρητικές, καλύπτουν τόσο θέματα βασικής έρευνας, όσο και πολλά θέματα εφαρμογών της Πυρηνικής Φυσικής, από την Ιατρική Φυσική και τη Δοσιμετρία, μέχρι την Ενέργεια και το Περιβάλλον.



## XXVIII Workshop on Recent Advances in Particle Physics and Cosmology (HEP 2010)

Το XXVIII Workshop on Recent Advances in Particle Physics and Cosmology (HEP 2010), μαζί με την ετήσια συνέλευση και τις αρχαιρεσίες της Ελληνικής Εταιρείας Σπουδών Φυσικής Υψηλών Ενεργειών (ΕΕΣΦΥΕ), πραγματοποιήθηκαν φέτος στο Τμήμα μας από 15-28 Μαρτίου 2010.

Μεταξύ των προσκεκλημένων ομιλητών ήσαν οι Tsesmelis Emmanuel (CERN - LHC), Jenni Peter (CERN), Foka Yiota (CERN - ALICE), Semertzidis Yiannis (Brookhaven National Laboratory), Antoniadis Ignatios (CERN), Mavromatos Nikolaos (King's College London, University of London).

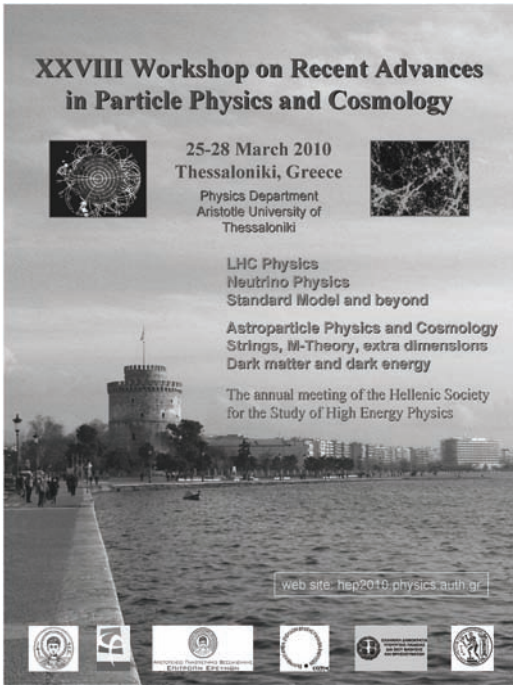
Το συμπόσιο παρακολούθησαν συνολικά 197 σύνεδροι, εκ των οποίων 95 φοιτητές του ΑΠΘ και 2 εκτός ΑΠΘ.

Έγιναν συνολικά 62 ομιλίες και επιπλέον:

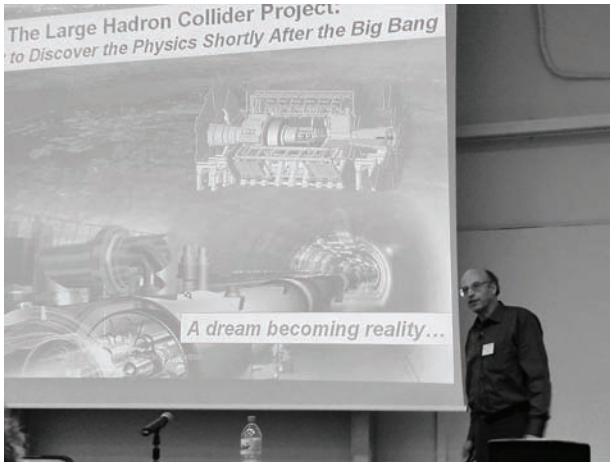
- Εκδήλωση της Πρυτανείας για το CERN με 3 ομιλητές
- Δείπνο σε κεντρική ταβέρνα (περί τους 100 συνδαιτυμόνες)
- Ετήσια συνέλευση ΕΕΣΦΥΕ – Απολογισμός και Εκλογές

Εκτός από την Επιστημονική και Οργανωτική Επιτροπή του Συμποσίου, στην επιτυχή διεξαγωγή του συνέβαλαν ουσιαστικά οι εξής φοιτητές (με αλφαβητική σειρά):

Αθανασίου Σωτήρης,
Βασιλειάδης Απόστολος,
Γκόγκου Δήμητρα
Δημάρατος Αλέξανδρος
Ζαχαρής Πάνος
Ζογλοπίτου Λυδία
Καρούμπης Χρήστος




Κακλαμάνος Γιώργος
Κελεγκούρη Λαμπρινή
Μανούσος Θανάσης (webmaster)
Συρόπουλος Βασίλης.



# Το Θέατρο στο ΑΠΘ: *Πέντε Σιωπές*

Το θέατρο είναι μία από τις δραστηριότητες που σίγουρα ενδιαφέρει τους φοιτητές του Τμήματος Φυσικής. Έτσι, εκτός από την Θεατρική Ομάδα Φυσικού που λειτουργεί από το 1994, φοιτητές του Τμήματος συμμετέχουν και στη νέα Διατμηματική Ομάδα "**Θεατρόφονοι**", που δημιουργήθηκε πρόσφατα και αποτελείται από φοιτητές διαφόρων τμημάτων του πανεπιστημίου.

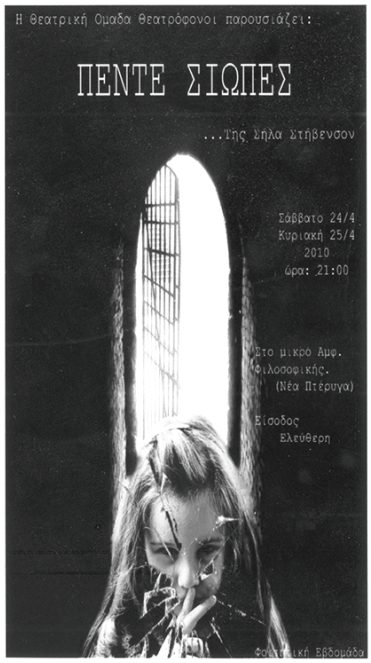
Οι "Θεατρόφονοι" ανέβασαν το Σάββατο 24/4 και την Κυριακή 25/4, το έργο "Πέντε σιωπές" (Five kinds of silence) της Σήλα Στήβενσον, στο Αμφιθέατρο της Νέας Πτέρυγας, στη Φιλοσοφική Σχολή Α.Π.Θ. Το αμφιθέατρο ήταν κατάμεστο από νέους ανθρώπους και η παράσταση χειροκροτήθηκε με πολλή θέρμη. Το θέμα του έργου ήταν ο φόβος, η αδυναμία και η σιωπή που διαιωνίζουν την καταθλιπτική καθημερινότητα που μπορεί να βιώνει ο άνθρωπος, σε μια ζωή που φτάνει να αποτελεί "ύβρη" και που η έξοδος από το τέλμα της γίνεται κάποτε με όρους τραγικής "κάθαρσης".

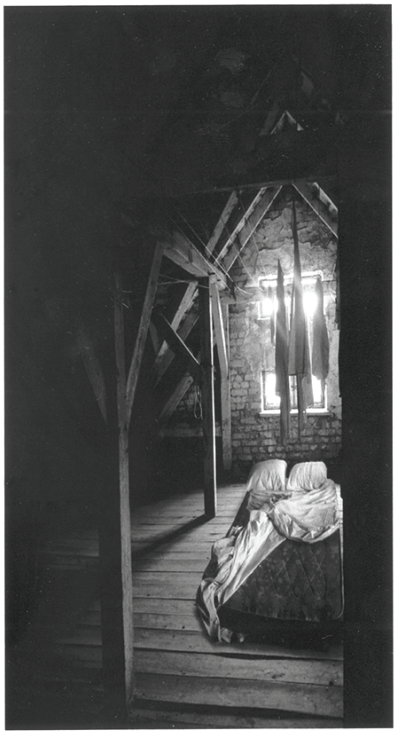
Η σκηνοθεσία ήταν του Μάριου Ζαχαρίου και η μουσική επιμέλεια του Ράλλη Βονοφακίδη. Έπαιξαν οι:

Ιωάννα Μαρία Ζούγρου, Γεωργία Παναγιωτίδου, Ελένη Λόγκου, Μάριος Ζαχαρίου, Θέμης Λαζάρου, Βασίλης Μήτος, Αλέξανδρος Μούκας και Πηνελόπη Παπαγιαννακοπούλου.

Στην παράσταση συνέβαλαν επίσης, η Λήδα Μπατσή και ο Πάνος Δεληνικόπουλος (φωτισμοί), ο Γιώργος Βορδός (αφίσα), ο Μπάμπης Τσιμώρης και ο Δημήτρης Προύσαλης (κονσόλα), ο Μπάμπης Τσιμώρης (ηχογραφήσεις) και η Γεωργία Καραουλάνη (μακιγιάζ). Τα σκηνικά και τα κοστούμια επιμελήθηκε όλη η ομάδα.

*Αναστάσιος Λιόλιος*



24/4 & 25/4 2010 στις 21:30
Στο αμφιθέατρο Νέας Πτέρυγας
Φιλοσοφική ΑΠΘ

# Εκθετήριο Τεχνολογίας των Αυτοκινήτων

Αφορμή για τη δημιουργία του σημερινού Εκθετηρίου της Τεχνολογίας Αυτοκινήτων στάθηκε η παραχώρηση, από το Δημήτρη Ζάννα, ενός Trojan Leyland που είχε κατασκευαστεί στις αρχές της δεκαετίας του '20 και αργότερα ενός Ford A
του 1929. Πρόκειται για δύο κλασικά αυτοκίνητα μεγάλης ιστορικής αξίας, που κανένας δε μένει ασυγκίνητος στη θέα τους.

Πρωταρχικός στόχος του Εκθετηρίου είναι η γνωριμία των επισκεπτών με την ιστορία, την εξέλιξη της τεχνολογίας και το σχεδιασμό των οχημάτων. Οι επισκέπτες μέσα από την έκθεση μπορούν να μεταφερθούν σε ανάλογες εποχές και να αισθανθούν τον ενθουσιασμό και τα ερεθίσματα των δημιουργών τους σε συνάρτηση με τη σχέση «άνθρωπος και αυτοκίνητο».

Το Εκθετήριο δίνει τη δυνατότητα στους επισκέπτες να θυμηθούν αυτοκίνητα που υπήρξαν «σταθμοί» στην ιστορία της αυτοκίνησης, να γνωρίσουν ξεχωριστά μοντέλα και να συγκρίνουν τις τάσεις του παρελθόντος με αυτές του παρόντος και ενδεχομένως του μέλλοντος.

Συνδυάζοντας την σύγχρονη αντίληψη με την παράδοση, στο Εκθετήριο παρουσιάζονται 30 αυτοκίνητα και μοτοσικλέτες από τη συλλογή του Μουσείου.

Η έκθεση αποτελείται από τις εξής 5 κύριες θεματικές ενότητες, με βάση τα 5 κορυφαία αυτοκίνητα του 20ου αιώνα, όπως αναδείχθηκαν από ψηφοφορία που πραγματοποιήθηκε το 1999 μεταξύ 126 δημοσιογράφων και ειδικών, αλλά και με διαδικτυακή συμμετοχή του κοινού.

- FORD "T" - Μαζική Παραγωγή
- MINI - Πόλη και Περιβάλλον
- CITROEN DS - Τεχνολογικές Εξελίξεις
- VOLKSWAGEN BEETLE - Σχεδιασμός και Κοινωνία
- PORSCHE 911 - Ταχύτητα

Το εκθετήριο της Τεχνολογίας των Αυτοκινήτων είναι ένα απο τα τρία μόνιμα εκθετήρια του Μουσείου.

6ο χλμ Θεσσαλονίκης – Θέρμης
Τηλέφωνο: 2310 483 000 - Fax: 2310 483 020
info@noesis.edu.gr - www.noesis.edu.gr

ΚΕΝΤΡΟ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ & ΜΟΥΣΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

*Το 7ο Διεθνές Συνέδριο Νανοεπιστημών και Νανοτεχνολογιών (NN10) και το αντίστοιχο 4ο Διεθνές Θερινό Σχολείο N&N (ISSON-10), που όπως κάθε χρόνο, διοργανώνονται από το Τμήμα Φυσικής του ΑΠΘ, φέτος θα διεξαχθούν παράλληλα στην Ουρανούπολη Χαλκιδικής, από τις 10-17 Ιουλίου 2010. Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στην ιστοσελίδα* **http://nnconf.physics.auth.gr**

## ΟΡ.Ο.ΦΥ. – Εκδρομή στο Χορτιάτη

*Η Ορειβατική Ομάδα Φυσικού συνέχισε τις εκδρομές της στα βουνά. Μία από τις κοντινές βόλτες της ήταν αυτή στον Χορτιάτη, στις 21 Μαρτίου 2010, όπου έλαβαν μέρος οι:*

*Τηλέμαχος Αθανασιάδης, Γεώργιος Σκουρτιάς, Αθανάσιος Μυρίσας – Μαγκούνης, Ειρήνη Μπουλινάκη, Γρηγόρης Σατανάκης, Ιωάννα Ελευθεριάδου, Φανή Δερβένη, Θάλεια Τραϊανού, Δημήτρης Μαυροματάκης, Χαρίτων Πολάτογλου, Σωτήρης Σωτηριάδης, Ιωάννης Κατσιούλας, Χρήστος Ελευθεριάδης, Αναστάσιος Λιόλιος και Γιώργος Κεσισίδης.*

## Η εξήγηση του quiz του Τεύχους 8

*Η φωτογραφία δημοσιεύτηκε στο "Astronomy Picture of the Day" της 21ης Οκτωβρίου 2009, με τίτλο* ***Martian Dust Devil Trails*** *(credits: HiRISE, MRO, LPL (U. Arizona), NASA, http://apod.nasa.gov/apod/ap091021.html)*

*Όπως εξηγείται στη λεζάντα, πρόκειται για φωτογραφία της επιφάνειας του πλανήτη Άρη, όπου τα μυστηριώδη ίχνη ενδέχεται να έχουν δημιουργηθεί από αεροδίνες σκόνης που σχηματίζονται λόγω τοπικής θέρμανσης της ατμόσφαιρας.*