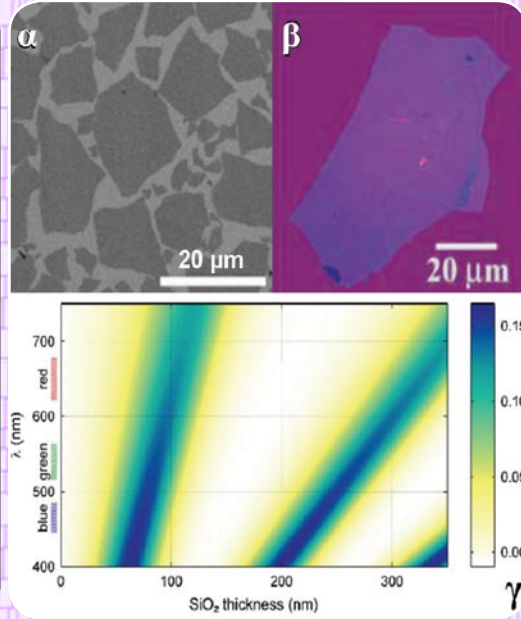
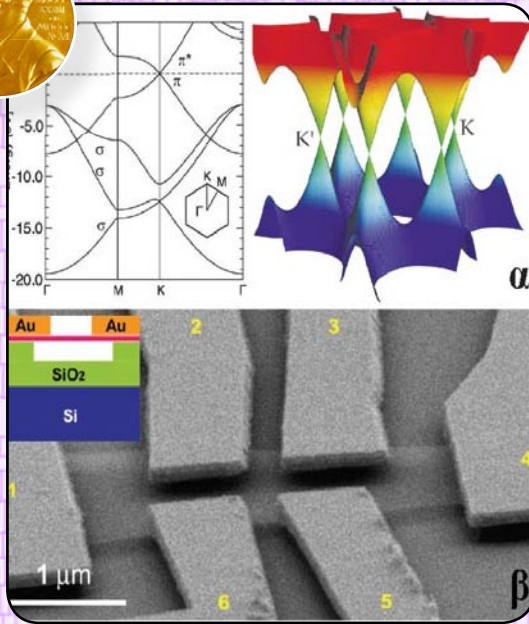


Περίοδος Δ' • Τεύχος 11 • Δεκέμβριος 2010

αινόμενον:::

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



Οι θαυμαστές ιδιότητες του γραφενίου



Εργαστήρια
και Μέση
Εκπαίδευση



Αστρονομία στον Χολομόντα



Κακόβουλο
λογισμικό



LASER
στην
ιατρική



ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΝ

**Περίοδος Δ' - Τεύχος 11
Δεκέμβριος 2010**

**Περιοδική έκδοση
του Τμήματος Φυσικής Α.Π.Θ.
(Προεδρία Κ. Μανωλικά)**

Συντακτική Ομάδα

Αναστάσιος Λιόλιος
(Αν. Καθηγητής Τμ. Φυσικής)
Κωνσταντίνος Ευθυμιάδης
(Αν. Καθηγητής Τμ. Φυσικής)
Χρήστος Ελευθεριάδης
(Αν. Καθηγητής Τμ. Φυσικής)
Χαρίτων Πολάτογλου
(Αν. Καθηγητής Τμ. Φυσικής)
Αλεξάνδρα Ιωαννίδου
(Επίκ. Καθηγήτρια Τμ. Φυσικής)
Ιωάννης Στούμπουλος
(Επίκ. Καθηγητής Τμ. Φυσικής)
Μάκης Αγγελακέρης
(Επίκ. Καθηγητής Τμ. Φυσικής)
Γεώργιος Καϊμακάκης
(ΙΔΑΧ Τμ. Φυσικής)
Δημήτρης Ευαγγελινός
(Υπ. Διδάκτωρ Τμ. Φυσικής)
Γεώργιος 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. Διδάκτωρ Τμ. Φυσικής)

Στο τεύχος αυτό συνεργάστηκαν

Μαρία Ζαμάνη-Βαλασιάδου
Καθηγήτρια Τμ. Φυσικής
Γεώργιος Θεοδώρου
Καθηγητής Τμ. Φυσικής
Ιωάννης Σειραδάκης
Καθηγητής Τμ. Φυσικής
Νικόλαος Σπύρου
Καθηγητής Τμ. Φυσικής
Κωνσταντίνος Μελίδης
Επίκ. Καθηγητής Τμ. Φυσικής
Ιωάννης Αρβαντιδής
Επίκ. Καθ. ΑΤΕΙΘ
Δημήτριος Μαυρομματάκης
Υπεύθ. ΕΚΦΕ Μ. Εκπαιδευσης
Μάγδα Γκουμπανισά
Μεταπτ. φοιτήτρια Τμ. Φυσικής
Χρύσα Αβδελλίδου
Φοιτήτρια Τμ. Φυσικής
Παναγιώτης Ιωαννίδης
Φοιτητής Τμ. Φυσικής
Βρυώνης Χαραλάμπους
Φοιτητής Τμ. Φυσικής

Σημείωμα της σύνταξης

Όπως είχαμε υποσχεθεί, στο παρόν τεύχος δίνεται έκταση στο θέμα του γραφενίου, του “μαγικού” νέου υλικού, για τις μελέτες του οποίου δόθηκε το Νόμπελ Φυσικής 2010. Έμφαση όμως δίνεται και στις ελληνικές επιτυχίες ... αστρο-ολυμπιακών διαστάσεων (!), στις οποίες συνέβαλε καθοριστικά το Τμήμα Φυσικής με τις δραστηριότητές του, όχι μόνο στην πανεπιστημιούπολη αλλά και “παίρνοντας τα βουνά” (και συγκεκριμένα στο παρατηρητήριό του, στον Χολομώντα Χαλκιδικής). Ας τονιστεί επίσης ότι, αυτή τη φορά, στην ύλη του περιοδικού συνέβαλλαν, σε μεγάλο βαθμό, οι φοιτητές του Τμήματος με άρθρα τους, αλλά και με ένα σημείωμα εκ βαθέων, που βάζει το δάχτυλο “επί τον τύπον των ήλων”.

Η ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ολυμπιάδα Αστρονομίας και Αστροφυσικής.....	1
Αστρονομικός Σταθμός Χολομώντα.....	2
Μελέτη αστεροειδών της κύριας ζώνης.....	3
Αναζήτηση και μελέτη εξωηλιακών πλανητών.....	4
Γραφένιο, ο άνθρακας στις δύο διαστάσεις.....	6
Πιθανές και ... απίθανες χρήσεις του γραφενίου.....	10
Διαδοχικές βελτιώσεις.....	12
Τελετή υποδοχής των πρωτοετών.....	14
Ορκωμοσία Πτυχιούχων Φυσικής.....	16
Νουθεσίες προς νέους Πτυχιούχους Φυσικούς.....	17
Εφαρμογές των λέιζερ στην ιατρική.....	20
Η επιστημονική διαμάχη των Shapley και Curtis.....	22
Αντιμέτωπος με το Εργαστήριο Φυσικής στο σχολείο.....	24
Κακόβουλο λογισμικό και προστασία.....	27
A. C. Clark, Profiles of the future (4ο μέρος).....	30
Φοιτητικό βήμα.....	32
Οικολογική Ομάδα Φοιτητών Φυσικού.....	32



ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

Τάσος Λιόλιος (σελ. 14, 15, 24, 25, 32, οπισθόφυλλο)

ΕΙΚΟΝΕΣ ΕΞΩΦΥΛΛΟΥ (COVER PAGE)
από τα άρθρα του τεύχους



ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΑ

Το δημοσιευμένο 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, διασκευάσετε 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/>

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

Το **Φαινόμενον** τυπώθηκε από την COPY CITY ΕΠΕ σε 1000 τεύχη με τεχνολογία φιλική προς το περιβάλλον



Δύο χάλκινα μετάλλια και μια τιμητική διάκριση απέσπασαν οι μαθητές που συμμετείχαν στην Ολυμπιάδα Αστρονομίας και Αστροφυσικής στο Πεκίνο, 12-21 Σεπτεμβρίου 2010.

Πριν από τρεις μήνες περίπου, την Τετάρτη 22 Σεπτεμβρίου 2010, επέστρεψε η ελληνική αποστολή που εκπροσώπησε τη χώρα μας στην 4η μαθητική Ολυμπιάδα Αστρονομίας και Αστροφυσικής, η οποία πραγματοποιήθηκε στο Πεκίνο, από 12 έως και 21 Σεπτεμβρίου. Στη διοργάνωση συμμετείχαν πέντε μαθητές, μετά από εξετάσεις σε πανελλήνια κλίμακα, που οργάνωσε η Εταιρεία Αστρονομίας και Διαστήματος στο Βόλο, στις οποίες συμμετείχαν 150 περίπου Έλληνες μαθητές από όλη τη χώρα και το εξωτερικό. Τους συνόδευαν οι Καθηγητές Γιάννης Σειραδάκης (από το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο της Θεσσαλονίκης) και Λουκάς Ζαχείλας (από το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας), που είχαν την κύρια ευθύνη της αποστολής, καθώς επίσης και η Μαρία Κονταξή (από το Ειδικό και Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας) ως παρατηρήτρια.

Οι πέντε μαθητές, κατά σειρά επιτυχίας στο διαγωνισμό του Βόλου, ήταν οι: **Ορφέας Βουτουράς** από την Αθήνα, ο **Γιώργος Λιούτας** από τα Τρίκαλα, ο **Νίκος Φλεμοτόμος** επίσης από την Αθήνα, η **Δέσποινα Παζούλη** από τη Δράμα και ο **Στέφανος Τύρος** από την Καλαμάτα.

Ας σημειωθεί ότι, αμέσως μετά την επιστροφή τους, ο Ορφέας Βουτουράς και ο Γιώργος Λιούτας, έμαθαν ότι είχαν εισαχθεί, ως αριστούχοι, στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Στην οργάνωση της αποστολής κύριο λόγο είχε ο κύριος Ζαχείλας και η κυρία Κονταξή. Τη θεωρητική προετοιμασία των μαθητών είχε αναλάβει ειδική ομάδα, επικεφαλής της οποίας ήταν οι Καθηγητές Γιάννης Σειραδάκης, Χαράλαμπος Βάρβογλης και Κωνσταντίνος Μελίδης του Τμήματος Φυσικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου. Για την πρακτική προετοιμασία υπεύθυνοι ήταν οι φοιτητές του Τμήματος Φυσικής του Α.Π.Θ., Γιώργος Βαλογιάννης, Άγγελος Τσιάρας, Παναγιώτης Ιωαννίδης, Χρύσα Αβδελλίδου και ο Θεσσαλονικιός

ερασιτέχνης αστρονόμος Αριστείδης Βούλγαρης. Εκ μέρους της Εταιρείας Αστρονομίας και Διαστήματος, ειδικά μαθήματα δίδαξαν ο Καθηγητής Χρ. Ξενάκης και ο φοιτητής του Πανεπιστημίου Αιγαίου Αλ. Φιλοθόδωρος.

Το Υπουργείο Παιδείας, αναγνωρίζοντας τη σημασία της αποστολής, ανέ-

ούτας, ανέβηκαν στο βήθρο, αποσπώντας **χάλκινα μετάλλια**. Στο βήθρο επίσης ανέβηκε ο Νίκος Φλεμοτόμος με **τιμητική διάκριση**.

“Η Αστρονομία μου αρέσει γιατί συνδυάζει στοιχεία από τις αγαπημένες μου επιστήμες, τη Φυσική και τα Μαθηματικά” δηλώνει στο ΒΗΜΑ



Η ελληνική αποστολή μπροστά από την είσοδο του Πλανηταρίου του Πεκίνου, λίγο πριν την έναρξη της Ολυμπιάδας. Οι μαθητές και οι συνοδοί φορούν την επίσημη εθνική ενδυμασία. Από αριστερά προς τα δεξιά: Μαρία Κονταξή, Γιάννης Σειραδάκης, Νίκος Φλεμοτόμος, Γιώργος Λιούτας, Δέσποινα Παζούλη, Ορφέας Βουτουράς, Στέφανος Τύρος, Λουκάς Ζαχείλας.

λαβε, όπως κάθε χρόνο, τα έξοδα μετάβασης και επιστροφής της αποστολής, ενώ τα τοπικά έξοδα ανέλαβε η διοργανώτρια χώρα. Σημαντική ήταν και η προσφορά του Ιδρύματος Λάτση (έξοδα μεταφοράς και διατροφής) με την οποία έγινε δυνατή η προετοιμασία των μαθητών, στη Μονή Πάου του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και στις Πανεπιστημιακές εγκαταστάσεις του ΑΠΘ στο Χολομώντα Χαλκιδικής. Αξίζει να σημειωθεί η σημαντική βοήθεια του Δασάρχη κ. Γ. Πανουργιά για την άψογη φιλοξενία στις παραπάνω εγκαταστάσεις.

Δύο μαθητές της ελληνικής ομάδας, οι Ορφέας Βουτουράς και Γιώργος Λι-

ο Ορφέας Βουτουράς, ενώ ο Γιώργος Λιούτας δηλώνει ότι “στόχος μου είναι να ακολουθήσω σπουδές Φυσικής και από εκεί να ακολουθήσω μεταπτυχιακές σπουδές στον τομέα της Αστρονομίας”.

Σε αντίθεση με τις παλαιότερες και καθιερωμένες Ολυμπιάδες Μαθηματικών, Φυσικής κ.α., όσοι διακρίνονται στις Ολυμπιάδες Αστρονομίας και Αστροφυσικής δεν κερδίζουν το δικαίωμα να εγγραφούν χωρίς εξετάσεις στις αντίστοιχες Πανεπιστημιακές Σχολές. “Και τα πέντε παιδιά που έλαβαν μέρος στην Ολυμπιάδα του Πεκίνου θα τα κατάφερναν ούτως ή αλλιώς σε οποιοσο-

δήποτε εξετάσεις και αν συμμετείχαν. Αν όμως δοθεί αυτό το κίνητρο, ίσως να δημιουργηθεί ευρύτερο ενδιαφέρον για την επιστήμη της Αστρονομίας, κάτι από το οποίο η χώρα μας μόνο να κερδίσει μπορεί. Από αυτά τα παιδιά θα προέλθουν οι αυριανοί κορυφαίοι επιστήμονες” δηλώνει ο κ. Σειραδάκης.



Οι μαθητές οι οποίοι απέσπασαν τα δύο μετάλλια και την τιμητική διάκριση μαζί με τους συνοδούς καθηγητές της Ολυμπιάδας. Από αριστερά προς τα δεξιά: Λουκάς Ζαχείλας (συνοδός καθηγητής), Ορφέας Βουτυράς (χάλκινο μετάλλιο), Νίκος Φλεμοτόμος (τιμητική διάκριση), Γιώργος Λιούτας (χάλκινο μετάλλιο), Γιάννης Σειραδάκης (συνοδός Καθηγητής)

Στην 4η Ολυμπιάδα Αστρονομίας και Αστροφυσικής συμμετείχαν είκοσι δύο χώρες από την Ευρώπη, την Ασία και τη Ν. Αμερική, με 120 περίπου μαθητές. Πρόκειται για τους 120 καλύτερους μαθητές που επελέγησαν να εκπροσωπήσουν τις χώρες τους από όλο τον κόσμο. Ο μαθητής που πρώτευσε στην Ολυμπιάδα –Πολωνός– επέλυσε το 90% των θεμάτων, ενώ οι πρώτοι Έλληνες που διακρίθηκαν, έλυσαν πάνω από το 75%. Ας σημειωθεί ότι εάν έλυναν το 78% θα επέστρεφαν “ασημένιο”.

Η 5η Ολυμπιάδα Αστρονομίας και Αστροφυσικής θα πραγματοποιηθεί στην πόλη Gdansk της Βαλτικής, στην Πολωνία, το Σεπτέμβριο του 2011, ενώ γίνονται προσπάθειες να αναλάβει η χώρα μας τη διοργάνωση της 7ης Ολυμπιάδας το 2013, με αναμενόμενη συμμετοχή 40 χωρών.

Γιάννης Σειραδάκης
Καθηγητής Τμήματος Φυσικής, Α.Π.Θ.



ΦΟΙΤΗΤΕΣ & ΕΡΕΥΝΑ

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΧΟΛΟΜΩΝΤΑ

Εδώ και αρκετά χρόνια, στο Εργαστήριο Αστρονομίας του ΑΠΘ, υπάρχει μια ομάδα Παρατηρησιακής Αστρονομίας η οποία απαρτίζεται από φοιτητές του Τμήματος Φυσικής, οι οποίοι πραγματοποιούν την πτυχιακή τους εργασία με τη βοήθεια και καθοδήγηση του Καθηγητή κ. Σειραδάκη.

Ο χώρος που επιλέχθηκε για την πραγματοποίηση των παρατηρήσεων είναι οι πανεπιστημιακές εγκαταστάσεις στο Δασαρχείο του όρους Χολομώντα, στη Χαλκιδική. Οι λόγοι για τους οποίους επιλέχτηκε αυτό το σημείο είναι η χαμηλή φωτορύπανση, το σχετικά μεγάλο υψόμετρο, αλλά, κυρίως, η ύπαρξη εγκαταστάσεων για τη φιλοξενία των οργάνων και των φοιτητών. Στο συγκεκριμένο χώρο, με συνεχή σχεδιασμό και δουλειά από τον τεχνικό του εργαστηρίου κ. Τσορλίνη, τον κ. Σειραδάκη και φυσικά με τη στήριξη του Δασάρχη του πανεπιστημιακού δάσους, κατασκευάστηκε πλατφόρμα και κουβούκλιο για το στήσιμο και την αποθήκευση του εξοπλισμού. Έτσι λοιπόν, το 2002 ο Αστρονομικός Σταθμός Χολομώντα έγινε πραγματικότητα και από τότε μια σειρά πτυχιακές εργασίες έλαβαν χώρα με επιτυχία και έγιναν αρκετές δημοσιεύσεις σε αστρονομικά περιοδικά!

Ο βασικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται τώρα είναι δύο τηλεσκόπια, ενώ μέσα στις επόμενες ημέρες, θα προστεθεί στο “στόλο” κι ένα ακόμα όργανο, το οποίο επίσης θα εξοπλιστεί πλήρως.

Γίνεται προσπάθεια να χρησιμοποιείται ο χώρος συνεχώς μέσα στη χρονιά, με μεγαλύτερη έμφαση τους καλοκαιρινούς μήνες.

Ο Αστρονομικός Σταθμός Χολομώντα είναι σαν μια δεύτερη σχολή για τους φοιτητές που συμμετέχουν. Εκτός από τις αστρονομικές γνώσεις που, είτε τις εξασκούμε, είτε τις μαθαίνουμε στην πράξη, μπαίνουμε και στη νοοτροπία του να αναλαμβάνεις ένα πείραμα και να το δουλεύεις ολόπλευρα. Αυτό συμπεριλαμβάνει τον εντοπισμό και τον σχεδιασμό του πειράματος, την καταγραφή των δεδομένων με όσο το δυνατό



Φωτογραφία, που τραβήχτηκε κατά το στάδιο της προετοιμασίας, της ελληνικής αποστολής για την Ολυμπιάδα Αστρονομίας, στις εγκαταστάσεις του ΑΠΘ στον Χολομώντα, Χαλκιδικής. Από αριστερά προς δεξιά: Γιώργος Λιούτας (Τρίκαλα), Ορφέας Βουτυράς (Αθήνα), Δέσποινα Παζούλη (Δράμα), Στέφανος Τύρος (Καλαμάτα), Νίκος Φλεμοτόμος (Αθήνα)

μεγαλύτερη ακρίβεια και τέλος, την ανάλυση αυτών και την εξαγωγή συμπερασμάτων από την άποψη της Φυσικής.

Τα θέματα πάνω στα οποία δουλεύουν τον τελευταίο καιρό κάποιοι φοιτητές στον Αστρονομικό Σταθμό, είναι η αναζήτηση νέων εξωηλιακών πλανητών, αλλά και η καταγραφή ήδη γνωστών εξωηλιακών πλανητών, για περαιτέρω μελέτη των φυσικών χαρακτηριστικών των συστημάτων τους, την αναζήτηση νέων μεταβλητών αστερών, τη μελέτη ήδη γνωστών μεταβλητών αστερών και την εύρεση της περιόδου περιστροφής αστεροειδών. Ακολουθούν δύο σχετικά άρθρα.

Χρύσα Αβδελίδου
Φοιτήτρια Τμήματος Φυσικής

Μελέτη αστεροειδών της κύριας ζώνης από τον Αστρονομικό Σταθμό Χολομώντα



Χρύσα Αρδελίδου
Φοιτήτρια Τμήματος Φυσικής

Μια από τις μεγαλύτερες απειλές για την ανθρωπότητα είναι η πρόσκρουση αστεροειδή στη Γη. Το συγκεκριμένο σενάριο μάλιστα χρησιμοποιήθηκε και στον κινηματογράφο πριν από κάποια χρόνια, δίνοντας το όνομα της τελικής μάχης του καλού με το κακό, “Αρμαγεδδών”, στον εν λόγω αστεροειδή! Η αλήθεια βέβαια ίσως να μην βρίσκεται και πολύ μακριά.

Είναι αποδεδειγμένο πως κατά το παρελθόν, συνέβησαν τέτοιου είδους συγκρούσεις σωμάτων μερικών χιλιομέτρων με τη Γη, πιθανώς προκαλώντας, εκτός των άλλων, “αποστείρωση”. Αυτή τη στιγμή υπάρχει δημοσιευμένη λίστα της NASA με περίπου 1200 αστεροειδείς, οι οποίοι θεωρούνται δυνητικά επικίνδυνοι για τον πλανήτη μας, λόγω της τροχιάς τους, η οποία μπορεί να προσεγγίσει απειλητικά τη Γη. Εκτός από τον παραπάνω λόγο, ιδιαίτερη σημασία δίνεται στη μελέτη αστεροειδών με σκοπό την κατανόηση της δημιουργίας και εξέλιξης του ηλιακού μας συστήματος.

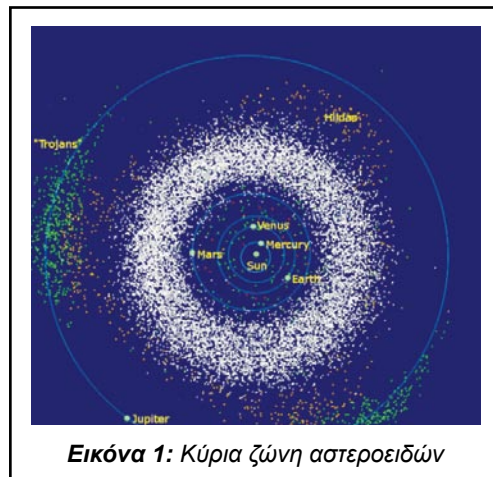
Ο όρος αστεροειδής ιστορικά απευθύνονταν σε αντικείμενα τα οποία βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τον Ήλιο και δεν φαινόταν τότε, από παρατηρήσεις, να έχουν χαρακτηριστικά κομήτη ή πλανήτη. Ο αστεροειδής 1 Ceres, που είναι και το μεγαλύτερο αντικείμενο στη ζώνη των αστεροειδών, ανακαλύφθηκε το 1801 από τον Giuseppe Piazzi και αρχικά θεωρήθηκε ένας νέος πλανήτης. Στη συνέχεια όμως, βρέθηκαν κι άλλα παρόμοια σώματα που φαινόταν σαν σημειακές πηγές κι όχι όπως οι πλανήτες.

Η κυρίαρχη άποψη είναι πως αυτά τα μικρά σώματα του Ηλιακού μας συστήματος είναι υπολείμματα πλανητοειδών (planetesimals), αντικείμενα τα οποία κατά τα πρώτα στάδια δημιουργίας τους δεν κατάφεραν να μαζέψουν όση ύλη απαιτούνταν για να σχηματίσουν πλανήτη. Σε αυτό συνέβαλε κυρίως η βαρυτική

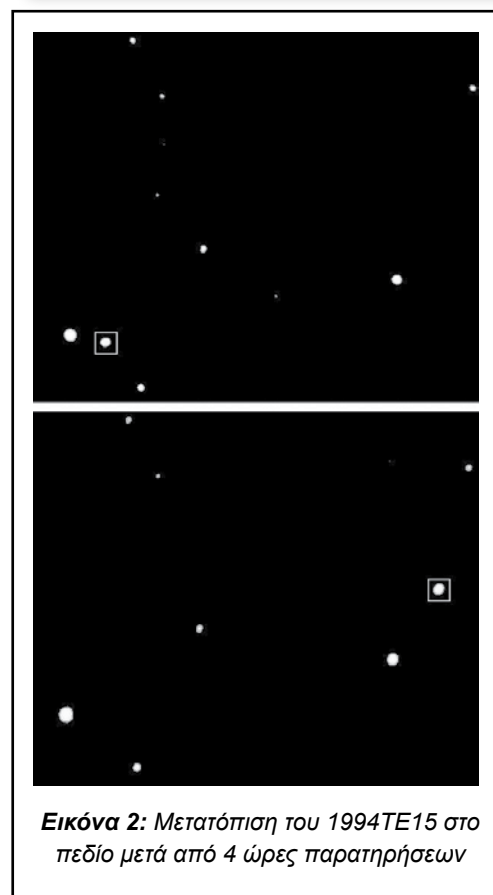
παρενόχλησή τους από τον γειτονικό Δία. Η κύρια ζώνη αστεροειδών (main asteroid belt) βρίσκεται ανάμεσα στις τροχιές του Άρη και του Δία και περιέχει διάφορες οικογένειες (families). Η κατηγοριοποίηση βασίζεται στη σύσταση της επιφανειάς τους, άρα και στο φασματικό τους τύπο (spectral type). Παρόλα αυτά όμως, επικρατεί και σύγχυση, μιας και σε αρκετές περιπτώσεις δεν συμφωνεί ο φασματικός τύπος με τη χημική σύστασή τους. Ένα από τα συστατικά τους, το οποίο αποτελεί τη βάση για τη δημιουργία και εξέλιξη της ζωής στο Ηλιακό σύστημα, είναι τα αμινοξέα. Τα αμινοξέα, όπως γνωρίζουμε, είναι μακρομόρια με την ιδιότητα της αναπαραγωγής.

Γενικά, τα αντικείμενα της κύριας ζώνης αστεροειδών έχουν τροχιές με μικρή εκκεντρότητα και το μέγεθός τους κυμαίνεται από μερικά μέτρα έως και μερικές δεκάδες χιλιόμετρα. Ο αριθμός τους μειώνεται αισθητά με την αύξηση του μεγέθους, αν και υπάρχει συσσώρευση σε συγκεκριμένες τιμές. Οι τροχιές τους συχνά επηρεάζονται από την βαρύτητα άλλων σωμάτων του ηλιακού μας συστήματος αλλά και εξαιτίας του φαινομένου Yarkovsky. Ακόμη σύμφωνα με το μοντέλο της Νίκαιας (Nice Model), πολλά αντικείμενα από τη ζώνη Kuiper (Kuiper Belt) φυλακίστηκαν από την εξωτερική κύρια ζώνη, σε αποστάσεις δηλαδή μεγαλύτερες από τις 2.6 AU.

Το μεγαλύτερο ίσως ενδιαφέρον συγκεντρώνει η εσωτερική κύρια ζώνη των αστεροειδών (inner main belt), η οποία είναι η κύρια πηγή παραγίντων αστεροειδών (Near Earth Objects). Η περιόχη απαρτίζεται από σώματα τα οποία έχουν πολλές πιθανότητες να μτήσουν την τροχιά του Άρη ή της Γης.

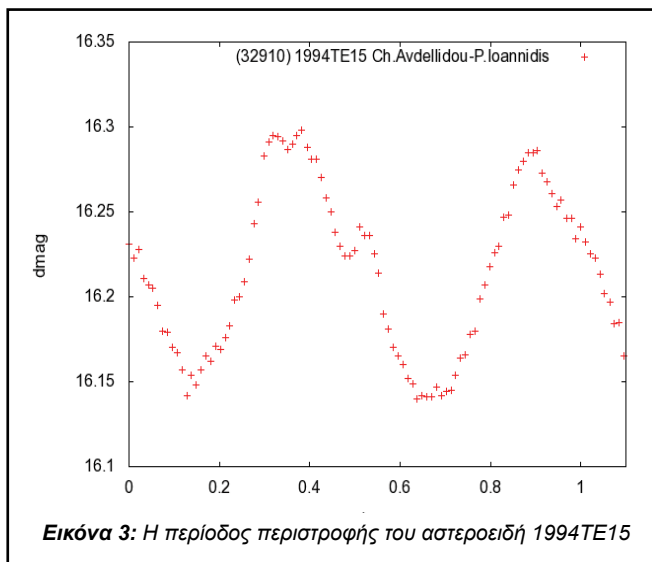


Εικόνα 1: Κύρια ζώνη αστεροειδών



Εικόνα 2: Μετατόπιση του 1994TE15 στο πεδίο μετά από 4 ώρες παρατηρήσεων

Τέτοιου είδους αντικείμενα παρατηρούμε τον τελευταίο χρόνο από τον Αστρονομικό Σταθμό Χολομώντα στη Χαλκιδική, στα πλαίσια της πτυχιακής μου εργασίας, με επιβλέποντες τους κ. Κ. Τσιγάνη και κ. Ι. Σειραδάκη. Οι παρατηρήσεις



Εικόνα 3: Η περίοδος περιστροφής του αστεροειδή 1994TE15

ξεκίνησαν τον περασμένο Νοέμβριο σε πρώιμο στάδιο. Με την πάροδο των μηνών όμως γίναμε καλύτεροι στην επιλογή στόχων, αλλά και στο παρατηρησιακό κομμάτι της δουλειάς. Η επιλογή των αστεροειδών γίνεται σύμφωνα με τη θέση τους στο νυχτερινό ουρανό και το μέγεθός τους, λαμβάνοντας υπόψη τη θέση αλλά και τη φωτοσυλλεκτική ικανότητα των τηλεσκοπίων μας.

πρόν, φωτογραφίζουμε κάθε βράδυ το στόχο και, ύστερα από επεξεργασία των καρτέ, εξάγουμε την καμπύλη φωτός του (lightcurve), η οποία ουσιαστικά είναι διάγραμμα χρόνου - φαινομένου μεγέθους. Η μορφή της καμπύλης συνήθως παρουσιάζει ημιπεριοδικές μεταβολές. Οι καμπύλες φωτός των αστεροειδών είναι ουσιαστικά η καταγραφή του ηλιακού φωτός που αντανακλούν προς τα εμάς. Επειδή η επιφάνειά τους είναι ανώμαλη,

Συγκεκριμένα, η δουλειά μας είναι να παρατηρήσουμε αστεροειδείς και να υπολογίσουμε την περίοδο περιστροφής τους (rotational period), δηλαδή μια πλήρη περιστροφή γύρω από τον άξονά τους. Η περίοδος περιστροφής εξαρτάται τόσο από δυναμικά χαρακτηριστικά, όπως οι προσεγγίσεις με πλανήτες, όσο και από τον φασματικό τους τύπο. Έτσι λοι-

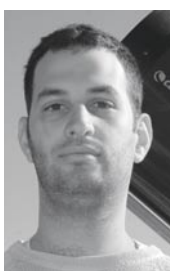
παίρνουμε και διαφορετικής μορφής καμπύλη για τον καθένα.

Μέχρι στιγμής έχουν παρατηρηθεί περίπου 7 αντικείμενα από τον Αστρονομικό Σταθμό, ενώ έχουν ήδη αναλυθεί τα δεδομένα και καταγραφεί τμήματα των καμπυλών φωτός τους.

Εκτός των παραπάνω, παρατηρήθηκε και ο αστεροειδής (32910) 1994TE15, από το Αστροσκοπείο του Σκίνακα στο Ηράκλειο Κρήτης. Ο αστεροειδής αυτός είναι ιδιαίτερος, επειδή, εκτός του ότι ανήκει στην εσωτερική κύρια ζώνη, έχει μεγάλη εκκεντρότητα, προσεγγίζοντας την τροχιά του Άρη, αλλά δεν ανήκει και σε καμιά από τις 5 μεγάλες οικογένειες αστεροειδών.

Τέσσερις βραδιές ήταν αρκετές για να μας αποκαλυφθεί η περιόδός του, η οποία υπολογίστηκε στις 5.57 h. Σαν μελλοντική δουλειά, μπαίνει ο στόχος της επαναληπτικής παρατήρησης του (32910) 1994TE15, σε διαφορετική γωνιώδη απόσταση από τον Ήλιο (solar elongation), για να είναι εφικτή η αναπαράσταση του σχήματός του.

Αναζήτηση και μελέτη εξωηλιακών πλανητών από τον Αστρονομικό Σταθμό Χολομώντα



Παναγιώτης Ιωαννίδης
Φοιτητής Τμήματος Φυσικής

Τα τελευταία χρόνια, εντείνεται όλο και περισσότερο το ενδιαφέρον των ανθρώπων σε σχέση με τη ύπαρξη ζωής έξω από το μικρό μας πλανήτη. Επίσης, καθώς ο άνθρωπος είναι μεταναστευτικό ον, προσπαθούμε να βρούμε άλλους πλανήτες για να τους εποίκισουμε. Μέχρι πριν από μερικά χρόνια, οι μοναδικοί στόχοι που μπορούσαμε να φανταστούμε ήταν κάποιοι στερεοί πλανήτες από το ηλιακό μας σύστημα. Αυτό άλλαξε όταν, το 1992, επιβεβαιώθηκε η ύπαρξη ενός πλανήτη ο οποίος περιστρεφόταν γύρω από τον αστέρα νετρονίων (pulsar) PSR B1257+12. Νέοι ορίζοντες ανοίχτηκαν, μιας και θα ήταν πλέον δυνατόν, μελετώντας πλανήτες άλλων πλα-

νητικών συστημάτων (εξωηλιακούς πλανήτες ή εξωπλανήτες), να μπορέσουμε να μελετήσουμε την εξέλιξη ενός ηλιακού συστήματος, από τη γέννηση μέχρι και το θάνατό του. Κάτι τέτοιο θα βοηθούσε στην εξαγωγή σημαντικών συμπερασμάτων για το δικό μας ηλιακό σύστημα, αλλά και τους λόγους που οδήγησαν στην εμφάνιση της ζωής σε αυτό.

Η εύρεση του PSR B1257+12 οδήγησε τους επιστήμονες σε έναν αγώνα δρόμου για την ανακάλυψη νέων μεθόδων εύρεσης και παρατήρησης εξωπλανητών. Κύριο μέλημα των ερευνητών ωστόσο παρέμενε η ανακάλυψη πλανητών γύρω από αστέρες της κύριας ακολουθίας, όπως ο Ήλιος μας, τα οποία θα ικανοποιούν τις συνθήκες για τη δημιουργία και ανάπτυξη της ζωής. Έτσι το 1995 ανακαλύφθηκε ο

51 Pegasi b, μία super-γαία με περίοδο περιστροφής τεσσάρων ημερών, να περιστρέφεται γύρω από τον τύπου G4-5Va κοντινό μας αστέρα (μόλις 15.5 pc), 51 Pegasi. Η ανακάλυψη έγινε με τη μέθοδο της εύρεσης της γωνιακής ταχύτητας. Τελικά, μέχρι και τον Νοέμβριο του 2010, έχουν ανακαλυφθεί 500 πλανήτες, ενώ υπάρχουν πολλαπλάσιοι υποψήφιοι οι οποίοι περιμένουν να επαληθευτούν.

Υπάρχουν πέντε κύριοι τρόποι για την ανακάλυψη και μελέτη εξωπλανητών. Αυτοί είναι:

- Η εύρεση της γωνιακής ταχύτητας (radial velocity) ή με αστρομετρία. Καθώς ο πλανήτης περιστρέφεται γύρω από τον αστέρα, περιστρέφεται και ο αστέρας γύρω από το κέντρο μάζας του συστήματος. Έτσι, ο αστέρας φαίνεται

να απομακρύνεται και να πλησιάζει στη Γή ή να αλλάζει την φαινόμενη θέση του στον ουρανό. Αυτό γίνεται αντιληπτό από τη μετατόπιση των φασματικών γραμμών λόγω φαινομένου Doppler ή με μέτρηση της αλλαγής της θέσης του αστέρα στις φωτογραφίες.

- Με τη μέθοδο της διάβασης (transit). Κατά την διάβασή του από την ευθεία που ενώνει τον αστέρα και τη Γή, ο πλανήτης εμποδίζει ένα κομμάτι της ακτινοβολίας του αστέρα που φτάνει σε εμάς. Αυτό γίνεται αντιληπτό σε εμάς ως μείωση του φαινομένου μεγέθους του αστέρα.
- Με gravitational microlensing. Εξαιτίας του φαινομένου του βαρυτικού φακού, όταν ένας αστέρας περνάει μπροστά από κάποιον άλλο αστέρα, παρατηρούμε μία επιπλέον ενίσχυση του φωτός του πιο απομακρυσμένου αστέρα, που οφείλεται στο πλανήτη.
- Με pulsar timing. Κατά τη μελέτη των αστέρων νετρονίων παρατηρούνται ανωμαλίες στην (κατά τα άλλα πολύ σταθερή) εκπομπή ραδιοκυμάτων.
- Με απ' ευθείας διόπτευση. Τα τελευταία χρόνια, μετά από την

σημαντική βελτίωση των τηλεσκοπίων μας, αλλά και εξαιτίας της εξέλιξης πιο αποδοτικών μεθόδων παρατήρησης, όπως η οπτική συμβολομετρία, είμαστε σε θέση να παρατηρούμε απευθείας ορισμένους από τους εξωπλανήτες.

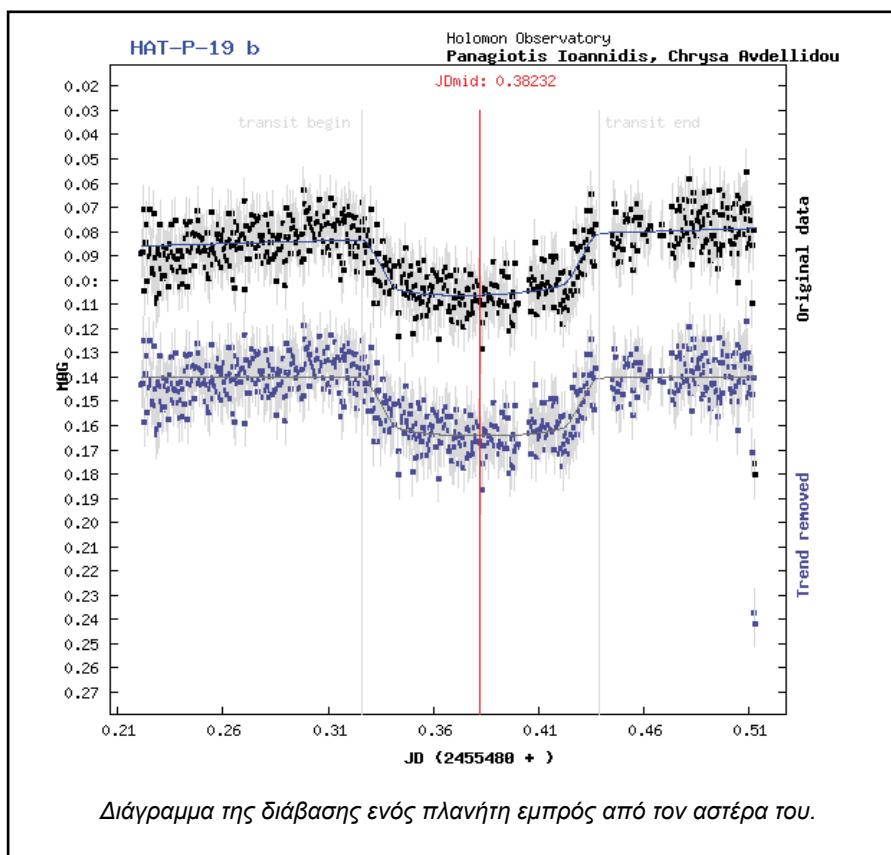
Το μέγεθος των εξωπλανητών που μπορούμε να δούμε, κυμαίνεται από μερικές μάζες Διός έως και μερικές μάζες Γής. Οι περισσότεροι ωστόσο, είναι περίπου στο μέγεθος του Δία. Επίσης, επειδή είναι στατιστικά πιο εύκολο να βρούμε αντικείμενα των οποίων η μεταβολή γίνεται σε σχετικά μικρά διαστήματα, οι περισσότεροι έχουν

περίοδο περιστροφής γύρω από τον αστέρα περίπου πέντε ημέρες (ενώ έχουν ανακαλυφθεί και πλανήτες με περίοδο περιστροφής μερικές χιλιάδες χρόνια). Εξαιτίας αυτών, γίνεται εύκολα αντιληπτό από τον τρίτο νόμο του Κέπλερ, ότι οι περισσότεροι πλανήτες βρίσκονται σε πολύ κοντινές τροχιές στον αστέρα τους (σε πολλές περιπτώσεις πολύ μικρότερες από την απόσταση Γής-Ήλιου). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η επιφανειακή τους θερμοκρασία να είναι πολύ μεγαλύτερη από του δικού μας Δία και γι' αυτό ονομάζονται Hot Jupiters. Για την εύρεση εξωηλιακών πλανητών υπάρχουν πολλά προγράμματα σε εξέλιξη, τόσο επίγεια (Wasp, HAT, Tres

και εξαγωγή ασφαλών επιστημονικών συμπερασμάτων για τους πλανήτες αυτούς. Για το λόγο αυτό γίνεται προσπάθεια ώστε η λήψη των δεδομένων να γίνεται κατά τη διάρκεια ολόκληρης της χρονιάς, αν και κάτι τέτοιο είναι πολύ δύσκολο ειδικά το χειμώνα, εξαιτίας των καιρικών συνθηκών. Μετά την λήψη των δεδομένων, ακολουθείται μία διαδικασία απομάκρυνσης κάποιων συστηματικών σφαλμάτων που οφείλονται στην κάμερα, την ατμόσφαιρα κτλ. καθώς και φωτομετρία, μέτρηση δηλαδή του πλήθους των φωτονίων που αποτυπώνονται σε μία CCD κάμερα, από κάθε αστέρα, σε ορισμένο χρονικό διάστημα. Η διαδικασία αυτή γίνεται για όλες τις φωτογραφίες της κάθε βραδιάς

και για κάθε αστέρα ξεχωριστά (μερικές χιλιάδες ανάλογα με το τηλεσκόπιο). Όπως φαίνεται, είναι αδύνατον για έναν άνθρωπο να κάνει με το χέρι όλη αυτή την διαδικασία. Για το λόγο αυτό έχουμε αναπτύξει προγράμματα σε fortran και cshell, με σκοπό την αυτόματη ολοκλήρωση της διαδικασίας. Τέλος, τα αποτελέσματά μας δείχνουν πως κυμάνθηκε, για κάθε αστέρι, η φωτεινότητα του κατά τη διάρκεια της νύχτας. Μία διάβαση ενός πλανήτη μπροστά από έναν αστέρα, την οποία καταγράψαμε τον περασμένο Οκτώβριο, φαίνεται στο διάγραμμα.

Η αλήθεια είναι ότι ζούμε σε μία εποχή, που η εξέλιξη της τεχνολογίας μπορεί να μας βοηθήσει να κάνουμε εξαιρετικές επιστημονικές ανακαλύψεις. Είναι λοιπόν στο χέρι μας να την αξιοποιήσουμε με κύριο στόχο την γνώση. Σε μόλις δεκαπέντε χρόνια ανακαλύφθηκαν 500 εξωηλιακοί πλανήτες και κάθε μέρα ανακαλύπτονται όλο και περισσότεροι. Αν μάλιστα αναλογιστούμε το μέγεθος του σύμπαντος, είναι σίγουρο πως αμέτρητοι νέοι κόσμοι περιμένουν να τους ανακαλύψουμε!



Διάγραμμα της διάβασης ενός πλανήτη εμπρός από τον αστέρα του.

κ.α.) όσο και διαστημικά (Kepler, Corot).

Εδώ και μερικά χρόνια, το εργαστήριο αστρονομίας του τμήματος φυσικής του ΑΠΘ καθοδηγεί μία ομάδα φοιτητών (πρώην και νυν), που ασχολούμαστε με την εύρεση και τον χαρακτηρισμό εξωηλιακών πλανητών, ως θέμα της πτυχιακής μας εργασίας, υπό την καθοδήγηση του καθηγητή κ. Ι. Σειραδάκη. Η μελέτη των εξωπλανητών γίνεται με τη μέθοδο της διάβασης, μιας και ο εξοπλισμός του εργαστηρίου θέτει πολύ χαμηλά τα όρια για την εφαρμογή οποιασδήποτε άλλης μεθόδου.

Στόχος του εγχειρήματος είναι η μελέτη ήδη γνωστών πλανητών ή εύρεση νέων



Ιωάννης Αρβανιτίδης,
Επίκ. Καθ. Γεν. Τμ. Θετικών Επιστημών, ΑΤΕΙΘ
jarvan@gen.teithe.gr

Οι μορφές του άνθρακα και το φετινό βραβείο Nobel Φυσικής

Ο άνθρακας είναι ένα από τα πλέον ενδιαφέροντα και κρίσιμα στοιχεία του περιοδικού πίνακα για την ύπαρξη της ζωής -τουλάχιστον με την μορφή που γνωρίζουμε- καθώς εμφανίζει διάφορους αλλοτροπικούς τύπους και σχηματίζει μία πληθώρα τόσο απλών όσο και περίπλοκων ενώσεων και δομών. Ήδη από την αρχαιότητα είναι γνωστές οι δύο τρισδιάστατες αλλοτροπικές μορφές του άνθρακα: το πολύ σκληρό και μονωτικό διαμάντι με κυβική δομή και ο μαλακός και αγώγιμος γραφίτης με εξαγωνική δομή. Η δραματική διαφορά στις φυσικές ιδιότητες των δύο συστημάτων οφείλεται στον διαφορετικό υβριδισμό των τροχιακών του άνθρακα. Συγκεκριμένα, στο διαμάντι τα τέσσερα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στοιβάδας των ατόμων άνθρακα σχηματίζουν ισχυρούς δεσμούς σ με τα γειτονικά τους (υβριδισμός sp^3). Αντίθετα, στο γραφίτη μόνο τα τρία ηλεκτρόνια σχηματίζουν δεσμούς σ που βρίσκονται μάλιστα στο ίδιο επίπεδο (υβριδισμός sp^2), ενώ το τέταρτο είναι κοινό σχηματίζοντας ασθενέστερους δεσμούς π . Το 1985 είναι μία σημαντική χρονιά για τις νανοεπιστήμες και τη νανοτεχνολογία καθώς οι R.F. Curl, H.W. Kroto, R.E. Smalley και οι συνεργάτες τους κατόρθωσαν να απομονώσουν ένα μόριο με δομή κλειστού κλωβού αποτελούμενο από εξήντα άτομα άνθρακα, το φουλερένιο C_{60} . Για την ανακάλυψη αυτού του πρώτου μέλους της πολυάριθμης οικογένειας των φουλερενίων με τις μοναδικές φυσικές ιδιότητες, οι τρεις ερευνητές τιμήθηκαν με το βραβείο Nobel Χημείας το 1996. Το 1991 και το 1993 ο S. Iijima -με τη βοήθεια και του T. Ichihashi- ανακάλυψε και απομόνωσε δύο ακόμη νανοδομές του άνθρακα (μονοδιάστατες αυτή τη φορά), τους πολυστρωματικούς και τους μονοστρωματικούς νανοσωλήνες. Οι νανοσωλήνες άνθρακα έφεραν μία νέα επανάσταση στη νανοτεχνολογία και προσέλκυσαν το έντονο επιστημονικό ενδιαφέρον λόγω των άμεσων εφαρμογών τους.

Από το παζλ όμως των νανοδομών άνθρακα έλειπε ένα πολύ σημαντικό κομμάτι: το γραφένιο, η δισδιάστατη δηλαδή εξαγωνική διάταξη ατόμων άνθρακα. Είναι όμως ποτέ δυνατόν να απομονωθεί ένα τέτοιο σύστημα, το οποίο αποτελεί ουσιαστικά το γεννήτορα τόσο των μηδενικής διάστασης και των μονοδιάστατων νανοδομών όσο και του τρισδιάστατου γραφίτη (Εικόνα 1), παρόλο που οι θεωρητικές προβλέψεις των R.E. Peierls και

L.D. Landau σχετικά με την ευστάθεια των δισδιάστατων κρυσταλλικών δομών δεν είναι καθόλου αισιόδοξες; Η απάντηση, έπειτα από πολυετείς αποτυχημένες προσπάθειες πολλών ερευνητών, είναι τελικά θετική. Το 2004 οι Andre Geim και Konstantin Novoselov του Πανεπιστημίου του Μάντσεστερ της Μεγάλης Βρετανίας κατόρθωσαν να απομονώσουν με μηχανική αποφλοίωση γραφίτη τόσο ολιγοστρωματικό (αποτελούμενο από λίγα επίπεδα γραφίτη) όσο και μονοστρωματικό (αποτελούμενο από ένα μόνο επίπεδο γραφίτη) γραφένιο {K.S. Novoselov et al., Science 306, 666 (2004)}. Επιπρόσθετα, μελέτησαν και ηλεκτρονικά χαρακτηριστικά του γραφενίου με την κατασκευή τρανζίστορ επίδρασης πεδίου (field-effect transistor, FET) και κατέδειξαν ότι, ανάλογα με την πολικότητα της τάσης στην πύλη, οι φορείς μπορεί να είναι είτε ηλεκτρόνια είτε οπές με υψηλή συγκέντρωση και ευκινησία. Για την απομόνωση του γραφενίου, αλλά και το συνολικό πλούσιο ερευνητικό τους έργο πάνω στη νέα νανοδομή του άνθρακα, οι A. Geim και K. Novoselov τιμήθηκαν με το φετινό βραβείο Nobel Φυσικής. Την ανακάλυψη του γραφενίου ακολούθησε ένας καταγιοσμός άρθρων και αναφορών στη διεθνή βιβλιογραφία (~9.000 και ~160.000, αντίστοιχα, με βάση το Web of Science στις 12/11/2010) που αυξάνονται ραγδαία ετησίως και αφορούν στην ανάπτυξη, στη μελέτη και στις εφαρμογές του γραφενίου. Παρόμοια τάση παρουσιάζει και η χρηματοδότηση της σχετικής έρευνας, καταδεικνύοντας το έντονο ενδιαφέρον και τις προσδοκίες για τις τεχνολογικές εφαρμογές του δισδιάστατου άνθρακα λόγω των μοναδικών ιδιοτήτων του.

Ανάπτυξη και χαρακτηρισμός του γραφενίου

Έως σήμερα έχουν εφαρμοστεί αρκετές τεχνικές για την παρασκευή του γραφενίου. Μία από τις αποδοτικότερες -τουλάχιστον όσον αφορά στις ερευνητικές εφαρμογές- παραμένει η κλασική πλέον τεχνική του μικρομηχανικού σχισμού των Geim και Novoselov. Η τεχνική αυτή είναι πραγματικά απλοϊκή (το μόνο που απαιτεί είναι αρκετή επιμονή και υπομονή!) και αναφέρεται στην αποφλοίωση γραφίτη καλής κρυσταλλικής ποιότητας (όπως για παράδειγμα ο πυρολυτικός), είτε τρίβοντάς τον πάνω σε διοξείδιο του πυριτίου με υπόστρωμα πυριτίου, είτε με τη χρήση κολλητικής ταινίας. Στην πραγματικότητα, παράγουμε μικρούς κρυσταλλίτες γραφενίου όταν γράφουμε ή σχεδιάζουμε με ένα μολύβι! Με τη μέθοδο του μικρομηχανικού σχισμού, οι δύο ερευνητές κατόρθωσαν να απομονώσουν και άλλους μονοστρωματι-

κούς κρυσταλλίτες (όπως σεληνιούχο νιόβιο, θειούχο μολυβδένιο, αζωτούχο βόριο). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον για εμπορικές εφαρμογές (κυρίως στην μικρο- και νανο-ηλεκτρονική) παρουσιάζουν οι τεχνικές της επιταξιακής ανάπτυξης, οι τεχνικές δηλαδή που εκμεταλλεύονται τη δομή καταλλήλου υποστρώματος για την ανάπτυξη του επιθυμητού επιστρώματος, στην περίπτωση μας του γραφενίου. Με εξαιρετική επιτυχία έχει πραγματοποιηθεί η επιταξιακή ανάπτυξη γραφενίου πάνω σε ανθρακούχο πυρίτιο, με τη θερμική αποδόμηση του τελευταίου στους 1100 °C ή πάνω σε μεταλλικά υποστρώματα (Ru, Cu, Ni ή Ir) με χημική εναπόθεση ατμών.

Κατά την παρασκευή του γραφενίου με μικρομηχανικό σχισμό προκύπτει ένας μικρός αριθμός επιθυμητών κρυσταλλιτών, ανάμεσα σε χιλιάδες νιφάδες γραφίτη, διασκορπισμένων σε μία έκταση της τάξης του 1 cm^2 (επιφάνεια αρκετά μεγάλη για νανομετρικής κλίμακας σάρωση). Για το λόγο αυτό, είναι πρακτικά αδύνατη η χρήση μικροσκοπίας ατομικών δυνάμεων (atomic force microscopy, AFM) ή της ηλεκτρονικής μικροσκοπίας διερχόμενης δέσμης (transmission electron microscopy, TEM) για τον εντοπισμό των κρυσταλλιτών, ενώ και με την ταχύτερη ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης (scanning electron microscopy, SEM) δεν είναι δυνατή η εκτίμηση του αριθμού των στρώσεων (Εικόνα 2α). Η χαχύτατη όμως εύρεση και παρατήρηση των κρυσταλλιτών γραφενίου, μπορεί να επιτευχθεί με οπτική μικροσκοπία, με τη χρήση λευκού φωτός, όταν αυτό είναι τοποθετημένο επάνω σε στρώμα SiO_2 πάχους 300 nm με υπόστρωμα Si. Στην περίπτωση αυτή η συμβολή των ανακλώμενων δεσμών οδηγεί σε παρατηρήσιμη οπτική αντίθεση του γραφενίου (Εικόνα 2β). Σημαντικό ρόλο για την ικανή αντίθεση και την οπτική παρατήρηση ακόμη και του μονοστρωματικού γραφενίου παίζει ο συντελεστής απορρόφησης και η μεγάλη σχετικά αδιαφάνειά του, παρόλο που έχει πάχος ενός μόνο ατόμου. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το πάχος του στρώματος SiO_2 είναι ιδιαίτερα κρίσιμο και αποκλίσεις της τάξης του $\pm 5\%$ καθιστούν το γραφένιο αόρατο. Σύμφωνα μάλιστα με τους Geim και Novoselov αυτός ήταν και ο βασικός λόγος που δεν απομονώθηκε νωρίτερα το υλικό, παρόλο που στις περισσότερες περιπτώσεις ήταν μάλλον παρόν. Αργότερα, βρέθηκε από τον P. Blake και τους συνεργάτες του ότι το μονοστρωματικό γραφένιο είναι δυνατόν να παρατηρηθεί και για διαφορετικά από 300 nm πάχος SiO_2 ή ακόμη και για άλλα μονωτικά υποστρώματα (για παράδειγμα επάνω σε

Si₃N₄ πάχους 50 nm με μπλε φως ή επάνω σε PMMA πάχους 90 nm με λευκό φως), με προσπίπτον φως καταλλήλου μήκους κύματος, επιλεγόμενου με τη χρήση φίλτρων (Εικόνα 2γ).

Έπειτα από τον οπτικό εντοπισμό κρυσταλλινών γραφενίου, είναι απαραίτητη η αποτίμηση του αριθμού των στρώσεων που τους αποτελούν. Αυτή η αποτίμηση μπορεί να γίνει με AFM σε σημεία που ένας κρυσταλλίτης εμφανίζει διπλώσεις ή εκεί όπου διάφοροι κρυσταλλίτες αλληλεπικαλύπτονται μερικώς. Για παράδειγμα, στην Εικόνα 3α, το ύψος του αναδιπλωμένου τμήματος είναι ~4 Å (~0.4 nm), συγκρίσιμο δηλαδή με την απόσταση δύο στρώσεων στον γραφίτη που θεωρείται και ως το πάχος του μονοστρωματικού γραφενίου. Επομένως, ο κρυσταλλίτης γραφενίου της εικόνας είναι μονοστρωματικός. Η εύρεση του αριθμού των στρώσεων μπορεί να πραγματοποιηθεί και με TEM, σε περιοχές όπου το γραφένιο εμφανίζει διπλώσεις ή πτυχώσεις. Στην Εικόνα 3β παρουσιάζονται εικόνες TEM μονοστρωματικού και διστρωματικού γραφενίου σε σημείο δόπλωσης. Η ταχεία όμως και ακριβής αποτίμηση του αριθμού των στρώσεων χωρίς καμία προετοιμασία του δείγματος, μπορεί να γίνει σχετικά εύκολα με οπτική φασματοσκοπία Raman, που αφορά ταλαντώσεις μορίων και ατόμων. Συγκεκριμένες ταλαντώσεις οδηγούν στην εμφάνιση κορυφών με συγκεκριμένη συχνότητα στο φάσμα Raman ενός υλικού. Στην Εικόνα 3γ παρουσιάζονται τα φάσματα Raman στην συχνотική περιοχή της επονομαζόμενης "2D" μπάντας κρυσταλλινών γραφενίου, αποτελούμενων από διαφορετικούς αριθμούς στρώσεων. Καθίσταται φανερό ότι η συγκεκριμένη μπάντα κορυφών αποτελεί το δακτυλικό αποτύπωμα του αριθμού των γραφιτικών επιπέδων, καθώς μεταβάλλεται, τόσο η συνολική της μορφή, όσο και η συχνотική θέση.

Φυσικές ιδιότητες του γραφενίου

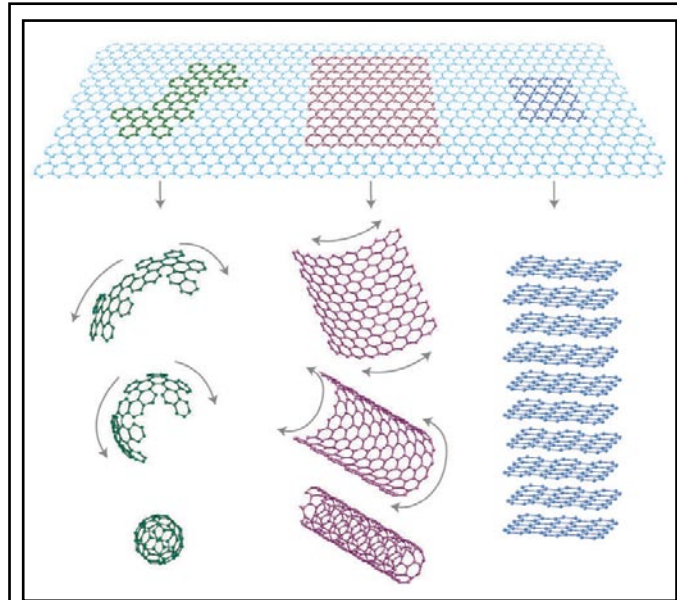
Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το μονοστρωματικό γραφένιο είναι μία επίπεδη γραφιτική δομή άνθρακα με μονοατομικό πάχος. Έτσι, 1 mm γραφίτη περιέχει ~3.000.000 φύλλα γραφενίου

ή, εναλλακτικά, ένα φύλλο γραφενίου είναι 30.000 φορές λεπτότερο από μία τρίχα! Η δομή του φύλλου αποτελείται από δύο ισοδύναμα υποπλέγματα ατόμων άνθρακα που σχηματίζουν τους εξαγωνικούς δακτυλίους της Εικόνας 4α και μοιάζουν συνολικά με κερήθρα ή κοτετσόσυρμα, όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται στη διεθνή βιβλιογραφία. Όσον αφορά στο διστρωματικό γραφένιο, η στοιβαξη των γραφιτικών επιπέδων γίνε-

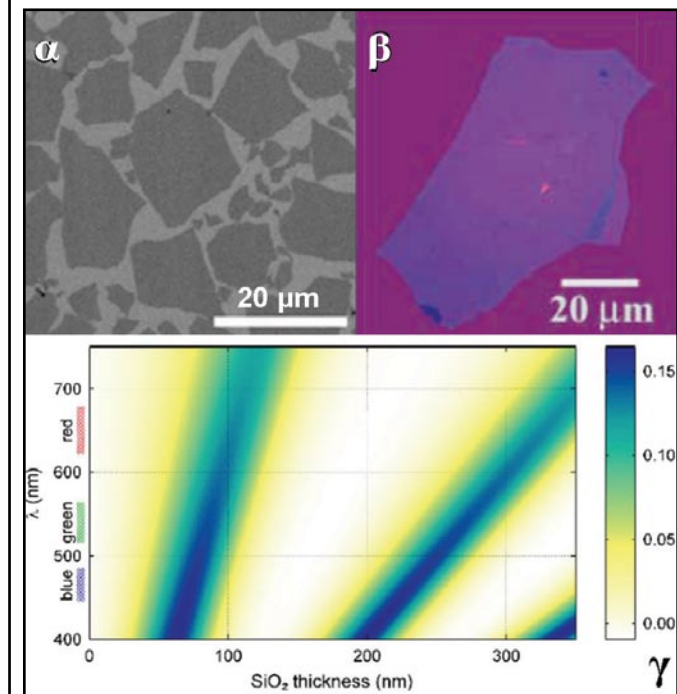
ται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε τα μισά άτομα άνθρακα του πάνω επιπέδου να βρίσκονται επάνω από τα κέντρα των εξαγώνων του κάτω (Εικόνα 4β), όπως ακριβώς συμβαίνει και στον πυρολυτικό γραφίτη.

Σύμφωνα όμως με τις θεωρητικές προβλέψεις των Peierls και Landau και τις εντατικές πειραματικές μελέτες πολλών ερευνητών πάνω σε λεπτά υμένα, οι δισδιάστατοι κρύσταλλοι είναι ασταθείς. Παρόλα αυτά, το γραφένιο όχι μόνο υπάρχει, αλλά είναι και υψηλής κρυσταλλικής ποιότητας, όπως καταδεικνύουν οι ιδιαίτερες φυσικές του ιδιότητες. Η ευστάθειά του λοιπόν αποδίδεται είτε στην υποστήριξη που του παρέχει το υπόστρωμα όγκου πάνω στο οποίο έχει αποθεθεί, είτε στην ενσωμάτωση του γραφενίου σε τρισδιάστατες μήτρες (όπως συμβαίνει για παράδειγμα στην περίπτωση του παρένθετου με μεγάλα μόρια γραφίτη, που αποτέλεσε και μία από τις πρωτοπρόσπαθειες απομόνωσης ενός γραφιτικού επιπέδου). Τί συμβαίνει όμως με την ευστάθεια ενός ελεύθερου φύλλου γραφενίου; Την απάντηση στο ερώτημα αυτό έδωσε η μελέτη με TEM μονοστρωματικού γραφενίου, αιωρούμενου σε μεταλλικό πλαίσιο, για διάφορες γωνίες πρόσπτωσης της ηλεκτρονικής δέσμης. Η μελέτη αυτή του J. C. Meyer και των συνεργατών του, κατέδειξε την εμφάνιση στατικών πτυχώσεων ύψους ~1 nm (Εικόνα 4γ), οι οποίες εξαλείφονται σταδιακά καθώς το υλικό γίνεται πιο τρισδιάστατο με την αύξηση του αριθμού των στρώσεων. Οι πτυχώσεις αυτές είναι λοιπόν υπεύθυνες για την ευστάθεια του ελεύθερου μονοστρωματικού γραφενίου, το οποίο θα πρέπει μάλλον να χαρακτηριστεί ως ψευδοδισδιάστατο.

Όσον αφορά στις ηλεκτρονικές του ιδιότητες, το γραφένιο είναι ένα ημιμέταλλο, δηλαδή ένας ημιαγωγός μηδενικού χάσματος μεταξύ της ταινίας σθένους π και της ταινίας αγωγιμότητας, που προκύπτει από τα τροχιακά π* (Εικόνα 5α). Η ιδιαιτερότητα όμως του γραφενίου έγκειται στο ότι τα δύο υποπλέγματα ατόμων άνθρακα που το αποτελούν, σχηματίζουν δύο ενεργειακές ταινίες που διασταυρώνονται στα όρια της ζώνης Brillouin, σχηματίζοντας κωνική διασπορά στα σημεία K και K' της Εικόνας



Εικόνα 1. Γραφένιο, ο γεννήτορας των γραφιτικών μορφών του άνθρακα [A. Geim, K. Novoselov, Nature Mater. 6, 183 (2007)].



Εικόνα 2. (α) Εικόνα SEM νιφάδων άνθρακα, που προέκυψαν από μικρομηχανικό σχισμό γραφίτη και (β) εικόνα οπτικού μικροσκοπίου ενός κρυσταλλίτη ολιγοστρωματικού γραφενίου [J. Kim et al., Mater. Today 13, 28 (2010)]. (γ) Οπτική αντίθεση μονοστρωματικού γραφενίου σαν συνάρτηση του μήκους κύματος λ και του πάχους του υποστρώματος SiO₂ [P. Blake et al., Appl. Phys. Lett. 91, 063124 (2007)].

5α (γραμμική διασπορά στην δισδιάστατη προβολή). Η εικόνα της γραμμικής ενεργειακής διασποράς είναι διαφορετική από την αντίστοιχη παραβολική ενός κλασικού ημιαγωγού ή ενός μετάλλου, υποδηλώνοντας ότι τα οιονεί σωμάτια που προκύπτουν από την αλληλεπίδραση των φορέων με το περιοδικό δυναμικό του πλέγματος, συμπεριφέρονται ως σχετικιστικά χωρίς μάζα (όπως τα φωτόνια, μόνο που είναι φερμιόνια με σπιν $1/2$). Δηλαδή οι φορείς περιγράφονται από την εξίσωση Dirac αντί για την αντίστοιχη του Schrödinger, με την ταχύτητα Fermi v_F να παίζει τον ρόλο της ταχύτητας του φωτός c ($c/v_F \approx 300$). Για τη μελέτη των ηλεκτρονικών ιδιοτήτων του γραφενίου κατασκευάζονται διατάξεις όπως αυτή της Εικόνας 5β με 4 ή 6 ακροδέκτες (επαφές) και μελετάται η επίδραση διαφοράς δυναμικού κάθετα στη διάδοση των φορέων. Παρατηρείται λοιπόν ότι οι φορείς, ανάλογα με τη διαφορά δυναμικού και το πρόσημό της, μπορεί ισodύναμα να είναι, είτε ηλεκτρόνια, είτε σπές, με συνεχώς μεταβαλλόμενες συγκεντρώσεις που φτάνουν έως μία μέγιστη τιμή της τάξης των 10^{13} cm^{-2} . Η ευκινησία μ των φορέων σε θερμοκρασία δωματίου είναι $\sim 20000 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ (τουλάχιστον μία τάξη μεγέθους μεγαλύτερη από αυτή του πυριτίου, $\mu\text{Si} \approx 1400 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$) και παραμένει ουσιαστικά ανεξάρτητη της συγκέντρωσης των φορέων και της θερμοκρασίας, ενώ αναμένεται ακόμη και να πενταπλασιαστεί με τη βελτίωση της ποιότητας του αναπτυσσόμενου γραφενίου. Η διάδοση των φορέων στο γραφένιο είναι βαλλιστική, με μία μέση ελεύθερη διαδρομή της τάξης των $0.3 \mu\text{m}$ ακόμη και σε θερμοκρασία δωματίου, δηλαδή οι φορείς μπορούν να διασχίσουν τόσο μεγάλες μέσες αποστάσεις χωρίς να υποστούν σκέδαση, φανερώνοντας την εξαιρετική ηλεκτρονική ποιότητα του συστήματος.

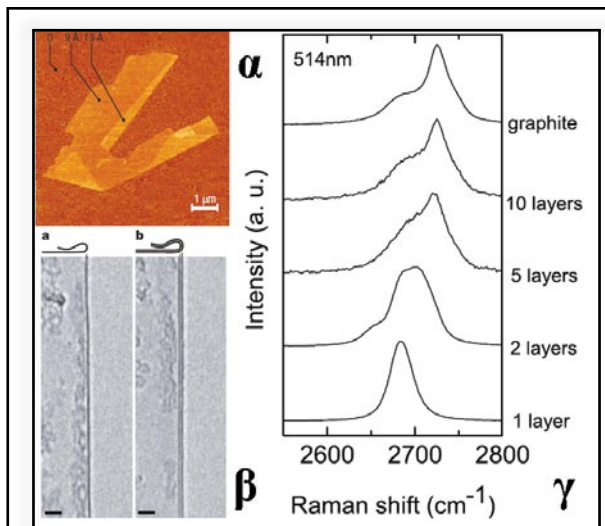
Η φύση των φορέων στο μονοστρωματικό γραφένιο (άμαξα φερμιόνια Dirac) αναδεικνύεται μέσω του ανώμαλου κβαντικού φαινομένου Hall που αυτό εμφανίζει. Συγκεκριμένα, το φαινόμενο Hall αφορά στην ανάπτυξη διαφοράς δυναμικού (π.χ. μεταξύ των επαφών 2 και 6 της Εικόνας 5β) κάθετα στο ρεύμα που διαρρέει ένα υλικό (επαφές 1 και 4 στη διάταξη της Εικόνας 5β) παρουσία μαγνητικού πεδίου, λόγω της δύναμης Lorentz που ασκεί το μαγνητικό πεδίο στους κινούμενους φορείς. Κβαντομηχανικά, οι τροχιές των φορέων είναι διακριτές, ενώ για πολύ υψηλά μαγνητικά πεδία, οι αντίστοιχες ενεργειακές στάθμες (στάθμες Landau) καθίστανται πολλαπλά εκφυλισμένες. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να εμφανίζεται η αγωγιμότητα Hall σ_{xy} (μεταξύ των επαφών 2 και 6 της Εικόνας 5β) πλατώ σε ακέραια πολλαπλάσια μίας συγκεκριμένης ποσότητας, καθώς μεταβάλλεται το μαγνητικό πεδίο ή η συγκέντρωση

αυτό κβαντικό φαινόμενο Hall στο γραφένιο, διατηρείται ακόμη και σε θερμοκρασία δωματίου, δηλαδή σε δέκα φορές μεγαλύτερη θερμοκρασία από ότι σε οποιοδήποτε άλλο υλικό. Οι παρατηρήσεις αυτές αποδεικνύουν τόσο την ιδιαίτερη φύση των φορέων στο γραφένιο, όσο και των εξαιρετικών ηλεκτρονικών του χαρακτηριστικών.

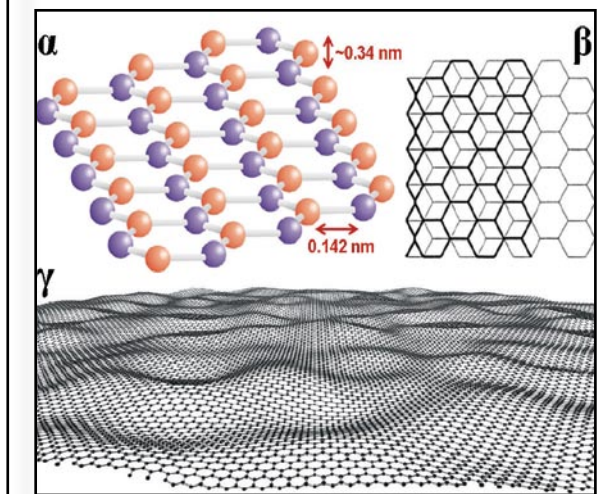
Ένα άλλο φαινόμενο σχετικιστικής κβαντομηχανικής που παρατηρείται στο γραφένιο, συνδέεται με το παράδοξο Klein στο φαινόμενο σήραγγος. Συγκεκριμένα, είναι γνωστό ότι ένα κλασικό σωματίο δεν μπορεί να διαδοθεί σε μια περιοχή όπου η δυναμική ενέργεια είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια του σωματιδίου, όταν υπάρχει δηλαδή ένα φράγμα δυναμικού. Στην κβαντομηχανική όμως, η διάδοση αυτή είναι πιθανή (φαινόμενο σήραγγος) ως απόρροια της αρχής της αβεβαιότητας του Heisenberg, σύμφωνα με την οποία είναι αδύνατον να γνωρίζουμε ταυτόχρονα την ακριβή θέση και την ορμή ενός σωματιδίου, άρα την κινητική και την δυναμική ενέργειά του. Η πιθανότητα μάλιστα να διαπεράσει ένα σωματίο το φράγμα δυναμικού, γενικά ελαττώνεται εκθετικά με το ύψος και το εύρος του φράγματος. Στο γραφένιο όμως, λόγω της σχετικιστικής συμπεριφοράς των φορέων, η πιθανότητα είναι ίση με τη μονάδα, ανεξάρτητα από το ύψος και το εύρος του φράγματος (παράδοξο Klein). Το πολύ ενδιαφέρον αυτό φαινόμενο είναι όμως ένα άσχημο νέο για την κατασκευή τρανζίστορ μονοστρωματικού γραφενίου, αφού το κανάλι (διάυλος) δεν θα μπορούσε να "κλείσει" για καμία τιμή τάσης V_g , στην πύλη του FET. Ευτυχώς όμως, στο διστρωματικό γραφένιο, εκτός από κάποιες συγκεκριμένες διευθύνσεις, το φαινόμενο αυτό εξαλείφεται.

Όσον αφορά τώρα στις οπτικές του ιδιότητες, βρέθηκε ότι το μονοστρωματικό γραφένιο απορροφά ένα σημαντικό και σταθερό ποσοστό του προσπίπτοντος λευκού φωτός (Εικόνα 7α). Το ποσοστό αυτό είναι ίσο με $\pi\alpha\%$ ($\approx 2.3\%$), όπου $\alpha \approx 1/137$ η σταθερά λεπτής υφής, που καθορίζει την αλληλεπίδραση ταχέως κινούμενων φορέων και ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Μάλιστα, η αδιαφάνεια του γραφενίου είναι ανεξάρτητη του μήκους κύματος στο ορατό και αυξάνει κατά 2.3% με κάθε επιπλέον φύλλο. Η συμφωνία της πειραματικής αδιαφάνειας του γραφενίου με τις θεωρητικές προβλέψεις είναι εξαιρετική, επιτρέποντας την εύρεση της σταθεράς λεπτής υφής

των φορέων (κβαντικό φαινόμενο Hall). Η δομή όμως των σταθμών Landau είναι διαφορετική για ένα σχετικιστικό από ένα κλασικό σωματίο (Εικόνα 6α). Αυτή η διαφορά οδηγεί, στην περίπτωση των γραφενίου, στη μετατόπιση της ακολουθίας των πλατώ κατά $1/2$, με αποτέλεσμα να εμφανίζεται η σ_{xy} πλατώ σε ημιακέραια πολλαπλάσια της ποσότητας $4e^2/h$ (Εικόνα 6β). Μάλιστα, το ανώμαλο



Εικόνα 3. (α) Εικόνα AFM μονοστρωματικού γραφενίου [K.S. Novoselov et al., Proc. Natl. Acad. Sci. 102, 10451 (2005)]. (β) Εικόνα TEM διπλωμένου μονοστρωματικού και διστρωματικού γραφενίου [J.C. Meyer et al., Nature 446, 60 (2007)]. (γ) Φάσματα Raman κρυσταλλιτών γραφενίου με διαφορετικό αριθμό στρώσεων στην συχνοτική περιοχή της μπάντας "2D" [A.C. Ferrari et al., Phys. Rev. Lett. 97, 187401 (2006)].



Εικόνα 4. Η δομή (α) του μονοστρωματικού και (β) του διστρωματικού γραφενίου [M.I. Katsnelson, Mater. Today 10, 20 (2007)]. (γ) Πτυχώσεις του γραφενίου [J.C. Meyer et al., Nature 446, 60 (2007)].

αυτό κβαντικό φαινόμενο Hall στο γραφένιο, διατηρείται ακόμη και σε θερμοκρασία δωματίου, δηλαδή σε δέκα φορές μεγαλύτερη θερμοκρασία από ότι σε οποιοδήποτε άλλο υλικό. Οι παρατηρήσεις αυτές αποδεικνύουν τόσο την ιδιαίτερη φύση των φορέων στο γραφένιο, όσο και των εξαιρετικών ηλεκτρονικών του χαρακτηριστικών.

–μία σταθερά της κβαντικής ηλεκτροδυναμικής– απλά με τη μέτρηση του ποσοστού απορρόφησης ενός κρυσταλλίτη γραφενίου. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι μετρήσεις θεμελιωδών σταθερών απαιτούν συνήθως εξε-

ζητημένες υποδομές και ειδικές συνθήκες. Μία ακόμη σημαντική ανακάλυψη –κυρίως για ηλεκτρονικές εφαρμογές– είναι η ύπαρξη ενεργειακού χάσματος στο διστρωματικό γραφένιο, το οποίο είναι ρυθμιζόμενο συνεχώς από 0 έως 250 meV με την εφαρμογή κατάλληλης τάσης στην πύλη ενός FET γραφενίου (Εικόνα 7β). Ο ηλεκτροστατικός έλεγχος του ενεργειακού χάσματος στο υπέρυθρο αναμένεται να συμβάλει σημαντικά στην ανάπτυξη καινοτόμων νανοφωτονικών διατάξεων για την παραγωγή, ενίσχυση και ανίχνευση υπερύθρου φωτός.

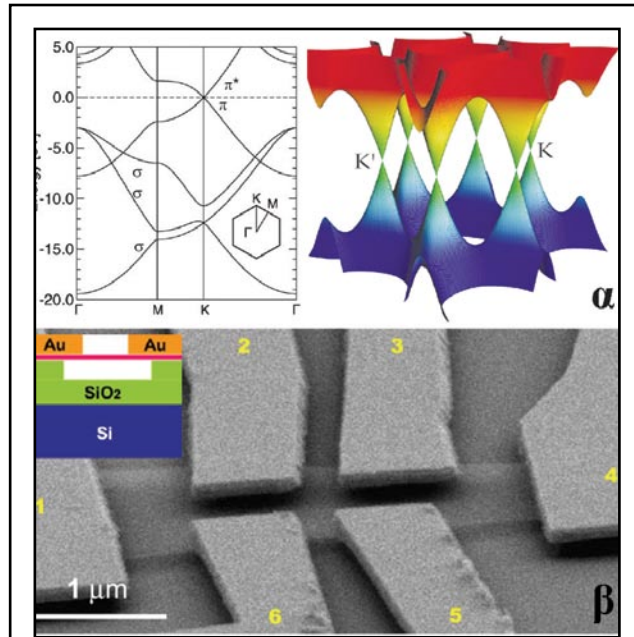
Ιδιαίτερο ενδιαφέρον όμως εμφανίζουν και οι θερμικές ιδιότητες του γραφενίου. Με τη χρήση φασματοσκοπίας Raman κατέστη δυνατή η εκτίμηση της θερμικής αγωγιμότητας K του γραφενίου, η οποία σε θερμοκρασία δωματίου είναι η υψηλότερη που έχει παρατηρηθεί ($3080\text{-}5300\text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ για διάφορους κρυσταλλίτες) και προσεγγίζεται μόνο από τους συγγενικούς νανοσωλήνες άνθρακα. Επομένως, η συμμετοχή του γραφενίου αναμένεται να παίξει καθοριστικό ρόλο σε κυκλώματα νανοηλεκτρονικής για τη διαχείριση της θερμότητας. Επιπρόσθετα, το γραφένιο εμφανίζει αρνητικό συντελεστή θερμικής διαστολής –δηλαδή το υλικό διαστέλλεται με την ψύξη του– όπως και ο γραφίτης, στο επίπεδο των γραφιτικών φύλλων που τον απαρτίζουν, ενώ κάθετα σε αυτά, αποκαθίσταται η αναμενόμενη “θετική” θερμική διαστολή. Είναι λοιπόν πιθανή η χρήση του γραφενίου ως συνιστώσας νανοδιατάξεων για τον έλεγχο της παραμόρφωσης που επάγει η μεταβολή της θερμοκρασίας. Τέλος, έχουν γίνει προσπάθειες και για την αποτίμηση των μηχανικών ιδιοτήτων του γραφενίου με την χρήση ακίδας AFM σε αιωρούμενα φύλλα γραφενίου. Βρέθηκε ότι το γραφένιο είναι το σκληρότερο υλικό που έχει μετρηθεί ποτέ. Η συνολική μηχανική συμπεριφορά του υλικού το καθιστά ιδιαίτερα χρήσιμο για νανοηλεκτρομηχανικά συστήματα ανίχνευσης μάζας

ή δύναμης καθώς και για ανθεκτικές επικαλύψεις, αφού υπολογίζεται ότι εφόσον το πάχος του έφτανε το 1 mm θα μπορούσε να σηκώνει μέχρι και 20 τόνους!

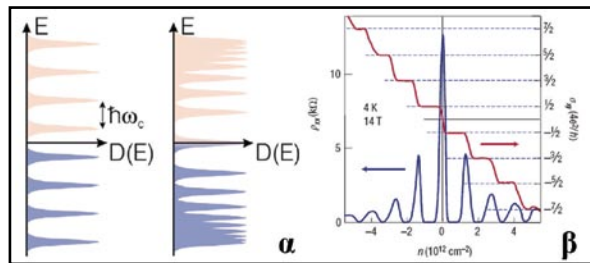
Τεχνολογικές εφαρμογές του γραφενίου - σύνοψη

Είναι πραγματικά αμέτρητο το πλήθος των πιθανών εφαρμογών του γραφενίου που δοκιμάζονται καθημερινά στο εργαστήριο με προοπτική εμπορικής αξιοποίησης στο άμεσο μέλλον. Αναφέροντας επιγραμματικά μερικές χαρακτηριστικές από αυτές, θα πρέπει να σταθούμε στην χρήση του για την κατασκευή εύκαμπτων ηλεκτρονικών διατάξεων, όπως είναι για παράδειγμα τα ταχύτερα και μικρότερα τρανζίστορ με μικρότερη κατανάλωση ενέργειας και απώλεια θερμότητας από το κλασσικά χρησιμοποιούμενο Si, οι διακόπτες, οι μόνιμες μνήμες κ.ά. Το γραφένιο αποτελεί ένα ελπιδοφόρο υλικό για τη διαχείριση σημάτων στη συχνοτική περιοχή των THz, για την κατασκευή αγωγίμων ηλεκτροδίων και υμενίων για φωτοβολταϊκά και διατάξεις υγρών κρυστάλλων, πυκνωτών μεγάλης χωρητικότητας, μπαταριών καθώς και για την ανάπτυξη σύνθετων υλικών υψηλής αντοχής. Είναι επίσης ένα κατάλληλο σύστημα για να χρησιμοποιηθεί ως αισθητήρας για την ανίχνευση μορίων αερίων ή ακόμη και ατόμων. Τέλος, έχει δοκιμαστεί επιτυχώς και για την ανίχνευση βακτηριδίων ή DNA, ενώ έχει παρατηρηθεί και η αντιβακτηριδιακή του δράση.

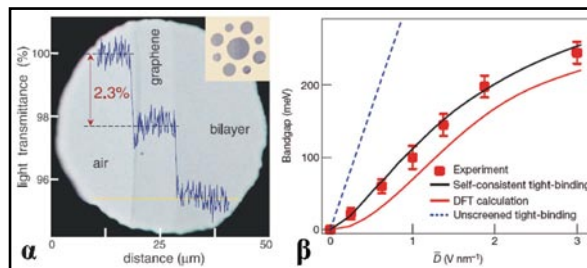
Συνοψίζοντας, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του γραφενίου –της νέας διαδιάστατης δομής του άνθρακα– το καθιστούν ένα πολύτιμο σύστημα, τόσο για βασική έρευνα, όσο και για τεχνολογικές εφαρμογές. Ο ερχομός της εποχής του γραφενίου αναμένεται να επιφέρει σημαντικές αλλαγές ακόμη και στην καθημερινή μας ζωή, ενώ πλέον, για τη μελέτη φαινομένων κβαντικής ηλεκτροδυναμικής, όλος ο περίπλοκος και μεγάλης κλίμακας εξοπλισμός που απαιτούνταν, έχει συρρικνωθεί σε ένα μολύβι και σε μία απλή σχετικά διάταξη για ένα πείραμα στερεάς κατάστασης, πάνω σε κάποιον εργαστηριακό πάγκο...



Εικόνα 5. (α) Ηλεκτρονική δομή του γραφενίου [S. Latil, L. Henrard, Phys. Rev. Lett. 97, 036803 (2006), M.I. Katsnelson, Mater. Today 10, 20 (2007)]. (β) Εικόνα SEM και σχηματικό διάγραμμα διάταξης γραφενίου έξι επαφών [K.I. Bolotin et al., Solid State Commun. 146, 351 (2008)].



Εικόνα 6. (α) Στάθμες Landau για φορείς που περιγράφονται από την εξίσωση Schrödinger (αριστερά) και την εξίσωση Dirac (δεξιά) [M.I. Katsnelson, Mater. Today 10, 20 (2007)]. (β) Πλατό της αγωγιμότητας Hall, σ_{xy} , συναρτήσει του είδους και της πυκνότητας των φορέων [A. Geim, K. Novoselov, Nature Mater. 6, 183 (2007)].



Εικόνα 7. (α) Φωτογραφία σπής καλυμμένης μερικά από μονο- και διστρωματικό γραφένιο [R.R. Nair et al., Science 320, 1308 (2008)]. (β) Εξάρτηση του ενεργειακού χάσματος από το εφαρμοζόμενο ηλεκτρικό πεδίο στο διστρωματικό γραφένιο [Y. Zhang et al., Nature 459, 820 (2009)].

Πιθανές και... απίθανες χρήσεις του γραφενίου



Χαραλαμπίδου Θεοδοσία
Φοιτήτρια Τμήματος Φυσικής

Η Βασιλική Ακαδημία Επιστημών της Σουηδίας ανακοίνωσε στις 5 Οκτωβρίου την απονομή του βραβείου Nobel Φυσικής για το 2010, από κοινού, στους Andre Geim και Konstantin Novoselov για τα “επαναστατικά πειράματά τους σχετικά με το δισδιάστατο υλικό γραφένιο”. Πρόκειται για το πρώτο δισδιάστατο κρυσταλλικό υλικό, που προέρχεται από τον γνωστό γραφίτη και αποτελείται από άτομα άνθρακα διατεταγμένα εξαγωνικά σε ένα δικτυωτό επίπεδο –παρόμοιο με κατασκευή κερήθρας– πάχους ενός μόνο ατόμου! Η θεωρητική του μελέτη άρχισε το 1947, όταν ο Βρετανός Philip R. Wallace θέλησε να αναλύσει τις ηλεκτρικές ιδιότητες του γραφίτη, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι αυτός απαρτίζεται από λεπτές στρώσεις μιας πολύ απλούστερης “ουσίας”, την οποία όμως δεν κατάφερε να απομονώσει. Στην ουσία αυτή το 1987 δόθηκε το όνομα “γραφένιο”. Αυτό ήταν που πέτυχαν οι Geim και Novoselov.

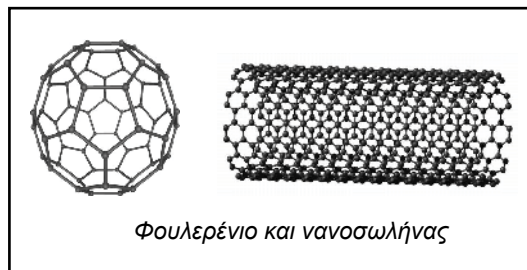
Ο Andre Geim, 51 ετών σήμερα και ο Konstantin Novoselov, 36 ετών, γεννήθηκαν στη Ρωσία, όπου και οι δυο τους ξεκίνησαν την καριέρα τους ως Φυσικοί. Οι δύο βραβευθέντες εργάζονται μαζί πολύ καιρό. Άρχισαν τη συνεργασία τους στην Ολλανδία, όταν ο Novoselov εργαζόταν για τον Geim ως διδακτορικός φοιτητής. Με την μεταγραφή του Geim από το ολλανδικό Πανεπιστήμιο Radboud του Ναϊμέγκεν στο Πανεπιστήμιο του Manchester στη Βρετανία, ο Novoselov τον ακολούθησε και ο Geim τον έχρισε υπεύθυνο του εργαστηρίου του. Τώρα είναι και οι δύο καθηγητές

στο Πανεπιστήμιο του Manchester. Η επιτυχία τους στην παραγωγή, απομόνωση, αναγνώριση και χαρακτηρισμό του γραφενίου είχε γίνει ήδη γνωστή από το 2004 με τη δημοσίευση μιας εργασίας τους στο περιοδικό Science με τίτλο “Electric field effect in atomically thin carbon films”, η οποία αποτέλεσε επιστημονική έκπληξη διεθνώς. Ήταν ήδη γνωστό ότι ο γραφίτης συνίσταται από φύλλα εξαγωνικού άνθρακα που είναι στοιβαγμένα το ένα επάνω στο άλλο, αλλά υπήρχε η άποψη ότι ένα τέτοιο φύλλο, δηλαδή το γραφένιο, δεν μπορούσε να παραχθεί σε απομονωμένη μορφή. Πολλοί επιστήμονες επίσης πίστευαν ότι θα ήταν απίθανο να απομονωθούν τόσο λεπτά υλικά, που ταυτοχρόνως να είναι σταθερά σε θερμοκρασία δωματίου αλλά θα γίνονταν πτυχωτά ή θα τυλίγονταν, ή πολύ πιο απλά θα εξαφανίζονταν τελείως. Οι δύο βραβευθέντες και οι συνεργάτες τους όχι μόνο κατέρριψαν τις συγκεκριμένες εικασίες, αλλά κατάφεραν να αναδείξουν και τις εξέχουσες ιδιότητες του νέου αυτού “μαγικού” υλικού που πηγάζουν από τον θαυμαστό κόσμο της Κβαντικής Φυσικής.

Παγιδευμένο το γραφένιο μέσα στο γραφίτη, περιμένει να απελευθερωθεί. Πρωτύτερα είχαν ανακαλυφθεί άλλες μορφές άνθρακα με βασική δομική μονάδα το γραφένιο, όπως τα φουλερένια και οι νανοσωλήνες. Το πιο κοινό **φουλερένιο** (C_{60}) περιλαμβάνει 60 άτομα άνθρακα και μοιάζει με μπάλα ποδοσφαίρου κατασκευασμένη από 20 εξαγώνια και 12 πεντάγωνα που επιτρέπουν στην επιφάνεια να πάρει τη μορφή σφαίρας. Η ανακάλυψη των φουλερενίων βραβεύθη-

κε με το Nobel Χημείας το 1996. Οι **νανοσωλήνες** άνθρακα είναι γνωστοί εδώ και πολλές δεκαετίες και σχηματίζονται από φύλλα γραφενίου που τυλίγονται και σχηματίζουν σωλήνες.

Οι Geim και Novoselov για την απομόνωση του γραφενίου χρησιμοποίησαν μία πολύ απλή όσο και αποτελεσματική μέθοδο “απολέπισης”, αποσπώντας θραύσματα γραφίτη από έναν κρύσταλλο γραφίτη με μια συνηθισμένη κολλητική ταινία! Στη συνέχεια, μετέφεραν τα θραύσματα αυτά σε ένα υπόστρωμα πυριτίου –το καθιερωμένο υλικό που δουλεύεται στην τεχνολογία ημιαγωγών– συγκεκριμένα, σε διοξειδίο του πυριτίου. Όταν το υπόστρωμα τοποθετήθηκε σε ένα οπτικό μικροσκόπιο φάνηκε ένα ουράνιο τόξο χρωμάτων –παρόμοιο με αυτό που βλέπει κανείς όταν χυθεί πετρέλαιο πάνω σε νερό– προσδιορίζοντας έτσι τον αριθμό των στρωμάτων γραφενίου στα κομμάτια του γραφίτη. Κάτω από το μικροσκόπιο, το γραφένιο πλέον είχε γίνει ορατό. Ένα τέλεια συμμετρικό δίκτυο από άνθρακα με μόνο δύο διαστάσεις, μήκος και πλάτος! Το



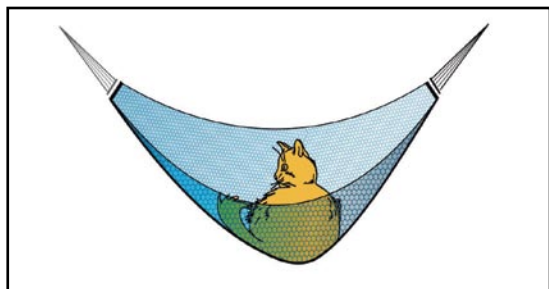
Φουλερένιο και νανοσωλήνας

μόνο που απέμενε ήταν να αποκαλυφθούν και οι ασύλληπτες ιδιότητές του...

Οπτική Διαφάνεια και Πυκνότητα: Το γραφένιο είναι σχεδόν εντελώς διαφανές (απορροφά μόνο το

2.3% της έντασης του φωτός) και παρ' όλα αυτά είναι τόσο πυκνό που ούτε καν το ήλιο, το αέριο με τα μικρότερα άτομα, δεν μπορεί να το διαπεράσει. Εν τούτοις, το σχεδόν ανύπαρκτο πάχος του, κάνει την επιφανειακή του πυκνότητα να είναι μόλις 0.77 mg/m^2 .

Δύναμη και μηχανική αντοχή: Το γραφένιο έχει μία δύναμη θραύσης των 42 N/m , ενώ η αντίστοιχη του ατσαλιού κυμαίνεται στα $0.25\text{-}1.2 \text{ N/m}$. Αυτό σημαίνει ότι το γραφένιο είναι περισσότερο από 100 φορές δυνατότερο από το ατσάλι. Αν δέσουμε λοιπόν μια υποθετική, σχεδόν αόρατη, αιώρα από γραφένιο μεταξύ δύο δέντρων, θα μπορούσαμε να τοποθετήσουμε σ' αυτήν ένα βάρος 4 κιλών, π.χ. μια γάτα, χωρίς να σπάσει!



Ηλεκτρική και θερμική αγωγιμότητα: Το γραφένιο, με ηλεκτρική αγωγιμότητα $0.96 \times 10^6 \Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$, είναι σαφώς καλλίτερος αγωγός του ηλεκτρισμού από τον χαλκό (που η ηλεκτρική του αγωγιμότητα είναι ίση με $0.60 \times 10^6 \Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$). Σαν αγωγός της θερμότητας όμως ξεπερνά όλα τα άλλα γνωστά υλικά αφού το γραφένιο άγει τη θερμότητα 10 φορές καλύτερα από τον χαλκό.

Ακόμη πιο συναρπαστικές είναι οι ιδιότητες του γραφενίου σε κβαντικό επίπεδο. Οι δεσμοί των ατόμων άνθρακα είναι τόσο ισχυροί, ώστε να συγκροτούν μία διάταξη χωρίς δομικές ατέλειες, ενώ ταυτόχρονα είναι αρκετά εύκαμπτοι ώστε να επιτρέπουν στο δίκτυο να εκταθεί μέχρι και 20% περισσότερο του αρχικού του μεγέθους. Η δικτύωση αυτή διευκολύνει τα ηλεκτρόνια να ταξιδεύουν ανεμπόδιστα σε μεγάλες αποστάσεις μέσα στο γραφέ-

νιο. Αντιθέτως, σε κανονικούς αγωγούς, τα ηλεκτρόνια συχνά αναπηδούν, όπως μία μπάλα σε φλιπεράκι. Η αναπήδηση αυτή εξασθενεί την επίδοση του αγωγού. Παράλληλα, τα ηλεκτρόνια που ταξιδεύουν στο γραφένιο συμπεριφέρονται σαν σχετικιστικά σωματίδια χωρίς μάζα και κινούνται με ταχύτητα 10^6 m/s ! Αυτό ανοίγει την πιθανότητα μελέτης μιας σειράς φαινομένων ευκολότερα και σε πιο μικρή κλίμακα, χωρίς τη χρήση μεγάλου σωματιδιακού επιταχυντή.

Το γραφένιο είναι ένα πολλά υποσχόμενο υλικό για το μέλλον. Μπορεί οι περισσότερες από τις πιθανές πρακτικές εφαρμογές του να υπάρχουν ακόμη μόνο στη φαντασία μας, αλλά είναι πολλές που έχουν ήδη δοκιμαστεί και μάλιστα από τους ίδιους τους Geim και Novoselov. Στον κόσμο των ηλεκτρονικών, το γραφένιο γίνεται ο αντικαταστάτης του πυριτίου. Τα τρανζίστορ γραφενίου προβλέπονται να είναι ουσιαδώς γρηγορότερα από εκείνα που κατασκευάζονται σήμερα από πυρίτιο.

Ταυτόχρονα, η ανάγκη για υπολογιστές που θα λειτουργούν με μεγαλύτερη ταχύτητα και ενεργειακή απόδοση, καθιστά επιτακτική την κατασκευή ηλεκτρονικών τσιπ με μικρότερες διαστάσεις. Το γραφένιο είναι ικανό να πετύχει πολύ χαμηλότερο όριο διαστάσεων από το αντίστοιχο του πυριτίου που χρησιμοποιείται σήμερα στα τσιπ των υπολογιστών. Εφόσον το γραφένιο είναι ένας διαφανής αγωγός, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές όπως οθόνες αφής, φωτεινά πάνελ και ηλιακούς συλλέκτες. Επιπλέον, μπορούν να παραχθούν αγώγιμα πλαστικά αν μόνο 1% γραφένιο αναμειγνυόταν σ' αυτά, ενώ με την ανάμειξη ενός κλάσματος του χιλιοστού από γραφένιο η θερμική τους αντίσταση θα μπορούσε να αυξηθεί κατά 30°C και να ενισχυθεί η μηχανική τους αντοχή. Νέοι τύποι σύνθετων υλικών από γραφένιο που θα είναι λεπτά, εύκαμπτα, ανθεκτικά και ελαφρά,

είναι ιδανικά για μελλοντική χρήση στην κατασκευή αυτοκινήτων, δορυφόρων και αεροσκαφών.

Οι δύο βραβευθέντες δεν είναι οι μόνοι που πειραματίστηκαν με τις εφαρμογές του γραφενίου αλλά ασχολήθηκαν με αυτό και ερευνητές απ' όλο τον κόσμο. Χαρακτηριστικά, το Μάρτιο του 2008, Σουηδοί και Αμερικανοί ερευνητές παρουσίασαν ένα νέο τύπο φωτοδιόδου, με το όνομα "οργανικό ηλεκτροχημικό κύτταρο εκπομπής φωτός" (LEC), κατά πολύ φθηνότερο απ' τις οργανικές φωτοδιόδους OLED και πλήρως ανακυκλώσιμο, φτιαγμένο από γραφένιο. Επίσης, τον Φεβρουάριο του 2010, η IBM ανήγγειλε στο περιοδικό Science ότι χρησιμοποιώντας γραφένιο, κατασκεύασε τρανζίστορ τύπου FET που θα κάνει εφικτούς επεξεργαστές υπολογιστών με συχνότητα λειτουργίας 100GHz (50 φορές ταχύτερο από αυτόν που ίσως έχετε).

Ως επίλογος, αξίζει να αναφερθεί η συμβολή Ελλήνων επιστημόνων στην ερευνητική προσπάθεια που αφορά το γραφένιο. Συγκεκριμένα, ο καθηγητής του Τμήματος Επιστήμης Υλικών στο Πανεπιστήμιο Πατρών, Κώστας Γαλιώτης, διευθυντής του Ερευνητικού Ινστιτούτου Μηχανικής και Χημικών Διεργασιών Υψηλής Θερμοκρασίας (ITE/EIXHMYΘ), μαζί με την ομάδα του (Κωσταντίνος Παπαγγελής, Γιάννης Παρθένιος και Γεωργία Τσουκλήρη) αλλά και ο επίκουρος καθηγητής του Τμήματος Μηχανικών Επιστήμης Υλικών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Ελευθέριος Λοιδωρικής, συνεργάστηκαν με τους δύο νομπελίστες για φαινόμενα και ιδιότητες που παρουσιάζει το γραφένιο. Είναι φανερό ότι η τεχνολογία ετοιμάζεται να κάνει άλλο ένα μεγάλο άλμα με το νέο αυτό υλικό που κρυβόταν ακριβώς κάτω από τη μύτη... του μολυβιού μας!

Πηγές:
www.nobelprize.org
www.enet.gr
www.tovima.gr

Διαδοχικές Βελτιώσεις (Μέθοδοι Διαδοχικών Προσεγγίσεων)

Γεώργιος Θεοδώρου
Καθηγητής Τμήματος Φυσικής
e-mail: theodoru@auth.gr

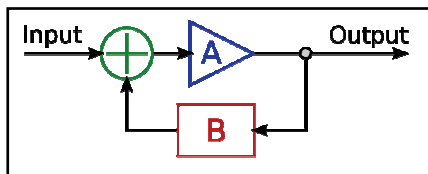
Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι προσέγγισης μιας ποσότητας. Το παρόν άρθρο δεν αποβλέπει στο να κάνει μια γενική παρουσίαση όλων των περιπτώσεων (άλλωστε, αυτό δεν είναι εφικτό!).

Μια πολύ χρήσιμη, και πρακτική, διαδικασία είναι να κάνουμε μια εκτίμηση, και μετά να έχουμε μια μέθοδο για να βελτιώνουμε την εκτίμησή μας για την ποσότητα που θέλουμε να υπολογίσουμε. Έχοντας μια τέτοια διαδικασία, μπορούμε να επιλέξουμε μια τιμή για την ποσότητα αυτή, και μετά να τη βελτιώνουμε.

Κάτι τέτοιο δεν αφορά μόνο τη φυσική, αλλά είναι μια διαδικασία με ευρύτερη εφαρμογή.

Μια σπουδαία π.χ. αρχή, με παρόμοια λογική, η οποία χρησιμοποιείται ευρύτατα ήδη από την εποχή της αρχαιότητας, είναι η **αρχή της ανάδρασης**.

Ένα σχήμα που παρουσιάζει το σκεπτικό της, και που σκοπό έχει να βελτιώνει την έξοδο γύρω από ένα **σημείο ευσταθούς ισορροπίας**, δίνετε παρακάτω:



Η ιστοσελίδα του Wikipedia αναφέρει εφαρμογές της αρχής στα πεδία:

1. Βιολογία
2. Κλιματολογία
3. Θεωρία Ελέγχου
4. Μηχανική Μηχανών
5. Ηλεκτρονική Μηχανική
6. Μηχανική Λογισμικού και Συστήματα Υπολογισμών
7. Κοινωνικές Επιστήμες (Αντανακλαστική Ανάδραση, Οικονομικά και Χρηματο-Οικονομικά, Ανάπτυξη Παγκόσμιων Συστημάτων, Εκπαίδευση, Διακυβέρνηση, Διαχείριση Ηλεκτρονικού Ταχυδρομείου, Διοργάνωση).

Μια διαδικασία διαδοχικών βελτιώσεων θα είναι πολύ χρήσιμη π.χ. **στην τεχνολογία της πληροφορίας**. Συγκεκριμένα, μια και είναι πολύ δύσκολο να έχουμε ακριβείς λύσεις, και τις έχουμε για λίγες μόνο περιπτώσεις, μπορούμε να κάνουμε μια εκτίμηση, και να κάνουμε μετά βελτιώσεις με τη χρήση Η/Υ.

Σε αντιδιαστολή, ο συνηθισμένος τρόπος σκέψης στα αυστηρά μαθηματικά είναι να βρούμε ακριβώς την ποσότητα που θέλουμε, και η επιλογή αυτή να είναι η **αρχική και η οριστική**.

Με την **τεχνική των διαδοχικών βελτιώσεων** αλλάζει το σκεπτικό. Η έμφαση τώρα είναι στη διαδικασία ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ της πρότασης. ΔΕΝ δίνουμε δηλαδή μεγαλύτερη έμφαση στην επιλογή της, όσο στον τρόπο βελτίωσής της. Η αρχική επιλογή μπορεί να γίνει και με αξιοποίηση μιας γραφικής παράστασης.

Είναι τελείως διαφορετικό το σκεπτικό της μίας περίπτωσης από την άλλη. Η περίπτωση των διαδοχικών βελτιώσεων σχετίζεται και με πρακτικές εφαρμογές. Είναι δε, κατά κάποιο τρόπο, οξύμωρο σχήμα να χρησιμοποιούνται τα μαθηματικά (αυστηρός τρόπος) για την υλοποίηση των παραδειγμάτων που θα παρουσιαστούν (προσεγγιστικός τρόπος)!

Μια κατάλληλη μαθηματική τεχνική υλοποίησης της παραπάνω διαδικασίας, είναι αυτή της βελτίωσης με **διαδοχικές επαναλήψεις**. Η τελική μας εκτίμηση εξαρτάται γενικά από τον αριθμό των επαναλήψεων και η μεταβολή του αριθμού αυτού γίνεται με σταθερό βήμα (στην παρούσα περίπτωση το βήμα είναι ίσο με τη μονάδα). Έτσι έχουμε μια περίπτωση μεταβολής με πεπερασμένου μήκους βήματα, και με τελικό στόχο την επίτευξη της καλύτερης τιμής της ποσότητας.

Στην πράξη όμως, τη διαδικασία των διαδοχικών επαναλήψεων την εκτελούμε μόνο για μικρό αριθμό επαναλήψεων. Για πρακτικούς λόγους, δεν εκτελείται η διαδικασία αυτή πολλές φορές.

Με την τεχνική των διαδοχικών βελτιώσεων μπορεί επίσης να γίνει αξιοποίηση και των πειραματικών δεδομένων.

Για την παρουσίαση της μεθόδου, θα αναφέρω δύο περιπτώσεις: η μία αναφέρεται σε προσδιοριστικό και η άλλη σε στοχαστικό σύστημα.

1) Προσδιοριστική Μέθοδος

Όσον αφορά τα προσδιοριστικά συστήματα, ένα ουσιαστικό βήμα προς την κατεύθυνση των διαδοχικών βελτιώσεων έγινε από τον Νεύτωνα (1669).

Το πρόβλημα που τον απασχόλησε ήταν το πώς υπολογίζεται εύκολα και γρήγορα η ρίζα μιας συνάρτησης: $\phi(x_0) = 0$

Η συνάρτηση είναι καθορισμένη, επομένως το μαθηματικό πρόβλημα είναι καθορισμένο, όμως η ακριβής του λύση ήταν, και είναι, γνωστή μόνο για λίγες ειδικές μορφές συναρτήσεων $\phi(x)$, ενώ στις περισσότερες περιπτώσεις η λύση δεν μπορεί να βρεθεί αυστηρά.

Είναι, επομένως, μεγάλης πρακτικής σημασίας να έχουμε ένα τρόπο για γρήγορο και εύκολο υπολογισμό της, έστω και προσεγγιστικά.

Η λύση που έδωσε ο Νεύτωνα ήταν να γίνει μια εκτίμηση για τη τιμή της ρίζας αυτής και στη συνέχεια να βρεθεί ένας τρόπος για τις μετέπειτα βελτιώσεις της.

Εργαζόμενος σε αυτή τη κατεύθυνση, έγραψε την εξίσωση με τη μορφή (με πρόσθεση του x_0 και στα δύο μέρη της):

$$x_0 = x_0 + \phi(x_0) \equiv f(x_0)$$

Η πρόταση που έκανε ο Νεύτωνα ήταν να επιλέξουμε για την τιμή της ρίζας της συνάρτησης αυτής, μια αριθμητική τιμή, που γίνεται αυθαίρετα και με βάση τη καλύτερη προσωπική εκτίμηση που έχουμε γι' αυτήν, συνήθως βασισμένοι σε μια γραφική παράσταση, και μετά να προχωρήσουμε στη βελτίωσή της με τη μέθοδο των διαδοχικών προσεγγίσεων που πρότεινε, και που δίνεται από την εξίσωση,

$$x_{n+1} = f(x_n)$$

Θέλουμε τελικά να βρούμε το σταθερό σημείο του μετασχηματισμού αυτού.

Στη μέθοδο αυτή ο αριθμός των συνολικών επαναλήψεων προσδιορίζεται από τον δείκτη n_{\max} . Η μεταβολή του n είναι με πεπερασμένα βήματα και η μέθοδος αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη με τους Η/Υ. Δεν συγκλίνει όμως πάντα στη ρίζα που ζητάμε και η διερεύνηση της σύγκλισης αυτής σχετίζεται με την **ανάλυση της ευστάθειας του σημείου**.

Η μέθοδος αυτή ακολουθεί έναν πολύ σημαντικό τρόπο σκέψης: Κάνουμε δηλαδή μια εκτίμηση για μια ποσότητα και μετά τη βελτιώνουμε!

Η διαδικασία αυτή για την εύρεση ρίζας μιας συνάρτησης είναι απλή και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμη και στο Λύκειο.

Τέλος σημειώνω ότι, από τότε, έχουν βρεθεί και άλλοι αλγόριθμοι για τον προσεγγιστικό αριθμητικό υπολογισμό ριζών, που σε πολλές περιπτώσεις δίνουν καλύτερο αποτέλεσμα.

2) Στοχαστική Μέθοδος

Είναι πολύ σημαντικό να βρεθεί μια διαδικασία παρόμοια με αυτή του προσδιορισμού ριζών, που να μπορεί να εφαρμοστεί σε στατιστικά συστήματα.

Σκοπός των στοχαστικών μεθόδων είναι η περιγραφή στατιστικών συστημάτων, δηλαδή συστημάτων με τυχαιότητα. Για την περιγραφή τέτοιων συστημάτων χρειάζεται η κατανομή πιθανότητας και για τον προσδιορισμό της χρειάζεται να ξέρουμε τόσο τη μορφή της συνάρτησης πιθανότητας όσο και των παραμέτρων της. Στην πράξη όμως δεν μπορούμε γενικά να ξέρουμε εκ των προτέρων ούτε τη συνάρτηση πιθανότητας, ούτε τις αριθμητικές τιμές των παραμέτρων της. Έχουμε όμως στη διάθεση μας το σύστημα με το οποίο μπορούμε να κάνουμε μετρήσεις. Το βασικό πρόβλημα είναι πώς από τις μετρήσεις αυτές θα προσδιορίσουμε με τον καλύτερο τρόπο, τόσο τη συνάρτηση πιθανότητας, όσο και τις τιμές των παραμέτρων της.

Η έρευνα για την εύρεση μιας διαδικασίας βελτίωσης της αρχικής πρόβλεψης για την κατανομή πιθανότητας, με τη χρήση πειραματικών αποτελεσμάτων, ξεκίνησε από την εποχή του Νεύτωνα, και η πρόταση έγινε από τον Bayes (σημειώστε ότι ο Νεύτωνας δεν ασχολείτο με προβλήματα πιθανότητας). Η πρόταση ξεκινά, επίσης, με μια αρχική και προσωπική εκτίμηση για την πιθανότητα κατανομής δεδομένων (δηλαδή γίνεται μια προσωπική εκτίμηση της συνάρτησης κατανομής πιθανότητας) και στη συνέχεια προτείνεται μια διαδικασία για τις βελτιώσεις της.

Το ερώτημα που αμέσως τέθηκε ήταν εάν μπορούμε να κάνουμε μια προσωπική εκτίμηση για την κατανομή πιθανότητας. Μπορούμε δηλαδή να χρησιμοποιούμε προσωπικές εκτιμήσεις για τις κατανομές ή αυτές είναι αντικειμενικές ποσότητες; [βλέπε για τη συζήτηση αυτή το άρθρο: E.C. Kemble, Am. J. Physics, 10, 6 (1942)]. Βέβαια, αντίστοιχη ερώτηση μπορεί κανείς να θέσει και για τη ρίζα μιας συνάρτησης, όμως τη



Thomas Bayes (1702-1761)

μέθοδο για τις ρίζες την είχε προτείνει ο Νεύτωνας. Με την πρόταση που έκανε ο Bayes τα πράγματα είναι διαφορετικά. Ο Bayes όμως, ενδεχομένως αντιλαμβανόμενος τη θύελλα που θα ξεσπούσε, άφησε την πρότασή του (που έγινε το 1671) σε φίλο του, για να τη δημοσιεύσει αφού πεθάνει. Η μέθοδος αυτή ονομάζεται σήμερα **Bayesian στατιστικοί υπολογισμοί**, ή **Στατιστική Bayesian**.

Όπως αναφέραμε, το κεντρικό σημείο της συζήτησης ήταν εάν μπορούμε να κάνουμε προσωπικές αρχικές εκτιμήσεις για την πιθανότητα, ή αυτή είναι αντικειμενικά καθορισμένη. Το σημαντικό βήμα αποδοχής της μεθόδου για τις πιθανότητες έγινε τον εικοστό αιώνα, με την εφαρμογή της στατιστικής σε Κοινωνικές Επιστήμες, Ιατρική, Βιολογία κλπ. Στις περιπτώσεις αυτές δεν υπάρχει μία και μοναδική κατανομή πιθανότητας, αλλά αυτή εξαρτάται και από το δείγμα που μελετάται, δηλαδή από την κοινωνική κατάσταση των ατόμων, την ηλικία τους κλπ.

Η διαμάχη κράτησε περίπου τρεις αιώνες. Το συμπέρασμα είναι ότι:

Κοντά στις πολλές κατανομές που υπάρχουν, μπορούμε να κάνουμε και μια αρχική προσωπική εκτίμηση.

Υπάρχουν πολλές και σημαντικές εφαρμογές της μεθόδου αυτής, **ιδιαίτερα στις τεχνολογίες της πληροφορίας**. Με βάση τη δυνατότητα αρχικής προσωπικής εκτίμησης, ακόμη και οι στατιστικοί έχουν «χωριστεί» σε δύο ομάδες, τους κλασικούς και τους Bayesian, και κάθε ομάδα προβάλλει τα επιχειρήματά της.

Συμπερασματικά, έχουμε πλέον μια διαδικασία βελτιώσεων της αρχικής πρότασης, για τον υπολογισμό της συνάρτησης κατανομής στοχαστικής ποσότητας.

Σε σχέση με τις δύο μεθόδους που υπάρχουν, έχω να κάνω τα εξής σχόλια:

1. Ο υπολογισμός της πιθανότητας με την κλασική μέθοδο, γίνεται με την αξιοποίηση της συχνότητας εμφάνισης του κάθε αποτελέσματος, που είναι και η «τελική» επιλογή, σύμφωνα με την ορολογία των διαδοχικών προσεγγίσεων.
2. Στην περίπτωση της Στατιστικής Bayesian, ξεκινούμε από μια προσωπική επιλογή και τη βελτιώνουμε με διαδοχικές επαναλήψεις, **χρησιμοποιώντας και τα πειραματικά αποτελέσματα για να κάνουμε τις βελτιώσεις αυτές**. Για άπειρο αριθμό επαναλήψεων, αποδεικνύεται ότι το τελικό αποτέλεσμα είναι ανεξάρτητο της αρχικής επιλογής. Για πεπερασμένο όμως αριθμό επαναλήψεων, το τελικό αποτέλεσμα εξαρτάται και από την αρχική επιλογή.
3. Εάν δεν θέλουμε να ακολουθήσουμε τη μέθοδο των διαδοχικών βελτιώσεων, θα εφαρ-

μόσουμε την πρώτη επιλογή. Διαφορετικά, ακολουθούμε τη δεύτερη.

4. Θα πρέπει όμως να συγκρίνουμε το τελικό αποτέλεσμα των δύο περιπτώσεων.

Επίσης, αναφέρω ότι η Στατιστική Bayesian είναι ένας διαφορετικός και πρακτικός τρόπος προσέγγισης και ερμηνείας των στατιστικών αποτελεσμάτων, και όχι μια καινούργια στατιστική.

Τέλος, αναφέρω ξανά ότι η μέθοδος των διαδοχικών βελτιώσεων είναι πολύ χρήσιμη, επομένως και η Στατιστική Bayesian είναι πολύ χρήσιμη, στην περιοχή της τεχνολογίας της πληροφορίας, για την αντιμετώπιση προβλημάτων "Μηχανικής Μάθησης", "Εξόρυξης Δεδομένων" κλπ.

Βεβαίως, δεν υποστηρίζω την απαξίωση της θεωρίας και της παραδοσιακής μαθηματικής ανάλυσης, η οποία στηρίζεται στη μαθηματική λογική και σε μερικά αξιώματα που βάζουμε και που εκφράζουν γενικά παραδεκτές αλήθειες. Σε περίπτωση που γνωρίζουμε με απόλυτη σιγουριά τη θεωρία, δηλαδή ότι τα αξιώματά της είναι κατάλληλα για την περίπτωση, συγκρίνουμε τις προβλέψεις της θεωρίας αυτής με τα αποτελέσματα του πειράματος.

Όταν δεν γνωρίζουμε τη θεωρία ή έχουμε μικρή βεβαιότητα σε αυτή, η μεθοδολογία της Στατιστικής Bayesian είναι ένας βασικός τρόπος για την αντιμετώπιση της κατάστασης. Σε μια τέτοια περίπτωση, είτε μένουμε αρχικά ουδέτεροι, είτε έχουμε περιορισμένη γνώση, καθορίζοντας κατάλληλα την αντίστοιχη αρχική πιθανότητα, και για περισσότερη διευκρίνιση, κάνουμε μετρήσεις.

Ένα απόσπασμα από τα γραφόμενα του C. Porter αναφέρει:

*"Experiment!
Make it your motto day and night.
Experiment,
And it will lead you to the light.
..."*

Τελικά, θέλω να επισημάνω ότι οι τεχνικές με απειροστό βήμα είναι διαφορετικές (Μέθοδοι Μεταβολών). Όπως είπαμε, το βήμα τότε είναι **απειροστό** και για τον λόγο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί απειροστικός λογισμός για την εύρεση της καλύτερης περίπτωσης.

Στο μάθημα «Υπολογιστικές μέθοδοι εφαρμοσμένης φυσικής», του Μεταπτυχιακού «Υπολογιστικής Φυσικής», γίνεται παρουσίαση της μεθόδου των διαδοχικών βελτιώσεων με σταθερό βήμα και της «Στατιστικής Bayesian». Η μέθοδος των διαδοχικών βελτιώσεων είναι επίσης χρήσιμη και για την κατανόηση λειτουργίας πολλών προγραμμάτων Η/Υ.

Τελετή υποδοχής των πρωτοετών

Την Τετάρτη 3 Νοεμβρίου πραγματοποιήθηκε, στην αίθουσα Α31 της Σχολής Θετικών Επιστημών, η επίσημη τελετή υποδοχής των πρωτοετών φοιτητών του Τμήματος Φυσικής για το ακαδημαϊκό έτος 2010-11. Η εκδήλωση οργανώθηκε από την Επιτροπή Σεμιναρίων και Εκδηλώσεων του Τμήματος.

Στην αρχή της εκδήλωσης, ο Πρόεδρος του Τμήματος Καθηγητής κ. **Κ. Μανωλίκας**, μίλησε για τις Προπτυχιακές Σπουδές, ενώ τις Μεταπτυχιακές Σπουδές παρουσίασε η Καθηγήτρια κ. **Ελένη Παλούρα**.

Ακολούθησε βράβευση των τριών πρώτων φοιτητών που εισήχθησαν στο Τμήμα, τα ονόματα των οποίων είναι: **Βασιλειάδης Ισαάκ**, **Φράγκος Παντελής** και **Δημούδης Σπυρίδων**. Κατόπιν, βραβεύθηκαν οι φοιτητές του Τμήματος Φυσικής, **Παπαγούδης Γεώργιος**, **Βαλογιάννης Γεώργιος** και **Καρύδας Ματθαίος**, ως οι τρεις πρώτοι φοιτητές που άριστευσαν κατά το πρώτο έτος σπουδών.

Στη συνέχεια, το λόγο έλαβε ο Κοσμητορας της Σχολής Θετικών Επιστημών, Καθηγητής Γεωλογίας κ. **Σπυρίδων Παυλίδης**, ο οποίος, εκτός από τον χαιρετισμό του, απηύθυνε και παραινετικό λόγο, τον οποίο οι πρωτοετείς φοιτητές άκουσαν με μεγάλη προσοχή.

Χαιρετισμό στους πρωτοετείς απηύθυνε επίσης και η Πρόεδρος του ΔΣ του συλλόγου των φοιτητών κα. **Σοφία Αθανασιάδου**.

Στο δεύτερο μέρος της εκδήλωσης, ο Επίκουρος Καθηγητής του Γενικού Τμήματος Θετικών Επιστημών του ΑΤΕΙΘ (και νεοεκλεγείς στο Τμήμα μας), κ. **Ιωάννης Αρβανιτιδής**,



Ο Πρόεδρος του Τμήματος με τους τρεις πρώτους νεοεισαχθέντες φοιτητές, που βραβεύθηκαν.



Ο Πρόεδρος του Τμήματος με τους βραβευθέντες φοιτητές, που άριστευσαν ως πρωτοετείς.

έδωσε επιστημονική ομιλία για το **γραφένιο**, με αφορμή το βραβείο Νόμπελ Φυσικής 2010 (βλ. το σχετικό άρθρο του στο παρόν τεύχος).

Στο τέλος της εκδήλωσης, οι πρωτοετείς είχαν την ευκαιρία να κάνουν μια πρώτη γνωριμία με πολλά από τα μέλη ΔΕΠ του Τμήματος και το πιο σημαντικό, να συναντηθεί και να συνομιλήσει ο καθένας τους με τον **Σύμβουλο Σπουδών** του.

Σημείωση: Οι ομιλίες της εκδήλωσης έχουν αναρτηθεί στην κεντρική ιστοσελίδα του Τμήματος: http://www.physics.auth.gr/event_announcements/455

Τετάρτη 03 Νοεμβρίου 2010
ώρα 12³⁰
Αίθουσα Α31
Τμήμα Φυσικής

ΤΕΛΕΤΗ ΥΠΟΔΟΧΗΣ ΠΡΩΤΟΕΤΩΝ ΦΟΙΤΗΤΩΝ

- Χαιρετισμοί
- Προπτυχιακές Σπουδές στο Τμήμα Φυσικής
- Μεταπτυχιακές Σπουδές & Έρευνα στο Τμήμα Φυσικής
- Το πρόβλημα της ασυνέπειας ΑΠΘ
- Απονομή βραβείων στους αριστούχους φοιτητές
- Ομιλία του Δρ. Ιωάννη Αρβανιτιδή με τίτλο «Γράφενιο: Ο άνθρωπος στις δύο διαστάσεις – Βραβείο Nobel Φυσικής 2010»
- Ο σύλλογος φοιτητών του Τμήματος Φυσικής
- Γνωριμία των φοιτητών με τους Συμβούλους Σπουδών

Μετά το πέρας της εκδήλωσης θα ακολουθήσει δεξίωση



Ο Πρόεδρος του Τμήματος κ. Κ. Μανωλίκας παρουσίασε τις Προπτυχιακές Σπουδές.



Ο Κοσμήτορας της Σχολής Θετικών Επιστημών, κ. Σπυρίδων Παυλίδης.



Η κα. Ελένη Παλούρα παρουσίασε τις Μεταπτυχιακές Σπουδές.



Ο ομιλητής του επιστημονικού θέματος της εκδήλωσης, κ. Ιωάννης Αρβανιτίδης



Η Πρόεδρος του ΔΣ του συλλόγου των φοιτητών κα. Σοφία Αθανασιάδου.

ΟΙ ΝΕΟΙ ΠΤΥΧΙΟΥΧΟΙ
ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

23.11.2010

ΑΠΟΣΤΟΛΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ
 ΑΡΒΑΝΙΤΗ ΒΙΡΓΙΝΙΑ
 ΑΧΙΛΛΕΩΣ ΝΙΚΟΛΕΤΤΑ
 ΒΑΡΙΤΗΣ ΣΑΒΒΑΣ
 ΒΑΣΙΛΟΥΔΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ
 ΒΙΛΔΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ
 ΒΛΑΣΑΚΟΥΔΗ ΤΡΙΑΔΑ
 ΒΛΑΧΟΠΟΥΛΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ
 ΓΑΒΡΑΣ ΑΒΡΑΑΜ
 ΓΑΒΡΙΗΛ ΕΛΕΝΗ
 ΓΙΑΝΝΟΥΛΟΠΟΥΛΟΥ ΖΑΧΑΡΟΥΛΑ
 ΓΚΑΓΚΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ
 ΔΑΓΚΟΓΛΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
 ΔΗΜΟΥ ΔΗΜΗΤΡΑ
 ΔΟΥΛΤΣΙΝΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ
 ΔΡΟΣΟΓΛΟΥ ΘΕΑΝΩ
 ΕΜΜΑΝΟΥΗΛΙΔΟΥ ΧΡΙΣΤΙΝΑ
 ΖΑΝΝΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
 ΖΑΧΑΡΟΠΟΥΛΟΣ ΜΑΡΙΟΣ
 ΚΑΜΠΟΥΡΗ ΑΝΝΑ
 ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
 ΚΑΡΑΜΠΟΥΡΝΙΔΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΚΑΡΚΑΤΖΙΝΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
 ΚΑΡΟΖΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ
 ΚΑΡΤΣΙΟΣ ΣΤΕΡΓΙΟΣ
 ΚΟΝΤΡΑ ΝΤΡΙΤΑΝ
 ΚΥΡΜΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
 ΚΩΣΤΑΡΑ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ
 ΜΑΪΠΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ
 ΜΑΚΡΙΔΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ
 ΜΑΡΚΟΥΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ
 ΜΗΛΙΑΡΕΣΗ ΜΑΡΙΑ
 ΜΟΝΑΣΤΗΡΙΩΤΗΣ-ΔΙΑΜΑΝΤΙΔΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
 ΝΑΤΣΑΡΙΔΗΣ ΕΥΣΤΑΘΙΟΣ
 ΝΤΟΥΒΛΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
 ΞΕΝΙΩΤΗ ΔΗΜΗΤΡΑ
 ΞΥΠΟΛΙΤΟΥ ΔΑΝΑΗ ΓΙΩΤΑ
 ΟΠΡΟΓΛΙΔΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ
 ΠΑΛΑΜΠΟΥΓΙΟΥΚΗΣ ΟΡΕΣΤΗΣ
 ΠΑΠΑΓΓΕΛΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ
 ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
 ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
 ΠΑΠΑΪΩΑΝΝΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
 ΠΑΣΧΟΣ ΦΙΛΩΤΑΣ
 ΠΑΤΣΙΑΟΥΡΑ ΔΗΜΗΤΡΑ
 ΠΑΤΣΙΑΡΙΚΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
 ΠΟΛΥΖΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
 ΡΕΣΤΑ ΖΩΗ
 ΣΚΕΥΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ
 ΣΟΦΟΥΛΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
 ΣΤΑΘΗ ΙΦΙΓΕΝΕΙΑ
 ΣΥΡΟΠΟΥΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ
 ΤΑΣΙΟΠΟΥΛΟΥ ΕΥΜΟΡΦΙΑ
 ΤΑΧΤΣΙΔΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ
 ΤΖΙΜΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
 ΤΣΑΡΟΥΧΑΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ
 ΦΑΧΟΥΡΙ ΣΑΛΗΜ
 ΦΟΥΤΣΙΤΖΟΓΛΟΥ ΑΡΓΥΡΩ
 ΦΩΤΙΑΔΗΣ ΣΠΥΡΟΣ
 ΧΑΙΔΑ ΜΑΡΙΝΑ
 ΧΑΤΖΗΑΓΓΕΛΑΚΗΣ ΣΠΥΡΟΣ
 ΧΑΤΖΗΓΙΑΝΝΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ



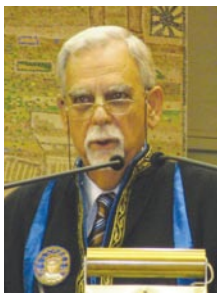
Από την προσφώνηση του Κοσμήτορα της ΣΘΕ Καθ. κου Σπ. Παυλίδη

Θετικών Επιστημών, Καθηγητή κ. **Σπυρίδωνα Παυλίδη** και τον Πρόεδρο του Τμήματος Φυσικής, Καθηγητή κ. **Κωνσταντίνο Μανωλικά**. Στη συνέχεια, ακολούθησε ομιλία του Καθηγητή του Τμήματος Φυσικής κ. **Νικολάου Σπύρου**, με νουθεσίες και παραινήσεις προς τους νέους συναδέλφους και αναφορές σε θέματα σχετικά με το Εγγύς προς τη Γη Διαστημικό Περιβάλλον, την Οικολογική συνείδηση, τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος κ.λ.π.

Ακολουθεί το πλήρες κείμενο της ομιλίας του κ. Σπύρου.

Η τελετή ορκωμοσίας των νέων πτυχιούχων Φυσικών, που απεφοίτησαν από το Τμήμα μας μετά την εξεταστική περίοδο του Σεπτεμβρίου, πραγματοποιήθηκε την Τρίτη 23 Νοεμβρίου 2010, στην αίθουσα Τελετών του Α.Π.Θ. Σε μία κατάμεστη αίθουσα, με την παρουσία πλήθους φίλων, συγγενών και μελών ΔΕΠ, χειροκροτήθηκαν και επιβραβεύθηκαν οι προσπάθειες των νέων συναδέλφων.

Στην τελετή έγιναν σύντομες προσφωνήσεις από τον Κοσμήτορα της Σχολής



ΝΟΥΘΗΣΙΕΣ ΠΡΟΣ ΝΕΟΥΣ ΠΤΥΧΙΟΥΧΟΥΣ ΦΥΣΙΚΟΥΣ

Ομιλία κατά την Ορκωμοσία των Νέων Πτυχιούχων του Τμήματος Φυσικής
Αίθουσα Τελετών ΑΠΘ, 23 Νοεμβρίου 2010)

Ν. Κ. Σπύρου

Καθηγητής Αστρονομίας
Τμήματος Φυσικής

Αξιότιμοι

Κύριε Κοσμήτορα,
Κύριε Πρόεδρε του Τμήματος Φυσικής,
Κύριοι Συνάδελφοι.

Αγαπητοί Γονείς, Συγγενείς
και Φίλοι των Αποφοίτων,

... με την σειρά μου σας καλωσορίζω και εγώ
στη σημερινή γιορτή.

Αγαπητές και Αγαπητοί Απόφοιτοι
του Τμήματος Φυσικής,

Η σημερινή ημέρα αποτελεί έναν πολύ σημαντικό, θα έλεγα μοναδικό σταθμό στην ζωή σας, αφού, μετά από κόπους ετών, ήρθε η ώρα της ανταμοιβής σας με την απονομή του Πτυχίου του Φυσικού!

Η επιτυχία σας αυτή συνοδεύτηκε από ουσιαστικές σπουδές, οι οποίες, κατ' αρχήν, θα σας προσφέρουν τις δυνατότητες για να εκπληρώσετε τις προσδοκίες σας και να ανταποκριθείτε στις μεγάλες απαιτήσεις της κοινωνίας.

Με ιδιαίτερη χαρά, λοιπόν, σας χαιρετίζω και σας συχαίρω για την επιτυχία σας, αποτέλεσμα μιας κοπιαστικής και επίπονης προσπάθειας.

Ο Πρόεδρος του Τμήματός μας, Καθηγητής κ. Μανωλίκας, μου ζήτησε να πω, όπως συνηθίζεται, λίγα λόγια για την σημερινή αποφοίτησή σας. Δέχθηκα με μεγάλη ευχαρίστηση και από την θέση αυτή τον ευχαριστώ πολύ για την τιμή που μου έκανε.

Δεν είναι, αλήθεια, τόσο εύκολο να μιλήσει κανείς σε αποφοιτούσες και αποφοιτούντες, οι οποίοι, επί τόσα χρόνια, ακούνε τους δασκάλους τους να τους διδάσκουν τα επιστημονικά αντικείμενά τους και τα δρώμενα του Τμήματος Φυσικής. Θεωρώ σωστό να μην αναφέρω τίποτε για το πόσο σημαντικές, για την ανάπτυξη του πνευματικού κεφαλαίου της χώρας μας, είναι οι σπουδές στην Φυσική, με το τόσο μεγάλο θεματικό εύρος της και με δεδομένο, ότι η ποσότητα της διατιθέμενης σχετικής γνώσης Φυσικής διπλασιάζεται σε χρονικό διάστημα μικρότερο της μίας δεκαετίας.

Θεωρώ αναγκαίο να αναφέρω, ότι σήμερα

τελειώνετε ένα από τα πιο διακεκριμένα ομότιπλα Ευρωπαϊκά Τμήματα, από πλευράς διδασκαλίας, ερευνητικής δραστηριότητας, διεθνούς αναγνώρισης και προσφοράς σε εθνικό και διεθνές επίπεδα.

Όμως, για το μέλλον, θα τονίσω ιδιαίτερα αυτό που διαχρονικά και με συνεπή επιμονή υποστηρίζω. Δηλαδή, για τα τέσσερα-πέντε χρόνια των σπουδών σας ζήσατε μέσα στο πανεπιστήμιο, μέσα στο οποίο, όμως, οι συνθήκες είναι εντελώς διαφορετικές και ασύγκριτα καλύτερες από τις συνθήκες ζωής και εργασίας στην έξω κοινωνία.

Αυτήν την κοινωνία και αυτές τις διαφορετικές και δύσκολες νέες συνθήκες καλείσθε να αντιμετωπίσετε και, φυσικά, αποδοτικά.

Η διαφορά μεταξύ του "μέσα" και του "έξω" τονίζει την αναγκαιότητα για σπουδές, που υπήρξαν ουσιαστικές και σας εξόπλισαν με όλα εκείνα τα όπλα που χρειάζεσθε για την αντιμετώπιση των εκτός Πανεπιστημίου κοινωνικών, επαγγελματικών και εργασιακών συνθηκών.

Θεωρώντας ότι αυτό το έχετε, πράγματι, επιτύχει, θα προτιμήσω να σας δώσω μερικές σύντομες, διαχρονικές νοουθεσίες και συμβουλές για την αντιμετώπιση του "έξω".

Έτσι λοιπόν, πιστεύω, ότι σε κάθε περίπτωση πρέπει να έχετε το θάρρος, όχι απλώς της γνώμης σας, αλλά της **ελεύθερης και θεμελιωμένης γνώμης σας** και πάντα σε πνεύμα ευθύτητας, ειλικρίνειας, αυτοσεβασμού, συνέπειας, δικαιοσύνης και προσήλωσης στην νομιμότητα και πραγματικότητα. Αν αυτά τα ασπάζεσθε, τότε, όποιον αντιλαμβάνεσθε ότι δεν χαρακτηρίζεται απ' αυτές τις αρετές, να τον απομονώνετε. Δεν είναι άξιος ούτε της εμπιστοσύνης σας ούτε της φιλίας σας. Είναι άξιος μόνον για τους ομοίους του. Οι συζητήσεις σας με τους άλλους να μην στηρίζονται στο σύνδρομο της «βαρύνουσας γνώμης σας», αλλά στην «αρχή της αμοιβαιότητας», δηλαδή, στους άλλους να μην κάνετε αυτό, που εσείς δεν θέλετε εκείνοι να κάνουν σε σας.

Καλόν είναι να γνωρίζετε, ότι στην αρχή, μπορεί να σας αντιμετωπίσουν με δυσπιστία ή και

αρνητικό και εχθρικό πνεύμα, ακριβώς διότι λέτε την ελεύθερη γνώμη σας και την αλήθεια. Όμως, αργά ή γρήγορα, θα δικαιωθείτε, κι αυτό για τον πολύ απλό λόγο ότι σ' αυτές τις ιδέες σας δεν είσθε μόνον.

Να είσθε, λοιπόν, αισιόδοξοι, αποφασιστικοί, αλλά και προσγειωμένοι.

Ποτέ και για κανέναν λόγο, να μην εκχωρείτε σε άλλους το δικαίωμα της έκφρασης της γνώμης σας, διότι αυτό είναι, ίσως, το πιο ιερό δικαίωμά σας μέσα σε μια δημοκρατική κοινωνία. Όποτε αυτό συνέβη, η χώρα μας υπέφερε και υπέφερε πολλά και πολύ.

Να επιδιώκετε και να απαιτείτε από τους άλλους την **αλήθεια** και την **σωστή πληροφόρηση**, την δική σας και όλων των άλλων. Κι' αυτό, διότι, μόνον έτσι, ο μιν επιστήμονας ολοκληρώνεται, με την ευρύτερη έννοια του όρου, ο δε απλός πολίτης ενημερώνεται όσο πληρέστερα και σωστά αυτό είναι δυνατόν.

Αυτή η απαίτηση για έναν σωστά πληροφορημένο αλλά ενδιαφερόμενο πολίτη είναι εξαιρετικά επιβεβλημένη στην εποχή μας, μιαν εποχή, ιδιαίτερως, κακοποίησης της γλώσσας, περιφρόνησης της παράδοσης, παρανομιών, φαυλότητας, πνεύματος οικογενειοκρατίας αλλά και προσπάθειας αμφισβήτησης και των ιστορικών δεδομένων και της λογικής και της ηθικής.

Με τον τρόπο αυτό, ο πολίτης γίνεται ο σωστός πολίτης και έχουμε ένα σωστά πληροφορημένο κοινό, το οποίο, μέσα στο σύστημα της δημοκρατικής διακυβέρνησης, μπορεί να παίρνει τις σωστές αποφάσεις, κάθε φορά που του ζητείται να το κάνει, δηλαδή, όταν εκλέγει.

Να θυμάσθε, ότι αυτός, ευτυχώς, είναι και ο τρόπος με τον οποίο τελικά μπορέσαμε να αντιληφθούμε τα μυστήρια του μακρόκοσμου και του μικρόκοσμου και έτσι, μέσα σε ένα προσγειωμένο πνεύμα, να θεωρήσουμε την επιστήμη με βάση την λογική και την κριτική σκέψη.

Γιατί άραγε, δεν μπορούμε έτσι ακριβώς να διοικήσουμε και την χώρα μας;

Επίσης, να μην επηρεάζεσθε από ανεύθυνες

φήμες, πριν τις περάσετε από το κόκκινο της λογικής, ώστε να μπορείτε να αξιολογήσετε τις πράξεις σας, να αναγνωρίζετε και να διακρίνετε τα δικαιώματά σας από τις υποχρεώσεις σας (και τα δύο αυτά υπάρχουν πάντα!) και έτσι, να μην αντιδράτε ανώριμα και ψυχολογήματα στην ανάληψη των ευθυνών σας. Μην ξεχνάτε δε ούτε μια στιγμή, ότι υπάρχει και το κόκκινο κουμπί της τηλεόρασης.

Να μην σας διαφεύγει, πως για ό,τι σας συμβαίνει ή δεν σας συμβαίνει δεν είναι δυνατόν να φταίει πάντα οι άλλοι. Μπορεί κάποτε να φταίτε εσείς οι ίδιοι. Μάλιστα, ως Φυσικός και εγώ και ιδιαίτερα ως Αστρονόμος θα σας έλεγα, ότι τις ικανότητες που με τον τρόπο που προανέφερα αποκτούμε, μπορούμε (κι αυτό εξαρτάται αποκλειστικά από εμάς και μόνον) να τις χρησιμοποιούμε είτε για το καλό της ανθρωπότητας είτε για την καταστροφή του πλανήτη μας. Οι νόμοι της Φυσικής δεν είναι κακοί, αλλά μόνον οι προθέσεις μας και οι πράξεις μας είναι καμιά φορά κακόβουλες.

Να μην ξεχνάτε να εκφράζετε αμέσως και ελεύθερα την συγγνώμη σας αλλά και την ευγνωμοσύνη σας, όποτε αυτό απαιτείται και επίσης, ότι πρέπει ο μιν ευεργετηθείς να θυμάται την ευεργεσία που του έγινε, ενώ ο ευεργέτης να την ξεχνά.

Σύμφωνα με τα, δυστυχώς, συνεχώς προβολόμενα πρότυπα, η κοινωνία μας χαρακτηρίζεται από το πνεύμα του άκρατου ωφελιμισμού. Δηλαδή, δεν γίνεται τίποτε-τίποτε, αν δεν υπάρχει κάτι εις ανταπόδοσιν.

Όμως, αντίθετα προς αυτό το πνεύμα, εσάς πρέπει να σας χαρακτηρίζει το πνεύμα του εθελοντισμού, ως μιας πράξης σας με την οποία προσφέρετε απλόχερα και με ανιδιοτέλεια τον χρόνο σας, τις γνώσεις σας και εν τέλει την ψυχή σας, με μόνο αντάλλαγμα την χαρά της προσφοράς και, τελικά, της φιλανθρωπίας.

Με τον τρόπο αυτόν, αυτόματα και φυσιολογικά, αποδίδεται μια καινούργια αρετή, δηλαδή, η αγάπη για τον συνάνθρωπο, και άρα επιτυγχάνεται η διαμόρφωση νέων κοινωνικών ηθών, συμβάλλοντας στην συνεκτικότητα του κοινωνικού ιστού, που τόσο βάρβαρα κατεστράφη, και ενδυναμώνοντας την κοινωνική αλληλεγγύη και τα κάθε είδους ιδανικά και αξίες.

Η αίσθηση της ανιδιοτελούς προσφοράς και το ειλικρινές ενδιαφέρον για τον συνάνθρωπο εξυψώνει την κοινωνία και τους πολίτες της σε ένα επίπεδο ζωής που διακατέχεται από αξίες και ιδανικά και τότε ο άνθρωπος μπορεί πραγματικά να μεγαλουργήσει.

Συνεπώς, η προσωπική σας εξέλιξη δεν είναι κάτι που εξαντλείται απλώς στα προσωπικά σας οφέλη.

Περαιτέρω, η οικολογική συνείδησή σας πρέπει να είναι πάντα ιδιαίτερα ευαισθητοποιημένη για οποιαδήποτε μορφή περιβάλλοντος.

Ιδιαίτερως, πέρα από τις γνωστές σε όλους μας μορφές περιβάλλοντος και τα σοβαρότατα προβλήματά τους, σας θυμίζω, κάτι, που, κάθε μέρα, συνεχώς και εντονότερα κάθε μέρα, μπαίνει στη ζωή μας, δηλαδή, μια νέα έννοια περιβάλλοντος, το **Εγγύς προς τη Γη Διαστημικό Περιβάλλον**.

Πρόκειται για μια περιοχή σε ύψος μερικών εκατοντάδων μέχρι μερικών δεκάδων χιλιάδων χιλιομέτρων από πάνω μας, η οποία αλληλεπιδρά συνεχώς και έντονα με τον άνθρωπο, είναι ήδη χώρος εργασίας, σύντομα και νομοτελειακά θα γίνει χώρος κατοικίας του ανθρώπου. Ένας χώρος πολύ κοντινός μας, αλλά μάλλον άγνωστος στους πολλούς, η ρύπανση ή/και μόλυνση του οποίου, όμως, είναι «επί θύραις», με ό,τι αυτό μπορεί να συνεπάγεται για τον πλανήτη μας, για τον άνθρωπο και το μέλλον του, αλλά και για την επιστήμη, ιδιαίτερα, θα έλεγα, την αστρονομική επιστήμη που θεραπεύω.

Η σημασία του Εγγύς προς την Γη Διαστημικού Περιβάλλοντος, σας θυμίζω, έγκειται στην αδυναμία του προσαρμογής στις εκάστοτε νέες διαμορφούμενες συνθήκες, στην αναπόφευκτη αλληλεπίδρασή του με την Γη και στο ότι (και, προσέξτε, υπάρχουν πάρα πολλοί λόγοι γι' αυτό!) ο άνθρωπος θα φύγει από την Γη, διότι αυτό είναι στην φύση του. Μόνον που για να φύγει πρέπει πρώτα να περάσει από το Εγγύς προς τη Γη Διαστημικό Περιβάλλον του με την πληθώρα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων του ανθρώπου εκεί και των πολλών προβλημάτων που αυτός δημιουργεί εκεί.

Παρά τις θαυμαστές προσπάθειες πολλών για το αντίθετο, σε σχέση με την άσχημη προς το παρόν συμπεριφορά μας προς το ατμοσφαιρικό και υποατμοσφαιρικό περιβάλλον μας, όπως πολλές φορές έχω πει, ας θυμόμαστε, ότι σίγουρα θα φύγουμε απ' την Γη, αλλά δεν θα πρέπει να φύγουμε τρέχοντας.

Μετά από όλα τα ανωτέρω, είμαι σίγουρος, ότι εντελώς φυσιολογικά, σε όλους σας γεννιέται το κείμερο ερώτημα:

Και τώρα που πήρα το πτυχίο, τι κάνω;

Στο ερώτημα ο καθένας περιμένει απάντηση που βγαίνει μέσα από την ψυχή του, το μυαλό του, τους δασκάλους του και την κοινωνία.

Όσο δύσκολη είναι αυτή η ερώτηση, άλλο τόσο δύσκολη είναι και η απάντηση!

Όσον αφορά σε μας, τους δασκάλους σας σάς λέμε, ότι ανταποκριθήκατε με επιτυχία σε ένα δύσκολο Τμήμα Φυσικής και το πτυχίο σας είναι ουσιαστικό εφόδιο για την επαγγελματική επιτυχία σας.

Βέβαια, σε διεθνές και εθνικό επίπεδα υπάρχει σοβαρή οικονομική κρίση, οι συνθήκες ανασφάλειας των νέων πτυχιούχων είναι προφανείς και θα αντιμετωπίσουμε πολύπλευρες δυσμενείς εξελίξεις και μια ιδιαίτερα αρνητική συγκυρία.

Μπορούμε να διαψεύσουμε τις δυσοίωνες προβλέψεις και να αντιμετωπίσουμε την κρίση και την ύφεση με πρωτοβουλίες και δυναμισμό;

Η κοινωνία ελπίζει σε σας τους επιστήμονες και εσείς έχετε την δυνατότητα να προσφέρετε στην εκπαίδευση ή να εξελιχθείτε επιστημονικά και επαγγελματικά, και, με όρεξη και νεανικό ενθουσιασμό, να παραγάγετε σημαντικό έργο. Η πίστη σε αυτό που κάνετε, η άμιλλα, η καινοτομική σκέψη και προπαντός η γνώση αποτελούν τα εφόδια για την αντιμετώπιση του προβλήματος.

Στο σημείο ακριβώς αυτό θέλω να τονίσω απλώς υποβοηθητικά, μια πληροφορία η οποία θα μπορούσε να σας είναι ενδιαφέρουσα και χρήσιμη.

Την αφορμή και προτροπή μου έδωσε ο αγαπητός Πρόεδρος κ. Μανωλίκας και γι' αυτό τον ευχαριστώ πολύ. Πράγματι, παρά τον από πενταετίας πραγματικό οργανισμό στο Πανεπιστήμιό μας για το θέμα αυτό, είναι η πρώτη φορά που μιλώ επισήμως γι' αυτό στο Τμήμα μας. Πρόκειται για τον **Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος**.

Πιο συγκεκριμένα, είναι πλέον γενικώς αποδεκτό το γεγονός, ότι ο απόλυτος θεματικός αυτοπεριορισμός και η αμοιβαία απομόνωση των επιστημών αποτελούν παρελθόν. Οι διάφορες επιστήμες βρίσκονται σε συνεχή και έντονη αλληλεπίδραση και αλληλεξάρτηση.

Ειδικότερα, σήμερα υπάρχει συνεχής και έντονη αλληλεπίδραση μεταξύ πολλών επιστημών, όπως είναι π.χ. η Φυσική, Χημεία, Γεωλογία, Βιολογία, Ιατρική, Μηχανική και πολλές άλλες, αλλά και τεχνολογία, βιομηχανία, εφαρμογές, εκπαίδευση, Διάστημα.

Αυτό, λοιπόν, το γεγονός αναδεικνύει την σημασία του γνωστού μας Ευρωπαϊκού Οργανισμού Διαστήματος, δηλαδή, της πύλης της Ευρώπης στο Διάστημα, της γνωστής **European Space Agency (ESA)**, και φυσικά, του **Διε-**



Στιγμιότυπο από την απονομή των πτυχίων

θνούς Διαστημικού Σταθμού και του, από διετίας προσαρτημένου σ' αυτόν, Ευρωπαϊκού Διαστημικού Εργαστηρίου «Columbus», τα οποία με έξι αστροναύτες, Ευρωπαίους και μη, εργάζονται επί μονίμου βάσεως εκεί πάνω, περιφέρονται γύρω από την Γη, από πάνω μας, σε ύψος περίπου 500km, σε μιάμιση ώρα, με ταχύτητα περίπου 8km/sec!

Εκεί πάνω, λοιπόν, και όχι μόνον εκεί πάνω αλλά και σε όλα τα ανά την Ευρώπη κέντρα του ΕΟΔ, διεξάγεται καινοτόμος έρευνα διεπιστημονικού χαρακτήρα με κύριο σκοπό, όχι την διεξαγωγή της έρευνας αυτής καθ' αυτήν, αλλά την βελτίωση των συνθηκών και της ζωής του ανθρώπου πάνω στην Γη.

Και, βεβαίως, δεν αναφερόμαστε μόνον σε διαστημόπλοια και αστροναύτες (σημειώστε, Ευρωπαίους αστροναύτες), και δεν αναφερόμαστε μόνον σε επιστημονική έρευνα, αλλά και σε εργασία και τεχνολογία και βιομηχανία και εκπαίδευση όλων των βαθμίδων. Και επίσης, αναφερόμαστε σε μια πολυθεματική δραστηριότητα, στην οποία χρειάζονται και Φυσικοί και Μαθηματικοί και Χημικοί και Γεωλόγοι και Γιατροί και Φαρμακοποιοί και Μηχανικοί και Τεχνολόγοι και Ψυχολόγοι και... και... και...

Θα μπορούσατε, λοιπόν, (κί' αυτό το λέω απλώς ως μια πρόταση) στην προσπάθειά σας για την επαγγελματική αποκατάστασή σας, να στραφείτε και προς την κατεύθυνση του ΕΟΔ και της διεπιστημονικής έρευνας και της εργασίας, πάντα βέβαια σε ένα πλαίσιο ανταγωνιστικό και αριστείας, τα οποία χαρακτηρίζουν τον ΕΟΔ.

Επίλογος

Ως επίλογο και με βάση και αφορμή τα ανω-

τέρω για τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος, θα μπορούσα να πω ότι για την Ευρώπη ολόκληρη αλλά και ειδικώς για την χώρα μας, μέσω της από πενταετίας επίσημης σύνδεσης της χώρας μας με τον ΕΟΔ, ανοίγεται μια λαμπρή ευκαιρία για την έρευνα, την εκπαίδευση, την τεχνολογία και την βιομηχανία της, τα οφέλη των οποίων είναι στο χέρι όλων μας, ως ενημερωμένων, ενστόλων και μη ενστόλων, επιστημόνων, μαθητών και απλών πολιτών, κυρίως όμως των νέων ανθρώπων, να τα διεκδικήσουμε και πετύχουμε στο πλαίσιο μιας ανταγωνιστικής Ευρώπης.

Απευθυνόμενος λοιπόν κυρίως προς εσάς τους νέους μας, τονίζω όσο πιο εμφαντικά μπορώ, ότι πρέπει να γίνει κατανοητό από όλους ότι αυτό που κάποτε εθεωρείτο επιστημονική φαντασία, σήμερα είναι πραγματικότητα και αυτή η πραγματικότητα πρέπει να γίνει κτήμα όλων μας.

Αν αυτό το ενστερνισθούμε, τότε μερικά όνειρα που πολλοί από μας είχαν ή έχουν, μπορεί και να πραγματοποιηθούν τελικά για το καλό και την προκοπή του καθενός, αλλά και της πατρίδας μας στο πλαίσιο πάντοτε της ενοποιημένης Ευρώπης.

Αγαπητοί Γονείς,

Παρακαλώ, δεχθείτε τα θερμά Συγχαρητήριά μας για τον δύσκολο αγώνα βοήθειας και συμπαράστασης που κάνατε όλα αυτά χρόνια. Προσφέρατε στα παιδιά σας όλα τα απαραίτητα εφόδια προκειμένου να πάρουν το πτυχίο τους. Σήμερα ήρθε η στιγμή να ανταμειφθούν οι κόποι και οι δικοί σας και των παιδιών σας. Ήρθε η στιγμή να καμαρώσετε τους άξιους νέους επιστήμονες.

Αγαπητές και Αγαπητοί Νέοι Απόφοιτοι,

Οι αρχαίο πρόγονοί μας έλεγαν: Η αρχή είναι το ήμισυ του παντός!

Κάθε ταξίδι, όπως αυτό το ταξίδι που για σας αρχίζει σήμερα, όσο μακρύ και να είναι, αρχίζει πάντα με το πρώτο καινούργιο βήμα.

Πού οδηγεί αυτό το πρώτο βήμα, κανείς δεν γνωρίζει!

Οι προκλήσεις, για όσους θέλουν να βλέπουν το ποτήρι της ζωής μισοάδειο, προκαλούν φόβο και ανησυχία. Για εκείνους, όμως, που βλέπουν το ποτήρι μισογεμάτο, πίσω από κάθε πρόκληση, πίσω από κάθε αλλαγή, κρύβεται μια μεγάλη ευκαιρία. Και εμείς, όσο μπορούμε και μας επιτρέπεται, θα σας βοηθήσουμε να ανακαλύψετε αυτήν την ευκαιρία.

Το κατευόδιο από την Πανεπιστημιακή, φοιτητική ζωή είναι πάντα συγκινησιακά φορτισμένο και πολύ έντονα, μάλιστα.

Σε μια τέτοια, λοιπόν, τελετή, όπως η σημερινή, τελικά, δεν χρειάζεται τίποτε περισσότερο από το **Καλή Δύναμη και Καλή Τύχη!**

Κύριε Πρόεδρε, για μία ακόμη φορά σας ευχαριστώ για την τιμητική πρόσκληση.

Και, φυσικά, για την προσοχή και την υπομονή σας, σας ευχαριστώ πολύ όλους σας.

Περισσότερες πληροφορίες για τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος και τις σχετικές μ' αυτόν δραστηριότητες στο ΑΠΘ βρίσκονται στον δικτυακό τόπο :

www.astro.auth.gr (Link: ESA Activities).

Εφαρμογές των λέιζερ στην ιατρική

Γκουμπανισά Μάγδα

Μεταπτυχιακή φοιτήτρια Τμήματος Φυσικής,
Υπεύθυνη πωλήσεων Deka - Sadent στην Β. Ελλάδα

Τα λέιζερ είναι διατάξεις για την ενίσχυση και την παραγωγή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων σε διάφορες περιοχές του φάσματος (ορατό φως, υπέρυθρο, υπεριώδες, ακτίνες Χ) με τη μέθοδο της εξαναγκασμένης εκπομπής ακτινοβολίας, δηλ. μ' ένα μηχανισμό διαφορετικό από αυτόν μιας κλασικής πηγής. Ο ορισμός αυτός εμπεριέχεται ήδη στην αγγλική ονομασία **LASER**, που αποτελεί τα αρχικά των λέξεων Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation και η οποία σε ελληνική μετάφραση σημαίνει "ενίσχυση φωτός με εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας". Ο ίδιος όρος χρησιμοποιείται και για το χαρακτηρισμό των ίδιων των ακτινοβολιών που εκπέμπουν οι διατάξεις αυτές (ακτίνες λέιζερ).

Η τεχνική παραγωγής ακτίνων λέιζερ βασίζεται στην απορρόφηση φωτονίων από κατάλληλα υλικά (στερεά, υγρά ή αέρια), των οποίων τα άτομα, τα μόρια ή τα ιόντα βρίσκονται σε κατάσταση διέγερσης μέσω της πρόσληψης ενέργειας. Κατά τη μετάβαση των ηλεκτρονίων που περιβάλλουν τα άτομα από μια ανώτερη ενεργειακή στάθμη σε μια κατώτερη (αποδιέγερση), η προσληφθείσα επί πλέον ενέργεια αποβάλλεται υπό μορφή ακτινοβολίας. Η διαδικασία αυτή δεν γίνεται όμως αυθόρμητα, όπως στις κλασικές πηγές, αλλά με την επίδραση ενός εξωτερικού αιτίου, των φωτονίων που απορροφώνται, με αποτέλεσμα τα διεγερμένα άτομα κατά τη στιγμή της αποδιέγερσής τους να εκπέμπουν ακτινοβολία που έχει την ίδια φάση και την ίδια κατεύθυνση διάδοσης με αυτήν που έχουν προσλάβει. Αυτό έχει ως συνέπεια οι ακτίνες λέιζερ να έχουν μια σειρά από **εξαιρετικές ιδιότητες**, όπως είναι η ισχυρότατη ένταση και συνακόλουθα η τεράστια ισχύς τους, που μπορεί να φθάσει τα χιλιάδες δισεκατομμύρια Watt, η κατευθυντικότητα, η μονοχρωματικότητα, η

διαμορφωσιμότητα (δηλαδή η κατάβουληση διαμόρφωση της έντασης, της συχνότητας και της φάσης τους) και η πολύ μεγάλη ικανότητα εστίασής τους.

Τα πρώτα λέιζερ κατασκευάστηκαν το 1960 και τέσσερα χρόνια αργότερα ο αμερικανός φυσικός Τάουνς (Townes) και οι σοβιετικοί Μπασόφ (Basov) και Προκχόροφ (Prokhorov) τιμήθηκαν με το βραβείο Νόμπελ Φυσικής για τις πρωτοποριακές τους έρευνες στον τομέα αυτόν. Έκτοτε, και ιδιαίτερα μετά το 1970, η τεχνική των λέιζερ παρουσιάζει ραγδαία ανάπτυξη και θεωρείται ένας από τους σημαντικότερους τομείς της σύγχρονης τεχνολογίας από την άποψη των πολυάριθμων και οικονομικά εκμεταλλεύσιμων εφαρμογών της. Κατά το διάστημα αυτό, έχουν αναπτυχθεί διάφορα είδη λέιζερ, με μια ποικιλία υλικών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή της ακτινοβολίας. Ακολουθώντας, παρουσιάζονται δύο από τα σημαντικότερα λέιζερ, όσον αφορά την πρακτική τους σπουδαιότητα.

Λέιζερ διοξειδίου του άνθρακα

Συγκαταλέγεται στην κατηγορία των αέριων λέιζερ. Το laser CO₂ χρησιμοποιεί μίγμα των αερίων CO₂, N₂ και He. Το υλικό παραγωγής της ακτινοβολίας laser είναι το CO₂, ενώ τα N₂ και He χρησιμοποιούνται για να βελτιώνουν την αποδοτικότητα του λέιζερ. Διεγείρεται με ηλεκτρικό τρόπο, δηλαδή η άντληση επιτυγχάνεται περνώντας ένα αρκετά μεγάλο ρεύμα (dc ή παλμικό) δια μέσου του αερίου. Με μήκος κύματος δέσμης στα 10600nm, η ακτινοβολία του βρίσκεται στην περιοχή του υπέρυθρου και το κύριο χαρακτηριστικό της είναι ότι απορροφάται απ' το νερό. Αυτός είναι και ο λόγος που το λέιζερ αυτό βρίσκει εφαρμογές σε πολλούς τομείς της ιατρικής όπως η δερματολογία, η γυναικολογία κλπ. Επειδή ο ιστός του ανθρώπινου σώματος περιέχει

75-90% νερό, δημιουργείται εξάτμιση στο σημείο εστίασης, προκαλώντας έτσι τομή, ενώ συγχρόνως σφραγίζονται τα μικρά αιμοφόρα και λεμφατικά αγγεία. Η υψηλή ενέργεια κατά την εστίαση εξατμίζει τον ιστό ακαριαία και παράλληλα αφήνει τον παρακείμενο ιστό σχεδόν άθικτο. Το λέιζερ δηλαδή μπορεί να αντικαταστήσει το χειρουργικό νυστέρι σε πολλές περιπτώσεις, αφού προσφέρει μεγάλη ακρίβεια, χωρίς να καταστρέφεται ο παρακείμενος ιστός, και την ίδια στιγμή σφραγίζονται τα μικρά αιμοφόρα αγγεία, παρέχοντας έτσι καθαρό και ξηρό, σχεδόν αναίμακτο, πεδίο. Συνέπεια της παραπάνω δυνατότητας είναι και η σημαντική μείωση του χρόνου της επέμβασης, διότι δεν απαιτείται απολίνωση, δηλαδή περίδεση του αγγείου, ή όταν απαιτείται, είναι για εξαιρετικά μικρό αριθμό αγγείων. Ένα άλλο μεγάλο σημαντικό πρότερημα είναι η σχεδόν αμελητέα απώλεια αίματος κατά την επέμβαση. Στις περιπτώσεις που υπάρχει απώλεια αίματος, αυτή είναι σημαντικά μικρότερη από την αναμενόμενη με τις συμβατικές μεθόδους. Θετικό επίσης αποτέλεσμα είναι και ο σημαντικός περιορισμός του οιδήματος μετά την εγχείρηση, που έχει ως συνέπεια την ελάττωση του πόνου.

Ένα εντυπωσιακό παράδειγμα που παρουσιάζεται στην εικόνα 1 είναι η θεραπεία χειλοειδούς. Άλλες ασθένειες που θεραπεύονται με το λέιζερ διοξειδίου είναι η ακτινική κεράτωση, η ακτινική χειλίτιδα, τα επιθηλιώματα, τα κονδυλώματα, η ερυθροπλασία, τα συρριγγώματα, τα ξανθελάσματα, οι μυρμηγκιές κ.α. Οι παραπάνω ασθένειες θεραπεύονται με την χρήση της χειρουργικής κεφαλής του λέιζερ, από την άκρη της οποίας γίνεται η εκπομπή της ακτινοβολίας (εικόνα 2).

Στη δερματολογία είναι ευρέως διαδεδομένη η λειτουργία του λέιζερ



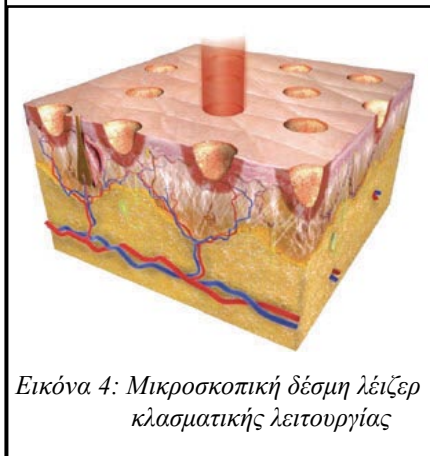
Εικόνα 1: Θεραπεία χειλοειδούς



Εικόνα 2: Χειρουργική κεφαλή λέιζερ



Εικόνα 3: κεφαλή λέιζερ κλασματικής λειτουργίας



Εικόνα 4: Μικροσκοπική δέσμη λέιζερ κλασματικής λειτουργίας

CO₂ σε μορφή **fractional** (κλασματική). Αυτή η μετατροπή γίνεται με την αλλαγή της κεφαλής μέσω του σκάνερ (εικόνα 3).

Ο όρος fractional αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο διαδίδεται η δέσμη του laser στους ιστούς. Εκπέμπονται μικροσκοπικές δέσμες φωτός laser σε ένα μικρό τμήμα/

κλάσμα της επιφάνειας του δέρματος. Η μετατροπή αυτή διαχωρίζει την ακτίνα σε πολλές επιμέρους δέσμες οι οποίες καλύπτουν μία επιφάνεια με μέγιστο εμβαδό 15mm×15mm, αφήνοντας υγιές δέρμα μεταξύ των στόχων. Το αποτέλεσμα που έχουμε στο δέρμα εμφανίζεται στην εικόνα 4.

Με την μέθοδο αυτή κάνουμε λοιπόν επιλεκτική σάρωση όλης της επιφάνειας που θέλουμε να βελτιώσουμε και στοχεύουμε στα βαθύτερα στρώματα του δέρματος, εκεί όπου παράγεται το κολλαγόνο και η ελαστίνη που διατηρούν την επιδερμίδα σφριγηλή και νεανική. Προκαλείται έτσι αναδόμηση του κολλαγόνου και αποτελεί ταυτόχρονα ένα πολύ ισχυρό ερέθισμα για ανανέωση του δέρματος, χωρίς όμως να καταστρέφει και να “ξεφλουδίζει” την επιδερμίδα (όπως π.χ. γίνεται με τα ισχυρά peeling ή το παραδοσιακό laser resurfacing), προσφέροντας γρηγορότερη επούλωση και λιγότερες ανεπιθύμητες ενέργειες.

Με την κλασματική λειτουργία μπορούμε να θεραπεύσουμε βλάβες του δέρματος όπως είναι οι ουλές ακμής, οι ρυτίδες, το μέλασμα, οι μελαχρωματικές βλάβες κλπ. Στην εικόνα 5 παρατηρούμε την βελτίωση που παρουσιάζουν οι ουλές ακμής ήδη από την πρώτη κιάλας θεραπεία. Εξίσου εντυπωσιακό είναι το αποτέλεσμα και στην θεραπεία του μελασματος.

Λέιζερ νεοδυμίου

Είναι ο πιο δημοφιλής τύπος λέιζερ στερεάς κατάστασης. Το ενεργό μέσο είναι συνήθως κρύσταλλος Y₃Al₅O₁₂ (κοινά αποκαλούμενο YAG Yttrium Aluminum Garnett) στο οποίο μερικά από τα ιόντα Y³⁺ έχουν αντικατασταθεί από Nd³⁺.

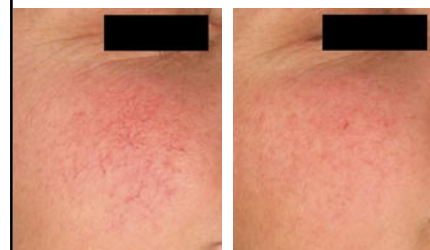
Για τη διέγερση των Laser Nd: YAG χρησιμοποιούνται λυχνίες Xe μέσης πίεσης (500-1500 Torr) ή και λυχνίες Kr υψηλής πίεσης (4-6atm). Το μήκος κύματος του είναι στα 1064nm, στην περιοχή του υπέρυθρου. Το συγκεκριμένο μήκος κύματος του νεοδυμίου έχει την ικανότητα μέγιστης απορρόφησης από δύο χρωμοφόρα, την αιμοσφαιρίνη και την δις όξινη αι-



Εικόνα 5: Θεραπεία ακμής



Εικόνα 6: Θεραπεία ευρυαγγείας



Εικόνα 7: Θεραπεία ευρυαγγειών στο πρόσωπο

μοσφαιρίνη. Αυτή η ιδιότητα το καθιστά ένα χρήσιμο εργαλείο για την θεραπεία πολλών ασθενειών του δέρματος, όπως οι ευρυαγγείες, τα αιμαγγειώματα, η ερύθρωση, τα ρωσ κλπ. Άλλες εφαρμογές του λέιζερ νεοδυμίου είναι επίσης η ανάπλαση δέρματος, η μη επεμβατική θεραπεία των ρυτίδων και η θεραπεία θυλακίτιδας.

Στην εικόνα 6 βλέπουμε έναν ασθενή με ευρυαγγείες πριν και μετά από μία συνεδρία με το λέιζερ νεοδυμίου.

Εντυπωσιακό αποτέλεσμα έχουμε επίσης και στην θεραπεία ευρυαγγειών στο πρόσωπο μετά από 2 συνεδρίες, όπως εμφανίζεται στην εικόνα 7.

Βιβλιογραφία:

- 1) Laser dermatology pearls and problems, David J. Goldberg
- 2) Cosmetic applications of laser and light based systems, Gurpreet S. Ahluwalia
- 3) Deka website: disk.elenmail.com



Βρυώνης Χαραλάμπους
Φοιτητής Τμήματος Φυσικής

Στις αρχές του 20ου αιώνα, πολλά διαφορετικά νεφελώματα ήταν γνωστά στους αστρονόμους, ενώ η φύση τους δεν ήταν απόλυτα κατανοητή. Πολλά άρθρα για τα σπειροειδή νεφελώματα είχαν δημοσιευτεί, τα οποία ασχολούνταν με το μέγεθος του Γαλαξία και τη σχέση του με το σύμπαν. Τα άρθρα αυτά αντιπροσώπευαν δύο πλευρές: αφενός ορισμένοι αστρονόμοι υποστήριζαν ότι ο Γαλαξίας ήταν ένα μεγά-

λο μέρος του σύμπαντος και ότι τα σπειροειδή νεφελώματα ήταν απλώς ένα άλλο είδος νέφους αερίων στο εσωτερικό του Γαλαξία μας. Κάποιοι άλλοι αστρονόμοι υποστήριζαν ότι αυτά τα νεφελώματα ήταν ανεξάρτητοι γαλαξίες, έξω από τον δικό μας.

Τον Απρίλιο του 1920, η Εθνική Ακαδημία Επιστημών στην Ουάσιγκτον αποφάσισε να φιλοξενήσει τις αντίθετες γι' αυτό το ζήτημα απόψεις, κι έτσι οι επιστήμονες κλήθηκαν να παρουσιάσουν τα επιχειρήματά τους μπροστά σ' ένα ευρύτερο κοινό. Οικύριοι αντιπρόσωποι αυτών των δύο απόψεων ήταν ο **Harlow Shapley**, ο οποίος υποστήριζε ότι τα σπειροειδή νεφελώματα βρίσκονταν εντός του Γαλαξία μας και ο **Heber Curtis** ο οποίος ήταν υποστηρικτής της άποψης ότι τα νεφελώματα ήταν



Ο περίφημος γαλαξίας της Ανδρομέδας (M31), ο μεγάλος μας "γείτονας", σε απόσταση περί τα 2 εκατομμύρια έτη φωτός. Διακρίνονται και δύο μικροί συνοδοί του γαλαξίες.

ανεξάρτητοι γαλαξίες. Η μεγάλη αυτή επιστημονική διαμάχη, έμεινε γνωστή στην ιστορία της αστρονομίας ως "Great Debate" ή "Shapley-Curtis Debate".

Ο Harlow Shapley ήταν ένας νεαρός και φιλόδοξος αστρονόμος, ο οποίος χρησιμοποιούσε σφαιρικά σμήνη προκειμένου να καθορίσει το μέγεθος του Γαλαξία. Την περίοδο αυτή εργαζόταν στο αστροσκοπείο του Όρους Ουίλσον, του οποίου ήταν και ο απεσταλμένος για τη συζήτηση αυτή. Ο Shapley υποστήριζε την άποψη ότι ο Γαλαξίας είναι κατά πολύ μεγαλύτερος και αποτελεί ολόκληρο το σύμπαν μας καθώς και ότι ο Ήλιος δεν είναι στο κέντρο του Γαλαξία. Επίσης πίστευε πως τα σπειροειδή νεφελώματα που παρατηρήθηκαν, όπως η Ανδρομέδα, αποτελούσαν μέρος του δικού μας Γαλαξία. Για

να στηρίξει τα επιχειρήματά του ο Shapley, προσδιόρισε κατά προσέγγιση την απόσταση των σφαιρικών σμηνών με τη βοήθεια των κηφείδων, προκειμένου να καθορίσει το μέγεθος και το σχήμα του Γαλαξία, δίνοντας σαν αποτέλεσμα τιμή δέκα φορές μεγαλύτερη από αυτήν του μοντέλου του Kapteyn. Ο Shapley βασίστηκε και στη μέτρηση της περιστροφικής ταχύτητας των

σπειροειδών νεφελωμάτων.

Ο Adriaan Van Maanen, ο οποίος ήταν ένας σεβαστός αστρονόμος της εποχής, υποστήριξε την άποψη του Shapley, αφού ισχυρίστηκε ότι παρατήρησε την περιστροφή σπειροειδών νεφελωμάτων. Υποστήριξε λοιπόν ότι αν τα νεφελώματα ήταν εκτός του δικού μας Γαλαξία, τότε θα είχαμε παραβίαση του ορίου της ταχύτητας του φωτός. Προκειμένου να στηρίξει ακόμη περισσότερο την άποψη του, αναφέρθηκε στην παρατήρηση μιας νονα στο γαλαξία της Ανδρομέδας, η οποία είχε υπερσχύσει προσωρινά σε λαμπρότητα τον πυρήνα του γαλαξία και θα είχε εκπέμψει ένα φαινομενικά παράλογο, για μια κανονική νονα, ποσό ενέργειας. Κατέληξε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι αν η Ανδρομέδα ήταν ένας ανεξάρτητος από

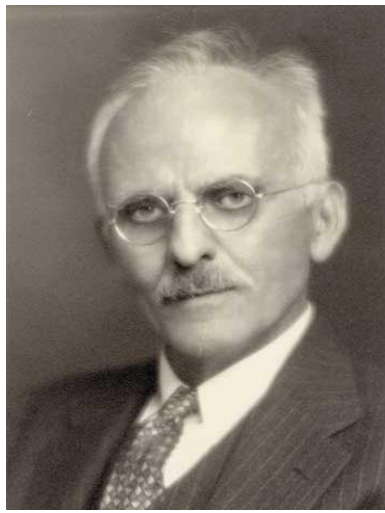


Harlow Shapley

τον δικό μας γαλαξία, τότε η νονα θα έπρεπε να είχε ανυπολόγιστη φωτεινότητα.

Ο Heber Curtis ήταν Αμερικανός αστρονόμος μεγαλύτερος σε ηλικία από τον Shapley. Σπούδασε στο Πανεπιστήμιο του Μίσιγκαν και στο Πανεπιστήμιο της Βιρτζίνια, όπου πήρε πτυχίο στην Αστρονομία. Την εποχή κατά την οποία έγινε η μεγάλη διαμάχη, εργαζόταν στο αστεροσκοπείο Lick, συνεχίζοντας την έρευνα για τα νεφελώματα, την οποία είχε ξεκινήσει ο James Edward Keeler.

Ο Curtis είχε μια διαφορετική άποψη για το σύμπαν και για τα νεφελώματα. Πίστευε ότι το μέγεθος του Γαλαξία μας είναι κατά πολύ μικρότερο από αυτό που εκτιμούσε ο Shapley και ότι τα σπειροειδή νεφελώματα δεν αποτελούσαν μέρος του γαλαξία μας, αλλά ήταν ανεξάρτητοι γαλαξίες. Επίσης πίστευε ότι ο Γαλαξίας μας ήταν διαμορφωμένος σαν ένας επίπεδος φακός και ότι ο Ήλιος βρίσκεται πολύ κοντά στο κέντρο του. Ο Curtis ξεκίνησε τη συζήτηση αμφισβητώντας βασικά σημεία της άποψης του Shapley. Το πρώτο που αμφισβήτησε ήταν οι αποστάσεις που μετρήσε για τα σφαιρικά σμήνη, καθώς δεν πίστευε ότι οι κηφείδες είναι καλοί



Ο Heber Curtis

δείκτες της απόστασης. Επίσης αμφισβήτησε τις μετρήσεις του Van Maanen αναφορικά με τις περιστροφικές κινήσεις, αφού επεσήμανε ότι οι γωνιακές κινήσεις ήταν παρά πολύ μικρές και έτσι είναι αδύνατο να τις μετρήσει κανείς.

Στη συνέχεια, για να στηρίξει την άποψή του για τα νεφελώματα, υποστήριξε ότι οι νονα που παρατηρήθηκαν στο γαλαξία μας ήταν παρόμοιοι με τις νονα που παρατηρήθηκαν στα σπειροειδή νεφελώματα. Έτσι, από το μέγεθος των νονα, υπολόγισε την απόσταση των νεφελωμάτων και ακολούθως, χρησιμοποιώντας την απόσταση αυτή, υπολόγισε το πραγματικό μέγεθος των νεφελωμάτων. Το αποτέλεσμα του ήταν παρόμοιο με το μέγεθος του Γαλαξία μας, σύμφωνα με το μοντέλο του Kapteyn, πράγμα που σημαίνει ότι τα νεφελώματα είναι μακρινοί και ανεξάρτητοι γαλαξίες. Επίσης, οι φασματοσκοπικές μετρήσεις των υψηλών ακτινικών ταχυτήτων των νεφελωμάτων αποδεικνύουν ότι δεν είναι γαλαξιακά αντικείμενα, γιατί αν συνέβαινε κάτι τέτοιο θα έπρεπε να κινούνται πολύ πιο αργά σε σχέση με τον Ήλιο. Αναφέρθηκε επίσης στις σκοτεινές λωρίδες που παρουσιάζονται σε άλλους γαλαξίες, παρόμοιες με τα σύννε-

φα σκόνης που βρέθηκαν στο Γαλαξία μας, και στις μετατοπίσεις Doppler που εντόπισε σε άλλους γαλαξίες.

Όπως συμβαίνει συνήθως σε τέτοιες περιστάσεις, και οι δύο επιστήμονες σε ορισμένα θέματα είχαν δίκιο και σε κάποια άλλα άδικο. Το σημαντικό αυτής της διαμάχης είναι ότι μέσα από αυτή βγάλαμε αρκετά συμπεράσματα αναφορικά με το Γαλαξία μας και το σύμπαν. Ο Shapley λοιπόν είχε σωστότερη άποψη για το ότι ο Ήλιος είναι πολύ μακριά από το κέντρο του Γαλαξία μας, ενώ η άποψη του Curtis ήταν λανθασμένη. Δίκιο είχε επίσης και για την χρησιμότητα των κηφείδων στη μέτρηση των αποστάσεων. Παρόλα αυτά, ο Curtis είχε απόλυτο δίκιο για το ότι τα σπειροειδή νεφελώματα είναι εξωτερικοί γαλαξίες, αντίθετα με τον Shapley που τα θεωρούσε μέρος του Γαλαξία μας. Λανθασμένη άποψη είχαν και οι δύο αναφορικά με το μέγεθος του Γαλαξία, το οποίο, όπως αποδείχτηκε, είναι μεγαλύτερο από αυτό που εκτιμούσε ο Curtis, αλλά πάλι όχι τόσο μεγάλο όσο υπολόγιζε ο Shapley.

Η διαμάχη αυτή έλαβε τέλος όταν ο **Edwin Hubble** παρατήρησε με το τηλεσκόπιο και εντόπισε κηφείδες σε διάφορα νεφελώματα, συμπεριλαμβανόμενου και αυτού της Ανδρομέδας. Έτσι, υπολογίζοντας την απόσταση των νεφελωμάτων, αποδείχτηκε τελικά ότι αυτά δεν ανήκουν στο Γαλαξία μας, αλλά είναι εξωτερικοί ανεξάρτητοι γαλαξίες, όπως είχε υποστηρίξει ο Curtis. Σήμερα είναι γνωστό ότι υπάρχουν δισεκατομμύρια γαλαξίες στο σύμπαν.

ΠΗΓΕΣ:

http://en.wikipedia.org/wiki/The_Great_Debate

http://antwrp.gsfc.nasa.gov/diamond_jubilee/debate_1920.html

Αντιμέτωπος με το Εργαστήριο Φυσικής στο σχολείο

του Δημήτρη Μαυροματάκη
Υπεύθυνου του ΕΚΦΕ Μέσης Εκπαίδευσης
Κέντρου Θεσσαλονίκης



Η μεταφορά της γνώσης σε κάθε τομέα ίσως είναι από τις σημαντικότερες ασχολίες των επιστημόνων. Αν σκεφτεί κάποιος ότι φτάνει μια μόνο γενιά να σταματήσει το έργο της μόρφωσης των νέων για να γυρίσουμε στις σπηλιές, καταλαβαίνει πόσο σημαντικό είναι το έργο των δασκάλων. Είναι βέβαια γνωστό ότι την δόξα στις επιστήμες την νέμονται κυρίως οι ερευνητές, αλλά πίσω τους βρίσκεται πάντα ένας καλός δάσκαλος. Με αυτές τις σκέψεις και με το δεδομένο ότι οι περισσότεροι από τους Φυσικούς ασχολούνται, ή θα ασχοληθούν, με την εκπαίδευση, νομίζω ότι θα ήταν χρήσιμο ένα άρθρο σαν αυτό που ακολουθεί.

Οι εγκύκλιοι και οι υπουργικές αποφάσεις που διέπουν την διδασκαλία της Φυσικής στα σχολεία μας προβλέπουν θεωρητική και πρακτική εκπαίδευση. Έτσι, έχουν δαπανηθεί τεράστια κονδύλια για τον εξοπλισμό των εργαστηρίων πολλών σχολείων. Θα έλεγα ότι ίσως να έχει γίνει και ένα μικρό “πάρτυ” με αυτά τα χρήματα, αλλά αυτό είναι ένα άλλο θέμα. Σαν υπεύθυνος του ΕΚΦΕ (Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών), θα ασχοληθώ με το εργαστήριο. Το ΕΚΦΕ, παρά τον βαρύγδουπο τίτλο του, κάνει μια πολύ απλή και σημαντική δουλειά. **Προσπαθεί να ενεργοποιήσει τα εργαστήρια των σχολείων.**

Έχουν γίνει πολλές συζητήσεις και μελέτες για τη χρησιμότητα του εργαστηρίου στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, και ειδικότερα της Φυσικής. Δεν είναι στις προθέσεις μου να επαναλάβω προσεγγίσεις που έχουν γίνει. Μπορώ να πω μόνο ότι η Φυσική χωρίς το εργαστήριο, δεν διαφέρει

πολύ από τη μεταφυσική. Όταν διδάσκουμε αλήθειες χωρίς τη βιωματική επιβεβαίωση, τότε δεν βοηθάμε τον μαθητή να περάσει στη μετά τον Γαλιλαίο εποχή. Δυστυχώς στην χώρα μας έχουμε και αυτό το ελάττωμα: μπορεί ένας μαθητής να περάσει από όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης και να μην έχει επισκεφτεί ούτε μια φορά το εργαστήριο! Θα προσπαθήσω να παρουσιάσω κάποιες αιτίες που γεννούν αυτή την κατάσταση, δίνοντας παράλληλα κάποιες συμβουλές στους συναδέλφους-εκπαιδευτικούς, που θα τους βοηθούσαν ίσως να τη βελτιώσουν.

Ο νέος συνάδελφος μέσα σε όλα τα προβλήματα που έχεις να αντιμετωπίσει (και δεν είναι λίγα), θα βρεθεί και μπροστά σε ένα **Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών**. Κάποια σκονισμένα ντουλάπια γεμάτα με όργανα και κουτιά, όλα σκονισμένα. Σαν φυσιολογικός άνθρωπος, μόλις δει την εγκατάλειψη και την σκόνη, θα νιώσει κάποια αποστροφή. Βάζει όμως τα δυνατά του και ανοίγει το ντουλάπι. Στο σημείο αυτό τα πράγματα διαφέρουν από εργαστήριο σε εργαστήριο. Αλλού θα βρει σειρές από κουτιά με εξωτικές και πανάκριβες διατάξεις και αλλού πηνία, δυναμόμετρα, ελατήρια και θερμόμετρα, ατάκτως ερριμμένα. Σπουδάζοντας στο Πανεπιστήμιο ο Φυσικός, έχει κάνει εργαστήρια που τις περισσότερες φορές κάποιος άλλοι τα έστησαν. Αυτός απλά πήρε τις μετρήσεις και τις επεξεργάστηκε. Τώρα, πρέπει να φανταστεί, πρέπει να διαβάσει οδηγίες και πρέπει να στήσει μόνος του τα πειράματα. Αν είχε την τύχη να “παιξει” αρκετά όταν ήταν μικρός, ίσως να τα καταφέρει. Οι περισσότεροι συνάδελφοι όμως θα αισθανθούν μια μικρή ενοχή για την αδυναμία τους και θα θελήσουν να απομακρυνθούν από το χώρο.

Αν εν τούτοις επιμείνουν, η καλύτερη λύση είναι να αρχίσουν από τα πιο απλά.

Δεν είναι ανάγκη να γνωρίζουμε τα πάντα για να κάνουμε ένα εργαστήριο. Ας πούμε, μπορούμε να πάρουμε ένα σχοινάκι 25 cm και βάζοντας στην άκρη του ένα βαρίδιο, φτιάχνουμε ένα απλό εκκρεμές. Αν μετρήσουμε τον χρόνο μιας περιόδου (με το κινητό μας), έχουμε αμέσως, μέσω του τύπου

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}, \text{ μια διάταξη μέτρησης του } g!$$

Είναι ένα πείραμα που μπορούν να το κάνουν μόνοι τους και οι μαθητές μας και πετυχαίνει πάντα. Μια άλλη ιδέα είναι να επαληθεύσουμε το νόμο του Hook για τα ελατήρια. Μέσα στα ντουλάπια θα βρούμε ένα ελατήριο (αν δεν βρούμε, παίρνουμε ένα λαστιχάκι) και κρεμάμε διαδοχικά βαρίδια των 50 γραμμαρίων. Το ελατήριο επιμηκύνεται κανονικά, μόνο που στην αρχή θέλει ένα αρχικό βάρος. Στο πρώτο βάρος δεν ισχύει ο νόμος γιατί και ελεύθερο το ελατήριο, διατηρεί μια τάση να συσπειρωθεί παραπάνω. Αμέσως μετά, μπορούμε να το βαθμολογήσουμε και έχουμε ένα δυναμόμετρο. Καταλήγουμε λοιπόν ότι, **κανόνας πρώτος:** αρχίζουμε από τα απλά. Όρεξη για παιχνίδι να υπάρχει και σε λίγο θα έχουμε αρκετά πειράματα έτοιμα.

Λίγο πιο πέρα μπορεί να δούμε σκονισμένες,

μία ή δύο ηλεκτροστατικές γεννήτριες. Η μια ίσως είναι Van de Graaf και η άλλη Wimshurst. Αυτές κατά 80% μπορεί να μην λειτουργούν και



η επισκευή τους δεν είναι ό,τι απλούστερο. Το πιο απλό για να διδάξουμε στατικό ηλεκτρισμό είναι να πάρουμε ένα στυλό bic (η

μάρκα bic ενδείκνυται) και να το τρίψουμε στα μαλλιά μας. Κατόπιν, το ακουμπάμε στο ηλεκτροσκόπιο. Αμέσως τα φύλλα του θα ανοίξουν. Αν το ηλεκτροσκόπιο δεν λειτουργεί, ή δεν υπάρχει ηλεκτροσκόπιο, τότε πλησιάζουμε τον ηλεκτρισμένο στυλό σε μικρά κομματάκια από χαρτί. Η παρουσία στατικού ηλεκτρισμού (πρόκειται για αρνητικά φορτία) γίνεται αμέσως ορατή. Αν βρούμε και ένα κομμάτι από γυάλινη ράβδο και το τρίψουμε σε κάποιο νάιλον (από μια συσκευασία), δημιουργούμε πάλι στατικό ηλεκτρισμό (τώρα έχουμε θετικά φορτία). Από εκεί και πέρα είναι στην διάθεση του Φυσικού να πειραματιστεί με τα φορτία για να δει την έλξη και την άπωση. Αρκεί να βρει έναν τρόπο να κρεμάσει τις ράβδους από κλωστές. Αυτό το πείραμα μερικές φορές δεν πετυχαίνει, ιδίως όταν είναι μέσα στην τάξη οι μαθητές! Από την υγρασία της αναπνοής, συχνά χάνεται το φορτίο. Συμβουλή: το πείραμα αυτό να γίνεται στην αρχή της ώρας αφού έχει προηγηθεί καλός εξαερισμός του χώρου.

Ο συνάδελφος που μόλις έχει ξεπεράσει το πρώτο σφίξιμο με το εργαστήριο, ίσως πάρει ένα αμπερόμετρο για να δοκιμάσει να μετρήσει το ρεύμα μιας μπαταρίας... Αντιλαμβάνεστε τί θα συμβεί: η βελόνα θα χτυπήσει στο τέρμα και μετά τίποτα... Η επόμενη κίνηση, μοιραία, θα είναι να αφήσει το κατεστραμμένο όργανο στην ντουλάπα, γεμάτος ενοχές, και να τελειώσει εδώ την ασχολία του με τα εποπτικά όργανα. Σωστό βέβαια θα είναι να βοηθήσει τον... επόμενο, παίρνοντας το "βιβλίο υλικού" και δίπλα στο σημείο που λέει "αμπερόμετρο", να γράψει τη λέξη "κατεστραμμένο". Μετά θα πρέπει να βάλει το όργανο σε ένα άλλο ντουλάπι με ένα αυτοκόλλητο πάνω του που να λέει "χαλασμένο". Ας διατυπώσουμε λοιπόν έναν **δεύτερο κανόνα**: εργαστήριο χωρίς ζημιές δεν γίνεται! Όμως είναι προτιμότερο να χαλάσει ένα όργανο, από το να μείνει κλειδωμένο στο ντουλάπι, γερό και αμεταχείριστο, περιμένοντας το πρωτόκολλο καταστροφής του μετά από 20 χρόνια.

Όλοι γνωρίζουμε να φτιάχνουμε ένα απλό κύκλωμα με έναν αντιστάτη: μια πηγή, βολτόμετρο και αμπερόμετρο. Εδώ η... συνήθης δυσκολία που θα αντιμετωπίσουμε είναι ότι δεν υπάρχουν καλώδια για τις συνδέσεις.

Τα εργαστήρια μπορεί να έχουν τα καλύτερα όργανα, αλλά δεν βρίσκεις πουθενά καλώδια! Σ' αυτό το σημείο λοιπόν θα χρειαστεί λίγη δουλειά για να φτιάξουμε καλώδια σύνδεσης με μπανάνες και κροκοδειλάκια. Καμιά εικοσαριά στην αρχή είναι υπεραρκετά. Από εκεί και πέρα τα πράγματα είναι πολύ απλά. Για πηγή, η καλύτερη λύση είναι η πλακέ μπαταρία των 4.5 V. Όταν ανοίξουμε το καπάκι της έχουμε τρεις διαφορετικές τάσεις 1.5, 3 και 4.5 V. Αμπερόμετρα και βολτόμετρα υπάρχουν στα εργαστήρια και δουλεύουν (όσα δεν βρέθηκαν στα χέρια ενός πρωτάρη). Αν δεν βρούμε, μπορούμε να τα αγοράσουμε με τα χρήματα της σχολικής επιτροπής. Ο διευθυ-



ντής, ακόμη και αν είναι θεολόγος, δεν λέει όχι σε δαπάνες λίγων ευρώ.

Κάποιες φορές μου έτυχε να κάνω ένα πείραμα και να καταλήξω να αποδείξω το αντίθετο από αυτό που ήθελα. Π.χ. όταν πήγα να αποδείξω ότι ένα μαύρο σώμα εκπέμπει περισσότερη ακτινοβολία από ένα στυλινό, έμεινα αμήχανος μην μπορώντας να εξηγήσω γιατί το στυλινό ποτήρι με το ζεστό νερό κρύωνε πιο γρήγορα από το μαύρο! Τι είχε συμβεί; Το μαύρο ποτήρι ήταν βαμμένο με ένα χοντρό στρώμα μπογιάς το οποίο φυσικά το μόνωσε. Επομένως, **τρίτος κανόνας**: πάντα δοκιμάζουμε το πείραμα μόνοι μας. Αν δεν πετύχει, δεν το κάνουμε στους μαθητές. Συχνά δεν φταίμε εμείς για την αποτυχία του πειράματος, αλλά οι κακές συσκευές, οι διαφορετικές συνθήκες που δεν λάβαμε υπόψη κ.λπ.

Στα διάφορα συνέδρια παιδαγωγικής τονίζεται ότι είναι καλύτερα τα πειράματα να τα κάνουν οι ίδιοι οι μαθητές. Αυτή η άποψη είναι σωστή. Συνήθως όμως ο καθηγητής έχει να

αντιμετωπίσει διάφορα επιπλέον προβλήματα όταν επιχειρήσει κάτι τέτοιο. Πρώτα, είναι το στήσιμο πολλών διατάξεων. Έτσι, ο χρόνος που απαιτείται για να οργανωθεί "μετωπικά" το πείραμα, είναι πολύς και αποθαρρύνει τον διδάσκοντα. Πολύ συχνά επίσης, δεν υπάρχουν τα απαιτούμενα όργανα σε αρκετή πολλαπλότητα. Το χειρότερο όμως είναι ότι οι μαθητές, όντας ασυνήθιστοι στο εργαστήριο, νομίζουν ότι είναι η κατάλληλη στιγμή για να παίξουν. Το αποτέλεσμα είναι να γίνει το εργαστήριο, "η ώρα του παιδιού". Έτσι, όταν τελειώσει η ώρα αυτή, ο καθηγητής μάλλον θα ορκιστεί να μην το ξαναεπιχειρήσει. Για να πετύχει η μετωπική διδασκαλία του πειράματος πρέπει οι μαθητές να έχουν πάει πρώτα αρκετές φορές στο εργαστήριο, να έχουν εξοικειωθεί και να έχουν πάψει να θεωρούν την ώρα που βρίσκονται εκεί σαν ευκαιρία για διάλειμμα. Βέβαια, θα μπορούσαμε να πούμε ότι το ζητούμενο είναι πράγματι να "παίξουν" οι μαθητές, αλλά αυτό θα πρέπει να γίνει δημιουργικά. Μια πολύ καλή λύση για να εμπλακούν οι μαθητές στην διαδικασία των πειραμάτων, είναι να τους δοθεί κάποια δουλειά στο σπίτι. Ας πούμε, να φτιάξουν ένα δυναμόμετρο (με ένα ελατήριο) και να το βαθμολογήσουν. Έχω δει καταπληκτικές ιδέες στις κατασκευές αυτού του τύπου. Μου έχουν φτιάξει δυναμόμετρα με ένα λαστιχάκι και το εξωτερικό από ένα στυλό bic, ηλεκτροσκόπια με μια καρφίτσα και λίγο αλουμινοχαρτό (τα οποία δούλευαν), ηλεκτρομαγνήτες, και ένα σωρό παρόμοια. Είναι κάτι που οι μαθητές το χαίρονται πολύ. Έτσι, σιγά-σιγά, μπορεί να μπουν και στη διαδικασία του μετωπικού πειράματος, αλλά ας έχουμε υπόψη ότι αυτό δεν γίνεται εύκολα.

Θα κλείσω καταθέτοντας τη δική μου εμπειρία από το **παιχνίδι των πειραμάτων**. Αρχισα παίζοντας, και κατέληξα να απολαμβάνω την ώρα της Φυσικής. Θεωρώ, όμως, ότι η κορυφαία στιγμή στην καριέρα μου ήταν όταν σε ένα κενό που είχαν οι μαθητές μου, ήρθαν και μου ζήτησαν να πάμε στο εργαστήριο για να κάνουμε πειράματα! Προτίμησαν το εργαστήριο από την αυλή! Δεν είναι υπέροχο;

Κακόβουλο λογισμικό και προστασία

Γιώργος Κακλαμάνος
Φοιτητής Τμήματος Φυσικής



Τον τελευταίο καιρό, ένα από τα πιο επικίνδυνα μέρη όπου μπορεί κάποιος να “σερφάρει”, όπως είναι η συνηθισμένη φράση, είναι το Internet. Ή τουλάχιστον αυτό παρουσιάζουν τα Μ.Μ.Ε., δημοσιεύοντας νέα και ειδήσεις σχετικά με το πώς ο τάδε χάκερ υπέκλεψε το τάδε ασφαλές σύστημα, ή τον τραπέζικό λογαριασμό ενός χρήστη, ή δίνοντας στατιστικά στοιχεία με ποσοστά μολυσμένων υπολογιστών, ή “zombie” υπολογιστών που συμμετέχουν σε δίκτυα “botnet”. Τον τελευταίο καιρό ειδικά, έγινε μεγάλη είδηση ένας καινούργιος ιός, ο επονομαζόμενος “Stuxnet”. Ο ιός αυτός θεωρείται εξελιγμένος και παρουσιάζεται ως αυτός που σηματοδοτεί την απαρχή μια νέας γενιάς ιών, πιο καταστροφικών από ποτέ. Το μόνο που δεν έχουμε ακούσει μέχρι στιγμής είναι ότι αυτός ο ιός θα δημιουργήσει το “SkyNet” και θα αρχίσει να εξαπολύει “Terminators” εναντίον της ανθρωπότητας! Επειδή είναι γνωστό ότι τα Μ.Μ.Ε. αρκετές φορές παραπληροφορούν και αρέσκονται στην καταστροφολογία είτε επειδή τους ανεβάζει τα νούμερα, είτε επειδή είναι τα ίδια παραπληροφορημένα, ας πάρουμε τα πράγματα από την αρχή και ας δούμε τι όντως συμβαίνει στον κόσμο που λέγεται Internet, και πώς μπορούμε να προστατευτούμε.

Περί “Χάκερ” και “Κράκερ”

Η κύρια πηγή για αυτό το θέμα (όπου μπορείτε να βρείτε περισσότερες λεπτομέρειες) είναι ο εξαιρετικός οδηγός του Eric Steven Raymond: “How to become a hacker”, που υπάρχει στο διαδίκτυο.

Καταρχήν ας κάνουμε τη διάκριση σχετικά με τους όρους “hacker” και “cracker”, οι οποίοι δημιουργούν και τη μεγαλύτερη παραπληροφόρηση στο συγκεκριμένο θέμα. Ο ορισμός του “hacker”, (παρμένος από την παραπάνω πηγή) είναι ο εξής:

“Υπάρχει μία κοινωνία, μια μοιρασμένη κουλτούρα, εμπειρων προγραμματιστών και βετεράνων των δικτύων, που έχει τις ρίζες της ιστορίας της δεκαετίες πίσω, στην εποχή των πρώτων μινι-υπολογιστών και των νεότερων ARPAnet πειραμάτων. Τα

μέλη αυτής της κουλτούρας καθιέρωσαν τον όρο ‘hacker’. Οι hackers έχτισαν το Internet. Οι hackers διαμόρφωσαν το λειτουργικό σύστημα Unix σε αυτό που είναι σήμερα. Οι hackers τρέχουν το Usenet. Οι hackers κάνουν τον Παγκόσμιο Ιστό να δουλεύει. Αν είστε μέρος αυτής της κουλτούρας, αν έχετε συμβάλει σε αυτή και άλλοι άνθρωποι σε αυτή γνωρίζουν ποιος είστε και σας καλούν hacker, είστε ένας hacker”.

Από το ίδιο αρχείο, ο ορισμός του “cracker” είναι ο εξής:

“Υπάρχει και μια άλλη ομάδα ανθρώπων που αυτοαποκαλούνται hackers, αλλά δεν είναι. Αυτοί είναι άνθρωποι (κυρίως έφηβοι) που βρίσκουν διασκεδαστικό το να εισβάλουν σε υπολογιστές και να παραβιάζουν το σύστημα του τηλεφώνου. Οι πραγματικοί hackers ονομάζουν αυτούς τους ανθρώπους ‘crackers’ και δεν θέλουν να έχουν σχέσεις με αυτούς. Οι πραγματικοί hackers πιστεύουν κυρίως πως οι crackers είναι αργόσχολοι, ανεύθυνοι, όχι και πολύ έξυπνοι, και το γεγονός ότι μπορείς να

σπάσεις την ασφάλεια δεν σε κάνει hacker, όπως και το γεγονός ότι μπορείς να παραβιάζεις αυτοκίνητα δεν σε κάνει μηχανικό αυτοκινήτων. Δυστυχώς, πολλοί δημοσιογράφοι και συγγραφείς έχουν ξεγελαστεί στην χρήση της λέξης ‘hacker’ και την χρησιμοποιούν για να περιγράψουν τους ‘crackers’. Αυτό ενοχλεί υπερβολικά τους πραγματικούς hackers.”

Με μία φράση λοιπόν, η βασική διαφορά είναι ότι οι hackers χτίζουν πράγματα, ενώ οι crackers τα σπάνε. Το ερώτημα είναι γιατί τα Μ.Μ.Ε., παρόλο που γνωρίζουν τη διαφορά, δεν χρησιμοποιούν τον σωστό όρο. Ίσως, αρχικά να ήταν επειδή δεν υπήρχε ο όρος “cracker” και η μόνη λέξη που ήξεραν για να περιγράψουν κάποιον ειδήμονα σε θέματα υπολογιστών ήταν αυτή. Αφού

όμως δημιουργήθηκε ο καινούργιος όρος, θα έπρεπε και να εισαχθεί. Δυστυχώς, όμως οι προσπάθειες που έγιναν για να υπάρχει διάκριση, δεν είχαν επιτυχία. Μπορεί αυτό να οφείλεται πια στο ότι μια είδηση θα ακουστεί πολύ πιο βαρύγδουπη και τρομερή, αν φέρει μέσα της τον σκοτεινό όρο “hacker”, που αντιπροσωπεύει άτομα τα οποία τυλίγονται με ένα πέπλο μυστηρίου και απόκρυφης γνώσης των υπολογιστών. Προτιμούν λοιπόν αυτόν από το να χρησιμοποιήσουν τον όρο “cracker”, που είναι σχεδόν άγνωστος.

Τύποι κακόβουλου λογισμικού

Αφού λοιπόν ξεκαθαρίσαμε ποιος είναι ο “κακός” της υπόθεσης, ας δούμε τα παιχνίδια του, ή αλλιώς, το κακόβουλο λογισμικό (malicious software – malware). Ως κακόβουλο λογισμικό ορίζεται το πρόγραμμα το οποίο εισχωρεί σε ένα σύστημα, συνή-

θως κρυφά, με στόχο να διακανονίζει αυτό τη γνησιότητα, ακεραιότητα, ή διαθεσιμότητα των δεδομένων του, των εφάρμογών του ή του λειτουργικού του συστήματος. Ή αλλιώς, προσπαθεί απλά να ενοχλεί και να διακόπτει το



“θύμα”. Το κακόβουλο λογισμικό χωρίζεται σε κατηγορίες ανάλογα με τον σκοπό που ο δημιουργός του θέλει να επιτελέσει. Τα όρια μεταξύ των διαφόρων κατηγοριών δεν είναι πάντα ξεκάθαρα. Από μια άλλη οπτική γωνία, όμως, μπορούμε να το χωρίσουμε σε δύο κατηγορίες. Το **ιομορφικό** και το **μη-ιομορφικό**. Η βασική διαφορά τους είναι ότι το ιομορφικό λογισμικό χρειάζεται κάποιο πρόγραμμα-φορέα το οποίο “μολύνει” και εκτελείται παράλληλα με αυτό, ενώ το μη-ιομορφικό μπορεί να υπάρξει και να λειτουργεί αυτόνομα. Μια ακόμη διαφορά είναι ότι το ιομορφικό αντιγράφεται μόνο του, ενώ οι περισσότερες από τις υπόλοιπες κατηγορίες, συνήθως όχι.

Το **ιομορφικό υλικό (ισί-viruses)** χωρίζεται στις εξής κατηγορίες:

- **Παρασιτικοί** (parasitic). Ο πιο διαδεδομένος τύπος ιού. Οι ιοί αυτοί προσαρτώνται σε εκτελέσιμα αρχεία (προγράμματα) και αντιγράφονται όταν εκτελεστεί το μολυσμένο πρόγραμμα, βρίσκοντας και άλλα εκτελέσιμα αρχεία για να μολύνουν.

- **Παραμένοντες στη μνήμη** (memory-resident). Οι ιοί αυτοί εγκαθίστανται στην κύρια μνήμη ως τμήματα προγραμμάτων που παραμένουν στη μνήμη. Από τη στιγμή της εγκατάστασής τους, οι ιοί αυτοί μολύνουν κάθε πρόγραμμα που εκτελείται.

- **Ιοί του τομέα εκκίνησης** (boot). Οι ιοί αυτοί μολύνουν τον τομέα εκκίνησης του δίσκου. Διαδίδονται όταν το σύστημα εκκινήσει από το δίσκο που περιέχει τον ιό. Αυτός ο τύπος ιού ήταν ιδιαίτερα διαδεδομένος σε πιο παλιούς υπολογιστές, οι οποίοι χρειάζονταν μια δισκέτα εκκίνησης για να ξεκινήσουν.

- **Δυσανιχνεύσιμοι** (stealth). Οι ιοί αυτοί, παρόλο που μπορεί να ανήκουν και σε κάποια από τις προηγούμενες κατηγορίες, είναι ειδικά σχεδιασμένοι ώστε να αποφεύγουν την ανίχνευση από το ειδικό αντιβιοτικό λογισμικό.

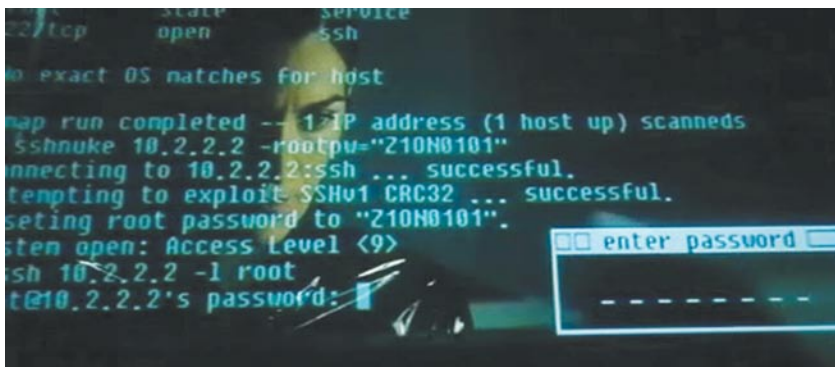
- **Πολυμορφικοί** (polymorphic). Παρομοίως, οι ιοί αυτοί, παρόλο που μπορεί να ανήκουν σε μία ή περισσότερες από τις προηγούμενες κατηγορίες, μεταλλάσσονται με κάθε μόλυνση, αλλάζοντας την υπογραφή τους και καθιστώντας έτσι αδύνατη την ανίχνευση τους μέσω αυτής.

- **Μακρο-ιοί** (macro-virus). Οι ιοί αυτοί εκμεταλλεύονται τις μακροεντολές του Microsoft Office, για να μολύνουν τα αρχεία των εφαρμογών του (Word, Excel, κτλ). Αυτή η κατηγορία ιών είναι από τις πιο επικίνδυνες, γιατί δεν μολύνουν προγράμματα, αλλά απλά αρχεία εφαρμογών, τα οποία μεταφέρονται πιο εύκολα και πιο συχνά από υπολογιστή σε υπολογιστή από ότι τα προγράμματα, και επίσης είναι ανεξάρτητα από το λειτουργικό σύστημα. Όποια πλατφόρμα υποστηρίζει το Microsoft Office μπορεί να μολυνθεί.

Αντίστοιχα, **το μη ιομορφικό υλικό** χωρίζεται στις εξής κατηγορίες:

- **Κερκόπορτες** (trapdoor-backdoor). Είναι κενά ασφαλείας σε προγράμματα τα οποία αφήνουν κάποιον που τα γνωρίζει να τα εκμεταλλευτεί και υπό κατάλληλες συνθήκες να αποκτήσει δικαιώματα χρήσης του συστήματος, αγνοώντας τις συνηθισμένες διαδικασίες πιστοποίησης και ασφαλείας.

- **Δούρειοι ίπποι** (Trojan Horse). Είναι προγράμματα τα οποία δείχνουν να εκτελούν κάποια χρήσιμη διεργασία, αλλά παράλληλα περιέχουν και κρυφό κώδικα οποίος εκτελείται χωρίς ο χρήστης να το γνωρίζει.



- **Αναπαραγωγοί ή έλικες** (Worms). Είναι προγράμματα ο αρχικός σκοπός των οποίων είναι να διαδίδονται μέσω του δικτύου από υπολογιστή σε υπολογιστή. Αυτό, παρόλο που μπορεί να φαίνεται ακίνδυνο, δημιουργεί πολύ "κίνηση" στο δίκτυο και άλλα απρόβλεπτα περιστατικά, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται και από αυτό σοβαρά προβλήματα. Μπορεί όμως επίσης, από την στιγμή που θα μολύνει ένα σύστημα, να λειτουργεί είτε ως ιός, είτε να συνδεθεί στο ίντερνετ για να εισάγει δούρειους ίππους, είτε να εκτελεί ο ίδιος κάποια καταστροφική ενέργεια.

Ο **Stuxnet** που αναφέραμε στην αρχή, είναι νέος καταστροφικός ιός, που επίσημα έχει χαρακτηριστεί ως worm. Ο λόγος για τον οποίο έγινε "διάσημος" είναι επειδή γράφτηκε ειδικά για να μολύνει συστήματα τα οποία παρατηρούν και ρυθμίζουν εργοστασιακές διεργασίες. Αυτό μπορεί να το κάνει με την δυνατότητα που έχει να ξαναπρογραμματίζει τον μικροϋπολογιστή που έχουν αυτές οι διατάξεις. Αυτή η δυνατότητα είναι πρωτοφανής για ένα worm, και ο Stuxnet είναι το πρώτο worm στο οποίο παρατηρήθηκε. Στόχος του worm ήταν οι πυρηνικές εγκαταστάσεις στο Ιράν. Η πρόσβαση στα μηχανήματα αυτά έγινε από 4 κενά ασφαλείας ενός υπολογιστή με Windows, ο οποίος χρησιμοποιούνταν για να επιβλέπει εκείνα τα μηχανήματα. Η Siemens, της οποίας ήταν οι διατάξεις που μολυνε το worm, είπε ότι δεν έκανε κάποια ζημιά. Και φυσικά επειδή η φύση και το είδος του worm ήταν πολύ εξεζητημένα,

φημολογείται ότι εμπλέκεται κάποια χώρα στην δημιουργία του.

Για ποιο λόγο μπορεί κάποιος να θέλει να "μολύνει" υπολογιστές

Έχοντας δει τα "παιχνίδια" που έχει στα χέρια του ένας cracker, φτάνουμε στο σημείο όπου μπορούμε να αναρωτηθούμε γιατί μπορεί να θέλει κάποιος να μολύνει έναν υπολογιστή. Θα περιοριστούμε στις περιπτώσεις καθημερινής ζωής και όχι στις καταστάσεις

κυβερνοπολέμου μεταξύ χωρών. Οι πρώτοι ιοί και αναπαραγωγοί (worms) δημιουργήθηκαν για ερευνητικούς λόγους ή απλά για "πλάκες". Για παράδειγμα ένας από τους πρώτους αναπαραγωγούς, το Morris Worm που έπληξε το ίντερνετ το 1988, εξαπλώθηκε από το MIT, και ο

στόχος του ήταν να μετρήσει το μέγεθος του τότε ίντερνετ, και δεν είχε καταστρεπτικούς σκοπούς. Παρόλα αυτά, από ένα λάθος στο πρόγραμμα, κατέληξε να υπερφορτώνει τους υπολογιστές που μολυνε, με αποτέλεσμα να τους θέτει εκτός λειτουργίας. Αντίστοιχα, ο πρώτος ιός (Creeping Virus) ο οποίος, στις αρχές του 70, εξαπλώθηκε στο Arpanet (τον προπομπό του Internet), εμφάνιζε στους μολυσμένους υπολογιστές το μήνυμα "I'M THE CREEPER: CATCH ME IF YOU CAN". Για να τον καταπολεμήσουν, δημιούργησαν το πρώτο αντίιό, το οποίο σε αντίθεση με τα σημερινά αντίιό, ήταν και το ίδιο ιός που ονομάζονταν Reaper (από το Grim Reaper), ο οποίος εξαπλώνονταν και έβρισκε τα αρχεία του Creeper και τα... θέριζε.

Δυστυχώς αυτή η περίοδος της αθωότητας έχει περάσει, και το μεγαλύτερο ποσοστό του κακόβουλου λογισμικού που κυκλοφορεί είναι όντως κακόβουλο. Ο λόγος λοιπόν που κάποιος δημιουργεί τέτοιο λογισμικό είναι κατά βάση για προσωπικό του κέρδος, υλικό ή όχι. Το μη υλικό κέρδος έχει συνήθως τη μορφή της προσωπικής ικανοποίησης, είτε επειδή κατάφερε να παραβιάσει τα "απαρβίαστα" συστήματα ασφαλείας μιας μεγάλης εταιρείας, είτε από την αίσθηση ανωτερότητας που νιώθει καταφέρνοντας να καταστρέψει τους υπολογιστές ατόμων με λιγότερες ικανότητες από αυτόν σε αυτούς τους τομείς. Το υλικό κέρδος από την άλλη, είναι σχεδόν πάντα χρηματικό. Μερικές από τις πιο συνηθισμένες περιπτώσεις είναι οι εξής:

- Τα χρήματα αφαιρούνται από τραπεζι-

κούς λογαριασμούς χρηστών που έχουν υποκλαπεί. Συνηθισμένη τακτική είναι να υποκλέπτετε πολλούς λογαριασμούς και να αφαιρεί πολύ μικρά ποσά από τον καθένα έτσι ώστε να μην γίνεται αντιληπτός από τους χρήστες.

- Πουλώντας διευθύνσεις email σε spammers στη μαύρη αγορά. Όσο παράξενο και αν ακούγεται, είναι αρκετά συνηθισμένο και επικερδές. Σκεφτείτε απλά ότι υπάρχουν συνδέσεις δικτύου στις οποίες η χρέωση της σύνδεσης πηγαίνει ανάλογα με την κίνηση που έχει το συγκεκριμένο δίκτυο. Σκεφτείτε επίσης σε αυτό το δίκτυο να υπάρχει υπολογιστής που διαχειρίζεται mail χρηστών και ο οποίος μπορεί να λαμβάνει μερικά χιλιάδες spam την ημέρα.
- Μολύνοντας πολλούς υπολογιστές και εισάγοντας τους σε ένα δίκτυο (botnet), μπορεί να τους χρησιμοποιεί για μείωση του φόρτου στα δικά του μηχανήματα ή για αποστολή spam, ή για οργανωμένες επιθέσεις σε άλλους servers.
- Αναγκάζοντας τους χρήστες να επισκεφτούν σελίδες στις οποίες υπάρχουν διαφημίσεις, όπου πληρώνουν τον δημιουργό της σελίδας ανάλογα με το πόσα άτομα βλέπουν την διαφήμιση-σελίδα.

Τρόποι μόλυνσης

Υπάρχουν αρκετοί τρόποι για να μολυνθεί ένας υπολογιστής με κακόβουλο λογισμικό. Οι πιο συνηθισμένοι είναι οι εξής:

- **Εκτέλεση μολυσμένων προγραμμάτων.** Έχουμε ήδη αναφέρει ότι η εκτέλεση ενός μολυσμένου με ιούς προγράμματος είναι αρκετή για να μολύνει όλο το σύστημα.
- **Εισαγωγή στο σύστημα μολυσμένης εξωτερικής αποθηκευτικής μονάδας** (Σκληρός δίσκος-CD/DVD, φλασάκι κτλ). Τα Windows, όποτε εισάγουμε μια εξωτερική αποθηκευτική μονάδα, αρχίζουν να εκτελούν αυτόματα κάποια αρχεία που περιέχει, με αποτέλεσμα αν είναι μολυσμένη η μονάδα, να μολύνεται και ο υπολογιστής. Αυτή, τελευταία, ήταν πολύ δημοφιλής μέθοδος μεταφοράς worms, κυρίως με την ευρεία χρήση των φορητών μικρών flash drives (φλασάκια).
- **Μέσω μολυσμένων εγγράφων office.**
- **Μέσω κακόβουλων προγραμμάτων (Trojan Horses).**
- **Μέσω mail.** Συνηθισμένα είναι τα μηνύματα ψαρέματος (fishing), στα οποία ο αποστολέας του mail υποκρίνεται κά-

ποιον που, συνήθως, δεν είναι, ή ότι ανήκει σε κάποιον σοβαρό οργανισμό και ζητάει από τον χρήστη να του παραθέσει προσωπικά στοιχεία για να παραλάβει κάποιο δώρο, ή βραβείο, ή για να του επιλύσει κάποιο πρόβλημα.

- **Μέσω internet,** που είναι και ο πιο συνηθισμένος τρόπος. Καθώς επισκεπτόμαστε διάφορες σελίδες, ο πλοηγός που χρησιμοποιούμε, διαβάζει τον κώδικα της σελίδας και την εμφανίζει αντίστοιχα. Αυτό δίνει την δυνατότητα εισαγωγής στην σελίδα κακόβουλου κώδικα ο οποίος μπορεί να εγκαθιστά, χωρίς την άδειά μας, προγράμματα στον υπολογιστή μας, ή να μεταμφιέζει στοιχεία της σελίδας με άλλα, με αποτέλεσμα να μας ανακατευθύνει σε σελίδες που δεν επιλέγουμε.
- **Με ανταλλαγή αρχείων μέσω προγραμμάτων P2P (Kazaa, Limewire, κτλ):** Με αυτά τα προγράμματα επιτρέπεται προσωρινή πρόσβαση στον υπολογιστή μας από τους υπόλοιπους χρήστες που χρησιμοποιούν αυτά τα προγράμματα και είναι πολύ εύκολο να γίνει αποστολή κακόβουλου λογισμικού μέσω αυτών.

Προστασία

Ελπίζοντας ότι το παρόν κείμενο έχει καταφέρει να είναι καλύτερο σε σχέση με την καταστροφολογία από αυτά των Μ.Μ.Ε., ας δούμε τώρα τις μεθόδους προστασίας. Λέγοντας “μεθόδους προστασίας” εννοούμε μεθόδους πρόληψης για να αποφύγουμε την μόλυνση από κάποιο ιό, κτλ. Αν ένα σύστημα έχει ήδη μολυνθεί και ο ιός έχει εξαπλωθεί, δύσκολα μπορεί να καθαρίσει τελείως. Σε αυτή την περίπτωση ελπίζουμε το antivirus που θα εγκατασταθεί εκ των υστέρων, να καταφέρει να καθαρίσει τον υπολογιστή χωρίς να “καθαρίσει” μαζί και το σύστημα, ή στην καλύτερη περίπτωση, με την ελάχιστη απώλεια δεδομένων.

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, η πιθανότητα να μολυνθεί κάποιος υπολογιστής θεωρείται μεγάλη. Η πιθανότητα αυτή αυξάνεται σημαντικά αν ο υπολογιστής είναι κοινόχρηστος ή έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο. Παρόλα αυτά, με μερικές πολύ εύκολες τεχνικές και κάποιους απλούς κανόνες σωστής χρήσης του υπολογιστή και του διαδικτύου, ο κίνδυνος μόλυνσης μπορεί να μειωθεί σημαντικά. Θα διαχωρίσουμε λοιπόν τους τρόπους πρόληψης σε τρεις

διαφορετικές χρήσεις του υπολογιστή: α) χρήση του υπολογιστή χωρίς ή με σπάνια χρήση ίντερνετ β) χρήση του υπολογιστή με ίντερνετ γ) επικοινωνία με mail.

Για τη χρήση του υπολογιστή γενικά

- Πρέπει οπωσδήποτε να υπάρχει εγκατεστημένο **μόνο ένα** πρόγραμμα προστασίας (antivirus) από ιούς και άλλο κακόβουλο λογισμικό και να το ενημερώνουμε συχνά. Τέτοια προγράμματα



υπάρχουν και σε εμπορικές αλλά και σε δωρεάν εκδόσεις. Πρέπει να υπάρχει μόνο ένα, γιατί αν υπάρχουν παραπάνω, εκτός από το ότι επιβαρύνουν αρκετά το σύστημα, δημιουργούν και προβλήματα το ένα στο άλλο.

- Κάνουμε συχνά τις ενημερώσεις λογισμικού που βγαίνουν για το λειτουργικό μας σύστημα.
- Προσέχουμε όταν εγκαθιστούμε προγράμματα τα οποία δεν ξέρουμε από πού προέρχονται ή τι ακριβώς κάνουν, γιατί αλλιώς υπάρχει ο κίνδυνος να περιέχουν Trojan. Η μόνη περίπτωση για να είμαστε απόλυτα σίγουροι ότι ένα άγνωστο πρόγραμμα είναι ασφαλές, είναι αυτό να είναι λογισμικό ΕΛ/ΛΑΚ (Ελεύθερο Λογισμικό / Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα). Αυτό σημαίνει ότι ο κώδικας με την πληροφορία για το τι κάνει το πρόγραμμα είναι ανοικτός στο να τον διαβάσει όποιος θέλει, κάτι που αφαιρεί την δυνατότητα να κρύψει κάποιος εκεί μέσα κακόβουλο λογισμικό.
- Σε περίπτωση που ένας υπολογιστής είναι κοινόχρηστος, είναι προτιμότερο ο κάθε χρήστης να έχει τον δικό του λογαριασμό, έτσι ώστε σε περίπτωση που μολυνθεί κάποιος χρήστης, οι άλλοι να μείνουν ανεπηρέαστοι. Αυτό, στην περίπτωση που η “μόλυνση” περιορίζεται σε αρχεία του χρήστη και όχι του συστήματος.

- Κρατάμε αντίγραφα ασφαλείας, τουλάχιστον από τα κρίσιμα αρχεία μας, κατά προτίμηση σε αποθηκευτικό μέσο που δεν είναι άμεσα συνδεδεμένο στον υπολογιστή. Σε αυτή την περίπτωση και να μολυνθεί ο υπολογιστής και να χάσουμε τα αρχεία που έχουμε αποθηκευμένα σε αυτόν, θα υπάρχει τρόπος να τα ανακτήσουμε.

Για τη χρήση υπολογιστή με Internet

- Από τα πιο σημαντικά θέματα που σχετίζονται με την ασφάλεια του υπολογιστή είναι η επιλογή του πλοηγού (Internet Explorer, Google Chrome, Mozilla Firefox, Opera κ.λ.π.). Ιδιαίτερα, η χρήση του Internet Explorer απαιτεί μεγάλη προσοχή, γιατί είναι γνωστό ότι ο πλοηγός αυτός δέχεται τις περισσότερες επιθέσεις.
- Καλό είναι να γίνει εισαγωγή προσθέτων στον πλοηγό, τα οποία μπλοκάρουν την εκτέλεση κώδικα από ιστοσελίδες ή μας παρουσιάζουν έναν χαρακτηρισμό για την αξιοπιστία της σελίδας που επισκεπτόμαστε, βασισμένο σε εμπειρίες προηγούμενων χρηστών και άλλα στατιστικά στοιχεία. Συγκεκριμένα για το Mozilla Firefox, τα δύο πρόσθετα που το κάνουν αυτό είναι το NoScript, και το WOT – Safe Browsing Tool.
- Σε περίπτωση που εισάγουμε συχνά κωδικούς σε ιστοσελίδες, ελέγχουμε πάντα όταν εισάγουμε έναν κωδικό η διεύθυνση ιστοσελίδας, να ξεκινάει με https, και όχι http όπως οι περισσότερες. Σε αυτήν την περίπτωση θα πρέπει να φαίνεται στην κάτω δεξιά γωνία της οθόνης ένα λουκέτο. Αυτό σημαίνει ότι τα δεδομένα που στέλνουμε στην σελίδα είναι κρυπτογραφημένα, και δεν μπορούν να υποκλαπούν.
- Σε περίπτωση που είμαστε αναγκασμένοι να χρησιμοποιούμε πολλούς κωδικούς για διαφορετικούς λογαριασμούς σε πολλές ιστοσελίδες, αυτοί δεν πρέπει να είναι όλοι ίδιοι και θα πρέπει να αλλάζουν σχετικά συχνά.

Για το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (e-mail)

- Καλό είναι να μην ανοίγουμε mail στα οποία ο αποστολέας μας είναι άγνωστος. Ειδικά στην περίπτωση που το όνομα του αποστολέα δεν έχει φυσικό νόημα.
- Σε καμία περίπτωση δεν ανοίγουμε συνημμένα από mail, από τα οποία δεν γνωρίζουμε την προέλευσή τους.
- Δεν στέλνουμε ποτέ προσωπικά μας

στοιχεία με mail. **Δεν υπάρχει περίπτωση** ο διαχειριστής του συστήματός σας ή του mail σας, να σας ζητήσει τον κωδικό για να διορθώσει κάτι ή για να τον ανανεώσει, ούτε η τράπεζα τον αριθμό του λογαριασμού σας για να ρυθμίσει εκκρεμότητες. Και δυστυχώς δεν υπάρχει οργανισμός ο οποίος να μοιράζει χρήματα και εσείς να έχετε κερδίσει το λαχείο του χωρίς καν να έχετε δηλώσει συμμετοχή. Τα προσωπικά μας στοιχεία είναι προσωπικά.

- *Δεν προωθούμε chain mails.* Όλοι, πιστεύω, έχουμε λάβει κάποιο μήνυμα το οποίο μας ζητάει να το προωθήσουμε σε φίλους και γνωστούς επειδή:
- Η Microsoft θα το ανιχνεύσει και θα σου στείλει 1000 δολάρια στον λογαριασμό σου.
- Γιατί το παιδάκι μου πάσχει από την τάδε ασθένεια και η AOL για κάθε e-mail που στέλνεις εσύ και οι φίλοι σου θα δίνει 5 cents για τη θεραπεία του παιδιού.
- Για να ενημερωθούν για τον νέο ιό που κατακλύζει το internet...

Τίποτε από τα παραπάνω όμως δεν μπορεί να ισχύει για το μοναδικό λόγο ότι είναι τεχνικά αδύνατον να ανιχνεύει κάποιος τα mail που στέλνει ο κάθε χρήστης. Και να μπορούσε να το κάνει κάποια εταιρεία, δεν θα το ανακοίνωνε δημόσια γιατί θα της έκανε επίθεση το σύμπαν για παραβίαση προσωπικών δεδομένων. Ο μόνος λόγος ύπαρξης αυτών των mail είναι, καθώς τα προωθούμε, να προστίθενται και άλλες διευθύνσεις mail πάνω στις ήδη υπάρχουσες στο προωθημένο μήνυμα. Οι οποίες διευθύνσεις, στο τέλος μαζεύονται από spammer, και τη συνέχεια την ξέρουμε...

Μια μικρή αλλά σημαντική διευκρίνιση

Σε όλο το άρθρο αναφερόμαστε σε "ιούς του υπολογιστή" και σε "τρόπους προστασίας του υπολογιστή από ιούς" κ.τ.λ. Αυτό είναι μάλλον λάθος διατύπωση, γιατί η μεγάλη πλειοψηφία των ιών δεν δημιουργούνται για να μολύνουν γενικώς τους υπολογιστές, αλλά τα Windows, που τρέχουν στο μεγαλύτερο ποσοστό υπολογιστών στον κόσμο. Να διευκρινίσουμε λοιπόν ότι η σωστή διατύπωση είναι "ιός για τα Microsoft Windows" και "τρόποι προστασίας των Windows από ιούς" κ.τ.λ. Ο λόγος που γίνεται αυτή η διάκριση είναι επειδή υπάρχουν και άλλα λειτουργικά συστήματα εκτός από τα Windows, αν και λιγότερο διαδεδομένα, όπως π.χ. το λειτουργικό σύστημα MacOS της Apple και το λειτουργικό σύστημα Gnu/Linux. Το

δεύτερο είναι ΕΛ/ΛΑΚ και μπορεί κάποιος να το κατεβάσει δωρεάν από το Internet. Είναι βέβαια κατανοητό ότι η απόφαση για αλλαγή του λειτουργικού συστήματος δεν είναι εύκολη. Όμως σαν χρήστης Gnu/Linux τα τελευταία χρόνια δεν μπορώ να μην παραθέσω και αυτή την εναλλακτική λύση για κάποιον ο οποίος (σαν εμένα πριν 5 χρόνια) δεν το έχει ξανακούσει, πιστεύει ότι το μόνο που υπάρχει εκεί έξω είναι τα Windows, και δεν αντέχει να ξαναδεί μια "κυανή οθόνη του θανάτου" (blue screen of death) όπως είναι γνωστή ...

Επίλογος

Παρόλο που ξεκινήσαμε λίγο απαισιόδοξα, πιστεύω ότι τώρα πλέον είμαστε σε καλά επίπεδα αισιοδοξίας. Ισχύει ότι το Internet είναι επικίνδυνο μέρος και επειδή ακόμη είναι σχετικά καινούργια τεχνολογία, δεν υπάρχει αρκετά μεγάλη τεχνογνωσία σχετικά με αυτό. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι πρέπει να το φοβόμαστε. Με τα βασικά μέτρα πρόληψης που παρουσιάσαμε, μπορούμε να αντιμετωπίσουμε το μεγαλύτερο ποσοστό των περιπτώσεων που θα μας δημιουργούσαν πρόβλημα. Αλλά σίγουρα κάποιος που παραμένει στα Windows, δεν θα μπορεί να είναι τόσο ασφαλής όσο θα ήταν αν χρησιμοποιούσε π.χ. το λειτουργικό σύστημα Gnu/Linux, που είναι ΕΛ/ΛΑΚ. Για αυτούς που θέλουν να κάνουν την αλλαγή, στην Ελλάδα υπάρχουν δύο πανελλήνιοι σύλλογοι που ασχολούνται με το Gnu/Linux. Ο GreekLug, με έδρα στην Θεσσαλονίκη (www.greeklug.gr) και ο Hellug, με έδρα στην Αθήνα (www.hellug.gr), που στις ιστοσελίδες τους και τα forum τους, μπορεί κάποιος να βρει ό,τι πληροφορίες χρειάζεται.

Πηγές:

- www.wikipedia.com: Διάφορα άρθρα σχετικά με το θέμα
- Σωκράτης Κατσίκας: Ασφάλεια Υπολογιστών, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Eric Steven Raymond: How To Become A Hacker, www.catb.org/esr
- Jon Erickson: Hacking: The Art of Exploitation, No Starch Press.
- Mark Ludwig: The giant black book of computer viruses, American Eagle Publications



Ακολουθεί το τέταρτο και τελευταίο μέρος του άρθρου που δημοσιεύεται σε συνέχειες, για τους κινδύνους που ενέχουν οι "προφητείες" οι σχετικές με τις πιθανές επιστημονικές και τεχνολογικές εξελίξεις. Το άρθρο προήλθε από το βιβλίο του A. Clarke "Profiles of the future" και τα τρία πρώτα μέρη του δημοσιεύθηκαν στα τρία προηγούμενα τεύχη, 7, 8 και 9 του περιοδικού.

Συνέχεια και τέλος του κεφαλαίου 2 Οι κίνδυνοι της προφητείας Η Αποτυχία της Φαντασίας

Ο μόνος τρόπος να είναι κανείς προετοιμασμένος για το απρόβλεπτο είναι να έχει ανοιχτό και μη προκατειλημμένο μυαλό - ένα δυσπραγματοποίητο κατόρθωμα, ακόμα και με την καλύτερη διάθεση στον κόσμο. Βλέπετε, ένα τελείως ανοιχτό μυαλό θα ήταν ένα κενό μυαλό, και ελευθερία απ' όλες τις προκαταλήψεις και τους προϋποθέσεις είναι ανέφικτο ιδεώδες. Υπάρχει, εντούτοις, μια μορφή νοητικής άσκησης που μπορεί ν' αποτελέσει καλή βασική εκπαίδευση για τους υποψήφιους προφήτες: Όποιος θέλει ν' ασχοληθεί με το μέλλον, θα πρέπει να ταξιδέψει με τη φαντασία του μιά ζωή πίσω - ας πούμε, στο 1900 - [Σ.τ.μ. Υπενθυμίζεται για τελευταία φορά, ότι το βιβλίο γράφτηκε το 1962] και να διερωτηθεί, πόση από τη σημερινή τεχνολογία θα ήταν, όχι απλώς απίστευτη, αλλά ακατανόητη στα καλύτερα επιστημονικά μυαλά εκείνης της εποχής.

Το 1900 είναι καλή επιλογή, γιατί τότε περίπου ήταν που "έγινε χαμός" στη Φυσική. Όπως το έθεσε ο J. B. Conant: "Περίπου το 1900 η επιστήμη πήρε μιά τελείως απροσδόκητη στροφή. Είχαν υπάρξει στο παρελθόν αρκετές επαναστατικές θεωρίες και περισσότερες της μιάς συνταρακτικές ανακαλύψεις στην ιστορία της Επιστήμης, αλλ' αυτά που συνέβησαν μεταξύ 1900 και, ας πούμε, 1930 ήταν όλως διόλου διαφορετικά. Ήταν η αποτυχία μιάς γενικής πρόβλεψης σχετικά με το τί θα μπορούσε να αναμένεται με εμπιστοσύνη από πειράματα".

Ο P. W. Bridgman το έθεσε ακόμα πιο έντονα:

"Ο φυσικός πέρασε μια διανοητική κρί-



ση, που του την επέβαλε η ανακάλυψη πειραματικών δεδομένων του τύπου που δεν είχε οραματισθεί στο παρελθόν, και που δε θα τα θεωρούσε καν δυνατά [να υπάρξουν]".

Η κατάρρευση της "κλασικής" Φυσικής άρχισε με την ανακάλυψη των ακτίνων X από τον Ρέντγκεν, το 1895. Ήταν η πρώτη ξεκάθαρη ένδειξη, σε μορφή που ο καθένας μπορούσε να αντιληφθεί, ότι η εικόνα "της κοινής λογικής" περί του κόσμου δεν ήταν τελικά λογική. Οι ακτίνες X (το ίδιο το όνομά τους ανακλά τη σαστιμάρα επιστημόνων και μη) μπορούσαν να ταξιδεύουν διά μέσου συμπαγούς ύλης όπως το φως διαμέσου μιάς πλάκας γυαλιού. Κανείς δεν είχε φαντασθεί, ή προβλέψει, τέτοιο πράγμα. Το ότι θα μπορούσε κανείς να δει το εσωτερικό του ανθρωπίνου σώματος - κι έτσι να φέρει επανάσταση τόσο στη Φυσική όσο και στην Ιατρική - ήταν κάτι που ούτε ο τολμηρότερος προφήτης δεν είχε προτείνει.

Η ανακάλυψη των ακτίνων X ήταν το πρώτο βήμα σε περιοχές που το ανθρώπινο μυαλό δεν είχε τολμήσει να εισέλθει. Κι όμως, ελάχιστα μας προέδρασε για ακόμα εκπληκτικότερες εξελίξεις - τη ραδιενέργεια, την εσωτερική δομή των ατόμων, τη Σχετικότητα, την Κβαντική θεωρία, την αρχή της αβεβαιότητας...

Ως εκ τούτου, οι εφευρέσεις και τα μηχανήματα του σύγχρονου κόσμου μπορούν να διαιρεθούν σε δύο ευδιάκριτες κατηγορίες: Από τη μιά μεριά, υπάρχουν εκείνα τα μηχανήματα, των οποίων η λειτουργία θα ήταν πλήρως κατανοητή απ' οποιονδήποτε σοφό του παρελθόντος. Από την άλλη, υπάρχουν εκείνα που θα ήταν παντελώς ακατανόητα κι

από τα καλύτερα μυαλά της αρχαιότητας. Κι όχι μόνο της αρχαιότητας. Υπάρχουν συσκευές που τώρα αρχίζουμε να χρησιμοποιούμε, που θα τρέλαιναν τον Έντισον και τον Μαρκόνη, αν οι τελευταίοι προσπαθούσαν να καταλάβουν, πώς λειτουργούν.

Επιτρέψτε μου να δώσω κάποια παραδείγματα, για να τονίσω αυτό που είπα. Αν παρουσιάζατε μιά μοντέρνα ντηζελομηχανή, ένα αυτοκίνητο, μια τουρμπίνα ατμού ή ένα ελικόπτερο στο Βενιαμίν Φραγκλίνο, στο Γαλιλαίο, στο Λεονάρντο ντα Βίντσι, στο Αρχιμήδη (μιά λίστα που καλύπτει δυό χιλιάδες), κανείς τους δε θα δυσκολευόταν να καταλάβει πώς λειτουργούν αυτές οι μηχανές. Ο Λεονάρντο, μάλιστα, θα αναγνώριζε αρκετές απ' αυτές, από τις σημειώσεις του. Και οι τέσσερις θά 'μεναν έκπληκτοι από τα υλικά και την κατεργασία τους, που θα τους φαινόταν μαγική στην ακριβειά της, αλλά μόλις τους περνούσε αυτή η έκπληξη, θα αισθάνονταν άνετα - τουλάχιστον όσο δε θα επιχειρούσαν να διειδικούν στην περιοχή ελέγχου και ηλεκτρικών συστημάτων.

Υποθέστε όμως τώρα ότι τους φέρνετε αντιμέτωπους με ένα δέκτη τηλεόρασης, έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή, ένα πυρηνικό αντιδραστήρα, μια εγκα-



τάσταση ραντάρ. Πέραν της πολυπλοκότητας αυτών των συστημάτων, τα στοιχεία από τα οποία απαρτίζονται θα ήταν ακατανόητα σε οποιονδήποτε έχει γεννηθεί προ του παρόντος (20^{ου}) αιώνας. Όποιο κι αν ήταν το επίπεδο της μόρφωσής του ή ο δείκτης ευφυΐας του, δε θα διέθετε το νοητικό πλαίσιο



που θα μπορούσε να χωρέσει ηλεκτρονιακές δέσμες, τρανζίστορς, ατομική διάσπαση, κυματοδηγούς και καθοδικούς σωλήνες.

Η δυσκολία, επιτρέψτε μου να επαναλάβω, δεν έγκειται στην πολυπλοκότητα. Μερικά απ' τα απλούστερα σημερινά μηχανήματα θα ήταν τα πιο δύσκολα ως προς την εξήγησή τους. Ένα ιδιαίτερα καλό παράδειγμα αποτελεί η ατομική βόμβα (τουλάχιστον τα αρχικά της μοντέλα). Τι απλούστερο από το να φέρεις σ' επαφή δυο τεμάχια μετάλλου; Κι όμως, πώς να εξηγήσει κανείς στον Αρχιμήδη ότι το αποτέλεσμα θα ήταν πιο καταστροφικό απ' όλες τις πολεμικές συρράξεις Τρώων και Ελλήνων; Υποθέστε ότι πηγαίνετε σ' ένα επιστήμονα πρό του 20ου αιώνα και του λέτε: "Να δυο κομμάτια ενός υλικού που λέγεται ουράνιο διακόσια τριάντα πέντε. Αν τα κρατήσεις ξεχωριστά, τίποτε δε θα συμβεί. Αλλ' αν τα φέρεις ξαφνικά σε επαφή, θε εκλυθεί τόση ενέργεια, όση παράγεται από την καύση δέκα χιλιάδων τόννων άνθρακα". Όσο ευφάνταστος κι όσο διορατικός κι αν ήταν, ο επιστήμονας αυτός θα σας έλεγε: "Τι ανοησία! Αυτό είναι μαγεία, όχι Επιστήμη. Τέτοια πράγματα δε συμβαίνουν στον πραγματικό κόσμο!". Γύρω στα 1890, όταν τα θεμέλια της Φυσικής και της Θερμοδυναμικής είχαν τεθεί ακλόνητα (ή έτσι φαινόταν), θα σας είχε εξηγήσει, γιατί ακριβώς ήταν ανοησία: "Η ενέργεια δε μπορεί να δημιουργηθεί από το πουθενά", θα σας είχε ίσως πει. "Πρέπει να προέλθει από χημικές αντιδράσεις, ηλεκτρικούς συσσωρευτές, συσπειρωμένα ελατήρια, πεπιεσμένα αέρια, στροβοσκοπικούς τροχούς, ή κάποια άλλη καθαρά καθορισμένη πηγή ενέργειας. Όλες αυτές οι πηγές ελλείπουν εδώ, κι αν ακόμα κάποιες δεν ελλείπουν, η ενεργειακή έκλυση που μου ανέφερες είναι αδιανόητη. Εί-

να περισσότερο από ένα εκατομμύριο φορές η ενέργεια που εκλύεται κατά την πιο ισχυρή χημική αντίδραση!" Το εκπληκτικό σχετικά μ' αυτό το συγκεκριμένο παράδειγμα είναι ότι, ακόμα κι όταν η ύπαρξη της ατομικής ενέργειας εκτιμήθηκε πλήρως (ας πούμε, γύρω στα 1940), σχεδόν όλοι οι επιστήμονες και πάλι θα γελούσαν με την ιδέα της απελευθέρωσής της διά της συνένωσης δύο τεμαχίων ενός μετάλλου. Αυτοί που πίστευαν ότι θα μπορούσε κάποτε

λυφθεί, κι όλα έχουν κάποιο στοιχείο απροσδόκητου ή παντελώς εκπληκτικού μέσα τους. Όσο είμαι σε θέση να ξέρω, κανείς δεν τα είχε προβλέψει πολύ πριν την πραγμάτωσή τους. Στα δεξιά, όμως, υπάρχουν έννοιες που "κυκλοφορούν" επί εκατοντάδες ή χιλιάδες χρόνια. Μερικές πραγματοποιήθηκαν. Άλλες θα πραγματοποιηθούν. Άλλες μπορεί να μην είναι δυνατόν να γίνουν πραγματικότητα - αλλά ποιές;

Τα απροσδόκητα	Τα προσδοκώμενα
Ακτίνες Χ	Αυτοκίνητα
Πυρηνική ενέργεια	Ιπτάμενες μηχανές
Ραδιόφωνο, τηλεόραση	Ατμομηχανές
Ηλεκτρονικά	Υποβρύχια
Φωτογραφία	Διαστημόπλοια
Ηχογράφηση	Τηλέφωνα
Κβαντομηχανική	Ρομπότ
Σχετικότητα	Ακτίνες θανάτου
Τρανζίστορ	Μεταλλάξεις
Masers και Lasers	Τεχνητή ζωή
Υπεραγωγοί, υπερρευστά	Αθανασία
Ατομικά ωρολόγια	Αορατότητα
Φαινόμενο Mössbauer	Μετεωρισμός
Προσδιορισμός της σύστασης ουρανίων σωμάτων	Διαμεταφορά (Διακίνηση)
Χρονολόγηση του παρελθόντος (άνθρακας 14 κλπ.)	Επικοινωνία με τους νεκρούς
Ανακάλυψη αόρατων πλανητών	Παρατήρηση του παρελθόντος
Ιονόσφαιρα: Ζώνες van Allen	Παρατήρηση του μέλλοντος
	Τηλεπάθεια

να απελευθερωθεί η ενέργεια ενός πυρήνα, σχεδόν μετά βεβαιότητα, οραματιζόνταν πολύπλοκες ηλεκτρικές διατάξεις ("ατομοθραύστες" και τέτοια), για να γίνει η δουλειά. (Τελικά, πιθανόν τέτοιες διατάξεις να χρειαστούμε για τη σύντηξη των πυρήνων υδρογόνου σε βιομηχανική κλίμακα - αλλά πάλι, ποιός ξέρει;). Η εντελώς απροσδόκητη ανακάλυψη της διάσπασης του ουρανίου, το 1938, κατέστησε δυνατή την κατασκευή τόσο απλών συσκευών (κατ' αρχήν, αν όχι και στην πράξη) όπως η ατομική βόμβα και ο πυρηνικός αντιδραστήρας. Κανένας επιστήμονας δεν θα μπορούσε να τα είχε προβλέψει - κι αν ναι, όλοι οι συνάδελφοί του θα είχαν γελάσει μαζί του.

Είναι εξαιρετικά εποικοδομητικό, και διεγερτικό για τη φαντασία, να κάνει κανείς μιά λίστα εφευρέσεων και ανακαλύψεων που είχαν προβλεφθεί, κι εκείνων που δεν είχαν. Ιδού η δική μου προσπάθεια να το κάνω (βλ. πίνακα). Όλα τα αναφερόμενα στην αριστερή στήλη έχουν ήδη επιτευχθεί ή ανακα-

Η δεξιά λίστα είναι επίτηδες προκλητική. Περιλαμβάνει σκέτη φαντασία, όπως και σοβαρή επιστημονική προσδοκία. Αλλά ο μόνος τρόπος να ανακαλύψεις τα όρια του δυνατού είναι να ριψοκινδυνέψεις λίγο πιο πέρα, στην περιοχή του αδύνατου(*). Στα κεφάλαια που ακολουθούν, αυτό ακριβώς ελπίζω να κάνω, κι όμως πολύ φοβάμαι πως από καιρού εις καιρόν θα παρουσιάσω κι εγώ Αποτυχία της Φαντασίας, αν όχι και Αποτυχία του Νεύρου. Γιατί, καθώς κοιτάζω την αριστερή στήλη, διαπιστώνω την ύπαρξη μερικών στοιχείων που, μόλις δέκα χρόνια πριν, θα τα είχα θεωρήσει αδύνατα...

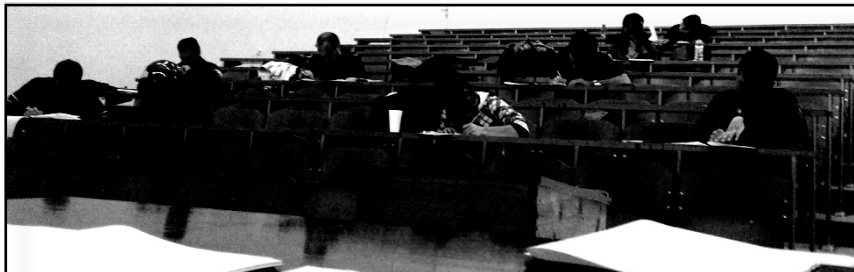
Κωνσταντίνος Μελίδης
Επικ. καθ. Τμ. Φυσικής

(*). Η Γαλλική έκδοση αυτού του βιβλίου με ξάφνιασε, ονομάζοντας αυτή την πρόταση "Δεύτερο νόμο του Κλαρκ" (ο πρώτος δημοσιεύτηκε στην προηγούμενη συνέχεια). Δέχομαι το χαρακτηρισμό, κι έχω ήδη στο μυαλό μου κι ένα τρίτο: "Κάθε επαρκώς προηγμένη τεχνολογία δεν διακρίνεται από τη Μαγεία". Καθώς τρεις νόμοι ήταν αρκετοί για το Νεύτωνα, αποφάσισα συνεσταλμένα να σταματήσω εδώ.



ΦΟΙΤΗΤΙΚΟ ΒΗΜΑ

Η συντακτική ομάδα του περιοδικού έλαβε από την Καθηγήτρια του Τμήματος κ. Μ. Ζαμάνη-Βαλασιάδου, το κείμενο που ακολουθεί.



Αγαπητοί συνάδελφοι, στην εξεταστική του Σεπτεμβρίου 2010 έλαβα το παρακάτω γραπτό, το οποίο και σας παραθέτω αυτούσιο:

“ΘΕΜΑ 1

Αγαπητέ κύριε καθηγητή, όπως καταλάβατε δεν έχω γράψει τίποτα σχετικό με τα θέματα που παραθέσατε και αυτό οφείλεται σε δύο λόγους:

- 1) Δεν διάβασα για αυτό το μάθημα σε αυτήν την εξεταστική.
- 2) Δεν αντέγραψα, όχι γιατί δεν μπορούσα, αλλά γιατί δεν ήθελα.

Κατά την γνώμη μου αυτοί είναι οι δύο τρόποι με τους οποίους μπορείς να περάσεις ένα μάθημα. Το ερώτημα είναι ποιόν από τους δυο θα επιλέξει κανείς. Ας τους δούμε λίγο αναλυτικά:

α) Σκοτώνεσαι στο διάβασμα. Είναι το πρώτο που έρχεται στο μυαλό ενός φοιτητή φυσικής όταν βρίσκεται αντιμέτωπος με ένα μάθημα. Θα πει κάποιος ότι αυτό είναι το καθήκον του, όμως από πότε το διάβασμα και η μελέτη έγινε ΚΑΘΗΚΟΝ; Από πότε το να περάσεις ένα μάθημα και να πάρεις το πτυχίο σου έγινε “αυτό που οφείλεις στον εαυτό σου και περισσότερο στους γονείς σου”;

Κατά τη γνώμη μου το διάβασμα και η μελέτη είναι το ποτό που καταπραΰνει την δίψα για γνώση και ανακουφίζει τον πονοκέφαλο της άγνοιας. Έτσι το βλέπω εγώ.

Επίσης, κατά την γνώμη μου, ο ρόλος του σχολείου και των ακαδημαϊκών σπουδών είναι να μας προσφέρει αυτό το ποτό και να μας κάνει να το αναζητήσουμε.

Δυστυχώς όμως, η πραγματικότητα που βιώνουμε είναι άλλη. Το σύστημα πάνω στο οποίο είναι δομημένο το σύγχρονο σχολείο σκοτώνει τη διάθεση για διάβασμα και, το χει-

ρότερο, απογοητεύει και διαλύει τον αρχικό ενθουσιασμό του μαθητή-φοιτητή.

Εδώ είναι που πρέπει να επέμβουν αποφασιστικά οι καθηγητές και οι δάσκαλοι, στο να επαναφέρουν τη φλόγα του ενθουσιασμού στις καρδιές των φοιτητών τους. Έτσι μετά, το διάβασμα και η μελέτη δεν θα είναι καθήκον, αλλά ΤΡΟΠΟΣ ΖΩΗΣ.

- β) Ερχόμαστε στην αντιγραφή και το σκονάκι (ή αλλιώς “προσπαθώ να κοροϊδέψω τον εαυτό μου και τους καθηγητές ότι ξέρω κάτι που δεν ξέρω”). Το σκονάκι είναι η εύκολη λύση, η μορφίνη στον καρκινοπαθή. Δεν σε γιατρεύει, αλλά σε ξεγελάει για λίγο. Το κακό είναι ότι όλο και περισσότεροι φοιτητές υιοθετούν αυτήν την στάση και μαθαίνουν, όχι το πώς να μαθαίνουν, αλλά το πώς να ξεγελούν.

Στο χέρι σας πιστεύω είναι, κύριοι καθηγητές, να αλλάξουν νοοτροπία οι φοιτητές, οι νέοι που θα διαμορφώσουν τον αυριανό κόσμο. Στο χέρι σας είναι να γίνουν αναζητητές της αλήθειας και όχι εφευρέτες του ψεύδους. Και μπορεί να λέω μεγάλη κουβέντα, αλλά προτιμώ να πεθάνω από τον πονοκέφαλο της άγνοιας, παρά να ζήσω κοροϊδευοντας τον εαυτό μου και τους άλλους.

Με όλον τον σεβασμό που τρέφω για το πρόσωπό σας, σας χαιρετώ και σας ευχαριστώ από τα βάθη της καρδιάς μου που ξεδέψατε πολύτιμο χρόνο από τη ζωή σας για να διαβάσετε τις σκέψεις μου. Γειά σας”.

Μ. Ζαμάνη-Βαλασιάδου

Οικολογική Ομάδα Συλλόγου Φοιτητών Φυσικού

Περιβάλλον. Βιομηχανία. Αμέλεια. Μόλυνση. Καταστροφή. Λίγες λέξεις που, όμως, προδίδουν πολλά προβλήματα. Πόσο αλήθεια μας αγγίζουν; Και κατά πόσο μπορούμε να τα λύσουμε;

Αυτά τα ερωτήματα ήταν η αφετηρία για τη δημιουργία μιας οικολογικής ομάδας στη σχολή μας, με σκοπό την αυτο-ενημέρωση των μελών της και την ενημέρωση ευρύτερων κοινωνικών συνόλων, ξεκινώντας από τον σύλλογο και τη σχολή έως την ευρύτερη πανεπιστημιακή κοινότητα. Η ομάδα δημιουργήθηκε ως όργανο του συλλόγου φοιτητών του Φυσικού, θέλοντας να δώσει κίνητρο σε όλους τους φοιτητές να συμμετέχουν, χωρίς διακρίσεις, διασφαλίζοντας παράλληλα ότι η ομάδα δεν θα δρα ενάντια στο κοινωνικό συμφέρον.



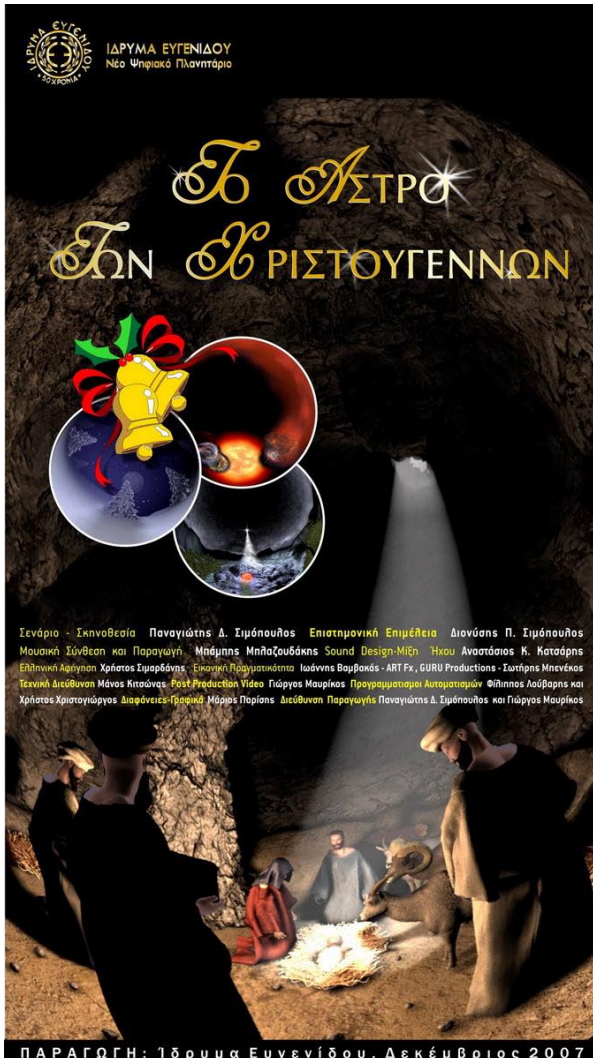
Η ομάδα μετρά λίγο χρόνο ζωής. Την περασμένη χρονιά διοργάνωσε, σε συνεργασία με την οικολογική ομάδα του συλλόγου του Τμήματος Βιολογίας, μια συζήτηση με θέμα την κατάσταση των ποταμών της Ελλάδος, με ομιλήτρια την κ. Λαζαρίδου Μαρία, Καθηγήτρια του Τμήματος Βιολογίας ΑΠΘ, ενώ συμμετείχε στο οικολογικό φεστιβάλ του 2009 και του 2010, που διοργανώνεται κάθε καλοκαίρι στις πανεπιστημιακές κατασκηνώσεις στο Ποσειδί από όλες τις οικολογικές ομάδες του Αριστοτελείου. Επίσης διοργάνωσε διάφορες προβολές ντοκιμαντέρ οικολογικού ενδιαφέροντος.

Με στόχο τη διερεύνηση των εντεινόμενων οικολογικών προβλημάτων και την αναζήτηση συλλογικών λύσεων, η ομάδα δίνει ραντεβού και αυτή τη χρονιά για να συνεχίσει τη δράση της, καλώντας όλους να συμμετέχουν.

Περισσότερες πληροφορίες στο blog της ομάδας, ecofysiko.wordpress.com, και στο email, ecofysiko@gmail.com.

Το "Άστρο των Χριστουγέννων"

στο πλανητάριο του ΝΟΗΣΙΣ



Τη Χριστουγεννιάτικη παράσταση "Το Άστρο των Χριστουγέννων", παραγωγής του Πλανηταρίου του Ιδρύματος Ευγενίδου, μπορεί να παρακολουθήσει φέτος και το κοινό της Θεσσαλονίκης, στο πλανητάριο του ΝΟΗΣΙΣ από τις 20 Νοεμβρίου και για την περίοδο των εορτών.

Η παράσταση διερευνά μερικά από τα πιο δημοφιλή ερωτήματα για το ξεχωριστό εκείνο κοσμικό φαινόμενο που οδήγησε τους τρεις Μάγους στο νεογέννητο Χριστό. Τι ήταν τελικά εκείνο το "Άστρο"; Ήταν άραγε μετέωρο ή κομήτης; Νόβα ή σουπερνόβα; Μετεωρίτης ή βολίδα; Ισχύει άραγε η διατύπωση του Κέπλερ, πως επρόκειτο για συζυγία πλανητών; Γιατί καμία επιστημονική θεωρία δεν μπορεί να επιβεβαιωθεί ή να απορριφθεί έως σήμερα;



ΝΟΗΣΙΣ
ΚΕΝΤΡΟ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
& ΜΟΥΣΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Η παράσταση "Το Άστρο των Χριστουγέννων" την οποία ευγενικά διέθεσε το Πλανητάριο του Ιδρύματος Ευγενίδου στο ΝΟΗΣΙΣ, δημιουργήθηκε εξ ολοκλήρου στην Ελλάδα, υπογράφεται από τους συνεργάτες του Πλανηταρίου του Ιδρύματος Ευγενίδου, σε σενάριο και σκηνοθεσία του Παναγιώτη Σιμόπουλου, μουσική του Μπάμπη Μπλαζουδάκη και αφήγηση των Χρήστου Σιμαρδάνη και Κώστα Σεραφειμίδη. Τα 40 λεπτά της εικονικής πραγματικότητας δημιουργήθηκαν από τους Γιάννη Βαμβακά και Σωτήρη Μπενέκο, ενώ την επιμέλεια του ήχου είχε ο Τάσος Κατσάρης. Συμμετείχαν επίσης η σοπράνο Μαρία Κλεινάκη, σόλο τσέλο και κρητική λύρα έπαιξε η Susan Helen Norton, τραγούδησαν οι μικροί μας φίλοι Χάρης, Λίλιαν και Αλέξανδρος Μπλαζουδάκης, καθώς επίσης και οι Νώντας και Κατερίνα Μεγαπάνου. Την επιστημονική επιμέλεια είχε ο Διονύσης Σιμόπουλος, την Τεχνική Διεύθυνση ο Μάνος Κιτσώνας και τον προγραμματισμό των υπολογιστικών συστημάτων έκαναν οι τεχνικοί του Πλανηταρίου Φίλιππος Λούβαρης, Γιώργος Μαυρίκος και Χρήστος Χριστογιώργος.



ΧΡΙΣΤΟΥΓΕΝΝΙΑΤΙΚΗ ΣΥΝΑΝΤΗΣΗ

Μέλη του Τομέα Πυρηνικής Φυσικής & Φυσικής Στοιχειωδών Σωματιδίων και προπτυχιακοί και μεταπτυχιακοί φοιτητές, συγκεντρώθηκαν στις 22 Δεκεμβρίου 2010 στην αίθουσα σεμιναρίων του Εργαστηρίου (1ος όροφος ΣΘΕ) για να πιούν "ένα ποτηράκι", να πουν "Καλές Γιορτές" και να ευχηθούν σε όλο το προσωπικό και τους φοιτητές του Τμήματος, το νέο έτος 2011 να είναι καλύτερο από το 2010. Την ιδέα για τη συνάντηση είχε ο Κώστας Κορδάς. Συγχαρητήρια Κώστα!

