

ΗΜΕΡΕΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΠΡΥΤΑΝΕΙΑ – ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ
ΚΟΣΜΗΤΕΙΑ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ

ΗΜΕΡΕΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ

15 - 20 Ιουνίου 2007

Ιστορία, Έρευνα, Διδασκαλία, Προσφορά

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΕΟΡΤΑΣΜΟΥ

Επιμέλεια: **Νικόλαος Κ. Σπύρου**

ISBN 978-960-12-1922-6



**ΗΜΕΡΕΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ
ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ**



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΠΡΥΤΑΝΕΙΑ – ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ
ΚΟΣΜΗΤΕΙΑ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ

ΗΜΕΡΕΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ

15 - 20 Ιουνίου 2007

Ιστορία, Έρευνα, Διδασκαλία, Προσφορά

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΕΟΡΤΑΣΜΟΥ

Επιμέλεια: Νικόλαος Κ. Σπύρου

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2010

Περιεχόμενα

Πρόλογος	7
Ομιλίες Κεντρικής Εκδήλωσης	9
<i>Ιστορία και προοπτικές του Εργαστηρίου Αστρονομίας</i> Νικόλαος Κ. Σπύρου	11
<i>Η ερευνητική δραστηριότητα του Εργαστηρίου Αστρονομίας</i> Χάρης Βάρβογλης	37
<i>Διδακτική και κοινωνική προσφορά του Εργαστηρίου Αστρονομίας</i> Ιωάννης-Χίου Σειραδάκης	43
Ομιλίες Παράλληλων Εκδηλώσεων	
<i>Η επανεκκίνηση του μηχανισμού των Αντικυθήρων</i> Ιωάννης-Χίου Σειραδάκης	49
<i>Είμαστε μόνοι μας στο Σύμπαν;</i> Λουκάς Βλάχος	61
<i>Αστροφυσική με υπερ-υπολογιστές</i> Νικόλαος Στεργιούλας	79
<i>Η Κοσμολογία στην αυγή του 21^{ου} αιώνα</i> Χρήστος Γ. Τσάγκας	89
<i>Ίωνες φιλόσοφοι και κοσμολογική επιστήμη</i> Νικόλαος Κ. Σπύρου	99
Παράρτημα	
Η προσκλητήρια επιστολή της Επιτροπής Δημοσίων Σχέσεων	122
Η απαντητική επιστολή του προσωπικού του Εργαστηρίου Αστρονομίας	123

Η πρόσκληση για την εκδήλωση	125
Το πρόγραμμα της εκδήλωσης	129
Το Δελτίο Τύπου του Γραφείου Τύπου του ΑΠΘ	131
Η αφίσα της εκδήλωσης	133
Το αεροπλάνο της εκδήλωσης	134
Το τρίπτυχο του Εργαστηρίου Αστρονομίας	135
Ο Ιδρυτικός Νόμος του Εργαστηρίου Αστρονομίας	141
Μια σχετική δημοσίευση για το Εργαστήριο Αστρονομίας	143
Το Εργαστήριο Αστρονομίας. Μια περιληπτική παρουσίαση	144
Χαιρετισμοί προς την Κεντρική Εκδήλωση	146

Πρόλογος

Στις 27 Μαρτίου 2007, η Πρυτανεία του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, δια της Επιτροπής Δημοσίων Σχέσεων (Ε.Δ.Σ.), απέστειλε προς το Εργαστήριο Αστρονομίας (Ε.Α.) μίαν εξαιρετικά τιμητική επιστολή. Στην επιστολή αυτή μας επρότεινε την διοργάνωση μιας εκδήλωσης με σκοπό την ανάδειξη, προς στα μέλη της πανεπιστημιακής κοινότητας αλλά και προς στην τοπική κοινωνία, του εκπαιδευτικού, ερευνητικού και κοινωνικού ρόλου του Εργαστηρίου Αστρονομίας και, κατ' επέκτασιν, του Πανεπιστημίου μας.

Τα μέλη του Ε.Α., σε συνεδρίασή τους, αποδέχθηκαν ευχαρίστως και ομοφώνως αυτήν την πρόταση της Ε.Δ.Σ. και την θεώρησαν εξόχως τιμητική για το Ε.Α.. Αυτό ισχύει ιδιαίτερος για την δικαιολόγηση της τιμητικής πρότασης, στην οποία, μεταξύ άλλων, αναφέρονταν και τα εξής; «...Σε μια περίοδο, κατά την οποία η δημόσια ανώτατη εκπαίδευση βρίσκεται αντιμέτωπη με απαξιωτικές λογικές, είναι μέγιστη υποχρέωσή μας να υποστηρίξουμε με κάθε τρόπο και να αναδείξουμε με κάθε μέσο τον εκπαιδευτικό, ερευνητικό και κοινωνικό ρόλο των εκπαιδευτικών δασκάλων, προκειμένου να αντιστρέψουμε τη στρεβλή εικόνα που διαμόρφωσαν πρόσφατα για το ευρύ κοινό τα ΜΜΕ και η σκανδαλοθηρική λογική τους...».

Τα μέλη του Ε.Α. αποδεχθήκαμε την πρόσκληση-πρόταση-ευκαιρία για προβολή του παντοειδούς έργου του Ε.Α., προς το συμφέρον του Πανεπιστημίου μας, και με βάση τις πολύ συγκεκριμένες ιδέες μας για τα ΜΜΕ και για τη δημοκρατία αλλά και διότι διαφωνούμε με τη σκανδαλοθηρική λογική εκείνων, οι οποίοι προσπαθούν να διαμορφώνουν, για το ευρύ κοινό, μίαν στρεβλή εικόνα του Πανεπιστημίου μας.

Η εκδήλωση με τίτλο «*Ημέρες Εργαστηρίου Αστρονομίας*» διήρκεσε από 15 έως 20 Ιουνίου 2007 και περιελάμβανε την κεντρική εκδήλωση στις 19 Ιουνίου 2007 στην Αίθουσα Τελετών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, επτά ομιλίες μελών του Ε.Α. κατανεμημένες μέσα στο ανωτέρω χρονικό διάστημα, πολλές άλλες παράλληλες εκδηλώσεις, συνεντεύξεις κ.λπ. και, τέλος, αμέσως μετά το τέλος της κεντρικής εκδήλωσης, δεξίωση στο *Φως των Αστεριών*, στον προαύλιο χώρο του Κτιρίου Διοίκησης «Κ. Καραθεοδωρή» και παρατήρηση του έναστρου ουρανού στον προαύλιο χώρο του κτιρίου του Αστεροσκοπείου. Την κεντρική εκδήλωση χαιρέτησαν με θερμούς χαιρετισμούς τους οι παρόντες στην εκδήλωση Καθηγητές, κ. Α. Μάνθος, Πρύτανης του ΑΠΘ, κ. Ι. Παπαδογιάννης, Κοσμήτορας

της Σχολής Θετικών Επιστημών ΑΠΘ, Σ. Λογοθετίδης, Πρόεδρος του Τμήματος Φυσικής ΣΘΕ/ΑΠΘ. Επίσης, με μηνύματά τους χαιρέτησαν την εκδήλωση οι Βουλευτές Θ. Καράογλου και Αδάμ Π. Ρεγκούζας, ο Πρύτανης του Εθνικού Μετσοβείου Πολυτεχνείου, Καθηγητής κ. Κ. Ι. Μουτζούρης, η Πρόεδρος του Διοικητικού Συμβουλίου του Ιδρύματος Κρατικών Υποτροφιών, Ομότιμη καθηγήτρια του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, κα Ολυμπία Γκίμπα-Τζιαμπίρη, και ο Δήμαρχος Πανοράματος Θεσσαλονίκης, κ. Ι. Καϊτετζίδης. Τέλος, η όλη εκδήλωση έτυχε ευρύτατης κάλυψης από τον ημερήσιο και ηλεκτρονικό τύπο.

Και από την θέση αυτή, εκ μέρους του Εργαστηρίου Αστρονομίας, επιθυμώ να ευχαριστήσω όλους τους συντελεστές της εκδήλωσης. Ευχαριστώ τον Πρύτανη Καθηγητή κ. Αναστάσιο Μάνθο και την αρμόδια Αντιπρύτανη, Καθηγήτρια κα Αθανασία Τσατσάκου και για τα ιδιαίτερα επαινετικά για το Ε.Α. λόγια τους και για την παντοειδή συμπαράστασή τους προς τις πολλές, πραγματικά, εκδηλώσεις προβολής του ΑΠΘ εκ μέρους του Ε.Α. Επίσης, στο πρόσωπο της Πρόεδρου της Ε.Δ.Σ., αγαπητής συναδέλφου και Καθηγήτριας της Αρχαιολογίας στο Πανεπιστήμιό μας και ήδη Ευρωβουλευτή, κας Χρυσούλας Σαατσόγλου-Παλιαδέλη, ευχαριστώ την Ε.Δ.Σ. και όλα τα μέλη της για την τιμητική πρόσκληση τους, την παντοειδή και αποδοτική συνεργασία μας στο πλαίσιο της εκδήλωσης *Ημέρες Εργαστηρίου Αστρονομίας 2007* και την όλη, διαχρονική διάθεση συνεργασίας και εξυπηρέτησης του Εργαστηρίου Αστρονομίας. Επίσης, ευχαριστώ τον Κοσμήτορα της Σχολής Θετικών Επιστημών, κ. Παπαδογιάννη, και τον Πρόεδρο του Τμήματος Φυσικής, κ. Λογοθετίδη, για την ευγενή συνεισφορά τους προς τον εορτασμό και για τη βοήθεια που προσφέρουν προς το Εργαστήριο Αστρονομίας. Τέλος, ευχαριστώ τους κ.κ. Θ. Καράογλου, Αδάμ Π. Ρεγκούζα, Κ.Ι. Μουτζούρη, Ι. Καϊτετζίδα και την Ολυμπία Γκίμπα-Τζιαμπίρη για τους θερμούς χαιρετισμούς τους. Εξάλλου, οι θερμές ευχαριστίες μου απευθύνονται προς το Γραφείο Τύπου του ΑΠΘ και προς τα παντοειδή μέσα ενημέρωσης για την εκ μέρους τους ευρύτατη κάλυψη της όλης εκδήλωσης-εορτασμού.

Κυρίως, όμως, ευχαριστώ όλους τους συναδέλφους μου στο Ε.Α. για το πνεύμα της αποδοτικής συνεργασίας μας και στο πλαίσιο της διοργάνωσης αυτών των εκδηλώσεων και, γενικότερα, στο πλαίσιο της καθημερινής μέχρι τώρα ζωής μας στο Εργαστήριο Αστρονομίας, έναν χώρο εργασίας με σοφούς και συνετούς δασκάλους, αλλά και καθ' όλα άξιους συνεργάτες.

Θεσσαλονίκη, Μάιος 2010

Για το Εργαστήριο Αστρονομίας

Νικόλαος Κ. Σπύρου
Καθηγητής

Ομιλίες Κεντρικής Εκδήλωσης

Ιστορία και προοπτικές του Εργαστηρίου Αστρονομίας

Νικόλαος Κ. Σπύρου

Εργαστήριο Αστρονομίας ΑΠΘ

*Κύριοι Βουλευτές,
Στρατηγέ,
Κύριε Αντιδήμαρχε,
Πανοσιολογιώτατε Εκπρόσωπε της Αρμενικής Εκκλησίας,
Πανοσιολογιώτατε Μητροπολίτη Θεσσαλονίκης,
Πανοσιολογιώτατε Μητροπολίτη Βεροίας, Ναούσης και Καμπανίας,
Κύριε Πρύτανη,
Κυρία Αντιπρύτανη,
Κύριε Αντιπρύτανη,
Κύριε Εκπρόσωπε του Αστυνομικού Διευθυντή Θεσσαλονίκης,
Κύριε Πρόεδρε του Παραρτήματος Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας της ΕΕΦ,
Κύριε Εκπρόσωπε της Πανελλήνιας Αρμενικής Κοινότητας,
Κύριε Κοσμήτορα της ΣΘΕ,
Κύριε Πρόεδρε του Τμήματος Φυσικής,
Κύριε Πρόεδρε του Τμήματος
Αγαπητού Συναδέλφει,
Αγαπητές Φοιτήτριες, Αγαπητοί Φοιτητές,
Κυρίες και Κύριοι,*

Σας ευχαριστώ για την παρουσία σας.

Αποτελεί ιδιαίτερη τιμή για το *Εργαστήριο Αστρονομίας* (Ε.Α.) η πρόταση εκ μέρους της *Πρυτανείας* του Πανεπιστημίου μας, διά της *Επιτροπής Δημοσίων Σχέσεων* (Ε.Δ.Σ.), για τη διοργάνωση μιας εκδήλωσης με σκοπό την ανάδειξη, προς στα μέλη της πανεπιστημιακής κοινότητας αλλά και στην τοπική κοινωνία, του εκπαιδευτικού, ερευνητικού και κοινωνικού ρόλου του *Εργαστηρίου Αστρο-*

νομίας και, κατ' επέκτασιν, του Πανεπιστημίου μας.

Τα μέλη του Ε.Α. σε συνεδριάσή τους αποδέχθηκαν ευχαρίστως και ομοφώνως αυτήν την πρόταση της ΕΔΣ, όπως και τη δικαιολόγησή της, και την θεωρούν ιδιαίτέρως τιμητική για το Ε.Α.

Επιθυμώ, λοιπόν, εκ μέρους του Ε.Α., να ευχαριστήσω τον Πρύτανη Καθηγητή κ. Μάνθο, την αρμόδια Αντιπρύτανη, Καθηγήτρια κα Αθανασία Τσατσάκου και, επίσης, στο πρόσωπο της πρόεδρος της ΕΔΣ, αγαπητής συναδέλφου και Καθηγήτριας της Αρχαιολογίας στο Πανεπιστήμιό μας, κ^αs Χρυσούλας Σαατσόγλου-Παλιαδέλη, την ΕΔΣ και όλα τα μέλη της και για την πρόταση και για την παντοειδή και αποδοτική συνεργασία μας στο πλαίσιο της εκδήλωσης *Ημέρες Εργαστηρίου Αστρονομίας 2007*.

Στην από 27 Μαρτίου 2007 δικαιολόγηση αυτής της πρότασης, η κ^α Σαατσόγλου-Παλιαδέλη, μεταξύ άλλων, ανέφερε και τα εξής; «...Σε μια περίοδο, κατά την οποία η δημόσια ανώτατη εκπαίδευση βρίσκεται αντιμέτωπη με απαξιωτικές λογικές, είναι μέγιστη υποχρέωσή μας να υποστηρίξουμε με κάθε τρόπο και να αναδείξουμε με κάθε μέσο τον εκπαιδευτικό, ερευνητικό και κοινωνικό ρόλο των εκπαιδευτικών δασκάλων, προκειμένου να αντιστρέψουμε τη στρεβλή εικόνα που διαμόρφωσαν πρόσφατα για το ευρύ κοινό τα ΜΜΕ και η σκανδαλοθηρική λογική τους...».

Σε σχέση μ' αυτήν την ειλικρινή αποστροφή που την εκτιμώ ιδιαίτερα, θα ήθελα να διευκρινίσω, ότι το Ε.Α. ουδόλως επιθυμεί να απολογηθεί προς εκείνους, οι οποίοι, πριν από μερικούς μήνες, με τη σκανδαλοθηρική λογική τους διαμόρφωσαν για το ευρύ κοινό τη στρεβλή εικόνα του Πανεπιστημίου μας. Εμείς αποδεχθήκαμε την πρόσκληση-πρόταση-ευκαιρία για προβολή του παντοειδούς έργου του Ε.Α., προς το συμφέρον του Πανεπιστημίου μας, αλλά και διότι έχουμε πολύ συγκεκριμένες ιδέες για τα ΜΜΕ και για τη δημοκρατία.

Πιο συγκεκριμένα, πιστεύουμε, ότι η δημοκρατία δεν έχει σχέση με την υποκρισία, την αλαζονεία, τον καιροσκοπισμό, την παραπληροφόρηση, την προκλητικότητα, την αδιαντροπιά, την ασυνειδησία... κάποιων δηλωμένων υποστηρικτών της.

Επίσης, η δημοκρατία και ο δημοκράτης είναι κάτι περισσότερο από μια δήλωση. Τον κάθε πραγματικό δημοκράτη, από το κάθε μετερίζι του, τον χαρακτηρίζει η αγωνιστικότητα, η σοβαρότητα (όχι η σοβαροφάνεια), η υπευθυνότητα, η εντιμότητα, η ευθύτητα, η ανεξικακία, η σεμνότητα, η ανιδιοτέλεια, η αξιοπρέπεια και, τέλος και πάνω από όλα, το ήθος, το ήθος, το οποίο, βεβαίως, είναι φυσικό, ενιαίο και αδιαίρετο.

Εξάλλου, ένας πραγματικός δημοκράτης ποτέ δεν ξεχνά, ότι βόλεμα και αγωνιστικότητα δεν πάνε μαζί και, επίσης, ότι ο λόγος ανήκει στον χρόνο και η σιωπή

στην αιωνιότητα.

Αυτές οι ιδέες μας διακατέχουν, μ' αυτές πορευόμαστε με πλήρη συναίσθηση του χώρου και του χρόνου ύπαρξής μας, με πλήρη συναίσθηση της αποστολής μας και με αυτές τις ιδέες αντιμετωπίζουμε αλλά και αξιολογούμε κάθε σκανδαλοθηρική λογική και κάθε στρεβλή εικόνα.

Θα μου επιτρέψετε τώρα να συνεχίσω με μερικά ιστορικά στοιχεία για το Εργαστήριο Αστρονομίας του Πανεπιστημίου μας, αφού πληροφορήσω όσους χρειάζεται, για την Έκθεση Αστρονομικού περιεχομένου και τη συνεχή προβολή, εδώ δίπλα μας, που γίνονται με τη γενναιόδωρη παντοειδή βοήθεια της Πρυτανείας και της Ε.Δ.Σ.

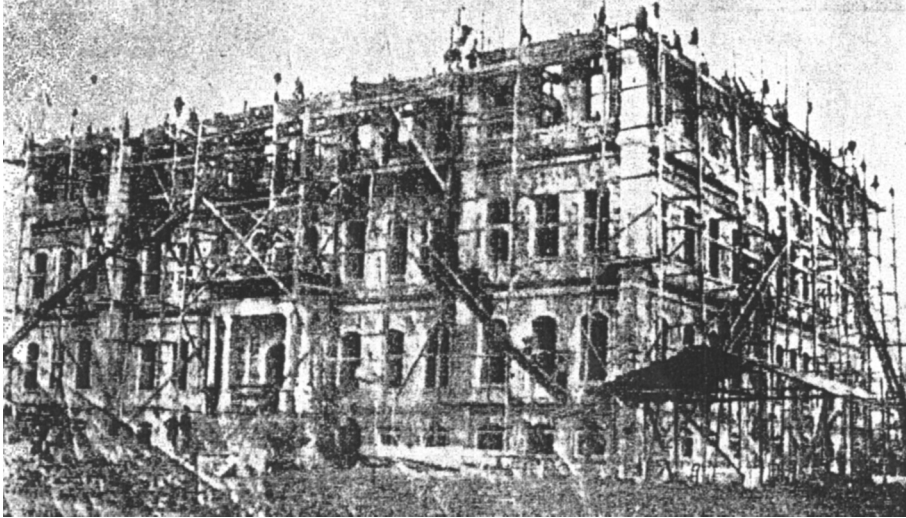
Όπως είναι γνωστό, το Πανεπιστήμιο της Θεσσαλονίκης ιδρύθηκε το 1925 και η πρώτη Σχολή του, η Φιλοσοφική Σχολή, άρχισε πραγματικά τη λειτουργία της το έτος 1926-27.

Τότε το Πανεπιστήμιο ήταν εγκατεστημένο λίγο έξω από το ακραίο ανατολικό όριο της τότε πόλης της Θεσσαλονίκης, στη γραφική έπαυλη Αλλατίνι. Την επόμενη χρονιά μετεκόμισε στις μόνιμες εγκαταστάσεις του, στο κτίριο, γνωστό μας ως Παλαιά Φιλοσοφική Σχολή, που είχε κτισθεί από τους Τούρκους για σχολείο και είχε χρησιμοποιηθεί και ως στρατιωτικό νοσοκομείο.

Σ' αυτές τις νέες μόνιμες εγκαταστάσεις του, άρχισε να λειτουργεί, μεταξύ άλλων, και η τότε Σχολή Φυσικών και Μαθηματικών Επιστημών, η γνωστή μας Φυσικομαθηματική Σχολή.



Ο χώρος όπου ανεγέρθηκε η Πανεπιστημιούπολη (παλιά ταχυδρομική κάρτα). Η φωτογραφία είναι τραβηγμένη από τα Κάστρα. Στο βάθος δεξιά διακρίνεται το κτίριο της παλαιάς Φιλοσοφικής Σχολής και το γήπεδο του Ηρακλή.



Μιά σπάνια φωτογραφία. Το κεντρικό κτίριο του σημερινού Πανεπιστημίου, όταν χιζόταν από τους Τούρκους.



Η έπαυλη Αλλατίνι, η οποία το 1926 και για ένα χρόνο στέγασε τις εγκαταστάσεις του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Πηγή: "Θεσσαλονίκη 1900-1917" του Ν. Μουτσόπουλου.



Η πρόσοψη του παλαιού κτιρίου της Φιλοσοφικής Σχολής. Το κτίριο αυτό είναι έργο του Ιταλού αρχιτέκτονα Vitaliano Poselli. Κτίστηκε γύρω στο 1888, επί Αβδούλ Χαμίτ του Β΄, για να στεγάσει σχολή ανωτέρων στελεχών του δημοσίου. Με την απελευθέρωση της Θεσσαλονίκης (1912) χρησιμοποιήθηκε ως στρατιωτικό νοσοκομείο. Το 1927 μεταφέρθηκε εδώ, από τη βίλα Αλλατίνη, το Πανεπιστήμιο. Έργα του Poselli στην Θεσσαλονίκη είναι το Διοικητήριο, το κτίριο του Γ΄ Σώματος Στρατού, η βίλλα Αλλατίνη, οι Μύλοι Αλλατίνη, το Γενί Τζαμί, κ.ά.

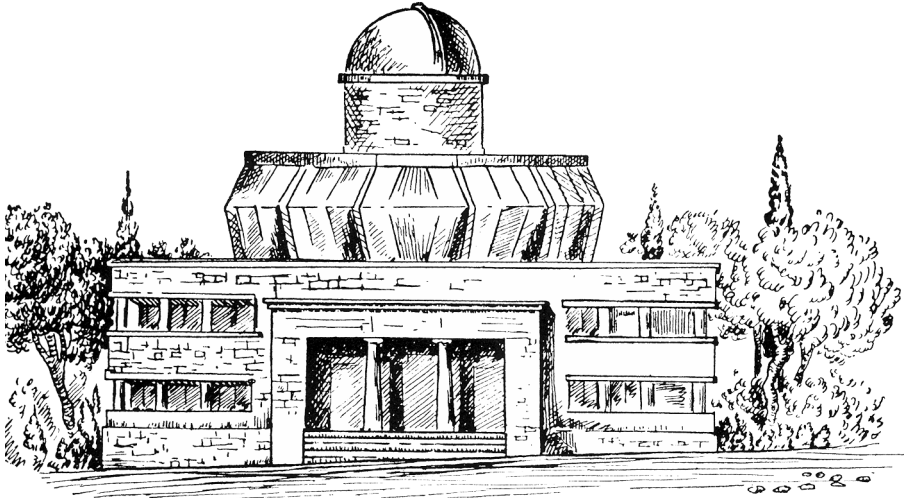
Με τον πόλεμο του '40 και τη γερμανική κατοχή, το Πανεπιστήμιο πέρασε σε μια πολυτάραχη φάση και δοκιμάστηκε αφάνταστα. Ένα μεγάλο μέρος από τις βόρειες επαρχίες μας είχε αποσπασθεί ουσιαστικά από το Ελληνικό κράτος και σοβαρότατοι εθνικοί κίνδυνοι απειλούσαν και αυτήν ακόμη την Θεσσαλονίκη.

Το Ε.Α. γεννήθηκε, ακριβώς, σε εκείνες τις δύσκολες, για τον τόπο μας και ιδιαίτερα για τη Βόρεια Ελλάδα, μέρες, όταν οι Βούλγαροι, σύμμαχοι τότε των Γερμανών κατακτητών, εξασφάλισαν από τους Γερμανούς άδεια για να ιδρύσουν δύο Γυμνάσια στην Θεσσαλονίκη, αλλά, επί πλέον, προσπαθούσαν να πάρουν και την έγκριση για να ιδρύσουν ένα πνευματικό κέντρο πανεπιστημιακού επιπέδου, παρόμοιο με αυτό που είχαν δημιουργήσει στα Σκόπια. Η έντονη αντίδραση του Πανεπιστημίου, με την καθολική συμπαράσταση των τοπικών αρχών, ματαίωσε τα σχέδιά τους. Τότε, η Ελληνική Κυβέρνηση απεφάσισε να ενισχύσει το μοναδικό ακριτικό προπύργιο της γνώσης και της έρευνας με την προσθήκη δυο νέων σχολών, της Θεολογικής και της Ιατρικής, δυο νέων Τμημάτων, του Χημικού και του Φυσιολογικού και μερικών Εργαστηρίων, μεταξύ των οποίων και το Εργαστήριο Αστρονομίας.

Ο ιδρυτικός νόμος του Εργαστηρίου Αστρονομίας δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ 168Α στις 8 Ιουνίου 1943 (δηλαδή, σήμερα το Ε.Α. είναι 64 ετών και... 11 ημερών, ακριβώς!!!). Πρώτος Διευθυντής του Εργαστηρίου ήταν ο καθηγητής της έδρας της Αστρονομίας, ο μετέπειτα Ακαδημαϊκός, αείμνηστος Ιωάννης Ξανθάκης. Για δεκαπέντε ολόκληρα χρόνια, δηλαδή, μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του '50, το Εργαστήριο δεν διέθετε τον απαραίτητο εργαστηριακό εξοπλισμό, ενώ το θεσμοθετημένο προσωπικό του ήταν ένας μόνο βοηθός και ένας κλητήρας. Ο μοναδικός χώρος ήταν το γραφείο του Καθηγητή Ιωάννη Ξανθάκη, δηλαδή, ένα δωμάτιο 2 x 3 τ.μ στο παλαιό κτίριο της Φιλοσοφικής που, όπως ανέφερα, τότε στέγαζε όλο σχεδόν το Πανεπιστήμιο. Μέσα σ' αυτόν τον χώρο των 6 τ.μ., εκτός από το γραφείο του Καθηγητή, βρίσκονταν μια βιβλιοθήκη με τα λιγοστά βιβλία, κυρίως τα διεθνή αστρονομικά περιοδικά, που διέθετε το Εργαστήριο εκείνη την εποχή, και μια διόπτρα διαμέτρου αντικειμενικού φακού μόλις 10 εκατοστών που είχε δανεισθεί ο Ξανθάκης από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών για την πρακτική άσκηση των φοιτητών.

Αυτή ήταν όλη η υλικοτεχνική υποδομή του Εργαστηρίου στις αρχές της δεκαετίας του '50 και αυτή ήταν, πραγματικά, μια ηρωική εποχή.

Ο Ξανθάκης δεν έπαυσε να καταβάλλει έντονες προσπάθειες για τη βελτίωση της υλικοτεχνικής υποδομής του Εργαστηρίου. Είχε, μάλιστα, επιτύχει να προγραμματισθεί από την Φυσικομαθηματική Σχολή η κατασκευή ιδιαίτερου κτιρίου, του **Αστρομετεωροσκοπείου**, το οποίο θα στέγαζε το Εργαστήριο Αστρονο-



Το προσχέδιο του αρχικά προταθέντος Αστρομετεωροσκοπίου του ΑΠΘ.

μίας και το Εργαστήριο Μετεωρολογίας.

Ξαφνικά, όμως, η απόφαση ανατράπηκε *de facto* και άρχισε να κτίζεται το καλλιμάραμο κτίριο του Μετεωροσκοπίου.

Τα όνειρα του ιδρυτή του Εργαστηρίου ήταν μεγάλα και οι αδιάκοπες προσπάθειες άρχισαν, σιγά-σιγά, να φέρνουν αποτελέσματα.

Πιο συγκεκριμένα, από τις πενιχρές πιστώσεις της Φυσικομαθηματικής Σχολής εξασφαλίστηκε το σημαντικό για το 1955, ποσό των 350.000 δρχ. (δηλαδή, σήμερα, χιλίων ευρώ!!!) και αγοράσθηκε ένα αξιόλογο τηλεσκόπιο 20cm από το γαλλικό οίκο Secretan. Δύο χρόνια μετά, το τηλεσκόπιο συμπληρώθηκε με τον απαραίτητο περιστροφικό θόλο διαμέτρου 6m. και αξίας 320.000 δρχ. (δηλαδή, και πάλι χιλίων ευρώ!!!). Αλλά, λόγω της ανυπαρξίας του Αστεροσκοπίου, τηλεσκόπιο και θόλος αποθηκεύτηκαν σε κάποιο υπόγειο του παλαιού κτιρίου της Φιλοσοφικής. Εκεί, περίμεναν τις καλλίτερες μέρες, όταν το Εργαστήριο θα αποκτούσε τον κατάλληλο εργαστηριακό χώρο και τον πύργο στήριξης του τηλεσκοπίου.

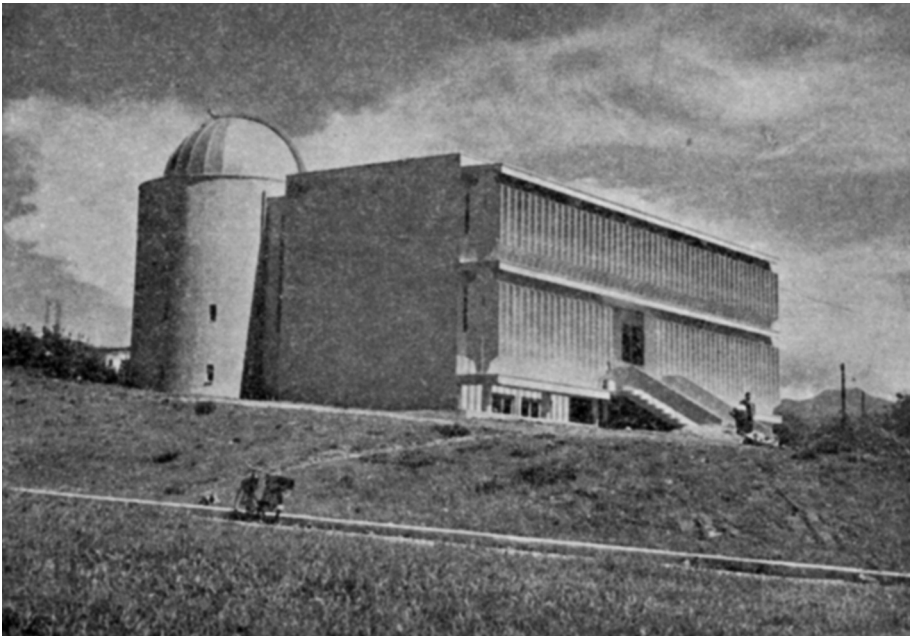
Με την εκλογή του Ξανθάκη στην Ακαδημία Αθηνών και την αποχώρησή του από το Εργαστήριο, το φθινόπωρο του 1955, δημιουργήθηκε ένα κενό στη διεύθυνση του Εργαστηρίου, το οποίο αναπλήρωσε με επιτυχία ο τότε επιμελητής και σήμερα Ομότιμος Καθηγητής του Πανεπιστημίου μας, κ. Λυσίμαχος Μαυρίδης. Νέος Διευθυντής του Εργαστηρίου ανέλαβε τον Ιούνιο του 1957 ο νεοεκλεγείς Καθηγητής κ. Γεώργιος Κοντόπουλος και λίγους μήνες αργότερα προστέθηκε



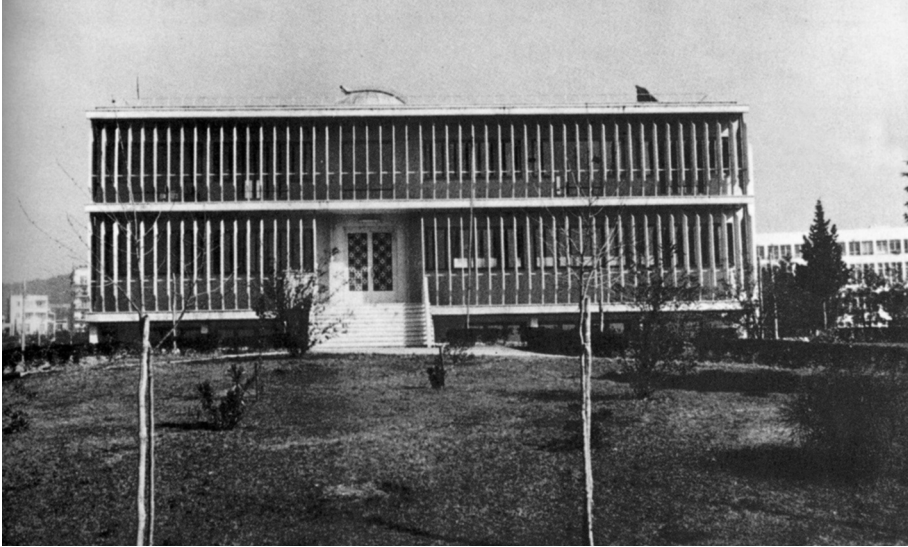
Τα κτίριο του Αστεροσκοπείου κατά τα πρώτα στάδια της οικοδόμησής του με τα κτίρια του Μετεωροσκοπείου και του Παλαιού Χημείου στο θάσος.

στο διμελές επιστημονικό προσωπικό του Εργαστηρίου, ως βοηθός, ο επόμενος Διευθυντής του Ε.Α., αείμνηστος Καθηγητής Βασίλειος Μπαρμπάνης.

Εν τω μεταξύ, ταλαιπωριών συνέχεια, από το 1956 το Εργαστήριο Αστρονομίας είχε μεταφερθεί προσωρινά σε δυο μικρούς χώρους του νεόδμητου κτιρίου του Μετεωροσκοπείου. Εδώ φιλοξενήθηκε για πέντε χρόνια, ενώ καταβάλλονταν



Τα κτίριο του Αστεροσκοπείου κατά την περίοδο 1956-1961.



Τα κτίριο του Αστεροσκοπείου στην περίπου σύγχρονη μορφή του.

συνεχείς προσπάθειες για την ανέγερση ενός αστεροσκοπείου. Έτσι, μετά από δύο ολόκληρες δεκαετίες, τον Ιούνιο του 1961 έγιναν, επί τέλους, τα εγκαίνια του Αστεροσκοπείου, το οποίο από τότε στεγάζει τις διδακτικές και ερευνητικές και πολλές από τις κοινωνικές δραστηριότητες στην Αστρονομία.

Όταν το 1961 άρχισε η λειτουργία του Αστεροσκοπείου, ο αριθμός των πρωτοετών φοιτητών του Τμήματος Φυσικής δεν ξεπερνούσε τους 80. Η αίθουσα διδασκαλίας των 90 θέσεων και η αίθουσα των εργαστηριακών ασκήσεων, που διέθετε και διαθέτει το νέο κτίριο, εξυπηρετούσαν άνετα τις διδακτικές ανάγκες. Όμως, από το 1967 και πέρα συνέβη μια μεγάλη είσοδος νέου προσωπικού στα Πανεπιστήμια. Μεταξύ των νεοδιορισθέντων, το 1970, ήταν και ο ομιλών ως Βοηθός του Εργαστηρίου Αστρονομίας. Η αλματώδης αύξηση των φοιτητών στα χρόνια που ακολούθησαν, οι ανάγκες σε χώρους για το νέο προσωπικό του Εργαστηρίου και η προοπτική για την ανάπτυξη της έρευνας της ηλιακής δραστηριότητας υποχρέωσαν το Διευθυντή, από τα μέσα της δεκαετίας του '60, σε νέες προσπάθειες για την επέκταση του Αστεροσκοπείου και την κατασκευή ενός ηλιακού πύργου ύψους 22μ. Η σχετική μελέτη ολοκληρώθηκε το Νοέμβριο του 1966, αλλά μέχρι σήμερα το όνειρο της επέκτασης παραμένει στα σχέδια, ενώ τα ειδικά όργανα για τις παρατηρήσεις του Ηλίου, αξίας πολλών εκατομμυρίων, βρίσκονται, εδώ και 41 χρόνια (1966 έως 2007), ελπίζω όχι για πολύ ακόμη, σε κιβώτια στο υπόγειο του κτιρίου του Αστεροσκοπείου.

Ο κ. Κοντόπουλος, μετά από 18ετή υπηρεσία, απεχώρησε από το Εργαστήριο το 1975 λόγω μετακλήσεώς του στο Πανεπιστήμιο Αθηνών (χωρίς από τότε, ως σημειωθεί, να το ξεχάσει ποτέ, όπως και εκείνο δεν τον ξέχασε ποτέ). Έτσι, για την επόμενη διετία και μέχρι της αναλήψεως καθηκόντων του Διευθυντού από τον νεοεκλεγέντα Βασίλειο Μπαρμπάνη, τα καθήκοντα του Διευθυντού ανατέθηκαν από την Φυσικομαθηματική Σχολή, διαδοχικά, στους Καθηγητές κ.κ. Γεώργιο Μπόζη και Σωτήριο Περσίδη, σήμερα Ομότιμους Καθηγητές.

Ο αείμνηστος Βασίλειος Μπαρμπάνης παρέμεινε Διευθυντής μέχρι την αποχώρησή του από την ενεργό υπηρεσία το 1994, έτος από το οποίο και εφεξής ο ομιλών ασκεί τα καθήκοντα του Διευθυντού.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ ΑΠΘ Διευθυντές Εργαστηρίου Αστρονομίας	
1943-1955	Ιωάννης Ξανθάκης [†] , Ακαδημαϊκός
1955-1957	Θεόδωρος Βαρόπουλος [†] , Καθηγητής
1957-1975	Γεώργιος Κοντόπουλος , Ακαδημαϊκός
1975-1976, 1978-1979	Σωτήριος Περσίδης , Ομότιμος Καθηγητής
1977	Γεώργιος Μπόζης , Ομότιμος Καθηγητής
1979-1994	Βασίλειος Μπαρμπάνης [†] , Ομότιμος Καθηγητής
1994-	Νικόλαος Κ. Σπύρου , Καθηγητής

Στο σημείο αυτό είναι απαραίτητη μια διευκρίνιση, η οποία, ενδεχομένως, δεν ισχύει μόνον για το Εργαστήριο Αστρονομίας. Όπως είναι γνωστό σε πολλούς, αν όχι στους περισσότερους των παρισταμένων, στις αρχές της δεκαετίας του '80, καταργήθηκε ο θεσμός της Έδρας στα ΑΕΙ. Με βάση αυτό το δεδομένο, σήμερα, η έννοια «Εργαστήριο Αστρονομίας» δεν είναι, πλέον, ό,τι ήταν παλαιότερα, απλώς ένα εργαστήριο υπό τη συνήθη έννοιά του με το προσωπικό του, τις σημειώσεις του, ή μια εργαστηριακή αίθουσα, ή, έστω, τα επιστημονικά όργανα. Είναι κάτι πολύ γενικότερο, διότι εκπροσωπεί όλη την αστρονομική δραστηριότητα στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, είτε επιστημονική (δηλαδή, ερευνητική, παρατηρησιακή, υπολογιστική), είτε διδακτική, είτε κοινωνική. Προς αυτό ακριβώς το Εργαστήριο Αστρονομίας απευθύνθηκε η Επιτροπή Δημοσίων Σχέσεων.

Σήμερα, το Εργαστήριο Αστρονομίας, από διοικητικής πλευράς, ανήκει, μαζί με το Σπουδαστήριο Μηχανικής, στον Τομέα Αστροφυσικής, Αστρονομίας και Μηχανικής, έναν από τους πέντε Τομείς του Τμήματος Φυσικής της Σχολής Θετικών Επιστημών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Το προσωπικό του Εργαστηρίου Αστρονομίας αποτελείται από 9 μέλη ΔΕΠ και συνολικά από 21 μέλη. Με αυτούς τους αριθμούς το επιστημονικό προσωπικό του Εργαστηρίου αστρονομίας συνιστά το περίπου 80% του Τομέα Αστροφυσικής, Αστρονομίας και Μηχανικής, το 10% του Τμήματος Φυσικής και λιγότερο από το περίπου 4% του συνολικού αριθμού οργανικών θέσεων Διδακτικού Ερευνητικού Προσωπικού του Πανεπιστημίου μας. Πρέπει, βέβαια, να επισημανθεί, ότι οι δύο δάσκαλοι μας, παλαιότερα Καθηγητές του Σπουδαστηρίου Μηχανικής και σήμερα Ομότιμοι Καθηγητές, οι κ.κ. Γ. Μπόζης και Ι. Χατζηδημητρίου, ξεκίνησαν παλαιότερα από το Εργαστήριο Αστρονομίας στο οποίο υπηρέτησαν ως Βοηθοί και Επιμελητές.

Μετά από αυτά τα ιστορικά στοιχεία, θα περιγράψω τις γενικότερες αρχές πάνω στις οποίες εδράζονται οι πολλαπλές δραστηριότητές και συνεισφορές μας και θα αποφύγω, ελπίζω αποδοτικά, να σας απασχολήσω με τις ερευνητικές, διδακτικές και κοινωνικές δραστηριότητές μας, διότι, σύμφωνα με το πρόγραμμα, για τα θέματα αυτά θα σας μιλήσουν οι επόμενοι αγαπητοί συνάδελφοι-ομιλητές. Βέβαια, περιεκτικά στοιχεία γι' αυτά, μπορείτε να παρακολουθήσετε και στη σχετική, συνεχή προβολή, εδώ, έξω στο φουαγιέ.

Δε θα μιλήσω για τον εαυτό μου, αλλά και λόγω και της ιδιότητάς υπό την οποία σας μιλώ, θα αναφερθώ στους υπόλοιπους συναδέλφους μου, σε όλους τους συναδέλφους μου στο Εργαστήριο Αστρονομίας, όπως, βεβαίως, επιβάλλεται στο πλαίσιο ενός εορτασμού που λέγεται *Ημέρες του Εργαστηρίου Αστρονομίας*.

Λοιπόν, από διδακτικής πλευράς, τα μέλη του Εργαστηρίου Αστρονομίας μερίμνησαν, η κατανομή της αστρονομικής ύλης σε μαθήματα και εξάμηνα να είναι τέτοια, ώστε οι πράγματι πολλοί προπτυχιακοί φοιτητές και φοιτήτριές που τα παρακολουθούν, να μπορούν να πάρουν μια όσο γίνεται πιο ολοκληρωμένη και σύγχρονη εικόνα της αστρονομικής επιστημονικής περιοχής, πράγμα, που όπως η πράξη πανηγυρικά επαληθεύει συνεχώς, τους βοηθά κατά αποφασιστικό τρόπο στις μετέπειτα μεταπτυχιακές σπουδές τους εντός και εκτός της Ελλάδος.

Από πλευράς διδακτικής, γενικότερα, προσφοράς, οι ιδέες μας που μας διακατέχουν και τις προβάλλομε συνεχώς στους φοιτητές και φοιτήτριές μας, στηρίζονται στο ότι, ενώ η εξειδικευμένη μόρφωση χρειάζεται χρήματα, πολλά χρήματα, η «παιδεία» δεν χρειάζεται ούτε δεκάρα, χρειάζεται ψυχή.

Σημασία έχουν το *πώς* και το *γιατί*, τα οποία μεταμορφώνουν τη σωστή πληροφορόφορηση σε γνώση. Και το σπουδαιότερο, άλλο είναι η γνώση και η μόρφωση και άλλο είναι η συγκρότηση ολοκληρωμένης προσωπικότητας, διαποτισμένης από ένα δημιουργικό, ελεύθερο, αλλά και συνειδητά περιβαλλοντικό πνεύμα.

Κι' αυτό μπορεί να επιτευχθεί μόνον από δασκάλους. Αρκεί να θυμόμαστε, ότι άλλο το επάγγελμα και άλλο το λειτούργημα, άλλο το δασκαλίκι και άλλο η αποστολή και το έργο του Δασκάλου, και, όπως πρόσφατα ανέφερε σε μια άλλη, αντίστοιχη με τη σημερινή, εκδήλωση ο Πρύτανης κ. Μάνθος, «άλλο πράγμα ο εκπαιδευμένος πολίτης και άλλο ο πεπαιδευμένος πολίτης».

Η σχέση του Εργαστηρίου Αστρονομίας με το περιβάλλον του χαρακτηρίζεται από την αναγκαία *εξωστρέφεια*. Θεωρούμε ότι τη γνώση, πέραν και ανεξαρτήτως της τεχνογνωσίας, πρέπει να την μοιραζόμαστε με τον περιβάλλοντα χώρο μας. Θεωρούμε, ότι η συνεργασία μας με τον ευρύτερο χώρο είναι, πάντοτε υπό τις απαραίτητες προϋποθέσεις, κοινωνικά ωφέλιμη. Αλλά, για να συμβαίνει κάτι τέτοιο, η συνεργασία προϋποθέτει σχέσεις αμοιβαιότητας και διαδικασίες ορθολογικής κατανομής των πόρων, ώστε να προβλέπονται θετικές δράσεις για την ενίσχυση, πέραν της εφαρμοσμένης έρευνας, επίσης της βασικής έρευνας και των επιστημών του ανθρώπου. Συνεπώς, συμμεριζόμαστε την άποψη, την οποία ανέφερε η Αντιπρύτανης κα Τσατσάκου σε πρόσφατο άρθρο της στο περιοδικό *Πανεπιστημίου Πόλη* του ΑΠΘ (Φεβρουάριος 2006, Τεύχος 22), ότι, δηλαδή, αν η περιφερειακή πολιτική προτάσσει την ανάπτυξη και τη μείωση της ανεργίας, το Πανεπιστήμιο, ως σκοπό του, πρέπει να προτάσσει την παιδεία με την πλήρη έννοιά της, τη συγκρότηση της επιστημονικής σκέψης και τη δημοκρατική διαμόρφωση των φοιτητών-πολιτών. Η δυσκολία, κατά τη διαδικασία του πάντα απαραίτητου μεταξύ των ενδιαφερομένων μερών διαλόγου, έγκειται και στο γεγονός ότι οι πολιτικές ηγεσίες φοβούνται, ενώ δεν θα έπρεπε, τις προτάσεις της ακαδημαϊκής κοινότητας. Το κρίσιμο, όμως, και ενδιαφέρον ερώτημα είναι, αν, αντιστρόφως, η ακαδημαϊκή κοινότητα θα έπρεπε να φοβάται τις προτάσεις της πολιτικής ηγεσίας.

Αν τα αυτά τα απλά όσο και σημαντικά, και προς τις δύο κατευθύνσεις του διαλόγου, ερωτήματα, με λίγη καλή θέληση, θέλαμε να απαντηθούν ικανοποιητικά, θα μπορούσαν να συνεισφέρουν και στην αντιμετώπιση θεμάτων φαινομενικά τόσο άσχετων μεταξύ τους αλλά, στην πραγματικότητα τόσο σχετικών, όπως είναι η χρηματοδότηση ενός Τμήματος ή η εξέλιξη του προσωπικού του Πανεπιστημίου ή η διαχείριση του δημόσιου χρήματος, αρκεί αυτές οι διαδικασίες, δηλαδή, γενικότερα ο διάλογος, να στηρίζονται σε και να λαμβάνουν υπόψη όχι μόνον τα ποσοτικά στοιχεία αλλά επί πλέον και, κυρίως, τα ποιοτικά στοιχεία, *μακριά από μικρότητες και κομματικές σκοπιμότητες. Έτσι απλά!!!*

Το γενικότερο ενδιαφέρον των μελών του Εργαστηρίου Αστρονομίας για την όσο γίνεται αποδοτικότερη εκπαιδευτική και ερευνητική διαδικασία, αλλά και αυτήν της κοινωνικής προσφοράς τους αποδεικνύεται και από το γεγονός ότι, εδώ και πάρα πολύ καιρό, από το Εργαστήριο Αστρονομίας έχουν ξεκινήσει μερικές άκρως ενδιαφέρουσες πρωτοβουλίες.

Από εκπαιδευτικής πλευράς, αυτές είναι η *Αξιολόγηση Μαθημάτων και Διδακτικής Ικανότητας* και ο *Σύμβουλος Σπουδών*.

Κατά την ΑΜΔ, κατά προτίμηση προς το τέλος του διδακτικού εξαμήνου, με βάση ορισμένο κοινά αποδεκτό πρόγραμμα, οι φοιτητές-φοιτήτριες που παρακολουθούν την εκπαιδευτική διαδικασία, ελεύθερα και ανώνυμα εκφράζουν γραπτώς τη γνώμη τους για τους κατά περίπτωση διδάσκοντες και τα χρησιμοποιούμενα διδακτικά συγγράμματα και, επίσης, εκφράζουν διάφορες σχετικές προτάσεις τους. Η αποτίμηση των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης γίνεται σε συνεργασία με το Τμήμα Φυσικής και των φοιτητών του, κοινοποιείται στους αντίστοιχους διδάσκοντες και είναι στη διάθεση των νομίμως ενδιαφερομένων.

Είναι προφανές ότι, ο θεσμός αυτής της αξιολόγησης αποβλέπει στη βελτίωση και των διδασκόντων και των διδασκομένων, αλλά και της σχέσης ακαδημαϊκής αλληλεπίδρασής τους, προς το καλό της όλης εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Ίσως το πιο ενδιαφέρον στοιχείο για το μέτρο αυτής της αξιολόγησης, που πρέπει να τονισθεί ιδιαίτερα, είναι ότι, μετά από τόσα χρόνια εφαρμογής του εδώ, αυτό υιοθετείται επισήμως στο πλαίσιο του ευρύτερου νομοθετικού πλαισίου για την αξιολόγηση των ΑΕΙ και ΤΕΙ της χώρας μας, του οποίου και αναμένεται η εφαρμογή.

Εξάλλου, ο θεσμός του Συμβούλου Σπουδών σκοπό έχει την εν γένει καθοδήγηση – υποβοήθηση – πληροφόρηση των φοιτητών, ιδιαίτερα των νεοεισαγόμενων κάθε χρονιά, από τα μέλη του Τμήματος Φυσικής, μέσα στον πανεπιστημιακό χώρο, υπό την ευρύτερη έννοια του τελευταίου.

Τώρα, από πλευράς κοινωνικής προσφοράς, πρέπει να αναφέρω τον ενεργό ρόλο του Εργαστηρίου Αστρονομίας σε τρεις ακόμη πρωτοβουλίες του, δηλαδή, στη δημιουργία και λειτουργία τριών οργανισμών, της *Ελληνικής Αστρονομικής Εταιρείας*, του *Όμιλου Φίλων Αστρονομίας*, και του *Κέντρου Διάδοσης Επιστημών και Μουσείου Τεχνολογίας – ΝΟΗΣΙΣ*.

Η *Ελληνική Αστρονομική Εταιρεία* κυοφορήθηκε στο Εργαστήριο Αστρονομίας και σήμερα εκπροσωπεί τους απανταχού της Γης Έλληνες Αστρονόμους, από συστάσεώς της δε, μέλη του Εργαστηρίου συμμετέχουν στις διοικητικές και επισημονικές δραστηριότητες της.

Ο *Όμιλος Φίλων Αστρονομίας*, αυτός ο αξιόλογος και δραστήριος όμιλος των ερασιτεχνών αστρονόμων της Θεσσαλονίκης, είναι γέννημα-θρέμμα του Εργαστηρίου Αστρονομίας. Στο πλαίσιο δε της διοργάνωσης αυτών των εκδηλώσεων, τα μέλη του μας προσφέρουν ουσιαστική βοήθεια συμμετέχοντας στην Έκθεση Αστρονομικού περιεχομένου, εδώ δίπλα μας, και, μετά το πέρας της σημερινής εκδήλωσης σας περιμένουν, με το προσωπικό του Εργαστηρίου, στον χώρο του κτιρίου του Αστεροσκοπείου, λίγες δεκάδες μέτρα από εδώ, με τα ερασιτεχνικά

τηλεσκόπιά του για μια ξενάγησή σας στον έναστρο ουρανό.

Εξάλλου, ως συνέχεια του οράματος άλλων εμπνευσμένων οραματιστών-δασκάλων μας, σημαντικότερη είναι η συνεισφορά των μελών του Εργαστηρίου Αστρονομίας, αρχικά στη δημιουργία του και στη συνέχεια στη λειτουργία-συνεργασία με το κοινωφελές ίδρυμα *Κέντρο Διάδοσης Επιστημών και Μουσείο Τεχνολογίας-ΝΟΗΣΙΣ*. Αυτό το Κέντρο στην περιοχή της Θέρμης, με το *Πλανητάριο*, το *Κοσμοθέατρο* και τον *Προσομοιωτή* είναι ένα πραγματικά μοναδικό στολίδι της πόλης μας και, γενικότερα, των Βαλκανίων και αξίζει όλοι να το επισκεφθούν και να το διαφημίσουν.

Τέλος, ως προς την κοινωνική προσφορά του Εργαστηρίου Αστρονομίας, αξίζει, επίσης, να αναφερθούν, ως λίγο-πολύ πανελληνίως γνωστές δραστηριότητές μας, η ξενάγηση μεγάλου αριθμού μαθητών ετησίως στις εγκαταστάσεις του Αστεροσκοπείου, η συμμετοχή των μελών του Εργαστηρίου Αστρονομίας στην επιμόρφωση των καθηγητών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και, επίσης, η συνεχής ενημέρωση του ευρύτερου κοινού σε αστρονομικά θέματα μέσω του έντυπου και ηλεκτρονικού τύπου. Επίσης, στο πνεύμα, αφενός μεν της σύσφιξης των δεσμών μεταξύ των διάφορων, επιστημονικά μη συγγενών, Τμημάτων του Πανεπιστημίου μας, και αφετέρου, της απαραίτητης αλληλοπροσέγγισης των επιστημών και του απαραίτητου θεματικού ανοίγματός τους, εντάσσεται και η συμμετοχή των μελών του Εργαστηρίου Αστρονομίας στο προπτυχιακό εκπαιδευτικό διδακτικό πρόγραμμα άλλων Τμημάτων και Σχολών του Πανεπιστημίου μας.

Και τώρα, μετά από την περιγραφή της ιστορίας και της σημερινής κατάστασης και προσφοράς μας, έρχομαι στο μέλλον, τις προοπτικές και τους στόχους του Εργαστηρίου Αστρονομίας.

Το να προδιαγράψει κανείς, έστω και σε πολύ γενικές γραμμές, τις προοπτικές ενός Εργαστηρίου είναι μια υπόθεση εξαιρετικά σοβαρή, πολλαπλά δύσκολη, και σε πολλές περιπτώσεις αβέβαιου και ανατρέψιμου αποτελέσματος.

Συνεπώς, είναι απαραίτητο, στο έργο μας αυτό να στηριχθούμε κατ' αρχήν σε *διαχρονικά αναλλοίωτα ερείσματα*. Τέτοια ερείσματα είναι πρώτ' απ' όλα οι παρακαταθήκες των μέχρι τώρα Διευθυντών του Εργαστηρίου, των Καθηγητών Ξανθάκη, Κοντόπουλου και Μπαρμπάνη σε ό,τι αφορά τη διδασκαλία και την έρευνα, το σεβασμό προς την αξιοκρατία, το σεβασμό προς την εμπειρία, το σεβασμό προς την εντιμότητα, επίσης την αρχαιότητα, την εργατικότητα και την αισιοδοξία, τη σεμνότητα αλλά και το ήθος και στη διαχείριση των πανεπιστημιακών πραγμάτων και στην αντιμετώπιση των συναδέλφων επί καθημερινής βάσεως. Όλα αυτά, πραγματικά, αποτελούν σήμερα βαριά κληρονομιά για τα μέλη του Εργαστηρίου Αστρονομίας.

Όσον αφορά, κατ' αρχήν, στη διδασκαλία, θεωρούμε ότι η διδασκαλία πρέπει να έχει ως αντικείμενο όχι την άψυχη φύση αλλά την ψυχή του ανθρώπου, τον ίδιο τον άνθρωπο, με αντικειμενικό σκοπό την ανύψωση της διδασκαλίας, επάνω από την ξερή μεταφορά γνώσεων, σε μια σύνθεση κατ' εξοχήν ψυχική και σε ιδεολογικές και κοσμοθεωρητικές αναζητήσεις, που θα μπορούσαν να συνεισφέρουν στην επιτακτικά απαραίτητη αλλά δυστυχώς ελλείπουσα σήμερα στενή ακαδημαϊκή επαφή διδασκόντων και διδασκομένων.

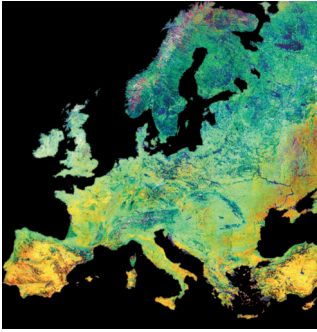
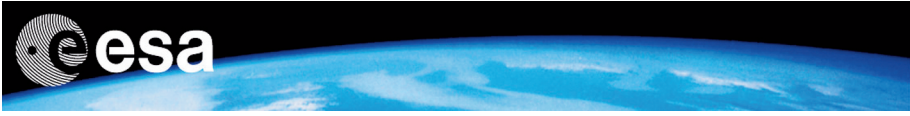
Στόχος μας, λοιπόν, για το μέλλον, στο πνεύμα αυτό, είναι η καθημερινή βελτίωση του προσφερόμενου διδακτικού έργου και η προσπάθεια προσέγγισης και θεματικού ανοίγματος της Αστρονομίας προς τις άλλες επιστήμες και τα αντίστοιχα τμήματα, αλλά και το άνοιγμα της Αστρονομίας προς το ευρύτερο κοινό, με εκδηλώσεις όπως π.χ. η σημερινή.

Οι στόχοι μας, τώρα, στην έρευνα προδιαγράφονται με βάση τις παρακαταθήκες του παρελθόντος, τη σύγχρονη διεθνή εικόνα του Εργαστηρίου Αστρονομίας και τη σύγχρονη πραγματικότητα που λέγεται *Ευρωπαϊκή Ένωση*.

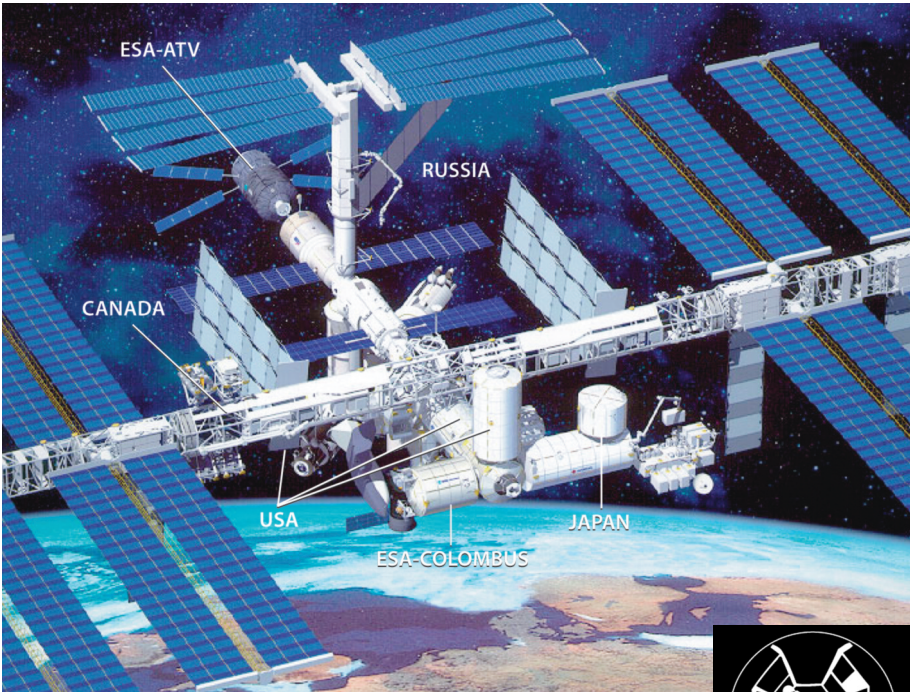
Η συνέχιση της έντονης ερευνητικής εργασίας μας, η περαιτέρω ανάπτυξη της συνεργασίας μας με το εσωτερικό και το εξωτερικό προς διατήρηση και βελτίωση της σημερινής εικόνας του Εργαστηρίου Αστρονομίας ως του αστρονομικού κέντρου της χώρας μας, η ενεργός συμμετοχή μας σε διάφορα Ευρωπαϊκά προγράμματα και η δραστηριοποίησή μας στην εθνική εκπροσώπηση της χώρας μας στον *Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος (τη γνωστή ESA)*, είναι πρωταρχικοί στόχοι μας για το μέλλον.

Ως προς την ESA, ειδικότερα, εξάπτει, πραγματικά, την φαντασία όλων μας το γεγονός ότι, στο πλαίσιο του Προγράμματος Εξερεύνησης του Διαστήματος του *Ευρωπαϊκού Οργανισμού Διαστήματος*, προγραμματίζεται η αποστολή σε λίγα χρόνια, το έτος 2013, στον πλανήτη Άρη μη επανδρωμένης αποστολής ως προπομπού της αποστολής, περί το 2030, ανθρώπου για την πρώτη εγκατάστασή του σ' αυτόν τον πλανήτη, ο οποίος τόσες ομοιότητες φαίνεται να έχει με την Γη μας. Με τον ίδιο τρόπο εξάπτεται η φαντασία με το πρόγραμμα *αποικιοποίησης της Σελήνης* ή μ' αυτό της προγραμματιζόμενης αποστολής διαστημικών αποστολών, στην αρχή μη επανδρωμένων και στη συνέχεια επανδρωμένων, σε κοντινούς προς την Γη *αστεροειδείς*, αντικείμενα μικρής μάζας, δηλαδή, ασθενούς πεδίου βαρύτητας και, άρα, εύκολα και σχετικώς ανέξοδα επισκέψιμα, αλλά και μεγάλης επιστημονικής, κοσμολογικής σημασίας ως των υπολειμμάτων των πρώτων εξελικτικών σταδίων του Ηλιακού Συστήματός μας. Ήδη, μέλη του Εργαστηρίου Αστρονομίας συνεργάζονται στο πλαίσιο τέτοιων προγραμμάτων.

Όμως, όσο όμορφα κι αν ακούγονται όλα αυτά, δεν παύει να είναι αλήθεια, ότι ακόμη μεγαλύτερες προσπάθειες χρειάζονται, ώστε η Ελληνική Βιομηχανία,



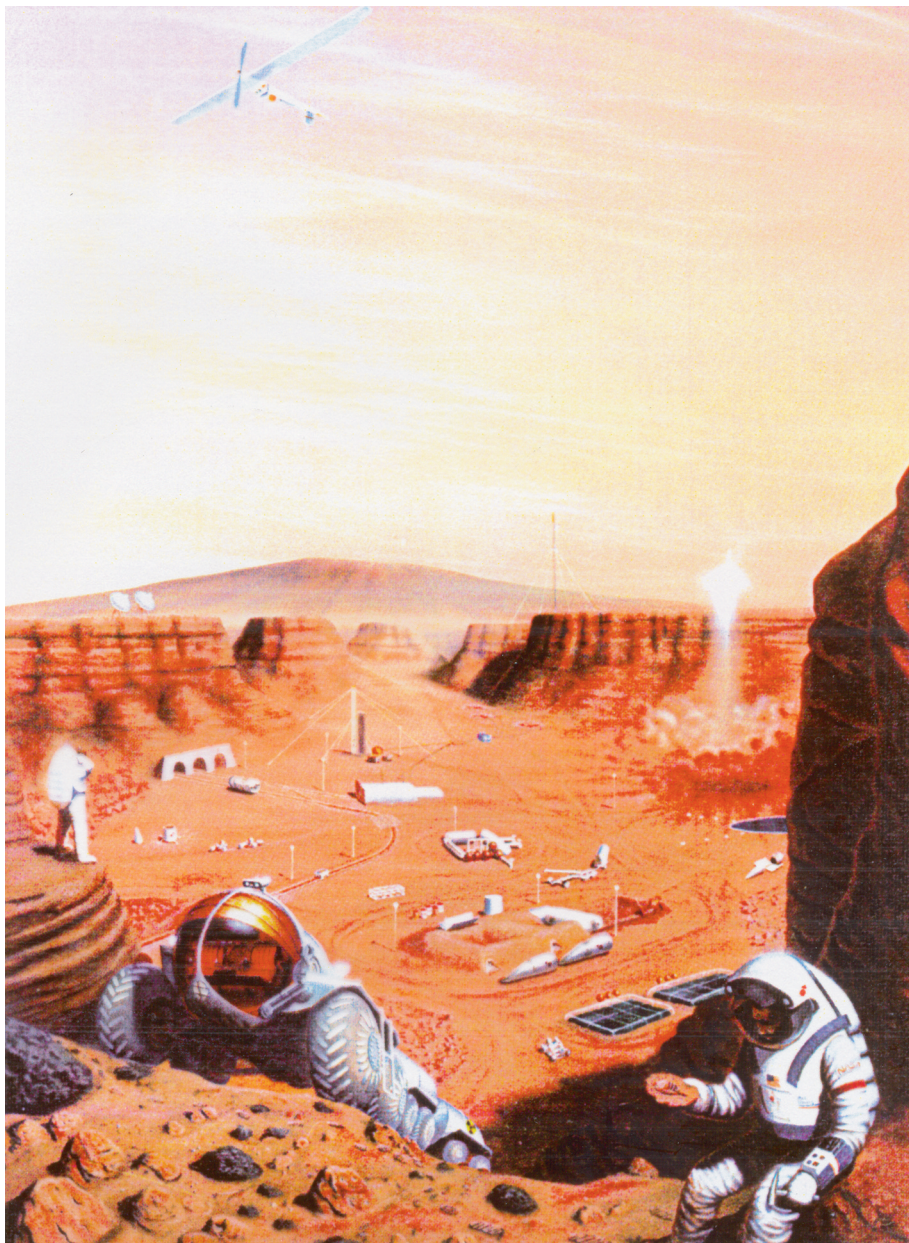
Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Διαστήματος
Η ιδέα ενός ανεξάρτητου Ευρωπαϊκού Οργανισμού Διαστήματος ανάγεται στις αρχές της δεκαετίας του '60



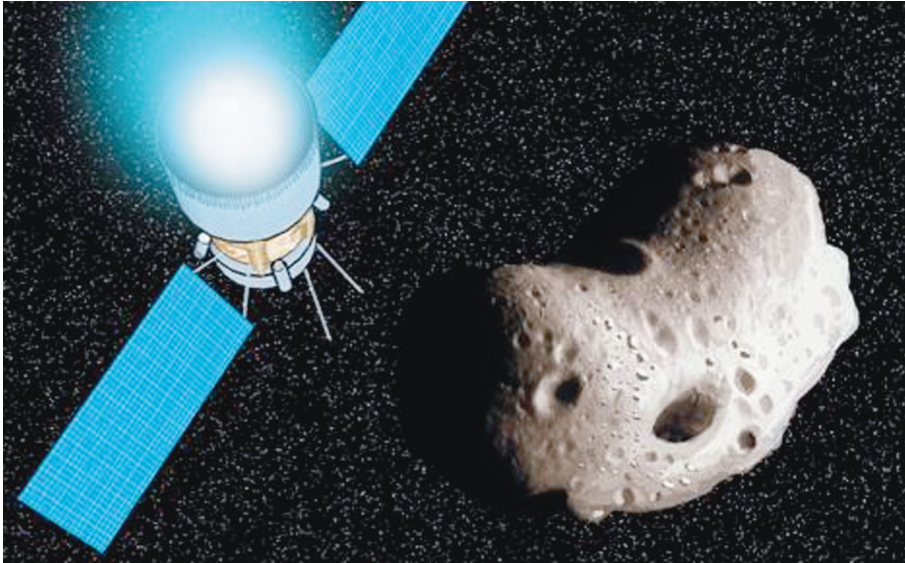
Ο «διεθνής χαρακτήρας» του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού.



Ένας αστροναύτης του αμερικανικού διαστημικού προγράμματος Apollo στην επιφάνεια της Σελήνης με το όχημα μεταφοράς Lunar Rover.



Αναπαράσταση μιας διαστημικής βάσης, για το άμεσο μέλλον, στον πλανήτη Άρη.



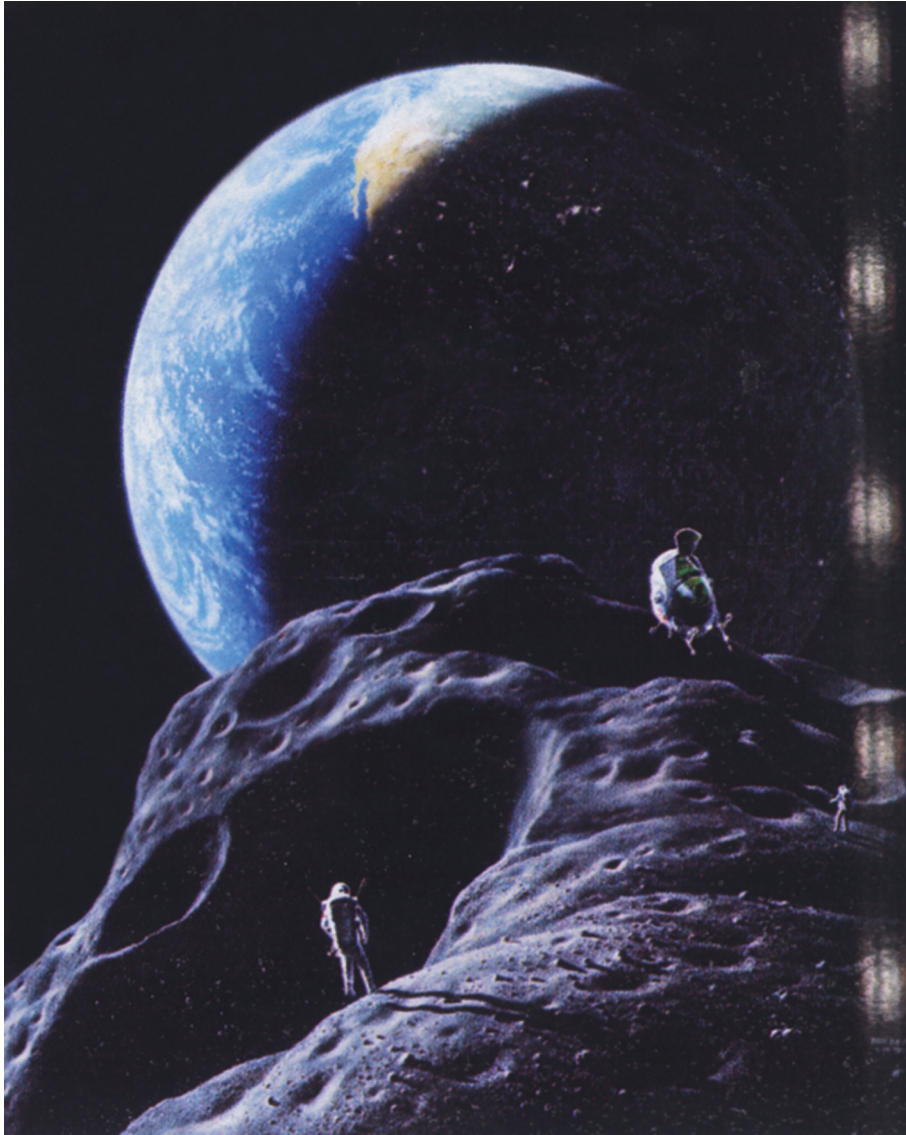
Η εμπορική εκμετάλλευση των αστεροειδών έχει ήδη αρχίσει.

η συμμετοχή της οποίας στα προγράμματα του *Ευρωπαϊκού Οργανισμού Διαστήματος* είναι απαραίτητη προϋπόθεση επιτυχίας της Ελληνικής συμμετοχής σ' αυτόν, να αφυπνισθεί από τον εν πολλοίς λήθαργό της και να εκδηλώσει ενδιαφέρον για τα προγράμματα του *Ευρωπαϊκού Οργανισμού Διαστήματος*, για τη διαφήμιση και προώθηση των οποίων τόσο κόπο καταβάλλουν και η Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας του Υπουργείου Ανάπτυξης, αλλά και οι αρμόδιοι Εθνικοί Εκπρόσωποι στον *Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος*.

Θέλω να πιστεύω ότι ακόμη και η σημερινή εκδήλωση, με βάση το εκλεκτό ακροατήριό της, θα μπορούσε κατ' αρχήν να συνεισφέρει προς αυτήν την κατεύθυνση.

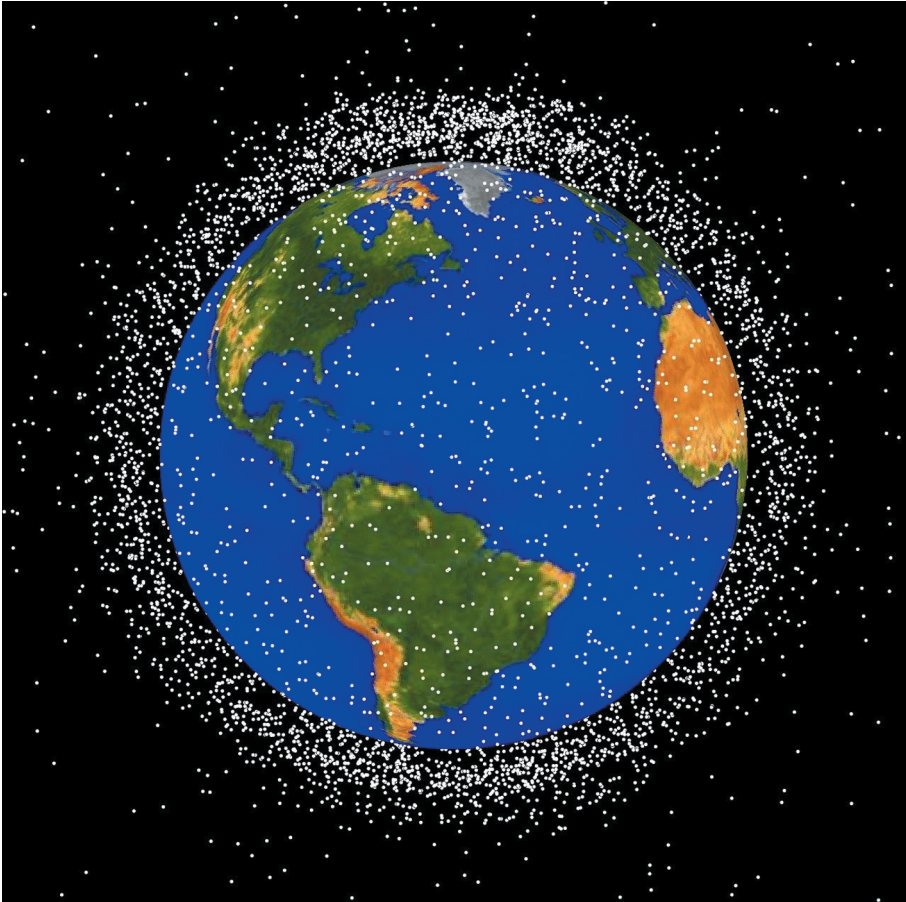
Θεωρώ ιδανική την ευκαιρία, να προτείνω, εν συντομία, τρεις μελλοντικούς, όχι απώτερους, στόχους μας.

Ο πρώτος σχετίζεται με την αξιοποίηση του *Ηλιακού Πύργου*, ο οποίος, όπως ήδη ανέφερα, από πολύ καιρό βρίσκεται αποθηκευμένος σε κιβώτια στο κτίριο του Αστεροσκοπείου. Σε σχέση με το θέμα αυτό, επιθυμώ να εκφράσω τις ευχαριστίες μας προς τον Αντιπρύτανη του Πανεπιστημίου μας κ. Γιαννακουδάκη και προς το *Κέντρο Διάδοσης Επιστημών και Μουσείο Τεχνολογίας – ΝΟΗΣΙΣ*, στο πρόσωπο του Προέδρου του Διοικητικού Συμβουλίου του, αγαπητού συναδέλφου κ. Γιάννη Αντωνόπουλου, για τη διαφαινόμενη λύση αυτού του χρονίζοντος προβλήματος, δηλαδή, την χρησιμοποίηση του *Ηλιακού Πύργου* με την



Οι επισκέψεις ανθρώπου στους γειτονικούς προς την Γη αστεροειδείς θα αρχίσουν πολύ σύντομα.

ένταξή του στο πρόγραμμα του Κέντρου. Δεν φαίνεται να είναι μακριά η στιγμή, που ο *Ηλιακός Πύργος* στο Κέντρο θα δίνει την ευκαιρία στους επισκέπτες, στην κυριολεξία, να έχουν και να παρατηρούν τον Ήλιο στα πόδια τους, πέρα και ανεξάρτητα, βεβαίως, από την χρησιμοποίησή του από τα μέλη του Εργαστηρίου



Μια προσομοίωση Η/Υ που ανασυνθέτει την κατανομή αντικειμένων (δορυφόρων και διαστημικών σκουπιδιών) σε χαμηλές περί την Γη τροχιές.

Αστρονομίας για τους ερευνητικούς και διδακτικούς επιστημονικούς σκοπούς τους.

Ο δεύτερος στόχος μας είναι αφενός μεν η ενίσχυση του οπτικού τηλεσκοπίου του Εργαστηρίου Αστρονομίας στον Χολομώντα αφετέρου δε η εγκατάσταση στην χώρα μας ενός ραδιοτηλεσκοπίου, προσβλέποντας, βέβαια, επιπλέον στη βοήθεια των Ευρωπαίων Γεωδαιτών και του δικτύου Very-Long-Baseline Interferometry (VLBI), δηλαδή, δικτύου Συμβολομετρίας Εξαιρετικά Μεγάλης Γραμμής Βάσεως.

Τα ανωτέρω δύο όργανα, σε συνδυασμό με τη βοήθεια που μας προσφέρει το Τμήμα Φυσικής, θα συνδέσουν αμέσως τη χώρα μας με τα διεθνή επιστημονικά αστρονομικά δίκτυα και συγκροτούν ό,τι, εν δυνάμει, θα μπορούσε να ονο-



Ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός σήμερα.

μασθεί “Εθνικό Αστρονομικό Κέντρο Βόρειας Ελλάδας” ή και “Αστρονομικό Ινστιτούτο του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης”.

Ο τρίτος των στόχων μας είναι η επέκταση του κτιρίου του Αστεροσκοπείου, τα σχέδια της οποίας, όπως ανέφερα στην αρχή, υπάρχουν ήδη και η οποία θα λύσει χρονίζοντα προβλήματα μας χώρου και συνθηκών εργασίας και καθημερινής ζωής, βεβαίως, με πλήρη σεβασμό προς στην αισθητική αυτού του κτιρίου, έργου του αείμνηστου Καραντινού. Προσβλέπομε στην ουσιαστική βοήθεια των πρυτανικών αρχών και προς την κατεύθυνση αυτή.

Συμπερασματικά, προσβλέπομε στο μέλλον με αίσθημα ρεαλισμού, με πλήρη συναίσθηση του ότι, είναι, πραγματικά, κεντρικός ο ρόλος, που το Εργαστήριο Αστρονομίας, ήδη ως ο αστρονομικός πόλος της χώρας μας, καλείται να αναλάβει σήμερα στην επιστημονική και γεωγραφική περιοχή του. Ιδιαίτερα, αλλά όχι μόνον, στη Νοτιοανατολική Ευρώπη, τα Βαλκάνια και την Ανατολική Μεσόγειο, ενόψει μάλιστα και των σημαντικών γεωπολιτικών αλλαγών και ανακατατάξεων που συμβαίνουν στην περιοχή μας, και ιδίως με δεδομένη, πλέον, την επίσημη συμμετοχή της χώρας μας στον “Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος” (ESA) και στο “Ευρωπαϊκό Παρατηρητήριο του Νότου” (ESO).

Όλοι οι προαναφερθέντες στόχοι και προοπτικές του Εργαστηρίου Αστρονομίας υποδηλώνουν, εμμέσως πλην σαφώς, ότι το Εργαστήριο Αστρονομίας του



Το Ευρωπαϊκό Διαστημικό Εργαστήριο Columbus προσαρτημένο στον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό.



Το διαστημικό όχημα μεταφοράς ATV/Jules Verne.

Τμήματος Φυσικής είναι έτοιμο για την πρόκληση, που ονομάζεται *Αξιολόγηση Πανεπιστημίων* και η οποία αποτελεί πλέον κανόνα σε εκείνες τις χώρες της Ευρώπης και του υπόλοιπου πολιτισμένου κόσμου, που στοχεύουν στην ανάπτυξη Κέντρων Έρευνας και Κέντρων Αριστείας, με την φιλοδοξία να βρεθούν στην πρωτοπορία της έρευνας.

Ίσως, δεν θα πρέπει να διαφεύγει της προσοχής μας, ότι η ευρύτερη έννοια της αξιολόγησης θα μπορούσε, βέβαια, κατά κάποιο τρόπο, να συνεισφέρει και σε ένα είδος διάκρισης μεταξύ των Πανεπιστημίων ή και μεταξύ των ομοειδών Πανεπιστημιακών Τμημάτων, τα οποία σήμερα, τουλάχιστον επίσημα και εντελώς παραδόξως, δεν φαίνεται να διακρίνονται μεταξύ τους π.χ. ως προς τον αντίκτυπο των πτυχιούχων τους στην αγορά εργασίας.

Θέλω να παράσχω την διαβεβαίωση εκ μέρους του Εργαστηρίου Αστρονομίας ότι, για την πραγματοποίηση των ανωτέρω άμεσων και απώτερων στόχων μας, πρώτη προτεραιότητά μας θα εξακολουθήσει να είναι η ανάπτυξη πνεύματος έντιμης και ειλικρινούς συνεργασίας με όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς, και του δημόσιου και του ιδιωτικού φορέα, σε συνδυασμό με τη δική μας, ως συνόλου, αξιοπρέπεια, εργατικότητα και αισιοδοξία αλλά και την επιβαλλόμενη σεμνότητα, επιμονή και συνέπεια.

Κυρίες και Κύριοι,
Αγαπητές Φοιτήτριες και Αγαπητοί Φοιτητές

Θα ήθελα να τελειώσω την ομιλία μου με μια *πληροφορία*, μια *παραίνεση* προς τους φοιτητές μας και μια *επισήμανση*.

Η ενδιαφέρουσα για όλους πληροφορία είναι ότι το έτος 2009 έχει ήδη ονομασθεί και πρόκειται να εορτασθεί ως το *Παγκόσμιο Έτος Αστρονομίας 2009*. Το

ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΤΟΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ 2009

...με γενικό θέμα: «The Universe: Yours to Discover»

...και με σκοπό: ...την ανάδειξη ακόμη περισσότερο των αξιών της Αστρονομίας, ως μιας ανεξάντλητης πηγής έμπνευσης κοινής για όλα τα έθνη.

έτος 2009 σηματοδοτεί την τετρακοσιοστή επέτειο της πρώτης χρησιμοποίησης του αστρονομικού τηλεσκοπίου από τον Galileo Galilei. Σκοπός αυτού του εορ-

τασμού είναι να προκαλέσει το παγκόσμιο ενδιαφέρον, ιδιαίτερα μεταξύ των νέων ανθρώπων, για την Αστρονομία και γενικότερα την Επιστήμη με κεντρικό θέμα του εορτασμού το “*The Universe, Yours to Discover*” και με μια σειρά εκδηλώσεων και δραστηριοτήτων, σε συνεργασία των επαγγελματιών και των ερασιτεχνών αστρονόμων, οι οποίες θα αποκαλύψουν και θα αναδείξουν ακόμη περισσότερο τις αξίες της Αστρονομίας, ως μιας ανεξάντλητης και ανεκτίμητης πηγής έμπνευσης, κοινής για όλα τα έθνη.

Συνεπώς, μετά το τέλος αυτών των εκδηλώσεων, σχετικά γρήγορα θα ξανακούσετε την σχετική πρόσκλησή μας. Αυτή είναι η πληροφορία.

Ως μια *παραίνεση* προς τους φοιτητές και τις φοιτήτριές μας, θέλω να τους πω ότι πρέπει να έχουν εμπιστοσύνη στους δασκάλους τους. Αλλά, επίσης, πρέπει να γίνει πίστη και δική τους και όλων μας ότι ο καλύτερος τρόπος για επένδυση στο μέλλον είναι η εκπαίδευση και η μετεκπαίδευση στις εξελίξεις της επιστήμης.

Φυσικά, μόνον η Αστρονομία και η Φυσική δεν αρκούν για την πραγματική ολοκλήρωση των σπουδών τους. Οι ίδιοι πρέπει, με σεβασμό προς τις παραδόσεις, να επιδιώκουν το πρότυπο του “καλού κ’ αγαθού”, ώστε, απαλλαγμένοι από ξεπερασμένες ψυχώσεις, όπως του τύπου της “επετηρίδας”, να μπορέσουν να ανταποκριθούν στις διαρκώς αυξανόμενες απαιτήσεις της ελεύθερης και ανταγωνιστικής διεθνούς αγοράς, ατενίζοντας το μέλλον τους με αισιοδοξία.

Ας μην ξεχνούν, ούτε αυτοί ούτε και όλοι μας, ότι η αναγέννηση της Πατρίδας μας θα πραγματοποιηθεί μόνο με τη λεπτότητα της ανάλυσης, τη ρωμαλεότητα της σκέψης, την ακρίβεια της λογικής και την ευαισθησία του καθενός μας για ό,τι γίνεται ή δεν γίνεται στον τόπο αυτό. Διότι, σε τελική ανάλυση, η ευθύνη για ό,τι καλό ή κακό γίνεται ή δεν γίνεται στον τόπο αυτό είναι ευθύνη όλων μας. Ας είναι βέβαιοι οι φοιτητές μας ότι σ’ αυτήν την προσπάθεια τους μπορούν να θεωρούν ότι τα μέλη του Εργαστηρίου Αστρονομίας θα σταθούν στο πλάι τους.

Τέλος η *επισήμανση* που θα ήθελα να κάνω είναι ότι οι προϋποθέσεις πραγματοποίησης όλων των ανωτέρω σκοπών μας υπάρχουν και μπορούν να οδηγήσουν περαιτέρω σε ένα Εργαστήριο Αστρονομίας ακμαίο, ακτινοβόλο, δραστήριο, προοδευτικό. Αλλά κι αν δεν υπάρχουν στο βαθμό που απαιτείται, νομίζω, ότι είναι στο χέρι όλων μας και για το καλό όλων μας να τις δημιουργήσουμε.

Για μία ακόμη φορά, εκ μέρους του Εργαστηρίου Αστρονομίας, ευχαριστώ την Πρυτανεία και την ΕΔΣ για την τιμητική πρόσκληση τους και την όλη, διαχρονική διάθεση συνεργασίας και εξυπηρέτησης του Εργαστηρίου Αστρονομίας. Επίσης, ευχαριστώ τον Κοσμήτορα της Σχολής Θετικών Επιστημών, κ. Παπαδογιάννη, και τον Πρόεδρο του Τμήματος Φυσικής, κ. Λογοθετίδη, για την ευγενή συνεισφορά τους προς τον εορτασμό και για τη βοήθεια που προσφέρουν προς το Εργαστήριο Αστρονομίας. Θα ήταν παράλειψη να μην ευχαριστήσω την κα

Πιερράκου για τη βοήθειά της εδώ σήμερα. Κυρίως, όμως, ευχαριστώ όλους τους συναδέλφους μου για το πνεύμα της αποδοτικής συνεργασίας μας και στο πλαίσιο της διοργάνωσης αυτών των εκδηλώσεων και, γενικότερα, στο πλαίσιο της καθημερινής μέχρι τώρα ζωής μας στο Εργαστήριο Αστρονομίας, έναν χώρο εργασίας, στον οποίο, από πολύ ενωρίς, είχα την τύχη, θα έλεγα την ευλογία, να βρεθώ, για μια ολόκληρη ζωή, για να εργασθώ με σοφούς και συνετούς δασκάλους, αλλά και καθ' όλα άξιους συνεργάτες.

Τέλος, Κυρίες και Κύριοι, για την προσοχή και την υπομονή σας, Σας ευχαριστώ πολύ όλους σας!

Κυρίες και Κύριοι,
Κα Πιερράκου,

Για την προσοχή και την υπομονή σας, Σας ευχαριστώ πολύ!

Η ερευνητική δραστηριότητα του Εργαστηρίου Αστρονομίας

Χάρης Βάρβογλης

Εργαστήριο Αστρονομίας ΑΠΘ

Από την εποχή της ίδρυσής του, το Εργαστήριο Αστρονομίας του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης έχει να παρουσιάσει έντονη ερευνητική δραστηριότητα, κατ' αρχήν στην Ηλιακή Φυσική και στη συνέχεια στη Γαλαξιακή Δυναμική. Τα τελευταία είκοσι χρόνια τα πεδία έρευνας των μελών του Εργαστηρίου έχουν πολλαπλασιαστεί, έτσι ώστε σήμερα να παράγεται ερευνητικό έργο υψηλού επιπέδου σε πάρα πολλούς τομείς σύγχρονου ενδιαφέροντος της Αστρονομίας. Εντελώς επιγραμματικά θα μπορούσε κανείς να κατατάξει όλες αυτές τις δραστηριότητες σε οκτώ μεγάλες κατευθύνσεις:

- Αστροφυσική
- Κοσμολογία
- Θεωρία Σχετικότητας
- Γαλαξιακή Δυναμική
- Πλανητολογία
- Παρατηρησιακή Αστρονομία
- Ραδιοαστρονομία
- Αρχαιοαστρονομία

με την παρατήρηση ότι σε αρκετές περιπτώσεις υπάρχουν γόνιμες συνεργασίες, τόσο μεταξύ μελών του Εργαστηρίου όσο και με εξωτερικούς ερευνητές, οι οποίες έχουν καταλήξει σε δημοσιεύσεις που άπτονται περισσότερων της μιας κατευθύνσεων. Για το λόγο αυτό στη συνέχεια θα παρουσιάσω την πρόσφατη ερευνητική δραστηριότητα του Εργαστηρίου Αστρονομίας κατά αντικείμενο και όχι κατά κατεύθυνση. Η σειρά που ακολουθείται δεν είναι ούτε χρονολογική ούτε αξιολογική, αλλά λίγο-πολύ αυθαίρετη.

Αστροφυσική πλάσματος

Πλάσμα ονομάζεται ένα ιονισμένο αέριο, συνήθως υψηλής θερμοκρασίας. Συχνά χαρακτηρίζεται ως η *τέταρτη κατάσταση της ύλης*, επειδή έχει εντελώς διαφορετικές ιδιότητες από ένα *ιδανικό αέριο*, λόγω της μακράς ακτίνας δράσης των ηλεκτροστατικών δυνάμεων, σε αντίθεση με τις “στιγμιαίες” αλληλεπιδράσεις που εμφανίζονται κατά τις συγκρούσεις μεταξύ των ουδέτερων μορίων ενός μη ιονισμένου αερίου.

Ως ρευστό, το πλάσμα είναι δυνατό να “ρέει” στρωτά, έτσι ώστε οι γραμμές ροής να είναι παράλληλες μεταξύ τους, είναι όμως δυνατό να ρέει και έτσι ώστε οι γραμμές ροής να σχηματίζουν δίνες. Η δεύτερη περίπτωση ονομάζεται *τυρβώδης ροή* και αποτελεί αντικείμενο έντονης ερευνητικής δραστηριότητας, επειδή εμφανίζει έντονα μη-γραμμικά φαινόμενα. Μία ερευνητική ομάδα του Εργαστηρίου Αστρονομίας ασχολείται με την κατασκευή προτύπων (μοντέλων) που περιγράφουν την τυρβώδη δομή του πλάσματος, τόσο στο Διάστημα όσο και σε θερμοπυρηνικούς αντιδραστήρες, δηλαδή συσκευές παραγωγής ενέργειας από την μεταστοιχείωση του υδρογόνου σε ήλιο. Με τη βοήθεια αυτών των μοντέλων επιχειρεί, στη συνέχεια, να περιγράψει την αλληλεπίδραση ιόντων και ηλεκτρονίων με αυτό το τυρβώδες περιβάλλον. Μια εφαρμογή αυτής της μεθοδολογίας είναι η μελέτη του τυρβώδους πλάσματος στο Διάστημα. Το αραιό πλάσμα στο διαπλανητικό χώρο, ως ιονισμένο και άρα αγώγιμο υλικό, διατρέχεται από ηλεκτρικά ρεύματα. Με τη βοήθεια των παραπάνω μοντέλων προσδιορίζεται, στη συνέχεια, το πώς συμπεριφέρονται αυτά τα ρεύματα, όταν η ροή του πλάσματος είναι τυρβώδης.

Μια άλλη εφαρμογή είναι η μελέτη των ενεργών περιοχών στην επιφάνεια των αστερών. Οι περιοχές αυτές χαρακτηρίζονται από πολύπλοκη δομή μαγνητικών πεδίων. Στο Εργαστήριο κατασκευάζονται φαινομενολογικά μοντέλα για την ανάπτυξη τέτοιου είδους περιοχών, τα οποία στηρίζονται στο θεωρητικό μοντέλο των *κυψελικών αυτομάτων*.

Κοσμολογία

Κοσμολογία ονομάζεται το κεφάλαιο της Αστρονομίας που πραγματεύεται τη δημιουργία και την εξέλιξη του Σύμπαντος. Στο Εργαστήριο Αστρονομίας ασχολούμαστε με τα πρώτα στάδια της ζωής του Σύμπαντος αλλά και με τη μεταγενέστερη εξέλιξή του. Συγκεκριμένα όσον αφορά στα πρώτα στάδια ασχολούμαστε τόσο με το λεγόμενο *πρώιμο Σύμπαν*, δηλαδή τις πρώτες στιγμές του Σύμπαντος, όσο και με το λεγόμενο *νεαρό Σύμπαν*, δηλαδή με το χρονικό διάστημα των πρώτων εκατοντάδων χιλιάδων ετών.

Όσον αφορά στο πρώιμο Σύμπαν, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι, τουλάχιστον με τα σημερινά μέσα, δεν είναι δυνατό να έχουμε πληροφορίες για τις φυσικές συνθήκες που επικρατούσαν τότε. Από ένα χρονικό σημείο και μετά, οι παρατηρήσεις, και συγκεκριμένα η αφθονία των ελαφρών πυρήνων (κυρίως ηλίου και λιθίου) καθώς και η Κοσμική Ακτινοβολία Υποβάθρου (Cosmic Microwave Background) υποδεικνύουν ότι το Σύμπαν εμφανίζεται ομογενές και ισότροπο. Πώς ήταν όμως το Σύμπαν κατά τις πρώτες στιγμές της ζωής του; Θα μπορούσε να μην είναι ομογενές, ούτε ισότροπο. Στο Εργαστήριο Αστρονομίας εξετάζουμε τις συνέπειες τέτοιου είδους εναλλακτικών υποθέσεων.

Όσον αφορά στη μεταγενέστερη εποχή του νεαρού Σύμπαντος, στο Εργαστήριο Αστρονομίας ασχολούμαστε με τη Φυσική της διάδοσης των βαρυτικών κυμάτων καθώς και με την αλληλεπίδρασή του βαρυτικού με το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο.

Ένα άλλο αντικείμενο μελέτης στο Εργαστήριο, το οποίο σχετίζεται με την εξέλιξη του Σύμπαντος, είναι τα κοσμολογικά μαγνητικά πεδία. Με τη λέξη κοσμολογικά εννοούμε μαγνητικά πεδία μεγάλης κλίμακας, τα οποία εκτείνονται στο χώρο μεταξύ των γαλαξιών. Η συνεισφορά του Εργαστηρίου σε αυτόν τον τομέα είναι συγκεκριμένα η επιτυχής ενσωμάτωση των κοσμολογικών μαγνητικών πεδίων στον καμπύλο χωροχρόνο του Σύμπαντος, μέσω της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας.

Ισοδυναμία κινήσεων σωματιδίων και ρευστών

Η “κλασική” μέθοδος προσέγγισης της κίνησης της ύλης, στο πλαίσιο τόσο της Νευτώνειας Θεωρίας της βαρύτητας, όσο της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας, είναι με τη μελέτη της κίνησης σωματιδίων στον καμπύλο χωροχρόνο. Είναι όμως δυνατό, υπό ορισμένες προϋποθέσεις, να αποδειχθεί ότι οι κινήσεις αυτών των σωματιδίων είναι ισοδύναμες με την ισεντροπική κίνηση ενός ασυμπίεστου ρευστού. Στο πλαίσιο αυτής της ισοδυναμίας γίνεται προσπάθεια ερμηνείας διαφόρων παρατηρήσεων αστροφυσικού χαρακτήρα ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, όπως είναι, για παράδειγμα, η δημιουργία πιδάκων σε αστέρες και γαλαξίες, ο ηλιακός άνεμος καθώς και η “ανώμαλη” επιβράδυνση διαστημοπλοίων, όπως των Pioneer.

Παρατηρησιακή Αστρονομία

Το Εργαστήριο Αστρονομίας έχει να επιδείξει δραστηριότητα, πέραν της θεωρητικής έρευνας, και στον κλάδο των παρατηρήσεων. Συγκεκριμένα από μέλη του

Εργαστηρίου γίνονται παρατηρήσεις μεταβλητών αστέρων, με ιδιαίτερη έμφαση στην εμφάνιση και την εξέλιξη των αστρικών κηλίδων καθώς και στους αστέρες εκλάμψεων. Επίσης έχουν γίνει ραδιοφωνικές παρατηρήσεις του μικρο-quasar SS433. Τέλος το Εργαστήριο Αστρονομίας είχε συμμετοχή στην ανακάλυψη του διπλού pulsar, ένα αστροφυσικό σύστημα μεγάλης σημασίας που μας επιτρέπει να ελέγξουμε την ακρίβεια των εξισώσεων της ΓΘΣ.

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων

Το 1902 Καλύμνιοι σφουγγαράδες ανακάλυψαν στο βυθό της θάλασσας των Αντικυθήρων τα τεμάχια ενός πολύπλοκου οδοντωτού μηχανισμού, που έγινε στη συνέχεια γνωστός ως *μηχανισμός των Αντικυθήρων*. Ο μηχανισμός αυτός αποτέλεσε το αντικείμενο μελέτης τόσο αρχαιολόγων όσο και αστρονόμων, επειδή είναι το μοναδικό αντικείμενο αυτού του είδους που έχει βρεθεί μέχρι σήμερα. Τα τελευταία χρόνια μια διεθνής ομάδα ειδικών, στην οποία συμμετείχε και το Εργαστήριο Αστρονομίας, μελέτησε λεπτομερώς τον μηχανισμό με τη βοήθεια απεικονιστικών συσκευών νέας τεχνολογίας, και συμπλήρωσε τις γνώσεις που είχαμε γι' αυτόν, ανατρέποντας και μερικά από τα συμπεράσματα στα οποία είχαν καταλήξει παλαιότερες ομάδες.

Δυναμική Αστρονομία

Στο Εργαστήριο Αστρονομίας μελετούμε τη δημιουργία και την εξέλιξη τόσο του Ηλιακού Συστήματος, όσο και πλανητικών συστημάτων που έχουν ανακαλυφθεί γύρω από άλλους αστέρες. Συγκεκριμένα ασχολούμαστε με ερωτήματα όπως: Πώς δημιουργήθηκαν οι πλανήτες; Πώς ερμηνεύονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του Ηλιακού Συστήματος; Πώς ερμηνεύονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά άλλων πλανητικών συστημάτων,

Ιδιαίτερη σημασία στην ιστορία του Ηλιακού μας Συστήματος, για το οποίο έχουμε και τις λεπτομερέστερες παρατηρήσεις, είναι η ποιοτική φύση των τροχιών των πλανητών του, μικρών και μεγάλων. Σύμφωνα με τη Νευτώνεια εικόνα, οι πλανήτες τέθηκαν κάποτε σε κίνηση γύρω από τον Ήλιο, και από τότε ακολουθούν τις ίδιες πάντα τροχιές. Σήμερα όμως γνωρίζουμε ότι πολλοί από τους ελάχιστους πλανήτες (όπως ονομάζονται επίσημα οι αστεροειδείς) ακολουθούν χαοτικές τροχιές, οπότε απομακρύνονται από την αρχική τους θέση και είναι δυνατό να συγκρουσθούν με άλλους πλανήτες. Στο Εργαστήριο Αστρονομίας ασχολούμαστε ερευνητικά με τις ιδιότητες αυτού του είδους της κίνησης και τις εφαρμογές που μπορεί να έχει σε διάφορα φυσικά φαινόμενα του Ηλιακού Συστήματος, όπως

π.χ. στη χρονολόγηση παρελθουσών συγκρούσεων μεταξύ αστεροειδών.

Τα τελευταία χρόνια έχουν ανακαλυφθεί πλανήτες που δεν περιφέρονται γύρω από αστέρες, αλλά κινούνται ελεύθεροι στο μεσοαστρικό χώρο. Στο Εργαστήριο μελετούμε την αλληλεπίδραση ενός *ελεύθερου πλανήτη* με ένα πλανητικό σύστημα, η οποία είναι δυνατό να καταλήξει είτε σε “σύλληψη” του ελεύθερου πλανήτη, είτε σε “εκδίωξη” ενός από τους πλανήτες του συστήματος.

Ένας τομέας της Δυναμικής Αστρονομίας, που παραδοσιακά θεραπεύεται στο Εργαστήριο Αστρονομίας, είναι και η Γαλαξιακή Δυναμική. Τα τελευταία χρόνια αντικείμενο μελέτης αποτελούν οι εύτακτες και χαοτικές κινήσεις αστέρων, σε γαλαξιακά μοντέλα τόσο σταθερά στο χρόνο, όσο και χρονοεξαρτώμενα. Αναπτύσσονται επίσης μέθοδοι εύρεσης περιοδικών τροχιών σε γαλαξιακά δυναμικά μοντέλα δύο και τριών διαστάσεων. Τέλος επιχειρούνται και εφαρμογές του αντίστροφου προβλήματος στην Γαλαξιακή Δυναμική, κατά τις οποίες αναζητείται το γαλαξιακό δυναμικό που έχει ως συνέπεια τις συγκεκριμένες παρατηρούμενες κινήσεις αστέρων σε γαλαξίες.

Προσομοιώσεις – Βαρυτικά κύματα

Ένας σύγχρονος ερευνητικός τομέας που έχει αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια στο Εργαστήριο Αστρονομίας είναι και οι *προσομοιώσεις*. Η αλματώδης ανάπτυξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών μας επιτρέπει πλέον να εκτελούμε *αριθμητικά πειράματα* σε υπολογιστές, για να παρακολουθήσουμε την εξέλιξη συστημάτων που είτε είναι δύσκολο να παρατηρηθούν είτε εξελίσσονται σε χρονικές κλίμακες πολύ μεγαλύτερες από την ηλικία του τεχνολογικού πολιτισμού μας.

Στο Εργαστήριο ασχολούμαστε με την αλληλεπίδραση βαρυτικών κυμάτων με πλάσμα. Τα βαρυτικά κύματα αποτελούν ένα νέο παράθυρο παρατήρησης του Σύμπαντος, πέρα από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, το οποίο αναμένεται να ενεργοποιηθεί τα προσεχή χρόνια με τη λειτουργία ανιχνευτών βαρυτικής ακτινοβολίας. Το ερώτημα στο οποίο προσπαθούμε να δώσουμε απάντηση είναι το κατά πόσο υπάρχει ανταλλαγή ενέργειας μεταξύ των κυμάτων και των σωματιδίων του πλάσματος. Η παλαιότερη αντίληψη ήταν πως κάτι τέτοιο δεν είναι δυνατό, τα αποτελέσματα όμως της ερευνητικής δουλειάς στο Εργαστήριο μας δείχνουν το αντίθετο.

Μια σημαντική κατεύθυνση προσομοιώσεων, που πραγματοποιούνται στον υπερ-υπολογιστή GRAPE του Εργαστηρίου Αστρονομίας, είναι και η εξέλιξη σφαιρωτών σημών, με έμφαση στη δημιουργία διπλών ή τριπλών αστέρων στα κέντρα τους. Συστήματα αυτού του είδους καταλήγουν τελικά σε συγχώνευση των

μελών τους, με ταυτόχρονη εκπομπή βαρυτικής ακτινοβολίας. Οι προσομοιώσεις μας βοηθούν να κατανοήσουμε τα αναμενόμενα χαρακτηριστικά αυτής της ακτινοβολίας.

Τέλος στο Εργαστήριο ασχολούμαστε και με την τριδιάστατη προσομοίωση σε ηλεκτρονικό υπολογιστή της κατάρρευσης ενός αστέρα για τη δημιουργία μελανής οπής. Με τη μέθοδο αυτή έχει ανακαλυφθεί και ένας νέος τρόπος δημιουργίας μελανής οπής.

Διδακτική και κοινωνική προσφορά του Εργαστηρίου Αστρονομίας

Ιωάννης-Χίου Σειραδάκης

Εργαστήριο Αστρονομίας ΑΠΘ

Το Εργαστήριο Αστρονομίας είναι ίσως το πλέον δραστήριο Εργαστήριο του Τμήματος Φυσικής και πιθανώς ολόκληρης της Σχολής Θετικών Επιστημών, ΑΠΘ, όσον αφορά στη διδακτική και κοινωνική προσφορά του.

Προσωπικό

Στον Εργαστήριο εντάσσονται **8 μέλη ΔΕΠ** (το 8% των μελών ΔΕΠ του Τμήματος Φυσικής), **8 μεταδιδακτορικοί συνεργάτες** και **3 υποστηρικτικά μέλη** (Τεχνική, γραμματειακή και γενική υποστήριξη).

Προπτυχιακά μαθήματα

Τα μέλη ΔΕΠ του Εργαστηρίου διδάσκουν **19 Προπτυχιακά μαθήματα** στο Τμήμα Φυσικής και **6** σε άλλα Τμήματα του ΑΠΘ.

Μεταπτυχιακά μαθήματα

Επίσης διδάσκουν **10 Μεταπτυχιακά μαθήματα** στο Τμήμα Φυσικής *Διδακτικά Βιβλία και Σημειώσεις*: Είναι πλούσια η συγγραφική δραστηριότητα των μελών ΔΕΠ του Εργαστηρίου Αστρονομίας, δεδομένου ότι διανέμουν **13 Διδακτικά Βιβλία** και **10 Διδακτικές Σημειώσεις** στα Προπτυχιακά μαθήματα που διδάσκουν και **3 Διδακτικές Σημειώσεις** στα Μεταπτυχιακά μαθήματα.

Πτυχιακές εργασίες

Κατά τα τελευταία 10 χρόνια στον Τομέα έχουν εκπονηθεί περισσότερες από **40 Πτυχιακές εργασίες**, ενώ κατά τα τελευταία 5 χρόνια έχουν εκπονηθεί **4 Διδακτορικές διατριβές**. Οι εργασίες αυτές αναρτώνται στην ιστοσελίδα της *Γκρίζας*

Ηλεκτρονικής Βιβλιογραφίας (e-Library), που φιλοξενεί η ιστοσελίδα του Τομέα Αστροφυσικής, Αστρονομίας και Μηχανικής του Τμήματος Φυσικής. Η ανάρτηση αυτή επιτρέπει την εξάπλωση της γνώσης στους χρήστες του Διαδικτύου. *Υποστήριξη σπουδών σε εκπαιδευτικά ιδρύματα του εσωτερικού και του εξωτερικού:* Κατά τα τελευταία 15 χρόνια τουλάχιστον **50 φοιτητές** του Τμήματος Φυσικής του ΑΠΘ συνεχίζουν τις μεταπτυχιακές σπουδές τους σε άλλα εκπαιδευτικά ιδρύματα του εσωτερικού και του εξωτερικού με την καθοδήγηση και υποστήριξη μελών ΔΕΠ του Εργαστηρίου Αστρονομίας.

Διδακτική απασχόληση

Τα μέλη ΔΕΠ του Εργαστηρίου Αστρονομίας επωμίζονται περισσότερες ώρες διδασκαλίας, από ό,τι συνηθίζεται στα Πανεπιστήμια της χώρας. Κατά μέσο όρο διδάσκουν περίπου **8 ώρες την εβδομάδα** σε κάθε εξάμηνο. Στις ώρες αυτές δεν συμπεριλαμβάνονται ώρες απασχόλησης σε Διδακτορικές Διατριβές και σε Πτυχιακές εργασίες. Επίσης συμμετέχουν συχνά σε Επιτροπές του Τμήματος, του ΑΠΘ ή σε Εθνικές ή Διεθνείς Επιτροπές.

Διδασκαλία της Αστρονομίας

Στο Τμήμα Φυσικής του ΑΠΘ, διδάσκεται το πλουσιότερο πρόγραμμα Αστρονομίας στη χώρα μας και δικαίως θεωρείται το πλέον δραστήριο Τμήμα της χώρας όσον αφορά στην παραγωγή μεταπτυχιακών φοιτητών στην κατεύθυνση της Αστρονομίας. Διδάσκονται: **1 υποχρεωτικό μάθημα και 8 Μαθήματα επιλογής**. Στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής δραστηριότητας, πραγματοποιούνται επίσης **εκπαιδευτικές εκδρομές και ξεναγήσεις φοιτητών** σε σχετικούς με την Αστρονομία χώρους ή φορείς.

Ξεναγήσεις Σχολείων

Στο πλαίσιο του Κοινωνικού Έργου που προσφέρουν τα μέλη ΔΕΠ του Εργαστηρίου Αστρονομίας, το Αστεροσκοπείο επισκέπτονται ετησίως περίπου 50 σχολεία/έτος, δηλαδή περί τους 2000 μαθητές/έτος.

Δημόσιες Ομιλίες:

Πραγματοποιούνται περίπου 50 εκλαϊκευτικές ομιλίες ανά έτος στη Θεσσαλονίκη και γενικότερα στη χώρα μας.

Άρθρα σε εφημερίδες

Μέλη του Εργαστηρίου Αστρονομίας γράφουν περίπου 50 άρθρα ανά έτος στον ημερήσιο τύπο ή σε αντίστοιχα περιοδικά της χώρας μας ή του εξωτερικού.

Παρουσιάσεις σε Ραδιοφωνικούς ή σε Τηλεοπτικούς σταθμούς:

Σημαντική είναι η προσφορά των μελών του Εργαστηρίου για την εκλαΐκευση της γνώσης στη χώρα μας και στο εξωτερικό μέσω παρουσιάσεων σε Ραδιοφωνικούς ή σε Τηλεοπτικούς σταθμούς. Αναφέρονται ενδεικτικά μερικοί: *ET3, FM100, TV100, BBC, ANTENA, Voice of America, NY Public Radio, MAKEΔONIA TV, FM 102.*

Ανοιχτές βραδιές στο Αστεροσκοπείο

Μία φορά το μήνα (καιρού επιτρέποντος), όταν η Σελήνη είναι 4-8 ημερών το Αστεροσκοπείο του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου της Θεσσαλονίκης ανοίγει τις θύρες του για βραδινές παρατηρήσεις στο κοινό της Θεσσαλονίκης. Πολλές φορές, η προσέλευση είναι αθρόα με αποτέλεσμα οι θύρες του Αστεροσκοπείου να παραμένουν ανοιχτές πολύ πέραν της 12ης νυχτερινής. Έχει συμβεί να αποχαιρετίσουμε τους τελευταίους επισκέπτες γύρω στις 04 το πρωί.

8 Ιουνίου 2004: Η Διάβαση της Αφροδίτης

Αξίζει να γίνει ιδιαίτερη μνεία στο σημαντικό αστρονομικό γεγονός της Διάβασης της Αφροδίτης μπροστά από το δίσκο του Ήλιου, στις 8 Ιουνίου 2004. Τη διάβαση κατέγραψαν με τα τηλεσκόπια του Εργαστηρίου Αστρονομίας μέλη του Εργαστηρίου σε συνεργασία με συναδέλφους από το εξωτερικό (κυρίως από τις Ηνωμένες Πολιτείες). Το γεγονός παρακολούθησε πλήθος κόσμος, με δεκάδες τηλεσκόπια που είχαν στηθεί στον περιαύλιο χώρο του Αστεροσκοπείου.

29 Μαρτίου 2006: Ολική έκλειψη ηλίου στο Καστελλόριζο:

Το μοναδικό αυτό φαινόμενο μελέτησαν μέλη του Εργαστηρίου Αστρονομίας σε συνεργασία με συναδέλφους από το εξωτερικό στο ακριτικό νησί του Καστελλόριζου. Με την τεχνική υποστήριξη του ΑΠΘ, η έκλειψη του Ήλιου μεταδόθηκε σε όλο τον κόσμο μέσω δορυφορικής σύνδεσης.

Ομιλίες
Παράλληλων Εκδηλώσεων

Η επανεκκίνηση του μηχανισμού των Αντικυθήρων

Ιωάννης-Χίου Σειραδάκης

Εργαστήριο Αστρονομίας ΑΠΘ

Η διερεύνηση του Μηχανισμού των Αντικυθήρων συνεχίζεται με αμείωτο ενδιαφέρον, φέρνοντας καθημερινά νέα δεδομένα τα οποία δικαιολογούν απόλυτα ότι η συσκευή αυτή είναι τόσο σημαντική για την εξέλιξη της Τεχνολογίας, όσο και η Ακρόπολις για την Αρχιτεκτονική. Χρησιμοποιώντας γρανάζια, μετέφερε τις θεωρητικές γνώσεις για τις κινήσεις των ουρανίων σωμάτων των αρχαίων Ελλήνων σε μια συσκευή εκπληκτικής τεχνολογίας, η οποία τις αναπαρήγαγε πιστά και με μεγάλη ακρίβεια. Ήταν μια μικρού μεγέθους συσκευή, όσο περίπου και το μέγεθος ενός σημερινού Laptop, που μπορούσε εύκολα να μεταφερθεί στη ξηρά ή στη θάλασσα και χρησιμοποιείτο για τον υπολογισμό της θέσης του Ηλίου, της Σελήνης και, πιθανώς, των πλανητών, στον ουρανό. Επίσης ήταν σε θέση να προβλέπει εκλείψεις του Ηλίου και της Σελήνης.

Με την αποκωδικοποίηση του Μηχανισμού των Αντικυθήρων αναθεωρείται και ξαναγράφεται η ιστορία της Τεχνολογίας. Η μελέτη του μοναδικού αυτού ευρήματος, που χρονολογείται πριν από δύο χιλιετίες, επιβεβαίωσε, όχι μόνο τις λιγοστές μέχρι τώρα γραπτές μαρτυρίες για τις άριστες γνώσεις των αρχαίων Ελλήνων στις αέναες αλλά δαιδαλώδεις κινήσεις των ουράνιων σωμάτων, αλλά και την ικανότητά τους να εφαρμόζουν τις γνώσεις αυτές σε τεχνολογικές συσκευές, που ακόμα και σήμερα θα δυσκολευόμασταν να κατασκευάσουμε. Η μελέτη των θραυσμάτων, που ανασύρθηκαν από το βυθό της θάλασσας πριν από 100 περίπου χρόνια, έχει δώσει μια νέα διάσταση στο ζήτημα της εξέλιξης της Τεχνολογίας δια μέσου των αιώνων. Για την κατασκευή του πρέπει να συνεργάστηκαν δύο μεγαλοφυΐες: ένας άριστος γνώστης και ερευνητής της επιστήμης της Αστρονομίας και ένας ταλαντούχος τεχνίτης με πολύ καλές γνώσεις Μαθηματικών.

Ας δούμε όμως πως εξελίχθηκε η ιστορία της ανακάλυψης και η μελέτη του



Εικόνα 1. Ο Έφηβος των Αντικυθήρων. Περίτεχνο μπρούτζινο άγαλμα που ανασύρθηκε από το ναυάγιο των Αντικυθήρων. Αναπαριστά είτε τον Πάρι, ο οποίος προσφέρει το μήλο στη θεά Αφροδίτη είτε τον Περσέα, ο οποίος κρατά το κεφάλι της Μέδουσας.

Μηχανισμού:

Τη Μεγάλη Τρίτη του έτους 1900, δηλαδή στις 4 Απριλίου, σύμφωνα με το Ιουλιανό ημερολόγιο που ίσχυε στη χώρα μας μέχρι το 1923, Συμιακοί σφουγγαράδες, προερχόμενοι από την Αφρική, αναγκάστηκαν να αγκυροβολήσουν στα Αντικύθηρα λόγω σφοδρής θαλασσοταραχής. Εκεί, ορμώμενοι είτε από επαγγελματική περιέργεια είτε για να μαζέψουν νησιόσιμα θαλασσινά, βούτηξαν, και σε βάθος 40 – 50 μέτρων, ανακάλυψαν έναν από τους πιο διάσημους θησαυρούς της αρχαιότητας. Προς μεγάλη τους έκπληξη βρέθηκαν μπροστά σε ένα αρχαίο ναυάγιο, διάσπαρτο στο βυθό της θάλασσας σε μήκος τουλάχιστον 55 μέτρων (δηλαδή επρόκειτο για ένα τεράστιο καράβι), με πλούσιο περιεχόμενο. Λίγους μήνες αργότερα, το Νοέμβριο του 1900, η Εφορεία Αρχαιοτήτων ξεκίνησε μια σειρά συστηματικών ενάλιων ανασκαφών, η οποία διήρκεσε μέχρι το Σεπτέμβριο του 1901. Κατά τη διάρκεια των ανασκαφών ανασύρθηκαν σημαντικά ευρήματα πολλά από τα οποία εκτίθενται σήμερα στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο των Αθηνών, όπως ο *Έφηθος των Αντικυθήρων*, ο περίφημος *Φιλόσοφος των Αντικυθήρων* κ.α. Ανασύρθηκαν και πολλά άλλα αγάλματα, ορειχάλκινα ή μαρμάρινα, σκεύη διατροφής και διασκέδασης (π.χ. μια μικρή λύρα), αμφορείς, ξύλινα τμήματα του πλοίου, κ.α. Ανάμεσα στα ευρήματα ήταν και ο *Μηχανισμός των Αντικυθήρων*. Πιθανώς, όταν ανασύρθηκε έμοιαζε με ένα απολιθωμένο όγκο με δείγματα ορείχαλκου, στον οποίο υπήρχαν εμφανώς γράναζια και γράμματα.

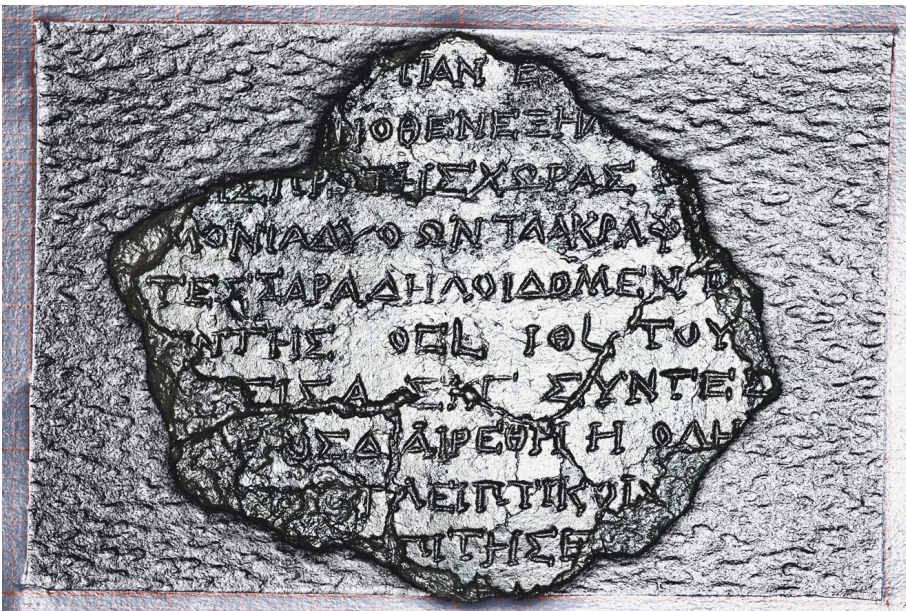
Κατά τη δεκαετία του '70, ο περιηγητής Jacques Cousteau συνέβαλε στην ανασκαφή με το σκάφος του «Καλυψώ» και ομάδα εκπαιδευμένων δυτών, μεταξύ των οποίων και ο (φοιτητής τότε) Λευτέρης Τσαβλέρης. Ιδιαίτερα χρήσιμη για τη χρονολόγηση του ναυαγίου ήταν η εύρεση νομισμάτων από την Πέργαμο, κοπής μεταξύ 86 – 67 π.Χ., μερικών αγαλματιδίων και η ανέλκυση ενός μεγάλου ξύλινου τμήματος του καραβιού.

Ο *Μηχανισμός* είναι ένα εξαιρετικά πολύπλοκο αστρονομικό όργανο με τουλάχιστον 30 συνεργαζόμενα γράναζια, η πολυπλοκότητα του οποίου είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτήν όλων των συσκευών που κατασκευάστηκαν κατά την επόμενη χιλιετία. Κατασκευάστηκε κατά το δεύτερο ήμισυ του 2^{ου} π.Χ. αιώνα, πιθανότατα στη Ρόδο, όπου την εποχή αυτή, άνθιζε η επιστήμη της Αστρονομίας. Στη Ρόδο πέθανε το 120 π.Χ. ο μεγαλύτερος αστρονόμος της αρχαιότητας, ο Ίππαρχος. Εκεί έζησε, επίσης, ο γνωστότατος Στωικός φιλόσοφος και αστρονόμος, Ποσειδώνιος ο Ρόδιος.

Η ανακάλυψη του ναυαγίου των Αντικυθήρων υπήρξε το αντικείμενο πλήθους δημοσιευμάτων σε αρχαιολογικά και άλλα περιοδικά αλλά και σε εκατον-



Εικόνα 2. Ο τομογράφος ακτίνων Χ της εταιρείας X-Tek, που χρησιμοποιήθηκε για τη διερεύνηση του Μηχανισμού των Αντικυθήρων, ζύγιζε 8.5 τόνους. Η μεταφορά του από τη Μ. Βρετανία και η εγκατάστασή του στις εργαστηριακές αίθουσες του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου απαιτούσε λεπτούς χειρισμούς.



Εικόνα 3. Η τεχνική της πολλαπλής φωτογράφισης των θραυσμάτων της εταιρείας Hewlett-Packard επέτρεψε την πιστή ανάγνωση των λεπτομερειών της επιφάνειας των θραυσμάτων.

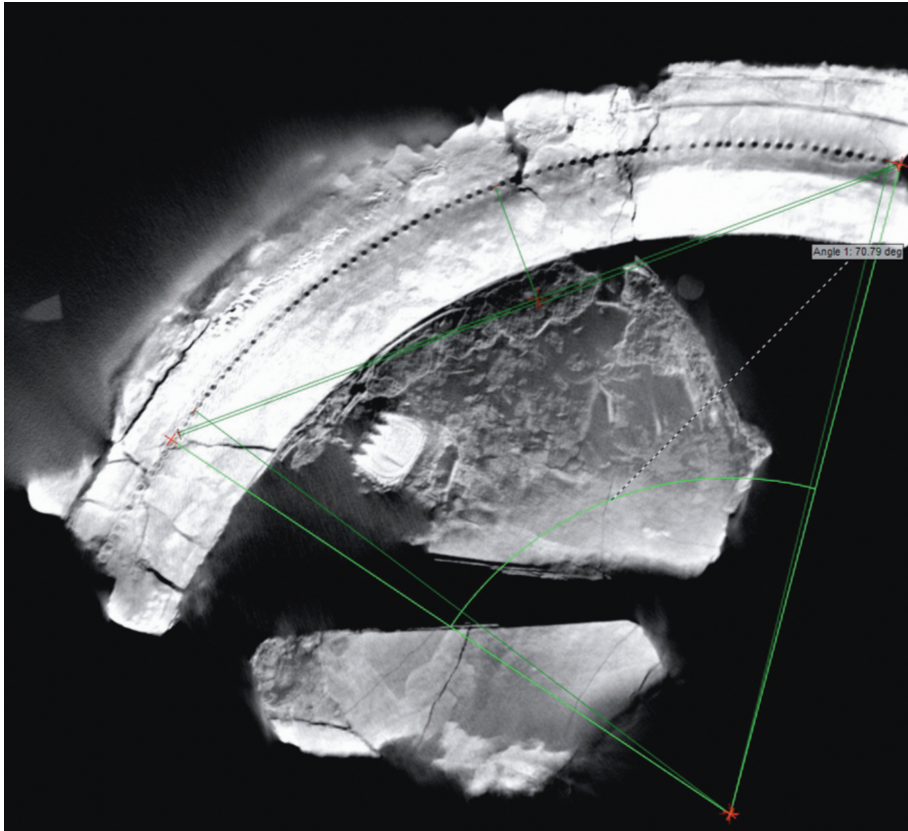
τάδες δημοσιεύματα στον ελληνικό (κυρίως) και ξένο τύπο. Πρωτεύουσα θέση σε αυτά τα δημοσιεύματα δόθηκε, καταρχήν, στο θαυμάσιο άγαλμα του Εφήβου των Αντικυθήρων και στην αναστήλωση του από το Γάλλο ειδικό André. Αίσθηση προκάλεσε η εύρεση των θραυσμάτων του Μηχανισμού των Αντικυθήρων στα κιβώτια των ανελκυσθέντων από το ναυάγιο αντικειμένων από το διευθυντή του Αρχαιολογικού Μουσείου, Βαλέριου Στάη. Το 1903 ο υποπλοίαρχος Περικλής Ρεδιάδης δημοσίευσε ένα εκτενές άρθρο για το Μηχανισμό. Στο δημοσίευμα αυτό, αλλά και σε άλλα της ίδιας εποχής, ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων περιγράφεται ως αστρονομικό όργανο, ως αστρολάβος και ως όργανο ναυσιπλοΐας.

Κατά τη δεκαετία του 1930 ο ναύαρχος Ι. Θεοφανίδης μελέτησε τα θραύσματα του Μηχανισμού των Αντικυθήρων και κατασκεύασε το πρώτο αντίγραφο.

Τα δημοσιεύματα του τύπου κέντρισαν το ενδιαφέρον του Βρετανού Φυσικού και Φιλόσοφου των Επιστημών, Derek de Solla Price, που εργαζόταν στο Πανεπιστήμιο Yale των Ηνωμένων Πολιτειών, ο οποίος, με τη συνεργασία και βοήθεια του Χαράλαμπου Καρακάλου, από το Ερευνητικό Κέντρο «Δημοκριτος», μελέτησε διεξοδικά το Μηχανισμό των Αντικυθήρων. Το 1974 δημοσίευσε ένα εκτενές άρθρο στο περιοδικό *Scientific American* με τίτλο «Γρανάζια από τους Έλληνες». Στο άρθρο αυτό ισχυριζόταν ότι ο Μηχανισμός είναι ένα πολύπλοκο αστρονομικό όργανο, το οποίο μάλιστα περιείχε μια διάταξη γριναζιών, όπως αυτή που υπάρχει στα διαφορικά γριναζία που χρησιμοποιούμε σήμερα στα αυτοκίνητα. Ο de Solla Price εργάστηκε πάνω από 30 χρόνια, μελετώντας το Μηχανισμό και στο άρθρο του αναφέρει επιγραμματικά ότι “είναι το παλαιότερο δείγμα επιστημονικής τεχνολογίας που διασώζεται μέχρι σήμερα και αλλάζει τελείως τις απόψεις μας για την αρχαία ελληνική τεχνολογία”.

Τη σκυτάλη από τον Price πήραν στις αρχές του 1980 οι Alan Bromley και Michael Wright. Ο δεύτερος μάλιστα εξακολουθεί να μελετά εντατικά το Μηχανισμό μέχρι σήμερα. Η ομάδα αυτή, μετά από πολυετή μελέτη, απέρριψε την ύπαρξη του διαφορικού γριναζιού και εισήγαγε μερικές καινοτόμες ιδέες για τη χρήση του Μηχανισμού. Για παράδειγμα, πρότεινε ότι οι κλίμακες στην όπισθεν πλευρά του Μηχανισμού, περιλαμβάνουν ελικοειδείς σπείρες και όχι ομόκεντρους κύκλους. Τη σημασία αυτής της διαφοράς θα την αναλύσουμε παρακάτω.

Στις αρχές του 2001 μια ομάδα Ελλήνων και ξένων ερευνητών, στην οποία συμμετείχαν επιστήμονες από το Πανεπιστήμιο του Cardiff της Μ. Βρετανίας (Mike Edmunds, Antony Freeth), το Πανεπιστήμιο Αθηνών (Ξενοφών Μουσάς, Ιωάννης Μπιτσάκης) και το Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (Ιωάννης Σειραδάκης) δημιούργησαν την «Ομάδα Διερεύνησης του Μηχανισμού των Αντικυθήρων».



Εικόνα 4. Τομογραφία του θραύσματος Β στην οποία φαίνεται καθαρά τμήμα των 365 σπών της κλίμακας των μηνών για τον υπολογισμό των δίσεκτων ετών. Οι λεπτές γραμμές σχεδιάστηκαν με τη βοήθεια του λογισμικού της εταιρείας *Volume Graphics* για την ακριβή καταμέτρηση των σπών.

Μετά από αλλεπάλληλες, άκαρπες αιτήσεις προς το Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο (Μάρτιος 2001 – Αύγουστος 2004) η άδεια, τελικά, υπεγράφη από τον τότε Υπουργό Πολιτισμού Πέτρο Τατούλη, τον Απρίλιο 2005, μετά από προσωπική παρέμβασή του. Το έργο ετέθη υπό την αιγίδα του Υπουργείου Πολιτισμού και, με την ευγενική χορηγία του Ιδρύματος *Leverhulme* της Μ. Βρετανίας, πραγματοποιήθηκε μια νέα μελέτη του Μηχανισμού χρησιμοποιώντας σύγχρονα μέσα τεχνολογίας (π.χ. τομογραφία ακτίνων Χ με διακριτική ικανότητα 0.04 mm, οπτική φωτογράφιση με περιφερειακό φωτισμό, κ.α). Με την έναρξη των μετρήσεων, στην ομάδα συμμετείχαν η Ελένη Μάγκου και Μαρία Ζαφειροπούλου από το Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο των Αθηνών και αργότερα ο Αγαμέμνων Τσελίκας από το Μορφωτικό Ίδρυμα της Εθνικής Τραπέζης. Στις 30 Νοεμβρίου (14 μήνες

μετά την έναρξη της λήψης των μετρήσεων) η ερευνητική ομάδα ανακοίνωσε τα αποτελέσματα της μελέτης στο διεθνές περιοδικό “Nature” και συγχρόνως σε ένα συνέδριο που έλαβε χώρα στην Αθήνα, σε συνεργασία με το Μορφωτικό Ίδρυμα της Εθνικής Τραπέζης.

Τα αποτελέσματα της έρευνας, είναι εκπληκτικά: βρέθηκαν άγνωστες επιγραφές στο εσωτερικό του Μηχανισμού και διαβάστηκαν κείμενα χαμένα για πάνω από 2000 χρόνια! Η υψηλή διακριτική ικανότητα των μετρήσεων και η προσεκτική μελέτη των επιγραφών και των γραναζιών επέτρεψε στην ερευνητική ομάδα να παρουσιάσει μια συνολική, κατά το δυνατόν, λύση στο μυστήριο της λειτουργίας του Μηχανισμού. Τα μέχρις στιγμής συμπεράσματα επιβεβαιώνουν ότι ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι ένα φορητό αστρονομικό όργανο, τόσο περίπλοκο που δεν είναι περίεργο πως θεωρείται ότι είναι ο πρώτος σύνθετος (αναλογικός) υπολογιστής που κατασκευάστηκε ποτέ. Ήταν δηλαδή ένα Laptop της εποχής του!

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων εμπεριείχετο πιθανώς σε ένα ξύλινο κουτί (πυξίδα) διαστάσεων 30 εκ. × 20 εκ. × 10 εκ. και προστατευόταν με δύο μπρούτζινες πλάκες (πορτούλες). Ο μπρούτζος ήταν αρκετά μαλακός (περιείχε 4 – 10 % κασσίτερο).

Στην μπροστινή πλευρά υπάρχουν δύο ομόκεντροι κύκλοι (εξωτερικός και εσωτερικός). Στην πίσω πλευρά υπάρχουν δύο ελικοειδείς σπείρες (η πάνω, με 5 έλικες, το συνολικό μήκος των οποίων διαιρείται σε 235 τμήματα και η κάτω, με 4 έλικες, το συνολικό μήκος των οποίων διαιρείται σε 223 τμήματα). Δίπλα σε κάθε ελικοειδή σπείρα υπάρχουν δύο μικροί κύκλοι με 4 υποδιαιρέσεις στον πάνω και 3 υποδιαιρέσεις στον κάτω.

Ο χειριστής του Μηχανισμού, μπορούσε να επιλέξει, με τη βοήθεια ενός δείκτη μια οποιαδήποτε ημέρα από τις 365 που περιείχε ο εξωτερικός ετήσιος κύκλος της μπροστινής πλευράς του Μηχανισμού. Ο δείκτης αυτός έφερε πιθανώς στη μύτη του ένα «*χρυσούν σφαιρίον*», που περιγράφεται στις επιγραφές με οδηγίες χρήσεως, που πλουσιοπάροχα έφερε ο Μηχανισμός. Η επιλογή της ημέρας γινόταν με τη βοήθεια ενός μικρού περιστρεφόμενου στροφείου (μανιβέλας). Κάθε ημέρα, βέβαια, ο Ήλιος βρίσκεται σε μια ορισμένη θέση στον κύκλο των 12 ζωδιακών αστερισμών, που αναγράφονταν σε ένα εσωτερικό ομόκεντρο (προς τον ετήσιο) ζωδιακό κύκλο. Τα δίσεκτα έτη λαμβάνονταν υπόψη, μετατοπίζοντας τη θέση του ετήσιου κύκλου ως προς το ζωδιακό κατά μία ημέρα κάθε 4 έτη.

Κατά την επιλογή της ημερομηνίας με το στροφέιο, τουλάχιστον πέντε άλλοι δείκτες κινούνταν και έδειχναν:



Εικόνα 5. Αναπαράσταση των επιγραφών από την εμπρόσθια μπρούτζινη πλάκα του Μηχανισμού των Αντικυθήρων. Γίνεται αναφορά στην περιφορά του πλανήτη Αφροδίτη γύρω από τον Ήλιο. Η λέξη «ΣΤΗΡΙΓΜΟΣ», η οποία εμφανίζεται συχνά, αναφέρεται στη μέγιστη αποχή (γωνιώδη απόσταση) του πλανήτη από τον Ήλιο.

(α) Στη μπροστινή πλευρά: τη θέση της Σελήνης ανάμεσα στους ζωδιακούς αστερισμούς (και τη φάση αυτής με τη βοήθεια ενός (αργυρού) «ελάσσονος σφαιρίου»).

(β) Στην πάνω ελικοειδή σπείρα της πίσω πλευράς: τη μηνιαία θέση της Σελήνης στον επονομαζόμενο κύκλο του Μέτωνος (235 συνοδικοί μήνες της Σελήνης, που με αρκετά καλή προσέγγιση διαρκούν 19 έτη μείον ένα τέταρτο της ημέρας). Στο εσωτερικό της σπείρας υπήρχε μια μικρή κυκλική κλίμακα, που πιθανόν αποτελούσε ένα τετραετές ημερολόγιο.

(γ) Στην κάτω ελικοειδή σπείρα της πίσω πλευράς ο δείκτης έδειχνε την περίοδο Saros, η οποία διαρκεί 223 μήνες (18 έτη και 11 ημέρες). Με την περίοδο Saros μπορούσε ο χειριστής να βρει την πιθανότητα να συμβούν ηλιακές ή σεληνιακές εκλείψεις. Για να έχουμε έκλειψη (Ηλίου ή Σελήνης) πρέπει ο Ήλιος, η Σελήνη και η Γη να βρίσκονται περίπου σε ευθεία γραμμή. Αυτό συμβαίνει τουλάχιστον δύο φορές το χρόνο. Επειδή η διεύθυνση της ευθείας αυτής περιστρέφεται στον ουρανό και κάνει μια πλήρη περιστροφή σε 223 μήνες (περίοδος Saros), εξυπακούεται ότι η διαδοχή των εκλείψεων επαναλαμβάνεται κάθε 223 μήνες. Επομένως, γνωρίζοντας ο χειριστής εκλείψεις του παρελθόντος, ήταν σε

θέση να προβλέψει μελλοντικές εκλείψεις. Πράγματι, σε μερικά από τα 223 τμήματα (που αντιστοιχούσαν σε μήνες που έγιναν εκλείψεις) υπάρχουν συμβολικές επιγραφές, που αναφέρουν την ημέρα και την ώρα εκλείψεων!

Είναι προφανές ότι ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων ήταν ένα πολύπλοκο όργανο. Έτσι δεν είναι περίεργο ότι συνοδευόταν και από ένα εκτεταμένο και αναλυτικό εγχειρίδιο χρήσεως (user's manual). Οι προστατευτικές μπρούτζινες πλάκες, που αναφέρθηκαν παραπάνω, ήταν γεμάτες με επιγραφές. Μέχρι τώρα έχουν διαβαστεί περίπου 1500 εγχάρακτα γράμματα, όλα της ελληνικής αλφαβήτου, τα οποία βεβαίως, σχηματίζουν λέξεις και προτάσεις, που αναφέρονται σε αστρονομικούς, γεωγραφικούς και τεχνικούς όρους. Το ύψος των περισσοτέρων γραμμάτων είναι, κατά μέσο όρο, 2.17 χιλιοστά. Φαίνεται ότι ήταν σμιλευμένα με πολύ λεπτά εργαλεία.

Σημαντική είναι η ανακάλυψη της λέξης «ΙΣΠΑΝΙΑ», ανάμεσα στις επιγραφές, που πιθανώς αποτελεί την πρώτη γραπτή χρήση της λέξεως. Οι αρχαίοι Έλληνες χρησιμοποιούσαν τη λέξη «ΕΣΠΕΡΙΑ» (επειδή η Ισπανία βρίσκεται δυτικά της χώρας μας, προς τη διεύθυνση που δύνει ο Ήλιος την εσπέρα), ή «ΗΒΗΡΙΑ». Η λέξη «ΙΣΠΑΝΙΑ» είναι, βέβαια, αρχαιότατη, αλλά χρησιμοποιήθηκε επισήμως, για πρώτη φορά από τους Ρωμαίους.

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, ιδιαίτερα μετά το διήμερο συνέδριο, που πραγματοποιήθηκε στην Αθήνα στις 30 Νοεμβρίου 2006, και τη δημοσίευση σχετικού άρθρου στο υπ αριθμό 1 διεθνές επιστημονικό περιοδικό, το περιοδικό *Nature*, έχει κινήσει το παγκόσμιο ενδιαφέρον τόσο του επιστημονικού κόσμου όσο και του κοινού. Η αξία της δημοσίευσης αναγνωρίστηκε πανηγυρικά από την επιστημονική κοινότητα μέσω της ζήτησης που έτυχε. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να ανακηρυχθεί από το περιοδικό στις “κορυφαίες δέκα” (top ten) δημοσιεύσεις του μηνός Νοεμβρίου 2006 και μάλιστα με τον αριθμό 1! Ανταποκρινόμενη η *Ομάδα Διερεύνησης του Μηχανισμού των Αντικυθήρων* στην πιεστική αναζήτηση πληροφοριών σχετικών με την πρόοδο της μελέτης, έχει δημιουργήσει την ιστοσελίδα:

<http://www.antikythera-mechanism.gr>

για την ενημέρωση του κοινού και των ειδικών. Η ιστοσελίδα ανανεώνεται περιοδικά και περιλαμβάνει τελευταία νέα, απαντήσεις σε βασικά ερωτήματα, άρθρα, εικόνες, βίντεο και άλλες πληροφορίες.

Είναι προφανές, από τη σύντομη αυτή περιγραφή, ότι ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων αποτελεί ένα σημαντικότερο τεκμήριο για τις ικανότητες των αρχαίων Ελλήνων. Λαμβάνοντας υπόψη τις δυνατότητες της εποχής, θα μπορούσε εύκολα να καταταχθεί ισοδύναμα μεταξύ των επτά θαυμάτων της αρχαιότητας, δεδο-

LETTERS

Decoding the ancient Greek astronomical calculator known as the Antikythera Mechanism

T. Freeth^{1,2}, Y. Bitsakis^{3,5}, X. Moussas³, J. H. Seiradakis⁴, A. Tselikas⁵, H. Mangou⁶, M. Zafeiropoulou⁶, R. Hadland⁷, D. Bate⁷, A. Ramsey⁷, M. Allen⁷, A. Crawley⁷, P. Hockley⁷, T. Malzbender⁸, D. Gelb⁸, W. Ambrisco⁹ & M. G. Edmunds¹

The Antikythera Mechanism is a unique Greek geared device, constructed around the end of the second century BC. It is known¹⁻⁹ that it calculated and displayed celestial information, particularly cycles such as the phases of the moon and a luni-solar calendar. Calendars were important to ancient societies¹⁰ for timing agricultural activity and fixing religious festivals. Eclipses and planetary motions were often interpreted as omens, while the calm regularity of the astronomical cycles must have been philosophically attractive in an uncertain and violent world. Named after its place of discovery in 1901 in a Roman shipwreck, the Antikythera Mechanism is technically more complex than any known device for at least a millennium afterwards. Its specific functions have remained controversial¹¹⁻¹⁴ because its gears and the inscriptions upon its faces are only fragmentary. Here we report surface imaging and high-resolution X-ray tomography of the surviving fragments, enabling us to reconstruct the gear function and double the number of deciphered inscriptions. The mechanism predicted lunar and solar eclipses on the basis of Babylonian arithmetic-progression cycles. The inscriptions support suggestions of mechanical display of planetary positions^{14,15}, now lost. In the second century BC, Hipparchos developed a theory to explain the irregularities of the Moon's motion across the sky caused by its elliptic orbit. We find a mechanical realization of this theory in the gearing of the mechanism, revealing an unexpected degree of technical sophistication for the period.

The bronze mechanism (Fig. 1), probably hand-driven, was originally housed in a wooden-framed case¹ of (uncertain) overall size 315 × 190 × 100 mm (Fig. 2). It had front and back doors, with astronomical inscriptions covering much of the exterior of the mechanism. Our new transcriptions and translations of the Greek texts are given in Supplementary Note 2 ('glyphs and inscriptions'). The detailed form of the lettering can be dated to the second half of the second century BC, implying that the mechanism was constructed during the period 150–100 BC, slightly earlier than previously suggested¹. This is consistent with a date of around 80–60 BC for the wreck^{1,16} from which the mechanism was recovered by some of the first underwater archaeology. We are able to complete the reconstruction¹ of the back door inscription with text from fragment E, and characters from fragments A and F (see Fig. 1 legend for fragment nomenclature). The front door is mainly from fragment G. The text is astronomical, with many numbers that could be related to planetary motions; the word 'sterigmos' (ΣΤΗΡΙΓΜΟΣ, translated as 'station' or 'stationary point') is found, meaning where a planet's apparent motion changes direction, and the numbers may relate to

planetary cycles. We note that a major aim of this investigation is to set up a data archive to allow non-invasive future research, and access to this will start in 2007. Details will be available on www.antikythera-mechanism.gr.

The back door inscription mixes mechanical terms about construction ('trunnions', 'gnomon', 'perforations') with astronomical periods. Of the periods, 223 is the Saros eclipse cycle (see Box 1 for a brief explanation of astronomical cycles and periods). We discover the inscription 'spiral divided into 235 sections', which is



Figure 1 The surviving fragments of the Antikythera Mechanism. The 82 fragments that survive in the National Archaeological Museum in Athens are shown to scale. A key and dimensions are provided in Supplementary Note 1 ('fragments'). The major fragments A, B, C, D are across the top, starting at top left, with E, F, G immediately below them. 27 hand-cut bronze gears are in fragment A and one gear in each of fragments B, C and D. Segments of display scales are in fragments B, C, E and F. A schematic reconstruction is given in Fig. 2. It is not certain that every one of the remaining fragments (numbered 1–75) belong to the mechanism. The distinctive fragment A, which contains most of the gears, is approximately 180 × 150 mm in size. We have used three principal techniques to investigate the structure and inscriptions of the Antikythera Mechanism. (1) Three-dimensional X-ray microfocus computed tomography²⁴ (CT), developed by X-Tek Systems Ltd. The use of CT has been crucial in making the text legible just beneath the current surfaces. (2) Digital optical imaging to reveal faint surface detail using polynomial texture mapping (PTM)^{25,26}, developed by Hewlett-Packard Inc. (3) Digitized high-quality conventional film photography.

¹Cardiff University, School of Physics and Astronomy, Queens Buildings, The Parade, Cardiff CF24 3AA, UK. ²Images First Ltd, 10 Hereford Road, South Ealing, London W5 4SE, UK. ³National and Kapodistrian University of Athens, Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, Panepistimiopolis, GR-15783, Zographos, Greece. ⁴Aristotle University of Thessaloniki, Department of Physics, Section of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, GR-54124 Thessaloniki, Greece. ⁵Centre for History and Palaeography, National Bank of Greece Cultural Foundation, P. Skouze 3, GR-10560 Athens, Greece. ⁶National Archaeological Museum of Athens, 1 Tsoitsis Str., GR-10682 Athens, Greece. ⁷X-Tek Systems Ltd, Tring Business Centre, Icknield Way, Tring, Hertfordshire HP23 4JX, UK. ⁸Hewlett-Packard Laboratories, 1501 Page Mill Road, Palo Alto, California 94304, USA. ⁹Foxhollow Technologies Inc., 740 Bay Road, Redwood City, California 94063, USA.

Εικόνα 6. Στις 30 Νοεμβρίου 2006, στο διεθνές περιοδικό *Nature* δημοσιεύθηκαν τα αποτελέσματα της μελέτης για το Μηχανισμό των Αντικυθήρων. Η δημοσίευση έτυχε μεγάλης διεθνούς αναγνώρισης.



Εικόνα 7. Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων έμοιαζε κάπως έτσι. Το εικονιζόμενο τριδιάστατο πρότυπο κατασκεύασε ο μαθηματικός Διονύσης Κριάρης, χρησιμοποιώντας τα τελευταία αποτελέσματα της νέας μελέτης.

μένου ότι η γνώση που απαιτείται είναι ασφαλώς υψηλότερου επιπέδου και η κατασκευή του σαφώς δυσκολότερη από τις αντίστοιχες για το *Φάρο της Αλεξάνδρειας* ή το *Ναό της Αρτέμιδος* στη Έφεσο. Το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, αναγνωρίζοντας την αξία και τη σπουδαιότητα του Μηχανισμού των Αντικυθήρων για την ανάδειξη της επιστημονικής και τεχνολογικής κληρονομιάς της χώρας μας, θέσπισε μία υποτροφία για την εκπόνηση Διδακτορικής Διατριβής για το Μηχανισμό. Η Διδακτορική αυτή διατριβή εκπονείται στο *Τμήμα Φυσικής*, με έδρα στο *Εργαστήριο Αστρονομίας του Τομέα Αστροφυσικής, Αστρονομίας και Μηχανικής*. Ελπίζουμε ότι σύντομα νέα δεδομένα θα πλαισιώσουν τα ήδη υπάρχοντα, επιτρέποντας μας να αντιληφθούμε ακόμα καλύτερα τη σημασία του Μηχανισμού, τις λεπτομέρειες της κατασκευής του, τη λειτουργία του, τη σχέση του με την ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας των ελληνιστικών χρόνων και τέλος να κατασκευάσουμε ένα ακριβέστερο τριδιάστατο αντίγραφο του πρωτοτύπου, προβάλλοντας με τον καλύτερο τρόπο τόσο την επιστημονική όσο και την τεχνολογική κατάρτιση των αρχαίων Ελλήνων.

Είμαστε μόνοι μας στο Σύμπαν;

Λουκάς Βλάχος

Εργαστήριο Αστρονομίας ΑΠΘ

Εισαγωγή

Η απάντηση στο ερώτημα «Είμαστε μόνοι μας στο σύμπαν;» είναι μάλλον απλή: Με τα παρατηρητικά δεδομένα που διαθέτουμε σήμερα γνωρίζουμε με σιγουριά ότι ζωή έχει εμφανιστεί μόνο στη Γη. Αν λοιπόν σας ενδιαφέρει ένα «ναι» ή ένα «όχι» στο παραπάνω ερώτημα τότε δεν χρειάζεται να διαβάσετε το υπόλοιπο αυτού του άρθρου. Το μεγάλο επιστημονικό ενδιαφέρον που υπάρχει για το θέμα αυτό σήμερα βασίζεται στο ότι, σύμφωνα με ορισμένους ερευνητές, η ζωή είναι ένα από τα κοσμικά φαινόμενα που εύκολα αναπτύσσεται αν υπάρξουν οι κατάλληλες συνθήκες. Δυστυχώς οι περιορισμένες δυνατότητες που διαθέτουμε για την αναζήτηση της ζωής στο σύμπαν δεν μας έχουν επιτρέψει να την ανιχνεύσουμε πουθενά αλλού, ούτε μέσα στο δικό μας ηλιακό σύστημα. Το θέμα λοιπόν που συζητάμε είναι ένα ανοικτό ερευνητικό πρόβλημα του οποίου αξίζει να αναζητήσουμε την λύση. Αν δεν ψάξουμε είναι σίγουρο ότι ποτέ δεν θα μάθουμε την απάντηση. Το κέρδος, αν λύσουμε αυτό το πρόβλημα, θα είναι τόσο μεγάλο που ακόμα και αν μέχρι σήμερα κανένα θετικό αποτέλεσμα δεν έχει καταγραφεί, αξίζει να βρούμε τρόπους για να έρθουμε σε επαφή με τους «γείτονές» μας αν φυσικά υπάρχουν. Θα συζητήσουμε στη συνέχεια τις προσπάθειες που σήμερα γίνονται για να ανακαλύψουμε την πιθανή ύπαρξη ζωής στο σύμπαν.

Θα ήταν χρήσιμο, πριν ξεκινήσουμε την συζήτησή μας, να τονίσουμε ότι στην προσπάθεια να κατανοήσουμε το φαινόμενο της ζωής στο σύμπαν θα ακολουθήσουμε την *επιστημονική μέθοδο*. Θα πρέπει να γίνει σαφές και ποια είναι αυτή η μέθοδος, αλλά και τα πλεονεκτήματά της απέναντι στην επικίνδυνη αχαλίνωτη και ατεκμηριώτη φαντασία που δεν μας προσφέρει πολλά. Η φαντασία και η δημιουργική σκέψη είναι απαραίτητες για να ξεκινήσει η επιστημονική αναζήτηση, αλλά πρέπει στη συνέχεια να ακολουθήσουμε τον δύσκολο δρόμο της επιστημονικής απόδειξης για να τεκμηριώσουμε τα συμπεράσματά μας. Η επιστημονική μέθοδος βασίζεται στη συστηματική πειραματική επιβεβαίωση από περισσότε-



Εικόνα 1. Είναι κανένας εκεί έξω ή ζούμε μόνοι μας στο γαλαξία;

ρους από έναν ερευνητές κάθε θεωρίας, δηλαδή τα αποτελέσματα ενός θεωρητικού υπολογισμού, ενός πειράματος, ή μιας παρατήρησης πρέπει να μπορούν να επαναληφθούν από τρίτους ερευνητές. Στην περίπτωση της ύπαρξης ζωής στο σύμπαν ετοιμαζόμαστε να οικοδομήσουμε μια θεωρία με μόνο ένα σίγουρο πειραματικό στοιχείο (την ύπαρξη ζωής στη Γη) και για τον λόγο αυτό οι γενικεύσεις είναι δύσκολες, αλλά και οι προκαταλήψεις μας παίζουν σημαντικό ρόλο στις σκέψεις μας και στους τρόπους οργάνωσης των αναζητήσεών μας.

Αστροβιολογία

Ο περασμένος αιώνας μπορεί να χαρακτηριστεί ως ο αιώνας της φυσικής. Οι ανακαλύψεις στις αρχές του 20^{ου} αιώνα (κυρίως η θεωρία της σχετικότητας, αλλά και η κβαντομηχανική) έδωσαν τεράστια ώθηση στην επιστήμη και την τεχνολογία. Ο 21^{ος} αιώνας είναι ο αιώνας της *αστροφυσικής* (μελέτη των μηχανισμών εξέλιξης του σύμπαντος) και της *βιολογίας* (μελέτη της εμφάνιση και εξέλιξης της ζωής). Μια νέα επιστήμη δημιουργήθηκε σχετικά πρόσφατα «η *αστροβιολογία*» με σκοπό να μελετήσει την εκκίνηση και εξέλιξη των μορφών ζωής στο σύμπαν. Μια διεπιστημονική προσέγγιση του φαινομένου της εμφάνισης της ζωής πρέπει να αξιοποιήσει τη μοριακή βιολογία, τη χημεία, την οικολογία, την πλανητολογία, την αστρονομία, την πληροφορική, τη διαστημική φυσική, κ.α. Η αστροβιολογία διαπραγματεύεται τρεις βασικές ερωτήσεις: (1) Πώς η ζωή

ξεκινά και εξελίσσεται; (2) Αν υπάρχει πουθενά αλλού ζωή στο σύμπαν και (3) Ποιο θα είναι το μέλλον της ζωής στη Γη και σε άλλες περιοχές του σύμπαντος. Στο πλαίσιο αυτό η αστροβιολογία επίσης:

- Διερευνά τη φύση και την κατανομή των περιοχών που μπορούν να φιλοξενήσουν ζωή (Habitable Zone, HZ) μέσα στον γαλαξία μας.
- Διερευνά το παρελθόν και το παρόν περιοχών που μπορούν να φιλοξενήσουν ζωή στο ηλιακό σύστημα.
- Κατανοεί πώς στο παρελθόν η ζωή έχει αλληλεπιδράσει με το περιβάλλον.
- Μελετά τα όρια της αντοχής και προσαρμοστικότητας της ζωής.
- Μελετά το πώς θα εξελιχτεί η ζωή στη γη και αλλού στο Σύμπαν.
- Μελετά πώς θα αναγνωρίσουμε την «υπογραφή της ζωής» σε άλλους κόσμους.

Στη συνέχεια θα σκιαγραφήσουμε το πολύ δύσκολο ερώτημα: Τι είναι «ζωή» και τι ακριβώς ψάχνουμε;

Πώς θα ορίσουμε την «ζωή»;

Ας ξεκινήσουμε με έναν απλό ορισμό της «ζωής»: Ένα χημικό σύστημα που εξελίσσεται με βάση την θεωρία του Δαρβίνου και μεταβολίζεται απορροφώντας υψηλής ποιότητας ενέργεια από το περιβάλλον. Είναι φανερό ότι η ζωή, παρόλο που είναι διαφορετική από τα πετρώματα, τον αέρα και τη σκόνη, είναι ωστόσο φτιαγμένη από τα ίδια χημικά υλικά. Για να δημιουργήσουμε ζωή χρειαζόμαστε



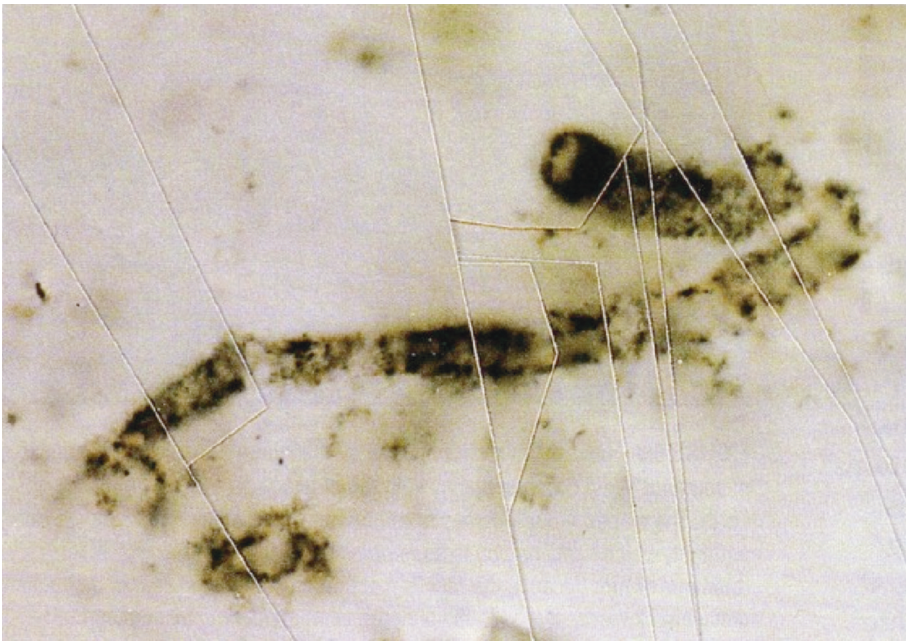
Εικόνα 2. Νερό, DNA, νοημοσύνη, ... Ζωή!

οργανικά μόρια (άνθρακα, οξυγόνο και άζωτο), το νερό και ενέργεια.

Οι κύριες προϋποθέσεις για τη «ζωή» είναι: (1) Να δημιουργηθούν οργανωμένες δομές, οι οποίες να αποτελούνται από ετερογενή χημικά στοιχεία και δομές «κυττάρων», (2) να είναι δυνατή η ανάπτυξη και μετατροπή υλικών από το περιβάλλον σε στοιχεία των οργανισμών, (3) να είναι δυνατή η αντίδραση από επιλεγμένα ερεθίσματα, (4) να επιτυγχάνεται η αναπαραγωγή, δηλαδή να είναι δυνατόν να δημιουργηθούν αντίγραφα από μονάδες μέσα από τον μηχανισμό της γενετικής μεταφοράς και τέλος (5) Να είναι δυνατόν να υπάρξει εξέλιξη, να γίνονται αλλαγές στα χαρακτηριστικά.

Στη Γη η ζωή είναι σχεδόν παντού. Από τις παγωμένες λίμνες τις Ανταρκτικής μέχρι τα υπόγεια ρεύματα με πολύ υψηλές θερμοκρασίες και τα βάθη των ωκεανών, η ζωή «πλημμυρίζει» τη Γη. Όλες οι περιοχές που αναφέραμε έχουν σε αφθονία τα βασικά συστατικά της ζωής(νερό, οργανικά στοιχεία, ενέργεια). Ας δούμε όμως αναλυτικότερα γιατί η «ζωή» χρειάζεται για να αναπτυχθεί το νερό, τα οργανικά στοιχεία και την ενέργεια.

Το νερό είναι απαραίτητο συστατικό γιατί πολλά απλά χημικά στοιχεία πρέπει να ενωθούν και να δημιουργήσουν ανώτερες μορφές. Πολλά από τα απλά χημικά στοιχεία διαλύονται στο νερό που τους επιτρέπει να αναμειχτούν και να αντι-



Εικόνα 3. Απολιθώματα κυττάρων σε βράχους. Ηλικίας περίπου 3.5 δισεκατομμύρια χρόνια.

δράσουν και επίσης το νερό βρίσκεται στην σωστή θερμοκρασία για να εξελιχθούν οι χημικές αντιδράσεις.

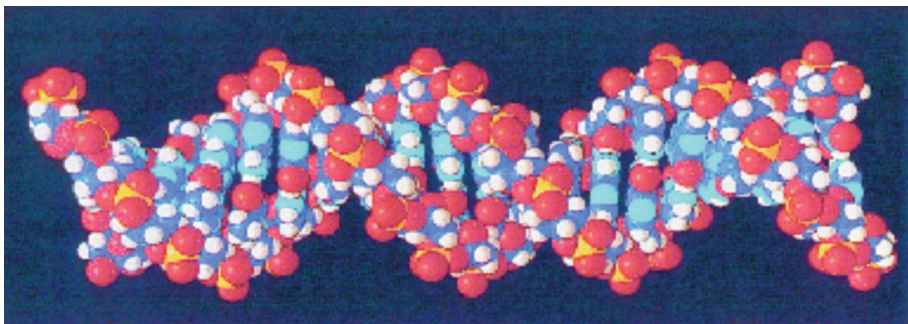
Πολλά χημικά στοιχεία έλκονται ή απωθούνται από το νερό και οι δυνάμεις αυτές βοηθούν τις χημικές αντιδράσεις.

Τα *χημικά στοιχεία* που αποτελούν την βάση της ζωής είναι ο άνθρακας, που έχει την ικανότητα να δημιουργεί αλυσίδες μορίων, το υδρογόνο, που μαζί με το οξυγόνο δημιουργεί πολύπλοκες συνδέσεις με τον άνθρακα και το άζωτο, που μαζί με το οξυγόνο μπορούν επίσης να συνδεθούν με τον άνθρακα με πολλούς διαφορετικούς τρόπους (βλέπε Εικόνα 4). Τέλος, μια σειρά από άλλα στοιχεία είναι χρήσιμα για τη ζωή και υπάρχουν στη Γη.

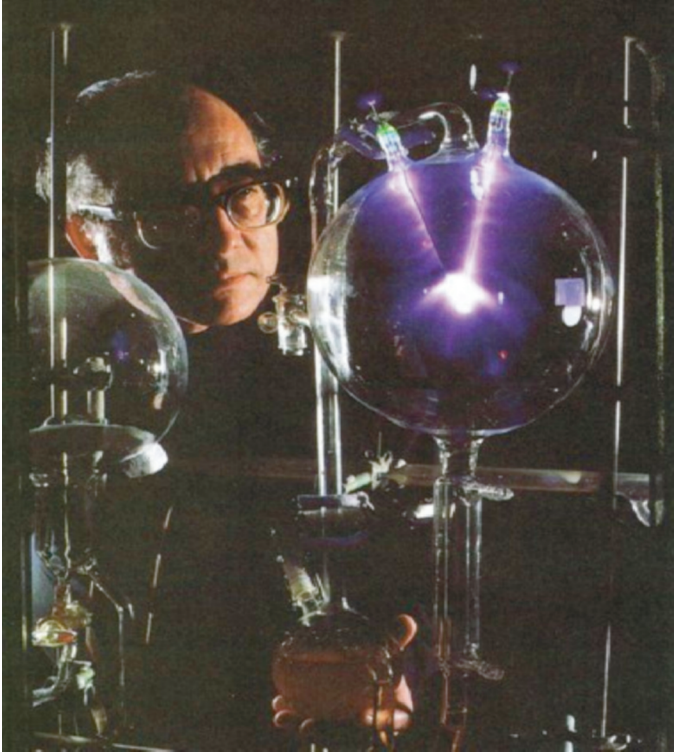
Οι χημικές αντιδράσεις χρειάζονται *ενέργεια* για να αναπτυχθούν. Η φωτοσύνθεση είναι ουσιαστική για την ανάπτυξη των φυτών και ζώων. Ο άνθρωπος επίσης χρειάζεται τα φυτά και τα ζώα για την τροφή του. Άρα, με τον ένα ή τον άλλο τρόπο, η (σταθερή) ηλιακή ενέργεια είναι αποφασιστικής σημασίας για τη ζωή.

Μέχρι πρόσφατα θεωρούσαμε ότι η «ζωή» δεν μπορεί να υπάρχει όσο απουσιάζει το φως του ηλίου. Πρόσφατα αυτό αποδείχθη ότι ήταν λάθος γιατί ανακαλύπτουμε ζωή στα πιο απίθανα μέρη του πλανήτη μας, π.χ. στα βάθη των ωκεανών. Οι μικροοργανισμοί μπορούν να απορροφούν ενέργεια από χημικές ενώσεις που δεν χρειάζονται την παρουσία της ηλιακής ενέργειας. Με αυτήν την παρατήρηση οδηγηθήκαμε στο συμπέρασμα ότι μερικοί δορυφόροι του ηλιακού συστήματος που διαθέτουν άφθονο νερό ακόμα και κάτω από πάγους (π.χ. στην Ευρώπη, δορυφόρο του Δια) μπορούν πιθανά να συντηρούν εξωγήινη «ζωή».

Πώς ξεκίνησε η ζωή στη Γη αποτελεί ένα ενδιαφέρον θέμα που έχει μεγάλη ιστορία. Μεταξύ των βασικών προτάσεων είναι ότι από τα απλά μόρια προχωρήσαμε σε όλο και πιο σύνθετα, μετά προστέθηκε ενέργεια από κεραυνούς



Εικόνα 4. Αλυσίδες μορίων από άνθρακα, υδρογόνο, οξυγόνο και άζωτο.



Εικόνα 5. Εργαστηριακά πειράματα προσομοίωσαν τις συνθήκες που δημιούργησαν ζωή στη Γη πριν αρκετά δισεκατομμύρια χρόνια.

και υπόγειες πηγές υψηλής θερμοκρασίας (hot springs). Τα σύνθετα μόρια με την παρουσία της ενέργειας οδηγήθηκαν σε αμινοξέα.

Το 1953 οι Miller και Urey δημιούργησαν στο εργαστήριο συνθήκες όμοιες με αυτές που υπήρχαν στην επιφάνεια της Γης πριν πολλά δισεκατομμύρια χρόνια και κατάφεραν να δημιουργήσουν αμινοξέα από απλά οργανικά μόρια. Από τα αμινοξέα μπορούμε να οδηγηθούμε στις πρωτεΐνες που αποτελούν την βάση της ζωής. Στη συνέχεια οδηγηθήκαμε σε ένα ακόμα πιο πολύπλοκο μόριο, το DNA, με απίθανες ιδιότητες. Το DNA έχει δύο πολύ ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά: (1) αναπαράγεται και (2) διατηρεί τον κώδικα πάνω στον οποίο κτίζεται η «ζωή». Σήμερα λοιπόν η πλειοψηφία των επιστημόνων πιστεύει ότι πριν μερικά δισεκατομμύρια χρόνια (περίπου 3.8) δημιουργήθηκαν τα πρώτα βακτήρια και από αυτά ξεκίνησαν όλες οι μορφές ζωής στον πλανήτη μας. Παρόλο που η πλειοψηφία των επιστημόνων σήμερα θεωρεί ότι το σενάριο που περιγράψαμε αποτελεί τη βάση της ζωής στη Γη, μερικοί πιστεύουν ότι η «ζωή» ήρθε από διάστημα πάνω σε έναν «κομήτη».

Θα μπορούσαμε λοιπόν να μιλήσουμε για τρία συνεχόμενα στάδια ανάπτυ-

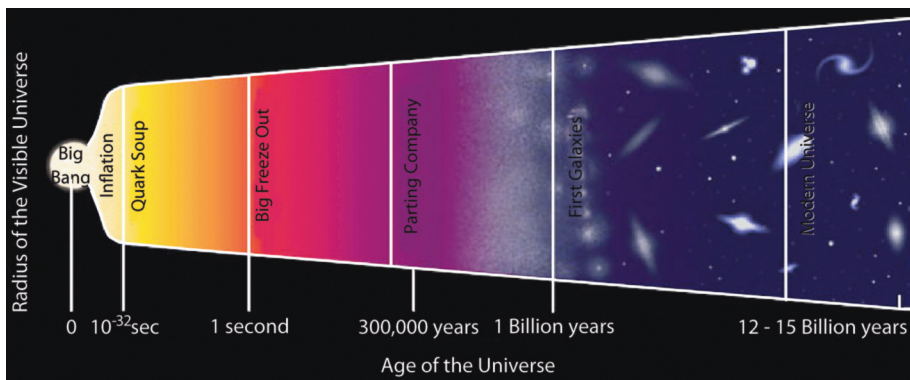
ξης (α) κατώτερη μορφή ζωής-βακτήρια, (β) πολύπλοκες μορφές ζωής, φυτά, ζώα και (γ) άνθρωπος και νοημοσύνη. Όλα τα παραπάνω εξελικτικά στάδια χρειάστηκαν περισσότερα από 4 δισεκατομμύρια, άρα το ηλιακό σύστημα και ο πλανήτης πρέπει να βρίσκεται σε «κοσμική ηρεμία» για ανάλογους χρόνους.

Η πλειοψηφία των βιολόγων υποστηρίζει ότι η ζωή όπως την ξέρουμε στη Γη είναι πολύ σπάνιο φαινόμενο και μάλλον είμαστε μόνοι μας μέσα στο Γαλαξία μας και πιθανόν σε ολόκληρο το σύμπαν. Οι αστροφυσικοί αντίθετα είναι αισιόδοξοι και πιστεύουν ότι η ζωή είναι γενικευμένο φαινόμενο στο σύμπαν και για το λόγο αυτό αξίζει να προσπαθήσουμε να βρούμε δρόμους επικοινωνίας με τους «γείτονές» μας. Θα δούμε στη συνέχεια από πού πηγάζει η αισιοδοξία των αστροφυσικών, αλλά και η απαισιοδοξία των βιολόγων.

Από την μεγάλη έκρηξη μέχρι την εμφάνιση του πλανητικού μας συστήματος

Η ιστορία του σύμπαντος, όπως φαίνεται στην Εικόνα 6, ξεκίνησε πριν περίπου 14 δισεκατομμύρια χρόνια. Το σύμπαν «γεννήθηκε» από μια ασύλληπτα μεγάλη πυκνότητα ενέργειας που το οδήγησε στην «μεγάλη έκρηξη» (Big Bang). Πώς ακριβώς το σύμπαν βρέθηκε σ' αυτή την κατάσταση, πόσο έμεινε εκεί και γιατί οδηγήθηκε στην μεγάλη έκρηξη δεν είναι γνωστά. Δυστυχώς απουσιάζουν τα πειραματικά αποτελέσματα που θα επιβεβαίωναν ή θα διέψευδαν κάθε θεωρητική υπόθεση (και θεωρητικές υποθέσεις έχουμε πολλές).

Την μεγάλη έκρηξη ακολούθησε μια αλληλουχία γεγονότων που ξεκίνησε από την δημιουργία στοιχειωδών σωματιδίων μέσα στον πρώτο επιταχυντή του σύμπαντος, σε κλάσματα του δευτερολέπτου μετά την μεγάλη έκρηξη. Αρχικά

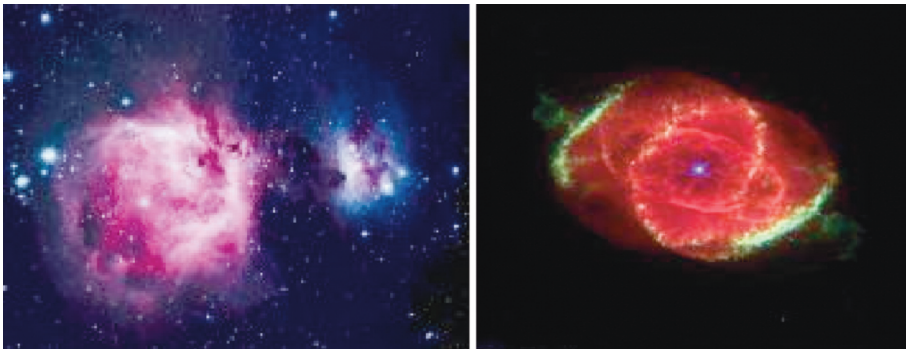


Εικόνα 6. Μια σχηματική αναπαράσταση της «ζωής» του σύμπαντος. Από την μεγάλη έκρηξη (γέννηση) μέχρι σήμερα πέρασαν περίπου 14 δισεκατομμύρια χρόνια.

υπήρχε μόνο ύλη και αντί-ύλη (όταν η ύλη και η αντί-ύλη συναντιούνται μετατρέπονται σε ακτινοβολία). Στο δικό μας σύμπαν, γιατί δεν είναι απίθανο να υπάρχουν και άλλα σύμπαντα με διαφορετικές συνθήκες και παγκόσμιες σταθερές, η ύλη ήταν λίγο περισσότερη από την αντι-ύλη και το μεγαλύτερο ποσοστό της ύλης μετετράπη σε ακτινοβολία. Σήμερα η ακτινοβολία είναι πολλά δεκάτομμύρια φορές περισσότερη από την ύλη και μόλις το 4.4% από την συνολική ενέργεια του σύμπαντος βρίσκεται στα μόρια και άτομα που μπορούμε να παρατηρήσουμε. Η ζωή στηρίζεται σε ένα πολύ μικρό ποσοστό του 4.4% της ορατής ύλης.

Τα αρχικά στοιχεία που δημιουργήθηκαν στο σύμπαν είναι υδρογόνο (hydrogen), ήλιο (helium) and λίθιο (lithium). Αν τίποτα άλλο δεν είχε συμβεί δεν θα υπήρχε ζωή (με βάση όσα είπαμε ήδη) στο σύμπαν. Έχουμε κατασκευαστεί από άνθρακα και αποτελούμε ένα τυπικό δείγμα ζωής βασισμένης σε αυτό το στοιχείο. Πίνουμε νερό, και αναπνέουμε οξυγόνο. Ο άνθρακας και το οξυγόνο δεν δημιουργήθηκαν στη μεγάλη έκρηξη αλλά έχουν δημιουργηθεί στους πυρηνικούς αντιδραστήρες στα κέντρα των αστέρων.

Οι πρώτοι αστέρες δημιουργήθηκαν πριν 200.000.000 χρόνια μετά την μεγάλη έκρηξη. Είχαν μεγάλη μάζα, ακτινοβολούσαν πολλή ενέργεια και έζησαν λίγο μετατρέποντας το υδρογόνο και το ήλιο σε βαρύτερα στοιχεία (μέταλλα). Όταν οι πρώτοι αστέρες πέθαναν και πεθαίνουν εκρηκτικά (supernova) (βλέπε Εικόνα 7) έσπειραν στη γειτονιά τους τα στοιχεία της ζωής (Ca, O). Νέοι αστέρες και νέοι πλανήτες δημιουργήθηκαν από αυτή τη σκόνη και από τα βαρύτερα στοιχεία. Τελικά ο άνθρωπος είναι φτιαγμένος από «αστροσκόνη» που παρασκευάζεται στα κέντρα των αστέρων (βλέπε Εικόνα 7).

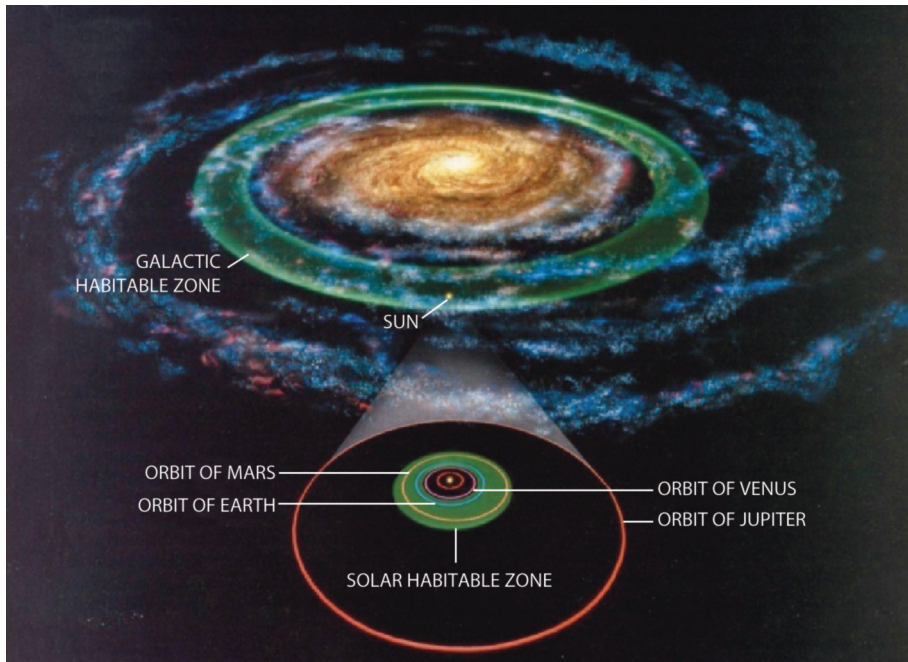


Εικόνα 7. Από τον θάνατο αστεριών προέκυψαν τα μεσοαστικά νέφη που στη συνέχεια θα γίνουν τα λίκνα νέων αστέρων.

Υπάρχει ζωή σε άλλους πλανήτες ή δορυφόρους τους μέσα στο ηλιακό μας σύστημα;

Με βάση όσα γνωρίζουμε μέχρι σήμερα, από όλους τους πλανήτες και δορυφόρους πλανητών του ηλιακού μας συστήματος τουλάχιστον δύο φαίνεται να είναι υποψήφιοι για να φιλοξενήσουν ζωή, ο Άρης και η Ευρώπη, δορυφόρος του Δία. Ο κοντινότερος στον ήλιο πλανήτης (Ερμής) είναι απίθανο να φιλοξενήσει ζωή λόγω της πολύ υψηλής του θερμοκρασίας. Η Αφροδίτη, παρόλο που έχει τις διαστάσεις της Γης, έχει μέση θερμοκρασία 475 βαθμούς Κελσίου.

Ο Άρης έχει μεγάλες πιθανότητες να φιλοξενεί ζωή και έτσι θα τον συζητήσουμε εκτενέστερα, ενώ όλοι οι εξωτερικοί πλανήτες, Δίας, Κρόνος, Ουρανός και Ποσειδώνας είναι «αέριοι» πλανήτες με υψηλή πίεση στην ατμόσφαιρα και χαμηλή θερμοκρασία. Πουθενά δεν μπορούμε να αποκλείσουμε την ύπαρξη ζωής, αλλά αν υπάρχει θα έχει διαφορετική μορφή από την ζωή στη Γη. Συμπεραίνουμε από τα παραπάνω ότι στο Ηλιακό μας σύστημα υπάρχει μια στενή λωρίδα γύρω από τον ήλιο που έχει τη δυνατότητα να φιλοξενεί ζωή. Η ζώνη



Εικόνα 8. Μόνο μία στενή λωρίδα στο επίπεδο του γαλαξία μας μπορεί να φιλοξενήσει ζωή (Habitable Zone). Πολύ κοντά στο κέντρο του γαλαξία η ακτινοβολία είναι πολύ ισχυρή, ενώ πολύ μακριά από το κέντρο απουσιάζουν τα συστατικά της ζωής.

αυτή λέγεται «κατοικήσιμη ζώνη» (Habitable Zone) και θα την συμβολίζω στη συνέχεια ΗΖ. Μια ανάλογη ζώνη συναντάμε στον γαλαξία (βλέπε Εικόνα 8).

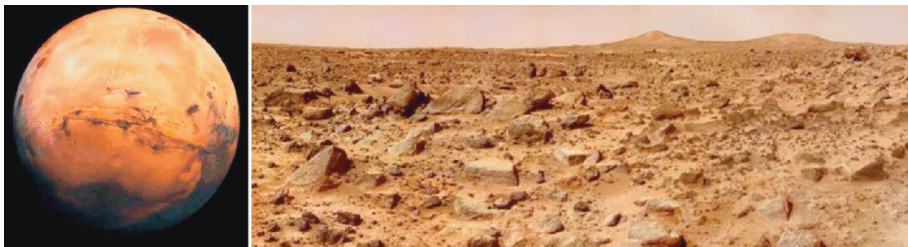
Πολύ κοντά στο κέντρο του γαλαξία η ακτινοβολία Χ- και γ- (ακτίνες πολύ υψηλής ενέργειας) δεν θα αφήσουν ζωή να αναπτυχθεί, ενώ πολύ μακριά από το γαλαξία τα χημικά στοιχεία πάνω στα οποία βασίζεται η ζωή απουσιάζουν. Τελικά διαπιστώνουμε, μετά από πολλές προσεκτικές μελέτες, ότι το σύμπαν δεν είναι ιδιαίτερα φιλόξενο στη μορφή ζωής που αναπτύχθηκε στο πλανήτη μας.

Ένας πλανήτης που έχει τραβήξει το ενδιαφέρον των αστρονόμων για πολλά χρόνια είναι ο Άρης. Ιστορίες για κανάλια στον Άρη και «Αρειανούς» έχουμε ακούσει όλοι μας. Αργότερα ανακαλύψαμε ότι τα «κανάλια» ήταν θύελλες από άμμο και παρόλο που επισκεφτήκαμε τον Άρη με διαστημόπλοια... Αρειανούς δεν ανακαλύψαμε! Οι σύγχρονες παρατηρήσεις έδειξαν ότι δεν υπάρχουν «νοήμονα όντα» στον Άρη και οι έρευνες από διαστημόπλοια που έφτασαν στην επιφάνεια του γείτονά μας, βρήκαν μόνο στοιχεία που αποδεικνύουν ότι είχε μεν στο παρελθόν νερό αλλά σήμερα είναι ξερός και η θερμοκρασία στην επιφάνεια μπορεί να φθάσει μέχρι τους 20 βαθμούς Κελσίου, συνήθως είναι κάτω από το μηδέν (Εικόνα 9). Τα πειράματα από τους δορυφόρους Viking 1 και 2 έδειξαν ότι δεν υπάρχουν ενδείξεις για ζωή, αλλά ούτε και μπορούν με σιγουριά να την αποκλείσουμε μια και μόνο ένα πολύ μικρό μέρος της επιφάνειας έχει μελετηθεί προσεκτικά.

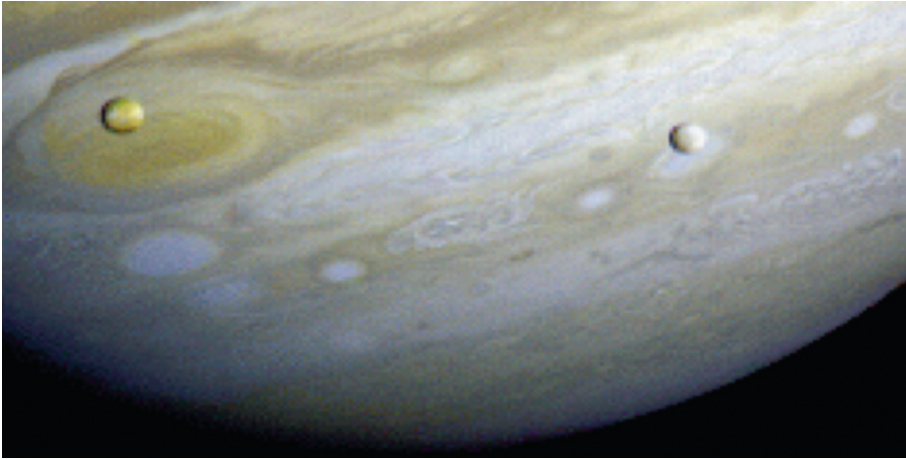
Ο δορυφόρος του Δία ή Ευρώπη (Εικόνα 10), είναι ένας ακόμα υποψήφιος για ύπαρξη απλών μορφών ζωής. Η Ευρώπη καλύπτεται από λεπτό και ομαλό πάγο κάτω από τον οποίο μπορεί να υπάρχει υγρό και φυσικά η πιθανότητα να φιλοξενεί μικροοργανισμούς είναι μεγάλη.

Η αναζήτηση πλανητικών συστημάτων στο γαλαξία μας

Μέχρι το 1995 γνωρίζαμε μόνο τους πλανήτες που περιστρέφονται γύρω από τον ήλιο. Το 1995 δύο αστρονόμοι έκαναν μια ιστορική ανακάλυψη παρατηρών-



Εικόνα 9. Ο Άρης (ο κόκκινος πλανήτης) και η επιφάνεια του, όπως φωτογραφήθηκε από τα διαστημόπλοια που τον επισκέφτηκαν.



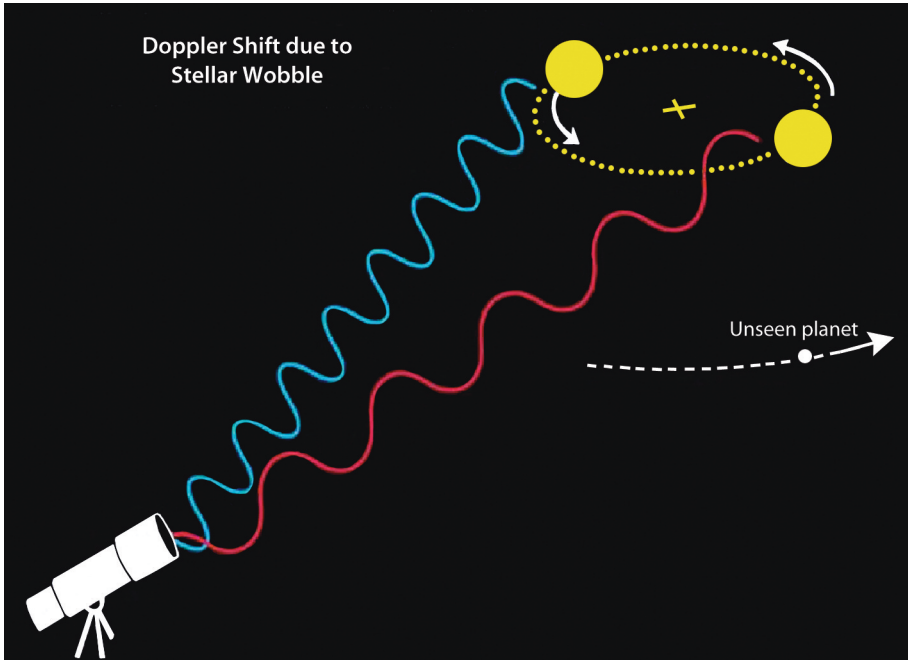
Εικόνα 10. Οι δορυφόροι του Δία, Ιό και Ευρώπη.

τας για πρώτη φορά πλανήτες γύρω από τον αστέρα Pegasus 51. Η παρατήρηση αυτή δημιούργησε απερίγραπτο ενθουσιασμό και ξεκίνησαν ταυτόχρονα μια σειρά από παρόμοιες έρευνες για να φτάσουμε σήμερα στο σημείο να γνωρίζουμε τουλάχιστο 200 πλανήτες σε ισάριθμα αστέρια στον γαλαξία μας. Υπάρχουν περισσότερα από ένα δισεκατομμύριο αστέρια όμοια με τον ήλιο στον γαλαξία μας και αν ένα σχετικά μεγάλο ποσοστό από αυτά έχει πλανήτες όπως ο ήλιος, καταλαβαίνουμε ότι η πιθανότητα να μοιάζουν μερικοί πλανήτες με την Γη και να βρίσκονται μέσα στην «κατοικήσιμη ζώνη» είναι μεγάλη.

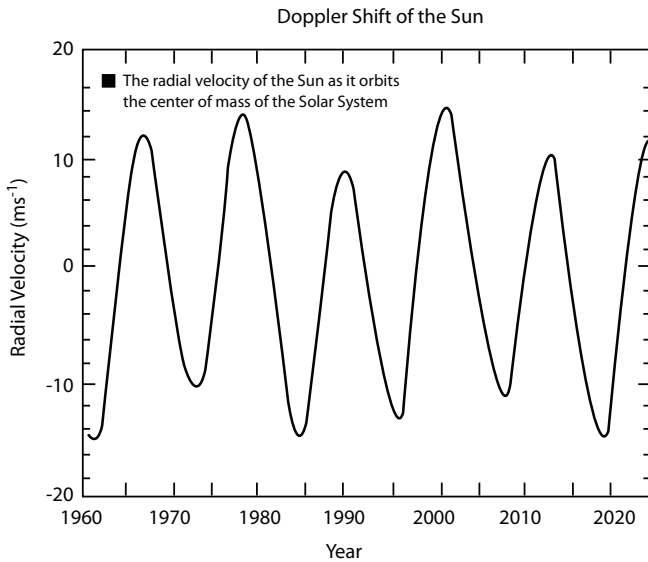
Ένας από τους τρόπους που μπορούμε να ανακαλύψουμε πλανήτες γύρω από αστέρια είναι να παρατηρήσουμε προσεκτικά τις λεπτομέρειες της κίνησης του αστέρα γιατί δεν είναι δυνατόν να παρατηρήσουμε τον πλανήτη. Ο πλανήτης, όταν έχει σχετικά μεγάλη μάζα, αναγκάζει τον αστέρα να εκτελεί περιοδική κίνηση γύρω από ένα νοητό σημείο, το κέντρο μάζας (βλέπε Εικόνα 11). Η κίνηση αυτή είναι γνωστή στη φυσική, ως κίνηση των δύο σωμάτων που έλκονται αμοιβαία με τη δύναμη της βαρύτητας. Τα δύο σώματα εκτελούν ελλειπτικές κινήσεις γύρω από το κοινό του κέντρο μάζας.

Ο Δίας για παράδειγμα αναγκάζει τον ήλιο να εκτελεί μια ανεπαίσθητη κίνηση γύρω από το κοινό τους κέντρο μάζας (Σχήμα 12). Η συχνότητα του φωτός που εκπέμπει το αστέρι εκτελεί μια μετατόπιση προς μπλε, όταν πλησιάζει τον παρατηρητή και προς το κόκκινο όταν απομακρύνεται (στη φυσική αυτό είναι γνωστό ως φαινόμενο Doppler).

Μια άλλη μέθοδος βασίζεται στην ελάττωση του φωτός που παίρνουμε από έναν αστέρα αν περάσει μπροστά του ο πλανήτης. Μέχρι σήμερα έχουμε ανα-



Εικόνα 11. Η κίνηση του αστέρα γύρω από το κέντρο μάζας, δημιουργεί ταλαντώσεις των γραμμών εκπομπής, προς το μπλε και το ερυθρό.



Εικόνα 12. Μικρές ταλαντώσεις που προκαλεί ο Δίας στον Ήλιο, και με βάση αυτή την πληροφορία βρίσκουμε την μάζα και την απόσταση του πλανήτη.

καλύψει μόνο μεγάλους, «αέριους» πλανήτες, όπως ο Δίας. Σύντομα πιστεύουμε ότι θα «δούμε» και μικρότερους.

Ποιες είναι οι απαραίτητες συνθήκες για να ξεκινήσει και να εξελιχθεί η ζωή;

Οι αστρονόμοι πιστεύουν ότι για να ξεκινήσει η ζωή χρειάζεται μόνο να είναι ο πλανήτης στη σωστή θέση στον σωστό αστέρα και καταλήγουν με τις απλές αυτές συνθήκες για ζωή σε πολύ αισιόδοξα αποτελέσματα για την ύπαρξη εξωγήινων πληθυσμών. Μιλάνε για μερικές χιλιάδες στο γαλαξία, αλλά οι βιολόγοι και οι γεωλόγοι παραθέτουν μια μεγάλη λίστα από αναγκαίες συνθήκες για την ύπαρξη της ζωής, που όσο μαθαίνουμε περισσότερα για την ανάπτυξη της ζωής, τόσο και μακραίνει. Συγχρόνως, μικραίνει η πιθανότητα να υπάρχει ζωή με νοημοσύνη σε ένα άλλο πλανήτη. Ας δούμε ποιες είναι όμως οι απαραίτητες συνθήκες για να ξεκινήσει η ζωή (παραθέτουμε στη συνέχεια μόνο τις περισσότερο σημαντικές): (1) Κατάλληλη απόσταση από τον αστέρα (HZ), (2) Κατάλληλη απόσταση από το κέντρο του γαλαξία (HZ), (3) Ο αστέρας να έχει κατάλληλη μάζα



Εικόνα 13. Κρατήρας που δημιουργήθηκε από την πτώση μετεωρίτη διαμέτρου 50 μέτρων. Δημιούργησε κρατήρα διαμέτρου 1000 μέτρων και βάθους 200 μέτρων.

και σύσταση, (4) Ο πλανήτης με κατάλληλη μάζα και δομή, (5) Να υπάρχουν μαγνητικά πεδία για να αποκλίνουν τα υψηλής ενέργειας φορτία από τον αστέρα), (5) Να υπάρχουν ωκεανοί, (6) Ο αστέρας πρέπει να έχει φτάσει σε μια σταθερή κατάσταση ώστε η ενέργεια που εκπέμπει να παραμένει σταθερή, (7) Να υπάρξει πετυχημένο πέρασμα από τις απλές μορφές ζωής σε προχωρημένες μορφές, (8) Να αποφευχθούν μεγάλης κλίμακας καταστροφές (κοσμικές καταστροφές, βλέπε Εικόνα 13), (9) Να υπάρχουν πλανήτες σαν τον Δια (μεταξύ άλλων για να μας προφυλάξει από τους κομήτες, διαφορετικά θα έχουμε συχνές κοσμικές καταστροφές), (10) Να υπάρχουν κοντά δορυφόροι ανάλογοι του φεγγαριού, για να είναι ευσταθής η θέση του άξονα περιστροφής της Γης σε σχέση με την εκλειπτική (tilt stability), (11) Η κίνηση των τεκτονικών πλακών εξασφαλίζει σταθερότητα στην ατμόσφαιρα του πλανήτη, καθώς και μια σειρά από παρόμοιες προϋποθέσεις που παίζουν καθοριστικό ρόλο στην δυνατότητα εμφάνισης και εξέλιξης ζωής στο πλανήτη μας.

Ο Frank Drake προσπάθησε να οργανώσει τις πληροφορίες που αναφέραμε μέχρι τώρα για την ύπαρξη ζωής με νοημοσύνη στο γαλαξία μας κάνοντας χρήση μιας απλής εξίσωσης που φέρει το όνομά του. Η ιδέα ήταν να αξιολογούνται με βάση την πιθανότητα εμφάνιση τους, μια σειρά από γεγονότα που συμβάλλουν στην εμφάνιση ζωής. Επειδή τα γεγονότα είναι ανεξάρτητα, η ταυτόχρονη εμφάνισή τους θα είναι το γινόμενο των πιθανοτήτων να εμφανιστεί το καθένα χωριστά. Αν ονομάσουμε τον αριθμό των πληθυσμών με νοημοσύνη και δυνατότητα επικοινωνίας N_{ic} τότε



Εικόνα 14. Ο Frank Drake και ο Carl Sagan είναι δύο από τα γνωστότερους ερευνητές που βοήθησαν πολύ να αναπτυχθεί ο προβληματισμός μας στην αναζήτηση εξωγήινης ζωής.

$$N_{iC} = R_{iC} \cdot L_{iC}$$

όπου L_{iC} είναι ο χρόνος ζωής ενός πληθυσμού με νοημοσύνη, και R_{iC} είναι ο ρυθμός με τον οποίο ο πληθυσμός δημιουργείται. Είναι φανερό ότι R_{iC} το περιέχει πάρα πολλούς παράγοντες

$$R_{iC} = R_* \cdot P_p \cdot P_e \cdot N_e \cdot P_i$$

όπου R_* είναι ο ρυθμός εμφάνισης αστέρων στον γαλαξία (προσδιορίζεται από την αστρονομία), P_p = η πιθανότητα οι αστέρες να έχουν πλανήτες (αστρονομία), P_e είναι η πιθανότητα να υπάρχει ΗΖ και να διατηρηθεί αρκετά ώστε να προλάβει να αναπτυχθεί ζωή (αστρονομία, Γεωλογία, Βιολογία), N_e είναι ο αριθμός πλανητών στον ΗΖ (Αστρονομία, Γεωλογία, Βιολογία), P_i είναι η πιθανότητα η ζωή να φθάσει το ανώτερο στάδιο και να δημιουργηθεί νοημοσύνη (βιολογία, νευρολογία). Ο υπολογισμός του χρόνου ζωής ενός νοήμονα πληθυσμού (L_{iC}) είναι εξαιρετικά πολύπλοκο θέμα και εμπλέκει πάρα πολλές κοινωνικές κυρίως επιστήμες. Αν οι πληθυσμοί με νοημοσύνη δεν καταστραφούν και αναπτύσσονται συνεχώς, τότε προκύπτει ένα παράδοξο που επισήμανε ο διάσημος Ιταλός φυσικός Enrico Fermi, που απέκλεισε την ύπαρξη ζωής σε άλλους πλανήτες με την περίφημη φράση «Που είναι... γιατί δεν έφτασαν στη Γη ήδη;». Θεωρώντας ότι θα είχαν ήδη φτάσει σε πολύ υψηλά επίπεδα νοητικής ανάπτυξης και θα είχαν αρχίσει πριν πολλά δεσεκατομμύρια χρόνια να στήνουν αποικίες μέσα στον γαλαξία, άρα θα περνούσαν συνεχώς από τη Γη. Το ότι δεν τους είδαμε και δεν τους ακούσαμε ακόμα σημαίνει, σύμφωνα με τον Fermi, ότι δεν υπάρχουν πουθενά.

Οι τιμές που θα δοθούν σε κάθε μία από τις παραμέτρους που εισέρχονται στην Εξίσωση Drake δεν είναι εύκολο σήμερα να προσδιορισθούν με ακρίβεια και μπορεί να αμφισβητηθεί η ορθότητα τους. Από εδώ ξεκινά και η επιστημονική διαφωνία μεταξύ αστρονόμων και βιολόγων. Με βάση την εξίσωση Drake μπορούμε να καταλήξουμε σε τουλάχιστον δύο σενάρια, το αισιόδοξο, που προβλέπει ότι υπάρχουν περίπου 10.000 πληθυσμοί στο γαλαξία μας και το απαισιόδοξο, που καταλήγει στο συμπέρασμα ότι είμαστε μόνοι μας στον γαλαξία. Ακόμα και αν δεχτούμε το αισιόδοξο σενάριο, η απόσταση μεταξύ των γειτόνων είναι τόσο μεγάλη ώστε η επικοινωνία να είναι σχεδόν αδύνατη. Για παράδειγμα μπορούμε να υπολογίσουμε ότι οι 10.000 πληθυσμοί θα βρίσκονται σε μέση απόσταση 1.000 ετών φωτός μεταξύ τους, δηλαδή ένα μήνυμά μας θα κάνει 1.000 χρόνια να πάει και αν απαντήσουν αμέσως θα λάβουμε την απάντηση μετά από 2.000 χρόνια.

Συμπεράσματα και μερικές γενικότερες σκέψεις

Στο άρθρο αυτό αναφερθήκαμε εν συντομία σε μερικά μόνο από τα θέματα που συνδέονται άμεσα με το ερώτημα που θέσαμε στην αρχή: *Είμαστε μόνοι μας στο Σύμπαν;* Τα κύρια σημεία που σταθήκαμε ήταν τα εξής:

Η επιστημονική μέθοδος είναι ο μόνος δρόμος που μπορούμε να εμπιστευτούμε για την αναζήτηση ζωής στο σύμπαν.

Η αναζήτηση ζωής είναι ένα από τα χαρακτηριστικότερα παραδείγματα διεπιστημονικής έρευνας. Η αστροβιολογία είναι μια νέα επιστήμη που συνδυάζει κυρίως την αστρονομία και την βιολογία (αλλά και πολλές ακόμα επιστήμες) και έχει σαν στόχο να απαντήσει το σύνθετο ερώτημα της αναζήτησης ζωής στο σύμπαν.

Είναι δύσκολο να ορίσουμε την «ζωή» αλλά γνωρίζουμε αρκετά για τα συστατικά της, το τρόπο εμφάνισής της στη Γη και την εξέλιξή της. Πολλά θέματα παραμένουν ανοικτά, αλλά έχουμε ένα γενικό σκελετό για να προχωρήσουμε. Το κύριο συμπέρασμά μας από τις έρευνες που έγιναν μέχρι σήμερα είναι ότι οι



Εικόνα 15. Για να βαδίσουμε στο διάστημα χρειαζόμαστε ειδικές στολές. Η υψηλής ενέργειας ακτινοβολία και τα υψηλής ενέργειας φορτία που κυκλοφορούν στο διαστημικό χώρο, μπορεί να βλάψουν την υγεία των αστροναυτών αν δεν προστατευτούν επαρκώς. Ο διαστημικός χώρος είναι αφιλόξενος στη ζωή, όπως την ξέρουμε στη Γη.

απλούστερες μορφές ζωής εμφανίζονται εύκολα στο σύμπαν, αλλά το πέρασμα στις πιο σύνθετες και τέλος η εμφάνιση της νοημοσύνης είναι εξαιρετικά δύσκολο καθώς η εξέλιξη μπορεί εύκολα να διακοπεί από κοσμικές καταστροφές.

Η ζωή στη Γη είναι φτιαγμένη από χημικά στοιχεία που δημιουργήθηκαν στα κέντρα των αστέρων της προηγούμενης γενιάς. *Είμαστε φτιαγμένοι από αστροσκόνη.*

Δυστυχώς, εκτός από την Γη, πουθενά αλλού στο ηλιακό σύστημα ή στον γαλαξία μας δεν έχουμε μέχρι σήμερα ένδειξη ότι υπάρχει ζωή. Αυτό φυσικά δεν αποκλείει την ύπαρξη άλλων μορφών ζωής.

Ανακαλύψαμε τα τελευταία χρόνια πολλούς πλανήτες σε μακρινούς αστέρες. Πιστεύουμε ότι μεγάλα ποσοστά αστέρων συνοδεύονται από πλανήτες που φιλοξενούν κατώτερες μορφές ζωής.

Οι αστρονόμοι είναι αισιόδοξοι για την ύπαρξη ανεπτυγμένων μορφών ζωής και νοημοσύνης ακόμα και στον γαλαξία μας και πιστεύουν ότι μερικές χιλιάδες νοήμονες πολιτισμοί ζουν στο γαλαξία μας. Οι βιολόγοι είναι μάλλον απαισιόδοξοι και πιστεύουν ότι είναι πολύ πιθανόν να είμαστε μόνοι μας στον γαλαξία [το σενάριο αυτό έχει το όνομα Σπάνια Γη (Rare Earth)].

Η μέθοδος που ακολουθήσαμε στην αναζήτηση της ζωής έχει σοβαρά επηρεαστεί από τη ζωή στην Γη. Αυτό μπορεί να είναι και το μοιραίο λάθος στην ανάλυση που παρουσιάσαμε. Το λάθος αυτό το κάναμε πολλές φορές στο παρελθόν, πιστεύοντας ότι είμαστε το κέντρο του σύμπαντος και ότι όλα πρέπει να μας «μοιάζουν» ή να γυρίζουν γύρω μας ή ότι το σύμπαν κατασκευάστηκε για να φιλοξενήσει μόνο εμάς. *Μήπως άλλες μορφές ζωής μπορούν να αναπτυχτούν με ευκολία και να είναι πολύ πιο ανθεκτικές σε κακουχίες από εμάς;*

Θα χρειαζόμασταν ένα ακόμα άρθρο για να συζητήσουμε τις δυνατότητες που διαθέτουμε σήμερα για να επικοινωνήσουμε με νοήμονα όντα και πώς τις αξιοποιούμε [πρόγραμμα SETI (Search for Extra Terrestrial Intelligence)] αλλά και τις δυνατότητες για ταξίδια εκτός του ηλιακού μας συστήματος. Τα θέματα αυτά αποτελούν καυτά προβλήματα και αξίζουν προσεκτικής ανάλυσης αλλά αποφασίσαμε να μην τα θίξουμε στο σύντομο αυτό άρθρο.

Κλείνοντας θα ήθελα να επισημάνω ότι αν μια προηγμένη κοινωνία έψαχνε να πάει κάπου που να υπάρχει κοσμική ηρεμία, θα έβαζε το ηλιακό μας σύστημα πολύ ψηλά στη λίστα της... *Ζούμε σε μια από τις πιο προνομιούχες περιοχές του σύμπαντος.* Θα πρέπει να κάνουμε ό, τι μπορούμε για να προφυλάξουμε αυτόν τον πλανήτη. Ας κρατήσουμε λοιπόν από το άρθρο αυτό μόνο ένα μόνο σύνθημα: «home sweet home»!

Βιβλιογραφία

- Angel, J.R. and Woolf, N.J., *Searching for life on other planets*, Scientific American, April 1996.
- Benett, J. and Shostak, S., *Life in the Universe*, Addison Wesley, 2007.
- Calvin, W. H., *The emergence of Intelligence*, Scientific American, 271, 100,1994.
- Chyba, C.F. and Hand, K. P., *Astrobiology: The study of the living universe*, Annual Review of Astronomy and Astrophysics, **43**, 31.
- Crawford, I., *Where are they?*, Scientific American, December 2002.
- Dick, S.J., *Life in other words*, Cambridge, 1998.
- Dick, S.J., and Strick, J.E., *The living Universe*, Rutgers, 2005.
- Gonzalez, G., Brownlee, D. and Ward, P., *Hostile Universe*, Scientific America, October 2001, p. 52.
- Jerison, H.J., *Evolution of the brain and Intelligence*, Academic Press, 1973.
- Linine, J.I., *Astrobiology*, Addison Wesley, 2005.
- Lunine, J.I., *Earth: Evolution of a Habitable World*, Cambridge, 1999.
- Sagan, C., *Cosmos*, Random House, 1980.
- Tarter, J.C. and Chyba, C., *Is there life elsewhere in the Universe?*, Scientific American, December 1999.
- Ward, P. and Brownlee, D, *Rare Earth: Why complex Life is Uncommon in The universe.* , Copernicus, 2000.

Αστροφυσική με υπερ-υπολογιστές

Νικόλαος Στεργιούλας

Εργαστήριο Αστρονομίας ΑΠΘ

Εισαγωγή

Τα σύγχρονα ανοικτά προβλήματα στην Αστροφυσική απαιτούν τη χρήση εξειδικευμένων υπερ-υπολογιστών για την επίλυσή τους. Η ανάγκη αυτή πηγάζει από δύο λόγους: από τη μια, τα διάφορα αστροφυσικά φαινόμενα είναι πολυσύνθετα, δηλαδή, η σωστή περιγραφή τους απαιτεί τη χρήση πολλών διαφορετικών κλάδων της φυσικής, με αποτέλεσμα η θεωρητική περιγραφή τους να καταλήγει σε μεγάλα συστήματα μη-γραμμικών εξισώσεων που δεν λύνονται αναλυτικά. Από την άλλη, τα περισσότερα αστροφυσικά φαινόμενα είναι πολυδιάστατα (λαμβάνουν χώρα σε δύο ή τρεις διαστάσεις) και καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος χωρικής και χρονικής κλίμακας. Έτσι, απαιτούνται υπολογιστές με τεράστια μνήμη (χιλιάδες φορές περισσότερη από αυτή ενός συνηθισμένου υπολογιστή) και τεράστια υπολογιστική ισχύ. Τέτοιοι υπολογιστές (υπερ-υπολογιστές) λειτουργούν σε αρκετές χώρες (και μάλιστα αναβαθμίζονται συνεχώς) και η επίλυση ανοικτών προβλημάτων στην αστροφυσική αποτελεί μια από τις πιο σημαντικότερες εφαρμογές τους. Πέρα όμως από την ύπαρξη των κατάλληλων υπολογιστών (η συνεχής ανάπτυξη των οποίων είναι καθαρά τεχνικό θέμα και μπορεί να θεωρηθεί δεδομένη) κρίσιμης σημασίας είναι η ανάπτυξη προγραμμάτων (λογισμικού) που υλοποιούν τις προσομοιώσεις αστροφυσικών φαινομένων, χρησιμοποιώντας εξελιγμένες μεθόδους της αριθμητικής ανάλυσης ώστε να διακριτοποιηθούν τα συστήματα των αναλυτικών εξισώσεων που διέπουν τα υπό εξέταση φαινόμενα. Στο άρθρο αυτό θα παρουσιασθούν, εν συντομία, τα κυριότερα χαρακτηριστικά των υπερ-υπολογιστών και των υπολογιστικών μεθόδων που χρησιμοποιούνται καθώς και μια σειρά αποτελεσμάτων που έχουν επιτευχθεί με τη χρήση τους, ως σήμερα, από μέλη του Εργαστηρίου Αστρονομίας του ΑΠΘ.

Υπερ-υπολογιστές

Η υπολογιστική ισχύς μετριέται σε πράξεις κινητής υποδιαστολής ανά δευτερόλεπτο (flop/s: floating point operations per second). Ένας σύγχρονος (2008) επεξεργαστής μπορεί να ξεπεράσει τα 50 Gflop/s (50 δισεκατομμύρια πράξεις ανά δευτερόλεπτο). Παρόλο που πρόκειται για πολύ μεγάλη ισχύ, δεν επαρκεί για την επίλυση των δυσκολότερων προβλημάτων της αστροφυσικής. Για το λόγο αυτό, έχουν κατασκευαστεί υπερ-υπολογιστές (βλ. π.χ. Εικόνα 1), στους οποίους λειτουργούν σε παράλληλη σύνδεση αρκετές χιλιάδες (μέχρι εκατοντάδες χιλιάδες) επεξεργαστές, φτάνοντας σε συνολική ισχύ τις εκατοντάδες τρισεκατομμύρια πράξεις ανά δευτερόλεπτο (εκατοντάδες Tflop/s) (τον Ιούνιο του 2008 υπήρχαν τουλάχιστον 10 υπερ-υπολογιστές με ισχύ μεγαλύτερη των 100 Tflop/s). Στις 9 Ιουνίου 2008, μάλιστα, ανακοινώθηκε η λειτουργία του πρώτου υπερ-υπολογιστή με ονομαστική ισχύ 1 Pflop/s (1 Peta flop/s = 10^{15} flop/s)! Η διαθέσιμη μνήμη σε τέτοιους υπερ-υπολογιστές φτάνει τις δεκάδες Tbyte (δεκάδες τρισεκατομμύρια πραγματικοί αριθμοί), είναι, δηλαδή, χιλιάδες φορές μεγαλύτερη από αυτή ενός κοινού υπολογιστή.

Η λειτουργία των υπερ-υπολογιστών βασίζεται στην *παράλληλη επεξεργασία*, χρησιμοποιώντας ένα λογισμικό διαμοιρασμού της επεξεργασίας ταυτόχρονα



Εικόνα 1. Υπερ-Υπολογιστής Blue-Gene/L.

σε πολλούς επεξεργαστές (MPI για υπερ-υπολογιστές με κατανεμημένη μνήμη ή Open-MP στην περίπτωση κοινής μνήμης). Τα προγράμματα επίλυσης αστροφυσικών προβλημάτων πρέπει πρώτα να προσαρμόζονται στη χρήση του περιβάλλοντος MPI ή του Open-MP προτού καταστεί δυνατή η εκτέλεσή τους σε υπερ-υπολογιστές. Επειδή τα δεδομένα που παράγονται κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των προσομοιώσεων μπορεί να έχουν πολύ μεγάλο μέγεθος, οι υπερ-υπολογιστές ενσωματώνουν και ειδικές συστοιχίες μαγνητικών αποθηκευτικών μέσων, πολύ μεγάλης χωρητικότητας.

Εκτός από τους εξειδικευμένους υπερ-υπολογιστές, μια άλλη τεχνολογική εξέλιξη που έχει ωφελήσει την έρευνα στην αστροφυσική είναι η κατασκευή συστάδων υπολογιστών (clusters). Σ' αυτή την περίπτωση, δεκάδες έως χιλιάδες προσωπικοί υπολογιστές συνδέονται παράλληλα με ειδικά δίκτυα υψηλής ταχύτητας (π.χ. gigabit ethernet ή infiniband), επιτυγχάνοντας υψηλή συνολική υπολογιστική ισχύ με κόστος που είναι ένα μικρό κλάσμα ενός υπερ-υπολογιστή αντίστοιχων δυνατοτήτων. Παράδειγμα αποτελεί το McKenzie Cluster στο Canadian Institute for Theoretical Astrophysics (CITA) το οποίο χρησιμοποιεί 512 υπο-



Εικόνα 2. Συστάδα 512 υπολογιστών (McKenzie Cluster στο CITA).

λογιστές με επεξεργαστή Intel Xeon 2.4Ghz κι έχει συνολική υπολογιστική ισχύ 1.2 Tflor/s (κατασκευάστηκε και χρησιμοποιείται αποκλειστικά για εφαρμογές στην αστροφυσική και την κοσμολογία), βλ. Εικόνα 2.

Με την έλευση των πολυπύρηνων επεξεργαστών (dual core, quad core, cell κλπ.) οι σύγχρονοι υπερ-υπολογιστές και συστάδες υπολογιστών κατασκευάζονται πλέον με τρόπο ώστε η παράλληλη επεξεργασία να γίνεται σε δύο επίπεδα. Σε ενδο-επεξεργαστικό επίπεδο, όπου μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει το πρωτόκολλο OpenMP για να εκτελέσει έναν κώδικα παράλληλα και στο επίπεδο του υπερ-υπολογιστή ή της συστάδας, όπου χρησιμοποιεί κανείς το πρωτόκολλο MPI για παράλληλη επεξεργασία. Έτσι, η συγγραφή ενός παράλληλου κώδικα γίνεται πιο περίπλοκη, όμως το όφελος υπερβαίνει κατά πολύ την προσπάθεια που πρέπει να καταβληθεί.

Μία τρίτη μέθοδος επίτευξης υψηλής επεξεργαστικής ισχύος, που εφαρμόζεται σε ειδικά προβλήματα μόνο, είναι η κωδικοποίηση ορισμένων μαθηματικών πράξεων σε επίπεδο υλικού. Συγκεκριμένα, για τον υπολογισμό της Νευτώνειας βαρυτικής έλξης μεταξύ σωμάτων, έχουν κατασκευαστεί ειδικά ηλεκτρονικά κυκλώματα, όπου οι απαραίτητες πράξεις δεν γίνονται σε επίπεδο λογισμικού, αλλά απ' ευθείας από το ηλεκτρονικό κύκλωμα. Αυτή η τεχνική έχει βρει εφαρμογές στην αστροφυσική, στον υπολογισμό της αμοιβαίας βαρυτικής έλξης μεταξύ N σωμάτων. Τα ειδικά κυκλώματα κατασκευάζονται σε μορφή πρόσθετης εξωτερικής κάρτας για προσωπικό υπολογιστή, επιτυγχάνοντας υπολογιστική ισχύ της τάξης του 1Tflor/s, όση, δηλαδή, ενός μικρού υπερ-υπολογιστή. Οι κάρτες κατασκευάζονται επί παραγγελία στο Πανεπιστήμιο του Τόκυο και ονομάζονται GRAPE (GRAvity PipE), βλ. Εικόνα 3. Σύντομα αναμένεται η νέα έκδοση GRAPE-DR με υπολογιστική ισχύ 2Pflor/s.

Άλλη μια μέθοδος παράλληλης επεξεργασίας που αρχίζει και βρίσκει εφαρμογή σε προβλήματα αστροφυσικής είναι η χρήση γραφικών καρτών (GPUs) για προσωπικούς υπολογιστές. Η υπολογιστική ισχύς των καρτών γραφικών αυξάνεται τα τελευταία χρόνια με ταχύτερους ρυθμούς απ' ό,τι η ισχύς των κυρίως επεξεργαστών (CPUs) και είναι ήδη κατά πολύ ανώτερη. Βεβαίως, οι εντολές που μπορούν να εκτελεστούν σε μια GPU είναι περιορισμένες και πιο εξειδικευμένες από αυτές που εκτελούνται σε μια CPU, όμως με τη χρήση μιας νέας γλώσσας προγραμματισμού, της CUDA (Compute Unified Device Architecture – παραλλαγή της C) μπορεί κανείς να μετατρέψει ένα συνηθισμένο υπολογιστικό κώδικα, ώστε να χρησιμοποιεί τη GPU για παράλληλη επεξεργασία των πιο χρονοβόρων τμημάτων του κώδικα. Με αυτό τον τρόπο έχει ήδη επιτευχθεί π.χ. μια ταχύτερη κατά 20 φορές εκτέλεση ενός κώδικα σχετικιστικής υδροδυναμικής σε

Εικόνα 3. Κάρτα GRAPE για προσωπικό υπολογιστή.



τρεις διαστάσεις. Λόγω του χαμηλού κόστους των GPU και επειδή μπορεί κανείς να τοποθετήσει περισσότερες από μία σ' έναν προσωπικό υπολογιστή, ένας αστροφυσικός μπορεί πλέον να έχει διαθέσιμη την ισχύ ενός μικρού υπερ-υπολογιστή στο γραφείο του, με κόστος που αντιστοιχεί σ' ένα πολύ μικρό κλάσμα του κόστους ενός κανονικού υπερ-υπολογιστή. Η χρήση των GPUs, βεβαίως, δεν πρόκειται να αντικαταστήσει τους υπερ-υπολογιστές (οι οποίοι θα συνεχίσουν να βελτιώνονται συνεχώς και προφανώς θα κατασκευαστούν και υπερ-υπολογιστές που θα χρησιμοποιούν εκατοντάδες χιλιάδες GPUs) διότι η επίλυση αστροφυσικών προβλημάτων σε τρεις διαστάσεις απαιτεί (εκτός από υπολογιστική ισχύ) και τεράστια μνήμη, η οποία δεν παρέχεται στους προσωπικούς υπολογιστές. Οι GPUs, όμως, θα βοηθήσουν ώστε να γίνεται πολύ γρήγορα μια προεπεξεργασία διάφορων προβλημάτων σε χαμηλή ανάλυση, ώστε να επιλέγονται οι πιο ενδιαφέρουσες περιπτώσεις για εκτέλεση σε υψηλή ανάλυση στους υπερ-υπολογιστές.

Υπολογιστικές Μέθοδοι

Οι κύριες εξισώσεις που περιγράφουν την εξέλιξη αστροφυσικών συστημάτων αποτελούν μη-γραμμικά συστήματα υπερβολικού τύπου, περιγράφοντας διατηρούμενες ποσότητες (διατήρηση βαριονίων, ορμής, ενέργειας κλπ.). Στο Νευτώνειο όριο το βαρυτικό πεδίο περιγράφεται απλώς από την εξίσωση του Poisson (ελλειπτικού τύπου) ενώ στην πλήρη γενική θεωρία της σχετικότητας η έννοια της βαρύτητας αντικαθίσταται από την καμπύλωση του χωροχρόνου, η οποία

περιγράφεται από ένα μη-γραμμικό σύστημα δώδεκα εξισώσεων μικτού τύπου. Σε ορισμένες εξιδανικευμένες περιπτώσεις (υποθέτοντας π.χ. υψηλή συμμετρία και πολύ απλές ιδιότητες για την ύλη) έχουν βρεθεί αναλυτικές (αλγεβρικές) λύσεις των παραπάνω μη-γραμμικών συστημάτων. Όμως, γενικότερα, όλες οι ενδιαφέρουσες (από αστροφυσική άποψη) περιπτώσεις δεν λύνονται αναλυτικά και είναι αναγκαίο να καταφύγει κανείς σε μια υπολογιστική μέθοδο για να επιλύσει το πρόβλημα.

Οι υπολογιστικές μέθοδοι έχουν σκοπό να αντικαταστήσουν το μη-γραμμικό σύστημα των αναλυτικών εξισώσεων με ένα ισοδύναμο σύστημα διακριτοποιημένων εξισώσεων, τέτοιο ώστε, στο όριο του συνεχούς η λύση του διακριτοποιημένου συστήματος να συγκλίνει προς την πραγματική λύση. Υπάρχει μεγάλη βιβλιογραφία ως προς το σημείο αυτό, ξεκινώντας από το θεώρημα ισοδυναμίας του Lax. Σκοπός κάθε υπολογιστικής μεθόδου είναι να υπάρχει α) συνέπεια μεταξύ του διακριτοποιημένου και του αναλυτικού συστήματος β) συνεπής εφαρμογή των αρχικών και των συνοριακών συνθηκών γ) αποφυγή αριθμητικών ασταθειών κατά τη χρονική εξέλιξη. Με τις προϋποθέσεις αυτές, η υπολογιστική μέθοδος συγκλίνει προς το πραγματικό αποτέλεσμα. Προς αποφυγή σφαλμάτων, οι σύγχρονοι υπολογιστικοί κώδικες (που συνήθως είναι αποτέλεσμα της συνεργασίας μεγάλου αριθμού ερευνητών) υποβάλλονται σε ένα μεγάλο αριθμό ελέγχων της ακρίβειάς τους και της σύγκλισής τους, χρησιμοποιώντας τις γνωστές αναλυτικές λύσεις, ή αριθμητικές λύσεις που παρήχθησαν με άλλους, ανεξάρτητους κώδικες. Έτσι, εξασφαλίζεται, σε μεγάλο βαθμό, η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

Αναλόγως του προβλήματος που πρέπει να επιλυθεί, επιλέγεται και η κατάλληλη μέθοδος. Για γραμμικά προβλήματα ή όταν δεν αναμένεται να δημιουργηθούν κρουστικά μέτωπα (για όσο χρονικό διάστημα διαρκεί η προσομοίωση) η μέθοδος των πεπερασμένων διαφορών με ακρίβεια τουλάχιστον δεύτερης τάξης ως προς ο χωρικό και το χρονικό βήμα είναι ικανοποιητική. Όταν όμως δημιουργούνται κρουστικά μέτωπα, στα οποία διάφορες ποσότητες που περιγράφουν ένα ρευστό έχουν ασυνέχειες, είναι απαραίτητο είτε να τροποποιήσει κανείς τη μέθοδο πεπερασμένων διαφορών (προσθέτοντας επιπλέον όρους που απαλύνουν τις ασυνέχειες) είτε να χρησιμοποιήσει μία από τις μεθόδους πεπερασμένων όγκων, στις οποίες αντί για διακριτά σημεία, έχουμε διακριτούς όγκους, στους οποίους οι ασυνέχειες δεν υφίστανται λόγω ολοκλήρωσης στον όγκο. Με τη σειρά τους, οι μέθοδοι πεπερασμένων όγκων υψηλής τάξης εμφανίζουν αριθμητικές ταλαντώσεις και αστάθειες στην περιοχή κρουστικών κυμάτων, οι οποίες αντιμετωπίζονται επιτυχώς με την προσθήκη ειδικών όρων στις

εξισώσεις (οι μέθοδοι αυτές, που έχουν επικρατήσει στην υπολογιστική υδροδυναμική, ονομάζονται HRSC – High Resolution Shock Capturing).

Άλλες, πιο εξειδικευμένες μέθοδοι που έχουν χρησιμοποιηθεί επιτυχώς στην αστροφυσική είναι οι λεγόμενες SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics) και οι προσομοιώσεις N-σωμάτων (N-body simulations). Στην πρώτη περίπτωση, αντί για πεπερασμένους όγκους, χρησιμοποιεί και ένα σύνολο «σωματιδίων» τα οποία κινούνται υπό την επίδραση της τοπικής βαρυτικής έλξης και της πίεσης. Στη δεύτερη περίπτωση, υπολογίζεται η επιτάχυνση λόγω βαρυτικής έλξης, όμως πρέπει να υπολογισθούν οι αμοιβαίες επιταχύνσεις μεταξύ ενός μεγάλου αριθμού σωμάτων (στο οποίο βοηθά η χρήση των εξειδικευμένων καρτών GRAPE).

Εφαρμογές στην Αστροφυσική

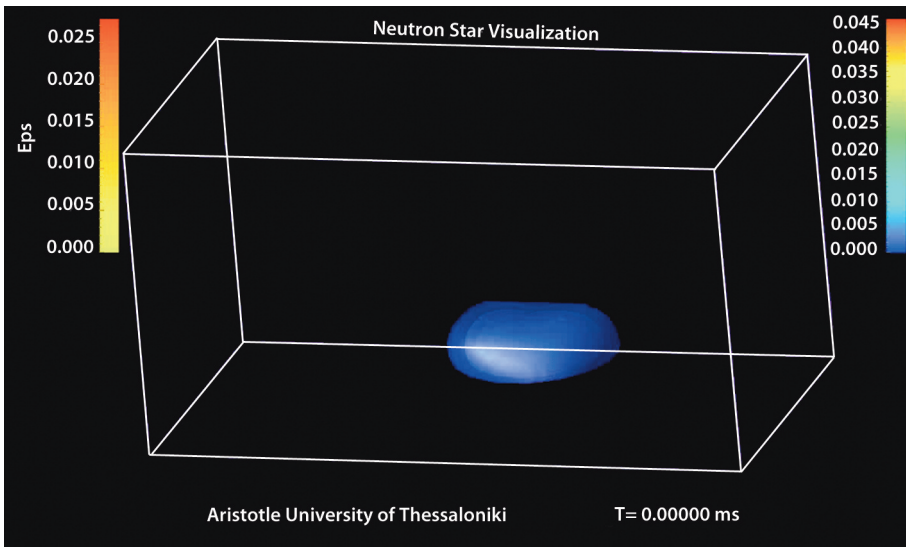
Οι υπολογιστικές μέθοδοι με χρήση υπερ-υπολογιστών εφαρμόζονται σε όλα τα σύγχρονα ανοικτά προβλήματα της Αστροφυσικής. Μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα ανοικτών ερωτημάτων στα οποία επιδιώκεται να βρεθεί λεπτομερής απάντηση είναι τα εξής: α) Ποιος είναι ο ακριβής μηχανισμός που δημιουργεί τις εκρήξεις υπερκαινοφανών; β) Πώς δημιουργούνται πλανήτες σε αστρικούς δίσκους; γ) Πώς επέρχεται η τελική θέση των πλανητών σε πλανητικά συστήματα; δ) Πώς δημιουργούνται οι γαλαξίες και τα σμήνη γαλαξιών; ε) Πώς δημιουργούνται οι αστροφυσικοί πίδακες; στ) Πώς λειτουργούν οι δίσκοι προσαύξησης; ζ) Πώς επιδρούν τα μαγνητοϋδροδυναμικά φαινόμενα στον Ήλιο, σε αστέρες νετρονίων και σε μελανές οπές; η) Πώς δημιουργούνται οι περιστρεφόμενες μελανές οπές; θ) Τι είδους βαρυτική ακτινοβολία παράγεται κατά τη σύγκρουση διπλών συστημάτων μελανών οπών ή αστέρων νετρονίων;

Στα παρακάτω σχήματα, παρουσιάζονται στιγμιότυπα από προσομοιώσεις που παρήχθησαν από μέλη του Εργαστηρίου Αστρονομίας του ΑΠΘ. Η Εικόνα 4 αποτελεί στιγμιότυπο από την προσομοίωση της σύγκρουσης δύο αστέρων νετρονίων στην πλήρη γενική θεωρία της σχετικότητας. Οι αρχικές συνθήκες είναι δύο αστέρες νετρονίων ίσων μάζων, με αστρόβιλο πεδίο ταχυτήτων σε απόσταση μερικών τυπικών ακτινών τους. Καθώς το σύστημα εξελίσσεται, οι δύο αστέρες ακολουθούν ασταθή σπειροειδή τροχιά μέχρι την τελική σύγκρουση. Στο σχήμα φαίνονται ισόπυκνες επιφάνειες για τους δύο αστέρες καθώς και μια καμπύλη επιφάνεια που περιγράφει την καμπυλότητα του χωροχρόνου (μεγαλύτερη καμπυλότητα αντιστοιχεί σε μεγαλύτερη ένταση του βαρυτικού πεδίου). Κατά τη σύγκρουση των δύο αστέρων παράγεται μεγάλη ποσότητα βαρυτικής ακτινοβολίας. Ένας από τους σκοπούς αυτών των προσομοιώσεων είναι να υπολογισθεί το χαρακτηριστικό φάσμα της βαρυτικής ακτινοβολίας, ώστε να υποβοηθηθεί η



Εικόνα 4. Προσομοίωση της καμπύλωσης του χωροχρόνου κατά τη σύγκρουση δυο αστέρων νετρονίων στην πλήρη γενική θεωρία σχετικότητας.

ανάλυση δεδομένων που αναμένεται να συλλεχθούν από πηγές αυτού του είδους τα επόμενα χρόνια (με χρήση αναβαθμισμένων ανιχνευτών βαρυτικής ακτινοβολίας). Μετά τη σύγκρουση, μπορεί είτε να παραχθεί άμεσα μια περιστρεφόμενη μελανή οπή, είτε να δημιουργηθεί ένας περιστρεφόμενος αστέρας νετρονίων μεγάλης μάζας. Τι από τα δύο θα συμβεί είναι ακόμη άγνωστο, καθώς εξαρτάται από τις ιδιότητες της ύλης σε πολύ μεγάλες πυκνότητες, οι οποίες



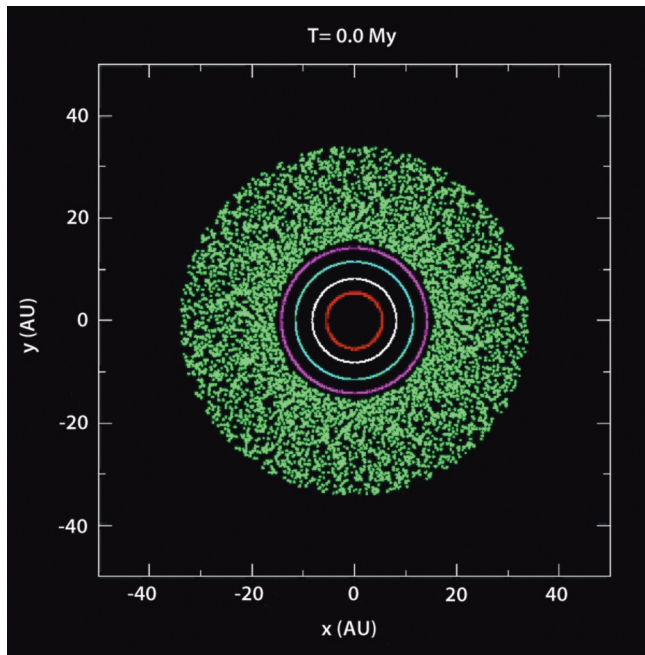
Εικόνα 5. Στιγμιότυπο από προσομοίωση της κατάρρευσης ενός διαφορικά περιστρεφόμενου αστέρα νετρονίων προς δημιουργία μελανής οπής Kerr.

ακόμη δεν είναι εξακριβωμένες. Οι μελλοντικές παρατηρήσεις ελπίζεται, ότι θα δώσουν μια ξεκάθαρη απάντηση και σε συνδυασμό με τις προσομοιώσεις ίσως να καταλάβουμε καλύτερα τις ιδιότητες της ύλης σε πυκνότητες που δεν είναι δυνατόν να δημιουργηθούν σε επίγεια εργαστήρια.

Στην περίπτωση που κατά τη σύγκρουση δυο αστέρων νετρονίων δημιουργηθεί ένας διαφορικά περιστρεφόμενος αστέρας νετρονίων μεγάλης μάζας, ενδέχεται λόγω της συρρίκνωσης που προκαλεί η ψύξη της ύλης να ακολουθήσει καθυστερημένη κατάρρευση προς περιστρεφόμενη μελανή οπή. Κι αυτό το σενάριο έχει μελετηθεί μέσω προσομοιώσεων, με τις οποίες αναπαραστάθηκαν λεπτομερώς τα διάφορα στάδια της δημιουργίας της μελανής οπής και των οριζόντων που αυτές περιέχουν. Το Εικόνα 5 δείχνει ισόπυκνες επιφάνειες του διαφορικά περιστρεφόμενου αστέρα για τις αρχικές συνθήκες της προσομοίωσης.

Τέλος, με τη μέθοδο προσομοίωσης N-σωμάτων κατέστη δυνατή η μελέτη της επίδρασης μιας απομακρυσμένης ζώνης αστεροειδών στους εξωτερικούς πλανήτες, στο πρώιμο Ηλιακό σύστημα. Όπως αποδείχθηκε, το αρχικό σύστημα παρουσίασε μια δυναμική αστάθεια, η οποία οδήγησε τελικώς στις σημερινές τροχιές των πλανητών. Το αρχικό στιγμιότυπο της προσομοίωσης φαίνεται στην Εικόνα 6.

Εικόνα 6. Στιγμιότυπο από προσομοίωση N-σωμάτων της χρονικής εξέλιξης των εξωτερικών πλανητών στο πρώιμο Ηλιακό σύστημα.



Συμπεράσματα

Πολλές από τις προόδους που συντελέστηκαν την τελευταία δεκαετία στη θεωρητική αστροφυσική οφείλονται στην παράλληλη ραγδαία ανάπτυξη των υπερ-υπολογιστών, η οποία επέτρεψε τη μελέτη όλο και πιο περίπλοκων προβλημάτων με όλο και καλύτερη ακρίβεια. Η τάση αυτή αναμένεται να συνεχιστεί. Στην πραγματικότητα, ένα τυπικό πρόβλημα στην αστροφυσική εκτείνεται σε πολλές τάξεις μεγέθους, τόσο σε χωρική όσο και σε χρονική κλίμακα. Ταυτοχρόνως, περιλαμβάνει σχεδόν όλες τις γνωστές θεωρίες της φυσικής: υδροδυναμική, βαρύτητα, ηλεκτρομαγνητισμό, στατιστική φυσική, διάδοση ακτινοβολίας, ατομική και πυρηνική φυσική και πολλές φορές φυσική στοιχειωδών σωματιδίων, φυσική στερεάς κατάστασης και γενική θεωρία σχετικότητας. Γι' αυτούς τους λόγους, η ανάγκη χρησιμοποίησης όλο και ταχύτερων υπολογιστών φαντάζει ακόρεστη, αν θέλουμε να βελτιώνουμε συνεχώς τη θεωρητική κατανόηση των αστροφυσικών φαινομένων χωρίς, βέβαια, να παραβλέπουμε και τη σημασία της μη υπολογιστικής έρευνας. Τα ανοικτά προβλήματα αστροφυσικής υπήρξαν εξ' αρχής ένα από τα σημαντικότερα πεδία εφαρμογής των υπερ-υπολογιστών και απ' ό,τι φαίνεται αυτό θα συνεχισθεί στο ορατό μέλλον.

Βιβλιογραφία

1. www.top500.org
2. www.cita.utoronto.ca
3. www.astrogrape.org
4. www.cactuscode.org/News/GPUcomputing
5. Alcubierre, M., Bruegmann, B., Dramlitsch, T., Font, J. A., Papadopoulos, P., Seidel, E., Stergioulas, N. & Takahashi, R., Towards a Stable Numerical Evolution of Strongly Gravitating Systems in General Relativity: The Conformal Treatments, *Physical Review D*, 62, 044034 (2000)
6. Stergioulas, N. & Font, J. A., Nonlinear r-Modes in Rapidly Rotating Relativistic Stars, *Physical Review Letters*, 86, 1148 (2001)
7. Baiotti, L., Hawke, I., Montero, P. J., Loeffler, F., Rezzolla, L., Stergioulas, N., Font, J. A. & Seidel, E., Three-Dimensional Relativistic Simulations of Rotating Neutron Star Collapse to a Kerr Black Hole, *Physical Review D*, 71, 024035 (2005)
8. Zink, B., Stergioulas, N., Hawke, I., Ott, C.D., Schnetter, E. & Mueller, E., Formation of Supermassive Black Holes through Fragmentation of Toroidal Supermassive Stars, *Physical Review Letters*, 96, 161101 (2006)
9. Tsiganis, K., Gomes, R., Morbidelli, A., Levison, H.F., Origin of the orbital architecture of the giant planets of the Solar System, *Nature*, 435, 459 (2005)

Η Κοσμολογία στην αυγή του 21^{ου} αιώνα

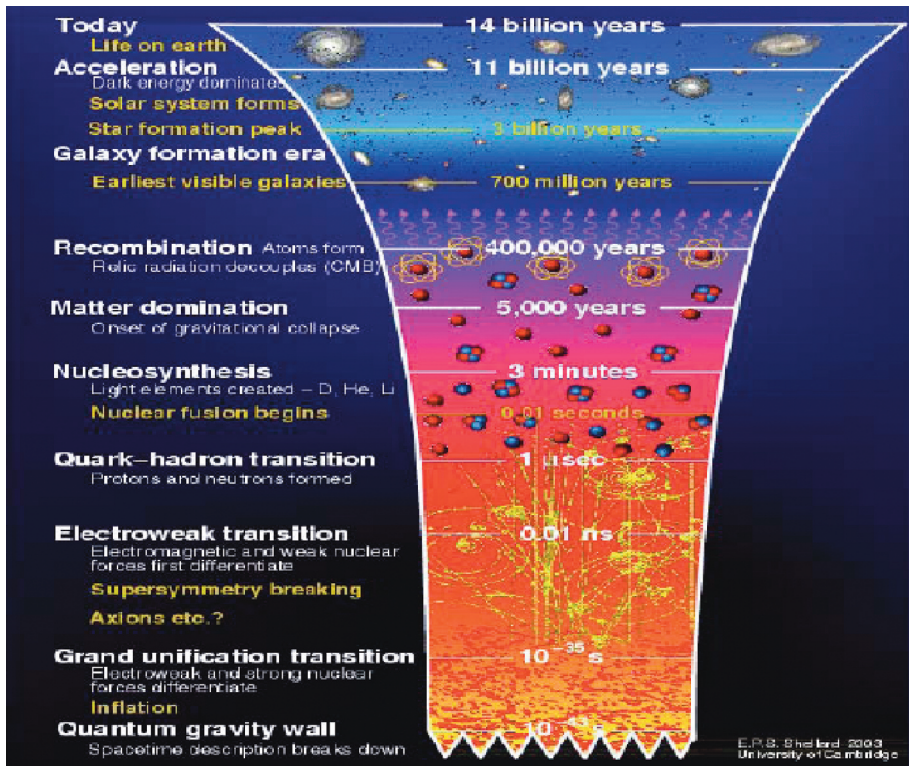
Χρήστος Γ. Τσάγκας

Εργαστήριο Αστρονομίας ΑΠΘ

Η σύγχρονη Κοσμολογία ξεκινά ουσιαστικά στις αρχές του προηγούμενου αιώνα, με την διατύπωση της θεωρίας της Γενικής Σχετικότητας, η οποία για πρώτη φορά μας επιτρέπει να προσεγγίσουμε το σύμπαν ως μια ενιαία οντότητα χωρίς τα προβλήματα ερμηνείας της Νευτώνειας βαρύτητας. Στα εκατό σχεδόν χρονιά που πέρασαν από τότε έχει σημειωθεί πολύ σημαντική πρόοδος, όμως πολλά ερωτηματικά παραμένουν και περιμένουν ακόμη απάντηση. Η πορεία της σύγχρονης Κοσμολογίας έχει σηματοδοτηθεί από γεγονότα σταθμούς, τα οποία άλλες φορές είχαν να κάνουν με παρατηρήσεις και άλλοτε με θεωρητική δουλειά. Το *καθιερωμένο κοσμολογικό μοντέλο* είναι το αποτέλεσμα αυτής της εκατοντάχρονης πορείας.

Το καθιερωμένο κοσμολογικό μοντέλο

Σύμφωνα με τις απόψεις που επικρατούν σήμερα, το σύμπαν ξεκινά πριν από περίπου δεκαπέντε δισεκατομμύρια χρονιά σε μια κατάσταση εξαιρετικά υψηλής πυκνότητας και θερμοκρασίας. Στα πρώτα στάδια της ζωής του, οι διαστάσεις του ορατού σύμπαντος ήταν πάρα πολύ μικρές, έτσι ώστε ολόκληρο να βρίσκεται σε κατάσταση *κβαντικής απροσδιοριστίας*. Η μελέτη του σύμπαντος κατά την εποχή αυτή, η οποία είναι γνωστή ως *εποχή Planck* και διαρκεί δευτερόλεπτα περίπου, μπορεί να γίνει μόνο με την βοήθεια μιας κβαντικής θεωρίας για την βαρύτητα, κάτι που ακόμη δεν έχει γίνει δυνατό. Σχεδόν αμέσως μετά την έξοδο από την εποχή Planck το σύμπαν περνά στην φάση του πληθωρισμού. Η πληθωρισμική περίοδος ξεκινά δευτερόλεπτα μετά την αρχική έκρηξη και προκαλεί την τεράστια αύξηση των διαστάσεων του σύμπαντος σε ελάχιστο σχετικά χρόνο. Με το τέλος του πληθωρισμού το σύμπαν περνά στο λεγόμενο *κλασικό μοντέλο*



Το καθεωρωμένο κοσμολογικό μοντέλο από την κβαντική εποχή μέχρι σήμερα.

της αρχικής έκρηξης, με την εποχή της ακτινοβολίας να προηγείται αυτής της ύλης χαμηλής ενέργειας. Η εποχή της ακτινοβολίας χαρακτηρίζεται από υψηλές θερμοκρασίες, κυριαρχείται από σχετικιστικά σωματίδια και διαρκεί μερικές χιλιάδες χρόνια. Το πιο σημαντικό, ίσως, γεγονός της εποχής αυτής συμβαίνει λίγα λεπτά μετά την έναρξη της και είναι η δημιουργία των πρώτων ελαφρών πυρήνων, όπως του Υδρογόνου και του Ηλίου. Τα στοιχεία αυτά θα αποτελέσουν την βάση της ύλης από την οποία θα δημιουργηθούν αργότερα οι αστέρες, οι πλανήτες και τελικά η οργανική φύση και ο άνθρωπος.

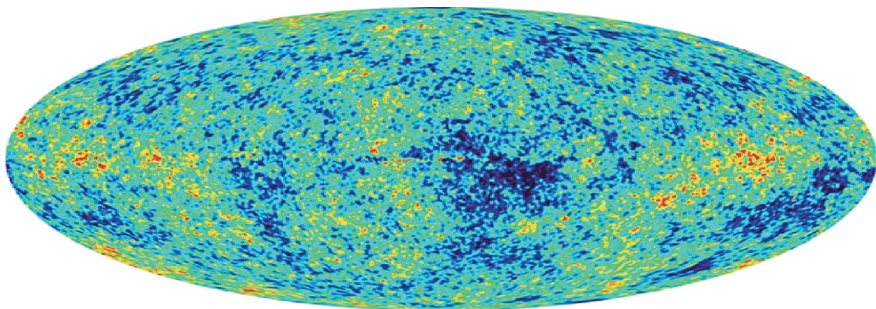
Στην εποχή της ύλης κυριαρχούν οι μη-σχετικιστικές μορφές ύλης με χαμηλή ενέργεια. Λίγο μετά τη έναρξη της, η θερμοκρασία έχει πέσει αρκετά χαμηλά, η ύλη παύει να είναι ιονισμένη και ο χώρος γίνεται “διαφανής” στη ακτινοβολία. Ο απο-ιονισμός της ύλης πραγματοποιείται μερικές εκατοντάδες χιλιάδες χρόνια μετά την αρχική έκρηξη και το ορατό αποτέλεσμα της είναι δημιουργία της ακτινοβολίας μικροκυμάτων. Η τελευταία αντιστοιχεί σε θερμοκρασία περίπου 3 βαθμών της κλίμακας Kelvin και θεωρείται κατάλοιπο της αρχικής πολύ θερμής

κατάστασης του σύμπαντος. Η εξαιρετική ισοτροπία της ακτινοβολίας μικροκυμάτων, σε συνδυασμό με την *κοσμολογική αρχή* – την άποψη ότι δεν κατέχουμε ιδιαίτερη θέση μέσα στο σύμπαν, έχει οδηγήσει στη πεποίθηση ότι και το ίδιο το σύμπαν ήταν εξαιρετικά ομοιόμορφο την στιγμή της δημιουργίας της. Η εποχή της ύλης χαρακτηρίζεται και από την έναρξη της διαδικασίας της δημιουργίας της δομής του σύμπαντος. Η τελευταία ξεκινά σχεδόν αμέσως με το τέλος της κυριαρχίας της ακτινοβολίας και οδηγεί στον σχηματισμό των γαλαξιών και γενικά όλης της δομής που βλέπουμε σήμερα.

Επιτυχίες και ερωτηματικά του μοντέλου της αρχικής έκρηξης

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι πρώτοι ελαφροί πυρήνες, όπως αυτοί του Υδρογόνου και του Ηλίου, δημιουργήθηκαν λίγο μετά την έναρξη της εποχής της ακτινοβολίας, όταν το σύμπαν είχε ηλικία μόνο λίγων λεπτών. Συγκεκριμένα, σχεδόν όλο το Υδρογόνο και το Ήλιο που υπάρχει σήμερα σχηματίστηκε μέσα στα δύο-τρία πρώτα λεπτά της δημιουργίας. Η άποψη αυτή διατυπώθηκε από τον Georgi Gamow και τους συνεργάτες του στα τέλη της δεκαετίας του 1940 και επιβεβαιώθηκε παρατηρησιακά αρκετά χρόνια αργότερα. Σήμερα, η παρατηρούμενη επί τοις εκατό αναλογία των δύο αυτών στοιχείων (περίπου 70 προς 25) βρίσκεται σε πλήρη συμφωνία με τις θεωρητικές προβλέψεις.

Η ύπαρξη της ακτινοβολίας μικροκυμάτων ήταν η δεύτερη θεμελιώδης πρόβλεψη της ομάδας Gamow. Ο εντοπισμός της ακτινοβολίας αυτής στα μέσα της δεκαετίας του 1960, δεκαπέντε περίπου χρόνια μετά την θεωρητική της πρόβλεψη, οδήγησε αναπόφευκτα στην καθιέρωση του μοντέλου της αρχικής έκρηξης. Πολύ περισσότερο, η ισοτροπία της ακτινοβολίας μικροκυμάτων εδραίωσε



Ανισοτροπίες στην ακτινοβολία μικροκυμάτων (WMAP). Οι μπλε κουκίδες αντιστοιχούν σε χαμηλότερες θερμοκρασίες και οι κόκκινες σε υψηλότερες.

τα μοντέλα Friedmann ως τον ακρογωνιαίο λίθο της σύγχρονης κοσμολογίας.

Με εξαίρεση μια διπολικής μορφής ανιστροπία, η οποία ερμηνεύεται ως το αποτέλεσμα της ίδιας κίνησης της Γης σε σχέση με την κοσμική διαστολή, η ακτινοβολία μικροκυμάτων είναι σχεδόν απόλυτα ισοτροπική. Η ανιστροπία της, όπως εντοπίστηκε από την αποστολή COBE στις αρχές της δεκαετίας του 1990, είναι της τάξης του 10^{-5} . Το γεγονός αυτό θέτει δύο καίρια ερωτήματα: (α) πώς εξηγείται η μεγάλη ομοιομορφία του σύμπαντος τότε, και (β) πώς από την σχεδόν πλήρη ομοιογένεια και ισοτροπία εκείνης της εποχής φτάσαμε σε όλη αυτή την δομή που βλέπουμε γύρω μας σήμερα.

Η εποχή του πληθωρισμού

Η μεγάλη ομοιομορφία του σύμπαντος, όπως προκύπτει από την ακτινοβολία μικροκυμάτων, θέτει το ερώτημα του κατά πόσον είναι προϊόν πολύ συγκεκριμένων αρχικών συνθηκών ή το αποτέλεσμα φυσικών διεργασιών. Το πληθωρισμικό σύμπαν είναι ένα παράδειγμα φυσικής διεργασίας που θα μπορούσε να απαντήσει στο ερώτημα αυτό. Τα μοντέλα του πληθωρισμού πρωτοεμφανίστηκαν στις αρχές της δεκαετίας του 1980 και από τότε έχουν εξελιχθεί σε σημαντικό βαθμό, παρότι οι βασικές ιδέες παραμένουν ίδιες.

Σύμφωνα με τα πλέον δημοφιλή σενάρια, λίγο μετά την μεγάλη έκρηξη, το σύμπαν μπαίνει σε μια φάση επιταχυνόμενης διαστολής, η οποία οδηγεί σε ραγδαία αύξηση των διαστάσεων του μέσα σε ελάχιστο χρόνο. Το αποτέλεσμα είναι μια πολύ μικρή περιοχή, η οποία “τυχαίνει” να είναι ομοιόμορφη, να αποκτήσει γρήγορα διαστάσεις που ξεπερνούν κατά πολύ αυτές του ορατού σύμπαντος. Με τον τρόπο αυτό ο πληθωρισμός απαντά και σε άλλα ερωτήματα, πέραν από αυτό της ομοιομορφίας. Συγκεκριμένα, μια αρχική εποχή επιταχυνόμενης διαστολής εξηγεί φυσιολογικά το γιατί η γεωμετρία του 3-διάστατου χώρου του σύμπαντος φαίνεται να είναι σχεδόν Ευκλείδεια, ενώ απαντά και στο ερώτημα της δημιουργίας των αρχικών διαταραχών (όπως αυτές καταγράφονται στο φάσμα της ακτινοβολίας μικροκυμάτων).

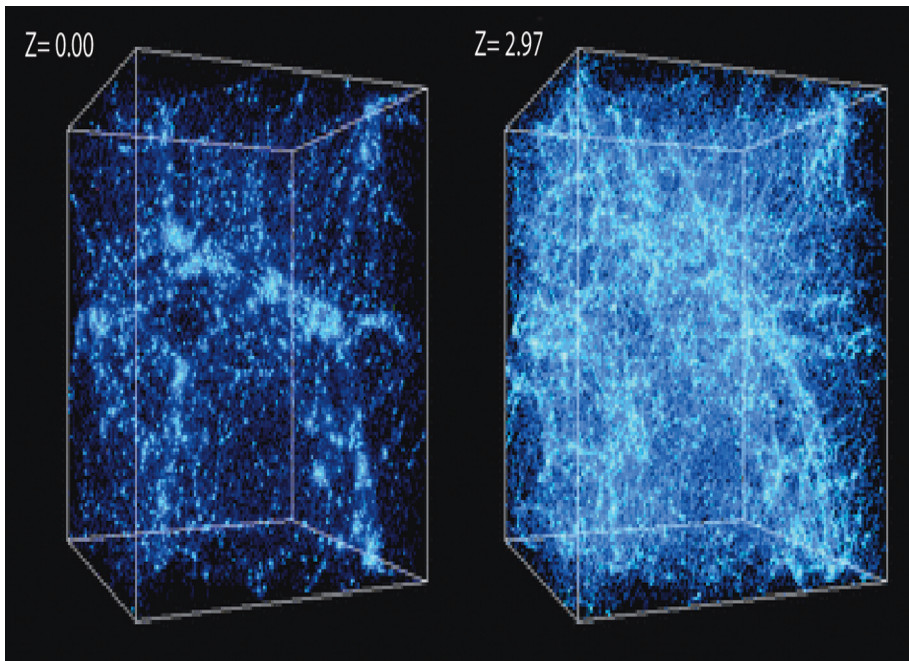
Παρά τις επιτυχίες τους, τα πληθωρισμικά σενάρια δεν στερούνται προβλημάτων. Για παράδειγμα, προκειμένου να συμφωνεί με τις παρατηρήσεις, η περίοδος της επιταχυνόμενης διαστολής θα πρέπει να ξεκινήσει μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή (συνήθως όταν το σύμπαν έχει ηλικία της τάξης των δευτερολέπτων) και να έχει συγκεκριμένη διάρκεια (δευτερόλεπτα περίπου). Επίσης, ο τρόπος με τον οποίο το σύμπαν βγαίνει από την φάση του πληθωρισμού και “αναθερμαίνεται”, προκειμένου να ξεκινήσει η (κλασική) εποχή της ακτινοβολίας, δεν είναι ακόμη ξεκάθαρος. Επί πλέον, η επιταχυνόμενη διαστολή επιτυγχάνεται

με την “επίκληση” ύλης άγνωστης μορφής και με ιδιότητες πολύ διαφορετικές από αυτές της συνηθισμένης ύλης που γνωρίζουμε. Ανεξάρτητα από τα προβλήματα που ακόμη υπάρχουν, οι σημαντικές επιτυχίες των πληθωρισμικών σεναρίων (σε συνδυασμό με την ευελιξία τους) τα έχουν πλέον εδραιώσει ως ένα αναπόσπαστο κομμάτι του καθιερωμένου κοσμολογικού μοντέλου.

Τα σενάρια δημιουργίας της δομής του σύμπαντος

Περίπου 300.000 χρόνια μετά την δημιουργία του το σύμπαν εμφανίζεται να είναι εξαιρετικά ομοιόμορφο. Σήμερα, σε ηλικία δεκαπέντε περίπου δισεκατομμυρίων χρόνων, το ορατό, τουλάχιστον, σύμπαν είναι γεμάτο γαλαξίες, γαλαξιακά σμήνη και υπερσμήνη, που συνωστίζονται ανάμεσα σε εκτεταμένες περιοχές χαμηλής πυκνότητας (τα λεγόμενα κενά). Το εύλογο ερώτημα είναι πώς και με ποιόν τρόπο, από την σχεδόν απόλυτη ομοιομορφία εκείνης της αρχικής εποχής, φτάσαμε σε όλη αυτή την δομή που βλέπουμε σήμερα. Στο ερώτημα αυτό προσπαθούν να απαντήσουν τα σενάρια δημιουργίας γαλαξιών.

Όλα τα παραπάνω σενάρια βασίζονται στον μηχανισμό της *βαρυτικής αστά-*



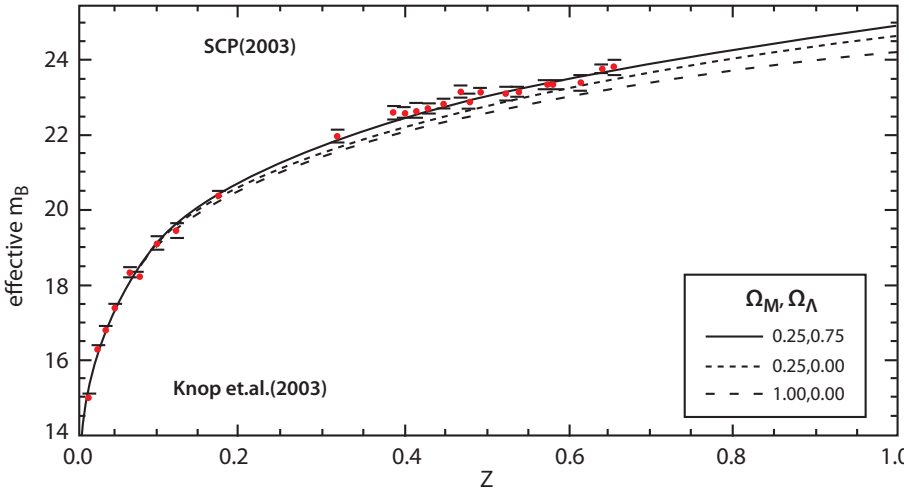
Προσομοιώσεις του σύμπαντος: σήμερα (αριστερά) και όταν ήταν τρεις φορές μικρότερο σε διαστάσεις (δεξιά).

θειας. Σύμφωνα με αυτόν, μικρές διαταραχές στην κατανομή της ύλης του σύμπαντος, υπό την επίδραση του ίδιου του βαρυτικού πεδίου τους με την πάροδο του χρόνου και σταδιακά, οδηγούν στην δομή που βλέπουμε γύρω μας σήμερα. Παρότι η ιδέα της βαρυτικής αστάθειας φαίνεται σωστή, σχεδόν αμέσως έγινε αντιληπτό ότι μοντέλα με καθαρά *βαρυονική* ύλη (την συνηθισμένη ύλη από την οποία είμαστε φτιαγμένοι εμείς και το άμεσο περιβάλλον μας) ήταν αδύνατο να αναπαραγάγουν την δομή που βλέπουμε σήμερα. Λύση στο πρόβλημα μπορούσε να δοθεί με την βοήθεια μη-βαρυονικής *σκοτεινής ύλης*. Στα διάφορα σενάρια, η τελευταία εμφανίζεται κατά κανόνα με δύο μορφές: είτε ως *θερμή σκοτεινή ύλη* υψηλής ενέργειας, είτε ως *ψυχρή σκοτεινή ύλη* με χαμηλή ενέργεια. Η πρώτη φαίνονταν να βοηθά στην αναπαραγωγή της σωστής δομής σε μεγάλη κλίμακα (της τάξης των γαλαξιακών σμηνών και υπερσμηνών), ενώ η δεύτερη έδειχνε να αποδίδει στις μικρές (γαλαξιακής τάξης) κλίμακες. Όπως ήταν φυσικό, τα περισσότερα σενάρια προσπάθησαν να αξιοποιήσουν και τις δύο μορφές ύλης συνδυάζοντας τις στις κατάλληλες αναλογίες. Έτσι, κατά την δεκαετία του 1990, ήρθε στο φως μια πληθώρα σεναρίων τα οποία, με διάφορους συνδυασμούς βαρυονικής και σκοτεινής (θερμής και ψυχρής) ύλης, προσπαθούσαν να αναπαραγάγουν την παρατηρούμενη δομή. Για τον σκοπό αυτό συνεργάστηκαν πολλές και μεγάλες ερευνητικές ομάδες, κάνοντας χρήση προσομοιώσεων με την βοήθεια ισχυρών ηλεκτρονικών υπολογιστών. Όλα αυτά μέχρι τα τέλη της προηγούμενης δεκαετίας, όταν τα πράγματα άλλαξαν δραστικά.

Επιταχυνόμενη διαστολή και σκοτεινή ενέργεια

Όπως αναφέρθηκε στην αρχή, η πορεία της σύγχρονης κοσμολογίας έχει χαρακτηριστεί από γεγονότα σταθμούς που μερικές φορές εδραίωσαν προηγούμενες θεωρητικές προβλέψεις, ενώ άλλες φορές οδήγησαν στην εκ βάθρων αλλαγή των κατεστημένων αντιλήψεων. Ένα τέτοιο γεγονός είναι πολύ πιθανό να συνέβη στα τέλη της προηγούμενης δεκαετίας και συνδέεται με παρατηρήσεις απομακρυσμένων υπερκαινοφανών αστέρων ενός συγκεκριμένου τύπου. Αυτό που έχει σημασία δεν είναι τόσο ο τύπος των αστέρων, αλλά το ότι εμφανίζονται αμυδρότεροι από το αναμενόμενο. Οι μελέτες που έγιναν έδειξαν ως πιθανότερη ερμηνεία αυτής της επιπλέον αμυδρότητας την επιταχυνόμενη διαστολή του σύμπαντος. Επίσης, σύμφωνα με τις ίδιες παρατηρήσεις, η παγκόσμια επιτάχυνση είναι ένα σχετικά πρόσφατο γεγονός, μια και φαίνεται να ξεκινά όταν το σύμπαν είχε διαστάσεις περίπου δύο φορές μικρότερες από τις σημερινές.

Το ερώτημα επομένως είναι τί θα μπορούσε να προκαλέσει την επιτάχυνση της διαστολής. Πριν προχωρήσουμε, θα πρέπει να τονίσουμε ότι η παραπάνω



Το διάγραμμα λαμπρότητας (κάθετος άξονας) – απόστασης (οριζόντιος άξονας) των υπερκαινοφανών. Οι περισσότεροι αστέρες βρίσκονται επάνω στη συνεχόμενη γραμμή που αντιστοιχεί σε ένα επιταχυνόμενο σύμπαν.

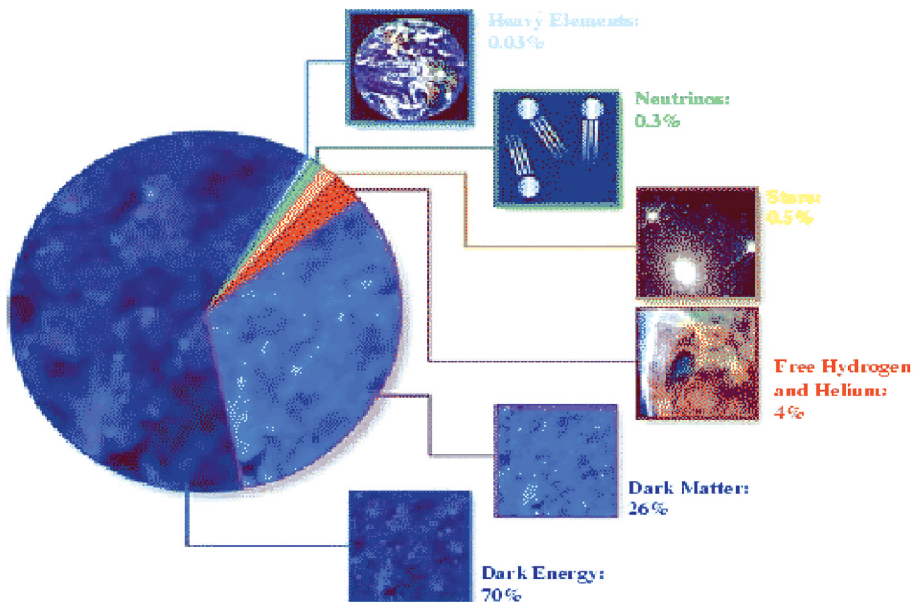
ερμηνεία βασίζεται στη παραδοχή ότι το ορατό σύμπαν σήμερα περιγράφεται με ακρίβεια από τα μοντέλα Friedmann. Τα τελευταία αποτελούν την πλέον απλή κοσμολογική λύση των εξισώσεων της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας και χαρακτηρίζουν ένα εντελώς ομοιόμορφο (ομογενές και ισότροπο) σύμπαν. Αυτή η ομοιομορφία βρίσκεται σε συμφωνία με τις φιλοσοφικές μας προκαταλήψεις: με την κοσμολογική αρχή συγκεκριμένα, σύμφωνα με την οποία δεν υπάρχουν προτιμητέες θέσεις στο σύμπαν. Επίσης, παρατηρησιακά, η ομοιομορφία των μοντέλων Friedmann φαίνεται να επιβεβαιώνεται από την ακτινοβολία μικροκυμάτων και είναι προϋπόθεση για να επιτύχουμε θεωρητικά την παρατηρούμενη αναλογία μεταξύ των ελαφρών στοιχείων του σύμπαντος. Από την άλλη πλευρά, η ακτινοβολία μικροκυμάτων και η δημιουργία των ελαφρών στοιχείων έχουν να κάνουν με τα αρχικά στάδια της ζωής του σύμπαντος. Σήμερα, οι παρατηρήσεις δείχνουν την ύπαρξη δομής, η οποία αναπόφευκτα μειώνει τόσο την ομοιογένεια όσο και την ισοτροπία του σύμπαντος. Το ερώτημα είναι πόσο και σε ποιές κλίμακες.

Μέσα στα πλαίσια των μοντέλων Friedmann, οι μόνες αιτίες επιταχυνόμενης διαστολής είναι η κοσμολογική σταθερά και η σκοτεινή ενέργεια. Η πρώτη είναι μια παγκόσμια σταθερά η οποία δεν προβλέπεται από την Γενική Σχετικότητα, αλλά εμφανίζεται στις εξισώσεις της θεωρίας κατά καιρούς και για διάφορους λόγους. Η δεύτερη είναι μία άγνωστη, μέχρι στιγμής τουλάχιστον, μορφή

ύλης/ενέργειας με αρνητική βαρυτική μάζα. Με άλλα λόγια, η σκοτεινή ενέργεια απωθεί βαρυτικά αντί να έλκει. Με εξαίρεση την βαρυτική της συμπεριφορά, η σκοτεινή ενέργεια μοιάζει πολύ με την σκοτεινή, ύλη που αναφέραμε προηγουμένως, δηλαδή είναι εντελώς διαφορετική από τις γνωστές μορφές ύλης και δεν αλληλεπιδρά με αυτές. Και οι δύο μορφές σκοτεινής ύλης/ενέργειας είναι απαραίτητες για να υπάρχει συμφωνία μεταξύ θεωρίας και παρατήρησης. Έτσι, το τρέχον κοσμολογικό μοντέλο είναι ένα μοντέλο Friedmann, με σκοτεινή ενέργεια σε ποσοστό περίπου 70%, σκοτεινή ύλη σε ποσοστό 26% και μόνο το 4% είναι στην μορφή της συνηθισμένης βαρυονικής ύλης.

Βλέποντας στο μέλλον

Το γεγονός ότι το 96% της ύλης του σύμπαντος μας είναι εντελώς άγνωστη θεωρείται πρόβλημα από πολλούς κοσμολόγους, ακόμη και από του θιασώτες των διάφορων “σκοτεινών” μορφών ύλης. Ένα επί πλέον πρόβλημα είναι ότι η δράση τους είναι σχετικά καθυστερημένη (η επιταχυνόμενη διαστολή είναι ένα σχετικά πρόσφατο γεγονός). Αν υποθέσουμε ότι η κοσμολογική σταθερά είναι υπεύθυνη για την επιτάχυνση της παγκόσμιας διαστολής, τότε η τιμή της φαίνεται να είναι εντελώς αυθαίρετη (πολλές δεκάδες τάξεων μεγέθους μικρότερη από αυτή που



Η “πίτα” της ύλης του σύμπαντος, με μόνο το 4% να βρίσκεται σε βαρυονική μορφή.

προβλέπεται από τις θεωρίες της φυσικής υψηλών ενεργειών). Αν, από την άλλη πλευρά, δεχθούμε την σκοτεινή ενέργεια, τότε ο ρυθμός μεταβολής της θα πρέπει να “ρυθμιστεί” πολύ προσεκτικά προκειμένου να προκαλέσει την επιτάχυνση όταν πρέπει και όχι νωρίτερα ή αργότερα. Για τους λόγους αυτούς ένας διαρκώς αυξανόμενος αριθμός ερευνητών στρέφεται προς εναλλακτικές απαντήσεις. Επί του παρόντος οι ισχυρότεροι “αντίπαλοι” της σκοτεινής ενέργειας είναι η *εναλλακτική βαρύτητα* και *ανάδραση της ανομοιογένειας* του (παρατηρήσιμου) σύμπαντος.

Στην πρώτη περίπτωση, η Γενική Σχετικότητα αντικαθίσταται από μια (γενικευμένη) θεωρία, η οποία συνήθως κινείται σε περισσότερες διαστάσεις ή εισάγει νέες αλληλεπιδράσεις μεταξύ ύλης και γεωμετρίας. Και στις δύο προσεγγίσεις οι καινούργιοι *βαθμοί ελευθερίας* των θεωριών μπορούν, τουλάχιστον καταρχήν, να μεταβάλουν την κινηματική συμπεριφορά του σύμπαντος και να προκαλέσουν την επιτάχυνση της διαστολής του χωρίς την “επίκληση” της σκοτεινής ενέργειας. Ανάλογη, φαινομενολογικά, είναι και η *ανάδραση της ανομοιογένειας*, η οποία προκαλείται από την παρουσία των γαλαξιών, των γαλαξιακών σμηνών, των κενών και γενικά από την ύπαρξη δομής στο σύμπαν. Μάλιστα, η σύνδεση της δομής του (ορατού) σύμπαντος με την επιτάχυνση της διαστολής του, εξηγεί φυσιολογικά το γιατί η τελευταία είναι μια σχετικά πρόσφατη εξέλιξη. Στα “αρνητικά” της προσέγγισης αυτής καταγράφεται το ότι τα μοντέλα Friedmann εγκαταλείπονται, τουλάχιστον όσον αφορά το ορατό σύμπαν και την πρόσφατη εξέλιξη του.

Οι παραπάνω τρεις προσεγγίσεις/προτάσεις δεν είναι και οι μοναδικές. Ενδεικτικό της αναταραχής που έχουν προκαλέσει οι παρατηρήσεις των υπερκαινοφανών στην κοσμολογική κοινότητα, είναι ότι ακόμη και η κοσμολογική αρχή έχει τεθεί υπό αμφισβήτηση. Ανεξάρτητα από το ποια θα είναι τελικά η απάντηση: η σκοτεινή ενέργεια, μία άλλη θεωρία για την βαρύτητα, ένα νέο μοντέλο για το σύμπαν που μας περιβάλλει, ή κάτι άλλο εντελώς καινούργιο και διαφορετικό, όλα δείχνουν ότι η κοσμολογία (και ίσως ολόκληρη η επιστήμη της φυσικής) βρίσκονται στο κατώφλι πολύ σημαντικών εξελίξεων. Το μέλλον, πιθανότατα το άμεσο, θα δείξει.

Ίωνες φιλόσοφοι και κοσμολογική επιστήμη*

Νικόλαος Κ. Σπύρου

Εργαστήριο Αστρονομίας ΑΠΘ

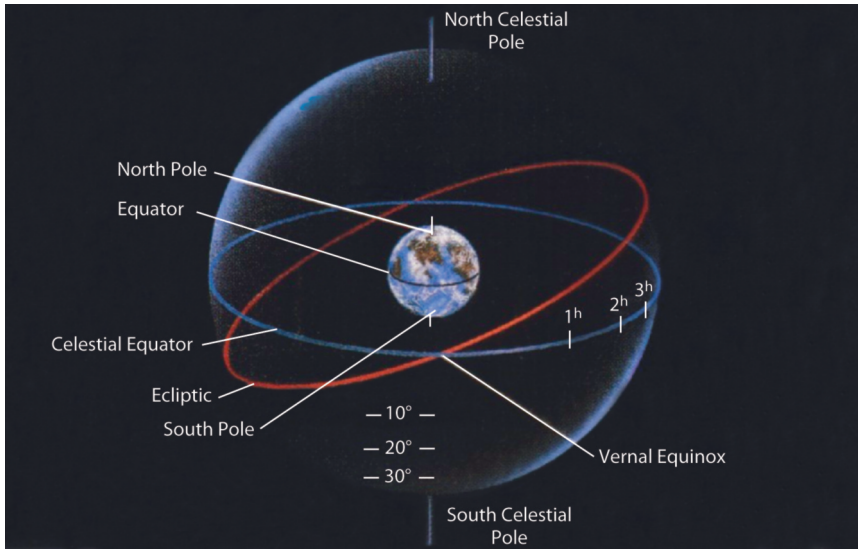
Περίληψη

Περιγράφεται εν συντομία η συνεισφορά στην κοσμολογική επιστήμη των αρχαίων Ιώνων Φιλοσόφων και ιδιαιτέρως του Αριστάρχου του Σαμίου και επιχειρείται η αποκατάσταση της ιστορικής αλήθειας γι' αυτήν τη συνεισφορά.

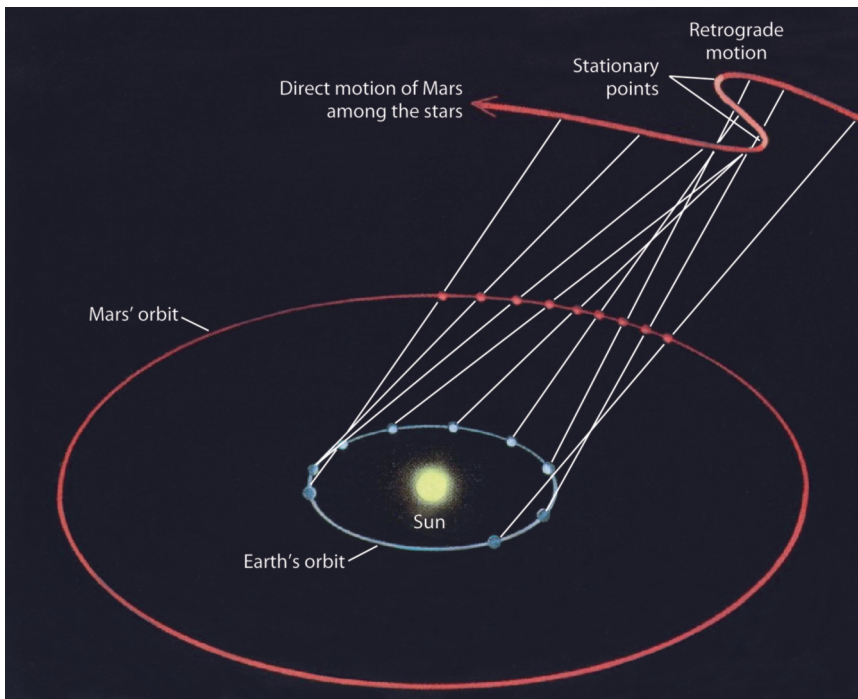
1. Εισαγωγή – Ίωνες Φιλόσοφοι

Η απλή ενατένιση του ουρανού, με το πλήθος των εντυπωσιακών φαινομένων, ικανών να προσελκύσουν την προσοχή και το ενδιαφέρον των πρωτόγονων ανθρώπων, άρχισε να σημειώνει τα πρώτα εξελικτικά της βήματα προς την επιστήμη, με αφορμή την παρατήρηση δύο θεμελιωδών φαινομένων, αφενός μεν της ημερήσιας περιστροφής της ουράνιας σφαίρας και όλων των παρατηρούμενων αστρικών αντικειμένων, η οποία οφείλεται στην αξονική περιστροφή της Γης σε 24 ώρες, αφετέρου δε της ετήσιας μεταφορικής κίνησης του Ηλίου (Σχήμα 1). Για πολλούς αιώνες ο άνθρωπος αγωνίσθηκε να κατανοήσει και να αποδείξει πώς δημιουργούνται αυτά τα δύο φαινόμενα, εάν δηλαδή οφείλονται στην περιφορά του συνόλου των αστέρων περί την ακίνητη Γη, ή αν οφείλονται στην περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της, βεβαίως, καθώς η Γη περιφέρεται περί το ακίνητο κέντρο του κόσμου, τον Ήλιο. Ως φυσιολογικό αποτέλεσμα επήλθε η διαίρεση των σοφών της αρχαιότητας σε δύο αντιμαχόμενες παρατάξεις, δηλαδή, στους οπαδούς της ηλιοκεντρικής θεώρησης του κόσμου (Σχήμα 2) και στους οπαδούς της γεωκεντρικής θεώρησης του κόσμου. Η τελευταία βασιζόταν

* Προσκεκλημένη Ομιλία, η οποία δόθηκε την Παρασκευή, 5 Δεκεμβρίου 2003, στο πλαίσιο των εργασιών του διεθνούς συνεδρίου με τίτλο *Η Επίδραση του Ολυμπιακού Πνεύματος στην Ανθρώπινη Πρόοδο* (Θεσσαλονίκη, 5-7 Δεκεμβρίου 2003). Ημέρες Εργαστηρίου Αστρονομίας 2007.

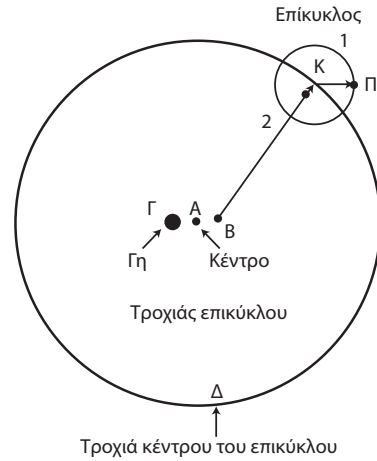


Σχήμα 1. Φαινομένη ημερήσια περιστροφή της ουράνιας σφαίρας και φαινομένη ετήσια περιφορά του Ηλίου περί τη Γη.



Σχήμα 2. Φαινομένη ορθή και ανάδρομη κίνηση πλανήτη.

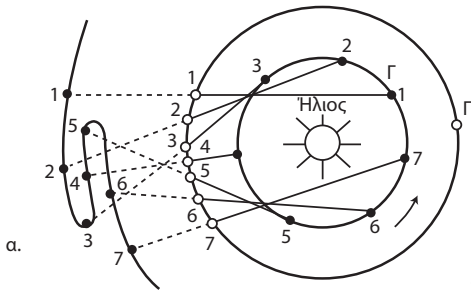
Σχήμα 3. Η αρχή των ομοιόμορφων κυκλικών κινήσεων και το γεωκεντρικό σύστημα του Πτολεμαίου. Ο Πλανήτης, Π, κινείται πάνω στην περιφέρεια του κύκλου (επικύκλιο) με κέντρο το Κ. Το σημείο Κ κινείται περί την Γη, Γ, σε περιφέρεια κύκλου (οδηγός κύκλος) με κέντρο Β, ελαφρώς μετατοπισμένο ως προς τη Γη.



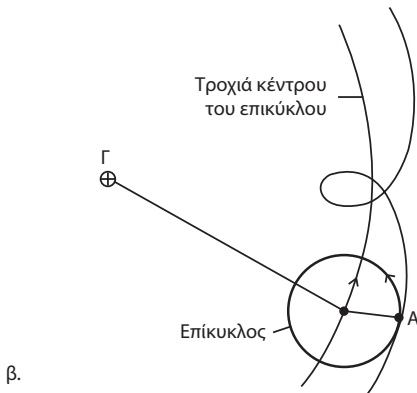
στο φημισμένο σύστημα των επικύκλων (Σχήματα 3 και 4). Δηλαδή, ο πλανήτης κινείται ομαλά σε κυκλική τροχιά γύρω από το κέντρο του επικύκλου, το οποίο (κέντρο) με τη σειρά του κινείται ομαλά σε κυκλική τροχιά με κέντρο σχεδόν ταυτιζόμενο με τη Γη. Με τον τρόπο αυτό, οι αρχαίοι αναπαρέστησαν τις φαινόμενες κινήσεις των πλανητών (ορθή και ανάδρομη). Αυτό το πολύπλοκο και θαυμαστό σύστημα αποτελούσε το απόλυτα δεκτό σύστημα του κόσμου. Οι πρώτοι, οι οπαδοί της γεωκεντρικής θεώρησης του κόσμου, αποτελούσαν τη συντριπτική πλειοψηφία, ενώ οι δεύτεροι τη μειοψηφία.

Η πίστη αυτή στο γεωκεντρικό σύστημα, η οποία για έναν γήινο παρατηρητή της εποχής εκείνης ήταν δικαιολογημένη, είχε καθαρά θρησκευτική προέλευση και βασιζόταν στην ακλόνητη πεποίθηση ότι η Γη, ως κατοικία των θεών, πρέπει να αποτελεί το ακίνητο κέντρο του Σύμπαντος, ώστε να μην ταράσσεται η ηρεμία των Ολύμπιων Θεών. Συνεπώς, στο πλαίσιο της γεωκεντρικής θεώρησης του κόσμου, εμείς, ως παρατηρητές, έχουμε μια προνομιακή θέση στο Σύμπαν. Είμαστε το κέντρο του Σύμπαντος, κάτι που σήμερα, βεβαίως, δεν γίνεται αποδεκτό

Η αστρονομική μελέτη των αρχαίων διενεργείτο εν πολλοίς από το ιερατείο, όμως τα αποτελέσματά της είχαν εφαρμογή στη γεωργία, ναυσιπλοΐα κ.ά. Ίσως έτσι γίνεται φανερό το αρκετά ενδιαφέρον γεγονός, ότι οι αρχαίοι Έλληνες θεωρούσαν ότι το ουράνιο Σύμπαν υπήρχε για να τους υπηρετεί. Πραγματικά, με βάση την φυσική περιέργειά τους για μάθηση και ερμηνεία της αρχής του κόσμου, δηλαδή, για φυσικό διαλογισμό και διατύπωση κοσμολογικών «πιστεύω», προσπάθησαν να αναλύσουν την φυσική δομή των ουράνιων σωμάτων και τη δυναμική σχέση μεταξύ τους. Σ' αυτήν την προσπάθειά τους εφεύραν όργανα (π.χ. ο Αστρολάβος, ο Γνώμων, το Ηλιακό Ρολόι, η Ουράνια Σφαίρα, ο Μηχανι-



Σχήμα 4. Εξήγηση της φαινόμενης ως προς τη Γη, Γ, κίνησης ενός εξωτερικού πλανήτη, Π, π.χ. του Άρη, Α, σύμφωνα με την α) ισχύουσα ηλιοκεντρική θεωρία με κέντρο τον Ήλιο, Η, και β) γεωκεντρική θεωρία με κέντρο τη Γη.



σμός των Αντικυθήρων κ.ά.), τα οποία θεωρούνται οι πρόδρομοι των σημερινών ρολογιών και υπολογιστικών μηχανών, που, επιπλέον, είχαν ως αποτέλεσμα και την ανάπτυξη διάφορων επαγγελμάτων, όπως π.χ. ο ωρολογοποιός και ο χαράκτης, και με εφαρμογές στη μέτρηση του χρόνου, στη χρησιμοποίηση των αστηρισμών στα θαλασσινά ταξίδια, κ.ά. (Πίνακας 1).

Για την κατασκευή τέτοιων πολύπλοκων οργάνων απαιτείται ανεπτυγμένη γεωμετρική αίσθηση, που χαρακτήριζε και άλλους παραποτάμιους πολιτισμούς, αλλά επί πλέον απαιτούνταν λεπτές έννοιες, υψηλής διάνοησης, αφηρημένης επιστημονικής σκέψης και μαθηματικής δεξιάτητας.

Σε αντιδιαστολή προς τα ανωτέρω πρέπει να τονισθεί, ότι η σπουδή του ουρανού από τους προϊστορικούς λαούς της Ανατολής περιορίστηκε απλώς και μόνο στη χρονογραφική αποθησαύριση των κατά καιρούς σπουδαιότερων ουράνιων φαινομένων.

Από την εποχή της εμφάνισης των Ελλήνων φιλοσόφων πριν από 2,5 χιλιετίες στην αρχαία Ιωνία, δηλαδή, στην ευρύτερη περιοχή μας, η έρευνα του ουρανού αλλάζει μορφή, λαμβάνει σαφώς επιστημονικό χαρακτήρα και η μυθολογική ερ-

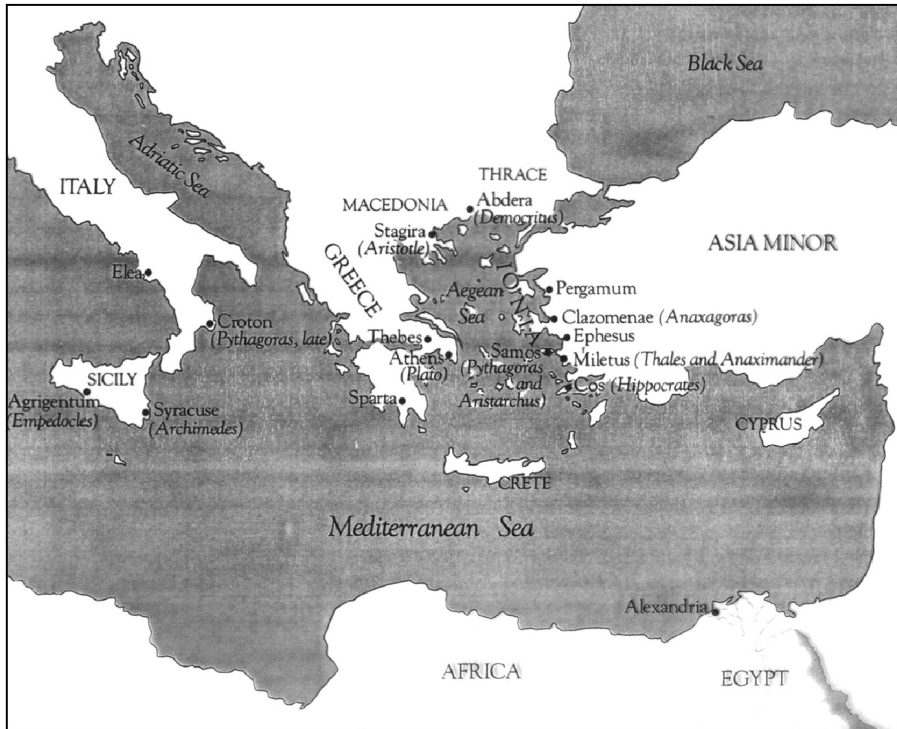
Πίνακας 1. Αστρονομικά όργανα των αρχαίων Ελλήνων

Αστρολάβος	Υψομέτρηση αστέρων 200 π.Χ. Ίππαρχος, Απολλώνιος εκ Πέργης
Γνώμων	Κατακόρυφη ράβδος στερεωμένη σε μια επιφάνεια Πλήθος αστρονομικών πληροφοριών από σκιά ράβδου Αναξίμανδρος
Ηλιακό ρολόι	Ράβδος παράλληλη στον άξονα του κόσμου στερεωμένη σε μια επιφάνεια με ενδείξεις Πλήθος αστρονομικών πληροφοριών από σκιά ράβδου Απολλώνιος εκ Πέργης, Αρίσταρχος ο Σάμιος
Ηλιακό ρολόι των Φιλίππων	Εξελιγμένη μορφή ηλιακού ρολογιού Μετρήσεις γεωγραφικού πλάτους, αζιμουθίου, ύψους κ.λπ. Κτησίβιος (Αλεξάνδρεια) (Σ. Πελεκανίδης, 1965)
Ουράνια σφαίρα	Περιστρεφόμενη σφαίρα με τους ουράνιους κύκλους χαραγμένους επάνω της. Χείρων, Θαλής, Εύδοξος
Μηχανισμός των Αντικυθήρων	Εκπληκτικό δείγμα των τεχνολογικών δυνατοτήτων των αρχαίων Ελλήνων. Πάνω από 30 συνεργαζόμενα γρανάζια μεγάλης ακρίβειας Ημερολογιακός μηχανισμός για την αναπαράσταση των κινήσεων Ηλίου, Γης, Σελήνης Αρχιμήδης, 80 π.Χ. (Αντικύθηρα, 1900)

μηγεία των ουράνιων φαινομένων αντικαθίσταται από την επιστημονική επανάσταση. Ακριβώς στην Ιωνία, τον 6ο π.Χ. αιώνα, αναπτύχθηκε η νέα αντίληψη, σύμφωνα με την οποία το Σύμπαν είναι κατανοητό, διότι έχει *εσωτερική τάξη*, διότι στην Φύση υπάρχουν *κανονικότητες* που επιτρέπουν την αποκάλυψη των μυστικών της και της λειτουργίας της.

Είναι αξιοσημείωτο ότι αυτή η επανάσταση συνέβη στην Ιωνία και όχι σε κάποια από τις μεγάλες πόλεις της Ινδίας, Αιγύπτου, Βαβυλωνίας, Κίνας ή Μεσοαμερικής.

Γιατί; Διότι η Ιωνία είχε πολλά πλεονεκτήματα (Σχήμα 5). Η Ιωνία ήταν ένα νησιωτικό βασίλειο. *Η απομόνωση, έστω και η ατελής, γεννά την ποικιλία.* Λόγω των πολλών νησιών της, χαρακτηριζόταν από μια ποικιλία πολιτικών συστημά-



Σχήμα 5. Η ευρύτερη αρχαία Ιωνία.

των. Δεν υπήρχε δύναμη που θα μπορούσε να επιβάλει κοινωνική και πνευματική ομοιομορφία σε όλα τα νησιά. Συνεπώς, έγινε δυνατή η ελεύθερη έρευνα και αναζήτηση και, έτσι, η προώθηση της δεισιδαιμονίας δεν μπορούσε να θεωρηθεί πολιτική ανάγκη.

Σε αντίθεση με άλλους λαούς, οι Ίωνες βρίσκονταν στο σταυροδρόμι πολιτισμών και όχι στο κέντρο ενός πολιτισμού. Ήταν ακριβώς η Ανατολική Μεσόγειος, όπου οι μεγάλοι πολιτισμοί της Αιγύπτου και της Μεσοποταμίας, αλλά και της Αφρικής, Ασίας και Αιγύπτου συναντήθηκαν και αλληλοεπηρεάσθησαν μέσα σε ένα πνεύμα έντονης και κατά μέτωπο αντιπαράθεσης προκαταλήψεων, γλωσσών, ιδεών και θεών. Έτσι, λοιπόν, εμφανίσθηκε η μεγάλη ιδέα, η συνειδητοποίηση του γεγονότος ότι είναι δυνατή η γνώση του κόσμου χωρίς την εκ των προτέρων παραδοχή της ύπαρξης των πολλών θεών και του ότι πρέπει να υπάρχουν αρχές, δυνάμεις, φυσικοί νόμοι που μπορούν να κατανοηθούν, χωρίς να είναι απαραίτητο π.χ. η πτώση ενός πουλιού να αποδοθεί στην απευθείας παρέμβαση του Δία. Η Ιωνία, λοιπόν, όπως πολλές φορές έχει ακουσθεί, ήταν ο τό-

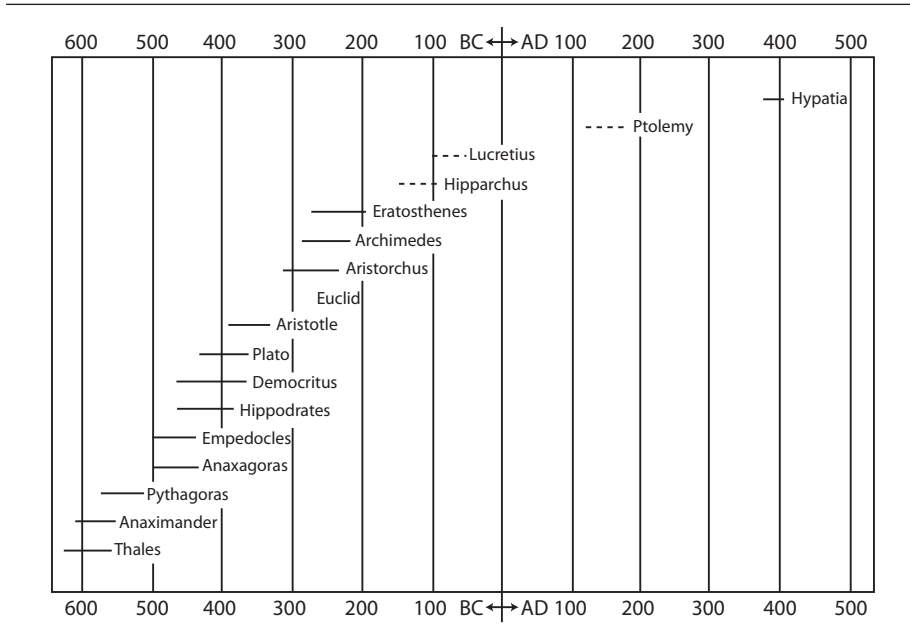
πος όπου γεννήθηκε η επιστήμη και όπου, μεταξύ 600 π.Χ. και 450 μ.Χ., συνέβη η μεγάλη επανάσταση στην ανθρώπινη σκέψη. Οι Ίωνες απέρριψαν τη δεισιδαιμονία και έτσι έκαναν θαύματα. Το γνωστό *Ηραίο* στη Σάμο είναι η πιο τρανή απόδειξη.

Γενικά, μπορεί να υποστηριχθεί ότι το κλειδί για την επανάσταση ήταν το χέρι, η χειρωνακτική εργασία, το πείραμα, η παρατήρηση. Μερικοί από τους λαμπρούς Ίωνες στοχαστές ήταν παιδιά ναυτικών, αγροτών, υφαντών, συνηθισμένα στη χειρωνακτική εργασία, σε αντίθεση με τους ιερείς και γραφείς των άλλων εθνών, οι οποίοι είχαν μεγαλώσει μέσα στην πολυτέλεια και ήταν απρόθυμοι να λερώσουν τα χέρια τους.

2. Ίωνες Φιλόσοφοι

Δεν είναι δυνατό να απαριθμήσει κανείς όλους τους Έλληνες φιλοσόφους και την συνεισφορά τους (*Πίνακας 2*). Αξίζει, όμως, να υπογραμμισθεί ότι οι μεγάλοι επιστήμονες, από το Θαλή μέχρι το Δημόκριτο (Αναξίμανδρος, Πυθαγόρας, Αναξαγόρας, Εμπεδοκλής, Ιπποκράτης, όλοι στην περίοδο 650-350 π.Χ.), σε ιστορικά και φιλοσοφικά βιβλία περιγράφονται ως “Προσωκρατικοί”, ως εάν η κύρια συνεισφορά τους να ήταν η διατήρηση του φιλοσοφικού φρουρίου μέχρι την εμ-

Πίνακας 2. Οι αρχαίοι Ίωνες Φιλόσοφοι (600 π.Χ. – 500 μ.Χ.)



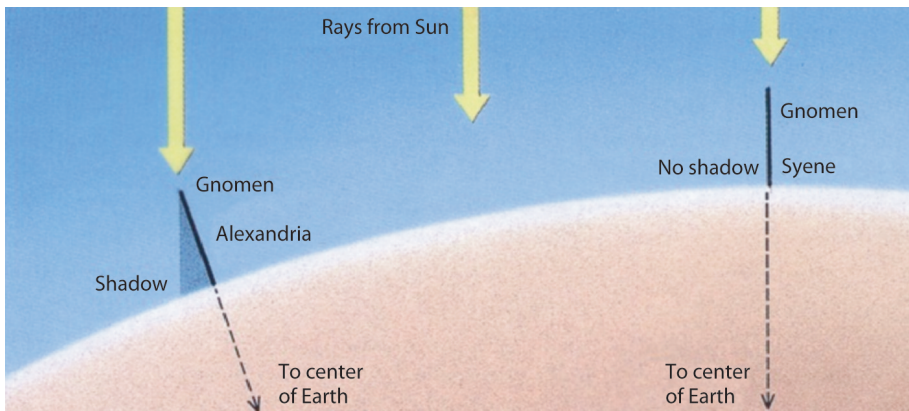
φάνιση του Σωκράτη, του Πλάτωνα και του Αριστοτέλη και η μικρή, ίσως, επίδρασή τους στους τελευταίους. Αυτό δεν είναι ακριβές, διότι οι αρχαίοι Έλληνες φιλόσοφοι εκπροσωπούν μια διαφορετική και εν πολλοίς αντιφατική παράδοση που, όμως, συμφωνεί περισσότερο με τη σύγχρονη επιστήμη, Αποτελεί, στ' αλήθεια, ανεπανόρθωτη απώλεια για όσους έζησαν μεταξύ της Ιωνικής Επιστημονικής Επανάστασης και της Ιταλικής Αναγέννησης, το ότι η επίδραση των αρχαίων Ιώνων φιλοσόφων ήταν δυναμικά αισθητή για τρεις, το πολύ, αιώνες.

Από τους Έλληνες φιλοσόφους μετά τον Αριστοτέλη (Ευκλείδης, Αρίσταρχος, Αρχιμήδης, Ερατοσθένης, Ίππαρχος, Πτολεμαίος, Υπατία, όλοι στην περίοδο 300 π.Χ – 450 μ.Χ.), θα ήθελα να αναφερθώ περιληπτικά σε τρεις, τους *Θαλή*, *Αναξίμανδρο* και *Πυθαγόρα*, και, κάπως αναλυτικά, στους *Αναξαγόρα*, *Ερατοσθένη* και *Αρίσταρχο*, οι οποίοι συνεισέφεραν ιδιαίτερα στη διαμόρφωση της σύγχρονης αστρονομικής και κοσμολογικής επιστήμης. Έτσι, ο Θαλής ο Μιλήσιος πίστευε, όπως και οι Βαβυλώνιοι, ότι ο κόσμος κάποτε ήταν νερό και ότι η ξηρά δημιουργήθηκε από τους ωκεανούς μέσω μιας φυσικής διαδικασίας, παρόμοιας με την *απόθεση* που ο ίδιος είχε παρατηρήσει στο Δέλτα του Νείλου. Το ότι το συμπέρασμα του Θαλή ήταν λανθασμένο, δεν έχει και τόσο μεγάλη σημασία. Σημασία έχει ότι η *επιστημονική σκέψη του ήταν σωστή*, ότι, δηλαδή, ο κόσμος δεν δημιουργήθηκε από τους θεούς, αλλά μέσα από φυσικές διεργασίες. Εξάλλου, ο Αναξίμανδρος ο Μιλήσιος υποστήριξε μεταξύ άλλων, ότι ο άνθρωπος είναι τόσο ευπρόσβλητος κατά τη γέννησή του, ώστε, εάν οι πρώτοι άνθρωποι είχαν έρθει στον κόσμο από μόνοι τους, θα είχαν πεθάνει αμέσως. Πρότεινε, κατά συνέπεια, *την αυθόρμητη γένεση της ζωής από τη λάσπη*, από την οποία οι απόγονοι βγήκαν στην ξηρά και, μέσω μεταλλάξεων, εξελίχθηκαν σε άλλα ζώα. Τέλος, η σύγχρονη παράδοση του μαθηματικού λογισμού και επιχειρηματολογίας, βασική για όλες τις θετικές επιστήμες, χρωστά πολλά στον Πυθαγόρα, ο οποίος πρώτος χρησιμοποίησε τον όρο *Κόσμος* για να περιγράψει την τάξη και τον θαυμαστό χαρακτήρα του Σύμπαντος.

Ο εκ Κλαζομενών φιλόσοφος Αναξαγόρας (~450 π.Χ.), ο αποκαλούμενος *Νους*, ήταν ένας πλούσιος πειραματικός επιστήμονας, αδιάφορος για τα πλούτη του αλλά με πάθος για την επιστήμη. Όταν ρωτήθηκε ποιος ήταν ο σκοπός της ζωής του, απάντησε “Η διερεύνηση του Ηλίου, της Σελήνης και του ουρανού”, όπως θα απαντούσε ένας πραγματικός αστρονόμος. Ο Αναξαγόρας πίστευε (μια καθαρά Ιωνική ιδέα), ότι οι άνθρωποι ήταν διανοητικά ανώτεροι των υπολοίπων ζώων, διότι έχουν χέρια. Ήταν ο πρώτος που δήλωσε σαφώς ότι η Σελήνη λάμπει εξαιτίας του ανακλώμενου, επάνω σε αυτήν, ηλιακού φωτός και κατά συνέπεια πρότεινε μια θεωρία για τις φάσεις της Σελήνης. Επίσης, θεωρούσε ότι ο Ήλιος

και η Σελήνη δεν είναι θεότητες, αλλά πύρινες πέτρες. Η θερμότητα των αστέρων δεν γίνεται αντιληπτή λόγω της μεγάλης απόστασής τους. Η Σελήνη έχει όρη και ο Ήλιος είναι τεράστιος, πιθανόν μεγαλύτερος από την Πελοπόννησο (!!!). Εξαιτίας των ιδεών του κατηγορήθηκε για ασέβεια ως εισάγων “καινά δαιμόνια” και πέθανε στην εξορία (428 π.Χ.)

Ο Ερατοσθένης ο Κυρηναίος, της Αλεξανδρινής Σχολής, συνεισέφερε σημαντικά στη διαπίστωση (3ος π.Χ. αιώνας) ότι η θεωρούμενη επίπεδη Γη είναι ένας μικρός, σφαιρικός κόσμος. Ο Ερατοσθένης ήταν Διευθυντής της μεγάλης Βιβλιοθήκης της Αλεξάνδρειας, όπου σε έναν πάπυρο διάβασε ότι το μεσημέρι της 21ης Ιουνίου (θερινό ηλιοστάσιο), στα νότια όρια της πόλης Συήνη (Ασσουάν), κοντά στον πρώτο καταρράκτη του Νείλου, οι κατακόρυφοι στύλοι δεν ρίχνουν καθόλου σκιά και ο Ήλιος καθρεφτίζεται ακριβώς στον πυθμένα ενός πηγαδιού (δηλαδή, βρίσκεται στο Ζενίθ του τόπου, “ακριβώς από πάνω”). Ως επιστήμονας, λοιπόν, ο Ερατοσθένης διερωτήθηκε, εάν συμβαίνει το ίδιο ταυτόχρονα και σε μια άλλη πόλη π.χ. στην Αλεξάνδρεια και διαπίστωσε ότι πραγματικά δεν συμβαίνει. Στην Αλεξάνδρεια, κατά την ίδια μέρα και ώρα, οι κατακόρυφοι στύλοι έριχναν σκιά. Αν όμως η Γη ήταν επίπεδη, οι κατακόρυφοι στύλοι στις δυο πόλεις θα ήταν παράλληλοι και θα έπρεπε και οι δυο να ρίχνουν σκιά και μάλιστα τα μήκη των σκιών τους να είναι ίσα μεταξύ τους. Αφού, λοιπόν, τίποτα απ’ αυτά δεν είναι αλήθεια, τι μπορεί να συμβαίνει; Την απάντηση έδωσε ο Ερατοσθένης υποστηρίζοντας ότι *η επιφάνεια της Γης δεν είναι επίπεδη αλλά σφαιρική (Σχήμα 6)*. Αυτό το συμπέρασμα είναι, προφανώς, θεμελιώδους σημασίας και επιπλέον επέτρεψε στον Ερατοσθένη να προσδιορίσει την ακτίνα και το μήκος της περιφέρειάς της Γης. Πραγματικά, από το μήκος της σκιάς υπολογίζεται αμέσως η



Σχήμα 6. Μέτρηση των διαστάσεων της Γης από τον Ερατοσθένη.

διαφορά των γεωγραφικών πλατών των δύο πόλεων, ίση περίπου με 7° . Επειδή η απόσταση των δύο πόλεων ήταν γνωστή από αφηγήσεις βηματιστών και ίση περίπου με 800 Km (φημολογείται ότι ο Ερατοσθένης μίσθωσε βηματιστές για τη μέτρησή της), η περιφέρεια της Γης είναι ίση με 40000 Km. Αυτή είναι η σωστή απάντηση και ο Ερατοσθένης την έδωσε χρησιμοποιώντας ως μόνα εργαλεία ράβδους, μάτια, πόδια και μυαλό με απλότητα σκέψης, επινοητικότητα και με μια επιπλέον αίσθηση πειράματος. Το λάθος στον υπολογισμό ήταν μόνο 2%, ένα πραγματικά αξιοσημείωτο επίτευγμα για περίπου πριν από 2,5 χιλιετίες. Αρα, ο Ερατοσθένης ήταν ο πρώτος άνθρωπος που μέτρησε τις διαστάσεις του πλανήτη Γη, γι' αυτό και θεωρείται δημιουργός της μαθηματικής γεωγραφίας. Η μέθοδος του Ερατοσθένη, βασικώς, χρησιμοποιείται και σήμερα από τους γεωδαίτες, οι οποίοι ονόμασαν τον Ερατοσθένη "Πατέρα της Γεωδαισίας".

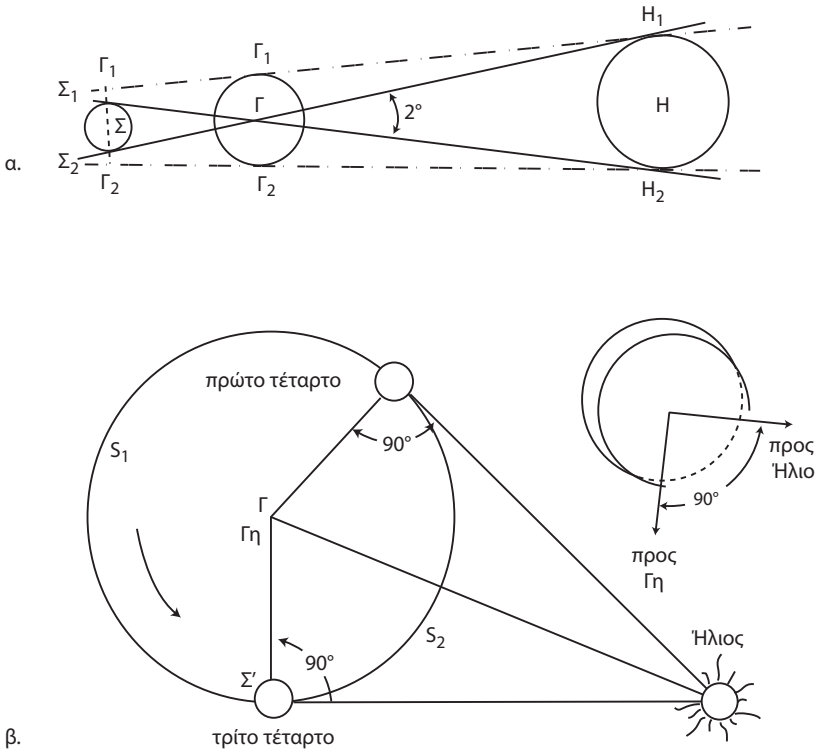
3. Αρίσταρχος ο Σάμιος και η Συμβολή του

Ο αστρονόμος, μαθηματικός και γεωμέτρης της Αλεξανδρινής Σχολής Αρίσταρχος γεννήθηκε στη Σάμο και έζησε στις αρχές του 3ου π.Χ. αιώνα (310-230 π.Χ.). Ήταν ένας από τους αρχαίους Έλληνες φιλοσόφους (όπως ήδη αναφέρθηκε, Αναξίμανδρος, Πυθαγόρας, Αναξαγόρας, Εμπεδοκλής, Ιπποκράτης, Αριστοτέλης, Ευκλείδης, Αρίσταρχος, Αρχιμήδης, Ερατοσθένης, Ίππαρχος, Πτολεμαίος, Υπατία, που, όλοι τους, έζησαν στο διάστημα 650 π.Χ. – 450 μ.Χ.), η δε επιστημονική συνεισφορά του υπήρξε πολλαπλή. Ο Αρίσταρχος υπήρξε ο εισηγητής, κήρυκας και υποστηρικτής της ριζοσπαστικής, για την εποχή του *ηλιοκεντρικής θεωρίας*.

Ο Αρίσταρχος δεν είναι γνωστός μόνον ως εισηγητής της ηλιοκεντρικής θεωρίας. Ουσιαστικά είναι ο πατέρας και θεμελιωτής της Αστρονομίας με βάση τη λογική σκέψη και όχι τις θρησκευτικές δοξασίες. Είναι ο εφευρέτης του *σκαφίου*, δηλαδή, μιας μορφής ηλιακού ρολογιού, με τη βοήθεια του οποίου έκανε πλήθος παρατηρήσεων και αστρονομικών υπολογισμών. Ο Αρίσταρχος επινόησε μια πολύ αξιόλογη μέθοδο προσδιορισμού των *σχετικών αποστάσεων* του Ηλίου και της Σελήνης από τη Γη, όπως και μια εξίσου σημαντική μέθοδο προσδιορισμού των *σχετικών διαστάσεων* των τριών αυτών σωμάτων (*Σχήμα 7* και *Πίνακας 3*).

Ίσως η ανακάλυψη ότι η πραγματική διάμετρος του Ηλίου είναι εικοσαπλάσια της σεληνιακής διαμέτρου, σε συνδυασμό με το ότι η απόσταση του Ηλίου από τη Γη είναι εικοσαπλάσια της απόστασης της Σελήνης από τη Γη, οδήγησαν τον Αρίσταρχο στο συμπέρασμα ότι ο *Ήλιος και όχι η Γη, αποτελεί το κέντρο του κόσμου*.

Η εισήγηση της ηλιοκεντρικής θεωρίας αποδεικνύει, ότι ο Αρίσταρχος μπορούσε να κρίνει με σαφήνεια και να εξηγήσει σωστά τα παρατηρούμενα ουράνια φαινόμενα, χωρίς να επηρεάζεται από τις για αιώνες παραδεκτές αλλά εσφαλ-



Σχήμα 7. Σχηματική αναπαράσταση της μεθόδου του Αρίσταρχου για τη μέτρηση των σχετικών α) διαστάσεων του Ηλίου, Η, Σελήνης, Σ, και της Γης, Γ, και β) αποστάσεων από τη Γη του Ηλίου και της Σελήνης.

Πίνακας 3. Διαστάσεις και αποστάσεις με μονάδα τη γήινη διάμετρο

	Τιμή Αρίσταρχου	Σύγχρονη τιμή
Απόσταση Σελήνης	40,2	30,1
Διάμετρος Σελήνης	1/3	0,27
Απόσταση Ηλίου	764	11,727
Διάμετρος Ηλίου	6,67	109,1

μένες αντιλήψεις και δοξασίες των συγχρόνων του. Εξάλλου, η επινόηση και χρήση του σκαφίου αποδεικνύει, ότι ο Αρίσταρχος μπορούσε όχι μόνο με επιτυχία να δίνει την θεωρητική λύση των αστρονομικών προβλημάτων, αλλά και να εφευρίσκει και να χρησιμοποιεί τα κατάλληλα αστρονομικά όργανα. Με άλλα λόγια, ήταν και ένας επιδέξιος παρατηρητής του ουρανού.

Ο Αρίσταρχος έγραψε πολλές εργασίες, οι περισσότερες από τις οποίες έχουν χαθεί. Ορισμένα τμήματα της πραγματείας του Αρίσταρχου σε αντίγραφο σώζονται μέχρι σήμερα, επειδή είχαν συμπεριληφθεί σε έναν τόμο με τον τίτλο *Μικρά Αστρονομία*, σε διάκριση από τη *Μέγιστη Αστρονομία* (ή *Μεγάλη Μαθηματική Σύνταξις*, *Al Magest*) του Κλαύδιου Πτολεμαίου.

Η πρώτη τυπογραφική έκδοση της πραγματείας του Αριστάρχου στα ελληνικά έγινε το 1688 στην Οξφόρδη από τον J. Wallis με τίτλο:

*ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΥ ΣΑΜΙΟΥ: Περί Μεγεθών και Αποστημάτων
Ηλίου και Σελήνης
ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΑΠΠΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΩΣ: Του της Συναγωγής ΒΙΒΛΙΟΥ Β'
Απόσπασμα*

Στο σωζόμενο χειρόγραφο της πραγματείας του Αριστάρχου δεν αναφέρεται ο Ήλιος ως κέντρο του Ηλιακού Συστήματος. Η θεωρία του Αριστάρχου για τον Ήλιο ως το κέντρο του Ηλιακού Συστήματος δημοσιεύθηκε σε άλλη εργασία του, η οποία επίσης χάθηκε.

Όμως, η σχετική πληροφορία μαρτυρείται κατά έναν αδιαμφισβήτητο τρόπο από διάφορους αρχαίους συγγραφείς. Έτσι ο Αρχιμήδης στη μαθηματική πραγματεία του *Ψαμμίτης* γράφει: «Αρίσταρχος ο Σάμιος υποτίθεται γαρ τα μεν απλανέα των άστρων και τον Άλιον μένειν ακίνητον, ταν δε Γαν περιφέρεσθαι περί τον Άλιον κατά κύκλου περιφέρειαν, ος έστιν εν μέσω τω δρόμω κείμενος». Επίσης, ο Στοβαίος στο σύγγραμμά του περί Φυσικής γράφει: «Αρίσταρχος τον Ήλιον ίστησι». Τέλος, ο Πλούταρχος στο έργο του *Περί αρεσκόντων τοις Φιλοσόφοις* αναφέρει: «Αρίσταρχος τον Ήλιον ίστησι μετά των απλανών, την δε Γην κινεί περί τον ηλιακόν κύκλον, εξελίττεσθαι δε κατά λοξού κύκλου την Γην, άμα δε και περί τον αυτής άξονα δινουμένην και κατά τας ταύτης εγκλίσεις σκιάζεσθαι τον δίσκον». Δεν υπάρχει, λοιπόν, αμφιβολία για την πατρότητα της ηλιοκεντρικής θεωρίας.

4. Η ιστορική αλήθεια

Από αυτά που αναφέρθηκαν μέχρι τώρα βγαίνει το συμπέρασμα, ότι ο Αρίσταρχος πρώτος εισηγήθηκε τη δεκτή σήμερα ηλιοκεντρική θεωρία και θεμελίωσε την Αστρονομία πάνω στη λογική σκέψη. Αυτό θα πρέπει να τονισθεί ιδιαίτερα, διότι μια μερίδα της διεθνούς αστρονομικής ή όχι κοινότητας, είτε δικαιολογημένα από άγνοια, είτε ακόμα και αδικαιολόγητα, δεν συμμερίζεται απόλυτα, ακόμη και τώρα, την άποψη αυτή. Δυστυχώς για την ηλιοκεντρική θεωρία, θερμοί υποστηρικτές της γεωκεντρικής θεωρίας με εισηγητή τον επίσης μεγάλο Σά-

μιο Πυθαγόρα, ήταν επιστήμονες του κύρους του Αριστοτέλη, του Ιππάρχου, του Πτολεμαίου κ.ά. Συνεπώς, η επαναστατική ιδέα του Αριστάρχου, ο οποίος «πήγε κόντρα στο πνευματικό κατεστημένο της εποχής του», δεν ήταν δυνατό να γίνει δεκτή. Έπεσε στη λήθη των ανθρώπων, χωρίς όμως να ξεχασθεί εντελώς, μέχρι την εποχή της Αναγέννησης, οπότε το 1543 μ.Χ., δηλαδή, περίπου δύο χιλιετίες αργότερα, δικαιώθηκε από το διάσημο Πολωνό αστρονόμο Nicolaus Copernicus. Ο Copernicus, όμως, αν και απλώς ανέσυρε από την αφάνεια την ηλιοκεντρική θεωρία, επαναλαμβάνοντας έτσι τις ιδέες του Αριστάρχου, εν τούτοις φέρεται σήμερα (αυτός και όχι ο Αρίσταρχος) ως ο εισηγητής της ηλιοκεντρικής θεωρίας, μάλιστα δε το δεκτό σήμερα ηλιοκεντρικό σύστημα εξακολουθεί να ονομάζεται διεθνώς «Κοπερνίκειο» και όχι «Αριστάρχειο», όπως θα έπρεπε.

Προκύπτει, λοιπόν, το ερώτημα εάν το έργο του Copernicus είναι πρωτότυπο και ποια η αξία του. Για να απαντήσει κανείς υπεύθυνα στο ερώτημα αυτό, θα πρέπει να λάβει υπόψη τις δυσκολίες της εποχής του Copernicus.

Κατά την οποία εκείνη επικρατούσαν τα δόγματα του Αριστοτέλη, δηλαδή, η γεωκεντρική θεωρία, με τα οποία δεν επιτρεπόταν να διαφωνήσει κανείς. Πραγματικά, είναι γνωστό, ότι με την χρονολογική παρακμή του αρχαιοελληνικού πολιτισμού σταμάτησε και η ανάπτυξη της κοσμολογικής επιστήμης. Η Ελληνική γνώση διατηρήθηκε από τους Άραβες, οι οποίοι με περαιτέρω παρατηρήσεις ενίσχυσαν το σύστημα του Πτολεμαίου. Μερικοί Άραβες λόγιοι, οι οποίοι δεν ήσαν ικανοποιημένοι από την Αριστοτελική φυσική, επεχείρησαν την κριτική της τελευταίας, χωρίς όμως να αναπτύξουν καμιά νέα θεωρία στη Μέση Ανατολή. Τα γραπτά του Αριστοτέλη, περαιτέρω επεξεργασμένα από μεταγενεστέρους του και τον Πτολεμαίο, «ξαναανκαλύφθηκαν» στην Ευρώπη στην αρχή του 13^{ου} π.Χ. αιώνα. Η Ελληνική-Πτολεμαϊκή κοσμολογία, τελικά, ενσωματώθηκε στην μεσαιωνική Ευρωπαϊκή φιλοσοφία, με αρκετές τροποποιήσεις, ώστε να είναι συμβατή με την Ιουδαϊκή και Χριστιανική θεολογία. Μια σημαντική τροποποίηση ήταν η αλλαγή από ένα αιώνιο Σύμπαν σε ένα Σύμπαν με δημιουργία εκ του μηδενός πριν από πεπερασμένο χρονικό διάστημα. Η Γη διατηρήθηκε ως το κέντρο του κόσμου, όχι, όμως, επειδή ήταν ένας ιδιαίτερα θαυμάσιος τόπος. Στην πραγματικότητα, στο πλαίσιο αυτής της κοσμολογίας, το κέντρο της Γης ήταν το χαμηλότερο δυνατό σημείο, η θέση της Κολάσεως, ενώ το βασίλειο των ουρανών ήταν η περιοχή των αγγέλων, με τον Θεό να βρίσκεται πέραν της εξώτατης σφαίρας. Σ' αυτήν την μορφή της, ο Θωμάς Ακινάτης και άλλοι θεολόγοι του Μεσαίωνα ανύψωσαν την παγανιστική Πτολεμαϊκή κοσμολογία και Αριστοτελική φυσική σε θεμέλιο λίθο του Χριστιανικού δόγματος.

Η υπεροχή της αυθεντίας του Αριστοτέλη κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα

οφείλεται στο ότι ο Αριστοτέλης είπε στους Ευρωπαίους ακριβώς αυτό που οι ίδιοι ήθελαν να ακούσουν εκείνη την εποχή, η δε Αριστοτελική φυσική και ιδιαίτερα η Αριστοτελική κοσμολογία ταίριαζαν στις επικρατούσες τάσεις. *Η έρευνα νέας γνώσεως εθωρείτο ως κενή περιεχομένου, διότι, ακριβώς, ο Αριστοτέλης είχε ασχοληθεί με όλα τα προβλήματα και τις ερωτήσεις και είχε δώσει τις λύσεις και τις απαντήσεις.* Ήταν, δε, γενική η πεποίθηση, ότι όλα όσα ήταν δυνατό να ανακαλυφθούν είχαν ήδη ανακαλυφθεί. Επρόκειτο, λοιπόν, για μια εποχή, κατά την οποία ο έλεγχος της Εκκλησίας σε θέματα πίστεως ήταν απόλυτος και δεν ήταν ανεκτή η διαφωνία σε θεολογικά ή επιστημονικά θέματα.

Όμως, η ανθρώπινη περιέργεια δεν είναι δυνατό να καταπιέζεται συνεχώς. Η εκ νέου ανακάλυψη της αρχαιοελληνικής επιστημονικής σκέψης υπήρξε η απαρχή μιας αλλαγής στην Ευρώπη, η οποία αλλαγή, τελικά, οδήγησε στην *Μεταρρύθμιση*. Περί τον 15^ο μ.Χ. αιώνα, κάθε μορφωμένο Ευρωπαίο τον απασχολούσε η Ελληνική γνώση και μάθηση. Η *Αστρονομία*, η οποία την εποχή εκείνη ήταν ακόμη κάτι σαν κι' αυτό που σήμερα θα λέγαμε *αστρολογία*, εθωρείτο ως ανήκουσα στα Γράμματα και τις Τέχνες. Έτσι, π.χ. ο Άγγλος Geoffrey Chaucer, αν και ποιητής, έγραψε μια διατριβή σχετική με την χρήση του *αστρολάβου*, επιστημονικού οργάνου για τον προσδιορισμό της θέσεως των αστερών. Εξάλλου, οι μορφωμένοι Ευρωπαίοι ήταν ενήμεροι, για το ότι η Γη είχε σφαιρικό και όχι επίπεδο σχήμα και, ακόμη, γνώριζαν με πολλή μεγάλη ακρίβεια τη διάμετρό της.

Η Ευρωπαϊκή διάνοηση κατά τον 16^ο μ.Χ. αιώνα βρισκόταν σε αναβρασμό. Το υψηλό επίπεδο παιδείας και μόρφωσης, η εκ νέου ανακάλυψη των αρχαίων λόγων έργων και η ανάπτυξη της τυπογραφίας ανύψωσαν τα διανοητικά δεδομένα και διαφοροποίησαν δραματικά το πολιτικό κλίμα. *Αυτό το νέο περιβάλλον επέτρεψε αλλαγές όπως η Μεταρρύθμιση, η οποία αμφισβήτησε ευθέως την επικρατούσα τότε δογματική αυθεντία, δηλαδή, την Ρωμαιοκαθολική Εκκλησία.* Αποτελεί δε ειρωνεία το ότι εκείνος ο οποίος, επαναλαμβάνοντας τις ιδέες του Αρίσταρχου, άρχισε την επερχόμενη κοσμολογική επανάσταση, δηλαδή, ο Copernicus, προερχόταν από την Εκκλησία.

Είναι, λοιπόν, εντελώς φυσιολογικό, αλλά και αποτελεί αδιαμφισβήτητη πραγματικότητα, η οποία δεν είναι δυνατό να παραβλεφθεί (εκφεύγει, όμως, των ορίων αυτής της ομιλίας, αλλά περιγράφεται αναλυτικά στην παρατιθέμενη στο τέλος *Ενδεικτική Βιβλιογραφία*), ότι η κριτική των ιδεών του Copernicus άρχισε γρήγορα και υπήρξε έντονη. Χαρακτηριστική είναι η αντίδραση του Martin Luther, του Γερμανού θεολόγου και θεμελιωτή της Γερμανικής Μεταρρύθμισης, ο οποίος το 1539 μ.Χ. σχολίασε με θυμό: *Ακούσαμε για ένα νέο αστρολόγο, ο*

οποίος θέλει να αποδείξει ότι η Γη και όχι το στερέωμα, ο Ήλιος και Σελήνη κινείται και περιφέρεται. Αυτός ο τρελλός θέλει να ανατρέψει ολόκληρη την τέχνη της Αστρονομίας. Όμως, σύμφωνα με τις Ιερές Γραφές, ο Ιησούς διέταξε τον Ήλιο να σταματήσει, όχι τη Γη.

Υπό την έννοια αυτή, η συνεισφορά του Copernicus στην αναβίωση της ηλιοκεντρικής θεωρίας πρέπει να αναγνωρισθεί ως πραγματικά σημαντική, αυτό όμως δεν αρκεί για να του αναγνωρισθεί και η πατρότητα της θεωρίας αυτής. Είναι αλήθεια ότι ο Copernicus γνώριζε τις απόψεις του Αριστάρχου. Αυτό πιστοποιείται από ένα σωζόμενο απόσπασμα του χειρογράφου της πραγματείας του Copernicus με τίτλο *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, που ακόμα φυλάσσεται στη βιβλιοθήκη του Πανεπιστημίου της Βαρσοβίας. Σ' αυτό φαίνεται διαγεγραμμένη παράγραφος που αναφέρεται στην πραγματεία του Αριστάρχου και η οποία, κατά ένα παράδοξο τρόπο, δεν έχει συμπεριληφθεί στην τυπωμένη έκδοση της πραγματείας του που παρουσιάστηκε το 1543 μ.Χ. (Σχήμα 8). Σε μετάφραση του σεβαστού Καθηγητή κ. Σ. Σβολόπουλου, η παράγραφος έχει ως εξής:

«Αν και αναγνωρίζομεν ότι η πορεία του Ηλίου και της Σελήνης θα ήτο επίσης δυνατόν να εξηγηθῆ με την προϋπόθεσιν ότι η Γη είναι ακίνητος, τούτο είναι ολιγώτερον δυνατόν δια τους άλλους πλανήτας. Είναι πιθανόν ότι δι' αυτούς, ως και δι' άλλους λόγους, ο Φιλόλαος συνέλαβεν την ιδέαν της κινήσεως της Γης, η οποία, όπως μερικοί λέγουν, ήτο επίσης γνώμη του Αριστάρχου του Σαμίου και όχι δια τους λόγους, τους οποίους αναφέρει ο Αριστοτέλης και τους απορρίπτει. Αλλά αφού αυτά τα ζητήματα είναι τοιούτου είδους, δεν είναι δυνατόν να κατανοηθούν παρά μόνον από οξείς εγκεφάλους και κατόπιν μακράς προσπαθείας και κατ' εκείνους τους χρόνους παρέμενον μεταξύ των φιλοσόφων και δεν ήσαν παρά ολίγοι εκείνοι, οι οποίοι κατενόησαν τον λόγον της κινήσεως των αστέρων, όπως μας πληροφορεί ο Πλάτων. Αλλ' εάν ο λόγος ήτο γνωστός εις τον Φιλόλαον ή εις κάποιον των Πυθαγορείων, είναι πιθανόν να μην ανεφέρθη εις τους νεωτέρους, δεδομένου ότι οι Πυθαγόρειοι δεν συνήθιζον να καταγράφουν τα ζητήματα που τους απησχόλουν».

Το γεγονός της διαγραφής αυτής της παραγράφου χαρακτηρίζεται από μερικούς ως λογοκλοπή, ενώ άλλοι θεωρούν την παράλειψη αναφοράς, ιδιαίτερα στον Αρίσταρχο, ως έλλειψη θάρρους ή δειλία. Θα πρέπει να τονισθεί, ότι δεν είναι απολύτως εξακριβωμένο ότι η ανωτέρω διαγραφή πρέπει να αποδοθεί στον ίδιο τον Copernicus ή στον εκδότη, δεδομένου ότι η έκδοση της πραγματείας ως βιβλίου σχεδόν συνέπεσε με τον θάνατο του Copernicus.

Με βάση όλα τα ανωτέρω, ο Copernicus δεν είναι ο εισηγητής αλλά απλώς ο

ανακαινιστής της ηλιοκεντρικής θεωρίας. Η πατρότητα της θεωρίας αυτής ανήκει κατά τρόπο αποκλειστικό και πρωτότυπο στον Αρίσταρχο. Ίσως θα μπορούσε να πει κανείς, ότι η προσωπική συνεισφορά του Copernicus βρίσκεται κυρίως στο ότι εισήγαγε το γεωμετρικό μηχανισμό του γεωκεντρικού συστήματος του Πτολεμαίου στο ηλιοκεντρικό σύστημα του Αριστάρχου. Όμως, είναι φανερό ότι, αφού η πραγματική δυσκολία-δηλαδή, η πίστη ότι οι πλανήτες κινούνται ομαλά σε κυκλικές τροχιές-δεν ήταν δυνατό να υπερνικηθεί, η όλη του προσπάθεια βρισκόταν σε λανθασμένο δρόμο.

Για την αποκατάσταση και διάδοση αυτής της ιστορικής αλήθειας, για λόγους καθαρά δεοντολογίας, αλλά **(και αυτό απευθύνεται στην πολιτική ηγεσία του Υπουργείου Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων της χώρας μας)** και για την επιβαλλόμενη δίκαιη μεταχείριση της επιστήμης της Αστρονομίας από όλους, άρχοντες και αρχομένους, είναι απαραίτητη μια, όσο το δυνατό, ευρύτερη ενημέρωση πάνω στο έργο του μεγάλου αυτού Έλληνα αστρονόμου και των αρχαίων Ελλήνων αστρονόμων-μαθηματικών-φιλοσόφων γενικότερα. Αυτό εμφανίζεται να είναι ακόμη πιο αναγκαίο, διότι, ακόμη και στις μέρες μας, από έγκριτα φύλλα του ημερήσιου τύπου γίνεται, θέλω να ελπίζω μη ηθελημένα, παραπληροφόρηση, αφού π.χ., όπως αναφέρεται στη *Βιβλιογραφία* στο τέλος, σε δημοσιευμένο άρθρο, απλή μεταφορά-μετάφραση αντίστοιχου άρθρου του ξένου τύπου για τον Γαλιλαίο γίνεται συνεχής αναφορά στην θεωρία, στις υποθέσεις αλλά και στο σύστημα του Copernicus χωρίς, δυστυχώς, καμιά αναφορά στον Αρίσταρχο. Προς την κατεύθυνση αυτή κατατείνει και το σημερινό συνέδριο και η σημερινή ομιλία και, όπως θέλω να πιστεύω, οι ανάλογες μελλοντικές ενέργειες του *Ινστιτούτου Διεθνούς Συνεργασίας Ελλήνων Επιστημόνων*.

Αξίζει να επαναληφθεί και από την θέση αυτή η γνώμη του Zdenek Kopal, γνωστού θαυμαστή του αρχαίου ελληνικού πολιτισμού και θερμού φίλου της νεώτερης Ελλάδας, Καθηγητή του Πανεπιστημίου του Manchester, όπως αυτή εκφράσθηκε πριν από είκοσι ακριβώς χρόνια σε αντίστοιχο συνέδριο στο Πυθαγόρειο της Σάμου και δημοσιεύθηκε το 1979 στο περιοδικό (οι παλαιότεροι από σας μπορεί και να γνωρίζουν ή θυμούνται το περιοδικό) *Σαμιακή Επιθεώρηση*:

Τα πρώτα και ουσιαστικότερα βήματα που οδήγησαν στην οριστική διαμόρφωση ενός σωστού προτύπου του ηλιακού συστήματος έγιναν από τον Αρίσταρχο το Σάμιο κατά τον 3ον αιώνα π.Χ. Αυτός διακήρυξε το σωστό δρόμο, είκοσι αιώνες πριν το αποτέλεσμα αυτό της έρευνας γίνει μόνιμο πνευματικό κτήμα της ανθρωπότητας. Αυτός άναψε τις πρώτες σπινθίρες της θεϊκής φωτιάς που αποκάλυψε τελικά την πραγματική θέση μας στο Σύμπαν.

Επίλογος

Σε ένα συνέδριο όπως το σημερινό επιβάλλεται να τονισθούν ιδιαίτερως ορισμένες προφανείς, αν και παρεξηγημένες, υποχρεώσεις των Νεοελλήνων. Πιο συγκεκριμένα επιβάλλεται:

α) Η ανάγκη τονισμού της συνεχούς προσπάθειας για προστασία της Ελληνικής γλώσσας, η οποία σήμερα κακοποιείται κατά βάνουσο τρόπο, αν και αποτελεί τη βάση των γλωσσών (Εικόνα 1),

β) Η ανάγκη τονισμού της σημασίας ο πολίτης να επιζητεί-απαιτεί να είναι



ΛΕΞΕΙΣ ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΕΠΟΧΕΣ

Αν ο κοινωνικοπολιτικός λόγος προλαμβάνει και αφομοιώνει ταχύτατα ξενόγλωσσες λέξεις, η ελληνική γλώσσα εξακολουθεί να αναγνωρίζεται στο σύγχρονο διεθνές πολιτικό λεξιλόγιο. Ο καθηγητής Dr John N. Kalaras πρότασης του Πανεπιστημίου Άριστον συνέθεσε το κείμενο που ακολουθεί μόνο με ελληνικές λέξεις.

Economic systems basically symbolize the philosophy and the ideology of their party. In a democratic political system, ideology and dialogue characterize the basic methodology and strategy of the politicians. However, systems like monarchy, tyranny, or oligarchy, are stigmatized with megalomaniac and social problems. When monarchs or tyrants were dethroned, they nostalgically agonized how to bring anarchy, so that they may be enthroned again. Their chronic egomania and megalomania, their apathy for philanthropy and their anigmatic, problematic and pathetic logic, periodically stigmatized the political arena. Tyrants symbolize anarchy, phobia, panic, chronic epidemic and paralysis of the socioeconomic system.

The agora was the physical location where politicians, philosophers and scholars would analyze the problems generated by monarchy, tyranny and periodically aristocracy.

The basic methodology was dialogue, rhetoric or poetry. The dialogue was characterized by synthesis, analysis and synopsis, a systematic phenomenon in every epistimologist's phraseology.

The rhetoric was pragmatic, yet charismatic, characterized by harmony, magnetic fantasy and practical talent. Historians and chronographers have systematically shown that charismatic politicians electrified the odium or the agora with their rhetoric, in which they used cosmetic epithets, eclectic idioms, metaphors, paradigms and paradoxical phraseological idiosyncrasies.

Classical poets, satyrs, scholars and philosophers emphatically criticized the anemic tyrants for their catastrophic and scandalous egomania. Paradoxically, in spite of their idiosyncrasies, some tyrants, like Periandros the Corinthian, were charismatic, philanthropic and sympathetic to the economic problems and social climate. Some of them, who strategized their economics ethically and logically, created economic euphoria, which allowed architects to build odiums and theaters; to practice music and drama, gymnasiums and stadiums to organize athletics. Most of them, however, had the syndrome of apathy, autocracy, autarchy, empathy, were myopic and spasmodic egomaniacs, who antagonized everything that demonstrated an antithesis.

However, the climax of ideology, dialogue, epistimology, philosophy, logic and harmony, are practiced in a democratic system. Here you have the forum at the agora, where politics and socioeconomic are analyzed by politicians, academicians and scholars. Politicians antagonized the philosophers and scholars on ideology and practicality of economic systems and ideas. They both, however, emphasized ethicacy, ideology, logic and harmonious political atmosphere.

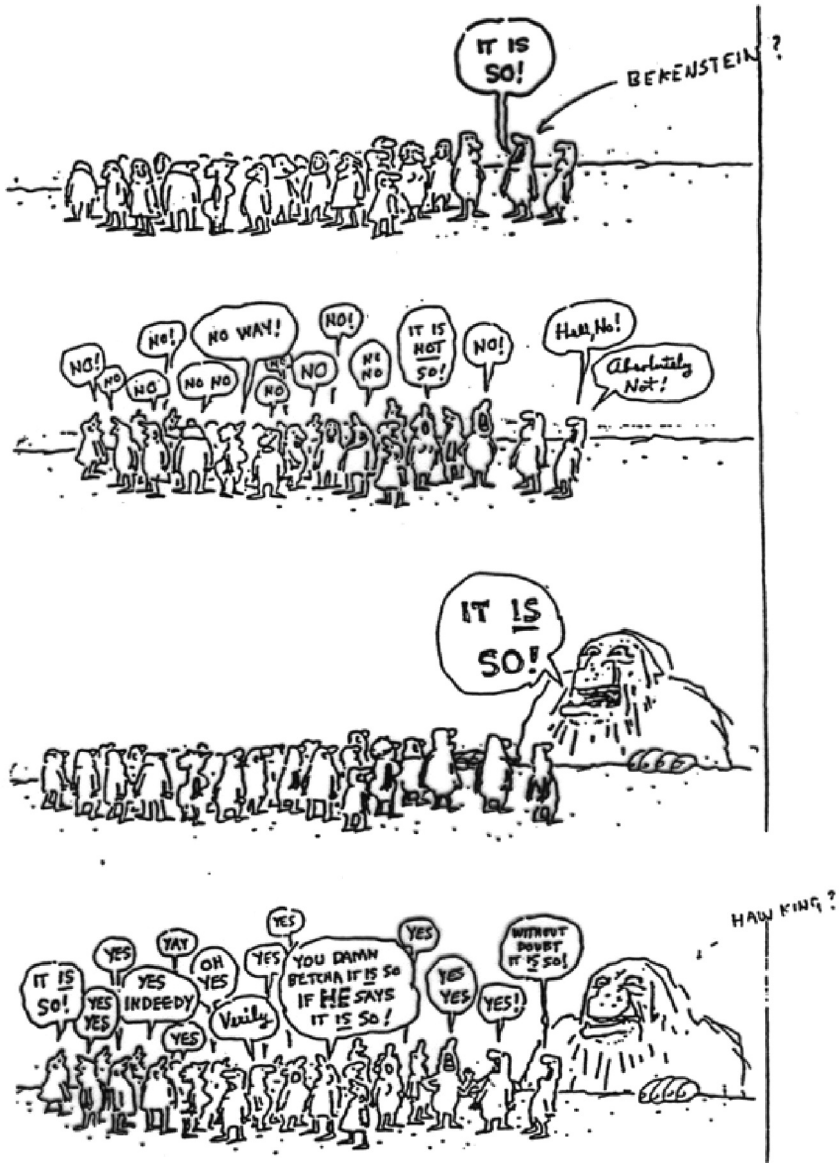
History has no parallel paradigm of a politician with character and charisma, like Pericles the Athenian, whose scholastic and stochastic dynamism, rhetoric, fantasy, energy and ideology characterized him as the ARCHITECT OF THE ATHENIAN DEMOCRACY.

(εφημ. ΕΛΕΥΘΕΡΟΤΥΠΙΑ, 12.11.99)

Εικόνα 1. Ο διεθνής χαρακτήρας της ελληνικής γλώσσας.

πάντα σωστά ενημερωμένος, διότι μόνον έτσι θα είναι σωστός πολίτης και, εκφράζοντας πάντα όχι απλώς τη γνώμη του αλλά την ελεύθερη γνώμη του, θα παίρνει όποτε απαιτείται τις σωστές αποφάσεις (Εικόνα 2) και

γ) Η ανάγκη τονισμού της αναγνώρισης της σημασίας της ατομικής ή συλλογικής πρωτοβουλίας και προσπάθειας για την αποκατάσταση της ιστορικής αλήθειας ιδιαίτερως επί θεμάτων εθνικής σημασίας, όπως στην περίπτωση της κα-



Εικόνα 2. Χωρίς ... πολλά λόγια!



Εικόνα 3. Ο πρώτος, γνωστός στον κόσμο ανδριάντας του Αριστάρχου του Σαμίου στο «Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Αιγαίου» στους Μυτιληνιούς Σάμου.

τασκευής, με την αξιέπαινη πρωτοβουλία του *Ιδρύματος Κωνσταντίνου και Μαρίας Ζημάλη*, του *Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Αιγαίου* και του *Συλλόγου Φίλων του Παλαιοντολογικού Μουσείου Μυτιληνίων Σάμου*, του **πρώτου γνωστού στον κόσμο ανδριάντος του Αριστάρχου του Σαμίου**, ευρισκόμενου από την 9η Αυγούστου 2003 στον προαύλιο χώρο του *Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Αιγαίου-Παλαιοντολογικού Μουσείου Μυτιληνίων Σάμου* στην πόλη *Μυτιληνιοί Σάμου* δίπλα στο *Πυθαγόρειο* (Εικόνα 3).

Κύριε Πρόεδρε, Κυρίες και Κύριοι, για το ενδιαφέρον, την υπομονή και την προσοχή σας, σας ευχαριστώ πολύ όλους σας.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

- Hawley, J. F., and Holcomb, K. A., 1998, *Foundations of Modern Cosmology*, Oxford University Press, New York, Oxford.
- Johnson, G., 2003, *Οι Αστοχίες του Γαλιλαίου-Ο πιο Διάσημος «Υπνοβάτης»*, Άρθρο σε μετάφραση αναδημοσιευμένο στην εφημερίδα *Καθημερινή*, Παρασκευή 15-Σάββατο 16 Αυγούστου 2003, Σελίδες 1 και 11.
- Maurus, V., 2003, *Ενας Εναντίον Όλων: Γαλιλαίος-«Και Όμως Κινείται»*, Άρθρο στην εφημερίδα *Le Monde*, αναδημοσιευμένο στην εφημερίδα *Το Βήμα*, Τετάρτη 6 Αυγούστου 2003, Σελίδες III και IV.
- Pasachoff, J.M. 1989, *Contemporary Astronomy*, W.B.Saunders Company, Philadelphia, USA.
- Σπύρου, Ν.Κ., 1981, *Αρίσταρχος ο Σάμιος: Θεμελιωτής της Αστρονομίας*, Ευκλείδης Β' (Ελληνική Μαθηματική Εταιρεία) Τεύχη 1 και 2, Περίοδος 1980-81.
- Σπύρου, Ν.Κ., 1997α, *Σύγχρονες Απόψεις για το Σύμπαν*, Πρακτικά των εργασιών του *Ανοικτού Πανεπιστημίου Λήμνου*, Τρίτη και Τετάρτη Περίοδος, 1996-97, Σελ. 98-120 (Έκδοση :Σύλλογος Λημνίων Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη).
- Σπύρου, Ν.Κ., 1997β, *Επιστημονικά Όργανα, Παρατηρήσεις και Σημασία τους στην Αστρονομία των Αρχαίων Ελλήνων*, Προσκεκλημένη Ομιλία, Πρακτικά Εργασιών του Πρώτου Διεθνούς Συνεδρίου *Αρχαία Ελληνική Τεχνολογία*, Σελ. 169-174 (Εκδότες: Εταιρεία Μελέτης της Αρχαίας Ελληνικής Τεχνολογίας, Τεχνικό Μουσείο Θεσσαλονίκης και Πολιτιστικό Τεχνολογικό Ίδρυμα ΕΤΒΑ), Θεσσαλονίκη.
- Σπύρου, Ν., 1998, *Ίωνες Φιλόσοφοι και Κοσμολογική Επιστήμη*, Απόπλους, Σελ. 83-106.
- Σπυρου, Ν., 1999, *Aristarchus of Samos: Founder of Astronomy*, Invited Talk, in *Proceedings of the 4th Panhellenic Conference in Astronomy* Pythagoreion, Samos, 16-18 September 1999) (Electronic Version) Ed. John Seimenis.
- Σπύρου, Ν., 2001, *Αστρονομικοί Γεωκεντρισμοί και Ανθρώπινοι Εγωκεντρισμοί*, Προσκεκλημένη Ομιλία, Πρακτικά Διεθνούς Επιστημονικού Συνεδρίου *«Εκκλησία και Κόσμος κατά τον Απόστολο Παύλο»*, Σελ. 259-284 (Εκδότης: Ιερά Μητρόπολη Βεροίας, Ναούσης και Καμπανίας), Βέροια.

- Spyrou, N., 2003, *Ionian Philosophers and Early-Greek Cosmology*, Invited Open Talk at the *International Conference on Multi-Wavelength Cosmology*, Mykonos Island, Helias (Greece), 16-20 June 2003 (In Meeting's Proceedings, in press).
- Σπύρου, Ν.Κ., 2003α, *Αρίσταρχος ο Σάμιος: Θεμελιωτής της Αστρονομίας*, Προσκεκλημένη Ομιλία που δόθηκε την 9^η Αυγούστου 2003 κατά τα αποκαλυπτήρια του πρώτου γνωστού στον κόσμο ανδριάντος για τον *Αρίσταρχο τον Σάμιο* στον προαύλιο χώρο του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Αιγαίου - Παλαιοντολογικού Μουσείου Μυτιληνίων Σάμου, Σάμος.
- Terzian, Y., 1994, *Η Φύση του Σύμπαντος*, Προσκεκλημένη Ομιλία, Πρακτικά του εορτασμού για *Τα Πενήντα Χρόνια του Εργαστηρίου Αστρονομίας του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης*, Σελ.32-42 (Εκδότες: Β. Μπαρμπάνης, Ν.Κ. Σπύρου) Θεσσαλονίκη.
- Terzian, Y., 1997, *Η Αξία της Επιστήμης*, (Επίσημη Ομιλία) Πρακτικά της τελετής αναγόρευσης του κ. Yervant Terzian, Καθηγητή του Cornell University, Ithaca, New York, USA, σε *Επίτιμο Διδάκτορα* του Τμήματος Φυσικής της Σχολής Θετικών Επιστημών του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, Σελ.21-32 (Έκδοση-Επιμέλεια: Ν.Κ. Σπύρου), Θεσσαλονίκη.
- Weinberg, S., 1992, *Dreams of a Final Theory*, Pantheon Books, New York.

Σημείωση: Τα Σχήματα 1,2,5, και 6 όπως και οι Πίνακες I και II στο κείμενο έχουν ληφθεί από την αναφορά-βιβλίο Pasachoff 1989.

Παράρτημα



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Πληροφορίες: *κατερίνα Καλλιμαρίδου*

Τηλ. : 2310 898751

e-mail : *kallimari@auth.gr*

Κτίριο : *Κτηρίου Διοίκησης*

Θεσσαλονίκη, 27 . 03. 2007

Ίπρος τον
καθ. κ. Νικόλαο Σπύρου
Διευθυντή του Εργαστηρίου Αστρονομίας
Της Σχολής Θετικών Επιστημών του Α.Π.Θ.

Αγαπητέ κ. συνάδελφε

Στους κεντρικούς στόχους της Επιτροπής Δημοσίων Σχέσεων του Α.Π.Θ., εντάσσεται η ανάδειξη του επιστημονικού έργου των μελών της πανεπιστημιακής κοινότητας και η προβολή του στην τοπική κοινωνία. Σε μια περίοδο κατά την οποία η δημόσια ανάπτυξη εκπαίδευση βρίσκεται αντιμέτωπη με απαξιακές λογικές είναι μέγιστη υποχρέωσή μας να υποστηρίξουμε με κάθε τρόπο και να αναδείξουμε με κάθε μέσο τον εκπαιδευτικό, ερευνητικό και κοινωνικό ρόλο των πανεπιστημιακών δασκάλων, προκειμένου να αντιστρέψουμε τη στρεβλή εικόνα που διαμόρφωσαν πρόσφατα για το ευρύ κοινό τα ΜΜΕ και η σκανδαλοθηρική λογική τους.

Με γνώμονα τα παραπάνω και έχοντας ήδη την εμπειρία της πετυχημένης περυσινής μας εκδήλωσης για την προβολή του αρχαιολογικού έργου του Α.Π.Θ., τα μέλη της Επιτροπής αποδεχθήκαμε με χαρά την πρόταση του καθ. κ. Ευ. Πολυχρονιάδη, να προτείνουμε στο Εργαστήριο Αστρονομίας του Α.Π.Θ. την οργάνωση κατά τον μήνα Ιούνιο μιας εκδήλωσης με σκοπό την ανάδειξη του εκπαιδευτικού, ερευνητικού και κοινωνικού του ρόλου, στα μέλη της πανεπιστημιακής κοινότητας, αλλά και στην τοπική κοινωνία.

Περιμένουμε τις προτάσεις σας και σας διαβεβαιώνουμε για την πρόθεσή μας να τις υποστηρίξουμε.

Με τιμή

Η Πρόεδρος της Επιτροπής Δημοσίων Σχέσεων

ΧΡΥΣΟΥΛΑ ΣΑΤΣΟΓΛΟΥ-ΠΑΛΙΑΔΕΛΗ
Καθηγήτρια Αρχαιολογίας στο Α.Π.Θ.

Θεσσαλονίκη 02.04.07

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ – ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗΣ, ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ

Πληροφορίες:

Τηλ.: 2310 998181 Fax: 2310 995384

e-mail: spyrou@astro.auth.gr

Κτίριο: ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ

Θεσσαλονίκη, 30 Απριλίου 2007

Αρ. Πρωτ.: 78

Προς
Την κ^α Χρυσούλα Σαατσόγλου-Παλιαδέλη
Καθηγήτρια Αρχαιολογικού Τμήματος ΑΠΘ
Πρόεδρο-Επιτροπή Δημοσίων Σχέσεων ΑΠΘ
Ενταύθα

Αγαπητή κ^α Συνάδελφε,

Εκ μέρους των μελών του Εργαστηρίου Αστρονομίας ΑΠΘ, σας ευχαριστώ για την από 27-03-07 επιστολή και την πρότασή σας σχετικά με την εκδήλωση για την ανάδειξη του έργου του Εργαστηρίου Αστρονομίας του Πανεπιστημίου μας.

Σε πρόσφατη συνεδρίαση του Εργαστηρίου Αστρονομίας, (18-04-07) τα μέλη του αποφάσισαν ομόφωνα να αποδεχθούν με ευχαρίστηση την ανωτέρω πρόταση της Επιτροπής Δημοσίων Σχέσεων (ΕΔΣ) ΑΠΘ, την οποία και θεωρούν ιδιαίτερως τιμητική για το Εργαστήριο Αστρονομίας.

Σύμφωνα με την απόφαση αυτή, προτείνεται η διοργάνωση, κατά τη διάρκεια της εβδομάδας 18-22 Ιουνίου 2007, υπό την αιγίδα της ΕΔΣ/ΑΠΘ, μιας εκδήλωσης με τίτλο «Εβδομάδα Εργαστηρίου Αστρονομίας 2007». Η εκδήλωση προτείνεται να αρχίσει τη Δευτέρα, 18 Ιουνίου 2007, με τα εγκαίνια μιας σχετικής έκθεσης στο ισόγειο του Κτιρίου Διοίκησης του ΑΠΘ, να συνεχισθεί κατά τη διάρκεια της εβδομάδας με διάφορες εκδηλώσεις εντός και εκτός ΑΠΘ και να συμπληρωθεί με την τελική, κύρια εκδήλωση στην Αίθουσα Τελετών ΑΠΘ την Παρασκευή, 22 Ιουνίου 2007.

Οι λεπτομέρειες του όλου προγράμματος της εκδήλωσης, φυσιολογικά, βρίσκονται υπό συζήτηση. Όμως, μετά και από την πρόσφατη συνάντηση-συζήτησή μας, παρουσία και του συναδέλφου κ. Ε. Πολυχρονιάδη, είναι δυνατό να αναφέρω τις παρακάτω λεπτομέρειες, απαραίτητες παραμέτρους για την επιτυχή διοργάνωση της εκδήλωσης:

1. Προετοιμασία προσκλήσεων και καταλόγου αποδεκτών
2. Προετοιμασία αφίσσας της εκδήλωσης
3. Διαφήμιση της εκδήλωσης στον έντυπο και ηλεκτρονικό τύπο
4. Προμήθεια διαφημιστικού για το Εργαστήριο Αστρονομίας υλικού (τρίπτυχο, οπτικοακουστικό και άλλο διαφημιστικό υλικό)
5. Κατασκευή αριθμού εκθετηρίων (stands) για την έκθεση (και για μελλοντικές ανάλογες εκδηλώσεις)
6. Προμήθεια προβολικού μηχανήματος για συνεχή προβολή κατά τη διάρκεια της έκθεσης
7. Βάψιμο του κτιρίου του Αστεροσκοπείου
8. Προετοιμασία της δεξίωσης κατά τη λήξη της εκδήλωσης της τελευταίας ημέρας
9. Εξασφάλιση εγκαίρως της Αίθουσας Τελετών
10. Εξασφάλιση της προβλεπόμενης από το ΑΠΘ ιατρικής κάλυψης της τελικής εκδήλωσης

Είναι φανερό ότι ο ανωτέρω κατάλογος μπορεί να θεωρηθεί ενδεικτικός, όχι όμως πλήρης ούτε τελικός.

Είμαι στη διάθεσή σας για περισσότερες λεπτομέρειες και προσβλέπω στην αποδοτική συνεργασία μας.

Με θερμούς φιλικούς χαιρετισμούς



Νικόλαος Κ. Σπύρου
Καθηγητής Αστρονομίας

Κοινοπ.: Κ^ον Ευστάθιο Πολυχρονιάδη, Καθηγητή, Τμήμα Φυσικής ΑΠΘ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΠΡΥΤΑΝΕΙΑ - ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΣΧΕΣΕΩΝ
ΚΟΣΜΗΤΕΙΑ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΗΜΕΡΕΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ

15 - 20 Ιουνίου 2007

Ιστορία, Έρευνα, Διδασκαλία, Προσφορά



Η πρόσκληση για την εκδήλωση.



ΠΡΟΣΚΛΗΣΗ

Ο Πρύτανης του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης
καθηγητής κ. **Αναστάσιος Κ. Μάνθος**, η Πρόεδρος της Επιτροπής Δημοσίων Σχέσεων,
καθηγήτρια κ. **Χρυσούλα Σαατσόγλου - Παλιαδέλη**
και ο Διευθυντής του Εργαστηρίου Αστρονομίας, καθηγητής κ. **Νικόλαος Κ. Σπύρου**
σας προσκαλούν σε εκδήλωση αφιερωμένη στο έργο του
Εργαστηρίου Αστρονομίας του Πανεπιστημίου μας.

Η εκδήλωση θα πραγματοποιηθεί
την **Τρίτη 19 Ιουνίου 2007** στις **8.00 μμ**
στην Αίθουσα Τελετών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Με τιμή,

Ο Πρύτανης

Αναστάσιος Κ. Μάνθος

Η Πρόεδρος της Επιτροπής Δημοσίων Σχέσεων

Χρυσούλα Σαατσόγλου - Παλιαδέλη

Ο Διευθυντής του Εργαστηρίου Αστρονομίας

Νικόλαος Κ. Σπύρου



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΤΕΛΕΤΗΣ

08:00 Έναρξη Εκδήλωσης

Χαιρετισμός Πρυτανικών Αρχών
Χαιρετισμός του Κοσμήτορα της Σχολής Θετικών Επιστημών
Χαιρετισμός της Προέδρου της Επιτροπής Δημοσίων Σχέσεων
Χαιρετισμός του Προέδρου του Τμήματος Φυσικής

Ομιλίες

«Ιστορικό και Προοπτικές του Εργαστηρίου Αστρονομίας»
καθηγητής **Ν. Κ. Σπύρου**

«Ερευνητικές Δραστηριότητες του Εργαστηρίου Αστρονομίας»
καθηγητής **Χ. Βάρβογλης**

«Διδακτική και Κοινωνική Προσφορά του Εργαστηρίου Αστρονομίας»
καθηγητής **Ι. - Χ. Σειραδάκης**

Λήξη Εκδήλωσης

Ακολουθεί δεξίωση στο *Φως των Αστεριών*, στον προαύλιο χώρο του κτιρίου Διοίκησης «Κ. Καραθεοδωρή» και παρατήρηση του έναστρου ουρανού στον προαύλιο χώρο του Αστεροσκοπείου.



Εργαστήριο Αστρονομίας, Τμήμα Φυσικής
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Τηλ. 2310 998.047 - <http://www.astro.auth.gr>



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΠΡΥΤΑΝΕΙΑ - ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ
ΚΟΣΜΗΤΕΙΑ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΗΜΕΡΕΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ

15 - 20 Ιουνίου 2007

Ιστορία, Έρευνα, Διδασκαλία, Προσφορά



Το πρόγραμμα της εκδήλωσης.

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΚΔΗΛΩΣΗ

Τρίτη 19 Ιουνίου 2007, Ώρα 8:00 μ.μ.
Αίθουσα Τελετών Κτιρίου Διοίκησης Α.Π.Θ.

ΟΜΙΛΙΕΣ

1. *Ιστορία και Προοπτικές του Εργαστηρίου Αστρονομίας*
Ν. Κ. Σπύρου, Καθηγητής
2. *Ερευνητικές Δραστηριότητες του Εργαστηρίου Αστρονομίας*
Χ. Βάρβογλης, Καθηγητής
3. *Διδακτική και Κοινωνική Προσφορά του Εργαστηρίου Αστρονομίας*
Ι - Χ. Σειραδάκης, Καθηγητής

ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ

- **Παρασκευή 15 Ιουνίου 2007, Ώρα 7:00 μ.μ.**
Η Επανεκκίνηση του Υπολογιστή των Αντικυθέρων
Ι - Χ. Σειραδάκης, Καθηγητής Αστρονομίας Α.Π.Θ.
Αίθουσα Τελετών Κτιρίου Διοίκησης «Κ. Καραθεοδωρή» Α.Π.Θ.
- **Δευτέρα 18 Ιουνίου 2007, Ώρα 8:30 μ.μ.**
Είμαστε μόνοι στο Σύμπαν;
Λ. Βλάχος, Καθηγητής Αστρονομίας Α.Π.Θ.
Αίθουσα Α3.1 του Κτιρίου της Σχολής Θετικών Επιστημών Α.Π.Θ.
- **Τετάρτη 20 Ιουνίου 2007, Ώρα 12 μ.**
Σύγχρονες Τάσεις στην Υπολογιστική Αστροφυσική και Κοσμολογία
Ν. Στεργιούλας και **Χρ. Τσάγκας**, Επίκουροι Καθηγητές Α.Π.Θ.
Αίθουσα Α3.1 του Κτιρίου της Σχολής Θετικών Επιστημών Α.Π.Θ.
- **Τετάρτη 20 Ιουνίου 2007, Ώρα 8:00 μ.μ.**
Ίωνες Φιλόσοφοι και Κοσμολογική Επιστήμη
Ν. Κ. Σπύρου, Καθηγητής Αστρονομίας Α.Π.Θ.
Αίθουσα Τελετών του Παλαιού Κτιρίου της Φιλοσοφικής Σχολής Α.Π.Θ.



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΠΡΥΤΑΝΕΙΑ
ΓΡΑΦΕΙΟ ΤΥΠΟΥ

Τηλ. (2310), 997158, 996778, Fax (2310) 996730,
E-mail: louizou@ad.auth.gr, vgermano@ad.auth.gr,
Κτίριο Διοίκησης ΑΠΘ, 541 24 Θεσσαλονίκη

ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ

Θεσσαλονίκη, 13/6/2007

Με την Κεντρική Εκδήλωση που θα πραγματοποιηθεί την Τρίτη 19 Ιουνίου 2007 και ώρα 20.00, στην Αίθουσα Τελετών του Κτιρίου Διοίκησης, ξεκινούν οι **Ημέρες Εργαστηρίου Αστρονομίας** που είναι αφιερωμένες στο έργο του Εργαστηρίου Αστρονομίας του Αριστοτέλειου Πανεπιστήμιου Θεσσαλονίκης.

Αναλυτικά το πρόγραμμα της κεντρικής εκδήλωσης περιλαμβάνει:

Έναρξη Εκδήλωσης

Χαιρετισμός Πρυτανικών Αρχών

Χαιρετισμός της Προέδρου της Επιτροπής Δημοσίων Σχέσεων

Χαιρετισμός του Κοσμήτορα της Σχολής Θετικών Επιστημών

Χαιρετισμός του Προέδρου του Τμήματος Φυσικής

ΟΜΙΛΙΕΣ

Ιστορία και Προοπτικές του Εργαστηρίου Αστρονομίας, Ν. Κ. Σπύρου, Καθηγητής
Ερευνητικές Δραστηριότητες του Εργαστηρίου Αστρονομίας, Χ. Βάρβογλης, αθη-
γητής

Το Δελτίο Τύπου του Γραφείου Τύπου του ΑΠΘ.

Διδακτική και Κοινωνική Προσφορά του Εργαστηρίου Αστρονομίας, Ι.-Χ. Σειραδάκης, Καθηγητής

Στο πλαίσιο του εορτασμού του Εργαστηρίου Αστρονομίας θα πραγματοποιηθούν οι παρακάτω εκδηλώσεις:

Παρασκευή 15 Ιουνίου 2007, Ώρα 7.00 μ.μ.

«Η Επανεκκίνηση του Υπολογιστή των Αντικυθέρων»

Ι. – Χ. Σειραδάκης, Καθηγητής Αστρονομίας ΑΠΘ

Αίθουσα Τελετών κτιρίου Διοίκησης «Κ. Καραθεοδωρή» ΑΠΘ

Δευτέρα 18 Ιουνίου 2007, Ώρα 8.30 μ.μ.

«Είμαστε μόνοι στο Σύμπαν;»

Λ. Βλάχος, Καθηγητής Αστρονομίας ΑΠΘ

Αίθουσα Α3.1 του κτιρίου της Σχολής Θετικών Επιστημών ΑΠΘ

Τετάρτη 20 Ιουνίου 2007, Ώρα 12 μ.

«Σύγχρονες Τάσεις στην Υπολογιστική Αστροφυσική και Κοσμολογία»

Ν. Στεργιούλας και Χρ. Τσάγκας, Επίκουροι Καθηγητές ΑΠΘ

Αίθουσα Α3.1 του κτιρίου της Σχολής Θετικών Επιστημών ΑΠΘ

Τετάρτη 20 Ιουνίου 2007, Ώρα 8.00 μ.μ.

«Ίωνες Φιλόσοφοι και Κοσμολογική Επιστήμη»

Ν. Κ. Σπύρου, Καθηγητής Αστρονομίας ΑΠΘ

Αίθουσα Τελετών του παλαιού κτιρίου της Φιλοσοφικής Σχολής Α

Με την παράκληση να δημοσιευθεί ή να μεταδοθεί και να καλυφθούν οι εκδηλώσεις



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΠΡΥΤΑΝΕΙΑ - ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΣΧΕΣΗΣ
ΚΟΣΜΗΤΕΙΑ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΗΜΕΡΕΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ

15 - 20 Ιουνίου 2007

Επισκεφθείτε την Έκθεση Αστρονομικού Περιεχομένου
στο ισόγειο του κτιρίου Διοίκησης «Κ. Καραθεοδωρή»
Α.Π.Θ. και ελάτε στο Αστεροσκοπείο (9 - 12 το βράδυ)
να σας ξεναγήσουμε στα μυστικά του έναστρου ουρανού.

★ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΚΔΗΛΩΣΗ

Τρίτη 19 Ιουνίου 2007, Πρα 8:00 μ.μ.
Αίθουσα Τελετών Κτιρίου Διοίκησης Α.Π.Θ.

★ ΟΜΙΛΙΕΣ

1. Ιστορία και Προοπτικές του Εργαστηρίου Αστρονομίας
Ν. Κ. Σπύρου, Καθηγήτριας
2. Ερευνητικές Δραστηριότητες του Εργαστηρίου Αστρονομίας
Χ. Βαρβογλής, Καθηγητής
3. Διδακτική και Κοινωνική Προσφορά του Εργαστηρίου Αστρονομίας
Γ. Χ. Σεραδάκης, Καθηγητής

★ ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ

Παρασκευή 15 Ιουνίου 2007, Πρα 7:00 μ.μ.
Η Επανεκκίνηση του Υπολογιστή των Αντικυθέρων
Γ. Χ. Σεραδάκης, Καθηγητής Αστρονομίας Α.Π.Θ.
Αίθουσα Τελετών Κτιρίου Διοίκησης «Κ. Καραθεοδωρή» Α.Π.Θ.

Δευτέρα 18 Ιουνίου 2007, Πρα 8:30 μ.μ.
Είμαστε μόνοι στο Σύμπαν;
Α. Βλάχος, Καθηγητής Αστρονομίας Α.Π.Θ.
Αίθουσα Α3.1 του Κτιρίου της Σχολής Θετικών Επιστημών Α.Π.Θ.

Τετάρτη 20 Ιουνίου 2007, Πρα 12 μ.
Συγχρονες Τάσεις στην Υπολογιστική Αστροφυσική και Κοσμολογία
Ν. Στεργίουλας και Χρ. Τσαγκας, Επίκουροι Καθηγητές Α.Π.Θ.
Αίθουσα Α3.1 του Κτιρίου της Σχολής Θετικών Επιστημών Α.Π.Θ.

Τετάρτη 20 Ιουνίου 2007, Πρα 8:00 μ.μ.
Ιωνες Φιλόσοφοι και Κοσμολογική Επιστήμη
Ν. Κ. Σπύρου, Καθηγητής Αστρονομίας Α.Π.Θ.
Αίθουσα Τελετών του Παλαιού Κτιρίου της Φιλοσοφικής Σχολής Α.Π.Θ.

Εργαστήριο Αστρονομίας
Τμήμα Φυσικής
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο
Θεσσαλονίκης
Τηλ.: 2310 998047
<http://www.astro.auth.gr>

Η Αφίσα της εκδήλωσης.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΠΡΥΤΑΝΕΙΑ - ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΕΚΔΟΣΕΩΝ
ΚΩΣΜΗΤΕΙΑ ΕΣΧΑΡΗΣ ΒΕΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΗΜΕΡΕΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ

15 - 20 Ιουνίου 2007

Επισκεφθείτε την Έκθεση Αστρονομικού Περιεχομένου
στο ισόγειο του κτιρίου Διοίκησης «Κ. Καραθεοδωρή»
Α.Π.Θ. και ελάτε στο Αστεροσκοπείο (9 - 12 το βράδυ)
να σας ξεναγήσουμε στα μυστικά του έναστρου ουρανού.

Εργαστήριο Αστρονομίας
Τμήμα Φυσικής
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
τ.κ. 541 24 Θεσσαλονίκη
<http://www.astro.auth.gr>

Το αεροπανώ της εκδήλωσης.

**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**
ΦΥΣΙΚΗ - ΕΠΙΤΡΟΦΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΣΧΕΣΗΣ
ΚΩΣΜΗΤΕΙΟ ΣΧΟΛΗΣ ΒΕΤΥΧΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΗΜΕΡΕΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ

15 - 20 Ιουνίου 2007

Επισκεφθείτε την Έκθεση Αστρονομικού Περιεχομένου
στο ισόγειο του κτηρίου Διοικήσεως - Κ. Καραθεοδωρίδη
Α.Π.Θ. και ελάτε στο Δορυσκόπειο (9 - 12 το βράδυ)
να σας ξεναγήσουμε στα μυστικά του άναστρου ουρανού.



Εργαστήριο Αστρονομίας
Τμήμα Φυσικής
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο
Θεσσαλονίκης
Τηλ: 25510 898847
http://www.ph.ionio.edu.gr

Το τρίπτυχο του Εργαστηρίου Αστρονομίας.

ΕΝΑ ΣΥΝΤΟΜΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Το Εργαστήριο Αστρονομίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης ιδρύθηκε το 1943 και το 2007 συμπληρώνει εξήντα τέσσερα χρόνια συνεχούς και αδιάλειπτης λειτουργίας και προσφοράς του. Πρώτος Διευθυντής του υπήρξε ο Ακαδημαϊκός Ιωάννης Ξανθάκης. Διάδοχοί του σ' αυτήν τη θέση υπήρξαν αργότερα ο νυν Ακαδημαϊκός Γεώργιος Κοντόπουλος (1958 - 1975), ο Καθηγητής Βασίλειος Μπαρμπάνης (1979 - 1994) και ο Καθηγητής Νικόλαος Κ. Σπύρου (1994-σήμερα).

Το κτίριο του Αστεροσκοπίου εγκαινιάστηκε το 1961 και είναι έργο του αρχιτέκτονα Π. Καραντινού. Εκτός από τους χώρους γραφείων και τις αίθουσες διδασκαλίας διαθέτει ένα διαστηκό τηλεσκόπιο Σουβερταί 20 cm εξοπλισμένο με μονοχρωματικούς πρίσμοις, βοηθητικά κινητά τηλεσκόπια, ραδιοτηλεσκόπιο διαμέτρου 3m, πλήρως εξοπλισμένο φωτογραφικό εργαστήριο, ιριδοφωτόμετρο, μικροπικνόμετρο, ελαστικά μέσα διδασκαλίας και επαγγελματικούς χάρτες και άτλαντες του ουρανού. Υπάρχει επίσης δίκτυο ηλεκτρονικών υπολογιστών για την υποστήριξη των υπολογιστικών ερευνητικών δραστηριοτήτων των μελών του Εργαστηρίου Αστρονομίας.

ΤΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ

Το προσωπικό του Εργαστηρίου Αστρονομίας αποτελείται σήμερα από 10 μέλη διδακτικού Ερευνητικού Προσωπικού (4 Καθηγητές, 3 Αναπληρωτές Καθηγητές, και 2 Επίκουρους Καθηγητές), 6 Μεταδιδακτορικούς Ερευνητές, 8 υποψήφιους διδάκτορες, 1 γραμματέα, 1 παρασκευαστή-τεχνικό τηλεσκοπίου και 2 βοηθητικό προσωπικό. Στην εκπαιδευτική δραστηριότητα των μελών ΔΕΠ περιλαμβάνεται η διδασκαλία συνολικά 31 μαθημάτων, αστρονομικών και μη, στα Τμήματα Φυσικής, Μαθηματικών, Πληροφορικής και Παιδαγωγικό Δημοτικής Εκπαίδευσης, από τα οποία 7 είναι μεταπτυχιακά. Γι' αυτές τις διδακτικές ανάγκες έχουν συγγραφεί, μέχρι σήμερα, 27 διδακτικά συγγράμματα και 7 διδακτικές σημειώσεις.



ΓΙΑΤΙ ΜΑΣ ΓΟΗΤΕΥΕΙ Η ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ;

Σκοπός της Αστρονομίας είναι η διερεύνηση του Σύμπαντος και η αναζήτηση των φυσικών νόμων και μηχανισμών που διέπουν τη λειτουργία του Κόσμου. Η διερεύνηση αυτή ικανοποιεί ένα από τα βασικά ένστικτα του ανθρώπου, την έμφυτη περιέργειά του. Εκτός, όμως, από τη γοητεία που μας δίνει η ικανοποίηση της περιέργειάς μας, η κατανόηση των φυσικών μηχανισμών επιτρέπει μια καλύτερη συνεργασία του ανθρώπου με τη Φύση, με απώτερο σκοπό την καλύτερη διαβίωση του ανθρώπου σε ένα οικολογικά ισορροπημένο περιβάλλον.

Η μέτρηση του χρόνου (τα ημερολόγια, η ώρα), η ανακάλυψη του στοιχείου ήλιου (He) στον Ήλιο, η κατασκευή ηλεκτρονικών ανιχνευτών (CCD), οι διάφορες χρήσεις τεχνητοί δορυφόροι της Γης και άλλων πλανητών, οι πρακτικές εφαρμογές στις επιστήμες υγείας και στις επιστήμες των υλικών και η ταχεία εξέλιξη των επικοινωνιών αποτελούν ένα μικρό δείγμα από τα επτεύγματα και τη συνεισφορά της Αστρονομίας στην καθημερινή ζωή.

Ο άνθρωπος, βεβαίως, δεν είναι μόνον ένας απλός χρήστης και θαυμαστής των νέων τεχνολογιών. Η ικανοποίηση που δίνει η μελέτη των νόμων του Σύμπαντος και η γοητεία που ασκεί η γνώση των μυστικών του απέραντου κόσμου που μας περιβάλλει, ενθουσιάζουν τον ερευνητή και τον απρώκουν σε νέες έρευνες.

Με το μικρό αυτό φυλλάδιο θέλουμε να σας ενημερώσουμε για τις δραστηριότητες που έχουν αναπτύξει τα μέλη του Εργαστηρίου Αστρονομίας και να σας καλέσουμε να γιορτάσουμε μαζί την «Εβδομάδα Εργαστηρίου Αστρονομίας 2007».

The publicly released ESA images may be reproduced without fee, on the following conditions:
Credit ESA as the source of the images:
Images: ESA/NASA - HST

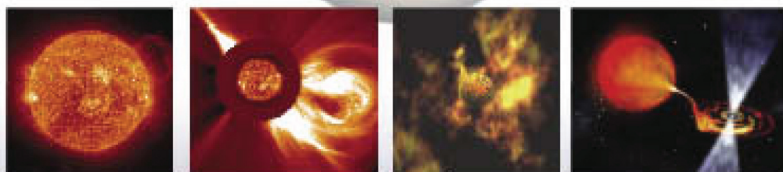
Η ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΜΑΣ

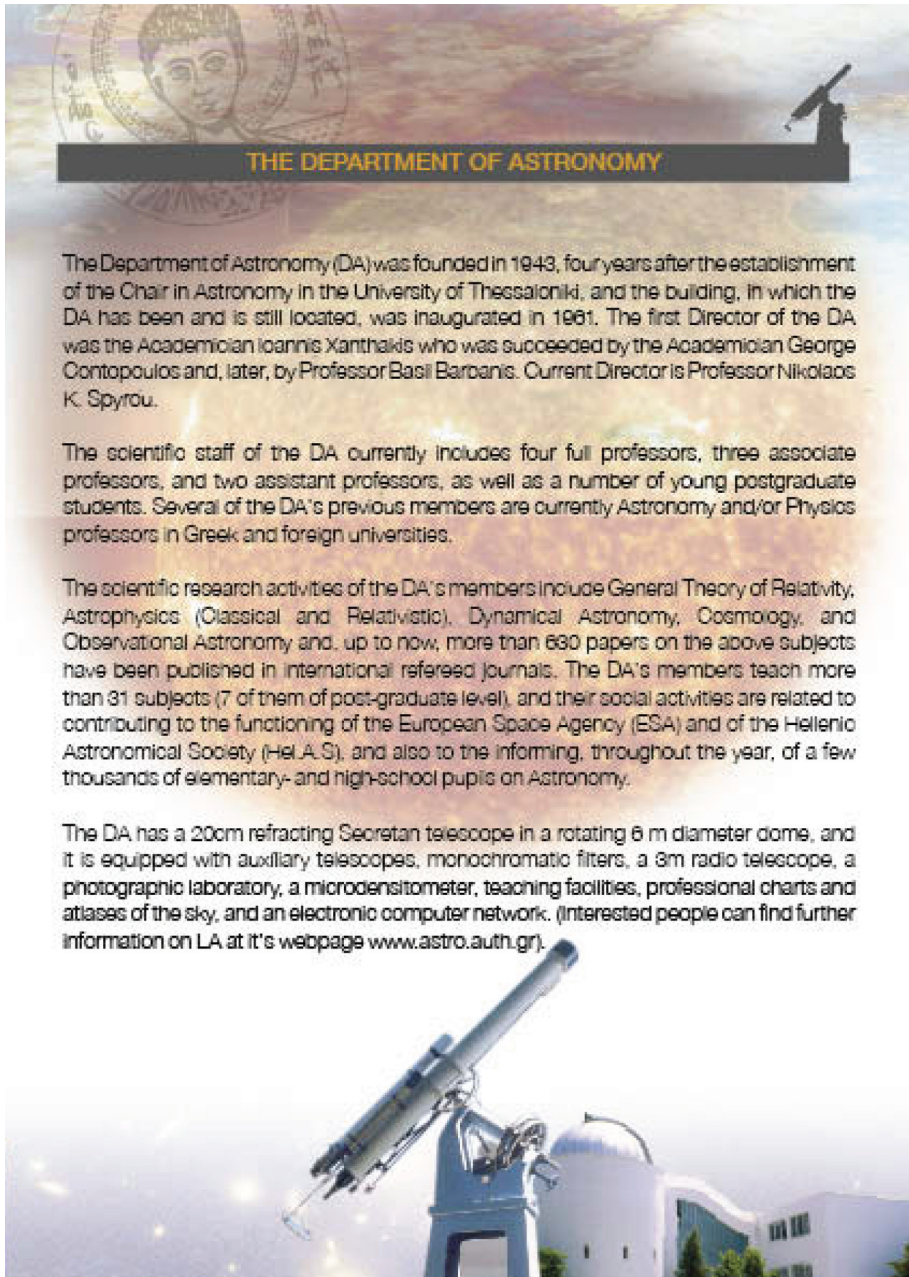
Τα κύρια ερευνητικά ενδιαφέροντα του προσωπικού του Εργαστηρίου, από τα οποία έχουν προέλθει 630 περίπου εργασίες σε διεθνή περιοδικά, μπορούν να χωριστούν σε 4 βασικές κατηγορίες: Αστροφυσική, Θεωρία Σχετικότητας, Παρατηρησιακή Αστρονομία και Δυναμική Αστέρων.

Σε πολύ γενικές γραμμές, μπορεί να πει κανείς ότι, στο πλαίσιο της αντίστοιχης έρευνας, είτε ατομικά είτε στο πλαίσιο εθνικών ή/και διεθνών συνεργασιών, γίνεται μια προσπάθεια για την παρατήρηση και την θεωρητική ερμηνεία των κινήσεων, των φυσικών ιδιοτήτων και της εσωτερικής δομής διάφορων αστρονομικών και κοσμολογικών δομών. Έτσι, η έρευνά μας περιλαμβάνει αντικείμενα όπως ο Ήλιος και το Ηλιακό Σύστημα, οι αστέρες, ο μεσοαστρικός χώρος, τα μεσοαστρικά νεφελώματα και οι συμπαιγείς αστέρες (λευκοί νάνοι, αστέρες νετρονίων, μελανές οπές). Δεν περιορίζεται μόνον στον Γαλαξία μας, αλλά επεκτείνεται και στους υπόλοιπους γαλαξίες και στο Σύμπαν ολόκληρο από τη στιγμή της δημιουργίας του μέχρι σήμερα. Εξάλλου, η ερευνητική δραστηριότητά μας περιλαμβάνει και θέματα αναφερόμενα στην ιστορία της Αστρονομίας (διαμόρφωση των κοσμολογικών πιστεύω, αρχαία τεχνολογία) και στις ιδιότητες, χρήση και σημασία του εγγύς προς τη Γη διαστημικού περιβάλλοντος.

Τέλος, τα μέλη του Εργαστηρίου Αστρονομίας παρουσιάζουν μια αξιόλογη δραστηριότητα στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Διαστημικού Οργανισμού (European Space Agency, ESA) και της Ελληνικής Αστρονομικής Εταιρείας (ΕΛΑΣΕΤ).

(Για περισσότερες πληροφορίες, οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να ανατρέξουν στην ηλεκτρονική σελίδα του Εργαστηρίου Αστρονομίας: www.astro.auth.gr)





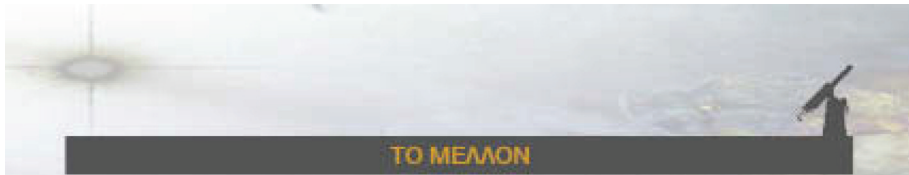
THE DEPARTMENT OF ASTRONOMY

The Department of Astronomy (DA) was founded in 1943, four years after the establishment of the Chair in Astronomy in the University of Thessaloniki, and the building, in which the DA has been and is still located, was inaugurated in 1961. The first Director of the DA was the Academician Ioannis Xanthakis who was succeeded by the Academician George Contopoulos and, later, by Professor Basil Barbanis. Current Director is Professor Nikolaos K. Spyrou.

The scientific staff of the DA currently includes four full professors, three associate professors, and two assistant professors, as well as a number of young postgraduate students. Several of the DA's previous members are currently Astronomy and/or Physics professors in Greek and foreign universities.

The scientific research activities of the DA's members include General Theory of Relativity, Astrophysics (Classical and Relativistic), Dynamical Astronomy, Cosmology, and Observational Astronomy and, up to now, more than 630 papers on the above subjects have been published in international refereed journals. The DA's members teach more than 31 subjects (7 of them of post-graduate level), and their social activities are related to contributing to the functioning of the European Space Agency (ESA) and of the Hellenic Astronomical Society (Hel.A.S.), and also to the informing, throughout the year, of a few thousands of elementary- and high-school pupils on Astronomy.

The DA has a 20cm refracting Secorstan telescope in a rotating 6 m diameter dome, and it is equipped with auxiliary telescopes, monochromatic filters, a 3m radio telescope, a photographic laboratory, a microdensitometer, teaching facilities, professional charts and atlases of the sky, and an electronic computer network. (Interested people can find further information on LA at its webpage www.astro.auth.gr).



ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

Η Αστρονομία γεννήθηκε πριν από πολλούς αιώνες, όταν ο άνθρωπος σήκωσε το βλέμμα του και με δέος αντίκρισε το πανόραμα του έναστρου ουρανού. Οι συνεχείς παρατηρήσεις στο πέρασμα των αιώνων, με τα διαρκώς τελειοποιούμενα όργανα, που στις ημέρες μας ξεπέρασαν κάθε προσδοκία, έχουν αποκαλύψει πολλά από την πραγματική εικόνα του Σύμπαντος. Γεννάται επομένως εύλογο το ερώτημα: Υπάρχουν ακόμα περιθώρια για νέες ανακαλύψεις στην Αστρονομία; Το αχανές Σύμπαν είναι τόσο πολύπλοκο και τόσο πλούσιο σε εκπλήξεις, ώστε, κάθε φορά που ανακαλύπτεται κάτι καινούριο, φυσιολογικά, προκύπτει μια πληθώρα νέων και άγνωστων διεργασιών που κεντρίζουν το ενδιαφέρον μας για περαιτέρω μελέτη και γνώση. Έτσι κάθε φορά αναγκάζομαστε να παραδεχθούμε ότι: *έν οίδα ότι ουδέν οίδα*.

Η σημαντική πρόοδος που επιτεύχθηκε στο παρελθόν σε συνδυασμό με τη σημερινή δυναμική ανάπτυξη της Αστρονομίας προμηθύνουν ένα λαμπρό μέλλον. Η συμβολή, κατά τη διάρκεια των 84 χρόνων λειτουργίας του, του Εργαστηρίου Αστρονομίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης στην πρόοδο αυτή είναι αξιόλογη, τόσο στην έρευνα όσο στην εκπαίδευση, όσον και στην κοινωνική προσφορά. Πιστεύουμε ότι, με την ηθική και οικονομική βοήθεια και συμπαράσταση των δημόσιων και ιδιωτικών φορέων αλλά και των κατοίκων της Θεσσαλονίκης και της Μακεδονίας γενικότερα, το Εργαστήριο Αστρονομίας του ΑΠΘ θα συνεχίσει να διαδραματίζει ένα πρωτοποριακό ρόλο στην πρόοδο της επιστήμης, σε εθνικό και διεθνές επίπεδο.



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΟΛΙΤΕΙΑ

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ

Εν Αθήναις τῆ 8 Ἰουνίου 1943

ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

Ἀριθμὸς φύλλου 168

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κανονιστικά Διατάγματα

- Περὶ τροποποιήσεως καὶ συμπληρώσεως τῆς περὶ ἰδρύσεως καὶ ὀργανώσεως τοῦ Σχολείου Διοικητικῶν ὑπαλλήλων ἀποφάσεως..... 1
- Περὶ τροποποιήσεως Δ) τῶν τῆς Σχολῆς Φυσικῶν καὶ Μαθηματικῶν Ἐπιστημῶν τοῦ Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης..... 2
- Περὶ τροποποιήσεως τοῦ Ὁργανισμοῦ τοῦ Λαϊκοῦ Νοσοκομείου Ἀθηνῶν..... 3
- Διορθώσεις ἡμαρτημένων**
- Διόρθωσις ἡμαρτημένων εἰς τὸν ὑπ' ἀριθ. 128)1943 Νόμον ἀπερὶ τρόπου καθορισμοῦ καὶ πληρωμῆς ἀποζημιώσεως κλπ..... 4
- Διόρθωσις ἡμαρτημένων εἰς τὸ Διάταγμα ἀπερὶ αὐξήσεως ὑγειονομικῶν τελῶν Νόμου 340)1936..... 5

ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΤΑΓΜΑΤΑ

(1)

Περὶ τροποποιήσεως καὶ συμπληρώσεως τῆς περὶ ἰδρύσεως καὶ ὀργανώσεως τοῦ Σχολείου Διοικητικῶν ὑπαλλήλων ἀποφάσεως.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΟΛΙΤΕΙΑ

Ἐχόντες ὑπ' ὄψει τὰ ἄρθρα 120 καὶ 132—134 τοῦ ὑπ' ἀριθ. 1488 τῆς 23)11)1938 Ἀναγκ. Νόμου ἀπερὶ ὀργανώσεως τῶν διοικητικῶν ὑπηρεσιῶν τοῦ Ἰπουργείου τῶν Ἐσωτερικῶν, ἀποφασίζομεν:

Ἄρθρον 1.

Τὸ ὑπ' ἀριθ. 1 μᾶθημα τοῦ ἐδαφίου 1 τοῦ ἄρθρου 5 τῆς ὑπ' ἀριθ. 116 τῆς 5 Ἰανουαρίου 1939 ἀποφάσεως ἡμῶν ὡς ἀντικατεστάθη διὰ τοῦ ἄρθρου 3 τῆς ὑπ' ἀριθ. 23740)16-4-43 ἀποφάσεως ἡμῶν καθορίζεται ὡς ἑπεται.

1. Στοιχεῖα δικαίου ἰδία ἀσπίτου καὶ δικονομικοῦ ὡς εἰσαγωγή εἰς τὴν νομικὴν ἐπιστήμην.

Ἄρθρον 2.

Πρὸ ἐδάφ. 1 πρῶτοῦ ἄρθρου 7 τῆς ὑπ' ἀριθ. 116 τῆς 3 Ἰανουαρίου 1939 ἀποφάσεως ἡμῶν ἀπερὶ ἰδρύσεως καὶ ὀργανώσεως Σχολῆς Διοικητικῶν ὑπαλλήλων ὡς ἀντικατεστάθη διὰ τοῦ ἄρθρου 4 τῆς ὑπ' ἀριθ. 23740)16-4-43 ἀποφάσεως ἡμῶν τροποποιεῖται ὡς ἑπεται:

1. Τὰ μαθήματα παραδίδονται θεωρητικῶς καὶ πρακτικῶς αἰ δὲ ἐξετάσεις αὐτὰ προφορικαὶ καὶ γραπτὰ ἐνεργεῖνται δις εἰς τὸ τέλος ἐκάστου ἑξαμήνου τῆς διδακτικῆς περιόδου.

Ἄρθρον 3.

Τὰ ἐδάφια 5, 6 καὶ 7 τοῦ ἄρθρου 10 τῆς ὑπ' ἀριθ. 116 τῆς 3 Ἰανουαρίου 1939 ἀποφάσεως ἡμῶν ἀπερὶ ἰδρύσεως καὶ ὀργανώσεως τῆς Σχολῆς Διοικητικῶν ὑπαλλήλων ὡς

ἐτροποποιήθησαν διὰ τῆς ὑπ' ἀριθ. 22740 ἀπὸ 14 Ἀπριλίου 1943 ἀποφάσεως ἡμῶν ἀπερὶ τροποποιήσεως καὶ συμπληρώσεως τῆς περὶ ἰδρύσεως καὶ ὀργανώσεως Σχολείου Διοικητικῶν ὑπαλλήλων ἀποφάσεως ἀντικαθίσταται ὡς ἑξῆς:

5. Εἰς τοὺς ἐν τῷ Σχολεῖῳ διδάσκοντας Καθηγητὰς παρέχεται ἀποζημιώσις καθοριζομένη εἰς ὄγκον ἰσὺν χιλιάδας καθ' ἕνα διδασκαλίαν.

6. Τὴν Γραφικὴν καὶ Λογιστικὴν ὑπηρεσίαν τοῦ Σχολείου διεξάγουσιν Ἰπάλληλοι τοῦ Ἰπουργείου Ἐσωτερικῶν ἐπιτελεῖται ὑπὸ τοῦ Γενικοῦ Γραμματέως καὶ τελούντες ὑπὸ τὴν Ἐποπτείαν τοῦ Τμηματάρχου Προσωπικοῦ τοῦ Ἰπουργείου τῶν Ἐσωτερικῶν. Εἰς τοὺτος καὶ τὸ διοριζόμενον ὑπηρετικῶν τῆς Σχολῆς Προσωπικὸν παρέχεται καθ' ὅσον μῆνας διαρκεῖ ἡ λειτουργία ἀποζημιώσις ἰση πρὸς τὸ 1)3 τῶν μηνιαίων ἀποδοχῶν.

7. Τὰ γενικά ἔξοδα διὰ φωτισμῶν, θέρμανσιν, γραφικὴν ὕλην, ἐκτύπωσιν παραδόσεων τῶν καθηγητῶν, καθαριότητα τῆς αἰθούσης Διδασκαλίας κλπ. ἐπίκειται δι' ἐκάστην διδακτικὴν περίοδον δι' ἀποφάσεως τοῦ Ἰπουργοῦ τῶν Ἐσωτερικῶν.

Ἐν Ἀθήναις τῆ 4 Ἰουνίου 1943.

Ὁ Πρόεδρος τῆς Κυβερνήσεως:

Ι. Δ. ΠΑΛΛΗΣ

Ἐπὶ τῶν Ἐσωτερικῶν
Α. ΤΑΒΟΥΛΑΡΗΣ

Ἐπὶ τῶν Θεσηκευμάτων κλπ.
Ν. ΛΟΥΒΑΡΙΣ

(2)

Περὶ τροποποιήσεως Δ) μᾶθων τῆς Σχολῆς Φυσικῶν καὶ Μαθηματικῶν Ἐπιστημῶν τοῦ Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΟΛΙΤΕΙΑ

Ἐχόντες ὑπ' ὄψει τὸ ἄρθρον 9 τοῦ ὑπ' ἀριθ. 1895)1939 Ἀναγκαστικοῦ Νόμου ἀπερὶ Ὁργανισμοῦ τοῦ Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης) προτάσει τοῦ ἐπὶ τῶν Θεσηκευμάτων καὶ Ἐθνικῆς Παιδείας Ἰπουργοῦ, στηριζομένη εἰς γνώμην τοῦ Πρωτανικοῦ Συμβουλίου καὶ προτάσει τῆς Συγκλήτου καὶ τῆς Σχολῆς τῶν Φυσικῶν καὶ Μαθηματικῶν Ἐπιστημῶν τοῦ Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης) καὶ τὴν ὑπ' ἀριθ. 140)19)5)43 σύμφωνον γνώμην τοῦ Συμβουλίου τῆς Ἐπικρατείας, ἀπεφασίσαμεν καὶ διατάξαμεν:

Ἄρθρον 1.

Τὸ ἰδρυθὲν δυνάμει τοῦ Διατάγματος τῆς 17ης Μαρτίου 1938 ἀπερὶ τροποποιήσεως τοῦ ἀπὸ 15 Ἰανουαρίου 1929 Διατάγματος ἀπερὶ ἐργαστηρίων τῆς Σχολῆς τῶν Φυσικῶν καὶ Μαθηματικῶν Ἐπιστημῶν τοῦ Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης) Σπουδαστήριον τῆς Θεωρητικῆς καὶ Μαθηματικῆς Ἰσοτικῆς, καταργεῖται.

Ἄρθρον 2.

Ἐδρῶνται ἐν τῇ Σχολῇ τῶν Φυσικῶν καὶ Μαθηματικῶν

Ὁ Ἰδρυτικὸς Νόμος τοῦ Εργαστηρίου Αστρονομίας.

Επιστημών : α) Έργαστήριον Αστρονομίας, β) Έργαστήριον Φυσικής Γεωγραφίας και γ) Σπουδαστήριον Μηχανικής.

Άρθρον 3.

Τò προσωπικόν των ανωτέρω Έργαστηρίων και Σπουδαστηρίων αποτελείται : α) διά τò έργαστήριον Αστρονομίας εξ ενός επίμελτου, ενός παρασκευαστού ή βοηθού και ενός κλητήρος.

β) διά τò έργαστήριον Φυσικής Γεωγραφίας εξ ενός επίμελτου, ενός παρασκευαστού και ενός κλητήρος.

γ) διά τò σπουδαστήριον Μηχανικής εξ ενός επίμελτου ή βοηθού.

Άρθρον 4.

Τò αναφερόμενον εν άρθρω 1 του από 16 Ιανουαρίου 1929 νότος περί έργαστηρίων της Σχολής των Φυσικών και Μαθηματικών Έπιστημών Έργαστηρίον Χημείας, μετονομάζεται εις Έργαστήριον Άνοργανου Χημείας διτηρουμένου του εν τώ μετονομαζομένω Έργαστηρίω διαιριζομένου προσωπικού ως και των όργανικών θέσεων αυτού.

Άρθρον 5.

Τò αναφερόμενον εν άρθρω 1 του Διατάγματος της 17ης Μαρτίου 1938 περί τροποποιήσεως του Διατάγματος της 16ης Ιανουαρίου 1929, περί έργαστηρίων της Σχολής των Φυσικών και Μαθηματικών Έπιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης έργαστήριον Όργανικής Χημείας και Βιοχημείας, μετονομάζεται εις Έργαστήριον Όργανικής Χημείας, διατηρουμένου του εν τώ μετονομαζομένου Έργαστηρίω διαιριζομένου προσωπικού ως και των όργανικών θέσεων αυτού.

Άρθρον 6.

Τò άρθρον 3 του Διατάγματος της 2ας Μαρτίου 1938 περί μετονομασίας Έργαστηρίου Γεωλογίας κ.λπ. ιδρύσεως έργαστηρίου Όρυκτολογίας κ.λπ. του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης τροποποιείται ως εξής : Τò βοηθητικόν προσωπικόν εκατέρου των έργαστηρίων : 1) Γεωλογίας και Παλαιοντολογίας και 2) Όρυκτολογίας και Πετρογραφίας, αποτελείται εξ ενός επίμελτου, ενός παρασκευαστού, ενός βοηθού και ενός κλητήρος.

Άρθρον 7.

Τò αναφερόμενον εν άρθρω 1 του Διατάγματος της 17ης Μαρτίου 1938 περί τροποποιήσεως του Διατάγματος της 16ης Μαρτίου 1929 περί έργαστηρίων της Σχολής των Φυσικών και Μαθηματικών Έπιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης Έργαστηρίον Πειραματικής Φυσικής, μετονομάζεται εις Β' Έργαστήριον Φυσικής. Εξ τού προσωπικόν του ως άνω μετονομαζομένου Έργαστηρίου, προστίθεται μία θέσις παρασκευαστού.

Έν Αθήναις τῆ 2' Ιουνίου 1943.

Ο Πρόεδρος της Κυβερνήσεως

Ι. Α. ΡΑΛΛΗΣ

Ο επί των Θεσημευμάτων και Έθν. Παιδείας Υπουργός

Μ. ΛΟΥΒΑΡΙΣ

(3)

Περί τροποποιήσεως του Όργανισμού του Λαϊκού Νοσοκομείου Αθηνών.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΟΛΙΤΕΙΑ

Έρχοντες υπ' όψει 1) Τάς διατάξεις του υπ' αριθ. 194 Νομοθετικού Διατάγματος περί καθιέρωσής και συμπληρώσεως των διατάξεων περί άρμόδιότητων των Υπουργών», 2) τας διατάξεις των άρθρων 7 και 10 του Α.Ν. 965)37, 3) τας διατάξεις του υπ' αριθ. 2769)1941 Α.Ν., 4) πράξιν Γνωμοδοτικού Συμβουλίου Νοσηλευτικών Έθρημα

Έκ του Έθνικού Τυπογραφείου

των ληφθείσαν κατά την συνεδρίαν αυτής της 2.6.43, 5) την υπ' αριθ. 149)43 σύμφωνον γνώμην του Συμβουλίου της Επικρατείας, πρότασις του επί της Έθνικής Προνοίας Γ. Γουργού, άπεφασσάμενη και διατάσσουσα.

Εξ τών έργασιών του Λαϊκού Νοσοκομείου Αθηνών κωδικοποιούνται διά τού από 14)10)42 Διατάγματος, έπιφέρειται ή κάτωθι πρόποποίησις.

Άρθρον 1.

1. Εξ τού υπό τού άρθρου 16 του από 14' Οκτωβρίου 1942 Διατάγματος περί κωδικοσεως του όργανισμού του Λαϊκού Νοσοκομείου Αθηνών προβλεπόμενον μόνιμον κοινόν διοικητικόν προσωπικόν προστίθεται μία θέσις προϊστάμενου Γραμματείας επί βαθμῶ και μισθῶ Τριμητάργου β' τάξεως.

2. Εξ τών θέσιν ταύτων διατίθεται ό έχων πτυχίον Νομικής ή Άνωτάτης Έμπορικῆς Σχολῆς και διετή υπηρεσίαν παρά τῷ Διμοσίῳ ή παρά Νομικῶ προσωπῶ Διμοσίου Διαικού.

3. Κατά τήν πρώτην εφαρμογήν τού παρόντος τήν θέσιν ταύτην καταλαμβάνει ό πῶν υπηρετιών εν τῷ Έθρῳτι ως Προϊστάμενος Οικονομικῶν Υπηρεσιών.

4. Τò υπό στοιχείον 1 έλάτρου τού κεφαλαίου Β τού αυτού άρθρου αντικαθίσταται ούτω :

Εξ προϊστάμενος Οικονομικῶν Υπηρεσιών επί βαθμῶ και μισθῶ Τριμητάργου Α' τάξεως. Ός τοιοῦτος διατίθεται ό κεκλήμενος πτυχίον Πανεπιστημίου ή Άνωτάτης Έμπορικῆς Σχολῆς και υπερπενταετή προπαραίτηαν λογιστικῆν ή διαχειριστικῆν παρά τῷ Διμοσίῳ ή παρ' Έθρῳτι Νομικῶν Προσώπων ή παρ' Άνωτέρω Έπαφρείας.

Εξ τών Ημιέτερων επί της Έθνικῆς Προνοίας Υπουργῶν ανατίθεται τήν δευτερεύουσαν και έπείτελαιν τού παρόντος.

Έν Αθήναις τῆ 7' Ιουνίου 1943.

Ο Πρόεδρος της Κυβερνήσεως

Ι. Α. ΡΑΛΛΗΣ

Ο επί της Έθνικῆς Προνοίας Υπουργός

Β. ΚΑΡΑΠΑΝΟΣ

(4)

Διόθωσις ήμαρτημένων.

Εξ τών υπ' αριθ. 128)1943 Νόμων περί τρόπου καθορισμού και πληρωμῆς αποζημιώσεως διά τήν υπό τού Γερμανικού και Ιταλικού Στρατού χρίσιν καταλυμάτων και λοιπών χώρων εν Έλλάδι τών δημοσιευθέντων εσφαλμένως εκ τυπογραφικῆς ἀδελφείας εις τού υπ' αριθ. 143 της 25)5)43 Φ. Ε.Κ. τευχος Πρώτον, έπιφέρειται ή ακόλουθος διόρθωσις : Εξ τού άρθρον 8 παρ. 3 στίχον 1 μετά τήν περίοδον α' Ο παράγωον τού κατάλυμα υποβάλλει τήν δεδωδιωαν εις προστίθεται ή ακόλουθος ετην άρμόδιαν Διμοσιικήν ή Κοινοτικήν Αρχήν, ήτις μερμηνά.

(Έκ τού Έθνικού Τυπογραφείου)

(5)

Έπι τού από 18 Φεβρουαρίου Διατάγματος περί αλλαγῆσεως ύπενομικῶν τελών Νόμου 310)1936, δημισυεθέντος εις τού υπ' αριθ. 98 φύλλον της Έφημερίδος της Κυβερνήσεως τού 1943 έπιφέρειται ή κάτωθι διόρθωσις :

Εξ τού άρθρον 1 παράγραφος 3, στίχος 5 αντί από 1001 και άνω ελικῆς χωρητικῆς δρασ. 2000, τίθεται τού έρθρον δρασ. 4000.

(Έκ τού Υπουργείου Έθνικῆς Προνοίας)

Q. J. R. astr. Soc. (1994) **35**, 149

THE 50TH ANNIVERSARY OF THE DEPARTMENT OF
ASTRONOMY OF THE ARISTOTELEION UNIVERSITY OF
THESSALONIKI

N.K.Spyrou

Astronomy Department, University of Thessaloniki, 540 06 Thessaloniki, Macedonia, Greece

(Received 1993 September 7)

The Department of Astronomy (DA) of the Aristoteleion University of Thessaloniki celebrated its 50th Anniversary during 1993, and I should like to mark the occasion by outlining the activities and prospects of the Department.

The Laboratory of Astronomy or, as it became known later, the Department of Astronomy was founded in 1943, 4 years after the foundation of the Chair in Astronomy in the University of Thessaloniki, and the building in which the DA has been and is still located was inaugurated in 1961. The first Director of the DA was the Academician Ioannis Xanthakis and his successor was Professor George Contopoulos. The current Director is Professor Basil Barbanis, while for short periods Professors Sotirios Persides and Nicholas Spyrou have also served as the DA's Directors.

The scientific staff of the DA currently includes three full professors, four associate professors, two assistant professors and one lecturer, as well as a number of young postgraduate students. Several of the DA's previous members are currently Astronomy and/or Physics professors in Greek and foreign universities.

The scientific research activities of the DA's members include General Theory of Relativity, Astrophysics (Classical and Relativistic), Dynamical Astronomy, Cosmology and Observational Astronomy and, up to now, more than 300 papers on the above subjects have been published in international refereed journals. The scientific, teaching and social contributions of the DA's members are published yearly in the DA's Annual Report.

The DA has a 20-cm refracting Secoran telescope in a rotating 6-m diameter dome, and it is equipped with auxiliary telescopes, monochromatic filters, a 3-m radio telescope, a photographic laboratory, a micro-densitometer, teaching facilities, professional charts and atlases of the sky, and an electronic computer network.

The DA's 50th Anniversary was officially celebrated on 1993 May 18 and 19. The celebration included a ceremonial part, during which, among others, the DA's first Directors were honoured. It also included a scientific part, during which the DA's members presented their scientific activities. The Anniversary celebrations started in 1993 March and continued to the end of 1993 in the form of talks and seminars by a number of distinguished members of the international astronomical scientific community.

Colleagues who are interested in further information about the Astronomy Department could write to the Director at the above address.

ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ ΜΙΑ ΠΕΡΙΛΗΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ

ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ίδρυση: 8 Ιουνίου 1943

Συνολικό Επιστημονικό Προσωπικό: 9 μέλη ΔΕΠ

Παλαιότεροι Διευθυντές: 5 (Δύο Ακαδημαϊκοί, Ι. Ξανθάκης, Γ. Κοντόπουλος)

Ομότιμοι Καθηγητές: 4

Εντεταλμένοι Υφηγητές: 3

Επίτιμοι Διδάκτορες: 1

ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Έδρα Διεθνούς Αστρονομικής Ενώσεως: 1973-76

Εθνική Εκπροσώπηση στον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος (European Space Agency, ESA), από το 2005, με πλήθος σχετικών εκδηλώσεων.

Διεθνή Βραβεία (Descartes EU)-Διεθνείς Προσκλήσεις (IAU)

Ελληνική Αστρονομική Εταιρεία: Κυοφορία δημιουργίας, συμμετοχή στις διοικητικές και επιστημονικές δραστηριότητες

Εθνική Αστρονομική Επιτροπή: Συμμετοχή στις διοικητικές και επιστημονικές δραστηριότητες

Πολλοί Διεθνείς Οργανισμοί: Συμμετοχή στις διοικητικές και επιστημονικές δραστηριότητες

Κέντρο Διάδοσης Επιστημών και Μουσείο Τεχνολογίας NOESIS: Συμμετοχή στην ίδρυση, εξοπλισμό, λειτουργία, κοινά, διοίκηση

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ

Οργάνωση Διεθνών Συνεδρίων: 5 την τελευταία δεκαετία

Δημοσιεύσεις σε περιοδικά διεθνούς κύρους με κριτές > 650

Διδακτορικές Διατριβές: > 20

Επιστημονικά προγράμματα: > 40

Διδακτικά Συγγράμματα > 30

Διεθνείς Προσκλήσεις Υψηλού Επιπέδου

Επιστημονική Συνεργασία με Εκπαιδευτικούς Φορείς: Βρετανικό Συμβούλιο, Ινστιτούτο Göthe, Γαλλικό Ινστιτούτο, Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος

ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ-ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΠΡΟΣΦΟΡΑ

Διδακτική Συνεισφορά σε τέσσερα Τμήματα του ΑΠΘ: (Φυσικής, Μαθηματικών, Πληροφορικής, Παιδαγωγικό Δημοτικής Εκπαίδευσης)

**Συμμετοχή στο πρόγραμμα διδασκαλίας της Έδρας UNESCO ΑΠΘ
Συμμετοχή σε δύο Μεταπτυχιακά Προγράμματα
Μετεκπαίδευση Λειτουργών Μέσης Εκπαίδευσης (ΟΛΜΕ)
Επιμόρφωση μαθητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης
Ενημέρωση του κοινού μέσω του έντυπου και ηλεκτρονικού τύπου
Προώθηση, μέσω της διδασκαλίας, των προτύπων της Αστρονομίας ως
περιβαλλοντικής επιστήμης, του περιβαλλοντικά ευαίσθητου πολίτη και του
πολιτισμού για την ειρήνη
Παράπλευρη μελέτη-διδασκαλία της Αρχαιοελληνικής Επιστημονικής Αστρο-
νομικής Συνεισφοράς και Τεχνολογίας.**

Το γνωστικό αντικείμενο του *Εργαστηρίου Αστρονομίας* περιγράφεται στον ανωτέρω ιδρυτικό νόμο του.

Την τριετία 1973-1976 η Γραμματεία της *Διεθνούς Αστρονομικής Ενώσεως* (International Astronomical Union, IAU) μεταφέρθηκε στο Εργαστήριο Αστρονομίας από τον τότε Γενικό Γραμματέα της Ενώσεως, Καθηγητή Γ. Κοντόπουλο. Επίσης μέλη του Εργαστηρίου Αστρονομίας συμμετέχουν αφενός μεν στην εθνική εκπροσώπηση της χώρας μας στην *Ευρωπαϊκό Διαστημικό Οργανισμό* (European Space Astronomy, ESA), αφετέρου δε στην δημιουργία αλλά και στις διοικητικές και επιστημονικές δραστηριότητες της *Ελληνικής Αστρονομικής Εταιρείας* και του *Κέντρου Διάδοσης Επιστημών και Μουσείου Τεχνολογίας NOESIS* από της ιδρύσεώς τους.

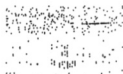
Η κοινωνική προσφορά των μελών του Εργαστηρίου Αστρονομίας, στα 64 χρόνια ζωής του, μεταφράζεται σε ομιλίες σε διάφορες πόλεις της Ελλάδας, στη συμμετοχή τους σε διάφορα ανοιχτά πανεπιστήμια των δήμων της χώρας μας και στην ξενάγηση στο κτίριο του Αστεροσκοπείου περίπου 4.000, επί ετήσιας βάσεως, μαθητών όλων των βαθμίδων.

Περισσότερα στοιχεία για την ιστορία του Εργαστηρίου Αστρονομίας και για τις εν γένει δραστηριότητες, ερευνητικές, διδακτικές και κοινωνικές, των μελών του υπάρχουν στον αναμνηστικό τόμο “50 Χρόνια του Εργαστηρίου Αστρονομίας”, ο οποίος εκδόθηκε το 1994 με αφορμή τον εορτασμό της πρώτης πεντηκονατηρίδας (1943-1993) του Εργαστηρίου Αστρονομίας (Εκδότες: Β. Μπαρμπάνης και Ν. Κ. Σπύρου, Σελίδες 161) και στο ανάτυπο-πλήρη μορφή (Εκδότης Ν.Κ. Σπύρου, Σελ. 4) της συνεισφοράς του Τομέα Αστροφυσικής, Αστρονομίας και Μηχανικής του Τμήματος Φυσικής της Σχολής Θετικών Επιστημών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης στον Επετειακό Τόμο «75 Χρόνια της Φυσικομαθηματικής Σχολής ΑΠΘ»

ΑΠΟ: ΠΟΛΙΤΙΚΟ ΓΡΑΦΕΙΟ Θ. ΚΑΡΑΓΓΛΟΥ

ΑΡ. ΦΑΞ : 2310525547

19 ΙΟΥΝ 2007 13:44



ΒΟΥΛΗ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ

ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΚΑΡΑΓΓΛΟΥ
Βουλευτής Β' Θεσ/νίκης - ΝΕΑ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Θεσσαλονίκη, 19 Ιουνίου 2007

Προς:
Διευθυντή Εργαστηρίου Αστρονομίας
Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσ/νίκης
κο Νικόλαο Σπύρου

Αγαπητέ κύριε Σπύρου,

έλαβα την πρόσκλησή σας για τη εκδήλωση
που είναι αφιερωμένη στο έργο του εργαστηρίου Αστρονομίας,
που θα πραγματοποιηθεί σήμερα Τρίτη 19 Ιουνίου.
Δυστυχώς, λόγω των κοινοβουλευτικών μου υποχρεώσεων βρίσκομαι στην Αθήνα
και δεν θα μπορέσω να ανταποκριθώ στο κάλεσμά σας.
Ευχαριστώ θερμά για την πρόσκληση,
εύχομαι καλή συνέχεια στο έργο σας
και ελπίζω να μας δοθεί σύντομα η ευκαιρία να τα πούμε από κοντά.

Με φιλικούς χαιρετισμούς

Θεόδωρος Καράγγλου
Βουλευτής Β' Περιφ. Θεσσαλονίκης

Μηγασιόλων 1, 105 57 Αθήνα, Τηλ.: 210 370 9325 6
Μουσταφίου 13, 546 27 Θεσσαλονίκη, Τηλ.: 2510 525545, Φαξ: 2510 525547
Κιν.: 6944 770 782, info@karagiannis.gr

Χαιρετισμοί προς την Κεντρική Εκδήλωση.



ΒΟΥΛΗ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ

ΑΔΑΜ Π. ΡΕΓΚΟΥΖΑΣ
Βουλευτής Β Θεσ/νίκης - ΝΕΑ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Τρίτη, 19 Ιουνίου 2007

Προς :
το
Εργαστήριο Αστρονομίας
Τμήμα Φυσικής
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Σας ευχαριστώ πολύ για την ευγενική σας πρόσκληση αλλά λόγω
ανειλημμένων υποχρεώσεων αδυνατώ να παρευρεθώ στην εκδήλωση σας.
Σας εύχομαι καλή επιτυχία.

Με εκτίμηση,

Αδάμ Π. Ρεγκούζας
Βουλευτής Β' Θεσσαλονίκης
Υφ/ργός Οικονομίας & Οικονομικών

Καραυλή Δημητρίου 8, 546 30 Θεσσαλονίκη Τηλ : 2311 553011, Φαξ: 2310 554576

regkuzas@otenet.gr

Κονάρη 7, 10π 71 Λόγγο, Τηλ : 210 3242333, Φαξ: 210 3247241

www.naftnet.gr



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΓΡΑΦΕΙΟ ΠΡΥΤΑΝΗ

Ηρώων Πολυτεχνείου 9, Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, 157 80 Αθήνα
τηλ. : 210 772 2047, φαξ : 210 772 2048, e-mail : lhw@central.ntua.gr

Αριθμ. πρωτ.

Εργαστήριο Αστρονομίας
Τμήμα Φυσικής
Σχολή Θετικών Επιστημών
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Πανεπιστημιούπολη
541 24 Θεσσαλονίκη

Αθήνα 18 Ιουλίου 2007

Αγαπητοί Συνάδελφοι,

Έλαβα την πρόσκληση για την εκδήλωση της 19.6.2007 επ' ευκαιρία των **ΗΜΕΡΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ**, που είχατε την καλοσύνη να μου απευθύνετε και σας ευχαριστώ θερμώς. Δυστυχώς δεν θα μπορέσω να παρευρεθώ λόγω απουσίας μου εκείνη την ημέρα.

Εύχομαι κάθε επιτυχία στην εκδήλωση, όπως και στο επιστημονικό έργο του Εργαστηρίου, το οποίο μας είναι ευφήμως γνωστό.

Με συναδελφικούς χαιρετισμούς

Ο ΠΡΥΤΑΝΗΣ

Κ. Ι. ΜΟΥΤΖΟΥΡΗΣ

Κοινοποίηση:

- Γραφείο Πρύτανη



ΔΗΜΟΣ ΠΑΝΟΡΑΜΑΤΟΣ **MUNICIPALITY of PANORAMA**
Πλατεία Δημαρχείου, 552 36 Πανόραμα, Θεσσαλονίκη Demarhiou Square, 552 36 Panorama, Thessaloniki, Greece
Τηλ. 2310 - 341.281, 342.897, 342.868 Fax 2310 - 341.742 Tel. 2310 - 341.281, 342.897, 342.868 Fax 2310 - 341.742

Πανόραμα 19-06-2007

Προς τον

Καθηγητή τμήματος Φυσικής
κ.Χαράλαμπο Βάρβογλη
Fax: 2310 995384

Αγαπητέ καθηγητά,

Με ιδιαίτερη χαρά έλαβα την πρόσκλησή σας για την εκδήλωση που διοργανώνετε και είναι αφιερωμένη στο έργο του Εργαστηρίου Αστρονομίας του Α.Π.Θ.

Λυπάμαι πολύ που λόγω ταυτόχρονων υποχρεώσεων του Δήμου μας δεν θα μπορέσω να παρευρεθώ παρ' όλη την επιθυμία μου να βρίσκομαι κοντά σας.

Εύχομαι ολόψυχα κάθε επιτυχία και εμελιπστώ να ανταποκριθώ σε μελλοντική σας πρόσκληση.

Με φιλικούς και ειλικρινείς
Χαιρετισμούς
ΧΡΗΣΤΟΣ ΚΑΪΤΕΖΙΔΗΣ
ΔΗΜΑΡΧΟΣ



Στοιχειοθεσία - Εκτύπωση

UNIVERSITY STUDIO PRESS

Αρμενοπούλου 32 - 546 35 Θεσσαλονίκη
Τηλ. (2310) 208731, 209837 - Fax (2310) 216647
Ιστοσελίδα: www.universitystudiopress.gr

