4ο Πανελλήνιο συνέδριο
Ερασιτεχνικής Αστρονομίας

Εργασίες από τα πρακτικά του Πανελληνίου συνεδρίου ερασιτεχνικής αστρονομίας που πραγματοποιήθηκε στην Αθήνα

9 – 11 Σεπτεμβρίου 2005

Ελληνογερμανική Αγωγή

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος 7

Πρόγραμμα συνεδρίου 8

Εισηγήσεις

SKY WATCH – Μελετώντας τον ουρανό με ρομποτικά τηλεσκόπια 13
Βαγενάς, Η., Βραζόπουλος, Χ., Σωτηρίου, Σ., Ελληνογερμανική Αγωγή
Σωτηρίου, Μ., Ιωάννου, Π. Q-Plan S.A.,

Παρουσίαση του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού μέσω 3-διάστατων ψηφιακών μοντέλων και πανοραμικών φωτογραφιών 21
Ιωάννης Βέργος, Φυσικός Εταιρεία Αστρονομίας και Διαστήματος Βόλου

Αστρονομική δημοσιογραφία. 25
Αριστείδης Βούλγαρη Μουσικός Συμφωνικής Ορχήστρας Δήμου Θεσσαλονίκης
Καθηγητής Βιολιού Αντιπρόεδρος Ο.Φ.Α.

Ομάδα έρευνας Υπερκαινοφανών εκρήξεων 33
Εμμανουηλίδης Κωνσταντίνος

Ο κίνδυνος του αστερία
Το σύμβολο του άστρου στην ποίηση του Τάκη Βαρβιτσιώτη. 38
Κωνσταντίνος Ηροδότου

Υπολογισμός Περιστροφής πεδίου σε τηλεσκόπια με υψοαζιμουθιακή στήριξη. 43
Χάρης Καμπάνης Πρόεδρος Ελληνικής Αστρονομικής Ένωσης

Τροποποίηση και γενίκευση του νόμου Bode Titius 56
Πολυχρόνης Καραγκιοζίδης Χημικός M.Sc

Φωτομετρία μεταβλητών άστρων 62
Στέλιος Κλειδής

Περσείδες: τα χαρακτηριστικά της βροχής διαττόντων και παρατηρήσεις τους κατά την διάρκεια 2001-2004 69
Γρηγόρης Μαραβέλιας, Σύλλογος Ερασιτεχνικής Αστρονομίας

What Science is 77
Nicolas Th. Matsopoulos

Μικρό χρονικό της διαστημικής εποχής μας οι διαστημικοί σταθμοί. 81
Κωνσταντίνος Δ. Μαυρομμάτης, μαθηματικός, πρόεδρος της Εταιρείας Αστρονομίας και Διαστήματος

Οι πλανήτες με μια βιντεοκάμερα 88
Δημήτρης Μπαλάσης, Ελληνική Αστρονομική Ένωση

Το Σύμπαν σε έναν Υπολογιστή. 92
Θωμάς Γ. Μπίσμπας

Αυτοφωτιζόμενο επιτραπέζιο επιπεδόσφαιρο 99
Άρης Μυλωνάς, Ερασιτέχνης Αστρονόμος

Φύλο και Αστρονομία 104
Σπύρος Πάγκαλος, Καθηγητής Δ.Ε., Χημικός, υπεύθυνος Α΄ Ε.Κ.Φ.Ε. Πειραιά

Κίνηση Διαστημοχημάτων σε Πλανητικές Σφαίρες Επιρροής και Ατμόσφαιρες και Προοπτικές Διαστρικών Ταξιδιών 109
Ηλίας Ε. Παναγιωτόπουλος, Διδακτορικός Ερευνητής (Εισηγητής), Εργαστήριο Μηχανικής των Ρευστών, Τμήμα Μηχανολόγων & Αεροναυπηγών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών
Διονύσιος Π. Μάργαρης, Επίκουρος Καθηγητής, Εργαστήριο Μηχανικής των Ρευστών, Τμήμα Μηχανολόγων & Αεροναυπηγών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών
Δημήτριος Γ. Παπανίκας, Καθηγητής, Εργαστήριο Μηχανικής των Ρευστών, Τμήμα Μηχανολόγων & Αεροναυπηγών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών
Κώστας Γιακουμής, Ερασιτέχνης Αστρονομίας

Η επιστημονική μέθοδος και η ανακάλυψη της ατμοσφαιρικής πίεσης 151
Παπαϊωάννου Χρήστος, Ι.Ε.Κ. Νέων Μουδανιών

Εφαρμογή οπτικοακουστικών μέσων στην ερασιτεχνική αστρονομία. 156
Πολύκαρπος Παριορίτσας

Μικρά «Πλανητάρια» για όλους: Μια νέα προσέγγιση 160
Αλέξης Πετίδης

Einstein@home 166
Σεμιτσόγλου Ιωάννης

CCD ψηφιακές απεικονίσεις και βιντεοσκόπηση με web camera. 174
Βαγγέλης Τσάμης, Εκπαιδευτικός, Ελληνική Αστρονομική Ένωση, Μέλος AAVSO

Ομιλίες προέδρων
Ελληνική Αστρονομική Ένωση. 187
Χάρης Καμπάνης

Σύλλογος Ερασιτεχνικής Αστρονομίας
Hellenic Amateur Astronomy Association.. 191
Ι. Στέλλας

Όμιλος Φίλων Αστρονομίας. 193
Μωραΐτης Παύλος

Σύλλογος ερασιτεχνικής αστρονομίας Θράκης.. 196
Πρασόπουλος Δημήτριος

Αστρονομική εταιρία Κέρκυρας. 198
Α. Κοτινάς

Το αστεροσκοπείο Ζαγορίου 201
Κ. Σακκάς, Χ. Καμπάνης, Ν. Ματσόπουλος

"Ωρίων" Αστρονομική εταιρία Πάτρας. 203
Β. Ζαφειρόπουλος

Ερασιτεχνικοί Σύλλογοι και Οργανώσεις. 207

Ελληνική Αστρονομική Ένωση

Αύγουστος 2005

Φίλοι Ερασιτέχνες Αστρονόμοι,

Ο τόμος αυτός περιλαμβάνει τις εισηγήσεις που υποβλήθηκαν και εγκρίθηκαν για την παρουσίασή τους στο 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ερασιτεχνικής Αστρονομίας.

Στόχος του συνεδρίου, που διεξάγεται στις 9 έως 11 Σεπτεμβρίου στο Ίδρυμα Ευγενίδου, είναι η ανταλλαγή γνώσεων και εμπειριών από ερασιτέχνες αστρονόμους, και δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί χωρίς τη συμβολή των εισηγητών που στον ελεύθερό τους χρόνο διερευνούν, αναπτύσσουν και παρουσιάζουν θέματα όπως αυτά που συμπεριλαμβάνονται σε αυτό τον τόμο.

Ο τόμος αυτός δεν θα μπορούσε να παραχθεί χωρίς την υποστήριξη της επιστημονικής επιτροπής που απαρτίζεται από τον Χρήστο Γούδη, Καθηγητή Αστροφυσικής του Πανεπιστημίου Πατρών και Διευθυντή του Ινστιτούτου Αστρονομίας και Αστροφυσικής του Εθνικού Αστεροσκοπείου, τον Διονύση Σιμόπουλο, Διευθυντή του Ευγενιδείου Πλανηταρίου, και τον Νίκο Ματσόπουλο. Αστρονόμο του Αστεροσκοπείου Αθηνών. Την σελιδοποίηση και παραγωγή του εντύπου προσέφερε η Ελληνογερμανική Αγωγή. Η συλλογή των ομιλιών αλλά και η όλη διοργάνωση του συνεδρίου έγινε με την συμβολή της οργανωτικής επιτροπής του συνεδρίου και μελών της Ελληνικής Αστρονομικής Ένωσης.

Με εκτίμηση,

Χάρης Καμπάνης
Πρόεδρος της Ελληνικής Αστρονομικής Ένωσης

Π Ρ Ο Γ Ρ Α Μ Μ Α
4ου ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ ΕΡΑΣΙΤΕΧΝΙΚΗΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 09/09/2005

17:00 ΕΓΓΡΑΦΕΣ ΣΥΝΕΔΡΩΝ – "WELCOME DRINK" 10ος ΟΡΟΦΟΣ - ΠΕΡΙΗΓΗΣΗ ΣΤΑ ΕΚΘΕΜΑΤΑ

18:30 ΠΡΟΣΦΩΝΗΣΕΙΣ - ΚΑΛΩΣΟΡΙΣΜΑ - ΟΜΙΛΙΕΣ ΠΡΟΕΔΡΩΝ ΤΩΝ ΣΥΛΛΟΓΩΝ

20:30 ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ

21:00 1η ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΠΛΑΝΗΤΑΡΙΟΥ

22:00 2η ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΠΛΑΝΗΤΑΡΙΟΥ

ΣΑΒΒΑΤΟ 10/09/2005

ΠΡΩΙ

08:30 ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ

09:00 ΚΑΛΩΣΟΡΙΣΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ (κ. ΣΙΜΟΠΟΥΛΟΣ, κ. ΓΟΥΔΗΣ, κ. ΜΑΤΣΟΠΟΥΛΟΣ)

09:30 Α΄ ΜΕΡΟΣ ΕΙΣΗΓΗΣΕΩΝ.

11:30 ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ (COFFEE BREAK).

12:00 Β΄ ΜΕΡΟΣ ΕΙΣΗΓΗΣΕΩΝ.

14:00 ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ ΚΑΙ ΑΝΑΜΝΗΣΤΙΚΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ

ΑΠΟΓΕΥΜΑ

18:00 ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ ΚΡΥΟΝΕΡΙΟΥ (ΜΕ ΠΟΥΛΜΑΝ)

21:00 ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ ΓΙΑ ΠΡΟΧΕΙΡΟ ΓΕΥΜΑ (ΣΑΝΤΟΥΙΤΣ-ΑΝΑΨΥΚΤΙΚΟ)

24:00 ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ – ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΣΤΗΝ ΑΘΗΝΑ

ΚΥΡΙΑΚΗ 11/09/2005

09:30 ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗ

10:00 Α΄ ΜΕΡΟΣ ΕΙΣΗΓΗΣΕΩΝ

11:30 ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ (COFFEE BREAK)

12:00 Β΄ ΜΕΡΟΣ ΕΙΣΗΓΗΣΕΩΝ

13:30 ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ

14:00 Γ΄ ΜΕΡΟΣ ΕΙΣΗΓΗΣΕΩΝ

15:00 ΑΠΟΧΑΙΡΕΤΙΣΤΗΡΙΟ ΓΕΥΜΑ ΣΥΝΕΔΡΩΝ

SkyWatch – Πραγματοποιώντας Παρατηρήσεις με Ρομποτικά Τηλεσκόπια

Βαγενάς, Η., Σωτηρίου, Σ.,
Ελληνογερμανική Αγωγή

Βραζόπουλος, Χ., Σωτηρίου, Μ., Ιωάννου, Π.
Q-Plan S.A.,

Περίληψη: Το πρόγραμμα SkyWatch αποσκοπεί στο να παρουσιάσει στους νέους της Ευρώπης το θαυμαστό κόσμο της επιστήμης και της τεχνολογίας εμπλέκοντας μαθητές, φοιτητές αλλά και νεαρούς επιστήμονες σε έναν Πανευρωπαϊκό Διαγωνισμό Αστρονομικών Παρατηρήσεων που θα συνδυάζει τη δημιουργικότητα, την ευρηματικότητα και την επιστημονική αναζήτηση. Εκτός του διαγωνισμού, οι νέοι έχουν την ευκαιρία να παρακολουθήσουν και μια σειρά Διαδραστικών Επιστημονικών Διαλέξεων, με θέματα παρεμφερή αυτών του διαγωνισμού, που θα απευθύνονται όχι μόνο στους συμμετέχοντες σε αυτόν, αλλά και στο ευρύ κοινό. Οι δράσεις του προγράμματος υλοποιούνται με τη βοήθεια ενός δικτυακού περιβάλλοντος μάθησης, μέσω του οποίου οι ενδιαφερόμενοι έχουν πρόσβαση στο αντίστοιχο επιστημονικό – διδακτικό υλικό, καθώς και σε μια βάση δεδομένων αστρονομικών παρατηρήσεων απ' όπου θα αντλούν και τη βασική ιδέα γύρω από την οποία θα αναπτύσσουν τις εργασίες τους. Επιπλέον, θα δίνεται η ευκαιρία στους διαγωνιζόμενους να έχουν πρόσβαση στη χρήση ρομποτικών τηλεσκοπίων και να εκτελούν αστρονομικές παρατηρήσεις, βάσει των οποίων θα αναλύουν αποτελέσματα και θα προτείνουν λύσεις σε επιλεγμένα επιστημονικά-ερευνητικά θέματα.

Λέξεις κλειδιά: εικονικό εργαστήριο, τηλεχειριζόμενα ρομποτικά τηλεσκόπια, τυπική και άτυπη μάθηση, δια βίου μάθηση, εικονική κοινότητα

1. Εισαγωγή – Στόχος του προγράμματος

Ο στόχος του προγράμματος SkyWatch[1] είναι να εμπλέξει νέους σε μια σειρά επιστημονικών εργασιών έτσι ώστε να δημιουργηθεί μια εικονική κοινότητα αποτελούμενη από πολλά υποσχόμενους νέους ερευνητές, η οποία θα προωθεί την επιστημονική παιδεία. Το πρόγραμμα SkyWatch προσφέρει στους νέους της Ευρωπαϊκής Ένωσης την ευκαιρία της πρόσβασης στη χρήση ρομποτικών τηλεσκοπίων ώστε να πραγματοποιούν αστρονομικές παρατηρήσεις, να αναλύουν δεδομένα και αποτελέσματα και να προτείνουν λύσεις και απαντήσεις σε επιλεγμένα ερευνητικά – επιστημονικά θέματα. Τα παραπάνω γίνονται εφικτά μέσω της χρήσης ενός καινοτόμου δικτυακού περιβάλλοντος μάθησης. Η δημοσιοποίηση των δραστηριοτήτων του προγράμματος θα υποστηριχθεί μέσω του Πανευρωπαϊκού Επιστημονικού Διαγωνισμού, μιας σειράς από εξ αποστάσεως διαλέξεις (ημέρες επιστήμης) και μέσω της προώθησης ιδεών και προτάσεων για επιστημονικά ζητήματα με πολλαπλή φύση: Αστρονομία, Φυσική, Μαθηματικά, Χημεία κ.α. Οι νεαροί συμμετέχοντες παρακινούνται να οργανώσουν ομάδες και να σχεδιάσουν και να αναπτύξουν εργασίες και δραστηριότητες με τη χρήση των ρομποτικών τηλεσκοπίων υπό την καθοδήγηση και τη συνεχή υποστήριξη μιας επιστημονικής ομάδας ειδικών στο συγκεκριμένο χώρο.

2. Το πρόγραμμα SkyWatch

Το πρόγραμμα SkyWatch αναπτύσσει μια καινοτόμο προσέγγιση που αποσκοπεί στην προαγωγή μιας εκλαϊκευμένης επιστημονικής και ερευνητικής κουλτούρας. Η προσέγγιση αυτή στοχεύει στο να καταργήσει τις διαχωριστικές γραμμές μεταξύ σχολείων, ερευνητικών κέντρων και επιστημονικών θεματικών πάρκων και να εμπλέξει τους χρήστες σε εκτεταμένα επεισόδια μιας «διασκεδαστικής» εμπειρίας και επιστημονικής έρευνας. Το πρόγραμμα μέσα από τις επιστημονικές και τεχνολογικές του προτάσεις έχει σκοπό να θέσει τον εμπλεκόμενο χρήστη σε κατάσταση τέτοια ώστε να τις βιώσει και να αλληλεπιδρά με αυτές, επιτρέποντας την ανάπτυξη μιας προηγμένης επιστημονικής κουλτούρας ανοικτής σε κοινωνικές αλλαγές αλλά ταυτόχρονα επαρκώς προσαρμοσμένης στις ανάγκες και τις ικανότητες του κάθε χρήστη. Η προσέγγιση του προγράμματος SkyWatch θα προσελκύσει ομάδες νέων από όλη την Ευρώπη σε μια επιστημονική αναζήτηση μέσω της εφαρμογής ενός συνόλου σεναρίων διάφορων επιστημονικών κλάδων, σχετιζόμενων με την αστρονομία και την αστροφυσική. Δίνεται η δυνατότητα στους νέους να πειραματιστούν και να δημιουργήσουν μέσω επιστημονικής έρευνας καθώς και να εκτιμήσουν την απήχησή της στην κοινωνία και την

---

[1] Το πρόγραμμα SkyWatch χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, στα πλαίσια της Επιστήμης και Κοινωνίας, FP6-2003-7-013609. Η κοινοπραξία του προγράμματος SkyWatch αποτελείται από τους εξής εταίρους: Q-PLAN (Ελλάδα), EDEN - Open Classroom (Μ. Βρετανία), Astrophysics Research Institute of Liverpool John Moores University (Μ. Βρετανία), European Physical Society (Γαλλία), Ελληνογερμανική Αγωγή (Ελλάδα), Stockholm University (Σουηδία), SCIENCE PROJECTS (Μ. Βρετανία) και University of Duisburg – Essen (Γερμανία).

καθημερινή ζωή. Το πρόγραμμα SkyWatch δεν θα δράσει απλά ως ένα μέσο επίδειξης επιστημονικών επιτευγμάτων, αλλά πρωτίστως ως μια διαδραστική και ζωντανή πρωτοβουλία όπου οι χρήστες, εφοδιασμένοι με ισχυρά ερευνητικά εργαλεία, γίνονται οι ερευνητές και οι οδηγοί της επιστημονικής αναζήτησης.

Το πρόγραμμα SkyWatch επίσης παρέχει την δυνατότητα στους νέους της Ευρώπης να καρπωθούν τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την Ευρωπαϊκή συνεργασία στην έρευνα. Το γεγονός ότι τα όργανα και τα εργαλεία επικοινωνίας προηγμένης τεχνολογίας έχουν αναπτυχθεί από ερευνητική συνεργασία σε διεθνές επίπεδο επιδεικνύεται σε μεγάλο βαθμό σε κάθε συμμετέχοντα στις δραστηριότητες του προγράμματος. Μέσω αυτών των δραστηριοτήτων θα συσταθεί ένα δυναμικό Ευρωπαϊκό εκπαιδευτικό και ψυχαγωγικό δίκτυο. Πιο συγκεκριμένα, μαθητές και φοιτητές, ερευνητές και επιστήμονες, αλλά και το ευρύτερο κοινό συγκροτούν μια εικονική κοινότητα. Περίπου 100 σχολεία από 28 Ευρωπαϊκές χώρες και 30 πανεπιστήμια και επιστημονικά κέντρα συμμετέχουν στο δίκτυο αυτό. Προσφέρεται η ευκαιρία στους νέους να μάθουν και να εξοικειωθούν με τη διαδικασία της διεθνούς επιστημονικής έρευνας, διεξάγοντας πραγματικές επιστημονικές αναζητήσεις, συνεργαζόμενοι σε επιστημονικά έργα με μαθητές από άλλες χώρες, συμμετέχοντας στην Επιστήμη, παρακολουθώντας διαδραστικά μαθήματα και επικοινωνώντας με ειδικούς, ερευνητές και καθηγητές από όλη την Ευρώπη.

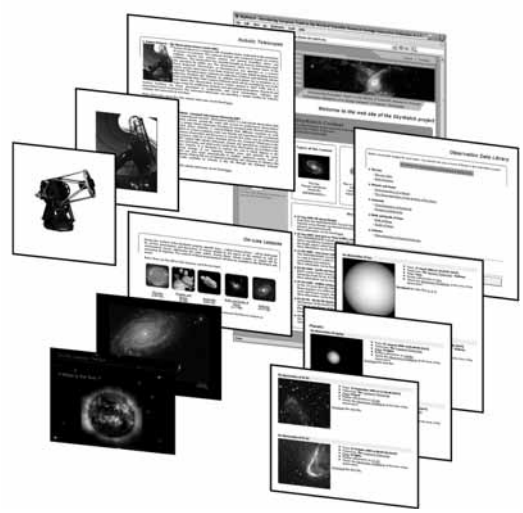
3. Εφαρμοζόμενη τεχνολογία – Διαδικτυακή Πύλη του προγράμματος SkyWatch

Η υπηρεσία συνδέει ένα δίκτυο τηλεχειριζόμενων τηλεσκοπίων μεταξύ των οποίων το τηλεσκόπιο του πανεπιστημίου του Liverpool John Moores (το μεγαλύτερο ρομποτικό τηλεσκόπιο στον κόσμο) που βρίσκεται στο νησί La Palma στα Κανάρια και τα δύο τηλεσκόπια του Observatory Science Centre στο Herstmonceux της Μεγάλης Βρετανίας. Περισσότερα από 100 σχολεία από διαφορετικές χώρες της Ευρώπης θα συνδεθούν με τα τηλεσκόπια προκειμένου να πραγματοποιούν παρατηρήσεις. Κάθε παρατηρητήριο έχει τουλάχιστον μια θυρίδα αποθήκευσης πληροφοριών σχετικών με τις ιδιότητες, το πρόγραμμα και τη διαθεσιμότητα των τηλεσκοπίων. Αυτές οι πληροφορίες αποθηκεύονται προς χρήση του διαδραστικού εικονικού προγράμματος των τηλεσκοπίων.
Η διαδικτυακή πύλη του προγράμματος SkyWatch (Εικόνα 1) περιέχει:

- Πληροφορίες για το πρόγραμμα και τον διαγωνισμό
- Υποστηρικτικό υλικό και ερευνητικά αποτελέσματα για τους χρήστες - συμμετέχοντες
- Φόρουμ συζήτησης
- Εκπαιδευτικό υλικό
- Ηλεκτρονικά ενημερωτικά δελτία
- Πληροφορίες και συνδέσεις με την ιστοσελίδα της Εβδομάδας Επιστήμης

και άλλα επιστημονικά έργα

- Συνδέσεις με χρήσιμες δικτυακές σελίδες σχετικές με την αστρονομία
- Ειδική λειτουργία υποστήριξης παρουσίασης των Διαδραστικών Επιστημονικών Μαθημάτων (στο φάσμα των δραστηριοτήτων των ημερών επιστήμης)
- Χώρο όπου ο χρήστης μπορεί να απευθύνει ερωτήσεις και να λάβει απαντήσεις από την επιστημονική ομάδα του προγράμματος
- Εικονική βιβλιοθήκη με ενδιαφέρουσες παρουσιάσεις (Power Point) και Εικόνες από παρατηρήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί μέσω των ρομποτικών τηλεσκοπίων (ελεύθερες προς χρήση)



Εικόνα 1: Διαδικτυακή Πύλη του προγράμματος SkyWatch

Η πλατφόρμα επικοινωνίας εξυπηρετεί έναν από τους κύριους στόχους του προγράμματος SkyWatch, ο οποίος είναι η κινητοποίηση μαθητών και νεαρών ερευνητών προς την επιστημονική έρευνα. Το αίτημα για μια παρατήρηση πρέπει να γίνεται ως μέρος ενός έργου που περιέχει όλα τα βήματα μιας επιστημονικής έρευνας (υπόθεση, πειραματισμό, ανάλυση των δεδομένων, συμπεράσματα). Στο πλαίσιο του προγράμματος τίθεται μια επιστημονική ερώτηση και ο μαθητευόμενος αναζητά την απάντηση και παραγγέλνει παρατηρήσεις σχετικές - σε κάποιο βαθμό – με την ερώτηση αυτή. Υπάρχει επιπλέον η δυνατότητα οι συμμετέχοντες να εισέρχονται στην πλατφόρμα έχοντας ήδη αποφασίσει τις επιστημονικές ερωτήσεις και τα αιτήματα των σχετικών παρατηρήσεων.
Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει τηλεσκόπιο ανάλογα με τις ανάγκες της παρατήρησης. Επιπροσθέτως, ο χρήστης θα ελέγχει τις καιρικές συνθήκες στην περιοχή που θα γίνει η παρατήρηση μέσα από πληροφορίες που θα παρέχονται από

την ιστοσελίδα του προγράμματος SkyWatch αλλά και αυτές των τηλεσκοπίων.
Η διαδικτυακή πύλη του προγράμματος SkyWatch είναι ανεπτυγμένη στην Αγγλική γλώσσα προκειμένου να διευκολυνθεί η όλη διαδικασία. Ειδικότερα για τους συμμετέχοντες στον διαγωνισμό, που πραγματοποιείται στο πλαίσιο του προγράμματος, έχουν τη δυνατότητα να βρουν πληροφορίες (κανόνες του διαγωνισμού, κριτήρια αξιολόγησης, περιγραφή της διαδικασίας επιλογής), όλα τα απαραίτητα επιστημονικά αποτελέσματα που ήδη υπάρχουν καθώς και υποστηρικτικό υλικό. Επιπροσθέτως περιέχει έναν μηχανισμό μεταφοράς δεδομένων που επιτρέπει στους διαγωνιζόμενους να υποβάλλουν τις εργασίες τους, καθώς και να συμμετέχουν σε φόρουμ συζήτησης και μαθήματα ενεργά σε πραγματικό χρόνο. Οι διαγωνιζόμενοι θα λαμβάνουν μηνιαία ηλεκτρονικά ενημερωτικά δελτία καθ'όλη τη διάρκεια του προγράμματος. Έτσι θα είναι ενήμεροι για δραστηριότητες άλλων επιστημονικών έργων και διάφορων εκδηλώσεων, έτσι ώστε να δημιουργηθούν εικονικές μαθησιακές κοινότητες νέων, εκπαιδευτικών και ερευνητών που θα εμπλέκονται σε εκτεταμένα επεισόδια επιστημονικής αναζήτησης μέσω της δικτυακής πύλης του προγράμματος SkyWatch. Μέσω των εργαλείων που παρέχει η διαδικτυακή πύλη του προγράμματος, λειτουργεί σαν τόπος συνάντησης νέων μελλοντικών ερευνητών, οι οποίοι αναμένεται να γίνουν οι προαγωγοί των καλύτερων πρακτικών και να συμβάλλουν στην μελλοντική αξιολόγηση επιστημονικών προϊόντων και αποτελεσμάτων. Η διαδικτυακή πύλη εξελίσσεται παράλληλα με τον κύκλο ζωής του προγράμματος και ενημερώνεται τακτικά με όλες τις πληροφορίες για το διαγωνισμό, τα μαθήματα και τις ημέρες επιστήμης.

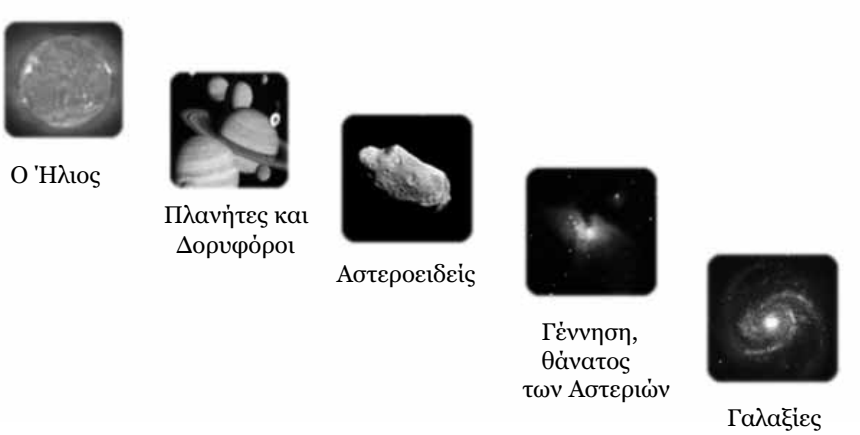
4. Σενάρια για επιστημονικές εργασίες

Καθώς οι προτεινόμενες δραστηριότητες απευθύνονται σε διαφορετικές κατηγορίες χρηστών (μαθητές β' βάθμιας εκπαίδευσης, φοιτητές, νέους ερασιτέχνες αστρονόμους αλλά και το ευρύτερο κοινό) τα σενάρια διαφοροποιούνται σημαντικά προκειμένου να καλύπτουν τα διαφορετικά ενδιαφέροντα και ανάγκες. Τα σενάρια αγγίζουν επιστημονικά θέματα από διάφορες σκοπιές και επιπλέον καλύπτουν επιστημονικά πεδία όπως τομείς της αστρονομίας. Αυτά τα σενάρια είναι από τα βασικά μέσα προώθησης και διάδοσης της επιστήμης και της τεχνολογίας στους νέους συμμετέχοντες. Τα σενάρια κατηγοριοποιούνται σε δυο βασικές ομάδες. Η πρώτη ομάδα περιέχει σενάρια που καλύπτουν συγκεκριμένα εκπαιδευτικά πεδία της μαθητικής και φοιτητικής κοινότητας (σενάρια που θα υλοποιηθούν σε επίσημους χώρους μάθησης). Η δεύτερη ομάδα περιέχει πιο γενικά σενάρια, σχεδιασμένα για το ευρύτερο κοινό (π.χ. τους επισκέπτες ενός επιστημονικού κέντρου). Οι νέοι συμμετέχοντες συγκροτούν ομάδες και σχεδιάζουν, αναπτύσσουν και εκτελούν εργασίες με τη χρήση των τηλεσκοπίων και υπό τη καθοδήγηση και τη συνεχή υποστήριξη μιας ομάδας ειδικών στο χώρο. Οι εργασίες που θα πραγματοποιηθούν αφορούν στις εξής κατηγορίες: Ο Ήλιος, Πλανήτες και Δορυφόροι, Αστεροειδείς, Γέννηση και θάνατος Αστεριών και Γαλαξίες. Όλες οι εργασίες θα παρουσιαστούν και θα αξιολογηθούν βάσει συγκεκριμένων κριτηρίων που έχουν τεθεί από την επιστημονική επιτροπή του έργου στο πλαίσιο του διαγωνισμού και βάσει των επίσημων κανόνων που έχουν θεσπιστεί.

5. Επιστημονικός Διαγωνισμός του προγράμματος SkyWatch – Ημέρες Επιστήμης

Οι συμμετέχοντες (ατομικά ή σε ομάδες) θα σχεδιάσουν και θα αναπτύσσουν έργα με την αξιοποίηση των παρεχόμενων παρατηρήσεων και υπό την καθοδήγηση και τη συνεχή υποστήριξη μιας ομάδας ειδικών επιστημόνων. Τα επιστημονικά θέματα που θα αναπτυχθούν είναι κοινά για όλους τους ενδιαφερόμενους, το επίπεδο όμως ανάλυσης και ανάπτυξής τους αναμένεται να διαφέρει ανάλογα με την ηλικία και την επιστημονική κατάρτιση των συμμετεχόντων.

Οι ενότητες των παρατηρήσεων και των προς ανάπτυξη θεμάτων είναι πέντε (5):



Οι ηλικιακές ομάδες των συμμετεχόντων είναι τρεις (3):

1. Μαθητές μικρότεροι από 15 ετών
2. Μαθητές μεταξύ 15 και 18 ετών
3. Ενήλικες

οι οποίες και θα διαγωνιστούν ξεχωριστά έχοντας να επιλέξουν από τις πιο πάνω θεματικές ενότητες.

Ο διαγωνισμός θα διαρκέσει συνολικά επτά (8) μήνες και θα διεξαχθεί σε δύο φάσεις.
Τα έργα της 1ης φάσης του διαγωνισμού (7 μήνες) θα παρουσιαστούν και θα αξιολογηθούν βάσει συγκεκριμένων κριτηρίων που έχουν οριστεί από την επιστημονική επιτροπή του προγράμματος. Τα 10 καλύτερα έργα από κάθε ηλικιακή ομάδα θα προκριθούν στη 2η φάση του διαγωνισμού (1 μήνας), όπου θα δίνεται επιπλέον η δυνατότητα στους διαγωνιζόμενους να έχουν πρόσβαση σε ένα δίκτυο τηλεσκοπίων, να παραγγέλνουν τις δικές τους παρατηρήσεις και να αναπτύσσουν περαιτέρω τα έργα τους βάσει αυτών. Τα 30 έργα της δεύτερης φάσης θα παρουσιαστούν σε έκθεση που θα γίνει στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Εβδομάδας Επιστήμης 2005 και θα πραγματοποιηθεί στην Αθήνα (Νοέμβριος

2005). Εκεί θα φιλοξενηθούν και οι δημιουργοί των τριών καλύτερων έργων από κάθε ηλικιακή ομάδα, όπου θα παραστούν στην τελετή απονομής των βραβείων για το καλύτερο έργο από κάθε κατηγορία.

Διαδραστικά επιστημονικά σεμινάρια (Εικόνα 2) πρόκειται να λάβουν μέρος πριν αλλά και κατά τη διάρκεια της Ευρωπαϊκής Εβδομάδας Επιστήμης 2005 (με τη μορφή μαθημάτων μέσα σε ένα εικονικό σχολείο), τα οποία θα στηρίζονται σε (α) επιστημονικά θέματα και διδακτικό υλικό σχετικά με τα θέματα του διαγωνισμού και (β) αποτελέσματα των επιστημονικών-ερευνητικών σεναρίων που θα έχουν αναπτυχθεί από τους συμμετέχοντες.



Εικόνα 2: Ασύγχρονο μάθημα για την γέννηση και τον θάνατο των αστέρων (ενδεικτικό) το οποίο είναι διαθέσιμο στην διαδικτυακή πύλη του προγράμματος.

Το πρόγραμμα θα περιλαμβάνει 10 Ημέρες Επιστήμης για το Διαγωνισμό οι οποίες θα λάβουν χώρα καθ' όλη τη διάρκεια του διαγωνισμού, και στη διάρκεια των οποίων οι συμμετέχοντες στο διαγωνισμό θα έχουν τη δυνατότητα να συζητήσουν και να συμβουλευτούν ειδικούς επιστήμονες για τα έργα τους και 6 Ημέρες Επιστήμης για το Κοινό (ημέρες Αστρονομίας, ημέρες Φυσικής, ημέρες Μαθηματικών, κ.ά.) οι οποίες θα λάβουν χώρα καθ' όλη τη διάρκεια του προγράμματος και στη διάρκεια των οποίων το ευρύτερο κοινό θα ενημερώνεται για τα τελευταία επιστημονικά επιτεύγματα στα αντίστοιχα πεδία.

6. Προσδοκώμενη αποτελέσματα – μελλοντικά σχέδια

Μαθητές, φοιτητές, καθηγητές, το ευρύ κοινό (π.χ. ερασιτέχνες αστρονόμοι και σχετικές οργανώσεις, επισκέπτες επιστημονικών κέντρων και μουσείων) από όλη την Ευρώπη θα συμμετέχουν ενεργά στις κύριες δραστηριότητες του προγράμματος και θα είναι ενήμεροι για τις εκθέσεις και τις δραστηριότητες δημοσιότητας που θα ακολουθήσουν. Στοχεύοντας κυρίως στη συμμετοχή των μαθητών, το πρόγραμμα SkyWatch αναμένεται να τους εμπλέξει ενεργά στην επιστημονική διαδικασία παρέχοντάς τους μια χειροπιαστή εμπειρία επιστημονικής έρευνας.

Οι «διαγωνισμοί επιστήμης» θα αποτελέσουν το βασικό πόλο έλξης για το επιστημονικό ενδιαφέρον των νέων. Μέσω των προτεινόμενων δραστηριοτήτων το πρόγραμμα φιλοδοξεί να εγείρει το ενδιαφέρον της νεολαίας για την επιστήμη και την τεχνολογία, καθώς και να δημιουργήσει εικονικές κοινότητες μάθησης από νέους, εκπαιδευτικούς και ερευνητές και να τους εμπλέξει σε εκτεταμένα επεισόδια επιστημονικής αναζήτησης και κατανόησης. Μακροπρόθεσμα, το πρόγραμμα στοχεύει να θεσμοθετήσει έναν Ετήσιο Ευρωπαϊκό Διαγωνισμό στο χώρο της επιστήμης και της τεχνολογίας και ειδικότερα στην αστρονομία και τη φυσική, καθώς και μια Ετήσια Διεθνή Έκθεση όπου θα παρουσιάζονται τα πιο σημαντικά αποτελέσματα σε διαφορετική Ευρωπαϊκή πόλη κάθε χρόνο.

References

1. *Sotiriou S. (2004) Designing the science laboratory of the school of tomorrow, Proceedings of the International Symposium on Advanced Technologies in Education, pp. 31-43,* http://www3.ellinogermaniki.gr/ep/ainos2004/upload/ainos_proc.pdf .
2. *Sotiriou S. (2004) The EUDOXOS Project: Teaching Science with a robotic Telescope, Proceedings of the International Symposium on Advanced Technologies in Education, pp. 87-94,* http://www3.ellinogermaniki.gr/ep/ainos2004/upload/ainos_proc.pdf .
3. *Baloian N., Hoeksema K. (2004) The COLDEX Project: Collaborative Learning and Distributed Experimantation, Proceedings of the International Symposium on Advanced Technologies in Education, pp. 95-105,* http://www3.ellinogermaniki.gr/ep/ainos2004/upload/ainos_proc.pdf .
4. *Rurua A. (2004) Tells – a facility for web-based, remote real time laboratory experiments, Proceedings of the International Symposium on Advanced Technologies in Education, pp. 151-154,* http://www3.ellinogermaniki.gr/ep/ainos2004/upload/ainos_proc.pdf .
5. *Brown A.L. and Campione J.C. (1996) Psychological Theory and the design of innovative learning environments: On procedures, principles and systems, Innovations in learning, L. Schauble & R. Glaser (Eds.), Mahwah, NJ: Erlbaum, A description and analysis of the "community of learners" approach, pp. 289-325.*
6. *Sotiriou S., Andrikopoulos N. (2003) Eudoxos Implementation Guide, Ellinogermaniki Agogi, Printed by Epinoia S.A.*
7. *Andrikopoulos N., Fanourakis G., Kalkanis G., Korakianitis O., Savas S., Solomos N., Sotiriou S. (2003) The Eudoxos Project: Teaching Science in secondary education through a robotic telescope, Proceedings of EDEN 2003 Annual Conference, Rhodes Island, Greece.*

Παρουσίαση του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού μέσω 3-διάστατων ψηφιακών μοντέλων και πανοραμικών φωτογραφιών

Ιωάννης Βέργος, Φυσικός
Εταιρεία Αστρονομίας και Διαστήματος Βόλου

Με τη χρήση εκπληκτικών πραγματικά δυνατοτήτων υλικού που έχει αντληθεί από το Internet με την άδεια της NASA θα μεταφερθούμε στην τροχιά του Διαστημικού Σταθμού και θα τον αντικρύσουμε εξωτερικά από οποιαδήποτε γωνία ή απόσταση επιθυμούμε, θα «πετάξουμε» κατά βούληση γύρω του αλλά θα εισέλθουμε και στο εσωτερικό του με παρόμοιες δυνατότητες εξερεύνησης του εξοπλισμού του.
Ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός (ISS) αποτελεί ένα σύγχρονο τεχνολογικό θαύμα και είναι καρπός της συνεργασίας 16 (!) χωρών. Κινείται σε ύψος 360 Km περίπου με ταχύτητα 28800 Km/h και κατεύθυνση γενικά από τα δυτικά προς τα ανατολικά. Περνά πάνω από όλες σχεδόν τις περιοχές της Γης (είναι ορατός και δια γυμνού οφθαλμού!). Διαθέτει 3 τρόπους προσανατολισμού ώστε τα ηλιακά στοιχεία του να βλέπουν συνεχώς τον Ήλιο αλλά και ν' αποφεύγεται η υπερθέρμανση άλλων μερών. Ο εσωτερικός του χώρος όταν ολοκληρωθεί θα ισούται με το εσωτερικό ενός 747 τζάμπο τζετ και θα παρέχει το μεγαλύτερο χώρο για έρευνα από οποιοδήποτε άλλο διαστημόπλοιο έχει κατασκευαστεί, με συνολικά 6 εργαστήρια. Πάνω από 40 πτήσεις θα ολοκληρώσουν τη συναρμολόγησή του στο διάστημα με χρήση των διαστημικών λεωφορείων και των ρωσικών Soyuz, Progress και Proton. Απαραίτητη επίσης θα είναι η ρομποτική τεχνολογία και οι διαστημικοί περίπατοι.
Ας δούμε όμως πώς ξεκίνησαν τα διάφορα στάδια συναρμολόγησης του Σταθμού: Η πρώτη πτήση ήταν του ρωσικού Proton η οποία έθεσε σε τροχιά την κάψουλα Zarya το Νοέμβριο του 1998. Ακολούθως εγκαινιάστηκαν οι αποστολές των διαστημικών λεωφορείων με την τοποθέτηση της αμερικανικής κάψουλας Unity το Δεκέμβριο του 1998. Χρησιμοποιήθηκε το διαστημικό λεωφορείο Endeavour. Η τρίτη αποστολή ήταν με το Discovery που ανέλαβε τον εφοδιασμό των δύο συνδεδεμένων κάψουλων τον Ιούνιο του 1999. Η τέταρτη πτήση εκτοξεύτηκε στις 19 Μαΐου 2000 και το επταμελές πλήρωμα μετέφερε προμήθειες και πραγματοποίησε εργασίες συντήρησης προετοιμάζοντας την άφιξη της ρωσικής Zvezda, του τρίτου βασικού δομικού στοιχείου του Σταθμού. Η κάψουλα αυτή θα αποτελούσε τον πρώτο χώρο στο Σταθμό κατάλληλο για διαμονή προσωπικού διαθέτοντας συστήματα υποστήριξης ζωής, διανομής ηλεκτρικής ενέργειας,

επεξεργασίας δεδομένων, προώθησης και ελέγχου πτήσης τόσο από το Σταθμό όσο και απ' τη Γη. Με τέτοιας σημασίας συστήματα θα αποτελούσε το δομικό και λειτουργικό κέντρο του Ρωσικού τομέα του Σταθμού, ακόμα και μετά την εγκατάσταση παρόμοιων αμερικανικών συστημάτων. Η πέμπτη λοιπόν πτήση έφτασε στο Σταθμό στις 26 Ιουλίου 2000 και ώρα Γκρήνουιτς 00:45 παραδίδοντας τη Zvezda. Ακολούθησε η έκτη πτήση το Σεπτέμβριο με προμήθειες και προετοίμασε τη Zvezda για την άφιξη του πρώτου μόνιμου πληρώματος δύο πτήσεις μετά. Τον Οκτώβριο έφτασαν άλλα εξαρτήματα του Σταθμού, τα Pressurized Mating Adapter 3 (PMA 3) που διευκολύνει την πρόσβαση από κάψουλα σε κάψουλα, Z1 Truss και γυροσκόπια και στις 2 Νοεμβρίου η όγδοη πτήση καταφθάνει με το πρώτο πλήρωμα (Expedition 1 Crew). Αυτή ήταν και η τελευταία αποστολή για τον 20ό αιώνα. Η επόμενη ένατη αποστολή εγκατέστησε αμερικανικά ηλιακά στοιχεία και το 5μελές της πλήρωμα του Endeavour έγινε το πρώτο που επισκέφθηκε το μόνιμο πλήρωμα του Σταθμού. Το Φεβρουάριο του 2001 έφτασε η επόμενη κάψουλα U.S. Destiny και συνδέθηκε με τη Unity. Ήταν ένας μεγάλος εργαστηριακός χώρος πολύ καλά εξοπλισμένος, το λεγόμενο Αμερικανικό Εργαστήριο. Οι πέντε αστροναύτες της αποστολής απέσπασαν την PMA 2 από τη Unity και την τοποθέτησαν στην Destiny ώστε να μπορούν να δένουν εκεί πλέον τα διαστημικά λεωφορεία. Μετά από 4,5 μήνες παραμονής στο διάστημα ήρθε για το πλήρωμα της Expedition 1 η ώρα της επιστροφής στη Γη. Το αντικαθιστά το Expedition 2 Crew το Μάρτιο του 2001 που φέρνει μαζί του το ιταλικό Leonardo Multi-Purpose Logistics Module, μια επαναχρησιμοποιούμενη μονάδα μεταφοράς φορτίων με το διαστημικό λεωφορείο από και προς το Σταθμό. Μία ακόμη παρόμοια μονάδα, η Rafaello, φτάνει τον Απρίλιο μαζί με τον πρώτο ρομποτικό βραχίονα του Σταθμού, απαραίτητου για την εγκατάσταση του αμερικανικού Quest Joint Airlock, μιας μονάδας που διευκολύνει την έξοδο των αστροναυτών στο διάστημα. Η τοποθέτησή της έγινε τον Ιούλιο του 2001 ενώ η αντίστοιχη ρωσική, κατάλληλη επίσης και για τον ελλιμενισμό διαστημοπλοίων, η Pirs Docking Compartment έφτασε στις 16 Σεπτεμβρίου 2001. Εν τω μεταξύ η Expedition 2 αντικαταστάθηκε από την Expedition 3 στα μέσα Αυγούστου 2001 ενώ το Leonardo έκανε το δεύτερο ταξίδι του στο Σταθμό. Το Δεκέμβριο νέο πλήρωμα καταφθάνει, το Expedition 4. Το 2002 αρχίζει με την εγκατάσταση του S0 Truss από το επταμελές πλήρωμα του διαστημικού λεωφορείου που επισκέπτεται τον ISS. Αλλαγή πληρώματος γίνεται στα μέσα Ιουνίου 2002 με την Expedition 5 ενώ το Expedition 4 πραγματοποιεί ρεκόρ παραμονής στο διάστημα για τους αμερικανούς με 196 ημέρες.

Παρόμοιες αποστολές και τοποθετήσεις εξαρτημάτων συνεχίζονται με απόλυτη επιτυχία μέχρι το φοβερό δυστύχημα του Columbia το Φεβρουάριο του 2003. Έκτοτε και μέχρι να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα προστασίας οι αποστολές γίνονται με τα ρωσικά διαστημόπλοια, ενώ η επόμενη πτήση διαστημικού λεωφορείου προγραμματίζεται για κάποια στιγμή μέσα στο 2005. Τα ρωσικά Soyuz χρησιμοποιούνται και σαν οχήματα διαφυγής σε περίπτωση ανάγκης ενώ σχεδιάζεται και η κατασκευή ανάλογων αμερικανικών που θα μπορούν να προσγειώνονται σαν αεροπλάνα.

Η ρωσική εμπειρία συνδυασμένη με την αμερικανική τεχνολογική πρωτοπορία αλλά και η συμβολή και άλλων χωρών έχει οδηγήσει στην έως σήμερα γενικά επιτυχημένη συναρμολόγηση και λειτουργία του ISS. Οι υπόλοιπες χώρες που

συμμετέχουν είναι οι: Καναδάς, Βέλγιο, Δανία, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία Ολλανδία, Νορβηγία, Ισπανία, Σουηδία, Ελβετία, Ηνωμένο Βασίλειο, Ιαπωνία και Βραζιλία. Όλες οι ευρωπαϊκές χώρες που συμμετέχουν ανήκουν στην ESA, ενώ καθεμιά απ' τις υπόλοιπες έχει τη δική της διαστημική υπηρεσία.
Ο σκοπός κατασκευής και λειτουργίας του ISS συνοψίζεται στα εξής:

α) Προετοιμασία του ανθρώπου για μακροχρόνια παραμονή στο διάστημα

β) Εκτέλεση πειραμάτων σε μικροβαρύτητα και εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων.

γ) Πρώτο βήμα για μελλοντικές αποστολές σε απώτερα μέρη του διαστήματος.

Η διαβίωση στον ISS είναι αρκετά διαφορετική απ' ό,τι γνωρίζουμε εδώ στη Γη. Κατ' αρχήν η έλλειψη βαρύτητας υποχρεώνει το πλήρωμα πέρα απ' το να διαμορφώσει ανάλογα την καθημερινή του ζωή (τρόπο κίνησης, εργασίας, άσκησης) να κοιμάται δεμένο σε συγκεκριμένες θέσεις αλλά και να τρέφεται με τροφές σε ειδικές συσκευασίες που δεν αφήνουν υπολείμματα τα οποία θα μπορούσαν να χωθούν οπουδήποτε. Επίσης η καθαριότητα είναι πολύ διαφορετική. Στον ISS προφανώς δεν υπάρχει κάποια παροχή νερού, άρα όλο το νερό πρέπει να μεταφέρεται εκεί από τη Γη. Είναι λοιπόν πολύτιμο. Για την ατομική καθαριότητα πρέπει να φανταστούμε κάτι σαν υγρό σφουγγάρι ή βρεγμένο ύφασμα. Πάντως έχει σχεδιαστεί η ανάπτυξη συστήματος σχεδόν πλήρους ανακύκλωσης του νερού (απόδοση 95%) έτσι ώστε οι ανάγκες σε προμήθειες να είναι ελάχιστες. Μάλιστα είχε προγραμματιστεί να τοποθετηθεί τον Οκτώβριο του 2005, όμως η διακοπή των πτήσεων θα καθυστερήσει αρκετά τη λειτουργία του. Να σημειωθεί ότι το ανακυκλωμένο νερό θα είναι πεντακάθαρο, πιο καθαρό απ' οτιδήποτε υπάρχει στη Γη.
Η διεξαγωγή πειραμάτων σε μικροβαρύτητα είναι ένα βασικό στοιχείο λειτουργίας του ISS. Αποκαλύπτει φαινόμενα που η βαρύτητα στη Γη μπορεί να σκιάσει. Ορισμένα απ' αυτά είναι:

i) Η ανάπτυξη τέλειων κρυστάλλων πρωτεϊνών. Σε περιβάλλον βαρύτητας αναπτύσσονται κρύσταλλοι με ατέλειες και προσμίξεις. Οι σχεδόν τέλειοι κρύσταλλοι θα οδηγήσουν στην παρασκευή πιο καθαρών φαρμάκων, τροφών αλλά και σε βελτιωμένου τύπου ινσουλίνη για τους διαβητικούς.

ii) Η κατάσταση της υγείας του πληρώματος καταγράφεται σχεδόν ασταμάτητα από ειδικούς αισθητήρες. Η μικροβαρύτητα προκαλεί μικρές αλλαγές στη δομή και λειτουργία του εγκεφάλου, των μυών, των νεύρων, των κοκκάλων, του ανοσοποιητικού συστήματος και άλλων περιοχών του σώματος. Η μελέτη αυτών μας οδηγεί στην καλύτερη κατανόησή τους με αποτέλεσμα την καλύτερη προστασία της υγείας των ανθρώπων στον ISS αλλά και στη Γη.

Πέρα απ' τα παραπάνω οι νέες τεχνολογίες που αναπτύσσονται για τις ανάγκες του διαστήματος έχουν άμεση εφαρμογή στην καθημερινή ζωή, όπως βελτιωμένα συστήματα επικοινωνιών, υπολογιστών, διαχείρισης ενέργειας, ανακύκλωσης αέρα και νερού, αυτοματοποιημένης συντήρησης και νέες τεχνικές κατασκευής χαμηλού κόστους. Τα παραπάνω θα βελτιώσουν σημαντικά την ποιότητα ζωής

στη Γη ενώ θα κάνουν τη χρήση και εξερεύνηση του διαστήματος ασφαλέστερη και πιο οικονομική.
Τέλος η θέση του ISS σε τροχιά γύρω απ' τη Γη του επιτρέπει τη μελέτη της αλληλεπίδρασης του συστήματος Ηλίου – Γης, τη μελέτη της ίδιας της Γης, την παρατήρηση του Σύμπαντος αλλά και τον έλεγχο θεωριών όπως η κβαντική βαρύτητα με τη μελέτη της ακτινοβολίας υποβάθρου, ενώ νέα πιο ακριβή ατομικά ρολόγια θα μπορούν να κατασκευαστούν συνδυάζοντας μια νέα τεχνική ψύξης με laser και μικροβαρύτητα.
Τέλος η λειτουργία του ISS προετοιμάζει την πρώτη αποστολή ανθρώπου στον Άρη. Τα πληρώματα παραμένουν σε τροχιά περίπου 6 μήνες, όσο δηλαδή θα διαρκέσει αυτό το ταξίδι. Επίσης δίνεται η ευκαιρία να μελετηθεί η επίδραση της επιβλαβούς ακτινοβολίας του διαστήματος στον ανθρώπινο οργανισμό για μεγάλο χρονικό διάστημα. Μια μακροχρόνια παραμονή στον Άρη θα δημιουργήσει ανάγκες δημιουργίας τροφής. Έτσι μελετάται η ανάπτυξη φυτών σε τροχιά και οι δυνατότητες καλλιέργειάς τους. Επίσης οι ταξιδιώτες του Άρη θ' αντιμετωπίσουν τον πολύμηνο εγκλεισμό σ' ένα διαστημικό σκάφος και γενικά σ' ένα εξωγήινο περιβάλλον. Οι ψυχολογικές συνέπειες αυτής της κατάστασης ήδη μελετώνται στα πληρώματα του ISS.
Οι πληροφορίες για το Σταθμό είναι πραγματικά ανεξάντλητες. Η εικονική περιήγησή μας με τα software της NASA μέσα και έξω απ' αυτόν εντυπωσιακή. Για περισσότερα απευθυνθείτε στη διεύθυνση http://spaceflight.nasa.gov. Θα βρείτε ακόμη και τις ώρες παρατήρησής του από το σπίτι σας!

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΗ ΔΗΜΟΣΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αριστείδης Βούλγαρη
Μουσικός Συμφωνικής Ορχήστρας Δήμου Θεσσαλονίκης
Καθηγητής Βιολιού
Αντιπρόεδρος Ο.Φ.Α.

Ο Γάλλος αστρονόμος Camile Flamarion έλεγε ότι ‘’όποιος παρατηρεί συστηματικά και μεθοδικά , πολλές φορές θα βρεθεί προ εκπλήξεως” . Δεν είναι λίγοι αυτοί που ,παρατηρώντας συστηματικά ,έκαναν κάποιες από τις μεγαλύτερες ανακαλύψεις στην ιστορία της ανθρωπότητας.

Ένα κινέζικο ρητό αναφέρει ότι μία εικόνα είναι χίλιες λέξεις Η Αστρονομία είναι μια επιστήμη η οποία στηρίζεται στην Εικόνα και τη Νόηση. Η Εικόνα σχετίζεται στενά με την Παρατήρηση . Με ‘’πρώτη ύλη” την Παρατήρηση των Εικόνων και με ‘’μηχανή” τη Νόηση είναι απολύτως βέβαιο ότι θα καταλήξουμε σε χρήσιμα συμπεράσματα που θα μας βοηθήσουν να αντιληφθούμε και να κατανοήσουμε αυτά τα θαυμαστά που συμβαίνουν στο Σύμπαν.

Με τον όρο ‘’Αστρονομική Δημοσιογραφία” ορίζουμε την παρατηρησιακή και φωτογραφική κάλυψη ενός αστρονομικού γεγονότος , τακτικού ή έκτακτου, από τη στιγμή της έναρξής του έως και τη στιγμή της λήξης του , όπως ακριβώς θα κάλυπτε ένας δημοσιογράφος ένα σημαντικό γεγονός. Όπως η Είδηση ‘’βγαίνει” από το καθημερινό ρεπορτάζ , έτσι και η Αστρονομική Είδηση , ανακαλύπτεται με τη συστηματική παρατήρηση και καταγραφή. Άλλωστε οι ρωμαίοι έλεγαν ότι τα λόγια φεύγουν, τα γραπτά μένουν.

Η ομάδα της Αστρονομικής Δημοσιογραφίας συστάθηκε με αφορμή και σκοπό όλα τα παραπάνω αναφερθέντα. Απαρτίζεται από δύο ερασιτέχνες αστρονόμους τον ομιλώντα Αριστείδη Βούλγαρη υπεύθυνο για τη συλλογή των αστρονομικών δεδομένων και την κατασκευή των απαραίτητων οπτικών συστημάτων , και τον Απόστολο Βάμβουρα γραφίστα ,υπεύθυνο για την επεξεργασία και την ταξινόμηση των αστρονομικών δεδομένων.

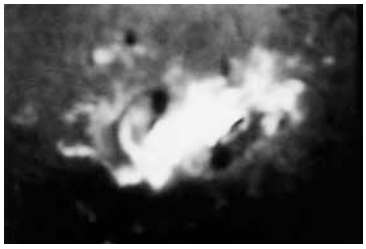
1)ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΦΩΤΟΣΦΑΙΡΑΣ ΚΑΙ ΧΡΩΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Α) ΗΛΙΑΚΗ ΈΚΛΑΜΨΗ ΤΗΣ 28ΗΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2003

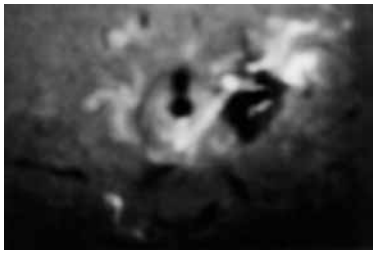
Ηλιακή έκλαμψη είναι ένα βίαιο φαινόμενο που συμβαίνει στον Ήλιο, (αλλά και σε άλλα άστρα) , συνήθως σε περιοχές όπου είναι ενεργειακά δραστήριες.



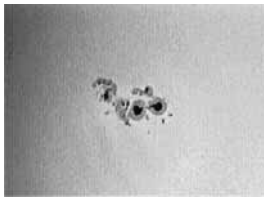
Ενεργειακά δραστήριες περιοχές είναι περιοχές όπου υπάρχουν κηλίδες. Κατά τη διάρκεια μιας ηλιακής έκλαμψης σε μικρό χρονικό διάστημα, γίνεται αποβολή τεράστιων ποσών ενέργειας με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε όλο το φάσμα καθώς και κινητικής ενέργειας . Αυτή η αποβολή ενέργειας γίνεται από μικρή σχετικά περιοχή (επιφάνεια) του Ηλίου , με αποτέλεσμα η ένταση της ακτινοβολίας ανά μονάδα επιφανείας να είναι πολύ μεγάλη , συγκριτικά με τις υπόλοιπες ‘’ήρεμες’’ περιοχές του Ηλίου. Συνήθως το φαινόμενο είναι ορατό μόνο με φίλτρο υδρογόνου αλλά έχει παρατηρηθεί επίσης και σε ολικό φως.



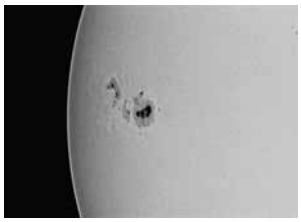
Η έκλαμψη της 28ης Οκτωβρίου 2003 ξεκίνησε στις 11 53 ώρα Ελλάδος στην περιοχή όπου βρίσκονταν η μεγάλη ομάδα κηλίδων 486 με εξαιρετικά μεγάλους σχηματισμούς. Οι κηλίδες ήταν ορατές ακόμα και με γυμνό οφθαλμό με την προσθήκη μειωτικού φίλτρου (mylar) . Η έκλαμψη ήταν τόσο ισχυρή που ‘’σκέπασε’’ με τη λάμψη της τις κηλίδες και ‘’τύφλωσε’’ την κάμερα του ηλιακού δορυφόρου SOHO. Το φαινόμενο διήρκεσε περίπου 2 ώρες και 20 λεπτά, ενώ η διάρκεια μιας έκλαμψης είναι 3 με 60 λεπτά περίπου. Η έκλαμψη κάλυπτε επιφάνεια 160.000χλμ Χ 55.000χλμ . Προς το τέλος του φαινομένου αποκαλύφθηκε ότι πρόκειται για έκλαμψη τύπου 2 ribbons flare. Παρόμοιο τέτοιο φαινόμενο παρατηρήθηκε στις 25 Ιουλίου 1946 . Η έκλαμψη της 28 Οκτωβρίου 2003 συγκαταλέγεται στις 3 ισχυρότερες τα τελευταία 30 χρόνια. Για τις παρατηρήσεις της φωτόσφαιρας και της χρωμόσφαιρας του Ηλίου χρησιμοποίησα ένα μικρό διοπτρικό τηλεσκόπιο στο οποίο προσάρμοσα ένα φίλτρο υδρογόνου Fabry-Perrot (Hα) εύρους 0,8 Α. Με τη χρήση προσοφθαλμίου προβολής και αναλογικής κάμερας έκανα λήψεις video διάρκειας 10 δευτερολέπτων και κατόπιν μετέτρεψα τα video σε εικόνες με το πρόγραμμα Registax . Συνολικά δαπανήθηκαν 110 περίπου ώρες για τη λήψη και την επεξεργασία των 190 περίπου φωτογραφιών.



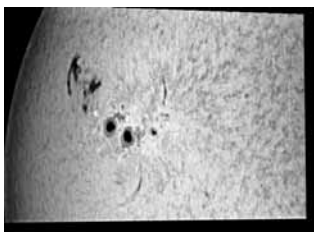
Β) ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΕΝΕΡΓΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΚΗΛΙΔΩΝ



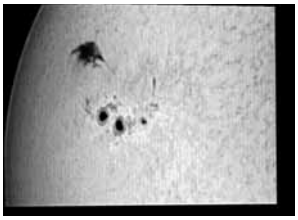
Η μεγάλη και δραστήρια ομάδα κηλίδων 652 ανέτειλε στις 18 Ιουλίου 2004. Παρατηρήθηκε και φωτογραφήθηκε σε καθημερινή βάση καθόλη τη διάρκεια της περιστροφής του Ηλίου , μέχρι τη στιγμή της δύσης της στις 28 Ιουλίου 2004. Η ομάδα αυτή παρουσίασε έντονες μεταβολές στο σχήμα και τις διαστάσεις της. Με φίλτρο Ηα στη γραμμή του υδρογόνου παρατηρήθηκαν και καταγράφηκαν κινήσεις εκρηκτικών νημάτων στις 25 και 26/6/2004 καθώς και 3 συνολικά εκλάμψεις διαφορετικού τύπου , στις 18,22 και 25 /6/2004.



Γ)ΕΚΡΗΚΤΙΚΟ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟ ΝΗΜΑ

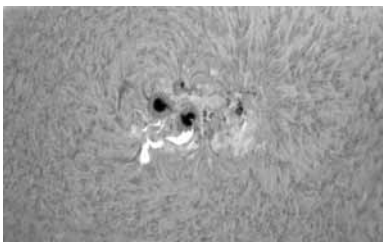


Στις 25 και 26 /6/2004 στην περιοχή της ομάδας των κηλίδων 652 καταγράφηκε μεγάλο εκρηκτικό κινούμενο χρωμοσφαιρικό νήμα το φως του οποίου παρουσίασε έντονη μετατόπιση του μήκους κύματος, λόγω του φαινομένου DOPPLER-FIZEAU.Όλοι μας γνωρίζουμε πως ακούγεται μία σειρήνα ενός ακίνητου ασθενοφόρου. Σίγουρα θα έχουμε προσέξει πως μεταβάλλεται ο ήχος της σειρήνας καθώς το ασθενοφόρο πλησιάζει η απομακρύνεται από εμάς. Ο ήχος της σειρήνας γίνεται πιο οξύς καθώς το ασθενοφόρο μας πλησιάζει και πιο μπάσος όταν απομακρύνεται από εμάς. Ο οδηγός του ασθενοφόρου βέβαια δεν παρατηρεί κάποια μεταβολή στον ήχο της σειρήνας διότι γι' αυτόν η σειρήνα είναι ακίνητη. Και επειδή και ο ήχος και το φως είναι κύματα (ακουστικά και ηλεκτρομαγνητικά αντίστοιχα) είναι αντιληπτό ότι τα γεγονότα που συμβαίνουν στον ήχο, θα συμβαίνουν και στο φως. Έτσι, όπως ο ήχος μιας ακουστικής πηγής μεταβάλλεται όταν η πηγή κινείται, τότε και ο αντίστοιχος ''ήχος'' μιας κινούμενης φωτεινής πηγής θα πρέπει να υφίσταται κάποια μεταβολή .Ο ''ήχος'' μιας φωτεινής πηγής είναι το χρώμα της, δηλαδή το μήκος κύματος του φωτός που εκπέμπει. Η μεταβολή του τόνου του χρώματος, η αλλιώς της απόχρωσης ,μιας κινούμενης φωτεινής πηγής εξαρτάται από την ταχύτητά της. Πχ ένα διαστημικό λεωφορείο εάν προσέγγιζε τη Γη με την υποθετική ταχύτητα των 70.000Km/sec (το ¼ της ταχύτητας του φωτός) ,τότε τα κίτρινα φώτα νατρίου του λεωφορείου ένας παρατηρητής από τη Γη θα τα έβλεπε μπλε...Αντιθέτως εάν το λεωφορείο απομακρύνονταν από τη Γη με την ίδια ταχύτητα, τότε τα κίτρινα φώτα πορείας του λεωφορείου θα φαίνονταν βαθέου κόκκινου χρώματος . Αυτό, ως φυσικό φαινόμενο, ισχύει και αντίστροφα. Εάν μετρήσουμε την μεταβολή της απόχρωσης κάποιας κινούμενης φωτεινής πηγής,



μπορούμε να υπολογίσουμε με πόση ταχύτητα απομακρύνεται ή προσεγγίζει έναν παρατηρητή αυτή η πηγή. Για γήινες ταχύτητες η μεταβολή στο χρώμα μίας φωτεινής (μονοχρωματικής) πηγής είναι εντελώς αμελητέο.
Το εκρηκτικό κινούμενο νήμα στις 25 και 26 Ιουνίου 2004 δημιουργήθηκε ως αποτέλεσμα της έντονης ενεργειακής δραστηριότητας της μεγάλης ομάδας κηλίδων. Η απελευθέρωση μεγάλου ποσού ενέργειας με τη μορφή κινούμενου νέφους , σε συνδυασμό με την επίδραση του βαρυτικού πεδίου του Ηλίου, την παρουσία του ισχυρού μαγνητικού πεδίου των κηλίδων, καθώς και τη βλητική του γωνία , «οργάνωσε» το νέφος υδρογόνου που εκτινάχθηκε σε «σχήμα καμάρας». Η παρουσία και η συνεχής κίνηση αυτού του εκρηκτικού νήματος διήρκεσε πάνω από μία ώρα. Το νήμα παρουσίασε ακτινική μετατόπιση προς το ιώδες (δηλαδή το νήμα κατευθύνονταν προς εμάς) Δλ=-3,5 Α από τη γραμμή του Υδρογόνου (λ0=6563 Α). Η μεταβολή μετρήθηκε με βαθμονομημένο φασματογράφο υψηλής διασποράς κατασκευασμένο από τον ομιλώντα Αριστείδη Βούλγαρη. Αυτή η μεταβολή των 3,5 Α στη γραμμή του υδρογόνου αντιστοιχεί σε ταχύτητα προσέγγισης 160Km/sec.

Δ) ΕΚΛΑΜΨΗ 22 ΙΟΥΛΙΟΥ 2004



Στις 22/6/2004 και ώρα Ελλάδος 09 53 συνέβη μία μέσης ισχύος ηλιακή έκλαμψη στην μεγάλη ομάδα κηλίδων 652. Η διάρκειά της ήταν 43 λεπτά περίπου. Στις 10 45 συνέβη ισχυρή έκλαμψη σε πολύ κοντινή περιοχή από το σημείο της προηγούμενης σε απόσταση 30000 Km . Η δεύτερη έκλαμψη διήρκεσε 37 λεπτά. Είναι πιθανό η διέγερση της ισχυρής δεύτερης έκλαμψης να οφείλεται στην πρώτη και πιο ασθενή, όπως ένας γήινος σεισμός διεγείρει ένα γειτονικό σεισμικό ρήγμα ‘’εξαναγκάζοντάς” το να δημιουργήσει σεισμική δόνηση.

Ε)ΕΚΛΑΜΨΗ 25 ΙΟΥΛΙΟΥ 2004

Στις 25 Ιουλίου 2004 παρατηρήθηκε ηλιακή έκλαμψη στην ίδια ομάδα κηλίδων (652), διαφορετικού τύπου όμως από τις προηγούμενες. Η έκλαμψη ήταν γραμμικής διάταξης μήκους 265000 Km

Ε) ΕΝΕΡΓΗ ΟΜΑΔΑ ΚΗΛΙΔΩΝ (13,14,15 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2004)

Από παρατηρήσεις γνωρίζουμε ότι ο αριθμός και το σχήμα των κηλίδων μιας ομάδας μεταβάλλεται. Με την πάροδο του χρόνου οι κηλίδες είτε εξαφανίζονται απότομα , είτε ‘’σπάζουν” σε μικρότερα κομμάτια και διαλύονται σταδιακά. Στις 15 Αυγούστου 2004 παρατηρήθηκε ένα επιπλέον φαινόμενο μεταβολής . Μια κηλίδα της ομάδας 656 ‘’προσάρτησε” μια γειτονική της και την απορρόφησε.

Η) ΕΚΛΑΜΨΗ ΣΤΙΣ 17 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2004

Στις 17/8/2004 και ώρα 13 48 σε μικρό ζεύγος κηλίδων συνέβη έκλαμψη μικρής ισχύος . Μεγάλο μέρος της αποβολής ενέργειας κατά τη διάρκεια της έκλαμψης έγινε με τη μορφή κινητικής ενέργειας. Αυτή η απότομη έκλυση μεγάλου ποσού ενέργειας σε μικρό χρονικό διάστημα ονομάζεται έκρηξη. Το ωστικό κύμα που δημιουργήθηκε από την έκρηξη, αποκόλλησε τμήμα της χρωμόσφαιρας που βρίσκονταν πάνω από την περιοχή της έκλαμψης, εκσφενδονίζοντας προς το μεσοπλανητικό χώρο κινούμενο νέφος υδρογόνου ως απόχρεμμα. Το νέφος παρουσίασε μετατόπιση DOPPLER-FIZEAU Δλ=-3 Α που αντιστοιχεί σε ακτινική ταχύτητα προσέγγισης 137Km/sec .Τέτοιου είδους κινούμενα νέφη πλάσματος (ηλιακός άνεμος) ευθύνονται για τη δημιουργία του πολικού σέλας των πλανητών.

2) Η ΕΠΙΣΚΕΨΗ ΤΟΥ ΚΟΜΗΤΗ MACHHOLZ (C/2004 Q2)

Στις 27 Αυγούστου 2004 ο ερασιτέχνης αστρονόμος Don Machholz παρατήρησε μια αμυδρή νεφελοειδή κουκίδα, που δεν έμοιαζε με άστρο, σε σημείο του ουρανού που δεν την είχε ξαναδεί τις προηγούμενες ημέρες. Ήταν ένας καινούργιος κομήτης που επισκέπτονταν το ηλιακό μας σύστημα!!!

Ο κομήτης Machholz (C/2004 Q2) είχε αρχίσει να είναι ορατός από την Ελλάδα στις αρχές Δεκεμβρίου 2004, νοτιοδυτικά του αστερισμού Ωρίωνα και μέσα στα όρια του αστερισμού του Λαγού. Μέρα με τη μέρα διέσχιζε όλη τη δυτική πλευρά του Ωρίωνα, κατευθυνόμενος προς τον αστερισμό του Ταύρου. Στις 7 προς 8 Ιανουαρίου του 2005 οι παρατηρησιακοί αστρονόμοι, ερασιτέχνες και επαγγελματίες απόλαυσαν τη «διάβαση» της ουράς ιόντων του κομήτη «μέσα» από το ανοιχτό αστρικό σμήνος Πλειάδες (M45). Τα άστρα των Πλειάδων «γέμισαν» σκόνη και αέρια που ξεπηδούσαν από το λαμπρό πυρήνα του κομήτη. Επρόκειτο όμως για μια οπτική απάτη, λόγω προβολής. Ο κομήτης απείχε 1,231 AU ενώ τα άστρα των Πλειάδων βρίσκονται σε απόσταση 400 ετών φωτός. Είναι η δεύτερη φορά όμως μέσα σε 9 μήνες όπου η ουρά ενός κομήτη «διέρχεται» (λόγω προβολής) μέσα από ένα ανοιχτό αστρικό σμήνος: έτσι συνέβη και με τον κομήτη NEAT c/2001 Q4 η ουρά του οποίου «διήλθε» στις 15 Μαΐου μέσα από το αστρικό σμήνος «Φάτνη» (M44) του αστερισμού του Καρκίνου.





Βρώμικες χιονόμπαλες

Οι αστρονόμοι πολύ συχνά αποκαλούν τους κομήτες βρώμικες χιονόμπαλες.

Δεν έχουν άδικο μιας και η κεντρική περιοχή ενός κομήτη, ο Πυρήνας δηλαδή αποτελείται από βράχους, πέτρες, πολύ σκόνη, πάγο και εγκλωβισμένα μέσα στον πάγο, στερεοποιημένα αέρια .Ένας κομήτης καθώς πλησιάζει τον Ήλιο, αυξάνει σταδιακά η επιφανειακή του θερμοκρασία εξαιτίας της θερμότητας και γενικά της ακτινοβολίας που εκπέμπει ο Ήλιος. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ο πάγος που βρίσκεται στον πυρήνα να λιώνει και να γίνεται αμέσως ατμός (εξάχνωση) μιας και δεν υπάρχει ικανή «κομητική» ατμοσφαιρική πίεση ώστε ο πάγος να γίνει υγρό. Λιώνοντας ο πάγος απελευθερώνει απότομα, σχεδόν εκρηκτικά, και τα εγκλωβισμένα αέρια που βρίσκονται στο εσωτερικό του. Αυτή η κίνηση των αερίων είναι γνωστή και ως jets (πίδακες). Αυτοί οι πίδακες αερίων καθώς εκτινάσσονται, παρασύρουν μαζί τους και μεγάλες ποσότητες σκόνης. Όλο αυτό το «μείγμα» υδρατμών, αερίων και σκόνης περιβάλλει τον κεντρικό πυρήνα του κομήτη και ονομάζεται Κόμη. Ο Πυρήνας μαζί με την Κόμη αποτελούν την Κεφαλή του κομήτη.

Οι ουρές των Κομητών

Η πίεση της ακτινοβολίας του Ηλίου και ο Ηλιακός Άνεμος προσπαθούν να «εκδιώξουν» την κόμη πέρα από τον πυρήνα. Σε συνδυασμό με την ιδιότητα της αδράνειας που παρουσιάζει η σκόνη λόγω της μάζας της (η οποία τείνει να «μείνει πίσω» ενώ ο πυρήνας κινείται μπροστά), «δημιουργείται» η ουρά σκόνης του κομήτη η οποία συνήθως παρουσιάζει έντονη κύρτωση. Η ουρά σκόνης είναι ορατή επειδή τα σωματίδια της σκόνης διαχέουν και ανακλούν το ηλιακό φως.

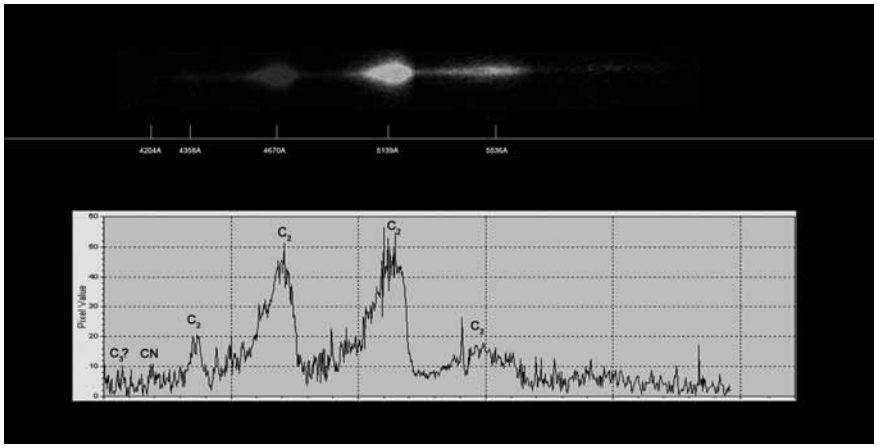
Πολλές φορές οι κομήτες εμφανίζουν και δεύτερη ουρά, την ουρά ιόντων όπως λέγεται. Λόγω της Ηλιακής ενέργειας (κυρίως της υπεριώδους ακτινοβολίας) τα αέρια της κόμης είναι ιονισμένα. Ο Ηλιακός Άνεμος (φορτισμένα σωματίδια) αλληλεπιδρά με τα ιονισμένα αέρια και τα εκδιώχνει «φυσώντας τα» μακριά από την κόμη, σχηματίζοντας έτσι την ουρά ιόντων. Η ουρά ιόντων ,η οποία είναι συνήθως ευθύγραμμη, βρίσκεται πάντα στην προέκταση της ευθείας Ήλιος - πυρήνας Κομήτη. Η διεύθυνση αυτή είναι ανεξάρτητη της τροχιάς του κομήτη. Η ουρά ιόντων , αλλά και η κόμη ‘’εκπέμπουν’’ και δικό τους φως, λόγω των ιονισμένων αερίων, εν αντιθέσει με τον πυρήνα και την ουρά σκόνης οι οποίοι ανακλούν ,το προσπίπτον σ’ αυτούς, ηλιακό φως.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΚΟΜΗΤΗ MACHHOLZ

Ο Κομήτης Machholz δεν ήταν τόσο λαμπρός όσο ο κομήτης Halle-Bopp, αλλά φωτογραφικά ήταν πολύ θεαματικός. Το μέγεθός του τη στιγμή του μεγίστου (7-10/1/05) ήταν περίπου 3,6-3,7 ορατός με γυμνό οφθαλμό μέσα από τον γεμάτο φωτορύπανση ουρανό της πόλης της Θεσσαλονίκης!!!

«Αυτό που μου έκανε φοβερή εντύπωση στον κομήτη Machholz ήταν η πολύ διαφορετική εικόνα του κάθε φορά που τον φωτογράφιζα. Από τις 6/12/04 έως και τις 12/2/05 έκανα συνολικά 15 παρατηρήσεις που αφορούσαν τον κομήτη και τον αποτύπωσα σε 135 συνολικά φωτογραφίες».

Η ιδία κίνηση του κομήτη ανάμεσα στα άστρα ήταν εύκολα αντιληπτή μέσα σε λίγα λεπτά ,κοιτάζοντας μέσα από ένα τηλεσκόπιο με μεσαία μεγέθυνση,. Με οφθαλμοσκοπική παρατήρηση η κεντρική περιοχή της κόμης (τα πολύ πυκνά στρώματα της κόμης που περιβάλουν τον πυρήνα) ήταν αντιληπτά με μικρή διακριτή διάμετρο μέσα στην νεφελοειδή όψη που παρουσίαζε η εξωτερική αραιή



κόμη. Η φαινόμενη διάμετρος της κόμης ήταν περίπου 10' (με οφθαλμοσκοπική παρατήρηση μέσω τηλεσκοπίου) , ενώ φωτογραφικά ήταν τουλάχιστον τριπλάσια. Η ουρά σκόνης ήταν ορατή από τηλεσκόπια διαμέτρου άνω των 200 χιλιοστών στην περιοχή όμως κοντά στον πυρήνα. Φωτογραφικά εκτείνονταν πέρα των 4 μοιρών (ίσως και 10 μοίρες).Η ουρά ιόντων του κομήτη εμφάνιζε έντονες μεταβολές στο σχήμα και το μήκος εξαιτίας της ηλιακής δραστηριότητας (ηλιακός άνεμος). Στις 7 προς 8 Ιανουαρίου 2005 υπήρχαν εύκολα αντιληπτές μεταβολές (φωτογραφικά) εντός 3ώρου.

Η ουρά σκόνης του κομήτη φαίνεται παρουσίασε το φαινόμενο να έχει την τάση να στραφεί προς τον Ήλιο τείνοντας να γίνει αντιουρά, ή πώγωνας όπως λέγεται, όπως συνέβη με τον κομήτη Arent-Roland (1956h). Η σκόνη προφανώς δεν είχε αρκετά μεγάλες διαστάσεις έτσι ώστε να υπερισχύσει η βαρυτική έλξη του Ηλίου έναντι της απώθησης που ασκούσε η πίεση της ακτινοβολίας του, έτσι ώστε ουρά σκόνης να «γίνει» πώγωνας. Εντούτοις όμως η ουρά σκόνης ήταν μονίμως στραμμένη προς την περιοχή του Ήλιου, σχηματίζοντας με την ουρά ιόντων γωνία που ξεπερνούσε τις 125 μοίρες (ενώ το σύνηθες είναι περίπου 30 μοίρες). Ο κομήτης Machholz κινήθηκε γοργά από τον αστερισμό του Ταύρου, κατευθυνόμενος προς τον Περσέα και την Καμηλοπάρδαλη. Από το μήνα Μάρτιο και για αρκετό καιρό θα βρίσκεται πια κοντά στην περιοχή της Μικρής Άρκτου και του Πολικού, σαν ένας αειφανής κομήτης μεγέθους περίπου 8.

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΚΟΜΗΤΗ

A) εικόνα του κομήτη από 07/12/2004 έως 12/02/2005 (η τροχιά , η ουρά σκόνης και η ουρά ιόντων.

B) κίνηση κομήτη (video) 1) ως προς τα άστρα (ιδία κίνηση) 02/01/2005 και 08-09/01/2005 , 2) μεταβολή στο σχήμα της ουράς ιόντων εντός 3ώρου στις 08-09/01/2005

Γ) χρήση έγχρωμων φίλτρων-κατανομή της σκόνης στην κόμη

ΤΟ ΦΑΣΜΑ ΚΑΙ Η ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΚΟΜΗΤΗ MACHHOLZ

Για τη λήψη του φάσματος του κομήτη Machholz κατασκεύασα ένα φασματογράφο μεταβλητής διασποράς χρησιμοποιώντας ένα φράγμα περίθλασης για την ανάλυση των ακτινοβολιών.. Τοποθέτησα την εστία ενός τηλεφακού 180mm f/2,8 στο διάφραγμα του φασματογράφου και σκόπευσα τον κομήτη. Το φάσμα του αποτυπώθηκε μέσα σε 4 λεπτά με την ψηφιακή μηχανή που χρησιμοποίησα.

Η εικόνα του φάσματος που πήρα, μου αποκάλυψε ένα ''συνεχές'' υπόβαθρο το οποίο προέρχεται από το ηλιακό φως που ανακλά ο πυρήνας του κομήτη, καθώς και έντονες φωτεινές ταινίες (μπάντες) φάσματος εκπομπής στην περιοχή του πράσινου, του γαλάζιου και του μπλε. Πιο συγκεκριμένα, οι ταινίες εκπομπής ήταν (μέσος όρος) στα 5536 A, 5139A, 4670A, 4358A, 4204A, 4032A. Ύστερα από τη χρήση φασματικού καταλόγου κατέληξα στο συμπέρασμα ότι ο κομήτης Machholz αποτελείται από αρκετές ποσότητες C2 , C3(?) (μοριακός άνθρακας) καθώς και CN (κυάνιο). Τα παραπάνω στοιχεία είναι πρωτογενή δομικά υλικά, για την δημιουργία οργανικών ενώσεων που θα μπορούσαν να υποστηρίξουν το φαινόμενο της Ζωής. Μία ακόμα ένδειξη ότι η ζωή ήρθε από τον Ουρανό.

ΟΙ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΤΡΑΒΗΧΤΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΟΝ ΓΡΑΦΟΝΤΑ ΜΕ ΤΗΛΕΦΑΚΟ 250mm F/3,5 ,ΜΕ 135mm F/2,8 ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΜΕ ΔΙΟΠΤΡΙΚΟ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ 150mm ΚΑΙ ΕΣΤΙΑΚΗΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ 1200mm (F/8).ΨΗΦΙΑΚΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ CANON EOS 300D RAW FORMA ΣΤΑ 400ASA ΚΑΙ ΜΕ ΧΡΟΝΟΥΣ ΕΚΘΕΣΗΣ 4 ΛΕΠΤΑ ΜΕ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΗΣΗ. Η ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ ΕΓΙΝΕ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΑΡΙΣΤΕΙΔΗ ΒΟΥΛΓΑΡΗ ΚΑΙ ΤΟΝ ΓΡΑΦΙΣΤΑ ΚΑΙ ΕΡΑΣΙΤΕΧΝΗ ΑΣΤΡΟΝΟΜΟ ΑΠΟΣΤΟΛΟ ΒΑΜΒΟΥΡΑ ΙΔΡΥΤΙΚΑ ΜΕΛΗ ΤΗΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ''ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΗ ΔΗΜΟΣΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΕΥΝΑΣ ΥΠΕΡΚΑΙΝΟΦΑΝΩΝ ΕΚΡΗΞΕΩΝ

Εμμανουηλίδης Κωνσταντίνος

Μετά από την παρουσίαση σχετικά με την έρευνα υπερκαινοφανών εκρήξεων, δημιουργήθηκε η πρώτη ομάδα στην Ελλάδα που ψάχνει κάθε ξάστερη νύχτα για την εμφάνιση ενός supernova. Ο εξοπλισμός έχει αυτοματοποιηθεί σε σημείο που η παραγωγικότητα του αστεροσκοπείου να ξεπερνάει τα όρια ενός μεμονωμένου παρατηρητή με αποτέλεσμα την κατανομή των εικόνων σε περισσότερους μέσω του διαδικτύου. Ήδη ακόμη ένα τηλεσκόπιο βρίσκεται στον στάδιο της μεταφοράς του στο καινούργιο αστεροσκοπείο που ετοιμάζεται για ακόμη μεγαλύτερη συλλογή εικόνων από γαλαξίες που πιθανόν να εμφανίσουν υπερκαινοφανείς εκρήξεις.

Η ομάδα όμως δεν θα περιοριστεί απλά στην εύρεση καινούργιων εκρήξεων, αλλά θα επεκτείνει το ερευνητικό της πρόγραμμα και στην άμεση παρακολούθηση της εξέλιξής τους. Από αστρομετρία σε μέτρηση της καμπύλης φωτεινότητάς τους, φτάνοντας στην ανάκτηση του φάσματος και την κατάταξή τους στις γνωστές μέχρι σήμερα κατηγορίες υπερκαινοφανών.

Το πιο σημαντικό στοιχείο της ομάδας όμως δεν είναι ο εξοπλισμός, αλλά τα μέλη της που βρίσκονται σε διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας δεσμευμένοι να βρίσκονται στον σταθμό εργασίας τους όταν το τηλεσκόπιο κατεβάζει εικόνες. Με πολύ ενθουσιασμό και αγάπη για την αστρονομία, προσπαθούν ακούραστα να δαμάσουν τις τεχνικές που θα λύσουν τα μυστήρια του παρατηρησιακού σύμπαντος.

Η αναζήτηση για υπερκαινοφανείς εκρήξεις σε άλλους γαλαξίες, είναι μια εργασία που απαιτεί αφοσίωση, υπομονή και αγάπη για την αστρονομία αλλά και όρεξη για κατανόηση του χώρου που μας περιβάλλει. Οι ερασιτέχνες αστρονόμοι, ανέκαθεν έχουν δείξει το ζήλο τους για την αστρονομία και έχουν αποδείξει μέσα από πλειάδες ανακαλύψεων ότι διαθέτουν αυτό που χρειάζεται για να βρίσκονται πάντα στο προσκήνιο των ανακαλύψεων. Αυτήν ακριβώς την παράδοση προσπάθησα και εγώ να συνεχίσω παίρνοντας τη σκυτάλη από τον Θανάση Γεωργίου, παρατηρώντας συστηματικά μια ομάδα γαλαξιών με σκοπό την ανακάλυψη εκρήξεων σουπερνοβα. Όσο περνούσε ο καιρός και αποκτούσα

εμπειρία στην αυτοματοποίηση της διαδικασίας, έφτασα σε ένα σημείο όπου πλέον δεν μπορούσα να ελέγξω τις εικόνες που είχε μαζέψει το τηλεσκόπιο κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Όσο και αν το ήθελα, ήταν αδύνατον να συγκρίνω περίπου 350 εικόνες και παράλληλα να διατηρώ την λειτουργία του αστεροσκοπείου σε ομαλό ρυθμό, καθώς οι εργασιακές υποχρεώσεις δεν αφήνουν κανένα τέτοιο περιθώριο. Όταν όμως θεωρείς ότι είσαι μόνος, οι λύσεις δυστυχώς είναι περιορισμένες και δεν υπάρχει ελπίδα για περαιτέρω βελτίωση της παραγωγικότητας της έρευνας και μην έχοντας ανιχνεύσει κανένα σουπερνόβα, ένιωθα όλο και πιο απίθανη τη συνέχιση των εργασιών γεγονός που δεν μπορούσα να δεχτώ.

Ευτυχώς όμως στην Ελλάδα υπάρχουν πολλοί αξιόλογοι παρατηρητές που χωρίς να το ξέρω ήταν ήδη έτοιμοι να βοηθήσουν (μάλλον ούτε οι ίδιοι το γνώριζαν!). Η ιδέα δημιουργίας της ομάδας, εμφανίστηκε μέσα από τις ατελείωτες τηλεφωνικές συζητήσεις που είχα με τον Πιστικούδη Γιώργο, τότε ένα σχετικά νέο μέλος του ΟΦΑ, που έχοντας κατανοήσει το πρόβλημα, θέλησε να συμμετάσχει στην διαδικασία ελέγχου των στόχων.

Αμέσως ξεφύτρωσαν μια σωρεία προβλημάτων. Πως θα παίρνει τις εικόνες κάθε νύχτα; Θα είναι διορθωμένες; Πόσες εικόνες μπορεί να ελέγξει κάθε ξάστερη βραδιά; Μήπως και ο Γιώργος δεν φτάνει από μόνος του; Μήπως πρέπει να φτιάξουμε μια ομάδα εργασίας;! Ήταν πλέον φανερό ότι για να μπορέσουμε να έχουμε τη μέγιστη απόδοση των παρατηρήσεων, θα έπρεπε να δημιουργηθεί η πρώτη Ομάδα Έρευνας Υπερκαινοφανών στη χώρα μας ώστε κάθε ξάστερη νύχτα να ελέγχονται όλοι οι στόχοι ενδελεχώς για την εμφάνιση καινούργιων εκρήξεων.

Η στρατολόγηση ξεκίνησε στον ΟΦΑ, όμως γρήγορα ενημερώθηκαν και άλλοι παρατηρητές για την ιδέα και σύντομα διαπιστώσαμε τη δίψα που υπήρχε για τη συμμετοχή σε μια ερευνητική προσπάθεια από ερασιτέχνες αστρονόμους της χώρας μας. Σύντομα ο χαρακτήρας της ομάδας απέκτησε εθνικό επίπεδο, καθώς παρατηρητές από πολλά μέρη της χώρας συμμετέχουν ενεργά στην σύγκριση των εικόνων. Ρόδος, Κρήτη, Αθήνα, Σκιάθος και Θες/νίκη, είναι τα μέρη στα οποία υπάρχουν παρατηρητές που κάθε ξάστερη νύχτα, βρίσκονται μπροστά στον σταθμό εργασίας τους αναλύοντας τις εικόνες για την μαγική στιγμή της ανακάλυψης.

Τίποτα όμως από τα παραπάνω δεν θα ήταν εφικτό χωρίς την εξέλιξη του διαδικτύου. Ένα από τα προβλήματα που θα έπρεπε να λυθούν, ήταν αυτό του καταμερισμού των εικόνων στους παρατηρητές. Το σχετικά καινούργιο τότε ADSL έδωσε τη λύση και πλέον στο αστεροσκοπείο υπάρχει ένας διακομιστής που βρίσκεται μόνιμα συνδεμένος στο δίκτυο έτοιμος να εξυπηρετήσει τους παρατηρητές.

Οι στόχοι μοιράστηκαν ανά ορθή αναφορά, οπότε κάθε παρατηρητής έχει συγκεκριμένη ζώνη στον ουρανό που είναι υπεύθυνος για το κατέβασμα των εικόνων και τον έλεγχό τους. Στο τέλος των συγκρίσεων, ο παρατηρητής στέλνει

μια αναφορά στον γκρουπ της Ομάδας στην οποία αναφέρει για οποιαδήποτε νέα αντικείμενα που ίσως εμφανίζονται σε κάποιες εικόνες ή απλά ότι δεν έχει δει κάτι καινούργιο.

Οι παρατηρητές όμως δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία σε ψηφιακές εικόνες από CCD, οπότε θα έπρεπε να βρεθεί ένας τρόπος εκπαίδευσής τους ώστε να μπορούν να ξεχωρίζουν τα ουράνια αντικείμενα από θόρυβο που προκύπτει από το οπτό-ηλεκτρονικό σύστημα τηλεσκοπίου-κάμερας. Για να γίνει πιο απλή διαδικασία, εκδόθηκε το εγχειρίδιο του παρατηρητή όπου υπάρχουν αναλυτικές οδηγίες σχετικά με τον έλεγχο των εικόνων αλλά και τον χειρισμό του λογισμικού που πραγματοποιεί την απεικόνιση. Επίσης στο εγχειρίδιο υπάρχουν και τα βήματα επιβεβαίωσης του στόχου που ακολουθεί ο παρατηρητής μόλις ανιχνεύσει κάποιον ύποπτο στόχο.

Κάθε αρχή και δύσκολη και η Ομάδα δεν θα αποτελούσε καμία εξαίρεση. Στις πρώτες παρατηρήσεις, οι αναφορές για καινούργια αντικείμενα ήταν τόσο πολλές που καλύτερα να έψαχνα τους στόχους μόνος αφού άλλωστε μου έπαιρνε λιγότερο χρόνο από το να ελέγξω τις εικόνες στις συντεταγμένες που μου έδιναν οι παρατηρητές. Καθώς περνούσε ο καιρός όμως και σε συνδυασμό με το εγχειρίδιο παρατηρητή, τα μέλη της ομάδας άρχισαν να αποκτούν εμπειρία στην διαδικασία φτάνοντας τώρα πια οι αναφορές να περιέχουν μόνο κάτι που πραγματικά πρέπει να ελεγχθεί και όχι σε κάθε παρατήρηση.

Ο εξοπλισμός της ομάδας, βρίσκεται στο Ερασιτεχνικό Αστεροσκοπείο Κ(Α)ΣΤΡΟ στη Θεσσαλονίκη. Κύριο όργανο παρατήρησης είναι ένα καταδιοπτρικό τηλεσκόπιο διαμέτρου 30εκ. εξοπλισμένο με μια CCD κάμερα καθώς και με προηγμένο λογισμικό που αυτοματοποιεί την διαδικασία σκόπευσης, ανάκτησης και διόρθωσης των εικόνων, της αποθήκευσής τους και εστίασης όταν αυτό χρειάζεται. Όλη η διαδικασία είναι αυτοματοποιημένη και δεν απαιτεί καμία ανθρώπινη παρέμβαση επιτρέποντας μου να κοιμάμαι πλέον τα βράδια!

Οι εικόνες μόλις διορθωθούν από τον υπολογιστή του αστεροσκοπείου, αποθηκεύονται στον διακομιστή μέσω δικτύου Ethernet που βρίσκεται απέναντι από το αστεροσκοπείο στο δωμάτιό μου. Από εκεί είναι άμεσα διαθέσιμες για τους παρατηρητές κατά τη διάρκεια του επόμενου 24ώρου, καθώς ακόμη μια δέσμευση από αυτούς, είναι ο έλεγχος των εικόνων μέχρι την επόμενη παρατήρηση που πιθανόν να είναι την επόμενη ημέρα. Αυτό συμβαίνει, διότι το CBAT δεν δέχεται μια μόνο παρατήρηση ενός καινούργιου αντικείμενου για αναφορά και ζητάει δυο συνεχόμενες διαδοχικές στις οποίες εμφανίζεται το αντικείμενο στην ίδια θέση. Μάλιστα αν υπάρχει παρατήρηση και από ανεξάρτητη διάταξη πέραν του αστεροσκοπείου είναι ακόμη καλύτερα και για αυτό μέλη της ομάδας με ικανό εξοπλισμό θα ειδοποιηθούν για την ανεξάρτητη επιβεβαίωση.

Ισχύς εν τη ενώσει και η Ομάδα ακολουθεί την αρχαία αυτή ρήση κατά γράμμα. Αυτό σημαίνει πως εάν κάποιος παρατηρητής δεν μπορεί για προσωπικούς λόγους να ελέγξει τις εικόνες, ενημερώνει την ομάδα και άμεσα βρίσκεται αντικαταστάτης που θα συμπληρώσει το κενό. Μέχρι σήμερα δεν έχει μείνει καμία ομάδα γαλαξιών

χωρίς έλεγχο χάρις την οργανωμένη λειτουργία της Ομάδας που οφείλεται στους αφοσιωμένους παρατηρητές της.

Ο έλεγχος των εικόνων γίνεται με την κλασσική μέθοδο της σύγκρισης (blink) διαδοχικά στην οθόνη του υπολογιστή μέχρι να εμφανιστεί ένα καινούργιο αντικείμενο κοντά σε κάποιον γαλαξία.

Οι υπερκαινοφανείς εκρήξεις είναι το τελευταίο στάδιο ύπαρξης ενός αστέρα, αφού μετά από αυτήν, καινούργια ουράνια αντικείμενα δημιουργούνται. Όταν κοιτάζουμε τον εαυτό μας στον καθρέφτη, πραγματικά κοιτάμε τα απομεινάρια μιας τέτοιας έκρηξης γιατί όλα τα βαρύτερα στοιχεία πέραν του σιδήρου, δημιουργούνται ακριβώς μια μόλις στιγμή προτού η έκρηξη εξφενδονίσει στο διάστημα το μεγαλύτερο μέρος που κάποτε αποτελούσε τμήμα ενός αστέρα γίγαντα. Το ενδιαφέρον των επιστημόνων ως προς τους υπερκαινοφανείς, είναι πως μας δίνουν σημαντικές πληροφορίες για την απόσταση στην οποία εμφανίστηκαν και ότι αποστάσεις έχουν μετρηθεί στα όρια του γνωστού σύμπαντος, οφείλονται σε αυτούς.

Η ομάδα όμως δεν θα περιοριστεί στην εύρεση μιας καινούργιας έκρηξης καθώς ήδη δοκιμάζονται και τεχνικές ανάλυσης αυτών. Σκοπός είναι η συνεχής παρακολούθηση των υπερκαινοφανών φωτομετρικά και φασματοσκοπικά. Έχοντας πλέον την βοήθεια των παρατηρητών, υπάρχει ο ελεύθερος χρόνος για την κατασκευή ενός καινούργιου τηλεσκοπίου διαμέτρου 48εκ. που θα χρησιμοποιηθεί για αυτόν τον σκοπό το οποίο θα τοποθετηθεί σε αυτοματοποιημένο θόλο που θα λειτουργεί ρομποτικά με την δυνατότητα ελέγχου από απόσταση μέσω διαδικτύου.

Μια σημαντική αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο γίνονταν κάποτε η έρευνα, αφορά την επιλογή γαλαξιών κάθε νύχτα. Μέχρι πρότινος, υπήρχε μόνο μια ομάδα γαλαξιών που ανάλογα με την εποχή άλλαζε. Αν ο καιρός ήταν αίθριος για αρκετές νύχτες, ο ομάδα θα έψαχνε στους ίδιους στόχους κάθε φορά. Αυτό έχει ένα σημαντικό πλεονέκτημα, ότι αν ανιχνεύονταν μια έκρηξη θα ήταν με μεγάλη πιθανότητα στην έξαρσή της άρα και πριν φτάσει στο μέγιστο της φωτεινότητας της γεγονός που την καθιστά απόλυτα αξιοποιήσιμη από τους επαγγελματίες αστρονόμους. Η βασική προϋπόθεση για ένα τέτοιο εγχείρημα είναι τηλεσκόπιο με μεγάλο διαμέτρημα (άνω των 16 ιντσών) ή πολλά τηλεσκόπια μετρίου διαμετρήματος που παρατηρούν ταυτόχρονα.

Γενικά είναι κοινώς αποδεκτό στους κύκλους της έρευνας υπερκαινοφανών, ότι μια ομάδα 3000 γαλαξιών που παρακολουθείται εντατικά, θα πρέπει να δώσει τουλάχιστον μια έκρηξη ανά έτος. Η ομάδα με την προηγούμενη μεθοδολογία και σε συνδυασμό με τις ικανότητες απεικόνισης ενός 12 τηλεσκοπίου μας επέτρεπε να ψάχνουμε σε περίπου 600 γαλαξίες ετησίως, αριθμός πολύ φτωχός για να υπάρχουν καλές πιθανότητες εύρεσης. Τελικά μετά από αρκετή σκέψη αλλά και προσεκτικό σχεδιασμό, αποφασίστηκε ότι το πρόβλημα θα έπρεπε να λυθεί με δραστικά μέτρα χτυπώντας το σε δυο μέτωπα.

Ο συνδυασμός ενός δεύτερου τηλεσκοπίου με την ανάκτηση εικόνων κυκλικά κάθε 7 ημέρες πιστεύω ότι θα ανεβάσει κατακόρυφα την πιθανότητα εύρεσης. Έτσι λοιπόν το πρώτο βήμα ήταν να δημιουργηθούν οι απαραίτητες λίστες για την υπάρχουσα διάταξη που θα επαναλαμβάνονταν κάθε 7 ημέρες. Αυτό σημαίνει ότι μέσο όρο ετησίως θα παρακολουθούνται περίπου 2500 γαλαξίες με ένα τηλεσκόπιο. Στα μέσα Ιουνίου όμως είναι προγραμματισμένη η εγκατάσταση ενός δεύτερου πανομοιότυπου οργάνου που θα προσφέρει άλλους 2500 στόχους φτάνοντας την ικανότητα της ομάδας στους 5000 στόχους.

Και η δυνατότητες δεν τελειώνουν εδώ. Ας μην ξεχνάμε ότι η απεικόνιση γίνεται με ψηφιακή κάμερα και οι υπάρχουσες ανήκουν στην τεχνολογία των front illuminated ολοκληρωμένων κυκλωμάτων και δεν αποδίδουν παραπάνω από 60% στην καταγραφή των φωτονίων. Η απόκτηση ψηφιακών τσιπ με απόδοση πάνω από 90% είναι ένα καθαρά οικονομικό θέμα και μπορεί να μειώσει τον χρόνο έκθεσης για μια εικόνα από 90 δεύτερα σε 60, γεγονός που δίνει στην έρευνα 1/3 παραπάνω στόχους που σημαίνει ότι αγγίζουμε τους 6700 μέσο όρο (τους χειμερινούς μήνες ξεπερνάει τις 7500!), αριθμοί που στατιστικά εξασφαλίζουν την ανακάλυψη περίπου 4 εκρήξεων ετησίως. Σε συνδυασμό με τον καιρό που επικρατεί στην Ελλάδα σε σχέση με αυτόν σε βορειότερες χώρες όπου βρίσκεται ο μεγαλύτερος όγκος παρατηρητών, πιστεύουμε ότι η Ομάδα μας θα παίξει σημαντικό ρόλο στην ανακάλυψη υπερκαινοφανών σε ερασιτεχνικό τουλάχιστον επίπεδο. Βέβαια το οικονομικό ζήτημα είναι πολύ πιο σύνθετο από το τεχνικό καθώς τα χρηματικά διαθέσιμα της ομάδας προέρχονται κυρίως από τον Εμμανουηλίδη Κων/νο και από τα μέλη και όπως είναι γνωστό, ο τεχνολογικός εξοπλισμός για έρευνα κοστίζει ακριβά…

Τελειώνοντας, θα ήθελα να τονίζω ότι η ψυχή της έρευνας δεν είναι ούτε ο τεχνολογικός εξοπλισμός, ούτε η ψυχρή οργάνωση διαδικασιών ελέγχου. Η δύναμη της Ομάδας, πηγάζει από τον ανεξάντλητο ενθουσιασμό ερασιτεχνών αστρονόμων που διψούν για την γνώση και έμπνευση που προσφέρει ο έναστρος ουρανός. Τα μέλη της Ομάδας είναι απλοί εργαζόμενοι άνθρωποι που δεν έχουν καμία άλλη επαφή με την αστρονομία παρά μόνο με τα δικά τους μέσα ή δια μέσω της Ομάδας κάθε ξάστερη βραδιά. Η Ειρήνη Κομνηνού από την Κρήτη, ο Στράτος Κουφός από την Ρόδο, Ο Γιάννης Ροζάκης από την Αθήνα, ο Νίκος Πασχάλης από την Σκιάθο και οι Πιστικούδης Γιώργος, Βοσσινάκης Ανδρέας, Πολυμενίδης Πάνος, Θοδωρής Γιαουρτσής, Παντελία Τσουκάπα και ο υποφαινόμενος από Θεσσαλονίκη, υπόσχονται ότι στους στόχους που ερευνούν αν υπάρξει μια έκρηξη που θα σημάνει την αρχή για μια αλληλουχία γεγονότων που στο αποκορύφωμά της δημιουργεί την εμφάνιση ζωής, θα σας ενημερώσουν…

Ο κίνδυνος του αστερία
Το σύμβολο του άστρου στην ποίηση του Τάκη Βαρβιτσιώτη

Κωνσταντίνος Ηροδότου

Στην ποίηση του Τάκη Βαρβιτσιώτη η λέξη «άστρο» απαντά πολλές φορές. Στο βαθμό που μας αφορά ο ουρανός, αξίζει να πλησιάσουμε κατά το δυνατόν το σύμπαν του ποιητή. Ο αστρολάβος για την αναζήτηση μπορεί να είναι το ποίημα «Επιτύμβιο»:

«Το άστρο πετούσε πολύ χαμηλά
Τυφλό παραδέρνοντας σιμά στη ρίζα ενός δέντρου

Τής κόρης το μάτι απομακρύνονταν σταθερά κατά
τον ουρανό
Ίδια σταγόνα σταθμεύοντας στη σιωπή μιας λίμνης

Η φτέρη τα σκέπασε και τα δυο»

(Το πέπλο και το χαμόγελο, 1958-1962)

Αινιγματική και μυστηριώδης η αναφορά. Μιλούμε ευθύς εξαρχής για την άρση του κανόνα της βαρύτητας. Το άστρο πετά εγγύτατα και παραδέρνει τυφλό, την ίδια στιγμή που η ματιά της κόρης κατευθύνεται στον ουρανό εν σιωπή. Στο τέλος, η φτέρη, αλλιώς η λήθη, καλύπτει και τις δύο στιγμές, ως τρίτη εικόνα. Αν αναλογιστούμε τον τίτλο του έργου, «Επιτύμβιο», προσλαμβάνουμε το θάνατο ως κλειδί. Η εικόνα του θανάτου έρχεται τρεις φορές και προβληματίζει.

Στην παγίδα των τριών εικόνων δεν θα πέσουμε, αφού η διάκριση ανάμεσα στη δράση του άστρου και στην αίσθηση-όραση είναι πλασματική. Άλλωστε, η φτέρη σκιάζει «και τα δυο», αδιακρίτως και μάλλον ταυτοχρόνως. Το έργο εδράζεται σε έντονες αντιθέσεις. Η πολύ χαμηλή πτήση του άστρου αντιπαρατίθεται προς τη σταθερή απομάκρυνσή του οφθαλμού της κόρης, με αποτέλεσμα πάντα την κίνηση του φαινομενικά ακινήτου. Η τυφλή περιπλάνηση αντιπαραβάλλεται προς τη

στάθμευση, ενώ οι φράσεις «ρίζα ενός δέντρου» - «σιωπή μιας λίμνης» προδίδουν την ομοιότητα του τόπου, αν δεν πρόκειται για ταυτολογία.

Είναι, λοιπόν, ο θάνατος το κλειδί του ποιήματος; Όχι, ο θάνατος είναι πάντα κλειδωνιά. Και τούτη ακριβώς την αφετηριακή αντίθεση φωτίζει ο Βαρβιτσιώτης, ξεκινώντας από το ερώτημα της στάσεως «Η ζωή, πώς θνήσκεις;» Το ερωτηματικό εκφράζει την απορία του τρόπου και η πρωτογενής αναφορικότητα του κομίζει ψήγματα πέρα από το απτό, ή τουλάχιστον τον πόθο.

Για να εννοήσουμε καλύτερα το επαμφοτερίζον σύμβολο του άστρου απαραίτητο είναι να καταφύγουμε ενδεικτικά και σε άλλα ποιήματα. Συνήθως η λέξη άστρο συνοδεύεται από την εικόνα του υγρού στοιχείου, με τη μορφή μιας λίμνης, μιας θάλασσας ή ενός πηγαδιού, και μιας κόρης. Το νερό, το αστέρι και το κορίτσι καταληκτικά συγχέονται.

«Οι κοπέλλες φιλιούνται με τούς καθρέφτες
Γίνονται άστρα

Και πέφτουν στο νερό»

(Ἄρρητη Γέννηση, Φύλλα Ὑπνου, 1941-1944)

Εδώ μια βαθύτερη υπαρκτική σχέση συνδέει τα κορίτσια με τους αστερισμούς μέσω του καθρέφτη. Το σύμβολο του καθρέφτη στο έργο του Βαρβιτσιώτη αποτελεί εσώτερο τρόπο του οράν και του ιδέσθαι. Δε λειτουργεί μεταμορφωτικά, δε μιλούμε για μαγικό καθρέφτη, αλλά καταδυτικά, αποκαλυπτικά. Και γι' αυτό συνοδεύεται πάντοτε όχι από μια πτώση, αλλά από μια κατάδυση. Με ποια κατεύθυνση όμως; Ας δούμε το «Νυχτερινό» :

«Στο δάπεδο
Ένα σβησμένο κερί

Τού φεγγαριού τα μέταλλα
Πάνω στις στέγες

Νύχτα ενδόμυχη
Σαν κάμαρα κλειστή

Δυο σκονισμένα γάντια κιτρινίζουν
Πίσω απ' τα τζάμια τ' ουρανού

Ο θάνατος είναι καθρέφτης

Ποιος είπε πώς δε μιλούν οι νεκροί

Μέσα στη σιωπή φυτρώνουν

Τα λόγια τους σαν το χορτάρι

Με κλειστές πόρτες
Με κλειστά παράθυρα

Έρχεται η βροχή»

(Φύλλα Ύπνου, 1941-1944)

Εάν αυθαίρετα ορίσουμε την πραγματικότητα με τον τρόπο της θάλασσας, σε επιφάνεια, βυθό και πυθμένα, η κατάδυση, η κάθε κατάδυση δεν μπορεί παρά να γίνεται με φορά προς το θάνατο, αφού υπάρχουν τα αναπνευστικά μας περιθώρια. Υπάρχει τάχα και ο κίνδυνος της βροχής, γι' αυτό κλειδαμπαρωνόμαστε, όταν τα λόγια των νεκρών αναφύονται και η ατμόσφαιρα καθαρίζει. Το ζητούμενο είναι να ανοίξουν οι πόρτες. Γι' αυτό στην ποίηση του Τάκη Βαρβιτσιώτη ο θάνατος δεν μπορεί παρά να είναι μια λεπτομέρεια, αφού ο ορισμός της πραγματικότητας διασπάται κατά κυριολεξίαν εις τα εξ ων συνετέθη και δένεται στο όνειρο με το μαγικό νήμα του υπερρεαλισμού. Ο ποιητής δεν αρνείται το θάνατο, απλώς τον προσπερνά. Το νόημα δεν κρύβεται τόσο στο ρήμα όσο στο απλώς.

«Όταν δε θα υπάρχεις
Όταν δε θα υπάρχουμε
Και τα χέρια σου θα ταξιδεύουν
Να βρουν μιαν άλλη ζωή
Ν' αγκαλιάσουν μιαν άλλη πιο απέραντη θάλασσα
Ν' ανάψουν κι αλλού τούτο το άστρο
Πού μένει πάντα αιχμάλωτο
Μέσα στη λάμπα

Θα προχωρήσω με τον ανεμοστρόβιλο
Κάτω απ' τα ψηλά κυπαρίσσια
Ν' ανταμώσω τον ίσκιο
Σταυρωμένο πάνω στα ρόδα
Ενός άυλου κήπου»

(Όταν δε θα υπάρχεις, Το ξύλινο άλογο, 1950-53)

Στο ποίημα «Όταν δεν θα υπάρχεις» το άστρο βρίσκεται δέσμιο, πομπός μιας αιχμάλωτης ζωής, όπου τα πράγματα προβάλλουν εν σμικρώ. Η θάλασσα στην «άλλη ζωή» περνά στον υπερθετικό βαθμό, ενώ το άστρο που ανάβουν τα χέρια της αγαπημένης είναι απαράλλαχτο ως σήμα μεταβάσεως. Δεν φωτίζει μόνο τον μετά την ύπαρξη χρόνο, ως μακρινή προέκταση της φλόγας πίσω απ' το γυαλί, αλλά λειτουργεί και στον ενεστώτα χρόνο. Τούτο προδίδει η φράση «κι αλλού». Η αναντιστοιχία ζωής-θανάτου αίρεται υπό την παρουσία του συμπλεκτικού συνδέσμου. Αρκεί ένα και. Πέρα από την εικόνα της λάμπας και του αλλού φλέγοντος άστρου, κρύβεται η εικόνα του συγκαιρινού άστρου, του ήδη αναμμένου. Καταργείται επομένως το χρονικό όριο, το τέλος.

Ο θάνατος επανέρχεται ως παραγάδι της σιωπής, σε αντίστιξη με το άστρο που κινείται ελευθέρως από τα χέρια της αγαπημένης ένθεν κακείθεν της φθοράς.

«Γιατί να πρέπει να θυμούμαστε
Την τρομερή ραγισματιά
Τη στάχτη τής φωτιάς
Τα πένθη τις ρυτίδες
Τόσα καμένα φρόκαλα
Τόσα χαμένα χρόνια
Τέλος εκείνο το αποτρόπαιο σημάδι;

Γιατί να πνίγουμε κάθε βραδιά
Χιλιάδες άστρα
Μέσα στο πηγάδι;»

(6, Ενωμένα χέρια, 1975)

Ο καθρέφτης φέρνει στο προσκήνιο τον κίνδυνο του αντεστραμμένου ειδώλου. Ο παρατηρητής κινδυνεύει να πνιγεί, εάν δεν κατανοήσει τη σημασία των άστρων, που δεν απέχουν πολύ απ' τον καθένα μας, αφού, σύμφωνα με τον ποιητή,

«Και μες στο αίμα σου
Εν' άστρο πάντα ταξιδεύει»

(Είσαι όμορφη, Αλφαβητάριο, 1954).

Τα άστρα πνίγονται μέσα στις εξαιρετικά πολύπλοκες διαβαθμίσεις μιας ανελέητης πραγματικότητας στην οποία ο άνθρωπος βουτά για να ψηλαφίσει νόημα ζωής, μπερδεύοντας ενίοτε τον σκοτεινό αστερία με το αστέρι. Και όμως είναι δυνατή μια διαφορετική οπτική, ακόμη και όταν ο θάνατος γίνεται κάτοπτρο, δηλαδή εμπρηστικός μηχανισμός. Μια πέτρα αρκεί , από αυτές που ρίχνουμε στο πηγάδι για να μετρήσουμε το βάθος του. Άλλωστε, ο ποιητής χωρίς φωνές και θόρυβο εκφράζει ως εξής τη στάση του απέναντι στον κόσμο :

«Μόλις μιλώ,
Για να διατηρήσω

Την ελπίδα.»

(Εωθινή ελεγεία, 1947)

Με το ποίημα «Ο έρως έχει πάντα δίκιο» λύνονται οι απορίες

«Ο έρως έχει πάντα δίκιο
Και το κορίτσι πού αγαπά
Έξω κοιμάται δίχως αλεξήλιο

Γυμνό στην ακροθαλασσιά
Και το κορίτσι πού αγαπά
Μέσα στη νύχτα εγκαταλειμμένο
Καμιά φοβέρα δεν το σκιάζει
Και μ᾽ όλα τ᾽ άστρα στολισμένο
Το θάνατο ενταφιάζει»

Η θαυμαστή αλιεία, 1985-1986)

Η κόρη κοιμάται στην ακροθαλασσιά, πέρα από το βυθό, και φέροντας άστρα κατορθώνει με τον έρωτα τη νίκη κατά του θανάτου. Ο ποιητής απλώς προσπερνά το θάνατο, μιλώντας –όπως λέει σ᾽ ένα στίχο του- «Δίχως σημάδια περιττά και υπονοούμενα».Τον αντιμετωπίζει ως λεπτομέρεια. Για το λόγο αυτό, με μια δεύτερη ανάγνωση, το «Επιτύμβιο» δεν φαίνεται ως νεκρολογία αλλά μπορεί κάλλιστα να τοποθετηθεί στο γνώριμό μας παράλιο μνήμα.

Ο ουρανός τη νύχτα, επί την επιτολή των αστερισμών, εισδύει μέσα μας. Πάλι λάθρα το άστρο γίνεται μεταφορά στο συντακτικό του «υπάρχειν» και του «ακόμα».
Άλλωστε, ο ποιητής κινείται πάντα εναντίον του θανάτου , εις πείσμα των καιρών αγγέλλοντας :

«Γιατί υπάρχει ακόμα η ευτυχία
Να παραμείνουμε γυμνοί έξω στο χώμα
Με τα μαλλιά στον άνεμο
Γιατί υπάρχει ακόμα η ευτυχία
Να διαρκεί ένα σώμα ανέπαφο καθώς μια λάμψη
Γιατί υπάρχει ακόμα ένας ουρανός
Πού να φτάνει τη νύχτα ως μέσα στα κρεβάτια μας»

(Φαντασθείτε μιαν άβυσσο, Ωκεανίδες, 1963-1965)

Υπολογισμός Περιστροφής πεδίου σε τηλεσκόπια με υψοαζιμουθιακή στήριξη.

Χάρης Καμπάνης
Πρόεδρος Ελληνικής Αστρονομικής Ένωσης

Εισαγωγή

Η εισήγηση αυτή περιγράφει τους αλγόριθμους και την διαδικασία που προτείνω για απαλοιφή περιστροφής πεδίου που σχηματίζεται σε εικόνες που έχουν παρθεί μέσα από τηλεσκόπια με υψοαζιμουθιακή στήριξη.

Οφέλη τηλεσκοπίων σε υψοαζιμουθιακή στήριξη

Η φωτορύπανση στις πόλεις και η έλλειψη μονίμων παρατηρητηρίων οδηγούν όλο και περισσότερους ερασιτέχνες σε επιλογή φορητών τηλεσκοπίων. Η ευκολία μετακίνησης και συναρμολόγησης ενός τηλεσκοπίου επιτυγχάνεται κατά μεγάλο βαθμό με την χρήση υψοαζιμουθιακών βάσεων. Υψοαζιμουθιακές στηρίξεις αξιοποιούνται εδώ και τρεις δεκαετίες από επαγγελματικά παρατηρητήρια λόγω της στιβαρότητας και μηχανολογικής απλότητας που προσφέρουν. Στους ερασιτέχνες αξιοποιήθηκαν σε τηλεσκόπια τύπου Dobsonian και στη συνέχεια σε τηλεσκόπια με δυνατότητα στόχευσης μέσω Η/Υ (Goto).
Μειονεκτήματα εικονοληψίας μέσω τηλεσκοπίων σε υψοαζιμουθιακή στήριξη
Ενώ η υψοαζιμουθιακή στήριξη εκπληρώνει όλες της δυνατότητες κατεύθυνσης που καλύπτει και η ισημερινή στήριξη, μειονεκτεί στη εικονοληψία λόγω του φαινομένου της περιστροφής πεδίου (field rotation).

Περιγραφή Φαινομένου περιστροφής πεδίου

Η περιστροφή πεδίου εμφανίζεται όταν το κάδρο της εικόνας εκτός από το να ακολουθεί τον αστέρα σε ύψος και αζιμούθιο δεν εκτελεί και την περιστροφή του πεδίου καθώς φαινομενικά κινείται το αντικείμενο στον ουρανό. Η περιστροφή πεδίου (field rotation) εμφανίζεται στα άκρα του πεδίου με τα αστέρια να

διαγράφουν μια μικρή τροχιά γύρω από το κέντρο της εικόνας (βλ. Εικόνα 1).



Εικόνα 1

Μέθοδοι απαλοιφής του φαινομένου

Η απαλοιφή του φαινομένου μπορεί να γίνει είτε μηχανολογικά είτε ψηφιακά:

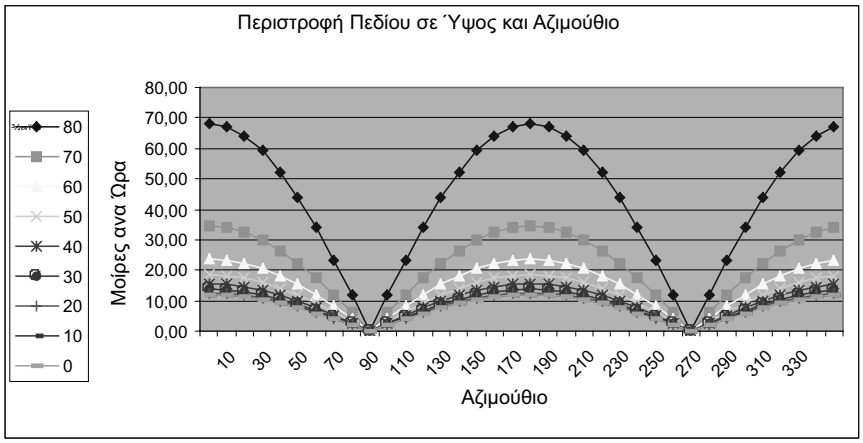
- Μηχανολογικά γίνεται με την χρήση ενός Field De-rotator που μπαίνει πριν από την μηχανή φωτογράφησης, Video ή CCD και το περιστρέφει με την ταχύτητα που χρειάζεται να αντισταθμίσει την περιστροφή του πεδίου. Στη μηχανολογική περιστροφή έχουμε απεριόριστο χρόνο έκθεσης, αλλά προσοχή, δεν μπορεί να γίνει οδήγηση με guide scope (χρειάζεται και αυτό Field de-rotator).
- Ψηφιακά μπορούμε να κάνουμε την απαλοιφή κάνοντας πολλαπλές εκθέσεις του αντικειμένου με χρόνο έκθεσης μικρότερο από αυτόν που απαιτείται για να εμφανιστεί το φαινόμενο. Κατόπιν περιστρέφουμε της αντίστοιχες εικόνες τις ευθυγραμμίζουμε (align) και τις επιπροσθέτουμε (stack).

Στη μηχανολογική περιστροφή το μόνο που απαιτείται είναι να βρούμε την γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του πεδίου στη συγκεκριμένη θέση που βρίσκεται το αντικείμενο. Στη ψηφιακή απαλοιφή χρειαστεί να βρούμε το μέγιστο χρόνο έκθεσης που μπορούμε να αξιοποιήσουμε πριν εμφανιστεί το φαινόμενο στο Φιλμ η CCD.
Επειδή η ταχύτητα περιστροφής πεδίου (γωνιακή ταχύτητα) ενός αντικειμένου μεταβάλλεται καθώς διασχίζει των ουρανό είναι χρήσιμο να γνωρίζουμε και τις ώρες που η περιστροφή του πεδίου είναι ελάχιστη ή και αντιστρέφεται. Με την κατάλληλη επιλογή της ώρας μπορούμε να αποφύγουμε και την χρήση πολλαπλών εκθέσεων και να έχουμε μια έκθεση με χρόνους που φθάνουν και μισή ώρα.
Στο παράτημα Α έχω αναπτύξει έναν αλγόριθμο σε λογιστικό φύλλο (Excel) που υπολογίζει την ταχύτητα περιστροφής του πεδίου, το μέγιστο χρόνο έκθεσης, την μεταβολή της γωνιακής ταχύτητας καθώς και το μέγιστο χρόνο έκθεσης στη διάρκεια της βραδιάς. Όλοι οι υπολογισμοί δεν υπήρχαν σε κάποια βιβλιογραφία

ή στο παγκόσμιο ιστό ως ένας ενιαίος αλγόριθμος, υπήρχαν παρά μόνο ως φόρμουλες για την επίλυση κάποιον τμημάτων της εφαρμογής. Για αυτό το λόγω θεώρησα χρήσιμο να το αναπτύξω ως εφαρμογή και να το παρουσιάσω στο συνέδριο.

Μεταβολή της Περιστροφής Πεδίου

Υπολογίζοντας το ρυθμό περιστροφής πεδίου αξιοποιώντας τους Αλγόριθμους στο Παράτημα Α για διαφορετικά ύψη και αζιμούθια, το αποτέλεσμα απεικονίζεται στο γράφημα 1.



Γράφημα 1

Είναι εμφανές, από το γράφημα 1, ότι η ταχύτητα περιστροφής του πεδίου είναι ιδιαίτερα αργή στη Ανατολή και Δύση σε χαμηλές γωνίες και αντίστοιχα ιδιαίτερα γρήγορη σε Βορρά και Νότο σε υψηλές γωνίες.
Συνεπώς θα ήταν χρήσιμο, η εφαρμογή να υπολόγιζε τις ώρες στην διάρκεια της βραδιάς που η περιστροφή του πεδίου θα είναι ελάχιστη, επιτρέποντας την μέγιστη χρονική έκθεση.
Αξιοποιώντας τους υπολογισμούς για την περιστροφή πεδίου σε συγκεκριμένο ουράνιο σώμα (M13) στη διάρκεια μιας βραδιάς έχουμε το αποτέλεσμα του Γραφήματος 2.

Από το γράφημα μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η καλύτερη ώρα για φωτογράφηση του αντικείμενου (M13) είναι από τις 2:20 έως 3:16 παγκόσμια ώρα με χρόνους έκθεσης που υπερβαίνουν τα 200 δευτερόλεπτα. Σε αυτή την περίπτωση μπορούμε να αποφύγουμε να περιστρέψουμε την εικόνα ψηφιακά πριν το 'stacking' π.χ. σε χρήση video ώστε να έχουμε αρκετά frames στα οποία να εφαρμοστεί το Stacking εντός χρόνου 200 δευτερολέπτων. Σε περίπτωση εικόνας CCD ο χρόνος έκθεσης να αρκεί ώστε να αποφύγουμε την ανάγκη για stacking εικόνων.

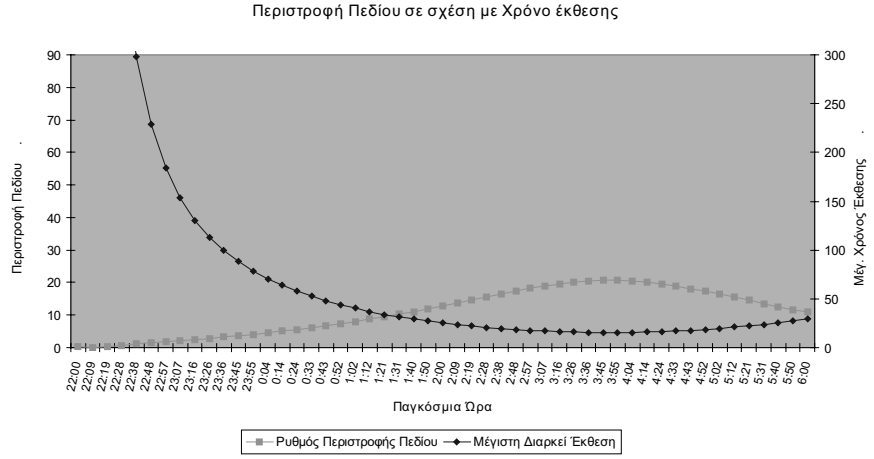


Γράφημα 2

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής και των γραφημάτων έχουν πρακτικά τρεις χρήσεις:

Α) Βιντεοσκόπηση Πλανητών

Αξιοποιώντας την εφαρμογή[1] μπορεί κανείς να υπολογίσει και την καταλληλότερη ώρα για τον μέγιστο χρόνο λήψης. Η μεγάλη, σε χρονική

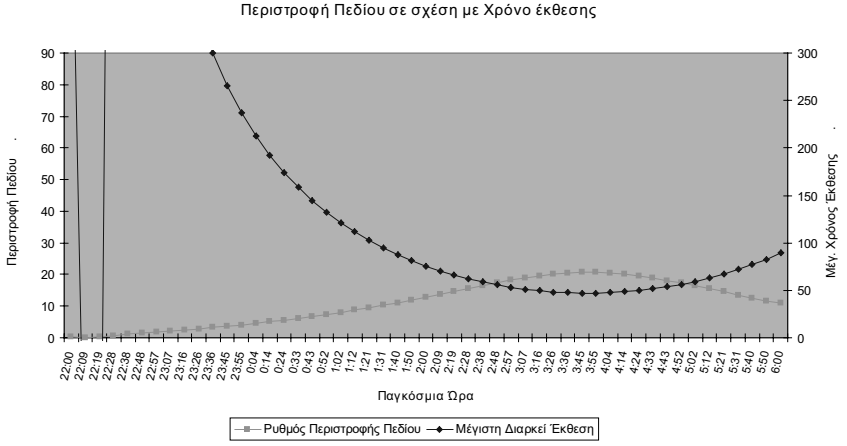


Γράφημα 3

1 Εφαρμογή είναι διαθέσιμη σε μορφή Micrsoft Excel στη ιστοσελίδα http://users.forthnet.gr/kor/kharry

διάρκεια, λήψη έχει ως αποτέλεσμα μεγάλο αριθμό εικόνων (frames) που θα γίνουν 'align + stack' για καλύτερη ευκρίνεια. Στο Γράφημα 3, βλέπουμε την μεταβολή των μέγιστων χρόνων λήψεων για τον Πλανήτη Δία στις 10/7/2005 και Παγκόσμια Ώρα 22:00.

Είναι σημαντικό να επισημάνουμε ότι ο χρόνος έκθεσης / λήψης είναι ακόμα μεγαλύτερος εάν υπολογίσουμε ως μήκος και πλάτος CCD τη διάμετρο του ειδώλου του πλανήτη πάνω στο CCD. Μια περιστροφή του πεδίου που είναι άμεσα διακριτή στα άκρα του chip εμφανίζεται αργότερα κοντά στο κέντρο του Chip. Στο Γράφημα 4 βλέπουμε την διαφορά σε χρόνους έκθεσης / λήψης εάν υπολογίσουμε την περιστροφή πεδίου σε



Γράφημα 4

3 επί 3 χιλ (το μέγεθος του ειδώλου του πλανήτη στο CCD) αντί να το υπολογίσουμε στα άκρα ενός CCD με διαστάσεις 8 επί 10 χιλ.

Β) Εφαρμογή CCD η Φιλμ για φωτογράφιση βαθέως ουρανού.

Σε αυτή την εφαρμογή χρησιμοποιούμε τον μέγιστο χρόνο έκθεσης για να κάνουμε μία λήψη (βλ. Εικόνα 2), ή πολλαπλές. Στις πολλαπλές εκθέσεις εφόσον έχουν παρθεί η μία μετά την άλλη απλώς περιστρέφουμε το πεδίο σε μοίρες, δηλαδή με τις μοίρες που αντιστοιχούν σύμφωνα με την ταχύτητα περιστροφής πεδίου για την συγκεκριμένη ώρα που έγινε η λήψη της εικόνας και για το συγκεκριμένο αντικείμενο. Π.χ. Σύμφωνα με το άνω γράφημα εάν φωτογραφήσαμε το M13 στις 04:30 με χρονική διαφορά μεταξύ διαδοχικών λήψεων 50 δευτερόλεπτα, η περιστροφή της εικόνας που θα γίνει σε κάποια εφαρμογή (π.χ. Photoshop) για την δεύτερη εικόνα θα είναι (20 μοίρες/3600)*(Διαφορά Χρόνου της Β εικόνας οπό την Α) = 0.27 μοίρες περιστροφή κ.ο.κ. Αφού περιστρέψουμε της εικόνες μπορούμε να τις κάνουμε align και stack (βλ. Εικόνα 3).



Εικόνα 2



Εικόνα 3

Γ) Εφαρμογή των υπολογισμών σε Field De-rotator

Η χρήση Field de-rotator σε ερασιτεχνικές κατασκευές τηλεσκοπίων μπορεί να αξιοποίησει τους αλγόριθμους που αναλύονται στο Παράτημα Α για τον υπολογισμό της ταχύτητας περιστροφής του Field De-rotator.

Παράρτημα Α

Συνημμένα θα βρείτε την ανάλυση των υπολογισμών που συνθέτουν τον αλγόριθμο για τον υπολογισμό της περιστροφή πεδίου σε τηλεσκόπιο σε υψοαζιμουθιακή στήριξη. Οι φορμούλες είναι σε μορφή Microsoft Excel, ενώ μπορούν να υπολογιστούν και από υπολογιστή χειρός. Το λογιστικό φύλλο Excel υπάρχει διαθέσιμο στην ιστοσελίδα μου για χρήση από κάθε ενδιαφερόμενο στο http://users.forthenet.gr/kor/kharry.

Υπολογισμός γωνιακής ταχύτητας περιστροφής πεδίου
Για τον υπολογισμό της γωνιακής ταχύτητας περιστροφής πεδίου θα πρέπει να εισάγουμε κάποια στοιχεία όπως γεωγραφικό μήκος και πλάτος, συντεταγμένες του αντικειμένου, ημερομηνία και ώρα παρατήρησης.

Κατόπιν η εφαρμογή υπολογίζει τις συντεταγμένες του αντικειμένου σε ύψος και αζιμούθιο και στην συνέχεια την περιστροφή του πεδίου.

Αναλυτικότερα:
Θα εισάγουμε τα στοιχεία για εικονοληψία του σφαιρικού σμήνους του Ηρακλή (M13) για παρατήρηση από την 22:00 παγκόσμια ώρα, από την Αθήνα, στις 10/7/2005. Η εφαρμογή θα υπολογίσει της μεταβολές σε ύψος και αζιμούθιο για το αντικείμενο έως τις 06:00 παγκόσμια ώρα με δείγμα σε 50 σημεία. Το έχω σχεδιάσει έτσι ώστε να μπορεί ο χρήστης να βρει το χρόνο με το χαμηλότερο ρυθμό περιστροφής πεδίου.

Επίσης εισάγουμε την μέγιστη ανάλυση του CCD ή Φιλμ για το παράδειγμα σε 100

γραμμές ανα χιλ. , όπως και το μέγεθος του CCD ή Φίλμ.

Πρόγραμμα υπολογισμού περιστροφής πεδίου τηλεσκοπίου σε υψοαζιμουθιακή στήριξη

A/A	Παράμετροι	Ώρες/Μοίρες	Λεπτά		
1	Γεωγραφικό Πλάτος	37	58,0	N	N = Βοράς
2	Γεωγραφικό Μήκος	23	46,0	E	E = Ανατολή, W = Δύση
3	Αρχική ημ/νία ηη/μμ/χχχχ	10/7/2005			
4	Χρόνος Έναρξης ωω/λλ σε Παγκόσμια Ώρα	22:00			
5	Ημ/νία λήξης ηη/μμ/χχχχ	11/7/2005			
6	Χρόνος λήξης ωω/λλ σε Παγκόσμια Ώρα	6:00			
7	Πλάτος - Μήκος Φίλμ / CCD	10	Πλάτος χιλ.	8	Μήκος χιλ.
8	Ανάλυση σε γραμμές ανά χιλ.	100			
9	Υπολογιστικές Επαναλήψεις	50			

	Αντικείμενο Παρατήρησης	Ώρες/Μοίρες	Λεπτά
10	Απόκληση Αντικειμένων	30	28,0
11	Ορθή Αναφορά Αντικειμένων	2	30,0
12	Απόκληση σε Δεκαδική Μορφή	30,5	
13	Ορθή Αναφορά σε Δεκαδική Μορφή	37,5	
14	Γεωγραφικό Πλάτος σε Δεκαδική Μορφή	38,0	
15	Γεωγραφικό Μήκος σε Δεκαδική Μορφή	23,8	

Μετά την εισαγωγή των συντεταγμένων, τις μετατρέπουμε όλες σε δεκαδική μορφή για διευκόλυνση των υπολογισμών που θα αναλύσουμε πιο κάτω.

Η μετατροπή σε δεκαδική μορφή είναι απλή για τα πεδία 12 έως 15 και βασίζεται στο τύπο = (Ώρες η Μοίρες) + (Λεπτά/60).

Παρακάτω πριν τους υπολογισμούς θα χρειαστούν μερικές σταθερές που χρησιμεύουν για τον υπολογισμό του Ύψους και του Αζιμούθιο όπως ημ/νια έναρξης της Ιουλιανής ημ/νίας και γωνιακή ταχύτητα περιστροφής της Γης (πεδία 16 έως 18).

	Σταθερές	
16	Ρυθμός Περιστροφής της Γης	15,041
17	Αρχική Ιουλιανή Ημ/νία	1/1/2000
18	Ιουλιανή Ημ/νία Διαφορά	-1,5

Υπολογισμός Παραμέτρων

Πρώτος στόχος για τον υπολογισμό του ύψους και αζιμούθιο σε ένα συγκεκριμένο χρόνο είναι ο καθορισμός του χρόνου σε Ιουλιανή ώρα και Αστρικό χρόνο.

(Πεδίο 19) Η Ιουλιανή ημ/νία υπολογίζεται από
Αρχική Ημ/νία (Πεδίο 3) – 1/1/2000(Πεδίο 17) +–1,5(Πεδίο 18) +1+ Παγκόσμια Ώρα/24 . Συνεπώς η Ιουλιανή ημ/νία αναλύεται σε δεκαδική μορφή και περιέχει

	Υπολογισμένες Παράμετροι				
19	Παγκόσμια Ώρα	22:00	22:09	22:19	22:28
20	Ιουλιανή Ημ/νία	2017,42	2017,42	2017,43	2017,44
21	Υπολογιστική Επανάληψη	2017,75	1,00000	2,00000	3,00000
22	Αστρική Ώρα	2442,69	2445,09	2447,50	2449,91
23	Τοπική Αστρική Ώρα	2442,687352	2445,093923	2447,5	2449,907065
24	Ωριαία Γωνία	2405,19	2407,59	2410,00	2412,41
25	Ημίτονο Ύψους	0,03	0,05	0,08	0,11
26	Μεταβλητή X	0,616784766	0,628214704	0,638536	0,647731938
27	Μεταβλητή Y	0,490567508	0,474479678	0,458111	0,441489668
28	Συνεφαπτομένη Y/X	51,50257451	52,93688127	54,34288	55,72192467
29	Ύψος	1,534038926	3,033582867	4,56147	6,116238325
30	Αζιμούθιο	51,50257451	52,93688127	54,34288	55,72192467
31	Ρυθμός Περιστροφής Πεδίου	7,383917772	7,156692309	6,934302	6,716694163
32	Μέγιστη Διαρκεί Έκθεση	44	45	46	48

ημέρες και ώρες της διαφοράς που έχουν περάσει απο την 1/1/2000 έως την ημ/νία και ώρα παρατήρησης.

(Πεδϊο 23) Τοπική Αστρική ώρα, υπολογίζεται σε δύο βήματα
Βήμα 1:
=100.46+(0.985647*Ιουλιανή Ημ/νία(Πεδίο 20))+Γεωγραφικό Μήκος(Πεδίο 15)+15*(24*Παγκόσμια Ώρα(Πεδίο 19))
Βήμα 2:
Για τον τελικό υπολογισμό της Τοπικής Αστρικής Ώρας εάν το αποτέλεσμα από το Βήμα 1 είναι αρνητικό προσθέτουμε 360 (μοίρες)
Αναλυτικά:
Τοπική Αστρική Ώρα =IF(Αστρική Ώρα<0;Αστρική Ώρα+360;Αστρική Ώρα)

Αφού υπολογίσαμε την τοπική αστρική ώρα θα την μετατρέψουμε σε Ωριαία Γωνία για την διευκόλυνση των λοιπών υπολογισμών.

(Πεδίο 24) Εάν η Τοπική Αστρική Ώρα (ΤΑΩ) μείον την Ορθή Αναφορά (ΟΑ) δίνουν τιμή μικρότερη από το 0 τότε προσθέτουμε στην αφαίρεση 360 μοίρες, αλλιώς κρατάμε το αποτέλεσμα της αφαίρεσης.
Αναλυτικά:
=IF(ΤΑΩ – ΟΑ<0;(ΤΑΩ-ΟΑ)+360;ΤΑΩ-ΟΑ)

(Πεδίο 25) Τώρα μπορούμε να υπολογίσουμε τις τελικές παραμέτρους βασισμένες στη τριγωνομετρία για να καταλήξουμε στις συντεταγμένες ύψους και αζιμουθίου. Στην εφαρμογή του Excel μετατρέπουμε τις μοίρες σε ακτίνια δηλαδή radians (X). Για τις απόκλισεις, γεωγραφικά πλάτη κ.τ.λ. αξιοποιούμε τους υπολογισμούς σε δεκαδική μορφή. Τέλος για διευκόλυνση συσχέτισης με την εφαρμογή χρησιμοποιώ την αγγλική ονομασία στις τριγωνομετρικές συναρτήσεις.

Αναλυτικά :
Ημίτονο Ύψους = SIN(Απόκλιση) * SIN(Γεωγραφικό Πλάτος) + COS(Απόκληση) * COS(Γεωγραφικό Πλάτος) * COS(Ωριαία Γωνία)

Τα Πεδία 26, 27 και 28 είναι μεταβλητές που χρησιμεύουν στο υπολογισμό του

Ύψος και Αζιμουθίου.

Αναλυτικά:
(Πεδίο 26) Μεταβλητή X = -1 * (COS(Απόκλιση) * COS(Γεωγραφικό Πλάτος) * SIN(Ωριαία Γωνία)

(Πεδίο 27) Μεταβλητή Y = SIN(Απόκλιση) - SIN(Γεωγραφικό Πλάτος) * Ημίτονο Ύψους

(Πεδίο 28) Είναι η Συνεφαπτομένη (Y/X) η ATAN(Y/X)

Με την ολοκλήρωση των ως άνω υπολογισμών μπορούμε πλέον να υπολογίσουμε το Ύψος και Αζιμούθιο.

(Πεδίο 29) Ύψος = ASIN(Ημίτονο Ύψους)

(Πεδίο 30) Εάν η Μεταβλητή Y είναι αρνητική τότε προσθέτουμε 180 μοίρες στη συνεφαπτομένη (Y/X), εάν η Μεταβλητή X είναι αρνητική τότε προσθέτουμε 360 μοίρες στη συνεφαπτομένη(Y/X), έαν και οι δύο μεταβλητές είναι ίσες ή μεγαλύτερες του μηδενός τότε η συνεφαπτομένη (Y/X) είναι το Αζιμούθιο.

Αζιμούθιο = IF(Μεταβλητή Y<0;Συνεφαπτομένη(Y/X)+180;IF(Μεταβλητή X<0; Συνεφαπτομένη(Y/X)+360; Συνεφαπτομένη(Y/X)))
Με τη θέση του αντικειμένου υπολογισμένο σε ύψος και αζιμούθιο μπορούμε να υπολογίσουμε πλέον τον ρυθμό περιστροφής πεδίου για εκείνη την χρονική στιγμή.

Ρυθμός περιστροφής πεδίου
(Πεδίο 31)=ABS(DEGREES((RADIANS(Ρυθμός Περιστροφής της Γης)*COS(Ύψος)*COS(Γεωγραφικό Πλάτος))/COS(Ύψος)))

Ο υπολογισμός του μέγιστου χρόνου έκθεσης είναι πλέον απλή υπόθεση εφαρμόζοντας το θεώρημα του Πυθαγόρα

(Πεδίο 32) Μέγιστος Χρόνο Έκθεσης=((1/Ανάλυση γραμμών ανά χιλ.)/(SQRT((Πλάτος Φίλμ/2)^2+(Μήκος Φίλμ/2)^2)*RADIANS(Ρυθμός Περιστροφής Πεδίου)))*3600

Αξιοποιώντας το λογιστικό φύλλο με επανάληψη των υπολογισμών για διαφορετικές χρονικές στιγμές παρατήρησης μπορούμε να δούμε τους χρόνους που η περιστροφή του πεδίου είναι ελάχιστη. Η εφαρμογή με τα αντίστοιχα Γραφήματα βρίσκεται συνημμένα.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		Πρόγραμμα υπολογισμού περιστροφής πεδίου τηλεσκοπίου σε υψοαζιμουθιακή στήριξη									
2											
3	*A/A*	Παράμετροι	Ώρες/Μοίρες	Λεπτά							
4	*1*	Γεωγραφικό Πλάτος	37	58,0	N	N = Βοράς					
5	*2*	Γεωγραφικό Μήκος	23	46,0	E	E = Ανατολή, W = Δύση					
6	*3*	Αρχική ημ/νία ηη/μμ/χχχχ	10/7/2005								
7	*4*	Χρόνος Έναρξης ωω/λλ σε Παγκόσμια Ώρα	22:00								
8	*5*	Ημ/νία λήξης ηη/μμ/χχχχ	11/7/2005								
9	*6*	Χρόνος λήξης ωω/λλ σε Παγκόσμια Ώρα	6:00								
10	*7*	Πλάτος - Μήκος Φίλμ / CCD	10	Πλάτος χιλ.		8	Μήκος χιλ.				
11	*8*	Ανάλυση σε γραμμές ανά χιλ.	100								
12	*9*	Υπολογιστικές Επαναλήψεις	50								
13											
14		Αντικείμενο Παρατήρησης	Ώρες/Μοίρες	Λεπτά							
15	*10*	Απόκληση Αντικειμένων	30	28,0							
16	*11*	Ορθή Αναφορά Αντικειμένων	2	30,0							
17	*12*	Απόκληση σε Δεκαδική Μορφή	30,5								
18	*13*	Ορθή Αναφορά σε Δεκαδική Μορφή	37,5								
19	*14*	Γεωγραφικό Πλάτος σε Δεκαδική Μορφή	38,0								
20	*15*	Γεωγραφικό Μήκος σε Δεκαδική Μορφή	23,8								
21											
22		Σταθερές									
23	*16*	Ρυθμός Περιστροφής της Γης	15,041								
24	*17*	Αρχική Ιουλιανή Ημ/νία	1/1/2000								
25	*18*	Ιουλιανή Ημ/νία Διαφορά	-1,5								
26											
27		Υπολογισμένες Παράμετροι									
28	*19*	Παγκόσμια Ώρα	22:00	22:09	22:19	22:28	22:38	22:48	22:57	23:07	23:16
29	*20*	Ιουλιανή Ημ/νία	2017,42	2017,42	2017,43	2017,44	2017,44	2017,45	2017,46	2017,46	2017,47
30	*21*	Υπολογιστική Επανάληψη	2017,75	1,00000	2,00000	3,00000	4,00000	5,00000	6,00000	7,00000	8,00000
31	*22*	Αστρική Ώρα	2442,69	2445,09	2447,50	2449,91	2452,31	2454,72	2457,13	2459,53	2461,94
32	*23*	Τοπική Αστρική Ώρα	2442,687352	2445,093923	2447,5	2449,907065	2452,314	2454,72	2457,127	2459,533	2461,94
33	*24*	Ωριαία Γωνία	2405,19	2407,59	2410,00	2412,41	2414,81	2417,22	2419,63	2422,03	2424,44
34	*25*	Ημίτονο Ύψους	0,03	0,05	0,08	0,11	0,13	0,16	0,19	0,22	0,25
35	*26*	Μεταβλητή X	0,616784766	0,628214704	0,638536	0,647731938	0,655785	0,662681	0,668408	0,672956	0,676317
36	*27*	Μεταβλητή Y	0,490567508	0,474479678	0,458111	0,441489668	0,424646	0,407609	0,390408	0,373075	0,35564
37	*28*	Συνεφαπτομένη Y/X	51,50257451	52,93688127	54,34288	55,72192467	57,0754	58,40473	59,71137	60,99678	62,26246
38	*29*	Ύψος	1,534038926	3,033582867	4,56147	6,116238325	7,696488	9,300881	10,92814	12,57704	14,24643
39	*30*	Αζιμούθιο	51,50257451	52,93688127	54,34288	55,72192467	57,0754	58,40473	59,71137	60,99678	62,26246
40	*31*	Ρυθμός Περιστροφής Πεδίου	7,383917772	7,156692309	6,934302	6,716694163	6,503747	6,295277	6,091041	5,89074	5,69402
41	*32*	Μέγιστη Διαρκεί Έκθεση	44	45	46	48	50	51	53	55	57

	Αζιμούθιο																							
Υψος	80	68,29	67,25	64,17	59,14	52,31	43,89	34,14	23,36	11,86	0,00	11,86	23,36	34,14	43,89	52,31	59,14	64,17	67,25					
	70	34,67	34,14	32,58	30,03	26,56	22,29	17,34	11,86	6,02	0,00	6,02	11,86	17,34	22,29	26,56	30,03	32,58	34,14					
	60	23,72	23,36	22,29	20,54	18,17	15,24	11,86	8,11	4,12	0,00	4,12	8,11	11,86	15,24	18,17	20,54	22,29	23,36					
	50	18,45	18,17	17,34	15,98	14,13	11,86	9,22	6,31	3,20	0,00	3,20	6,31	9,22	11,86	14,13	15,98	17,34	18,17					
	40	15,48	15,24	14,55	13,41	11,86	9,95	7,74	5,29	2,69	0,00	2,69	5,29	7,74	9,95	11,86	13,41	14,55	15,24					
	30	13,69	13,48	12,87	11,86	10,49	8,80	6,85	4,68	2,38	0,00	2,38	4,68	6,85	8,80	10,49	11,86	12,87	13,48					
	20	12,62	12,43	11,86	10,93	9,67	8,11	6,31	4,32	2,19	0,00	2,19	4,32	6,31	8,11	9,67	10,93	11,86	12,43					
	10	12,04	11,86	11,31	10,43	9,22	7,74	6,02	4,12	2,09	0,00	2,09	4,12	6,02	7,74	9,22	10,43	11,31	11,86					
	0	11,86	11,68	11,14	10,27	9,08	7,62	5,93	4,06	2,06	0,00	2,06	4,06	5,93	7,62	9,08	10,27	11,14	11,68					
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	330	340	350				

Αντίστοιχα αναπτύχθηκε και η εφαρμογή για υπολογισμό της περιστροφής του πεδίου σε όλα τα ύψη και Αζιμούθια από το συγκεκριμένο σημείο παρατήρησης.

Παράρτημα Β Λογιστικό Φύλλο

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		Πρόγραμμα υπολογισμού περιστροφής πεδίου τηλεσκοπίου σε υψοαζιμουθιακή στήριξη									
2											
3	*A/A*	Παράμετροι	Ώρες/Μοίρες	Λεπτά							
4	*1*	Γεωγραφικό Πλάτος	37	58,0	N	N = Βοράς					
5	*2*	Γεωγραφικό Μήκος	23	46,0	E	E = Ανατολή, W = Δύση					
6	*3*	Αρχική ημ/νία ηη/μμ/χχχχ	10/7/2005								
7	*4*	Χρόνος Έναρξης ωω/λλ σε Παγκόσμια Ώρα	22:00								
8	*5*	Ημ/νία λήξης ηη/μμ/χχχχ	11/7/2005								
9	*6*	Χρόνος λήξης ωω/λλ σε Παγκόσμια Ώρα	6:00								
10	*7*	Πλάτος - Μήκος Φίλμ / CCD	10	Πλάτος χιλ.		8 Μήκος χιλ.					
11	*8*	Ανάλυση σε γραμμές ανά χιλ.	100								
12	*9*	Υπολογιστικές Επαναλήψεις	50								
13											
14		Αντικείμενο Παρατήρησης	Ώρες/Μοίρες	Λεπτά							
15	*10*	Απόκληση Αντικειμένων	30	28,0							
16	*11*	Ορθή Αναφορά Αντικειμένων	2	30,0							
17	*12*	Απόκληση σε Δεκαδική Μορφή	30,5								
18	*13*	Ορθή Αναφορά σε Δεκαδική Μορφή	37,5								
19	*14*	Γεωγραφικό Πλάτος σε Δεκαδική Μορφή	38,0								
20	*15*	Γεωγραφικό Μήκος σε Δεκαδική Μορφή	23,8								
21											
22		Σταθερές									
23	*16*	Ρυθμός Περιστροφής της Γης	15,041								
24	*17*	Αρχική Ιουλιανή Ημ/νία	1/1/2000								
25	*18*	Ιουλιανή Ημ/νία Διαφορά	-1,5								
26											
27		Υπολογισμένες Παράμετροι									
28	*19*	Παγκόσμια Ώρα	22:00	22:09	22:19	22:28	22:38	22:48	22:57	23:07	23:16
29	*20*	Ιουλιανή Ημ/νία	2017,42	2017,42	2017,43	2017,44	2017,44	2017,45	2017,46	2017,46	2017,47
30	*21*	Υπολογιστική Επανάληψη	2017,75	1,00000	2,00000	3,00000	4,00000	5,00000	6,00000	7,00000	8,00000
31	*22*	Αστρική Ώρα	2442,69	2445,09	2447,50	2449,91	2452,31	2454,72	2457,13	2459,53	2461,94
32	*23*	Τοπική Αστρική Ώρα	2442,687352	2445,093923	2447,5	2449,907065	2452,314	2454,72	2457,127	2459,533	2461,94
33	*24*	Ωριαία Γωνία	2405,19	2407,59	2410,00	2412,41	2414,81	2417,22	2419,63	2422,03	2424,44
34	*25*	Ημίτονο Ύψους	0,03	0,05	0,08	0,11	0,13	0,16	0,19	0,22	0,25
35	*26*	Μεταβλητή X	0,616784766	0,628214704	0,638536	0,647731938	0,655785	0,662681	0,668408	0,672956	0,676317
36	*27*	Μεταβλητή Y	0,490567508	0,474479678	0,458111	0,441489668	0,424646	0,407609	0,390408	0,373075	0,35564
37	*28*	Συνεφαπτομένη Y/X	51,50257451	52,93688127	54,34288	55,72192467	57,0754	58,40473	59,71137	60,99678	62,26246
38	*29*	Ύψος	1,534038926	3,033582867	4,56147	6,116238325	7,696488	9,300881	10,92814	12,57704	14,24643
39	*30*	Αζιμούθιο	51,50257451	52,93688127	54,34288	55,72192467	57,0754	58,40473	59,71137	60,99678	62,26246
40	*31*	Ρυθμός Περιστροφής Πεδίου	7,383917772	7,156692309	6,934302	6,716694163	6,503747	6,295277	6,091041	5,89074	5,69402
41	*32*	Μέγιστη Διαρκεί Έκθεση	44	45	46	48	50	51	53	55	57

	AY	AZ	BA
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28	5:40	5:50	6:00
29	2017,74	2017,74	2017,75
30	48,00000	49,00000	50,00000
31	2558,20	2560,61	2563,02
32	2558,203	2560,609	2563,016
33	2520,70	2523,11	2525,52
34	0,99	0,99	0,99
35	-0,008334	-0,036858	-0,065316
36	-0,102871	-0,102287	-0,100967
37	4,631825	19,81591	32,89909
38	82,4776	82,07297	81,22627
39	184,6318	199,8159	212,8991
40	90,28174	80,8902	65,27248
41	4	4	5

Βιβλιογραφία

Astronomy on the personal Computer, Springer 3rd Edition 1998, Authors: Oliver Montenbruk, Thomas Pfleger

Astronomy with your personal Computer, Cambridge University Press 2nd Edition 1990, Author: Peter Duffett-Smith

Dr-G's info site http://www.mapug-astronomy.net/ragreiner/rotation.html

Field Rotation, Polar Alignment, Declination Drift, Yi-Zen

http://www.stargazing.net/yizen/fieldrotation.html

ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΕΥΣΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ BODE TITIUS

Πολυχρόνης Καραγκιοζίδης
Χημικός M.Sc

ΝΟΜΟΣ BODE-TITIUS

Ένα από τα εντυπωσιακότερα μαθηματικά "τεχνάσματα", είναι ο νόμος των Bode - Titius. Πρόκειται για ένα μαθηματικό κατασκεύασμα το οποίο δίνει τις αποστάσεις των πλανητών από τον Ήλιο με εντυπωσιακή ακρίβεια. Το εντυπωσιακότερο είναι ότι έχει διατυπωθεί πριν την ανακάλυψη του πλανήτη Ουρανού και του μικρού πλανήτη (αστεροειδούς) Δήμητρα, των οποίων περιλαμβάνει τις αποστάσεις. Θα μπορούσε όμως να χαρακτηρισθεί ως "τρικ", διότι δεν έχει θεωρητικό υπόβαθρο.
Ο νόμος **Bode–Titius** έχει ως εξής: Παίρνουμε τη γεωμετρική πρόοδο: 3 6 12 24 48 96 192, της οποίας ο κάθε επόμενος όρος προκύπτει από τον διπλασιασμό του προηγούμενου. Με την προσθήκη του 0 ως πρώτου όρου, προκύπτει η παρακάτω νέα σειρά αριθμών: 0 3 6 12 24 48 96 192. Προσθέτουμε σε όλους το 4 και παίρνουμε τη σειρά 4 7 10 16 28 52 100 196. Αν διαιρέσουμε τους αριθμούς αυτούς με το 10, προκύπτουν οι αποστάσεις των πλανητών από τον Ήλιο, σε αστρονομικές μονάδες (AU).

0,4	0,7	1	1,6	2,8	5,2	10	19,6
Ερμής	Αφροδίτη	Γη	Άρης	Δήμητρα	Δίας	Κρόνος	Ουρανός

Οι **πραγματικές αποστάσεις** των πλανητών από τον Ήλιο, σε AU, δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Ερμής	0,39	Δήμητρα	2,8	Ποσειδών	30,1
Αφροδίτη	0,72	Δίας	5,2	Πλούτων	39,3
Γη	1	Κρόνος	9,5		
Άρης	1,52	Ουρανός	19,2		

ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΠΛΑΝΗΤΩΝ ΚΑΙ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ

Ο νόμος των Bode–Titius μπορεί εύκολα να τροποποιηθεί, ώστε οι αποστάσεις των πλανητών να δίνονται από μαθηματικό τύπο, με τον εξής συλλογισμό: Η απόσταση του κάθε πλανήτη, πλην του Ερμή που είναι ο πρώτος, προκύπτει από την πρόσθεση του 0,4 σε κάποιον όρο γεωμετρικής προόδου. Η γεωμετρική πρόοδος έχει πρώτο όρο το 0,3 και λόγο το 2. Ο τύπος που προκύπτει είναι ο:
D = 0,3.2X + 0,4 (1)
Ο τύπος αυτός για χ=0 1 2 3 4 5 6, δίνει τις αποστάσεις των 7 πλανητών από την Αφροδίτη μέχρι τον Ουρανό. Επειδή το 0,4 του τύπου αντιστοιχεί στην απόσταση του Ερμή από τον Ήλιο, μπορούμε την απόσταση αυτή να τη θεωρήσουμε ως σταθερά του τύπου και επομένως να περιλάβουμε με τον τρόπο αυτό και τον Ερμή. (σύνολο 8 πλανήτες)
Έτσι όμως προκύπτει ο παρακάτω γενικός κανόνας:
«Η απόσταση καθενός πλανήτη από τον Ήλιο (για μια μεγάλη ομάδα πλανητών) δίνεται από τον τύπο:
D = a2x + b (2)
Όπου a μια σταθερά χαρακτηριστική για το σύστημα, b η απόσταση του προηγούμενου πλανήτη από τον πρώτο της ομάδας των πλανητών και χ ένας αριθμός 0 1 2 3 κτλ.»
Ο ίδιος τύπος ισχύει και για τις αποστάσεις δορυφόρων μεγάλων πλανητών, από τον πλανήτη, με τις κατάλληλες τιμές των σταθερών a και b.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

1. ΓΙΑ ΤΟ ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ
a = 0,3 AU και b = 0,4 AU που αντιστοιχεί στην απόσταση του Ερμή από τον Ήλιο, οπότε ο τύπος γίνεται: D = 0,3.2X + 0,4

Πλανήτης	**x**	**D (AU)**	Πραγματική απόσταση (AU)	Απόκλιση %
Αφροδίτη	0	0,7	0.72	2,87
Γη	1	1	1	0,00
Άρης	2	1,6	1.52	-5,26
Δήμητρα	3	2,8	2.76	-1,45
Δίας	4	5,2	5.2	0,00
Κρόνος	5	10	9.6	-4,17
Ουρανός	6	19,6	19.2	-2,08

2. ΓΙΑ 5 ΔΟΡΥΦΟΡΟΥΣ ΤΟΥ ΟΥΡΑΝΟΥ ΕΧΟΥΜΕ:
a = 46000 km και b = 86000 km, που αντιστοιχεί στην απόσταση του προηγουμένου της Miranda δορυφόρου, του Puck. Οπότε ο τύπος γίνεται: D = 46000.2X + 86000

Δορυφόρος	**x**	**D (km)**	Πραγματική απόσταση (km)	Απόκλιση %
Miranda	0	132.000	129.780	-1,71
Ariel	1	178.000	191.240	6,92
Umbriel	2	270.000	265.970	-1,52
Titania	3	454.000	435.840	-4,17

3. ΓΙΑ ΤΟΥΣ 4 ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΟΥΣ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥΣ ΤΟΥ ΔΙΑ ΚΑΙ ΤΟΝ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΟ ΑΠΟ ΑΥΤΟΥΣ (ΣΥΝΟΛΙΚΑ 5) ΕΧΟΥΜΕ:
a = 210000 km και b = 220000 km που αντιστοιχεί στην απόσταση του προηγουμένου της Ιούς δορυφόρου της Θήβης, οπότε ο τύπος γίνεται: D = 210000.2X + 220000

Δορυφόρος	**x**	**D (km)**	Πραγματική απόσταση (km)	Απόκλιση %
Ιώ	0	430.000	421.600	-1,99
Ευρώπη	1	640.000	670.900	4,61
Γανυμήδης	2	1.060.000	1.070.000	0,93
Καλλιστώ	3	1.900.000	1.883.000	-0,90

Ακολουθεί 5λεπτη επαλήθευση με το πρόγραμμα Excel της Microsoft

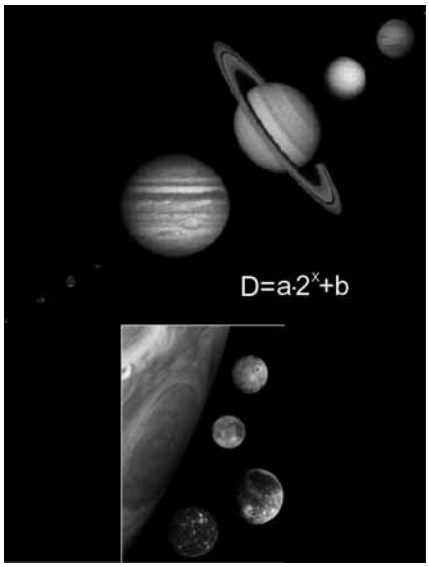
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Με το νόμο Bode–Titius έχουν ασχοληθεί πολλοί συγγραφείς και ερευνητές. Ενδεικτικό είναι το γεγονός ότι μόνον στη μηχανή αναζήτησης Google υπάρχουν καταχωρημένες 9200 σχετικές αναφορές.
Σε πολλές από αυτές ο νόμος δίνεται με τη μορφή του τύπου d=0,4+0,3.2n (όπως και ο τύπος (1) στην παρούσα εισήγηση), από τον οποίο για ν = -∞, 0, 1, 2, 3, ... παίρνουμε τις αποστάσεις των πλανητών από τον Ήλιο σε αστρονομικές μονάδες. Μερικές από τις διευθύνσεις αυτές αναφέρονται στη βιβλιογραφία με αύξοντες αριθμούς: 3, 4, 5, 6, 7, και 8.
Σε κάποιες άλλες ο ίδιος τύπος δίνεται με διαφορετική μορφή όπως: d=0.4+0.3.k όπου k το 0 συνοδευόμενο από τις δυνάμεις του 2, δηλαδή k=0, 1, 2, 3, ... (9 βιβλιογραφία)
Σε ότι αφορά στους δορυφόρους μεγάλων πλανητών, αναφέρονται κάποιοι κανόνες διαφορετικοί για κάθε περίπτωση, όπως στο site: http://www.floridastars.

org/9605cohe.html στο οποίο αναφέρονται τα παρακάτω:
Παίρνουμε τη σειρά των αριθμών 1, 2, 4, 8. Σ' αυτούς προσθέτουμε το 1 και προκύπτει η νέα σειρά 2, 3, 5, 9. Αν διαιρέσουμε τους αριθμούς αυτούς με το 2 προκύπτουν οι αριθμοί: 1, 1,5, 2,5, 4,5 που είναι οι σχετικές αποστάσεις των τεσσάρων μεγάλων δορυφόρων του Δία.
Για τους μεγαλύτερους δορυφόρους του Ουρανού, στο ίδιο site δίνεται ο κανόνας:
Παίρνουμε τη σειρά των αριθμών 1, 2, 3, 6, 8. Σ' αυτούς προσθέτουμε το 1 και προκύπτει η νέα σειρά 2, 3, 4, 7, 9. Αν διαιρέσουμε τους αριθμούς αυτούς με το 2 προκύπτουν οι αριθμοί: 1, 1,5, 2, 3,5, 4,5 που είναι οι σχετικές αποστάσεις των τεσσάρων μεγάλων δορυφόρων του Ουρανού.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ D=a.2x+b

Η καινοτομία του παρόντος πονήματος, συνίσταται στη γενίκευση του τύπου D=0,3.2X+0,4 με την εισαγωγή των δύο παραμέτρων, αντί των σταθερών 0,3 και 0,4, με αποτέλεσμα η νέα του μορφή να περιλαμβάνει εκτός από τους πλανήτες του ηλιακού συστήματος, 5 δορυφόρους του Δία, μεταξύ των οποίων οι 4 μεγαλύτεροι και 5 δορυφόρους του Ουρανού. (Ενιαίος τύπος για τις τρεις περιπτώσεις).
Η παράμετρος b αντιστοιχεί στην απόσταση ενός μικρού πλανήτη ή δορυφόρου, ενώ η παράμετρος a είναι μια σταθερά χαρακτηριστική του συστήματος και αντιστοιχεί προσεγγιστικά στις αποστάσεις των τροχιών του προαναφερθέντος μικρού πλανήτη και του πρώτου της σειράς. Αν επιχειρήσουμε να εισάγουμε ως σταθερά την απόσταση ενός μεγαλυτέρου αντικειμένου, πχ του επόμενου πλανήτη, εύκολα διαπιστώνουμε ότι δεν μπορεί να βρεθεί κατάλληλος αριθμός ως παράμετρος a ώστε ο τύπος να ισχύει για τα επόμενα ουράνια σώματα.



Με την εφαρμογή του τύπου και τη βοήθεια κάποιου προγράμματος ηλεκτρονικού υπολογιστή, όπως του Excel της Microsoft, μπορούν να εξαχθούν και άλλα αξιοπρόσεκτα συμπεράσματα.
Σε ότι αφορά το σύστημα του Κρόνου, ο τύπος δεν μπορεί να εφαρμοσθεί με ικανοποιητικές, κατά την άποψή μου, αποκλίσεις. Παρ' όλ' αυτά αν κάποιος θεωρήσει την απόκλιση 13% ως ικανοποιητική, για a=57000km και b=141700km, προκύπτει ο τύπος D = 57000.2X + 141000 ο οποίος για χ=0 δίνει την απόσταση του Μίμα από τον πλανήτη, για χ=1 δίνει την απόσταση

των δορυφόρων Τηθύς, Τελεστώ και Καλυψώ που ισαπέχουν, για χ=2 δίνει την απόσταση των δορυφόρων Διώνης και Ελένης που επίσης ισαπέχουν από τον πλανήτη, για χ=3 δίνει την απόσταση της Ρέας και για χ=4 δίνει την απόσταση του Τιτάνα. Στην απόσταση των 141700km βρίσκεται ο μικρός δορυφόρος Πανδώρα.
Η προαναφερθείσα γενίκευση ενισχύει την παλαιότερη άποψη που προέκυψε μετά τη δημοσιοποίηση του νόμου Bode–Titius, ότι το γεγονός αυτό δεν φαίνεται να είναι συμπτωματικό, αλλά δημιουργεί υπόνοιες ότι υποκρύπτεται κάποια βαθύτερη αιτία σχηματισμού πλανητών σε συγκεκριμένες θέσεις. Η συναρτησιακή μορφή των αποστάσεων προσφέρεται για μαθηματική επεξεργασία και έρευνα της βαθύτερης αιτίας που προαναφέρθηκε.

ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΚΗ ΜΟΡΦΗ

Επειδή ο τύπος D=a2x+b προκύπτει από κατάλληλη επεξεργασία της αρχικής μορφής του νόμου Bode–Titius, μπορούν αντίστροφα τα αποτελέσματά του να δοθούν με την μορφή την οποία παρουσίασε ο Titius.
Αν ο Titius γνώριζε τις αποστάσεις των δορυφόρων από τους πλανήτες, θα συνέθετε πιθανόν τον παρακάτω κανόνα για τις αποστάσεις των προαναφερθέντων 5 δορυφόρων του Δία:
Παίρνουμε τη γεωμετρική πρόοδο: 21 42 84 168, της οποίας ο κάθε επόμενος όρος προκύπτει από τον διπλασιασμό του προηγούμενου. Με την προσθήκη του 0 ως πρώτου όρου, προκύπτει η παρακάτω νέα σειρά αριθμών: 0 21 42 84 168. Προσθέτουμε σε όλους το 22 και παίρνουμε τη σειρά 22 43 64 106 190. Αν πολλαπλασιάσουμε τους αριθμούς αυτούς με το 10000, προκύπτουν οι αποστάσεις των τεσσάρων μεγάλων δορυφόρων του Δία και του μικρού δορυφόρου, Θήβη από το κέντρο του πλανήτη σε χιλιόμετρα.

220.000	430.000	640.000	1.060.000	1.900.000
Θήβη	Ιώ	Ευρώπη	Γανυμήδης	Καλλιστώ

Σε ότι αφορά στους 5 προαναφερθέντες δορυφόρους του Ουρανού έχουμε:
Παίρνουμε τη γεωμετρική πρόοδο: 46 92 184 368, της οποίας ο κάθε επόμενος όρος προκύπτει από τον διπλασιασμό του προηγούμενου. Με την προσθήκη του 0 ως πρώτου όρου, προκύπτει η παρακάτω νέα σειρά αριθμών: 0 46 92 184 368. Προσθέτουμε σε όλους το 86 και παίρνουμε τη σειρά 86 132 178 270 454. Αν πολλαπλασιάσουμε τους αριθμούς αυτούς με το 1000, προκύπτουν οι αποστάσεις των παρακάτω 5 δορυφόρων του Ουρανού σε χιλιόμετρα:

86000	132000	178000	270000	454000
Puck	Miranda	Ariel	Umbriel	Titania

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. *Κωνσταντίνου Μαυρομάτη, Λεξικό Αστρονομίας, Εκδώσεις «Ώρες» Βόλος 2001.*
2. *Ian Ridpath, Dictionary of Astronomy, New York, Oxford University Press, 1997.*

Από το internet

3. http://www.daviddarling.info/encyclopedia/T/Titius-Bode_Law.html
4. http://www.anaconda-2.net/g_m/L001.html
5. http://steph.mathis.free.fr/curtitius.html
6. http://www.yorku.ca/sasit/sts/nats1800/lecture11a.html
7. http://www.mira.org/fts0/planets/091/text/txt001x.htm
8. http://almaak.tripod.com/temas/titius_bode_law.htm
9. http://encyclopedia.lockergnome.com/s/b/Titius-Bode_law
10. http://www.floridastars.org/9605cohe.html

ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΑΣΤΡΩΝ

Στέλιος Κλειδής
klidis@acsmi.gr

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μέχρι πριν λίγα χρόνια, η φωτομετρία των μεταβλητών μέσω κλασσικών αναλογικών φωτόμετρων είχε προαπαιτούμενα τα οποία ήταν δύσκολο να ικανοποιηθούν από τους ερασιτέχνες αστρονόμους.

Χρειαζόταν, για παράδειγμα, τηλεσκόπιο πραγματικά μεγάλης διαμέτρου, το οποίο με τη σειρά του έκανε αναγκαία τη δυνατότητα μόνιμης εγκατάστασης σε εξοχική τοποθεσία. Πέρα από το υψηλό αυτό κόστος επένδυσης, τα φωτόμετρα ήταν αρκετά ακριβά, αλλά ακόμη ακριβότερη ήταν η καταγραφική τους συσκευή, μια και τα ίδια δεν αποθήκευαν τις μετρήσεις.

Η διαδικασία φωτομέτρησης ήταν ιδιαιτέρως επίπονη γιατί ο παρατηρητής έπρεπε να είναι συνεχώς σκυμμένος στον προσοφθάλμιο του φωτόμετρου σκοπεύοντας διαδοχικά στον μεταβλητό, τον αστέρα συγκρίσεως, τον αστέρα ελέγχου, να καταγράφει ρεύμα ουρανού και ρεύμα σκότους. Η φυσική καταπόνηση ήταν μεγαλύτερη προκειμένου για μεταβλητούς βραχείας περιόδου, οπότε οι μετρήσεις έπρεπε να λαμβάνονται με τη μικρότερη δυνατή χρονική απόσταση. Τέλος, η διαδικασία επεξεργασίας των δεδομένων που συλλέχθηκαν ήταν πολύ χρονοβόρα και είχε περιθώρια λανθασμένων εκτιμήσεων.

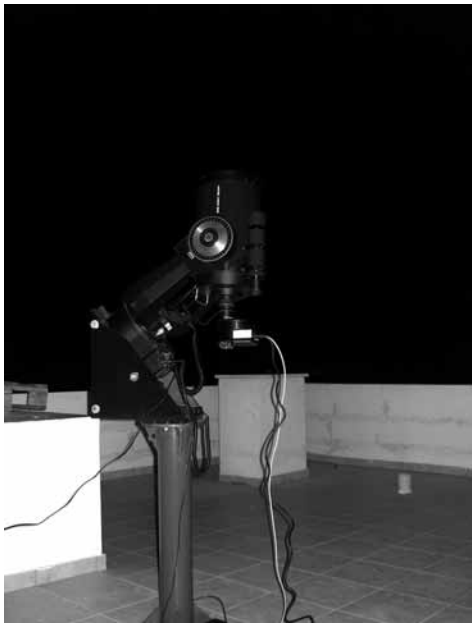
Η εξέλιξη της σύγχρονης τεχνολογίας έχει συμβάλλει ώστε να εξαλειφθούν σχεδόν πλήρως αυτές οι αρνητικές παράμετροι. Τόσο οι συσκευές που χρησιμοποιούμε σήμερα, δηλ. οι κάμερες CCD, όσο και το λογισμικό που υποστηρίζει τέτοιες διαδικασίες, έχουν βελτιωθεί σε τέτοιο βαθμό που να επιτρέπουν την φωτομετρία των μεταβλητών άστρων με χρήση μικρών τηλεσκοπίων και κάτω από φωτομετρικώς υποβαθμισμένο περιβάλλον.

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Οι παρατηρήσεις μου γίνονται από την ταράτσα του σπιτιού μου, το οποίο βρίσκεται μέσα στη Αθήνα, σε περιοχή που «βλέπει» άμεσα περίπου το μισό λεκανοπέδιο.

Πέρα από τα χιλιάδες φώτα που ενοχλούν, υπάρχουν τριγύρω μεγάλες φωτεινές επιγραφές μια και βρίσκεται δίπλα σε κεντρική οδική αρτηρία, ενώ σε μικρή απόσταση υπάρχουν αθλητικές εγκαταστάσεις οι οποίες συχνά φωτίζονται μέχρι τις πρώτες πρωινές ώρες. Περιβάλλον δηλαδή που αντικειμενικά είναι ακατάλληλο για την πλειονότητα των αστρονομικών παρατηρήσεων.

Στην ταράτσα έχω τοποθετήσει μόνιμα ένα σωλήνα με κεκλιμένο επίπεδο στην κορυφή του, στον οποίο αναρτώ το τηλεσκόπιο κάθε φορά που πρόκειται να γίνει παρατήρηση. Μια απλή προσθήκη στη βάση του εξασφαλίζει πως με την τοποθέτηση είναι και επαρκώς προσανατολισμένο ως προς τον άξονα περιστροφής της Γης. Το σφάλμα προσανατολισμού είναι λιγότερο από δύο πρώτα λεπτά της μοίρας ανά ώρα λειτουργίας, γεγονός που κάνει περιττή τη διαδικασία περαιτέρω βελτιστοποίησης του πολικού προσανατολισμού.
Το τηλεσκόπιο είναι τύπου Schmidt-Cassegrain, 20 εκατοστών, με εστιακό λόγο f/10 που όμως γίνεται f/3.3 μέσω focal reducer. Η κάμερα είναι η ST 7 της SBIG, εφοδιασμένη με φωτομετρικό φίλτρο "V" (Εικόνα 1).
Ο εξοπλισμός συμπληρώνεται με ένα απλό, χαμηλής ισχύος επιτραπέζιο υπολογιστή.
Το λογισμικό που χρησιμοποιείται είναι το ακόλουθο:



α. TheSky για τον έλεγχο του τηλεσκοπίου. Χρησιμοποιείται όχι μόνο για τις μετατοπίσεις και μικροδιορθώσεις της θέσης, αλλά και για την απεικόνιση του χάρτη της περιοχής του μεταβλητού ώστε να επαληθεύεται η ακρίβεια της σκόπευσης.

β. MaximDL για τον έλεγχο της κάμερας και την επεξεργασία των εικόνων.

γ. AIP4 για τη διαδικασία φωτομέτρησης και

δ. MS Excel για τη δημιουργία του γραφήματος μεταβολής της λαμπρότητας.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ

Τα δύο καλώδια σημάτων, ένα από το τηλεσκόπιο και ένα από την κάμερα περνούν μέσω μιας οπής του τοίχου σε ένα δωμάτιο που ουσιαστικά είναι η απόληξη του κλιμακοστασίου και στο οποίο είναι τοποθετημένος ο υπολογιστής. Από τη στιγμή που ο παρατηρητής είναι εξοικειωμένος με τον εξοπλισμό του, η διαδικασία της προετοιμασίας είναι ιδιαιτέρως απλή:

1. Τοποθέτηση τηλεσκοπίου και κάμερας
2. Αποκατάσταση επικοινωνιών με τον Η/Υ
3. Αρχικοποίηση συντεταγμένων
4. Ψύξη της κάμερας στην επιθυμητή θερμοκρασία
5. Ρύθμιση των παραμέτρων λειτουργίας της κάμερας
6. Λήψη της πρώτης σειράς βοηθητικών αρχείων που θα χρησιμοποιηθούν αργότερα για τον καθαρισμό (calibration) των εικόνων, δηλ. Bias & dark frames και flat fields.
7. Σκόπευση της περιοχής του μεταβλητού και τέλος
8. Δοκιμαστική λήψη για επαλήθευση του ορθού χρόνου έκθεσης.

Όλες αυτές οι ενέργειες δεν χρειάζονται περισσότερα από 35-40 λεπτά της ώρας για να ολοκληρωθούν, ενώ αντίστοιχος είναι ο χρόνος για να μαζευτεί ο εξοπλισμός στο τέλος της παρατήρησης. Μέσω του προγράμματος ελέγχου η κάμερα έχει ρυθμιστεί για το πλήθος των εκθέσεων, το χρόνο κάθε μιας από αυτές, το χρονικό διάστημα που θα μεσολαβεί ανάμεσα σε δύο διαδοχικές εκθέσεις, το όνομα με το οποίο θα αποθηκεύονται και την περιοχή του σκληρού δίσκου στην οποία θα φυλάσσονται.
Με δεδομένο λοιπόν το ότι το τηλεσκόπιο οδηγεί καλά, η ανάγκη για παρουσία του παρατηρητή στο χώρο παρατήρησης, παύει.
Με ένα απλό καλώδιο δικτύου τα δεδομένα μεταφέρονται σε άλλο Η/Υ που βρίσκεται στο διαμέρισμά μου και μόνο περιοδικά ελέγχω από εκεί την πορεία της καταγραφής. Η περιοδικότητα αυτή, ανάλογα με το μέγεθος του πεδίου που θέλουμε να έχουμε κοινό σε όλες τις εικόνες, κυμαίνεται από 2 έως 3,5 ώρες, πριν το σφάλμα λόγω πλημμελούς προσανατολισμού επηρεάσει το προσδοκώμενο αποτέλεσμα.

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Και η επεξεργασία των εικόνων που συλλέχθηκαν είναι αρκετά εύκολη και αυτοματοποιημένη.
Το calibration και η ευθυγράμμισή τους, η φωτομέτρηση και το γράφημα της καμπύλης μεταβολής, η καταγραφή σχολίων που αφορούν στην συγκεκριμένη παρατήρηση και η δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας είναι διαδικασία που δεν απαιτεί περισσότερα από 40 λεπτά της ώρας για ένα πλήθος 300 έως 1000 εικόνων που μπορούμε να συλλέξουμε σε ένα βράδυ, εφόσον αναφερόμαστε σε

έναν μεταβλητό. Ακόμα όμως και στην περίπτωση ελέγχου πολλών αντικειμένων, όπως για παράδειγμα μια ομάδα κατακλυσμιαίων ή αστέρων εκλάμψεων, ο απαιτούμενος χρόνος μπορεί να θεωρηθεί και πάλι σύντομος σε σχέση με τον όγκο του παραγόμενου αποτελέσματος.

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Ως αποτέλεσμα προσωπικής εμπειρίας και αποτυχημένων (κυρίως) επιλογών στον τομέα των συσκευών, μπορούν να λεχθούν τα ακόλουθα:
Όσον αφορά στο τηλεσκόπιο, αυτό δεν είναι απαραίτητο να έχει τους αυτοματισμούς των σύγχρονων οργάνων. GoTo, ψηφιακοί κύκλοι σκόπευσης και άλλες ευκολίες που είναι διαθέσιμες σήμερα, βοηθούν αλλά δεν είναι αναγκαίες. Αντίθετα, πρέπει να οδηγεί με ακρίβεια κατά την ορθή αναφορά και ιδιαιτέρως, να έχει στιβαρό μηχανισμό εστίασης ώστε να κρατά εντελώς ακίνητη τη σημαντικού βάρους κάμερα.
Για την κάμερα όμως δεν μπορούν να γίνουν συμβιβασμοί. Είναι απαραίτητο να διαθέτουμε καλής ποιότητας συσκευή, 16-bit, μονόχρωμη, χωρίς antiblooming, με κύκλωμα ψύξης του οποίου ο ρυθμός ψύξης και το επίπεδο της θερμοκρασίας λειτουργίας καθορίζονται από το χρήστη. Ακόμα, θα πρέπει να έχει χαμηλό ''θόρυβο'', πολύ καλή γραμμικότητα στην καταγραφή και επαναληψιμότητα στη λειτουργία της.
Όλα τα προηγούμενα αποκλείουν web κάμερες, απλές ή τροποποιημένες, χαμηλού κόστους CCD κάμερες και κυρίως, προϊόντα ιδιοκατασκευών.

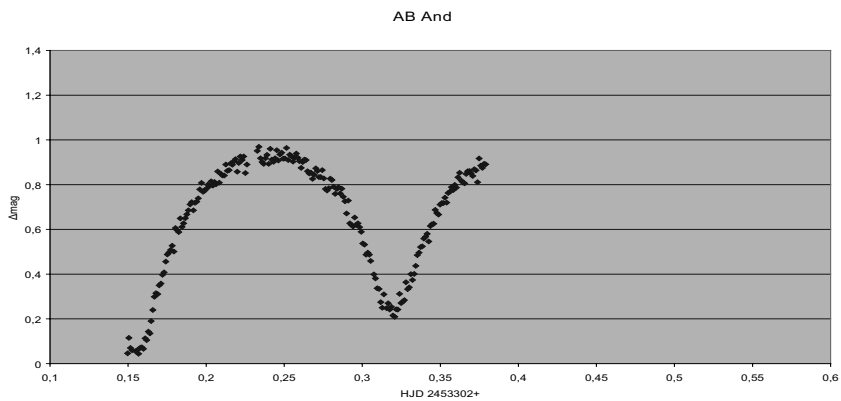
ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

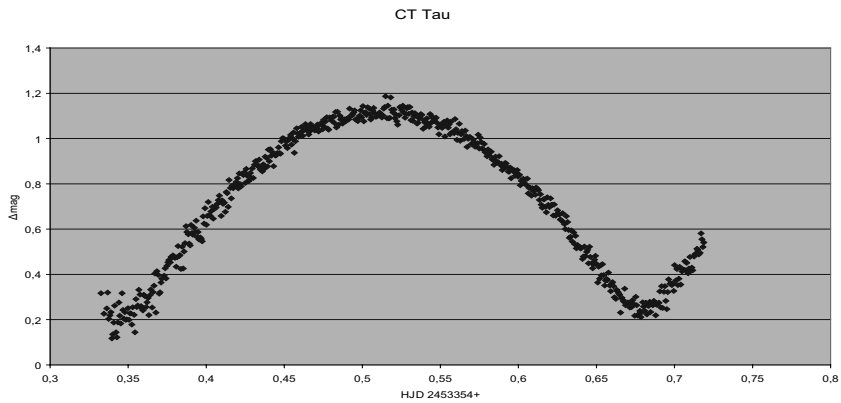
Η εφαρμογή στην πράξη των ανωτέρω διαδικασιών κατά τη διάρκεια των τελευταίων μηνών, έδειξε πως μπορεί να γίνει αξιόπιστη φωτομέτρηση με ικανοποιητική ακρίβεια. Για μια τυπικώς καθαρή νύκτα, το σφάλμα δεν ξεπερνά την τιμή 0,025 του μεγέθους. Εδραιώνεται σιγά-σιγά συνεργασία με ομάδες και φορείς που ασχολούνται με συγκεκριμένα αντικείμενα, έτσι ώστε οι μετρήσεις που έχουν γίνει να αποκτήσουν και πρακτική αξία. Έχει ακόμα αρχίσει να συγκροτείται μια ολιγομελής ομάδα ερασιτεχνών με κοινές επιδιώξεις και σκοπό τον συντονισμό των παρατηρήσεων, για να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητά τους και να ενισχυθεί η παρουσία της Ελληνικής ερασιτεχνικής αστρονομικής κοινότητας σε ευρύτερους χώρους. Η ομάδα αυτή αποτελείται, προς το παρόν από τους (με αλφαβητική σειρά): Αντώνη Αγιομμαμίτη, Χάρη Καμπάνη, Γιάννη Ροζάκη και τον γράφοντα.

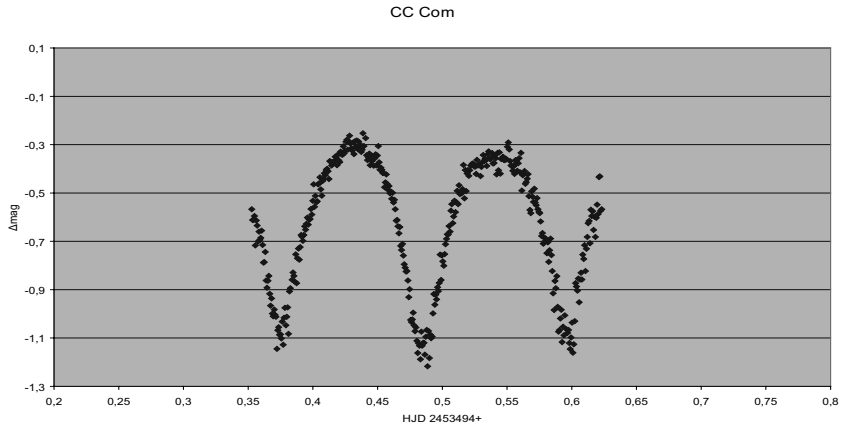
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

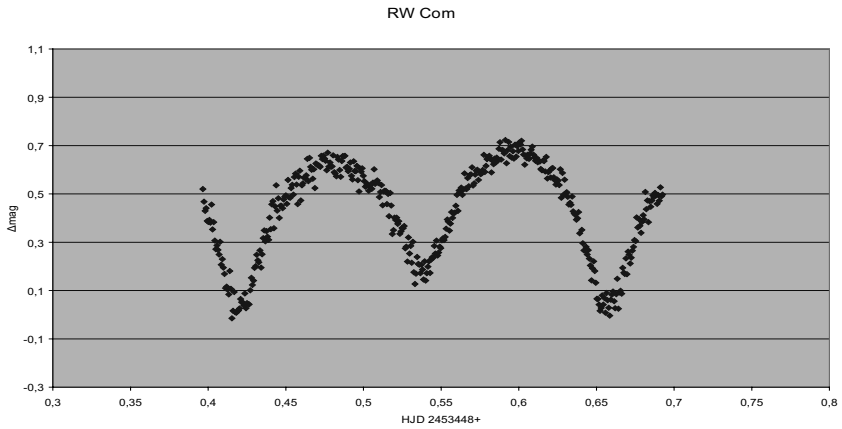
Δύο είναι κυρίως οι κατηγορίες αντικειμένων που παρατηρούνται συστηματικά από τον γράφοντα. Η πρώτη αφορά σε εκλειπτικούς μεταβλητούς τύπου W Μεγάλης Άρκτου, ζεύγη δηλαδή νάνων αστέρων οι οποίοι χαρακτηρίζονται από μικρή σχετικά περίοδο και διακύμανση λαμπρότητας που συνήθως είναι από 0.4 έως 0.7 μεγέθη. Η πολύ μικρή απόσταση μεταξύ των μελών των συστημάτων αυτών και η επακόλουθη μεταφορά ύλης, δημιουργούν αλλαγές των στοιχείων της

τροχιάς, η οποία εκφράζεται με μετάθεση της γραμμής των αψίδων και μεταβολή της περιόδου. Ακολουθούν τα διαγράμματα λαμπρότητας μερικών από τους μεταβλητούς αυτού του τύπου που παρατηρήθηκαν:

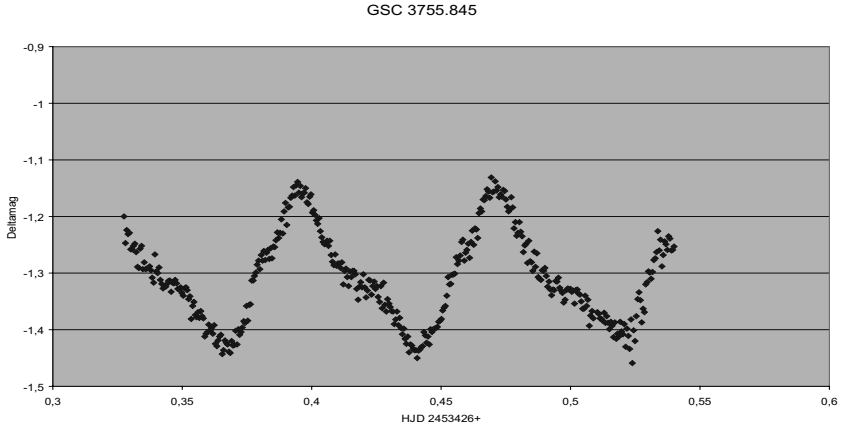




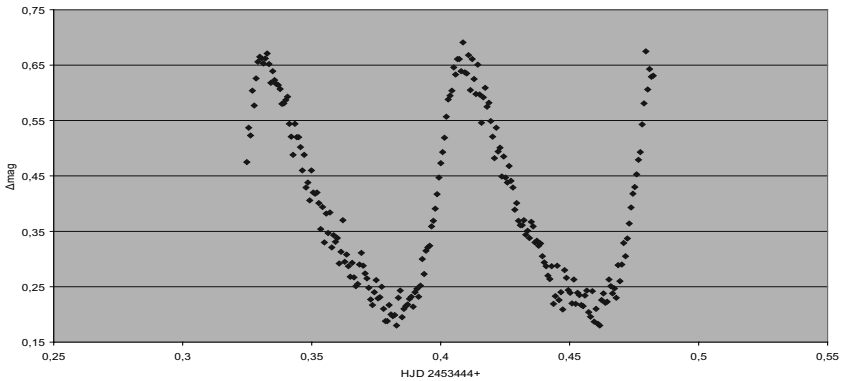




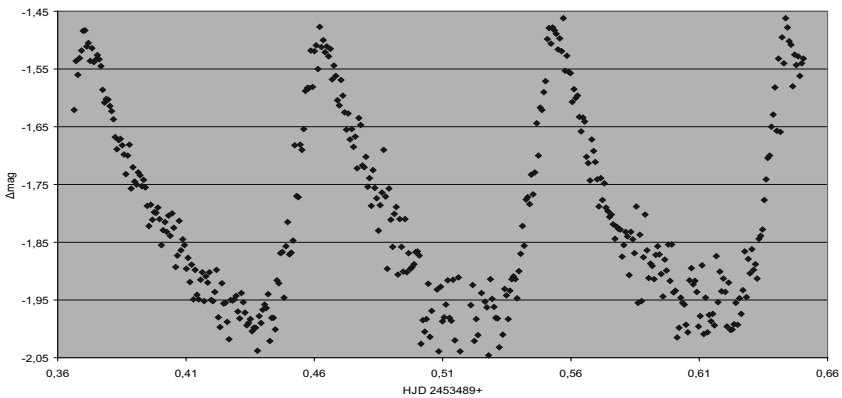
Η δεύτερη, αφορά σε μη γραμμικώς παλλόμενους μεταβλητούς πολύ βραχείας περιόδου που ανήκουν στην κατηγορία των δ Scuti. Αυτοί χαρακτηρίζονται επιπλέον και από το μικρό εύρος μεταβολής, το οποίο κυμαίνεται συνήθως από λίγα χιλιοστά έως λίγα δέκατα του μεγέθους. Οι περιορισμοί που θέτουν τόσο το μέγεθος και η ποιότητα του εξοπλισμού, όσο κυρίως το περιβάλλον παρατήρησης, περιορίζουν τη δυνατότητα αξιόπιστης καταγραφής σε όσους παρουσιάζουν εύρος μεταβολής μεγαλύτερο του 0.1 .
Ακολουθούν κάποια παραδείγματα καμπυλών:



GSC 2977:238



GSC 3832:152



Περσείδες: τα χαρακτηριστικά της βροχής διαττόντων και παρατηρήσεις τους κατά την διάρκεια 2001-2004

Γρηγόρης Μαραβέλιας
Σύλλογος Ερασιτεχνικής Αστρονομίας

1. Εισαγωγή

Οι διάττοντες αστέρες αποτελούν ένα από τα πεδία στα οποία οι ερασιτέχνες αστρονόμοι μπορούν να συνεισφέρουν σημαντικά. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι Λεωντίδες που η έντονη δραστηριότητά τους από το 1998 μέχρι και το 2002 οδήγησε σε ένα πραγματικό ξέσπασμα παρατηρήσεων και εργασιών τόσο από τους επιστήμονες όσο και τους ερασιτέχνες. Ωστόσο αυτό δεν σημαίνει ότι απαντήθηκαν όλα τα ερωτήματα οπότε και η ανάγκη τόσο για παρατήρηση όσο και για μελέτη είναι ακόμα επιτακτικές και βέβαια όχι μόνο για τις Λεωντίδες.

Η εργασία αυτή επικεντρώνεται στην βροχή των Περσειδών που παρουσιάζει ιδιαίτερα και σταθερά χαρακτηριστικά και προσφέρει ιδανικές σχεδόν παρατήρησης για τα δεδομένα της Ελλάδας. Παράλληλα παρουσιάζεται η μεθοδολογία της ανάλυσης και τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την εμπειρία του γράφοντα την περίοδο 2001-2004. Σίγουρα δεδομένα από ένα άτομο δεν είναι ένα επαρκές δείγμα για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων, ωστόσο μπορεί να δείξει την δυναμική που κρύβεται σε μια τόσο απλή τεχνική όπως η οπτική καταγραφή διαττόντων.

2. Χαρακτηριστικά Βροχής

Οι Περσείδες γίνονται εμφανείς από τις 17 Ιουλίου μέχρι τις 24 Αυγούστου με το μέγιστο της δραστηριότητας να συμβαίνει στις 12 με 13 Αυγούστου [1,2]. Οι μέσες τιμές του ακτινοβόλου σημείου, δηλαδή του σημείου στον ουρανό από το οποίο φαίνεται να προέρχονται οι διάττοντες (radiant) είναι RA=046°, DEC=+58° και κινείται στην περιοχή ανάμεσα στον Περσέα και την Κασσιόπη.

Αποτελούν τα σωματίδια της σκόνης που αφήνει ο κομήτης 109P/Swift-Tuttle που ανακαλύφθηκε από τους Αμερικανούς Lewis Swift και Horace Tuttle το 1862.

Είναι η πρώτη βροχή διαττόντων της οποίας η προέλευση συνδέθηκε με κομήτη, από τον Giovanni Virginio Schiaparelli (1835-1910). Ταυτόχρονα αποτελεί και μια από τις αρχαιότερες βροχές για τις οποίες έχουμε ενδείξεις δραστηριότητας, καθώς η πιο παλιά αναφορά χρονολογείται ήδη από το 36 μ.Χ. στην Κίνα. Για περισσότερα ιστορικά στοιχεία κανείς μπορεί να ανατρέξει στο [1].

Τα σωματίδια της βροχής αποτελούν τα υπολείμματα του κομήτη καθώς αυτός διέρχεται κοντά από τον Ήλιο, δηλαδή από το περιήλιο. Κάθε φορά που ο κομήτης περνάει από το περιήλιο ενισχύει με περισσότερα σωματίδια τις ήδη υπάρχουσες συγκεντρώσεις με αποτέλεσμα να ενισχύεται η δραστηριότητα της βροχής. Επιπρόσθετα η κλίση που έχει η τροχιά των σωματιδίων σε σχέση με την εκλειπτική είναι σημαντική με αποτέλεσμα να μην επηρεάζονται οι συγκεντρώσεις από τις διαταραχές των πλανητών με το πέρασμα του χρόνου. Έτσι οι συγκεντρώσεις δεν διαχέονται αρκετά με συνέπεια έντονη δραστηριότητα ακόμα και σε περιόδους που ο κομήτης είναι αρκετά μακριά από το περιήλιο. Την τελευταία φορά που βρέθηκε από το περιήλιο ο κομήτης 109P/Swift-Tuttle ήταν το 1992 που οδήγησε βέβαια σε πολύ έντονη δραστηριότητα με ZHR 400+ το 1991-1992, ενώ από τότε η δραστηριότητα περιορίζεται σε μια τιμή ZHR ~ 100 [2] (για το ZHR βλ. παρακάτω).

Ωστόσο ο πραγματικός αριθμός διαττόντων εξαρτάται και από τις συνθήκες παρατήρησης με κυρίαρχο βέβαια παράγοντα τον καιρό. Η περίοδος που είναι ενεργή η βροχή προσφέρει ένα ιδανικό σχεδόν κλίμα για την παρατήρησή τους αφού έχουμε καλοκαίρι με καθαρές νύχτες και αρκετή συνήθως ζέστη έτσι ώστε να μπορούν να πραγματοποιηθούν εύκολα παρατηρήσεις. Κάτι βέβαια που είναι σημαντικό καθώς ενεργοποιούνται πολλοί περισσότεροι παρατηρητές και με περισσότερες νύχτες διαθέσιμες, σε αντίθεση με άλλες σημαντικές βροχές όπως είναι οι Διδυμίδες τον Δεκέμβρη. Ταυτόχρονα, για την Ελλάδα το ακτινοβόλο σημείο ανατέλλει σχετικά νωρίς με αποτέλεσμα να είναι διαθέσιμες για παρατήρηση αρκετές ώρες πριν την αυγή. Υπάρχουν και μερικοί ακόμη παράγοντες που σχετίζονται με τις συνθήκες παρατήρησης, αλλά αφορούν την τεχνική οπτικής καταγραφής διαττόντων που μπορεί να βρεθεί αλλού [3].

Ένα ακόμη χαρακτηριστικό που κάνει την βροχή των Περσειδών ιδιαίτερα διάσημη και ενδιαφέρουσα είναι το γεγονός ότι οι διάττοντες είναι αρκετά φωτεινοί και με μεγάλη ταχύτητα εισόδου (~59 km/s) ενώ σε πολλές περιπτώσεις τα «ίχνη» (trains) τους διαρκούν περισσότερο από ότι συνήθως [1,2].

3. Παρατηρήσεις

Οι παρατηρήσεις πραγματοποιήθηκαν με την τεχνική της οπτικής καταγραφής διαττόντων (περισσότερες λεπτομέρειες στο [3]). Η τεχνική αυτή βασίζεται στην συνεχή παρατήρηση του ουρανού για κάποια χρονικά διαστήματα (που σχετίζονται κανονικά και με την δραστηριότητα) και σημειώνοντας τους απαραίτητους παράγοντες για τις συνθήκες παρατήρησης. Η καταγραφή ενός διάττοντα γίνεται με την σημείωση της λαμπρότητας του και την προέλευσή του.

Με αυτή την τεχνική συλλέχθηκαν από το γράφοντα στοιχεία για 624 διάττοντες συνολικά σε 27 ώρες ωφέλιμης παρατήρησης τις χρονιές 2001 – 2004. Από αυτούς για την ανάλυση στη συνέχεια χρησιμοποιούνται μόνο οι νύχτες που

συμπεριλαμβάνουν τουλάχιστον 30 Περσείδες κατά την διάρκεια της παρατήρησης, ώστε να έχουμε πιο σωστές εκτιμήσεις. Έτσι καταλήγουμε να χρησιμοποιήσουμε: 11-12/8/2001: 4,36 (ώρες) – 73 (διάττοντες), 12-13/8/2002: 1,87 – 69, 13-14/8/2002: 1,1 - 30, 12-13/8/2003: 1,64 – 35, 11-12/8/2004: 4,75 – 358.

4. Στοιχεία και Μεθοδολογία της Ανάλυσης

Από την οπτική καταγραφή διαττόντων εκτιμούμε δύο στοιχεία για κάθε διάττοντα που είναι η λαμπρότητα και η προέλευσή του. Από αυτά μπορούμε να εξάγουμε το ZHR και τον Δείκτη Πληθυσμού (ΔΠ) r, που μπορούν να καθορίσουν πλήρως την δραστηριότητα της βροχής.

Το ZHR (Zenithal Hourly Rate) είναι ο αριθμός των διαττόντων που θα βλέπει ένας παρατηρητής μέσα σε μία ώρα από μία περιοχή με αρκετά σκοτεινό ουρανό (ελάχιστη λαμπρότητα=6,5) αν το ακτινοβόλο σημείο είναι ακριβώς από πάνω. Αποτελεί βέβαια μια εξιδανίκευση αλλά είναι το μέγεθος που επιτρέπει τον άμεσο συσχετισμό διαφορετικών παρατηρήσεων τόσο με χρονική και χωρική διαφορά (διαφορετικές χρονικές περίοδοι ή/και διαφορετικοί τόποι παρατήρησης) όσο και με διαφορετικούς παρατηρητές. Μια εκτίμηση του μεγέθους μπορεί να βρεθεί μέσω του τύπου [4,5]:

$$\mathrm{ZHR} = \frac{N}{T_{eff}} \times \frac{1}{\sin(H_{rad})} \times r^{6,5-LM} \times F \quad (1)$$

όπου N είναι ο αριθμός των διαττόντων της βροχής που μας ενδιαφέρει που παρατηρούνται μέσα σε ένα ωφέλιμο χρόνο Teff (δηλαδή ο συνολικός χρόνος της περιόδου παρατήρησης μείον τον χρόνο που δεν παρατηρούμε) με το ύψος του ακτινοβόλου σημείου στην μέση της περιόδου να είναι Hrad. Ο όρος F αποτελεί ένα διορθωτικό παράγοντα που σχετίζεται με την εμπόδιση που έχει ο παρατηρητής στο πεδίο του [3]. Ο ΔΠ r υψώνεται στην διαφορά 6,5-LM, όπου LM η ελάχιστη λαμπρότητα που έχουμε στον ουρανό, δηλαδή το πιο αμυδρό άστρο που μπορούμε να δούμε. Η δομή της εξίσωσης (1) είναι τέτοια που φανερώνει ότι ο πραγματικός αριθμός διαττόντων της βροχής ανά ώρα είναι ουσιαστικά το γινόμενο αυτών που βλέπουμε σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα επί τριών παραγόντων που αποτελούν διορθώσεις ως προς το ύψος του ακτινοβόλου σημείου, την ελάχιστη λαμπρότητα και την εμπόδιση του πεδίου αντίστοιχα. Για μια εκτίμηση του σφάλματος που παρουσιάζουν οι τιμές του ZHR από την (1) χρησιμοποιείται ο τύπος [6]:

$$\Delta\mathbf{ZHR} = \frac{\mathbf{ZHR}}{\sqrt{\mathbf{1}+\mathbf{N}}} \quad (2)$$

όπου ZHR και N οι αντίστοιχες τιμές για την χρονική περίοδο που υπολογίζουμε.

Ο Δείκτης Πληθυσμού (Population Index) r είναι ένα μέγεθος που δηλώνει τον λόγο του αριθμού των διαττόντων (πάντα της βροχής που μας ενδιαφέρει να μελετήσουμε) σε δύο διαδοχικά μεγέθη, δηλαδή πόσοι περισσότεροι διάττοντες

θα φαίνονται μεγέθους m+1 από αυτούς που εμφανίζονται με μέγεθος m. Όσο πιο μεγάλος είναι ο ΔΠ τόσο πιο πολλοί διάττοντες είναι αμυδροί ενώ όσο πιο μικρός είναι ο ΔΠ τόσο πιο μεγάλος είναι ο αριθμός των φωτεινών διαττόντων. Ο ΔΠ είναι σημαντικός καθώς, όπως φαίνεται και στην (1), η εξάρτηση της δραστηριότητας είναι εκθετική ως προς τον ΔΠ. Έτσι αν έχουμε έντονη φωτορύπανση (μετράται μέσα από το μέγεθος της ελάχιστης λαμπρότητας - LM) τότε χάνουμε ένα αριθμό αμυδρών διαττόντων, που σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να είναι πολύ σημαντικός.

Γενικά ο ΔΠ μπορεί να μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας μιας βροχής, ενώ πολλές φορές έχουν βρεθεί και διαφορετικές τιμές ακόμα και για την ίδια νύχτα παρατήρησης. Ωστόσο υπάρχει μία μέση τιμή που προκύπτει από συνολικά δεδομένα και συνήθως χρησιμοποιείται στον υπολογισμό του ZHR. Στην εργασία αυτή κάνουμε μια εκτίμηση του ΔΠ. Πρώτα υπολογίζεται η μέση απόσταση από την ελάχιστη λαμπρότητα, $\overline{\Delta m}$, μέσω των κατανομών λαμπρότητας για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο [7], δηλαδή:

$$\overline{\Delta m} = \left(\sum_i N_i (m_i - LM) \right) \Big/ N_{total} \qquad (3)$$

όπου δημιουργούμε την διαφορά για κάθε τιμή της λαμπρότητας των διαττόντων που έχουμε **mi** με την ελάχιστη λαμπρότητα LM, πολλαπλασιάζοντας με τον αριθμό των διαττόντων Ni που έχουν την αυτή λαμπρότητα. Αθροίζουμε όλα τα γινόμενα και διαιρούμε με το ολικό αριθμό διαττόντων Ntotal της περιόδου. Από την τιμή $\overline{\Delta m}$ που βρίσκουμε μπορούμε να συμπεράνουμε τον ΔΠ r και το σφάλμα του Δr μέσα από έτοιμους πίνακες [7].

5. Ανάλυση Παρατηρήσεων και Συμπεράσματα

Χρησιμοποιώντας την παραπάνω μεθοδολογία επεξεργαζόμαστε τα δεδομένα που έχουμε από τις παρατηρήσεις για να καταλήξουμε στους Πίνακες 1 και 2 που περιέχουν τις τιμές για τον ΔΠ και το ZHR αντίστοιχα. Τα Διαγράμματα 1 και 2 αποτελούν τις γραφικές παραστάσεις των αντίστοιχων Πινάκων συναρτήσει ενός μεγέθους που συνδυάζει την ημερομηνία και την ώρα (η ώρα εισάγεται σαν ένα κλασματικό μέρος της μέρας).

Οι τιμές του ΔΠ που υπολογίζονται είναι, μέσα στα περιθώρια του σφάλματος, συνεπείς με την πραγματική τιμή του ΔΠ που φαίνεται να παρουσιάζουν οι Περσείδες, που είναι 2.6. Η μόνη απόκλιση παρουσιάζεται για την νύχτα 12-13/8/2001.

Οι τιμές του ZHR που υπολογίζονται πρέπει να αντιμετωπιστούν ξεχωριστά για κάθε χρονιά.

Το 2001 η επίσημη ανάλυση των παρατηρήσεων από όλο τον κόσμο από το International Meteor Organization (IMO) [8] δείχνει ότι η δραστηριότητα παρουσίασε διάφορα μέγιστα στις 12-13 με πιο σημαντικά τα 12/8/2001: 09 h UT – ZHR~85, 14 h UT – ZHR~130, 20 h UT – ZHR~105. Δυστυχώς δεν υπάρχουν προσωπικές παρατηρήσεις από την αντίστοιχη ημερομηνία παρά μόνο μία νύχτα πριν που υπολογίζεται ένα μέγιστο ZHR = 106 +/- 22 στις 12/8/2001 00 h UT.

Η απόκλιση είναι σημαντική καθώς πρόκειται για αρκετές ώρες πριν το μέγιστο όπου η δραστηριότητα είναι πιο μικρή και πολλές φορές η συμπεριφορά είναι εκθετική.

Το 2002 η αντίστοιχη μελέτη από το IMO [5] φανερώνει ένα μέγιστο με τιμή ZHR = 106 +/- 3 στις 13/8/2002 01 h UT. Οι τιμές του ZHR που βρίσκουμε από τις προσωπικές παρατηρήσεις είναι κοντά στο 70 για όλη τη διάρκεια της παρατήρησης (από 12/8/2001 21:42 UT μέχρι και 13/8/2001 00:36 UT) και κοντά στο μέγιστο, γεγονός που δείχνει ότι αναγνωρίστηκαν λιγότερες Περσείδες. Αυτό προκύπτει αφ' ενός στο ότι έχουμε δεδομένα από ένα παρατηρητή μόνο και αφ' ετέρου, αν εξετάσουμε σφάλματα για τον ένα παρατηρητή, μπορεί να χάνονταν διάττοντες λόγω κούρασης ή/και να γινόταν κάποιο λάθος στον συσχετισμό τους με το ακτινοβόλο σημείο.

Αντίστοιχα για το 2003 η δραστηριότητα των Περσειδών παρουσίασε μέγιστο πιο χαμηλό από ότι συνήθως. Από το [9] φαίνεται ότι η δραστηριότητα κορυφώθηκε κοντά στις 13/8/2003 01 h UT με ZHR = 74 +/- 7. Δυστυχώς οι τιμές που προκύπτουν από την ανάλυσή μας είναι έως και διπλάσιες από την πραγματική. Η απόκλιση αυτή είναι αρκετά μεγάλη και πέρα από τα λίγα δεδομένα που υπάρχουν για την ανάλυση ίσως οφείλεται, επιπρόσθετα, και σε κάποια συστηματικά λάθη που προκύπτουν κατά την διάρκεια της παρατήρησης.

Για το 2004 η ανάλυση από το IMO [10] φανέρωσε ότι η μέγιστη δραστηριότητα των Περσειδών πραγματοποιήθηκε στις 11/8/2004 20h:56m +/ 4m UT με ZHR = 187 +/- 7. Η ανάλυσή μας στην περίπτωση αυτή συμφωνεί πλήρως με τις τιμές αυτές καθώς υπολογίζουμε ZHR = 179 +/- 23 για τις 11/8/2004 20h:45m.

6. Σύνοψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάσαμε την βροχή των Περσειδών που μετά το τελευταίο πέρασμα του κομήτη 109P/Swift-Tuttle (πηγή Περσειδών) το 1992 η δραστηριότητά τους ενισχύθηκε και παραμένει υψηλή. Η βροχή είναι ενεργή για μεγάλο χρονικό διάστημα (σχεδόν 1,5 μήνα), με το μέγιστο να συμβαίνει στις 12-13 Αυγούστου. Η περίοδος αυτή συμπίπτει με το καλοκαίρι στην Ελλάδα, ευνοώντας τη παρατήρησή τους για αρκετές ώρες και νύχτες με πολύ καλό κλίμα. Αν συνδυάσουμε και το γεγονός ότι οι Περσείδες είναι γρήγορες και λαμπρές τότε καταλήγουμε σε ένα αποτέλεσμα που, αν μη τι άλλο, είναι θεαματικό, χωρίς να χρειάζεται κανείς να καταγράφει τους διάττοντες. Ωστόσο για όσους θέλουν να δοκιμάσουν αποτελεί μια εξαιρετική βροχή για να ξεκινήσουν να ασκούνται.

Ο γράφων παρακολουθεί την βροχή από το 2000 ανελλιπώς. Στηριζόμενος στην μεθοδολογία που παρουσιάστηκε και που ακολουθούν μέλη του International Meteor Organization επεξεργάστηκε όσες παρατηρήσεις κρίθηκαν κατάλληλες. Από αυτές εξήχθησαν ο Δείκτης Πληθυσμού και το ZHR για κάθε νύχτα παρατήρησης. Η τιμή του ΔΠ που βρέθηκε συμφωνεί απόλυτα με την γνωστή τιμή για τις Περσείδες, ενώ το ZHR παρουσιάζει διακυμάνσεις όσον αφορά την ταύτισή του με αυτά που υπολογίζονται από το IMO κάθε χρονιά. Εξαίρεση αποτελεί το 2004 για το οποίο υπάρχει απόλυτη σχεδόν συμφωνία. Η συμφωνία αυτή οφείλεται εν μέρει και στο μεγάλο όγκο δεδομένων που παρουσιάζει εκείνη η χρονιά σε σχέση με τις προηγούμενες.

Το τελευταίο αυτό στοιχείο δείχνει ότι για να βελτιώσουμε την ακρίβεια μιας ανάλυσης πρέπει να έχουμε όσο γίνεται μεγαλύτερο αριθμό παρατηρήσεων αλλά και παρατηρητών. Αυτό πραγματοποιείται με στενή συνεργασία των επαγγελματιών και ερασιτεχνών αστρονόμων του χώρου.

Παρ' όλ' αυτά, είναι εντυπωσιακό το πώς μια τόσο απλή τεχνική παρατήρησης μπορεί να κρύβει τέτοια δυναμική ενώ οι εμπειρίες που μπορεί να προσφέρει μπορούν να είναι συγκλονιστικές.

Πίνακας 1 – Τιμές του ΔΠ

Νύχτα παρατήρησης	Ημερομηνία - Ώρα	r +/- Δr
11-12/8/2001	12,0174	2,4 +/- 0,3
12-13/8/2002	13,0063	1,9 +/- 0,2
13-14/8/2002	13,9785	2,2 +/- 0,4
12-13/8/2003	13,0090	2,3 +/- 0,3
11-12/8/2004	11,9639	2,6 +/- 0,3

Πίνακας 2 - Τιμές του ZHR

Νύχτα παρατήρησης	Ημερομηνία - Ώρα	ZHR +/- ΔZHR
11-12/8/2001	11,9417	60 +/- 17
11-12/8/2001	11,9913	106 +/- 22
11-12/8/2001	12,0382	65 +/- 13
11-12/8/2001	12,0948	56 +/- 14
12-13/8/2002	12,9219	71 +/- 14
12-13/8/2002	12,9576	68 +/- 16
12-13/8/2002	13,0125	72 +/- 14
13-14/8/2002	13,9784	47 +/- 8
12-13/8/2003	12,9896	179 +/- 38
12-13/8/2003	13,0184	92 +/- 41
12-13/8/2003	13,0375	164 +/- 50
11-12/8/2004	11,8646	179 +/- 23
11-12/8/2004	11,9063	110 +/- 19
11-12/8/2004	11,9427	63 +/- 13
11-12/8/2004	12,0000	118 +/- 14
11-12/8/2004	12,0365	135 +/- 16
11-12/8/2004	12,0625	181 +/- 23

Αναφορές

[1] Gary W. Kronk's Comets & Meteor Showers – Perseids

(http://comets.amsmeteors.org/meteors/showers/perseids.html)

[2] International Meteor Organisation – Shower Calendar 2005

(http://www.imo.net/calendar/cal05.html#perseids)

[3] Π. Γεωργόπουλος - Οδηγός Οπτικής Παρατήρησης Διαττόντων

(http://www.hellas-astro.gr/article.php?id=65&topic=meteors&subtopic=)

[4] P. Brown, J. Rendtel, The Perseid Meteoroid Stream: Characterization of Recent Activity from Visual Observations, Icarus 124, p. 414 (1996)

[5] R. Arlt, A. Buchmann, Global Analysis of the 2002 Perseids, WGN (Journal of IMO) 30:6, p.232 (2002)

[6] A. Dubietis, R. Arlt, Observational characteristics of meteor showers associated with the Aquarid-Capricornid complex, WGN (Journal of IMO) 32:3, p. 69 (2004)

[7] R. Arlt, Bulletin 19 of the International Leonid Watch: Population index study of the 2002 Leonid meteors, WGN (Journal of IMO) 31:3, p. 77 (2003)

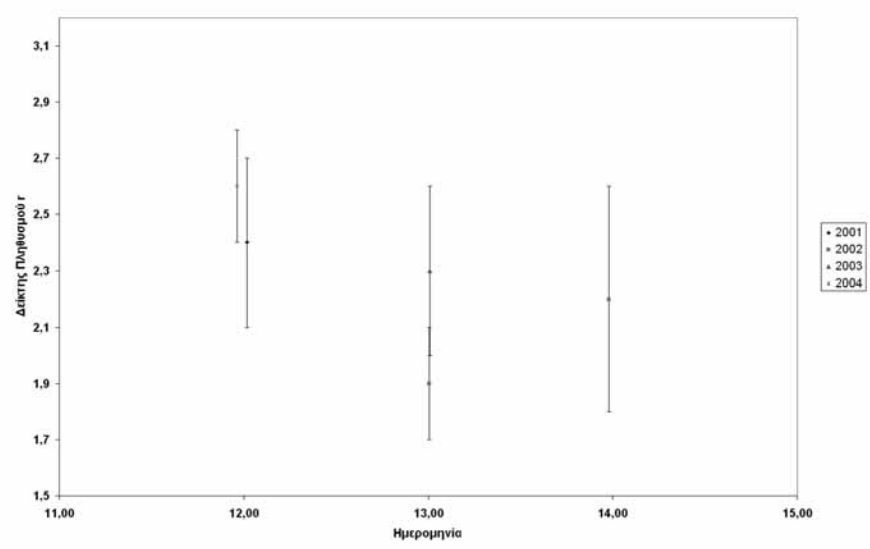
[8] International Meteor Organization – News and Forthcoming Events: Perseids 2001

(http://www.imo.net/news/news.html)

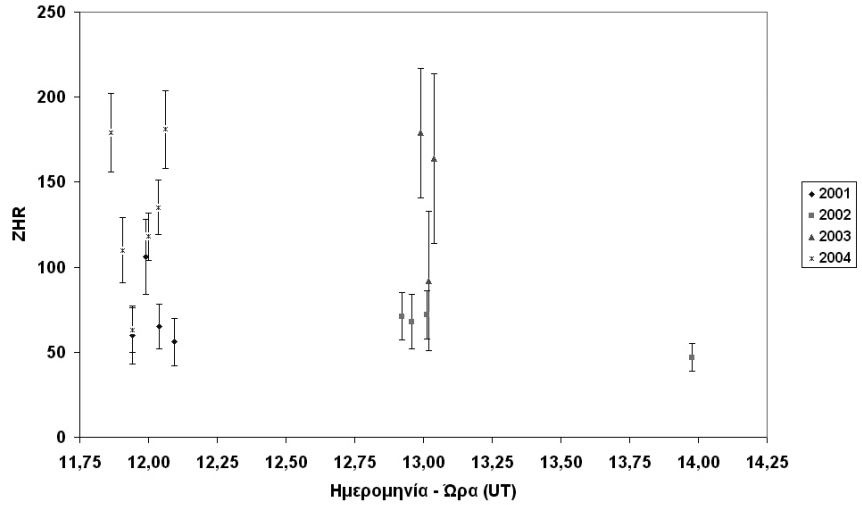
[9] A. McBeath, SPA Meteor Section Results: 2002 Perseids, WGN (Journal of IMO) 31:2, p.69 (2003)

[10] International Meteor Organization – News and Forthcoming Events: The 2004 Perseids, 4th analysis

(http://www.imo.net/news/news.html)



Διάγραμμα 1: Οι τιμές για τον Δείκτη Πληθυσμού r που προκύπτουν από τις προσωπικές παρατηρήσεις του γράφοντα τις χρονιές 2001-2004.



Διάγραμμα 2: Η κατανομή των τιμών του ZHR που προκύπτουν από τις προσωπικές παρατηρήσεις του γράφοντα τις χρονιές 2001-2004.

What Science is

Nicolas Th. Matsopoulos

There is no unanimously accepted definition for that we call “Science”. A good definition could be that proposed by Claggett1 “Science comprises, first, the orderly and systematic comprehension, description, and/or explanation of natural phenomena, and secondly, the tools necessary for that undertaking”. This definition basically describes the scientific method but says nothing about the essence of science and the motives that drive human beings to undertake such an effort.

Although all historians of science agree that the scientific approach to the natural world as we mean it today, was first developed in ancient Greece during the classical period, there were different views about the reasons that drove humans in such an undertaking. Some argued that leisure is the main reason for all intellectual activities including Science, others as Popper considered that science is a refined form of common sense and others included scientific knowledge in the basic categories of forces of production2.

Resuming, we can say that it is not clear neither what science is nor how it works within the human society.

Scientists are aware about the limitations of the scientific approach and the difficulties that common sense has to follow that we call ‘Scientific approach and Knowledge’, but they believe that science is the only valid way to our objective understanding of nature. This conviction rises by the successful application of scientific methodology to the interpretation of the natural processes and of course to technology3.

Most scientists accept that their activities are not separated from the other social activities. After all, scientists themselves belong to the human society and their points of view and acts that are consequently seriously influenced by the social framework. Thus, social, religious and political dominant ideas are involved in science despite their assets about the objectivity of scientific methodology. Many times in history scientific theories developed in order to serve political or religious purposes. The scientific community is not a close system. It is open and strongly interacts with the human society. After all, this interaction guaranties the survival of this community and the continuity of scientific research. Thus, the individual contributions are diminished and the scientific advancement should be regarded

as a result of common efforts. Under this view, science must be considered as a Social Activity4.

Some scholars called by the scientists 'the sociologists' pushed the sociological dimension of the scientific approach even further. Collins and Pinch5 state that 'scientific disputes are not settled by further experiments but by social negotiations'. This point of view claims that the scientific knowledge is not superior to other forms of knowledge and thus argues against its objectibility and reliability. This view claims that scientific knowledge is 'socially constructed' and carries with it values and preconceptions which drive the scientific methodology and fabricates the scientific view to the Cosmos.

Science, above all, is a methodology. All involved to it agree on that. At first, scientists face the facts, then measure them by using complicated and ever evolving procedures and at last they discuss the results trying to formulate viable interpretations. Facts and accurate measurements are not easily disputable. Scientific procedures are open and tested repeatedly in order to become widely accepted. Scientific models are subject to change in case that new data or new approaches emerge. Science is self-consistent and uses the same terminology and symbols worldwide establishing a common language between scientists, which enables them to communicate without misunderstandings. The scientific approach is based on common sense and it is accessible to everybody even if the scientific results sometimes contradict to common experience6.

Unfortunately, the scientific tasks are not easy at all. It takes along time for scientists to produce concrete and indisputable knowledge. In the meantime, a variety of ideas, approaches and theories are in circulation. In most times, scientists are disabled to account all the existing parameters and thus they express their limited knowledge in terms of probabilities7. This causes confusion to non-scientists.

On the other hand, public - we consider as public all people not seriously engaged into science even if they are active researchers in other disciplines- have only a «surface-level» understanding of science. They are not familiar with scientific methodology and they expect precise and concrete answers to their questions. In many cases this is not possible and it can become dangerous when we face natural disasters as earthquakes, floods and volcano eruptions. In these cases, science cannot predict accurately the sequence and the strength of the events and thus it is very difficult to persuade authorities and people to take measures against the threat8. After all, most lay persons know something about science through its most successful byproduct, technology. Machines have binary logic, they are operating or not. In the other hand the scientific success in various issues created the false idea that science can solve all human problems at all levels.

All humans are influenced by their own pre-conceived ideas and beliefs originated by the culture they live in9. Scientists suffer the same, but scientific methodology secures objective results. Thus, scientific uncertainties and disputes confuse the public that cannot realize that they must live with them in the same way they accept diversities in political and social issues. Scientific disputes promoted to public raise questions about the validity and trustworthiness of science. The public also suffers from inaccurate information provided by the mass media, caused by the selective leaking of scientific opinions during the research procedure, as happened recently

by the announcement that signs of life were found in a meteorite from Mars even if this information is not confirmed yet 2.5 years later10,11. In this case, public was convinced that life existed in Mars, because for 100 years suffered a heavy bombardment of unconfirmed information about the existence of artificial canals on the surface of Mars12 and because the announcement, although very careful, was made by one of the most respectable scientific organizations (NASA).

Last, lay people is also exposed to the influence of well organized social groups with special and particular interests which are consciously misguiding the public opinion. For example, the unconfirmed results of Dean Hamer's study13, that a particular gene causes mail homosexuality gained strong support from gay social groups. These groups supported an intensive campaign about their own social rights based on Hamer's controversial results altering the attitude of the society about them, although some of them argued that they do not need an excuse for what they are14.

Thus, the communication between public and scientists is difficult. They talk different language. Things are getting worse as time passes due to the rapid advancement of scientific knowledge in the last few decades. The public can not follow the scientific progress and the gap between them and the scientists is increasing enormously. A solution must be found. And the solution deals with education, not only the formal but also the continued education of the adults and the public. Otherwise we will soon face the human society to break in two parts. The scientists, and the others. Some speak that we are already living in a two-culture society.

In our post modern era science is becoming object and problem oriented on order to face successfully the challenges by urgent controversial scientific issues. Issues that have deep social implications. The public in developed countries shows a deep concern in such issues. Studies showed that a well-informed public faces such controversial issues in the same way scientist do. Thus, an intense effort is on the way in order to communicate science to public in order to establish a well-informed public capable to decide and conclude together with the scientists about controversial issues affecting the human society.

Collins and Pinch argued that "citizens as citizens need understand only controversial science". But how this can be achieved? Is it possible to decide without the knowledge of the scientific methodology and the limitations of the scientific approach? Obviously, not. There must be a deep understanding of science in order to have your own valuable opinion especially in controversial issues. In my country, Greece, where there is little scientific tradition we frequently suffer by "scientific controversies". The most recent examples are about the imaginary dangers by the NATO's bombardments at Cosovo and the lies from some scientists that they can predict major earthquakes15. People do not trust the officials and they judge wrong. Yes, PUS must be increased in order to face controversial issues. But is that all? Science is the most delicate, wonderful and complicated human enterprise. I do not know if we will be ever in the position to find "THE TRUTH" but I know that scientific knowledge is a base to stand on and make world - views that are closer to reality than any other religious or philosophical approaches.

It is hard for me to believe that the scientific enterprise, that changed the whole world during the last few centuries, has no concrete base. I cannot understand how

some people do not feel the need to learn about the Natural COSMOS and I cannot accept that all these marvelous efforts that expanded our understanding about microcosmos and macrocosmos and helped humans to collaborate under the most democratic procedures in order to find answers to the questions which are set by our own existence, are efforts that try to validate preexisted socially constructed ideas or efforts with no value at all. After all, Science is the only tool, even if it is imperfect, to understand the Universe and our position in it.

References

1. *Clagett, M. (1963) Greek Science in Antiquity, 2nd edn, New York, Collier-Macmillan, p.15*
2. *Goodman D., Russell C. (editors). The Rise of Scientific Europe 1500-1800. Hodder & Stoughton, 1994, p.2-3*
3. *Wolpert L. In Praise of Science. Science Today, problem or Crisis?, Routledge, London &New York, 1997, p.9*
4. *Wolpert L. In Praise of Science. Science Today, problem or Crisis?, Routledge, London &New York, 1997, p.15*
5. *Wolpert L. In Praise of Science. Science Today, problem or Crisis?, Routledge, London &New York, 1997, p.10*
6. *OU S802 course Introduction and Guide, p.11*
7. *Wolpert C. «In Praise of Science». Science Today, Routledge 1997, London, pg. 9-21*
8. *Predicting Eruptions at volcanoes. S802 Case Study, OU1998, pg. 4*
9. *Peterson D. Migitation Measures and Preparedness plans for volcanic Emergencies. S802 Case Study, OU1998,*
10. *Where's the Science in Health and Illness?. S802 Case Study, OU1998, pg. 4*
11. *The Search for Life in Mars. S802 Case Study, OU1998 pg. 5-10*
12. *Treiman A. «Microbes in a Martian Meteorite?». Sky & Telescope, April 1999, Sky Publishing Corporation, pg. 52-58*
13. *Sheehan W. «The Planet Mars» Univ. of Arizona press 1997*
14. *Hamer D.,Copeland P. «Going Public». S802 Case Study, OU1998. «Born Gay» is a Myth, Says Gay Organization. Los Angeles Times, 4-5-98, pg. A34*
15. *Various Greek Newspapers issued during the Cosovo's war and the recent big Earthquake in Athens.*

Μικρό χρονικό της διαστημικής εποχής μας οι διαστημικοί σταθμοί

Κωνσταντίνος Δ. Μαυρομμάτης
μαθηματικός
πρόεδρος της Εταιρείας Αστρονομίας και Διαστήματος

Εδώ και 50 σχεδόν χρόνια ζούμε τη διαστημική εποχή μας με ένα πλήθος από διαστημόπλοια που εκτοξεύονται σχεδόν καθημερινά για να γίνουν είτε δορυφόροι της Γης είτε τεχνητοί πλανήτες είτε να επισκεφθούν άλλα ουράνια σώματα. Ξεχωριστή θέση στα ποικίλα αυτά διαστημόπλοια κατέχουν ασφαλώς οι διαστημικοί σταθμοί. Πρόκειται για ογκώδη διαστημικά σκάφη που εκτοξεύονται από τη Γη με απώτερο σκοπό:

1. Να γίνουν δορυφόροι της.
2. Να φτάσουν στο πεδίο έλξης της Σελήνης και των πλανητών.
3. Να φύγουν έξω από το πλανητικό μας σύστημα.

Οι διαστημικοί σταθμοί χρησιμοποιούνται σαν ερευνητικά εργαστήρια, εργοστάσια κατασκευής υλικών, χώροι αποθήκευσης φορτίων, αποβάθρες ελλιμενισμού διαστημοπλοίων, βάσεις εκτόξευσης ωφελίμων φορτίων, κέντρα ελέγχου και τέλος ως κατοικία των αστροναυτών.

Από τους πρώτους διαστημικούς σταθμούς ήταν τα σοβιετικά Σαλιούτ (“Salyout”), το αμερικανικό Σκάυλαμπ (“Skylab”), και το ευρωπαϊκό διαστημικό εργαστήριο Σπέισλαμπ (Spacelab). Στους σταθμούς αυτούς μεταφέρονταν αστροναύτες και υλικό ανεφοδιασμού για την εκτέλεση ορισμένου προγράμματος και ύστερα επαναφέρονταν στη Γη. Το 1987 ο μοναδικός διαστημικός σταθμός που ήταν σε λειτουργία ήταν ο «Μιρ» (“Mir”) για όλους τους αστροναύτες ανεξάρτητα από εθνικότητα. Επειδή όμως έμεινε πολύ στο διάστημα, τελείωσε τον κύκλο της ζωής του και στις 23 Μαρτίου 2001 αφέθηκε να καταπέσει και να συντριβεί στον Ειρηνικό ωκεανό. Το έτος 1997 τέθηκε σε περιγήινη τροχιά το πρώτο τμήμα του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού, τον οποίο επισκέφτηκαν πολλοί αστροναύτες και έκαναν διάφορες επιστημονικές έρευνες.

Ας δούμε λοιπόν διεξοδικά τον καθένα από τους σταθμούς αυτούς κατά σειρά

εκτόξευσης:
Ο 1ος διαστημικός σταθμός που εκτοξεύθηκε ήταν ο «Σαλιούτ» (“Salyout”) της πρώην Σοβιετικής Ένωσης. Το μήκος του ήταν 14 μ., η διάμετρος 4,15 μ. και το βάρος του 19 τόνοι. Μπορούσε να στεγάσει δυο ή τρία άτομα για πολύμηνες περιόδους διαμονής ή μέχρι και εξαμελή πληρώματα για ολιγοήμερη διαμονή. Η χωρητικότητά τους ήταν 100 κυβικά μέτρα.
Η Σοβιετική Ένωση τοποθέτησε σε τροχιά έξι – από τους επτά – διαστημικούς σταθμούς «Σαλιούτ» από το 1971 έως το 1986. Οι σταθμοί αυτοί έθεσαν τις βάσεις για τον «Μιρ» και για το νέο Διεθνή Διαστημικό Σταθμό, που βρίσκεται σήμερα σε εξέλιξη. Μερικοί θεωρούν την επιτυχία του προγράμματος “Salyut” ισάξια με αυτήν του Διαστημικού Λεωφορείου (“Space Shuttle”) των ΗΠΑ. Το σίγουρο είναι ότι και τα δύο έχουν συντελέσει κατά πολύ στην εξάπλωση του ανθρώπου στο Διάστημα. Αν και οι επτά σταθμοί είχαν το ίδιο όνομα, καθένας ήταν εντελώς διαφορετικός.
Ο εξοπλισμός των σταθμών «Σαλιούτ» επέτρεπε τη διενέργεια επιστημονικών και τεχνολογικών ερευνών (αστρονομίας και αστροφυσικής, διαστημικής βιολογίας και ιατρικής, επιστήμης των υλικών) και δραστηριοτήτων πρακτικού ενδιαφέροντος (επισκόπηση των εδαφών και των ωκεανών, κατασκευή προϊόντων ή παραγωγή ουσιών σε κατάσταση μικροβαρύτητας). Χρησίμευαν επίσης ως δοκιμαστήρια για την τελειοποίηση όλων των αναγκαίων για την ανάπτυξη διαστημικών βάσεων τεχνικών μεθόδων.
Ήταν κατασκευασμένοι και κατάλληλα εξοπλισμένοι για να διεξάγουν εκτεταμένες αποστολές επιστημονικής ή επανδρωμένης στρατιωτικής αναγνώρισης σε γήινη τροχιά. Οι «Σαλιούτ» φιλοξένησαν κατά καιρούς τους κοσμοναύτες των διαστημοπλοίων από το «Σογιούζ – 11» μέχρι το «Σογιούζ – 40». Όλα τα πληρώματα αυτά ήταν δύο ατόμων, εκτός από το πρώτο που είχε τριμελές πλήρωμα, αλλά είχε τραγική κατάληξη, διότι οι τρεις κοσμοναύτες σκοτώθηκαν κατά την επιστροφή στη διάρκεια της προσγείωσης.
Όταν ένας «Σαλιούτ» έφθανε στο τέλος της αποστολής του και εγκαταλειπόταν, οι Σοβιετικοί προκαλούσαν την έκρηξή του, για να μην επιβραδυνθεί στα πυκνότερα στρώματα της ατμόσφαιρας και πέσει σαν ένα σώμα σε κάποια κατοικημένη περιοχή με καταστρεπτικές συνέπειες. Με τον τρόπο αυτό οι διαστημικοί σταθμοί διαλύθηκαν σε περίπου 20 κομμάτια ο καθένας.
Ο «Σαλιούτ – 1» εκτοξεύθηκε στις 23.4.1971 και τέσσερις μέρες αργότερα «άραξε» κοντά του το διαστημόπλοιο «Σογιούζ – 10» με τους αστροναύτες Β. Σατάλοφ, Α. Γελισέγιεφ και Ν Ρουκαβίσνικοφ. Δυο μέρες μετά την προσέγγιση και τον πολύωρο έλεγχο του μηχανισμού σύνδεσης, το διαστημόπλοιο απομακρύνθηκε από το σταθμό και επέστρεψε επιτυχώς στη Γη. Στις 11.10.1971, καθώς το «Σαλιούτ – 1» είχε συμπληρώσει 175 ημέρες σε τροχιά, το Σοβιετικό κέντρο ελέγχου το έστριψε και πυροδότησε τη μηχανή ελιγμών του για να το επιβραδύνει. Αυτό ανάγκασε το σκάφος να χάσει ύψος και να καταστραφεί στην ατμόσφαιρα πάνω από το Ειρηνικό ωκεανό.
Ο «Σαλιούτ – 4» εκτοξεύθηκε στις 26.12.1974 και το 1ο πλήρωμα που επιβιβάστηκε στο διαστημικό σταθμό παρέμεινε εκεί για ένα μήνα. Επρόκειτο για το «Σογιούζ – 17» το οποίο εκτοξεύθηκε στις 11.1.1975 με πλήρωμα τους: Γκουμπάρεφ, Αλεξέι και Γκρέτσκο και παρέμεινε στο διάστημα επί 29 ημ. και 13 ώ. Ύστερα από 3 αποστολές, το Φεβρουάριο του 1977, προγραμματίσθηκε η πτώση του σταθμού

στον Ειρηνικό ωκεανό.
Ο «Σαλιούτ - 7» ήταν τελειότερο όλων των προηγουμένων και εκτοξεύτηκε στις 19.4.1982. Είχε μήκος 15 μ. μέγιστη διάμετρο 4,15 μ. και βάρος 19,6 τόνοι. Είχε σημεία πρόσδεσης και στα δυο άκρα του. Δίπλα στο καθένα από αυτά υπάρχει αεροστεγής χώρος που ονομάζεται τμήμα επικοινωνίας και που συνδέει το σταθμό με το φιλοξενούμενο διαστημόπλοιο. Αυτόματα διαστημόπλοια – τα «Πρόγκρες» ή και επανδρωμένα φέρνουν νέα πληρώματα και εφόδια στο «Σαλιούτ – 7». Την ενέργειά του αντλεί από τα ηλιακά κύτταρα που είναι έξω από το κύριο σώμα, χωρισμένα σε πολλά τμήματα. Στο διαστημικό σταθμό «Σαλιούτ – 7» παρέμειναν το 1982 τρεις αστροναύτες για 212 ημέρες και κατέρριψαν όλα τα προηγούμενα ρεκόρ.
Τον Οκτώβριο του 1984 συνέβη κάτι εντυπωσιακό. Χάθηκε κάθε επαφή μαζί του. Ο σταθμός ήταν νεκρός, ακυβέρνητος στο χάος και άρχισε να πέφτει σε μια αργή και επιβραδυνόμενη τροχιά. Αν και την περίοδο εκείνη δεν ήταν επανδρωμένος, οι Σοβιετικοί ανησύχησαν πολύ. Τον Ιούνιο του 1985 δυο παράτολμοι κοσμοναύτες, ο Βλαδίμηρος Τζανιμπέκοφ (Vladimir Czhanibekov), ο άνθρωπος με τα ατσάλινα χέρια, όπως χαρακτηριστικά τον αποκαλούσαν, με τέσσερις αποστολές στο διάστημα και ο συνάδελφός του Βίκτορ Σαβίνικ (Victor Savinykh) επιβιβάστηκαν στο «Σογιούζ Τ – 13». Αφού πλησίασαν τον «Σαλιούτ – 7», με πολλούς ελιγμούς κατάφεραν να συνδεθούν μαζί του. Ύστερα μπήκαν μέσα σ' αυτόν φορώντας τις μάσκες τους. Τα πάντα ήταν παγωμένα από το κρύο. Το νερό στις δεξαμενές είχε γίνει πάγος. Το πρώτο που προσπάθησαν ήταν να θέσουν σε λειτουργία τους συσσωρευτές. Και πραγματικά οι 6 από τους 8 συσσωρευτές άρχισαν να φορτίζονται και αμέσως όλα άρχισαν να κινούνται. Τα φώτα άναψαν και οι εξαεριστήρες άρχισαν να βομβούν. Μετά από 15 ημέρες έφτασε στο σταθμό το φορτηγό – διαστημόπλοιο «Πρόοδος» ("Progres") και έφερε ανεφοδιασμό: Τρόφιμα, νερό κ.λπ. Έτσι ο σταθμός αναστήθηκε.
Το τελευταίο πλήρωμα του διαστημικού σταθμού «Σαλιούτ - 7», το 1985, ήταν ο Ντζνιμπέκωφ και Σαβίνικ, οι οποίοι με την ανάσα τους και τα κορμιά τους ζεσταίνανε το νεκρό σταθμό, όταν οι περισσότεροι δεν είχαν την ελπίδα να ξαναρχίσουν στο «Σαλιούτ – 7» μετά την αβαρία, όπως σημειώνει ο ρωσοπόντιος κοσμοναύτης Γιουρτσίχιν Θεόδωρος.
Τελικά το «Σαλιούτ – 7» κατοικήθηκε από τις 13.5.1982 έως τις 25.6.1986.
Ο 2ος διαστημικός σταθμός ήταν των ΗΠΑ και ονομάστηκε Σκάιλαμπ (Skylab) (= Sky laboratory = Ουράνιο εργαστήριο). Ήταν ένα ιπτάμενο αστρονομικό εργαστήριο που εκτοξεύτηκε στις 14.5.1973 από το ακρωτήριο Κένεντυ και αποτελούσε στην ουσία τον τρίτο όροφο του πυραύλου «Κρόνος - 5». Ο συνολικός ωφέλιμος χώρος του ήταν 368 κυβικά μέτρα και μπορούσε να φιλοξενήσει 3μελές πλήρωμα. Το συνολικό βάρος του ήταν 77 τόνοι και το μήκος του 25 μ. Τα «φτερά» του είχαν άνοιγμα 30 τετραγωνικά μέτρα και το σκάφος βρισκόταν σε ύψος περιγείου 434 χλμ. και ύψος απογείου 437 χλμ.
Ειδικότερα το Σκάιλαμπ αποτελούνταν από τα επόμενα 4 διαφορετικά τμήματα:

1. Το Τροχιακό Εργαστήριο (OWS = Orbital Work – Shop).
2. Το Τμήμα Στεγανού Αεροθαλάμου (Airlock Module).
3. Το Προσαρμογέα Πολλαπλού Ελλιμενισμού (MDA = Multiple Docking Adapter).

4. Τη Βάση Τηλεσκοπίων «Απόλλων», που αποτελούνταν από ένα διαστημόπλοιο «Απόλλων», το οποίο είχε διαμορφωθεί σε ένα τροχιακό αστεροσκοπείο.

Στις 25.5.1973, μόλις 11 ημέρες αργότερα, εκτοξεύτηκε το πρώτο τριμελές πλήρωμα, που αποτελούνταν από τους αστροναύτες Τσαρλς Κόνραντ (Charles Conrad), Τζόζεφ Κέργουιν (Joseph Kerwin) και Πολ Βάιτζ (Paul Weitz), που πρώτα – πρώτα ανέλαβαν να επιδιορθώσουν μερικές ζημιές που παρατηρήθηκαν κατά την αρχική λειτουργία του Σκάιλαμπ. Να απλώσουν δηλ. μια πρόχειρη αντιθερμική ασπίδα, επιτυγχάνοντας να κατεβάσουν τη θερμοκρασία στο εσωτερικό του σταθμού σε ανεκτά επίπεδα. Η αποστολή παρέμεινε στο σταθμό 27 ημέρες 6 ώρες και 48 λεπτά και επέστρεψε στη Γη στις 22 Ιουνίου 1973.

Το δεύτερο 3μελές πλήρωμα που επισκέφτηκε το Σκάιλαμπ αποτελούνταν από τους: Άλαν Μπην (Alan Bean), Όουεν Γκάριοτ (Owen Garriott) και Τζακ Λούζμα (Jack Lousma). Εκτοξεύτηκε στις 28.7.1973 με ένα διαστημόπλοιο «Απόλλων» και διενήργησε πειράματα βιολογίας διαστημικής ιατρικής και αστροφυσικής. Επέστρεψε στη Γη στις 25.9.1973.

Το τρίτο και τελευταίο πλήρωμα εκτοξεύτηκε στις 17.11.1973 και επέστρεψε στη Γη στις 8.2.1974 έχοντας παραμείνει στο διάστημα 84 ημ. 12 ώ. 32 λ. και 12 δ.

Κατά τη διάρκεια των αποστολών μελετήθηκαν οι επιδράσεις της μικροβαρύτητας στο ανθρώπινο σώμα και έγιναν εκτεταμένες παρατηρήσεις του Ήλιου στις ακτίνες Χ και στο υπεριώδες. Επίσης, ο κομήτης Kohutek έγινε αντικείμενο παρατηρήσεων. Τέλος, γύρω στις 46.000 φωτογραφίες και 73 χιλιόμετρα μαγνητικών ταινιών με γήινες παρατηρήσεις επιστράφηκαν στη Γη.

Ο 3ος διαστημικός σταθμός ήταν ο Ευρωπαϊκός «Σπέισλαμπ» (“Spacelab”) της Ευρωπαϊκής Διαστημικής Εταιρείας (ESA) που τέθηκε σε τροχιά με τη συνεργασία της NASA στις 28.11.1983 με την 6η αποστολή του διαστημικού λεωφορείου «Κολούμπια». Κατασκευάστηκε από ένα κονσόρτσιουμ εννέα ευρωπαϊκών κρατών και χρησιμοποιούσε ένα συνδυασμό τριών τμημάτων, από τα οποία το ένα έχει τη δυνατότητα διατήρησης της ζωής, ενώ τα άλλα δύο φέρουν τα όργανα. Επρόκειτο για ένα εργαστήριο, στο οποίο εκτελούνταν σχεδόν κάθε είδους πειράματα σε συνθήκες έλλειψης βαρύτητας. Το κόστος του έφθασε το 1 δισ. δολάρια. Χρηματοδοτήθηκε δε, σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε εξ ολοκλήρου στην Ευρώπη.

Το «Σπέισλαμπ» αποτελούνταν από έναν θάλαμο υπό πίεση, όπου οι ειδικοί φορτίου μπορούσαν να εργάζονται χωρίς τις διαστημικές τους στολές και από μη συμπιεζόμενα τμήματα, τα οποία ήταν εκτεθειμένα στο διάστημα. Πειράματα εκτελούνταν σε συγκεκριμένα «ράφια» του θαλάμου σε συνθήκες γήινης ατμόσφαιρας.

Κατά τη διάρκεια των 14ων πρώτων χρόνων της λειτουργίας του το επισκέφτηκαν 24 αποστολές αστροναυτών.

Το «Σπέισλαμπ – 3» εκτοξεύθηκε στις 29.4.1985 με τη βοήθεια της 7ης αποστολής του «Τσάλεντζερ». Ήταν η πρώτη λειτουργική πτήση “D – 1” του διαστημικού αυτού εργαστηρίου. Κατά την πτήση αυτή ο Όκελς δοκίμασε την εκπαίδευσή του στο όργανο “Sled” της ESA, το οποίο αναπτύχθηκε για έρευνα της φυσιολογίας στο διάστημα.

Το «Σπέισλαμπ Ι» (“SLS - Ι”) εκτοξεύθηκε στις 5.6.1991 με την αποστολή “STS – 40” του «Κολούμπια». Ανάμεσα στο πολυμελές πλήρωμα της αποστολής αυτής

ήταν και ο διαστημικός γιατρός Τζαίημς Βαγιάν, ο οποίος μέσα στο Διαστημικό Εργαστήριο έκανε πολλά διαστημικά ιατρικά πειράματα.
Στη συνέχεια εκτοξεύθηκαν και άλλοι διαστημικοί σταθμοί τύπου «Σπέισλαμπ» μέχρι τον Ιούνιο του 1996.
Ο 4ος διαστημικός σταθμός ήταν ο Σοβιετικός «Μιρ» ("Mir" = Ειρήνη). Εκτοξεύθηκε στις 20.2.1986 από το διαστημικό κέντρο Μπαϊκονούρ του Καζακστάν και αντικατέστησε τον προηγούμενο διαστημικό σταθμό «Σαλιούτ». Η εκτόξευση έγινε με το γιγαντιαίο πύραυλο «Πρότον» και η τροχιά, στην οποία εγκαταστάθηκε βρισκόταν σε ύψος 324 – 352 χλμ. πάνω από τη Γη. Είχε μήκος 13,2 μ., πλάτος 4,2 μ., βάρος 21 τόνους, ενώ οι ηλιακές κυψέλες του είχαν άνοιγμα 29,90 μ. και συνολική επιφάνεια 76 τετραγωνικών μέτρων. Αποτελούνταν από δυο μεγάλα διαμερίσματα εργασίας, καθώς και έναν χώρο αποθήκευσης, εφοδιασμού και τροφοδοσίας, που χωρίζεται από τα προηγούμενα με ένα θάλαμο αποσυμπίεσης. Με το «Μιρ» μπορούσαν να συνδεθούν ταυτόχρονα ακόμη και 6 διαστημικά οχήματα, ενώ στον «Σαλιούτ» μόνο δύο.
Ο αρχικός σχεδιασμός του ήταν τέτοιος ώστε να δέχεται τη μόνιμη εγκατάσταση 2 έως 4ων κοσμοναυτών, ενώ παράλληλα να έχει τη δυνατότητα να φιλοξενεί μέχρι 6 άτομα. Ο χώρος μέσα ήταν αρκετά άνετος, αφού διέθετε ατομικές καμπίνες για 2 κοσμοναύτες, με τραπέζι, πολυθρόνα, υπνόσακο, φινιστρίνι και σφαιρικό νιπτήρα. Κοινόχρηστη ήταν μόνο η κουζίνα και η τουαλέτα, ενώ υπήρχε ντους και ένα γυμναστήριο με κυλιόμενο τάπητα, καθώς και εργομετρικό ποδήλατο για φυσική άσκηση.
Για πρώτη φορά στις 15.3.1986, κατοικήθηκε από τους κοσμοναύτες Λονίντ Κιζίμη και Βλαντιμίρ Σολόβιεφ, που μεταφέρθηκαν στο διάστημα με ένα «Σογιούζ Τ - 15». Μετά το τέλος του ψυχρού πολέμου, ο κοσμοναύτης Σεργκέι Κρικαλώφ, που βρισκόταν στο διαστημικό σταθμό για 313 ημέρες, ως αξιωματικός της Σοβιετικής Ένωσης, μετά τη διάλυσή της, βρέθηκε ξαφνικά χωρίς εθνικότητα και παρέμεινε «ξεχασμένος» εκεί, να γυρίζει γύρω από τη Γη, ως την επιστροφή του στο κοσμοδρόμιο Μπαϊκονούρ στις 25.3.1992.
Το ρεκόρ παραμονής στο διάστημα έκανε ο αστροναύτης Σεργκέι Αβντέγιεφ, που έζησε κατά διαστήματα στο «Μιρ» 748 ημέρες και αμέσως μετά ο Βαλερί Πολιακώφ (Polyakov) που έμεινε στον ίδιο σταθμό 438 ημέρες και επέστρεψε στη Γη στις 22.3.1995.
Το κύκνειο άσμα του διαστημικού σταθμού «Μιρ», ακούστηκε την Παρασκευή, 23 Μαρτίου 2001, στις 8 το πρωί. Τότε ήταν που τερμάτισε την πτήση του, σύμφωνα με το κέντρο ελέγχου «Κορολιώφ», έξω από τη Μόσχα, το οποίο συμπλήρωσε ότι τα θραύσματά του κάηκαν στην ατμόσφαιρα ή έπεσαν στη θάλασσα του Ειρηνικού Ωκεανού, περίπου 3.500 χιλιόμετρα ανατολικά από το νοτιότερο άκρο της Νέας Ζηλανδίας.
Ο Ρώσος κοσμοναύτης Σεργκέι Αβντέγιεφ, όταν πληροφορήθηκε το γεγονός δάκρυσε και είπε: Δεν μπορώ να μην πονώ όταν καταστρέφεται το μέρος όπου έζησα πάνω από δυο χρόνια. Συνολικά στο «Μιρ» έζησαν για μικρό ή μεγαλύτερο χρόνο 105 κοσμοναύτες από 13 διαφορετικές χώρες του κόσμου, αλλά στη συντριπτική πλειοψηφία τους Ρώσοι.
Ο σταθμός Μιρ αποτέλεσε ένα λειτουργικό τροχιακό επιστημονικό επίτευγμα μεγάλης αξίας και έθεσε τις βάσεις για διεθνή συνεργασία στην εξερεύνηση του διαστήματος. Κατά τη διάρκεια της 15ετούς περιπλάνησής του, στα εργαστήρια

του διαστημοπλοίου αυτού πραγματοποιήθηκαν τουλάχιστον 20.000 πειράματα που κάλυπταν διάφορους τομείς έρευνας, όπως ιατρική, τηλεπισκόπηση, βιοτεχνολογία, αστρονομία, φυσική, χημεία κ.ά.

Ο 5ος διαστημικός σταθμός είναι ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός (ISS = International Space Station) ή «Νέα Σελήνη». Άρχισε να συναρμολογείται στο διαστημικό χώρο γύρω από τη Γη το 1997, με διεθνή συνεργασία πολλών χωρών. Συγκεκριμένα συμμετέχουν οι χώρες: Ηνωμένες Πολιτείες, Ιαπωνία, Ευρωπαϊκή Διαστημική Υπηρεσία (ESA), Καναδάς και Ρωσία, ενώ αργότερα προστέθηκε η Βραζιλία και άλλες χώρες. Ονομάστηκε «Νέα Σελήνη» επειδή είναι πολύ λαμπρός και είχε σχεδιαστεί να είναι έτοιμος το 2004. Άρχισε να στήνεται σε ύψος 400 χιλιομέτρων περίπου, με συνολικό βάρος 420 τόνων, πλήρωμα 6 ατόμων, εργαστηριακά τμήματα 7, τμήματα ενδιαίτησης 2, τμήματα ελέγχου διαχείρισης 2, μήκος 110 μ. και πλάτος 75 μ.

Ήδη το 1998 εργάζονταν για το Διεθνή Διαστημικό σταθμό πάνω από 100.000 άτομα από 16 κράτη της υφηλίου. Αυτός ο διαστημικός σταθμός θα μας δώσει πολλές πλέον δυνατότητες για τα ταξίδια σε άλλους πλανήτες, γιατί προς τα εκεί πλέον στρέφεται το ενδιαφέρον της αστρονομίας. Να στείλουμε δηλ. επανδρωμένα διαστημόπλοια στον Άρη για την ανίχνευση ζωής κάτω από τους πάγους ή στους δορυφόρους του Δία, την Ευρώπη, το Γανυμήδη κ.λπ. Αυτά υπολογίζεται ότι θα αρχίσουν να γίνονται πραγματικότητα μετά το 2020.

Θα χρειαστούν πάνω από 45 πτήσεις και εργασίες διάρκειας άνω των πέντε ετών, καθώς και τρία διαφορετικά διαστημικά οχήματα (το Space Shuttle, το Soyuz και το Proton) για την αποπεράτωσή του. Θα αποτελείται πάνω από 100 διαφορετικές μονάδες και για τη συναρμολόγησή του θα απαιτηθούν πολλοί διαστημικοί «περίπατοι» και εξελιγμένοι ρομποτικοί βραχίονες.

Στις 20.11.1998 εκτοξεύθηκε το πρώτο τμήμα ονομαζόμενο "Zarya" με τη βοήθεια πυραύλου «Προτόν» της Ρωσίας από το κοσμοδρόμιο Μπαϊκονούρ του Καζακστάν. Ακολούθησε η αμερικανική μονάδα "Unity" στις 4.12.1998 και τα δυο αυτά τμήματά του ενώθηκαν σε τροχιά.

Στις 4.12.1998 εκτοξεύεται το «Εντέβορ» ("STS – 88") με σκοπό το πλήρωμά του να αρχίσει τη συναρμολόγηση του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού. Με την αποστολή "STS – 96" του «Ντισκάβερυ», που άρχισε στις 27.5.1999 και τελείωσε στις 6.6.1999 μεταφέρθηκαν καινούργια τμήματα, τα οποία συνδέθηκαν στο Διεθνή Διαστημικό σταθμό.

Η τρίτη μονάδα "Zvezda", έφτασε αρκετά καθυστερημένα στις 12.6.2000. Στις μονάδες αυτές προστέθηκε αργότερα ένα εργαστήριο, ένας ρομποτικός βραχίονας, ένα αεροστεγές δωμάτιο, ηλιακά πάνελ και διαμερίσματα διαβίωσης.

Το 1ο πλήρωμα ξεκίνησε τον Οκτώβριο του 2000 από το Μπαϊκονούρ με δυο Ρώσους τους Σεργκέι Κρικάλεφ (Sergei Krikalev) και Γιούρι Γκιντζένκο (Yuri Gidzenko), και έναν Αμερικανό τον Γουίλιαμ Σέπαρντ (William Shephard). Παρέμειναν στο σταθμό για 4,5 μήνες, πριν αντικατασταθούν από ένα άλλο τριμελές πλήρωμα. Ακολούθησαν διάφορες άλλες αποστολές, κυρίως των διαστημικών λεωφορείων, οι οποίες βοήθησαν σημαντικά το πρώτο αυτό πλήρωμα στις διάφορες εργασίες του, ενώ μετέφεραν και άλλες μονάδες στο σταθμό.

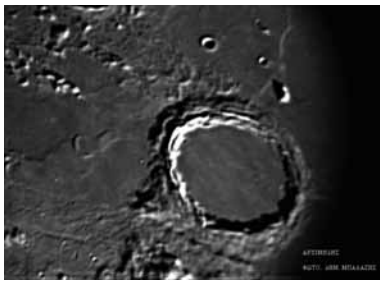
Από το 2001 άρχισε να φαίνεται στον ουρανό ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός σαν ένα αστέρι 1ου μεγέθους, σαν το Λαμπαδία, του αστερισμού του Ταύρου, να κάνει μιάμιση ώρα η κάθε περιφορά του γύρω από τη Γη.

Το 20 πλήρωμα άρχισε την αποστολή του "STS – 102" με το «Ντισκάβερυ» στις 8.3.2001, ενώ άλλες επανδρωμένες αποστολές διαστημικών λεωφορείων μετέφεραν στο σταθμό διάφορα εξαρτήματα.
Τον Αύγουστο του 2003 εκτοξεύτηκε το μη επανδρωμένο διαστημόπλοιο «Πρόοδος Μ – 48» φορτωμένο με προμήθειες για τα μέλη του πληρώματος του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού. Μετέφερε δυο τόνους νερό, οξυγόνο, τρόφιμα και εξοπλισμό, καθώς και προσωπικά αντικείμενα για τους δυο αστροναύτες Έντουαρντ Λου και Γιούρι Μαλετσένκο
Το 80 πλήρωμα. εκτοξεύτηκε στις 18.10.2003 με το διαστημόπλοιο «Σογιούζ ΤΜΑ – 3», από το κοσμοδρόμιο Μπαϊκονούρ του Καζακστάν και αποτελούνταν από τον Ισπανό Πέδρο Ντούκε, τον Αμερικανό Μάικ Φόουλ και το Ρώσο Αλεξάντρ Κάλερι. Από αυτούς ο μεν πρώτος παρέμεινε στο σταθμό επί 8 ημέρες οι δε άλλοι δύο αποτέλεσαν μέλη του μονίμου πληρώματος του Σταθμού μέχρι τον Απρίλιο 2004 και αντικατέστησαν έτσι τον αμερικανό Έντουαρντ Λου και το Ρώσο Γιούρι Μαλετσένκο, οι οποίοι επανήλθαν στη Γη.
Το 100 πλήρωμα ήρθε στο σταθμό τον Οκτώβριο του 2004 και αποτελούνταν από το Ρώσο Σαλιζχάν Σαρίποφ και τον αμερικανό Λιρόι Τσιάο, οι οποίοι αντικατέστησαν άλλους αστροναύτες. Επειδή όμως τελείωναν τα εφόδιά τους στις 24.12.2004 ένα μεταφορικό σκάφος «Πρόοδος» τους έφερε τρόφιμα, νερό κ.λπ. χρειώδη, αλλά και νέο επιστημονικό εξοπλισμό που χρησιμοποιείται σε διάφορα πειράματα, όπως επίσης και χριστουγεννιάτικα δώρα από τα μέλη των οικογενειών τους.
Το να ζεις στο Διεθνή Διαστημικό Σταθμό είναι μια φοβερή εμπειρία. Ένας επισκέπτης το περιέγραψε ως «ένα νησί στον ουρανό, που είναι ένα τελείως διαφορετικό μέρος. Έχει διαφορετικούς κανόνες, δεν μοιάζει με τίποτε που έχω δει ή έχω ποτέ ονειρευτεί. Πράγματα πετούν, σκαρφαλώνεις κάτω από κατασκευές, όπως μια αράχνη κάτω από υδρορροή, είναι ένα μαγικό μέρος».
Δεν είναι παράξενο το γεγονός ότι ο εξοπλισμός του σταθμού συχνά παρουσιάζει βλάβες. Αυτός άλλωστε είναι και ο λόγος για τον οποίο στο σταθμό υπάρχουν εφεδρικά συστήματα και ανταλλακτικά. Σήμερα όμως (2004) που ο σταθμός ολοκληρώνει 4 χρόνια αδιάλειπτης λειτουργίας τα σημάδια της παρατεταμένης φθοράς έχουν αρχίσει να είναι εμφανή. Τους τελευταίους μήνες οι αστροναύτες χρειάστηκε να επιδιορθώσουν συστήματα ζωτικής σημασίας, όπως διαστημικές στολές, όργανα άσκησης, μια συσκευή παραγωγής οξυγόνου κ.λπ. Το 2002 ένα γυροσκόπιο έπαθε βλάβη, η οποία επιδιορθώθηκε τον Ιούλιο του 2004. Είναι γνωστό ότι τα 4 γυροσκόπια του Σταθμού που ζυγίζουν 272 κιλά χρησιμεύουν για να ελέγχουν τον προσανατολισμό του.

ΟΙ ΠΛΑΝΗΤΕΣ ΜΕ ΜΙΑ ΒΙΝΤΕΟΚΑΜΕΡΑ

ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΜΠΑΛΑΣΗΣ
Ελληνική Αστρονομική Ένωση

ΕΙΣΑΓΩΓΗ



Τα τελευταία χρόνια, στην αστροφωτογραφία και στην φωτογραφία γενικά, έχει γίνει μία επανάσταση με την χρήση ψηφιακών μέσων. Ελάχιστοι πλέον ρομαντικοί φωτογραφίζουν με φιλμ. Οι αστροφωτογράφοι έχουν τώρα στα χέρια τους πολλά εργαλεία ψηφιακής απεικόνισης και επεξεργασίας της εικόνας. Άλλα από αυτά ακριβά και άλλα φθηνά. Ειδικά κάποια από τα προγράμματα επεξεργασίας της εικόνας διατίθενται δωρεάν.

Οι προκλήσεις λοιπόν και οι δυνατότητες σήμερα, για κάποιον που θέλει να ασχοληθεί με την αστροφωτογραφία, είναι πολύ μεγάλες. Ο χρόνος και οι γνώσεις που απαιτούνται για την χρήση των ψηφιακών μέσων σε συνδυασμό με τις μεγάλες δυνατότητες των ερασιτεχνικών τηλεσκοπίων κάνουν την αστροφωτογραφία ένα παιχνίδι στα χέρια των έμπειρων αλλά και των αρχάριων αστροφωτογράφων.

Ενώ όμως, παλαιότερα το φιλμ και μετέπειτα οι CCD κάμερες είχαν στην αστροφωτογραφία μακράς έκθεσης τον πρωτεύοντα ρόλο, για την απεικόνιση των πλανητών και της Σελήνης τα αποτελέσματα ήταν μάλλον φτωχά. Η αιτία του προβλήματος ήταν οι διαταραχές της ατμόσφαιρας της Γης. Όσο τέλειο και αν είναι το seeing η εικόνα του πλανήτη και της Σελήνης θα έχει θολώσει ύστερα από έκθεση λίγων δευτερολέπτων. Εκθέσεις πάλι υποπολλαπλάσιες του δευτερολέπτου δίνουν καθαρότερα μεν είδωλα αλλά φτωχά σε λεπτομέρεια και ανάλυση.

Σχετικά πρόσφατα λοιπόν την λύση στο πρόβλημα της απεικόνισης των πλανητών

δίνουν οι λήψεις βίντεο. Αυτές οι λήψεις μπορεί να γίνουν με τις εξής κάμερες:

1. Κοινές βιντεοκάμερες (Hi 8, digital)
2. Βιντεοκάμερες επώνυμων αστρονομικών εταιρειών
3. Web κάμερες

Όλες οι πιο πάνω κάμερες δουλεύουν με τον ίδιο περίπου τρόπο. Οι κοινές βιντεοκάμερες τοποθετούνται μπροστά από τον προσοφθάλμιο φακό (afocal) ενώ οι βιντεοκάμερες των επώνυμων αστρονομικών εταιρειών και οι web κάμερες στην θέση του προσοφθαλμίου, αντικαθιστώντας αυτόν.



Μετά την τοποθέτηση της κάμερας στο τηλεσκόπιο , γίνεται η λήψη μικρών βίντεο των πλανητών και σε συνέχεια μεταφορά των βίντεο σε ένα ηλεκτρονικό υπολογιστή. Κάθε βίντεο περιέχει από μερικές δεκάδες μέχρι δύο- τρεις χιλιάδες καρέ.

Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής με ειδικά προγράμματα κάνει stacking (στοίβαξη) των καρέ με αποτέλεσμα να έχουμε μία μόνο εικόνα , πολύ βελτιωμένη, του πλανήτη. Η τελική εικόνα υπερέχει κατά πολύ των εικόνων του φιλμ και είναι εφάμιλλη ,και ίσως καλύτερη ,της εικόνας από μια CCD κάμερα.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

- Τηλεσκόπιο 10" Schmidt – Cassegrain με ισημερινή έδραση και οδήγηση.
- Διάφοροι προσοφθάλμιοι φακοί
- Βιντεοκάμερα digital 8 (ένα πιο βελτιωμένο μοντέλο τής κάμερας Hi 8)
- Φωτογραφικός τρίποδας με γραναζωτή κεφαλή.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΙ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΛΗΨΕΩΝ

Είναι πολύ σημαντικό, όπως και σε κάθε αστροφωτογραφία άλλωστε, το τηλεσκόπιο να έχει καλή πολική ευθυγράμμιση και οδήγηση. Είναι επίσης σημαντικό , το τηλεσκόπιο να έχει κρυώσει αρκετά.

Για το συγκεκριμένο τηλεσκόπιο απαιτείται 1-1,5 ώρα τουλάχιστον. Αυτό είναι απαραίτητο διότι οι θερμικές αναταράξεις λίγο επάνω από το πρωτεύον κάτοπτρο επηρεάζουν το είδωλο του πλανήτη και ειδικά στα μεγάλα zoom της κάμερας.

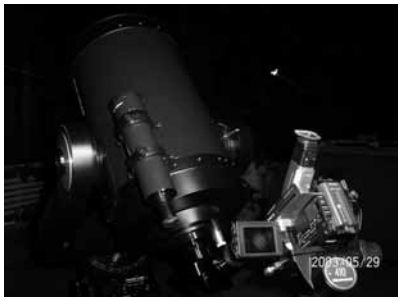
Δύο σπουδαίες παράμετροι για την λήψη των πλανητών είναι η θέση τους σε σχέση με τον ορίζοντα και το seeing. Όταν ο πλανήτης είναι χαμηλά στον ορίζοντα και δεν μας πιέζει ο χρόνος (έκλειψη ή άλλο σημαντικό φαινόμενο)



πρέπει να περιμένουμε να ανέβει ψηλότερα ή όταν είναι στην δύση του να τον βιντεοσκοπούμε στο ψηλότερο σημείο πριν αρχίσει να κατεβαίνει. Αυτό πρέπει να το λαμβάνουμε υπ΄ όψη μας οπωσδήποτε για τους εσωτερικούς πλανήτες (Ερμής, Αφροδίτη) και για τους εξωτερικούς, ειδικά όταν είναι χρονικά μακριά από την αντίθεσή τους.
Το seeing έχει ελάχιστη σημασία για την φωτομετρία, πολύ μικρή για την deep sky αστροφωτογράφιση ωστόσο πολύ μεγάλη για την πλανητική φωτογραφία. Όταν το seeing είναι κακό έως πολύ κακό, θα ήταν προτιμότερο να περιμένουμε λίγο μήπως βελτιωθούν τα πράγματα και αν δεν γίνει αυτό , καλύτερα να αναβάλλουμε την βιντεοσκόπηση.
Όταν συντρέχουν όλες οι πιο πάνω προϋποθέσεις, τοποθετούμε τον πλανήτη στο κέντρο του προσοφθαλμίου και εστιάζουμε πολύ προσεκτικά. Τοποθετούμε την βιντεοκάμερα στον φωτογραφικό τρίποδα και απενεργοποιούμε όλες τις αυτόματες λειτουργίες της. Αυτές είναι η εστίαση, το διάφραγμα και η φωτεινότητα.
Μετά, πολύ προσεκτικά, πλησιάζουμε την κάμερα στον προσοφθάλμιο προσπαθώντας να είναι όσο το δυνατόν ευθυγραμμισμένος με τον άξονά του.
Ενεργοποιώντας την κάμερα, προσπαθούμε να τοποθετήσουμε τον πλανήτη στο κέντρο του μόνιτορ. Αφού γίνει αυτό, το οποίο μάλιστα είναι ένα από τα δυσκολότερα σημεία της λήψης, κάνουμε τις απαραίτητες ρυθμίσεις στην εστία και στο διάφραγμα της κάμερας. Συγχρόνως προσπαθούμε να καταλήξουμε στο επιθυμητό zoom ,αποφεύγοντας το σκοτείνιασμα του πεδίου(βινιετάρισμα).
Σε όλες αυτές τις κινήσεις, σημαντικότατη βοήθεια μας δίνει η γραναζωτή κεφαλή του φωτογραφικού τρίποδα με τις μικρομετρικές διορθώσεις της.
Όταν το είδωλο του πλανήτη είναι ικανοποιητικό, βιντεοσκοπούμε για ένα λεπτό περίπου πριν κάνουμε πάλι μερικές γρήγορες διορθώσεις στην ευθυγράμμιση και σε συνέχεια για άλλο ένα λεπτό κ.ο.κ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να βιντεοσκοπήσουμε την Σελήνη κάνοντας μια περιήγηση στους κρατήρες της. Τα επιφανειακά φαινόμενα του Άρη, του Δία και των δορυφόρων του, τον Κρόνο με τους δακτυλίους του, την Αφροδίτη. Εκλείψεις της Σελήνης και φαινόμενα του ήλιου (με τα κατάλληλα φίλτρα φυσικά).



Όλα αυτά μπορούμε να τα προβάλλουμε αργότερα σε μια απλή οθόνη τηλεόρασης και να τα δούμε εμείς και οι φίλοι μας.
Το **σημαντικότερο** τέλος είναι ότι μπορούμε να μεταφέρουμε τα μικρά βίντεο



σε ένα υπολογιστή.
Ένα δευτερόλεπτο βιντεοσκόπησης περιέχει περίπου 25 –30 ανεξάρτητα καρέ. Αυτό σημαίνει ότι για βίντεο του ενός λεπτού έχουμε 1500 με 1800 καρέ του πλανήτη. Αυτά τα καρέ μπορούμε να τα επεξεργαστούμε με ειδικά stacking (στοίβαξη) προγράμματα στο κομπιούτερ και να έχουμε ικανοποιητικότατες πλανητικές φωτογραφίες.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Πλεονεκτήματα

1. Λήψη μεγάλων αρχείων. Πολύωρες βιντεοσκοπήσεις φαινομένων.
2. Zoom in – Zoom out κατά βούληση.
3. Προβολή σε μια απλή οθόνη τηλεόρασης.
4. Δεν χρειάζεται φορητός ηλεκτρονικός υπολογιστής (Ειδικά όταν βρίσκεται κανείς στο βουνό, είναι μεγάλη ευκολία).

Μειονεκτήματα
Παρεμβολή μεταξύ του ειδώλου και του chip της κάμερας πολλών οπτικών στοιχείων όπως προσοφθάλμιοι, φακός κάμερας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Είναι μια μέθοδος σχετικά εύκολη, με καλά αποτελέσματα.
Με αρχή αυτήν την μέθοδο, μπορεί κάποιος να πειραματιστεί με afocal λήψη πλανητών και με τις σύγχρονες ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές.
ΚΑΛΗ ΤΥΧΗ στα δικά σας βίντεο και φωτογραφίες!!!

Χρήσιμα Links :
http://www.fortunecity.com/victorian/canterbury/222/astro2.htm
http://www.astronomia.org.gr/images/db/d_balasis.htm
http://registax.astronomy.net/
http://www.astroimaging.com/
http://www.lpl.arizona.edu/alpo/
http://legault.club.fr/index.html

Το Σύμπαν σε έναν Υπολογιστή

Θωμάς Γ. Μπίσμπας

Εισαγωγή – περίληψη.

Στο παρόν άρθρο αναπτύσσεται η χρησιμότητα που έχουν οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές στη Φυσική και συγκεκριμένα στην Αστρονομία και στην Κοσμολογία. Θα ξεκινήσω την ανάλυση αυτή με μια συζήτηση επάνω στους νόμους που διέπουν την κίνηση στο Σύμπαν και θα συνεχίσω εξηγώντας πώς κάποιος χρήστης υπολογιστών μπορεί να «μιλήσει» σε έναν υπολογιστή δείχνοντάς του τρόπους επίλυσης αυτών των εξισώσεων. Θα αναφερθώ στη σύγκριση μεταξύ του αποτελέσματος της κάθε προσομοίωσης δείχνοντας εικόνες τόσο από τη θεωρία όσο και από τις παρατηρήσεις και τέλος θα επισημάνω τη χρησιμότητα των προσομοιώσεων στην Ερασιτεχνική Αστρονομία.

Εξισώσεις που διέπουν την κίνηση στο Σύμπαν.

Αν θελήσει κανείς να μελετήσει τη βιολογία του ανθρώπου, τη δημιουργία και την εξέλιξή του, θα πρέπει οπωσδήποτε να γνωρίζει ότι θα συναντήσει πολύ μεγάλες δυσκολίες και αρκετές πολυπλοκότητες. Το να μελετήσει κανείς όμως την κίνηση ενός σώματος επάνω στη Γη ή στο διάστημα, είναι πολύ ευκολότερο. Ο εγκέφαλος του ανθρώπου λειτουργεί με πολύ πιο πολύπλοκη φυσική από αυτή που χρησιμοποιεί όλο το Σύμπαν στην εξέλιξή του. Αυτή η τελευταία φράση είναι αποδεκτή τόσο από βιολόγους όσο και από φυσικούς και μαθηματικούς και την ευρύ επιστημονική κοινότητα.
Όσο και αν ακούγεται παράξενο όλες οι κινήσεις των πλανητών γύρω από τον Ήλιο μας, ενός αστρικού σμήνους, μιας ομάδας γαλαξιών, πηγάζει από μια θεμελιώδη εξίσωση. Η εξίσωση αυτή ονομάζεται εξίσωση Poisson (Πουασόν), προς τιμήν του Poisson ο οποίος και τη διατύπωσε πριν 150 χρόνια περίπου. Δεν θα ήθελα στο παρόν άρθρο να μπω σε λεπτομέρειες οι οποίες απαιτούν τη χρήση μαθηματικών τύπων (οι οποίοι παρεπιπτόντως είναι εξαιρετικά πολύπλοκοι), αλλά θα προσπαθήσω να αναπτύξω τη φυσική σημασία του κάθε τύπου. Ούτως ή άλλως,

τα μαθηματικά είναι πολύ λακωνική γλώσσα: με ελάχιστα σύμβολα (συνήθως 5 με 6) είναι ικανή να δημιουργήσει ένα βιβλίο γεμάτο φυσική!
Το τι μας λέει η εξίσωση Poisson θα το εξετάσουμε αμέσως παρακάτω. Υποθέστε ότι έχετε ένα σακουλάκι με 100 μπίλιες και βρίσκεστε σε ένα άδειο τετράγωνο δωμάτιο 16 τετραγωνικών μέτρων (4 επί 4). Το ανοίγετε και πετάτε όλες τις μπίλιες στο πάτωμα, τυχαία προς οποιαδήποτε κατεύθυνση. Τότε, σε κάθε ένα τετραγωνικό μέτρο θα πρέπει να περιμένετε να βρείτε περίπου 5 με 7 (για την ακρίβεια 100/16). Μπροστά σας έχετε αυτό που ονομάζουμε ισοκατανομή. Μαζέψτε τώρα όλες τις μπίλιες και συγκεντρώστε τις σε έναν κύκλο ακτίνας ενός μέτρου, ώστε στο κέντρο του κύκλου να έχετε πολλές μπίλιες (περίπου 50) και όσο εκτείνεστε προς τα έξω να φθίνουν. Μπροστά σας έχετε μια κυκλική κατανομή. Αν φανταστείτε τώρα ότι το ίδιο πράγμα το κάνετε στο εσωτερικό μιας μεγάλης μπάλας, τότε θα έχετε σφαιρική κατανομή.
Το ίδιο πράγμα συμβαίνει και με τις παρατηρήσεις που κάνουν οι αστρονόμοι. Σε κάθε μια περίπτωση χαρακτηρίζουν την πυκνότητα, μόνο που σε αυτήν την περίπτωση η εκάστοτε μπίλια που είδαμε στο προηγούμενο παράδειγμα αντιπροσωπεύει ένα άστρο. Βέβαια εδώ συμβαίνει και κάτι άλλο το οποίο δεν μπορεί να παρατηρηθεί στο πείραμα με τις μπίλιες. Η πολύ μεγάλη μάζα που έχει ένα μεμονωμένο άστρο δημιουργεί το λεγόμενο βαρυτικό δυναμικό. Το δυναμικό αυτό είναι η πρωταρχική αιτία που θέτει σε κίνηση όλα τα σώματα στο Σύμπαν. Βεβαίως βαρυτικό δυναμικό δημιουργούν και οι ίδιες οι μπίλιες, αλλά είναι απειροελάχιστο. Το βαρυτικό δυναμικό ενός άστρου από την άλλη, παράγει την ελκτική δύναμη που περιγράφει ο νόμος της Παγκόσμιας Έλξης του Νεύτωνα.
Τι συμβαίνει όμως σε μια κατανομή άστρων; Για παράδειγμα σε μια σφαιρική κατανομή, όπως έχουν τα σφαιρικά σμήνη; Σε αυτή την περίπτωση το δυναμικό εξαρτάται άμεσα από τον τρόπο με τον οποίο είναι διατεταγμένα τα άστρα. Έχει να κάνει λοιπόν με την κατανομή των άστρων στο χώρο. Αυτό ακριβώς περιγράφει η εξίσωση Poisson:
Το δυναμικό που δημιουργείται από ένα σύστημα σωμάτων εξαρτάται από την πυκνότητα κατανομής τους.
Όπως ανέφερα και προηγουμένως, το δυναμικό αυτό είναι η αιτία δημιουργίας της δύναμης της παγκόσμιας έλξης. Το δυναμικό εξαρτάται από την πυκνότητα κατανομής, άρα και η δύναμη παγκόσμιας έλξης εξαρτάται από την πυκνότητα κατανομής. Για να ολοκληρωθεί τώρα το μοντέλο το οποίο θέλουμε να αναπτύξουμε, θα πρέπει να θυμηθούμε και έναν από τους τρεις βασικούς νόμους κίνησης του Νεύτωνα και συγκεκριμένα τον δεύτερο. Ο δεύτερος νόμος λοιπόν, λέει ότι η δύναμη που ασκείται πάνω σε οποιοδήποτε σώμα (για παράδειγμα σε ένα κουτί) είναι ανάλογο της μάζας του και της επιτάχυνσης που αποκτά. Όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η δύναμη που θα ασκήσουμε για να το επιταχύνουμε. Από την άλλη μεριά, η επιτάχυνση συνδέεται άρικτα με τη θέση του σώματος μέσω μιας μαθηματικής σχέσης.
Έχουμε λοιπόν τη δύναμη παγκόσμιας έλξης, το ότι η δύναμη εξαρτάται από μάζα και επιτάχυνση και τέλος το ότι η επιτάχυνση είναι συνάρτηση της θέσης. Αυτή η τελευταία πρόταση είναι η πιο σημαντική για την εξαγωγή των εξισώσεων κίνησης που θέλουμε. Έχουμε στα χέρια μας όχι μόνο την αιτία κίνησης, αλλά και τον τρόπο κίνησης των ουρανίων σωμάτων.
Σε τέτοιου είδους προβλήματα για να προβλέψουμε την κίνηση ενός σώματος που

παρατηρούμε, θα πρέπει να εισαγάγουμε και τις λεγόμενες αρχικές συνθήκες. Οι συνθήκες αυτές παίζουν το ρόλο μιας συγκεκριμένης αφετηρίας από τις άπειρες που μπορεί να έχει κάποιο σώμα. Η εξαγωγή των συνθηκών αυτών βασίζεται στις παρατηρήσεις, αν και για κοσμολογικές προσομοιώσεις χρησιμοποιείται κατά κόρον η θεωρία.

Η επικοινωνία με τον υπολογιστή

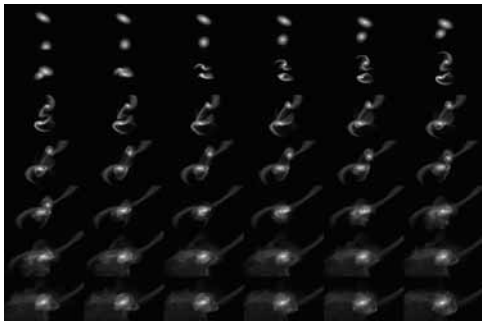
Το πώς επικοινωνεί κανείς με έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή βασίζεται στις ίδιες θα λέγαμε αρχές επικοινωνιακής πολιτικής που γνωρίζουμε. Μόνο που στη συγκεκριμένη περίπτωση ο υπολογιστής είναι αρκετά αυστηρός με το πώς του μιλάμε και τι ακριβώς του λέμε. Αρκετές φορές οι προγραμματιστές (κυρίως οι αρχάριοι) δυσκολεύονται με αυτό το επίπεδο αυστηρότητας. Ο δρόμος για την κατανόηση των εντολών του χρήστη από τον υπολογιστή, περνά από τις διάσημες γλώσσες προγραμματισμού, όπως η C, C++, C#, FORTRAN, IDL κλπ. Επειδή περαιτέρω ανάλυση επί του θέματος ξεφεύγει αρκετά από το σκοπό του άρθρου αυτού, θα αναφερθώ μόνο στο πώς μπορούν να εφαρμοστούν στην Αστρονομία.
Η συγγραφή ενός κώδικα ο οποίος θα προσομοιώνει κάποιο φυσικό φαινόμενο (Συμπαντικό ή μη) είναι συνάρτηση της υπολογιστικής ισχύς που διαθέτουμε. Άλλο είδους κώδικα θα γράψουμε για έναν μεμονωμένο υπολογιστή και άλλον για μια συστοιχία υπολογιστών που θέλουμε να δουλεύουν όλοι μαζί ταυτόχρονα. Δυστυχώς τέτοιοι κώδικες δεν υπάρχουν στο εμπόριο. Αλλά και αν υπήρχαν, η λειτουργία τους από το μέσο χρήστη και από τον εκάστοτε ερασιτέχνη αστρονόμο θα ήταν εξαιρετικά πολύπλοκη: για εν μέρει (!) αξιόλογα αποτελέσματα θα χρειάζονταν υπολογισμοί αρκετών μηνών σε έναν οσοδήποτε ισχυρό «οικιακό» PC (ακόμη και με τους τελευταίους επεξεργαστές που κυκλοφορούν). Το γιατί αργούν τόσο οι υπολογισμοί θα το δούμε αμέσως παρακάτω.
Μία ψηφιακή εικόνα αποτελείται από αυτό που ονομάζουμε ψηφιακή κουκίδα ή pixel. Όσο περισσότερα pixel έχει μία εικόνα, τόσο και περισσότερη ανάλυση έχει. Ο όρος αυτός αρχίζει και γίνεται γνωστός μετά την κυκλοφόρηση των ψηφιακών φωτογραφικών μηχανών. Όσοι από εσάς έχετε τέτοιου είδους μηχανή θα προσέξατε ότι όσο μεγαλύτερη ανάλυση χρησιμοποιείτε, τόση μεγαλύτερη μνήμη καταναλώσκετε από την κάρτα μνήμης. Αν χαμηλώσετε την ανάλυση, τότε η μηχανή θα χωρέσει πολλές περισσότερες φωτογραφίες, αλλά η φωτογραφία δε θα σας ικανοποιεί ιδιαίτερα. Το ίδιο περίπου συμβαίνει και με τις προσομοιώσεις. Εάν έχετε για παράδειγμα έναν γαλαξία και το θεωρήσετε ως στερεό σώμα, τότε πολύ απλά δεν θα έχετε την παραμικρή αναλογία με την πραγματικότητα. Όσο τεμαχίζετε το γαλαξία σε ομόκεντρους δακτυλίους, τότε αρχίζετε και αποκτάτε μια στοιχειώδη ανάλυση. Αν τεμαχίσετε τον υποθετικό αυτό γαλαξία σε μερικές χιλιάδες δακτυλίους, τότε πλησιάζετε κάποιο πρώτυπο. Αν τέλος κομματιάσετε ολάκερο το γαλαξιακό δίσκο και τον κάνετε σκόνη, τότε μιλάτε για έναν γαλαξία έτοιμο για προσομοίωση. Οι ιδανικές συνθήκες θα ήταν φυσικά να έχετε τόσα κομμάτια όσοι και οι αστέρες, δηλαδή κάπου διακόσια δισεκατομμύρια κατά μέσο όρο. Σε αυτά τα κομμάτια που παράξατε, εισάγετε τώρα τις εξισώσεις για τις οποίες έγινε λόγος πριν και θέστε το σύστημα σε χρονική εξέλιξη. Αυτό που θα κάνετε

είναι να δώσετε εντολή στον υπολογιστή να λύσει διακόσια δισεκατομμύρια φορές τις εξισώσεις για το πρώτο μόλις δευτερόλεπτο, της κίνησης. Φανταστείτε να του δώσετε εντολή να εκτελέσει προσομοίωση για χρονική εξέλιξη αρκετών χιλιάδων ετών. Από αυτά που μόλις αναφέρθηκαν, μπορεί να γίνει πλέον κατανοητό γιατί ένας κοινός υπολογιστής είναι αδύνατο να τρέξει κάποιο κώδικα τέτοιας προσομοίωσης. Βέβαια, μια προσομοίωση είναι αξιόλογη και με μερικές δεκάδες εκατομμύρια κομμάτια.

Οι κώδικες αυτοί ονομάζονται κώδικες Ν σωμάτων (N–Body codes) όπου το Ν αντιπροσωπεύει το πλήθος των σωμάτων που προσομοιώνονται. Επί παραδείγματι, στο Ινστιτούτο Αστροφυσικής του Potsdam (http://www.aip.de) υπάρχει το μεγαλύτερο δίκτυο υπολογιστών στην Γερμανία αφιερωμένο αποκλειστικά για μελέτη Αστροφυσικής και Κοσμολογίας. Αποτελείται από 135 Linux υπολογιστές με διπλό επεξεργαστή ο καθένας και συνολική μνήμη περί τα 600 GB. Ένας τυπικός κώδικας Ν σωμάτων τρέχει για μερικούς μήνες ασταμάτητα για να δώσει αξιόπιστα επιστημονικά αποτελέσματα. Για όσους ενδιαφέρονται να δουν τα χαρακτηριστικά των 500 ταχύτερων υπολογιστών στον κόσμο, μπορούν να ανατρέξουν στη σελίδα http://www.top500.org

Προσομοιώσεις και η σημασία τους

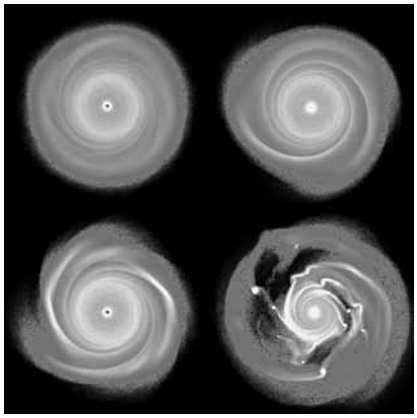
Το μέρος αυτό του άρθρου είναι ίσως το πιο ελκυστικό. Και αυτό γιατί εδώ παρουσιάζονται τα εντυπωσιακά αποτελέσματα των προσομοιώσεων. Δυστυχώς η μαγεία της κίνησης από video χάνεται με τις φωτογραφίες, αλλά μπορεί να γίνει κατανοητό ένα μέρος των αποτελεσμάτων. Στον χάρτη της εικόνας 1 που δείχνει τη σειρά των γεγονότων μιας σύγκρουσης δύο γαλαξιών, φαίνεται η χρονική εξέλιξη του συστήματος.



Στην προσομοίωση αυτή έχουμε τεμαχίσει τους δύο γαλαξίες σε μερικά εκατομμύρια κομμάτια και έχουμε εισαγάγει τις εξισώσεις κίνησης, όπως συζητήθηκε και παραπάνω. Οι εικόνες έχουν τοποθετηθεί με αύξουσα χρονική σειρά από τα αριστερά προς τα δεξιά. Τέτοια φαινόμενα σύγκρουσης γαλαξιών υπάρχουν άφθονα στο Σύμπαν, αν και ελάχιστα έχουν καταγραφηθεί. Κάπως έτσι ο Γαλαξίας μας θα συγκρουστεί με τον γαλαξία της Ανδρομέδας (ή Μ32). Στην πραγματικότητα, η παραπάνω προσομοίωση αντιπροσωπεύει εν μέρει τη σύγκρουση αυτή.

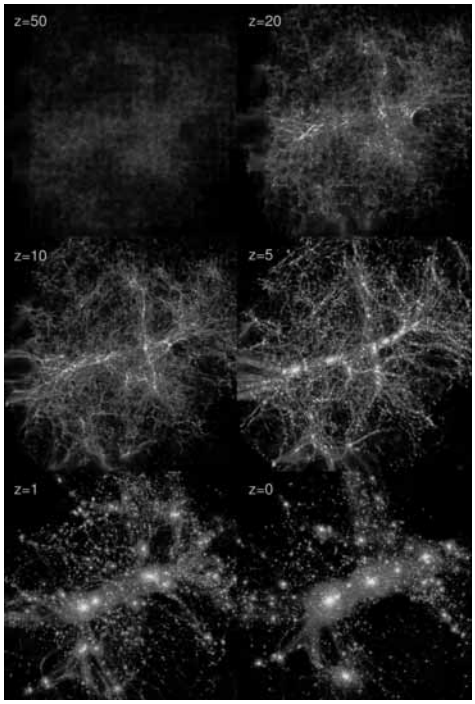
Όπως βλέπουμε, αρχικά έχουμε δύο μεμονωμένους γαλαξίες οι οποίοι έλκονται μεταξύ τους. Με τη σύγκρουση ο ένας περνά μέσα στον άλλο και ενώ πάνε να ξεφύγουν, τα ελκτικά τους κέντρα είναι τόσο ισχυρά ώστε τελικά συγχωνεύονται. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται συγχώνευση γαλαξιών (galaxy merging) και είναι

από τα πιο εντυπωσιακά φαινόμενα για προσομοίωση. Η εξέλιξη που φαίνεται εδώ είναι απόλυτα φυσιολογική και υπακούει σε όλους τους γνωστούς νόμους της φυσικής.



Όσον αφορά τον τρόπο δημιουργίας πλανητών, εδώ μπορούμε να δούμε την εικόνα 2. Το πλανητικό νέφος είναι επίπεδο. Σε όλες τις προσομοιώσεις αλλά και σε όλες τις πραγματικές εικόνες συμβαίνει αυτό. Ποτέ δεν θα βρούμε δημιουργία πλανητών από σφαιρικό νέφος, επειδή το διάνυσμα της ταχύτητας πρέπει οπωσδήποτε να είναι κάθετο στο διάνυσμα θέσης και στο διάνυσμα της στροφορμής (λέμε τότε ότι τα διανύσματα αυτά σχηματίζουν τρισορθογώνιο σύστημα συντεταγμένων). Σε μεμονωμένες περιπτώσεις δημιουργούνται τοπικές αστάθειες οι οποίες ουσιαστικά είναι τοπικές συγκεντρώσεις υλικού το οποίο, σύμφωνα με τα προλεγόμενα, παράγει εντονότερο βαρυτικό δυναμικό και άρα ισχυρότερες ελκτικές δυνάμεις. Καθώς συγκεντρώνεται ολοένα και περισσότερη ύλη στα σημεία εκείνα, δημιουργούνται οι πλανήτες.

Ένα τρίτο και τελευταίο παράδειγμα είναι αυτό της δημιουργίας της Τοπικής Ομάδας Γαλαξιών (Local Group). Η εικόνα 3 δείχνει τη χρονική εξέλιξη της δημιουργίας. Ο αριθμός z αντιπροσωπεύει την ηλικία του Σύμπαντος. Με z=50 έχουμε περί τα 10 δισεκατομμύρια χρόνια πριν, ενώ με z=0 συμβολίζουμε το σήμερα. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι η σχέση ηλικίας και μετατόπισης z δεν είναι γραμμική. Στην εικόνα 3 αρχικά βλέπουμε τις «αρχικές συνθήκες» από τις οποίες ξεκίνησε το νέφος να διαταρράσεται. Άρχισαν να δημιουργούνται τοπικές αστάθειες οι οποίες δημιούργησαν τα νήματα. Τα νήματα αυτά (πρώτα στάδια γαλαξιών) εξελίχθηκαν και δημιούργησαν τους γαλαξίες που βλέπουμε σήμερα. Ο δικός μας είναι ένας από αυτούς.



Οι προσομοιώσεις και η Ερασιτεχνική Αστρονομία

Ποια είναι η σημασία των προσομοιώσεων στην Ερασιτεχνική Αστρονομία; Πώς μπορεί να διδαχθεί ένας ερασιτέχνης αστρονόμος από αυτά; Πριν απαντήσω σε αυτές τις ερωτήσεις, θα ήθελα να επισημάνω ότι το να παράξει ένας ερασιτέχνης τέτοιου είδους προσομοιώσεις είναι προφανώς αδύνατο. Αυτό οφείλεται εν γένει στους εξείς λόγους: αρχικά, απαιτείται βαθιά γνώση της πανεπιστημιακής Φυσικής καθώς και των ανώτερων μαθηματικών για τη λύση των απαιτούμενων πολύπλοκων διαφορικών εξισώσεων. Μετά από τη θεωρητική αυτή δουλειά, χρειάζεται μεγάλη ευχέρεια με την εκάστοτε γλώσσα προγραμματισμού καθώς και γνώση του ποια γλώσσα είναι η καταλληλότερη (και γιατί) της κάθε περίπτωσης. Μετά από όλ' αυτά και αφού καταφέρει να γράψει τον κώδικα (ο οποίος είναι αρκετές δεκάδες ή εκατοντάδες σελίδες) πρέπει να έχει στην κατοχή του τα κατάλληλα μέσα να τον τρέξει (πολύ ισχυρούς υπολογιστές ή δίκτυα ισχυρών υπολογιστών), καθώς και το υπόβαθρο να κρίνει τη δουλειά του. Με άλλα λόγια δε μιλάμε για δουλειά ερασιτέχνη, αλλά επαγγελματία αστροφυσικού. Τέτοιου είδους εργασίες δίνονται συνήθως για διδακτορικά και για μεταδιδακτορική έρευνα και σε πολύ σπάνιες περιπτώσεις σε προπτυχιακές ετήσιες εργασίες.
Πώς λοιπόν μπορεί να τις χρησιμοποιήσει; Το μόνο που μπορεί να κάνει είναι να βρει βίντεο του κάθε φαινομένου που θέλει κυρίως μέσω του Διαδικτύου (Internet), καθώς και μια μικρή επεξήγηση για την κάθε φορά. Η έρευνα έχει προχωρήσει σε τέτοιο βαθμό που σίγουρα θα βρει προσομοιώσεις γι' αυτό που αναζητά. Ο ερασιτέχνης αστρονόμος βλέποντας στον υπολογιστή του την έρευνα των επιστημόνων καταλαβαίνει τί είναι αυτό που παρατηρεί, πώς ήταν στο παρελθόν και πώς θα είναι στο μέλλον. Δυστυχώς για να γίνουν ορατές στον ουρανό τέτοιες διαφορές πρέπει να περάσουν αρκετές χιλιάδες χρόνια. Με άλλα λόγια, γίνεται πιο οικίος με αυτό που βλέπει, ενώ ταυτόχρονα μπορεί να συνδοιάσει τη λογική συνέχεια του φαινομένου.
Εδώ όμως ίσως χρειάζεται να αναφερθώ και σε έναν κίνδυνο που υπάρχει. Εάν ψάξει κανείς να βρει προσομοιώσεις κάποιου φαινομένου θα βρει σίγουρα αρκετές. Λίγες όμως είναι αξιόπιστες! Ουδέποτε οι επιστήμονες φτιάχουν φαντασμαγορικές προσομοιώσεις, δηλαδή εντυπωσιασμό που ξεφεύγει της πραγματικότητας, ούτε προσομοιώσεις που δείχνουν την εξέλιξη ενός φαινομένου στο «περίπου». Εάν μιλάμε για τέτοια βίντεο τότε προφανώς δε μιλάμε για επιστήμη, αλλά για την άποψη ενός καλλιτέχνη (artist version). Με την πρόταση αυτή θα ήθελα να τονίσω ιδιαίτερα το να ψάχνει κανείς αξιόπιστες πηγές και όχι απαραίτητα εκλαϊκευτικού τύπου. Η ερασιτεχνική αστρονομία έχει κάποιο υψηλό επίπεδο το οποίο δεν πρέπει να γκρεμιστεί.

Επίλογος

Στο παρόν άρθρο αναπτύχθηκε η σημασία των υπολογιστών στην κατανόηση της εξέλιξης του Σύμπαντος. Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές αποτελούν πολύ σημαντικά εργαλεία για τους αστροφυσικούς. Οι ερασιτέχνες αστρονόμοι από την άλλη μπορούν να μελετούν τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων και να αναπτύσσουν

και αυτοί τη δική τους επιστημονική κρίση (όσο είναι αυτή δυνατή). Σε μια χώρα όπου η Ερασιτεχνική Αστρονομία ανθίζει ολοένα και με μεγαλύτερους ρυθμούς, η κατανόηση των επιμέρους θεμάτων που διέπουν το Σύμπαν μπορεί να γίνει μόνο μέσω αυτής της οδού.

ΑΥΤΟΦΩΤΙΖΟΜΕΝΟ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟΣΦΑΙΡΟ

Άρης Μυλωνάς
Ερασιτέχνης Αστρονόμος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΙΣΗΓΗΣΗΣ

Στις αρχές του 2005 κατασκευάσαμε ένα αυτοφωτιζόμενο επιτραπέζιο επιπεδόσφαιρο μεγάλου μεγέθους (80cm X 74cm X 35cm περίπου). Το έργο αυτό έγινε για να χρησιμοποιείται κατά την διδασκαλία σε μαθήματα αστρονομίας, ως εκπαιδευτικό υποστηρικτικό υλικό. Ειδικότερα δύναται να χρησιμοποιείται στην ουρανογραφία για την καλύτερη κατανόηση της φαινόμενης περιστροφής του έναστρου ουρανού και στον εντοπισμό των αστερισμών και ουρανίων αντικειμένων.



Αυτοφωτιζόμενο επιτραπέζιο επιπεδόσφαιρο μεγάλου μεγέθους (80cm x 74cm x 35cm περίπου). Χρησιμοποιείται κατά την διδασκαλία σε μαθήματα αστρονομίας, ως εκπαιδευτικό υποστηρικτικό υλικό.

1. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΑΣΤΕΡΙΣΜΩΝ

1.1 Οι άνθρωποι πριν πολλά χρόνια διέκριναν κάποια σχήματα στον ουρανό που αποτελούνταν από λαμπρά αστέρια. Σε αυτά τα τυχαία σχήματα δύο διαστάσεων έδωσαν ονόματα ανάλογα με την ομοιότητα που είχαν με γνωστά σε αυτούς

αντικείμενα ζώα ή πρόσωπα. Έτσι διαφορετικοί λαοί ονόμασαν με διαφορετικό τρόπο όμοια κομμάτια του ουρανού και πέρασε καιρός μέχρι να καταλήξουν στην σημερινή ονομασία και επιφάνεια που καλύπτουν. Οι αστερισμοί αποτελούνται από αστέρια άσχετα μεταξύ τους που βρίσκονται σε διαφορετικές αποστάσεις από εμάς. Οι αστερισμοί δεν είναι τίποτε άλλο παρά η προβολή αστέρων στην ουράνια σφαίρα. Αυτή η αυθαίρετη και τυχαία τμηματοποίηση του ουρανού βοηθούσε τους ανθρώπους στον προσανατολισμό και στην εύρεση του χρόνου. Έτσι για παράδειγμα, ήξεραν από ποιο σημείο του ορίζοντα θα ανατείλουν οι πλειάδες και τι εποχή είχαν όταν ο Ωρίωνας έδυε το σούρουπο. Οι αστερισμοί έχουν διαφορετικό σχήμα και καταλαμβάνουν διαφορετική έκταση στον ουρανό. Από την Ελλάδα είναι ορατοί 69 αστερισμοί, από τους 88 συνολικά. Θα πρέπει να επισημάνουμε το γεγονός πως τα σχήματα των αστερισμών αλλάζουν δραματικά με την πάροδο των αιώνων, αφού αποτελούνται από τυχαίους αστέρες που έχουν διαφορετική ιδία κίνηση μέσα στις σπείρες του γαλαξία μας! Έτσι για παράδειγμα, η Μεγάλη Άρκτος και ο Λέοντας μετά από 50.000 χρόνια δεν θα μοιάζουν καθόλου με αρκούδα ή λιοντάρι γιατί τα σχήματα θα έχουν αλλάξει αρκετά.

1.2 Η Γη περιστρέφεται γύρω από τον νοητό άξονά της και περιφέρεται σε ελλειπτική τροχιά γύρω από τον Ήλιο. Η τροχιά της Γης ορίζει ένα επίπεδο που ονομάζεται Επίπεδο της Εκλειπτικής. Ο άξονας της Γης δεν είναι κάθετος στο **επίπεδο της εκλειπτικής** αλλά παρουσιάζει κλίση που ονομάζεται λόξωση και είναι υπεύθυνη για την εναλλαγή των εποχών κατά την διάρκεια του έτους. Ο Ήλιος, η Σελήνη, οι αστέρες και όλα τα ουράνια σώματα ανατέλλουν, μεσουρανούν και δύουν κατά την διάρκεια του 24ωρου. Αυτή η φαινόμενη περιστροφή του ουρανού οφείλεται κύρια στην περιστροφή της Γης. Έτσι επειδή η Γη περιστρέφεται από την δύση προς την ανατολή, ο ουρανός με τους αστερισμούς φαίνεται να περιστρέφεται αντίστροφα.

1.3 Ο προσανατολισμός την ημέρα χωρίς την βοήθεια πυξίδας είναι μια εύκολη υπόθεση, αρκεί να παρακολουθήσουμε την ημερήσια πορεία του Ήλιου στον ουρανό. Πως όμως θα προσανατολιστούμε την νύχτα; Αρκεί να βρούμε τον πολικό αστέρα, ο οποίος θα μας καθοδηγήσει προς τον Βορρά. Ο πολικός αστέρας δεν είναι ο λαμπρότερος αστέρας ούτε ανήκει στην Μεγάλη Άρκτο όπως πολλοί εσφαλμένα πιστεύουν. Ο πολικός αστέρας είναι ένα αστέρι μέτριο σε λαμπρότητα που βρίσκεται στην ουρά της Μικρής Άρκτου. Εδώ θα πρέπει να επισημάνουμε πως η Μικρή Άρκτος είναι μικρός και κυρίως αμυδρός αστερισμός που δύσκολα διακρίνεται από μεγάλη πόλη με φωτορύπανση. Αντίθετα η Μεγάλη Άρκτος είναι ευδιάκριτος αστερισμός και αναγνωρίζεται πολύ εύκολα. Το κυρίως τμήμα της Μεγάλης Άρκτου αποτελείται από επτά λαμπρά αστέρια και είναι αειφανής αστερισμός. Δηλαδή είναι ορατός από την Ελλάδα καθ᾽ όλη την διάρκεια του χρόνου και όλες τις ώρες της νύχτας. Αυτό αποτελεί μεγάλο προνόμιο αφού όπως θα εξηγήσουμε παρακάτω, δύο από τα επτά λαμπρότερα αστέρια της Μεγάλης Άρκτου μας δείχνει τρόπο τινά τον πολικό αστέρα! Το κυρίως σώμα της μεγάλης Άρκτου μοιάζει με κατσαρόλα ή κουτάλα, στην οποία τρεις λαμπροί αστέρες διαγράφουν το χερούλι της. Οι δύο αστέρες που βρίσκονται μακριά από το χερούλι αν τους προεκτείνουμε κατά πέντε φορές θα πέσουμε επάνω στον πολικό αστέρα. Επίσης ο πολικός αστέρας βρίσκεται πολύ κοντά στον Βόρειο πόλο του ουρανού και συνεπώς βρίσκεται πάνω από τον Βόρειο ορίζοντα. Θα τον συναντήσουμε σε γωνία ύψωσης ίση με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου. Δηλαδή αν βρισκόμαστε

στην Αθήνα τότε θα τον παρατηρούμε 38° πάνω από τον Βόρειο ορίζοντα μιας και το γεωγραφικό πλάτος της Αθήνας είναι +38°. Αντίστοιχα αν τον αναζητούσαμε από το Βόρειο Πόλο τότε θα βρισκόταν στο Ζενίθ με γωνία ύψωσης 90°, δηλαδή πάνω από το κεφάλι μας!.

2. ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟΣΦΑΙΡΟ (PLANISPHERE) ;

Στους περισσότερους η φαινόμενη κίνηση της ουράνιας σφαίρας μοιάζει πολύπλοκη. Αυτό κατά κύριο λόγο συμβαίνει επειδή η κίνηση του ουρανού είναι ο συνδυασμός των κινήσεων της Γης, γύρω από τον εαυτό της και γύρω από τον Ήλιο. Πως λοιπόν θα γνωρίζουμε ποιο κομμάτι του ουρανού βλέπουμε; Ποιους ορατούς αστερισμούς και άλλα αντικείμενα μπορούμε να παρατηρήσουμε συνάρτηση της ώρας, ημέρας και μήνα; Ποιο λοιπόν εργαλείο (ποιος χάρτης δηλαδή), μπορεί να μας καθοδηγεί κάθε ώρα με ισόβια ισχύ αφού όλα γυρίζουν; Η απάντηση βρίσκεται στο χρησιμότερο εργαλείο κάθε αστροπαρατηρητή και ερασιτέχνη αστρονόμου και λέγεται επιπεδόσφαιρο ή αλλιώς πλανησφαίριο.



Το επιπεδόσφαιρο είναι ένας περιστρεφόμενος χάρτης του ουρανού, που μας δείχνει την φαινόμενη κίνηση του ουράνιου θόλου, καθώς και τις θέσεις των ουράνιων αντικειμένων οποιαδήποτε ημερομηνία και ώρα. Στο επιπεδόσφαιρο απεικονίζεται ο έναστρος ουρανός και αναπαριστάται η περιστροφή του. Το επιπεδόσφαιρο είναι το ίδιο έγκυρο και ακριβές για πολλά-πολλά χρόνια και αποτελεί το κύριο αστρονομικό όργανο καθοδήγησης για εκατομμύρια ερασιτέχνες αστρονόμους σε όλο τον κόσμο. Είναι το εισιτήριο κάθε παρατηρητή στο ταξίδι της ουρανογραφίας αφού θα τον διδάξει με τον καλύτερο τρόπο πως και γιατί περιστρέφεται ο ουρανός.
Η λέξη επιπεδόσφαιρο προέρχεται από τις λέξεις επίπεδο και σφαίρα. Ονομάστηκε έτσι επειδή ο ουράνιος θόλος, αυτή η φανταστική σφαίρα που περιβάλει την Γη και εμπεριέχει τα άστρα και όλα τα ουράνια αντικείμενα, προβάλλεται επάνω στο επίπεδο.

3. ΣΥΝΤΟΜΗ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Είναι πολύ πιθανό ότι το πρώτο επιπεδόσφαιρο, εμπνεύστηκε και κατασκευάστηκε από τον Ίππαρχο, το 150 π.χ. Ονομάστηκε αστρολάβος και χρησιμοποιήθηκε από τον Ίππαρχο για την εύρεση γωνιών και τον υπολογισμό σφαιρικών

τριγώνων. Αργότερα, το 4ο αιώνα μ.Χ., εμφανίστηκε μια τροποποιημένη έκδοση του αστρολάβου. Το αστρονομικό όργανο αυτό ήταν ένας μεταλλικός δίσκος περιστρεφόμενος γύρω από άξονα που υποκαθιστούσε τον πολικό αστέρα. Το όργανο διέθετε κινητό ορίζοντα που αναπαριστούσε την ημερήσια κίνηση και εμφάνιζε την ώρα ανατολής και δύσης των λαμπρών αστέρων. Ο αστρολάβος, έμελλε να γίνει το σήμα κατατεθέν όλων των αστρονόμων από το μεσαίωνα μέχρι σήμερα. Κατά κύριο λόγο χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της ακριβής ώρας, μετά από εύρεση της γωνίας ύψωσης Ηλίου την ημέρα ή κάποιου γνωστού αστέρα την νύχτα. Σήμερα ως επιπεδόσφαιρο πλέον το χρησιμοποιούμε κυρίως με αντίστροφο τρόπο. Έτσι εισάγοντας την ώρα, αυτόματα μας δείχνει το ορατό τμήμα του ουρανού με τους αστερισμούς και άλλα αστρονομικά αντικείμενα με τις ουράνιες συντεταγμένες τους.

4. Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΣΦΑΙΡΟΥ

Στο επιπεδόσφαιρο εκτός από τους αστέρες που προσομοιάζονται με μικρές και μεγάλες κουκίδες, ανάλογα με την λαμπρότητα που έχουν, μπορούμε να δούμε όλους τους αστερισμούς, νεφελώματα, ανοικτά και σφαιρωτά σμήνη αστέρων, και τους λαμπρούς γαλαξίες. Επίσης θα διακρίνουμε τις ουράνιες συντεταγμένες των ουράνιων σωμάτων. Πολλές φορές το επιπεδόσφαιρο χρησιμοποιείται κατά την διδασκαλία μαθημάτων αστρονομίας και ουρανογραφίας ως εκπαιδευτικό υποστηρικτικό υλικό. Η βασική λειτουργία είναι πολύ απλή, θα τα καταφέρει και ένα παιδί 10 ετών.

Ας δούμε όμως πως ακριβώς λειτουργεί το επιπεδόσφαιρο:

Για να παρατηρήσουμε καλύτερα τον ουρανό και για να διακρίνουμε τους αμυδρούς αστέρες και τους περίπλοκους αστερισμούς θα πρέπει να επιλέξουμε περιοχή με ευρύ ορίζοντα χωρίς πολλά φώτα. Καλό θα ήταν να αποφύγουμε τις νύχτες κοντά στην πανσέληνο μιας και ο φυσικός μας δορυφόρος ανακλά αρκετό φως από τον Ήλιο και φωταγωγεί τον ουρανό ρυπαίνοντάς τον με φως.

Το επιπεδόσφαιρο έχει δύο όψεις και έχει σχεδιαστεί για το γεωγραφικό πλάτος της Ελλάδας, που είναι +38° περίπου. Ας δούμε όμως αναλυτικά τι πρέπει να κάνουμε βήμα προς βήμα.

1ο ΒΗΜΑ: Περιστρέφουμε τον δίσκο με τους αστερισμούς μέχρι να εναρμονιστεί η ημερομηνία με την Ώρα που παρατηρούμε τον ουρανό. Κατά τους θερινούς μήνες που ισχύει η θερινή ώρα, αφαιρούμε μία (1) ώρα.

2ο ΒΗΜΑ: Διατηρούμε το επιπεδόσφαιρο λίγο ψηλότερα από το ύψος των ματιών μας και χρησιμοποιούμε την μια πλευρά του κοιτάζοντας προς τον Βορρά ή την άλλη πλευρά κοιτάζοντας προς τον Νότο, για να εντοπίσουμε αστερισμούς πάνω από τον Βόρειο ή τον Νότιο ορίζοντα αντίστοιχα.

Σε γενικές γραμμές είμαστε εντάξει. Εάν θέλουμε όμως μεγαλύτερη ακρίβεια στην εμφάνιση του ορατού τμήματος του ουρανού, θα πρέπει να συνυπολογίσουμε την Διόρθωση Χρόνου συναρτήσει του τόπου της παρατήρησης. Αυτό συμβαίνει επειδή κάθε τόπος ή πόλη έχει διαφορετικό γεωγραφικό μήκος, άρα και διαφορετική Τοπική Ώρα. Κατά συνέπεια όλα τα αντικείμενα ανατέλλουν μεσουρανούν και δύουν διαφορετική ώρα από διαφορετικές πόλεις! Για τον λόγο αυτό θα συμβουλευτούμε και τον πίνακα στο πίσω μέρος του επιπεδόσφαιρου για να

διορθώσουμε τον Χρόνο χρησιμοποιώντας αυτόν της πλησιέστερης πόλης ώστε να επιτύχουμε μεγαλύτερη ακρίβεια. Βέβαια πριν την εκτέλεση των προηγούμενων βημάτων θα πρέπει να έχουμε προσανατολιστεί με τα τέσσερα σημεία του ορίζοντα, ενέργεια που απαιτείται για κάθε αστρονομική παρατήρηση.
Στην περίπτωση που χρησιμοποιούμε το επιπεδόσφαιρο για πρώτη φορά ή δεν έχουμε μεγάλη εμπειρία κατά την εύρεση ουρανίων αντικειμένων θα πρέπει να προσπαθήσουμε να εντοπίσουμε λαμπρά αντικείμενα όπως τις Πλειάδες. Οι Πλειάδες είναι ένα πολύ ευδιάκριτο ανοικτό σμήνος αστέρων και είναι γνωστές και σαν Πούλια. Βρίσκονται στον αστερισμό του Ταύρου και καταλαμβάνουν ένα πολύ μικρό κομμάτι του ουρανού, περίπου 1º (δηλαδή δύο φαινόμενες διαμέτρους της Σελήνης). Είναι ίσως το ομορφότερο και λαμπρότερο ανοικτό σμήνος αστέρων που αποτελείται από εφτά λαμπρούς αστέρες ορατούς με γυμνό μάτι.

5. ΑΥΤΟΦΩΤΙΖΟΜΕΝΟ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟΣΦΑΙΡΟ

Το αυτοφωτιζόμενο επιτραπέζιο επιπεδόσφαιρο είναι μια ειδική κατασκευή και αποτελεί παγκόσμια πρωτοτυπία. Σχεδιάστηκε για να χρησιμοποιείται κατά την διδασκαλία σε μαθήματα Αστρονομίας ως εκπαιδευτικό υποστηρικτικό υλικό. Η σχεδίαση των αστερισμών και των βοηθητικών στοιχείων, στηρίχθηκαν στην πρωτότυπη έκδοση του Αστρονομικού Επιπεδόσφαιρου (Planisphere) κανονικού μεγέθους (30cm X 30cm περίπου).
Πιο αναλυτικά, το αυτοφωτιζόμενο επιτραπέζιο επιπεδόσφαιρο είναι μεγάλου μεγέθους (80cm X 70cm X 30cm περίπου) και αποτελείται από φύλλα ακρυλικού πλαστικού (Plexiglass), λαμπτήρα φθορισμού, φωτογραφικό χαρτί (σύστημα Lambda), και οπισθοφωτιζόμενη φωτογραφική διαφάνεια (Duratrans) με γαλακτώδες υπόστρωμα.
Στο επιπεδόσφαιρο θα διακρίνουμε τις ουράνιες συντεταγμένες των ουρανίων σωμάτων, (δηλαδή Ορθή Αναφορά και Απόκλιση), τον ουράνιο ισημερινό, την εκλειπτική, την ζώνη του γαλαξία μας, καθώς επίσης και τις φαινόμενες λαμπρότητες των αστέρων. Το επιπεδόσφαιρο έχει σχεδιαστεί σε στερεογραφική προβολή. Είναι εύκολα αναγνώσιμο από ομάδα σπουδαστών, από απόσταση έως και 5 μέτρων, ικανοποιητική για αίθουσα διδασκαλίας. Οι αστερισμοί εμφανίζονται με την μικρότερη παραμόρφωση επειδή το ορατό μέρος του ουρανού καλύπτεται από δύο πλευρές του περιστρεφόμενου δίσκου.

6. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Ύψος, Πλάτος, Βάθος: 80cm X 74cm X 35cm
Βάρος: 15 kg
Κόστος υλικών κατασκευής: 500 € περίπου
Μέγιστη απόσταση αναγνωσιμότητας: 5m
Πλευρές: Δύο (2)
Γεωγραφικό πλάτος τόπου παρατήρησης: +38° (±5º)
Καθαρή διάμετρος ουράνιου ημισφαιρίου: 63cm
Παροχή ρεύματος: 220V, 20W

ΦΥΛΟ ΚΑΙ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ

Σπύρος Πάγκαλος
Καθηγητής Δ.Ε., Χημικός, υπεύθυνος Α΄ Ε.Κ.Φ.Ε. Πειραιά

Η εισήγηση είναι το προϊόν των παρεμβάσεων που έγιναν στην διδασκαλία του μαθήματος της Αστρονομίας το έτος 2004, σε τμήμα 20 παιδιών του Λυκείου Κορυδαλλού στα πλαίσια του προγράμματος «Ευαισθητοποίηση Εκπαιδευτικών και Παρεμβατικά Προγράμματα για την προώθηση της Ισότητας των φύλων», που αναπτύσσεται στα Σχολεία σε συνεργασία του ΥΠΕΠΘ με το Κέντρο Ερευνών Θεμάτων Ισότητας (Κ.Ε.Θ.Ι.).
Το πρώτο μέρος της εισήγησης διερευνά την γλώσσα της Αστρονομίας, κυρίως τις ονομασίες των ουράνιων σωμάτων του Ηλιακού μας Συστήματος, από την διάσταση του φύλου. Τα στοιχεία που περιέχονται στο μέρος αυτό είναι προϊόν ανάλυσης ερωτηματολογίων που απάντησαν οι μαθητές και μαθήτριες του τμήματος .
Το δεύτερο μέρος διερευνά τον ρόλο των γυναικών στην ιστορία και στην σύγχρονη επιστήμη της Αστρονομίας καθώς και την συμμετοχή τους στις διαστημικές πτήσεις. Τα στοιχεία, που περιέχονται, είναι προϊόντα βιβλιογραφικής αναζήτηση.

Οι ονομασίες στο Ηλιακό σύστημα

Η γλώσσα δεν είναι ποτέ αθώα. Μέσα σε κάθε λέξη υπάρχουν παραπληρωματικά νοήματα που δίνουν στις λέξεις η παράδοση, τα κοινωνικά πιστεύω και οι κοινωνικοί κανόνες που ρυθμίζουν την επικοινωνία.
Με αυτό το δεδομένο δεν θα μπορούσε και η ορολογία της Αστρονομίας, όσο αφορά τις ονομασίες στο Ηλιακό μας σύστημα να ήταν απαλλαγμένη από δευτερεύοντα μηνύματα. Αναλύοντας τις ονομασίες που έχουν δοθεί στους πλανήτες στο Ήλιο και στη Σελήνη, βγάζουμε πολλαπλά συμπεράσματα και κυρίως ότι αντικατοπτρίζει την κοινωνική ανισότητα των φύλων.
Η πρώτη διαπίστωση είναι ότι το πλήθος των αρσενικού γένους πλανητών (Ερμής, Άρης, Δίας Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας, Πλούτωνας) υπερτερεί σε σχέση με το πλήθος των θηλυκού γένους (Αφροδίτη και Γη). Αλλά δεν είναι τόσο σημαντικό αυτό όσο οι έννοιες με τις οποίες συνδυάζονται καθεμιά από τις ονομασίες αυτές. Τόσο από αναλύσεις ερωτηματολογίων που δόθηκαν σε μαθητές και μαθήτριες στην εξέλιξη του προγράμματος, με ανάλογα ερωτήματα, όσο και η διεξοδική

έρευνα στο διαδίκτυο αποδεικνύεται ότι κάθε ονομασία πλανήτη συνδυάζεται με συγκεκριμένες έννοιες, ευρύτατα διαδομένες. Παραδείγματος χάρη ο πλανήτης Δίας σχετίζεται με τη δύναμη, την αυτοπεποίθηση, την εξουσία, τα χρήματα, την κυριαρχία, την ισχύ κλπ, ο πλανήτης Άρης με τη δύναμη, το πόλεμο, την αυτοπεποίθηση, τη διχόνοια, τη σκληρότητα, τη δολοπλοκία, το μίσος κλπ. Αυτοί και οι υπόλοιποι αρσενικού γένους πλανήτες χαρακτηρίζονται από τα στερεότυπα που κυριαρχούν για το ανδρικό φύλο. Αντίθετα η Γη συμβολίζει τη μητρότητα, την προστασία, την ειρήνη, τη γονιμότητα κλπ και η Αφροδίτη τον έρωτα, την ομορφιά κλπ. Οι δύο μοναδικοί θηλυκού γένους πλανήτες χαρακτηρίζονται από στερεότυπα που επικρατούν για το γυναικείο φύλο στην ανδροκρατική κοινωνία, η οποία περιορίζει το ρόλο της γυναίκας μόνο στην αναπαραγωγή και την μητρότητα.

Αν δούμε και τα δύο κυρίαρχα στις αισθήσεις μας μέλη του ηλιακού μας συστήματος, τον Ήλιο και την Σελήνη. Καταρχήν η αντίθεση ημέρας και νύκτας συνειρμικά οδηγεί το μυαλό των περισσότερων ανθρώπων και στην αντίθεση Ήλιου - Σελήνης. Στην αντίθεση του αρσενικού Ήλιου που σχετίζεται με τη δύναμη, τη ζωή, την εξουσία, την ενέργεια, το δέος, την κυριαρχία κλπ με τη θηλυκή Σελήνη που σχετίζεται τόσο με αρνητικά χαρακτηριστικά όπως με το μυστήριο, τη μαγεία, το φόβο, την απάτη κλπ όσο και με αμφιλεγόμενα θετικά χαρακτηριστικά όπως το ρομαντισμό, τη γλυκύτητα, το συναισθηματισμό κλπ.

Πολλοί παράγοντες αναπαράγουν τις ιδέες αυτές. Μερικοί από αυτούς είναι:

α. Ο απόηχος της Ελληνικής μυθολογίας που όλοι και όλες έχουν διδαχθεί στο Δημοτικό σχολείο, όπου κάθε μέλος του δωδεκάθεου συνδυάζεται με συγκεκριμένους ρόλους και ιδιότητες. Και εφόσον οι ονομασίες των πλανητών συμπίπτουν με τα ονόματα των αρχαίων θεών είναι λογικό οι ιδιότητες των θεών να μεταφέρονται και στους πλανήτες

β. Η μεγάλη διάδοση της ψευδοεπιστήμης της Αστρολογίας, και με τη βοήθεια και των Μ.Μ.Ε., που οι στερεοτυπικές αντιλήψεις που αναφέραμε αποτελούν βασικό της εργαλείο ανάλυσης

γ. Η άμεση αντίληψη ορισμένων διαδικασιών στη φύση. Παραδείγματος χάρη είναι λογικό να σχετίζει κάποιος ή κάποια τη Γη με την μητρότητα και την αναπαραγωγή όταν παρατηρεί την ανάπτυξη ενός φυτού μέσα από την Γη.

Συμπερασματικά τα ονόματα και τα χαρακτηριστικά που αποδίδονται στα κύρια μέλη του ηλιακού μας συστήματος προέκυψαν από τα στερεότυπα για τα δύο φύλα, αλλά και αναπαράγουν τα στερεότυπα αυτά. Αναπαράγουν τόσο τα στερεότυπα του ενεργητικού, δυναμικού, επιβλητικού, κυρίαρχου και βίαιου άνδρα όσο και τα στερεότυπα της γυναίκας ως σεξουαλικού και αναπαραγωγικού αντικειμένου.

Οι γυναίκες στην Ιστορία της Αστρονομίας

Η Ιστορία της Αστρονομίας είναι κυριολεκτικά γραμμένη από άνδρες.

Στα πρώτα της βήματα μέσα από το θολό τοπίο των πρώτων πολιτισμών (στη Μεσοποταμία, στην Αίγυπτο, στην Ινδία και στην Κίνα), φαίνεται ότι άνδρες, κυρίως μέλη του ιερατείου, ασχολιόντουσαν και προήγαγαν την Αστρονομία.

Λίγο αργότερα μια σειρά από αρχαίους Έλληνες (όπως ο Θαλής, ο Αριστοτέλης, ο Πυθαγόρας, ο Αρίσταρχος, ο Ερατοσθένης, ο Ίππαρχος και αργότερα ο Πτολεμαίος) ανέλαβαν την εξέλιξη της επιστήμης της Αστρονομίας.
Στους επόμενους 13 αιώνες μετά τον Πτολεμαίο, την σκοτεινή περίοδο του μεσαίωνα τα ηνία για την διατήρηση της φλόγας ανέλαβαν πάλι άνδρες από την ισλαμική Αραβία και από την Ινδία .
Την Ευρώπη ανατάραξαν από το λήθαργο οι ιδέες του Πολωνού Copernicus (15ος αιώνας) που εισηγήθηκε το Ηλιοκεντρικό μοντέλο και ακολούθησαν οι μεγάλοι ερευνητές ο Δανός αστρονόμος Tycho Brahe, ο Γερμανός Johannes Kepler, ο Ιταλός Galileo Galilei και ο Άγγλος Isaac Newton. Τον 19ο και 20ο αιώνα πλήθος ανδρών έδωσαν σημαντική ώθηση στην επιστήμη της Αστρονομίας για να φτάσει στα υψηλά επίπεδα ανάπτυξης που βρίσκεται στις μέρες μας.
Μόνο λίγες γυναίκες διασώθηκαν καταχωρημένες στα περιθώρια τις επίσημης ιστορίας της Αστρονομίας, όπως η Υπατία η Αλεξανδρινή και μερικές πρωτοπόρες αστρονόμισσες τον 17ο -19ο αιώνα.
Η Υπατία η Αλεξανδρινή έζησε στα τέλη του 4ου μ.Χ. αιώνα στην Αλεξάνδρεια και διδάχθηκε τις επιστήμες από τον πατέρα της Θέοντα. Δίδασκε στο σπίτι της, το οποίο είχε γίνει και κέντρο συζήτησης για φιλοσοφικά και επιστημονικά ζητήματα. Εκτός από διδασκαλία έγραφε κείμενα πάνω στα Μαθηματικά, βοηθούσε τον πατέρα της στην συγγραφή Αστρονομικών κειμένων και είχε σχεδιάσει έναν επίπεδο αστρολάβο για να υπολογίζει τον χρόνο και να μετρά τις θέσεις του ήλιου, των πλανητών και των άστρων. Ανήκε στο κίνημα των Νεοπλατωνιστών. Ο τότε πατριάρχης Αλεξανδρείας Κύριλλος, ένας φανατικός χριστιανός, κήρυξε διωγμό κατά των νεοπλατωνιστών. Η Υπατία αρνήθηκε να προσηλυτιστεί στον χριστιανισμό και τελικά το 415 ένας φανατικός όχλος χριστιανών την κακοποίησε μέχρι θανάτου. Με το θάνατό της τερματίστηκε και η τελευταία φάση της αρχαίας επιστήμης.
Πολλές γυναίκες το 17ο έως το 19ο αιώνα κατάφεραν να ξεπεράσουν με τη συμπαράσταση είτε των πατέρων τους είτε των συζύγων τους πολλαπλά εμπόδια και να συμβάλουν σημαντικά στην ανάπτυξη της Αστρονομίας. Οι βιογραφίες τους είναι γεμάτες από εμπόδια στην επιστημονική τους εξέλιξη από τους άνδρες συναδέλφους τους, που δεν έβλεπαν με καλό μάτι την εμπλοκή τους με τις επιστήμες. Μερικές από αυτές είναι: η Σοφία Μπραχέ (Δανία 1556 -1643 που βοηθούσε τον αδελφό της Tycho Brahe στην παρατήρηση και καταγραφή των κινήσεων των πλανητών και των αστέρων), η Μαρία Κούνιτς (Γερμανία 1610-1664 που έγραψε βιβλία με θέματα θεωρίας της Αστρονομίας), η Ελιζαμπέτα Κούπμαν, (Γερμανία 1647-1693 που μαζί με τον σύζυγό της Γιοχάνες Χεβέλιους δημοσίευσε το μεγαλύτερο μέχρι σήμερα κατάλογο αστεριών), η Μαρία Βίγκερμαν – Κιρχ, (Γερμανία 1670-1720 που το σπουδαίο έργο της δεν αναγνωρίστηκε από την Ακαδημία Επιστημών του Βερολίνου επειδή ήταν γυναίκα), η Νικόλ ντε λα Μπιέρ Λεπότ, (Γαλλία 1723 - 1788 με σημαντικές μελέτες πάνω στον κομήτη του Χάλεϋ) και η Μαρία Μίτσελ (Ε.Π.Α. 1818-1889, που λόγω του έργου της αποτέλεσε το πρώτο γυναικείο μέλος της Αμερικανικής Ακαδημίας Τεχνών και Επιστημών).

Οι γυναίκες στην Αστρονομία την σύγχρονη εποχή

Η Αστρονομία και η συγγενής της Φυσική είναι οι Επιστήμες που ακόμα και σήμερα ανδροκρατούνται. Μερικά στοιχεία
Μόνο το 15% των ασχολουμένων με την Αστρονομία είναι γυναίκες στο κόσμο. Μερικές χώρες δεν διαθέτουν ούτε μια γυναίκα Αστρονόμισσα.
Από τα 440 Nobel για την επιστήμη (Φυσική, Χημεία και Ιατρική) έχουν δοθεί μέχρι το σήμερα μόνο 10 σε γυναίκες! Δύο μόνο από αυτά ήταν Φυσικής. Το πρώτο το 1903 το πήρε η Μαρία Σκλοντόβσκα Κιουρί που ήταν Γαλλίδα, πολωνικής καταγωγής (1867-1934). Το δεύτερο το πήρε το 1963 η Αμερικανίδα φυσικός, πολωνικής καταγωγής Μαρία Γκέπερτ - Μάγιερ (1906 - 1972).
Άλλο στοιχείο ανισότητας φαίνεται στα ποσοστά κατά φύλο των πτυχίων και το των μεταπτυχιακών Φυσικής και Αστρονομίας στις Η.Π.Α. Το 1991 οι γυναίκες στην Αμερική αντιπροσώπευαν μόνο το 15% των πτυχιούχων στη φυσική και την αστρονομία,, ενώ στη χημεία αντιπροσώπευαν το 40%, στα μαθηματικά το 47% , και στις ιατρικές επιστήμες το 51%. Και, ενώ στα 1992 στις γυναίκες αναλογούσε το 11% των διδακτορικών στη φυσική και την αστρονομία, στα μαθηματικά αντιπροσώπευαν το 19%, στη χημεία το 26% και στις βιολογικές και ιατρικές επιστήμες το 39%.
Άλλο στοιχείο ανισότητας φαίνεται στα ποσοστά των καθηγητριών Φυσικής, μέσα στις οποίες περιλαμβάνονται και οι καθηγήτριες Αστρονομίας σε Πανεπιστήμια των Η.Π.Α. (στοιχεία 1994). Σύμφωνα με τα στοιχεία αυτά τα ποσοστά συμμετοχής των γυναικών στις τρεις κατηγορίες καθηγητών και καθηγητριών, είναι: μόνιμοι /-ες 3%, από κοινού κάτοχοι εδρών 8% και βοηθοί 10 %.
Στα τμήματα Αστροφυσικής στην Ελλάδα η κατάσταση δεν είναι καλύτερη το 2004 από πλευράς συμμετοχής των γυναικών στο διδακτικό προσωπικό των τμημάτων Αστροφυσικής. Παίρνοντας στοιχεία από τους επίσημους δικτυακούς τόπους των Ελληνικών Πανεπιστημίων διαπιστώνουμε ότι το 2004 υπάρχουν αυτοτελή τμήματα Αστροφυσικής σε τρία Πανεπιστήμια, στο Καποδιστριακό των Αθηνών, στο Αριστοτέλειο της Θεσσαλονίκης και στο Πανεπιστήμιο Κρήτης. Στα 30 άτομα που αποτελούν το διδακτικό προσωπικό του τμήματος Αστροφυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών μόνο 6 είναι γυναίκες (ποσοστό 20%), Στα 16 άτομα που αποτελούν το διδακτικό προσωπικό του τμήματος Αστροφυσικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης καμιά γυναίκα δεν υπάρχει (ποσοστό 0%). Τέλος στα 10 άτομα που αποτελούν το διδακτικό προσωπικό του τμήματος Αστροφυσικής του Πανεπιστημίου Κρήτης μόνο μία είναι γυναίκα (ποσοστό 10%).

Οι γυναίκες στο διάστημα

Σε ένα άλλο επίπεδο που γίνεται εμφανής η διάκριση μεταξύ των φύλων είναι στην στελέχωση των πτήσεων στο διάστημα. Εξετάζοντας την ιστορία των διαστημικών πτήσεων με πλήρωμα διαπιστώνουμε τα παρακάτω.
Η πρώτη διαστημική πτήση με άνθρωπο έγινε με από την τότε Σοβιετική Ένωση. Ο Yuri Gagarin ήταν ο πρώτος άνθρωπος που βρέθηκε στο Διάστημα. Η Σοβιετική ένωση, που ήταν πιο διακριτική σε θέματα ισότητας των δύο φύλων έστειλε την πρώτη κοσμοναύτισσα, τη Valentina Tereschkova, σε ανάλογη αποστολή στο

διάστημα το 1963.
Στην άλλη μεγάλη διαστημική δύναμη τις Ενωμένες Πολιτείες Αμερικής τα πράγματα δεν ήταν ακριβώς έτσι. Υπήρξε μια απαγόρευση στις γυναίκες να συμμετέχουν σε αυτές τις πτήσεις, Ένα χαρακτηριστικά γεγονός που αποδεικνύει αυτό είναι το παρακάτω.
Η NASA το 1959 είχε διαλέξει δύο ομάδες, μια ανδρών και μια γυναικών, για να τις προετοιμάσει να στελεχώσουν τις διαστημικές της αποστολές. Τα μέλη και των δύο ομάδων είχαν περάσει τις ίδιες αυστηρές ιατρικές εξετάσεις και είχαν πολλές χιλιάδες ώρες πτήσεις με αεροπλάνα.
Στην ομάδα των γυναικών ανήκε και η Jerrie Cobb, που γρήγορα ξεχώρισε από τους συναδέλφους και τις συναδέλφισσές της και ήταν έτοιμη για την στελέχωση κάποιων από τις πρώτες Διαστημικές πτήσεις. Δώδεκα ακόμα γυναίκες είχαν τα προσόντα για το ίδιο πράγμα.
Προς το τέλος της εκπαίδευσης, το 1962, με αυθαίρετο τρόπο η NASA απέκλεισε όλες τις γυναίκες από τις πτήσεις, γιατί έβαλε σαν επιπλέον όρο για συμμετοχή στις πτήσεις, την προϋπηρεσία σε στρατιωτικά αεροπλάνα. Φυσικά καμιά γυναίκα δεν είχε αυτήν την εμπειρία γιατί απλώς την εποχή εκείνη δεν προσλάμβαναν γυναίκες αεροπόρους στο στρατό.
Η Jerrie Cobb πέρα από ότι ξεχώρισε σε όλα τα τεστ, είχε 10000 ώρες πτήσεων με αεροπλάνα ενώ ο πρώτος Αμερικανός αστροναύτης Scott Carpenter μόλις 2.900 ώρες και ο γνωστός John Glenn 5.000 ώρες.
Σίγουρα στη NASA τότε θα ήξεραν ότι σε λίγους μήνες οι Σοβιετικοί θα έστελναν αστροναύτισσα στο Διάστημα και ότι οι γυναίκες ήταν πιο κατάλληλες για ανάλογες πτήσεις σαν λιγότερο επίφοβες για καρδιακά επεισόδια, λιγότερο τρωτές στην μοναξιά, στο κρύο, στη ζέστη, στο πόνο και στο θόρυβο. Οι γυναίκες επιπλέον έχουν μικρότερο σωματικό βάρος και όγκο και για αυτό επιβαρύνουν οικονομικά πολύ λιγότερο τις πτήσεις.
Στις Ενωμένες Πολιτείες Αμερικής τελικά μόλις το 1983 η Sally Ride έγινε η πρώτη Αμερικανίδα, που συμμετείχε στο πλήρωμα του διαστημικού λεωφορείου Challenger και μόλις το 1999 η Eileen Collins, έγινε η πρώτη Αμερικανίδα, αρχηγός διαστημικής αποστολής, στο διαστημικό λεωφορείο Columbia.
Συμπερασματικά ο χώρος της Φυσικής και της Αστρονομίας είναι βαθιά ανδροκρατούμενος από παράδοση αλλά και από την ανάπτυξη μηχανισμών που διατηρούν αυτή την κατάσταση. Είναι το προτελευταίο οχυρό (το τελευταίο είναι η Εκκλησία) όπου η ανδροκρατία διατηρείται και είναι επιτακτική ανάγκη να αρθεί με συντονισμένες ενέργειες το φαινόμενο αυτό. Οι ίσες ευκαιρίες στην εκπαίδευση, οι παρεμβάσεις για αλλαγή των αντιλήψεων για το ρόλο των γυναικών στην επιστήμη της Φυσικής και της Αστρονομίας και η θεσμοθέτηση διαδικασιών που θα άρουν τις ανισότητες κατά των γυναικών στο χώρο, είναι αναγκαίες για την άρση της διαφοράς.

Κίνηση Διαστημοχημάτων σε Πλανητικές Σφαίρες Επιρροής και Ατμόσφαιρες και Προοπτικές Διαστρικών Ταξιδιών

Ηλίας Ε. Παναγιωτόπουλος,
Διδακτορικός Ερευνητής (Εισηγητής), Εργαστήριο Μηχανικής των Ρευστών, Τμήμα Μηχανολόγων & Αεροναυπηγών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τ.Κ. 26500, Πάτρα, Ελλάδα
e-mail:hpanagio@mech.upatras.gr

Διονύσιος Π. Μάργαρης,
Επίκουρος Καθηγητής, Εργαστήριο Μηχανικής των Ρευστών, Τμήμα Μηχανολόγων & Αεροναυπηγών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τ.Κ. 26500, Πάτρα, Ελλάδα
e-mail:margaris@mech.upatras.gr

Δημήτριος Γ. Παπανίκας
Καθηγητής, Εργαστήριο Μηχανικής των Ρευστών, Τμήμα Μηχανολόγων & Αεροναυπηγών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τ.Κ. 26500, Πάτρα, Ελλάδα
e-mail:papanikas@mech.upatras.gr

Κώστας Γιακουμής
Ερασιτέχνης Αστρονομίας
e-mail:george_yiakoumis@yahoo.gr

Λέξεις-Κλειδιά: Διαπλανητικό Ίχνος Πτήσης, Σφαίρα Επιρροής Πλανήτη, Διατροχιακή Μετάβαση, Χρονισμός Διαστημικής Συνάντησης, Ατμοσφαιρικό Ίχνος Εισόδου-Επανεισόδου, Υπερυπερηχητική Πτήση, Θερμική Καταπόνηση, Υψηλή Επιβράδυνση, Διαστρικό Ταξίδι.

Περίληψη

Σε σύνθετες διαστημικές αποστολές εξερεύνησης του Ηλιακού μας Συστήματος ένας ή περισσότεροι φυσικοί πλανήτες και δεκάδες από τους δορυφόρους τους αποτελούν ενδιάμεσους σταθμούς, τους οποίους το διαστημόχημα (Δ/Ο) προσπερνά αντλώντας από το βαρυτικό τους πεδίο και από την ίδια την κίνησή τους περί τον Ήλιο πρόσθετη και ανέξοδη ενέργεια. Με αυτόν τον

τρόπο βελτιώνεται ο προσανατολισμός του διαπλανητικού ίχνους πτήσης του Δ/Ο και πολλές φορές αυξάνεται η κινητική ενέργεια και η ταχύτητά του. Στην παρούσα εισήγηση θα παρουσιαστεί υπολογιστική μέθοδος φυσικομαθηματικής προσομοίωσης του ίχνους πτήσης (τροχιά) εισόδου διαστημοχημάτων στις σφαίρες βαρυτικής επιρροής των πλανητών ή άλλων ουράνιων σωμάτων στο διαστημικό χώρο καθώς και στις ατμόσφαιρές τους (εφ' όσον υπάρχουν). Καθορίζονται οι αρχικές συνθήκες εισόδου στο "κατώφλι" της ατμόσφαιρας του πλανήτη-προορισμού αφού προηγούμενα το Δ/Ο εισέλθει στο πεδίο βαρυτικής επιρροής του. "Προσελκύεται" απ' αυτόν, εκτρέπεται από το διαπλανητικό του ίχνος και υπό ορισμένες συνθήκες μπορεί να γίνει δορυφόρος του. Στην ατμοσφαιρική φάση του ίχνους πτήσης καθόδου προς την επιφάνεια του πλανήτη αναπτύσσονται υψηλές ταχύτητες και θερμοκρασίες, η σύζευξη των οποίων οδηγεί σε υψηλή θερμική επιβάρυνση (μεταφορά θερμότητας), υψηλή επιβράδυνση και υψηλή θερμοκρασία τοιχώματος στην επιφάνεια της διαστημοσυσκευής ιδιαίτερα στην κρίσιμη περιοχή του σημείου ανακοπής της πίσω από το κρουστικό κύμα. Τα μεγέθη αυτά προσδιορίζονται με αναλυτικές εμπειρικές μεθόδους για τις βασικές πλανητικές ατμόσφαιρες (π.χ. Άρης, Αφροδίτη) ενώ για την πτήση στην ατμόσφαιρα της Γης αναπτύσσεται μεθοδολογία προσομοίωσης της αεροθερμοδυναμικής συμπεριφοράς του αέρα σαν πραγματικό αέριο σε υψηλές θερμοκρασίες. Τα βασικά μεγέθη ατμόσφαιρας ενός πλανήτη (πίεση, πυκνότητα, θερμοκρασία) έχουν προσομοιωθεί με πολυωνυμικές εκφράσεις από έγκυρες διεθνείς αστρονομικές και διαστημικές βάσεις δεδομένων. Η υπολογιστική προσομοίωση λαμβάνει υπόψη τις πολλές σημαντικές ρευστοθερμικές και αστροδυναμικές παραμέτρους και δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα για τον καθορισμό του βέλτιστου διαπλανητικού ίχνους πτήσης ενός στελεχωμένου ή μη-στελεχωμένου διαστημοχήματος στη διάρκεια της διαστημικής του αποστολής. Συγκρίσεις με διεθνώς αναγνωρισμένα ερευνητικά μοντέλα και με πραγματοποιηθείσες αποστολές επιβεβαιώνουν την ορθότητα της παρούσας ανάλυσης. Πέρα από τα παραπάνω "συμβατικά" ταξίδια των Δ/Ο θίγεται επίσης και η προοπτική υλοποίησης ενός διαστρικού ταξιδιού στις επόμενες δεκαετίες.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

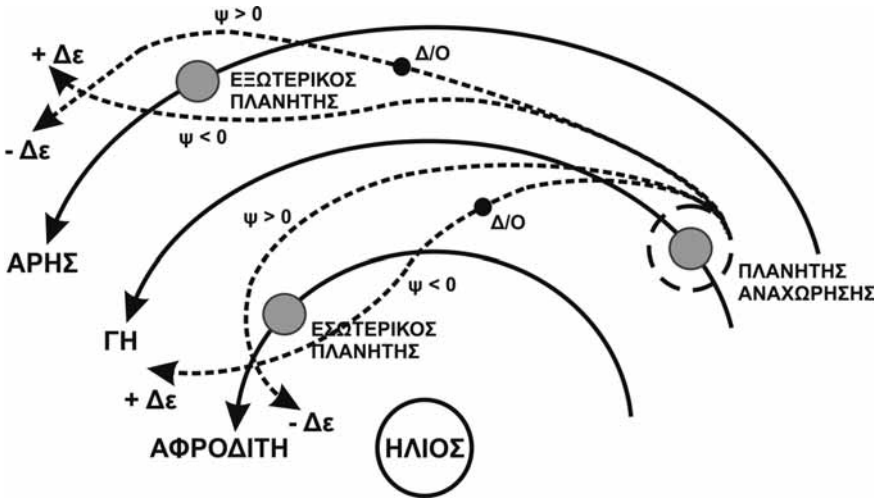
Τα διαπλανητικά ταξίδια πραγματοποιούνται σε τεράστιες αποστάσεις που αντιστοιχούν σε μεγάλους χρόνους πτήσης. Απαιτούνται κατάλληλοι ελιγμοί των διαστημοχημάτων (Δ/Ο) για την προσανατολισμένη κίνησή τους στο διαστημικό χώρο ενώ την κρισιμότερη φάση της αποστολής αποτελεί η προσέγγιση του πλανήτη-στόχου. Το Δ/Ο εισέρχεται στο πεδίο βαρυτικής επιρροής του πλανήτη-προορισμού, καθορίζονται οι αρχικές συνθήκες εισόδου στο "κατώφλι" της ατμόσφαιράς του και ακολουθεί το ίχνος καθόδου στην πλανητική επιφάνεια.
Ένα ίχνος κίνησης ή πτήσης είναι κατά κανόνα μία καμπύλη γραμμή, που ακολουθεί ένα αντικείμενο στο διάστημα. Ο καθορισμός και ο προϋπολογισμός της τροχιάς του διαστημοχήματος ανάλογα με την αποστολή του αποτελεί κυρίαρχο στοιχείο στην αεροδιαστημική. Η θεώρηση έχει ως εκκίνηση τις τροχιές των Πλανητών, που αποτελούν τη βάση των σχετικών κλασικών θεωριών του Κέπλερ και του Νεύτωνα, οι οποίες έφεραν την επιστημονική επανάσταση στην

αστρονομία και αστροναυτική πριν από περίπου 400 χρόνια.
Όταν το διαστημόχημα εγκαταλείπει τη Γη και το βαρυτικό της πεδίο για το διαπλανητικό ταξίδι, γίνεται κι' αυτό ένας πλανήτης, όπως οι άλλοι εννέα φυσικοί πλανήτες του ηλιακού συστήματος μας, αλλά τεχνητός. Κινείται πλέον σε ηλιοκεντρικό διαπλανητικό ίχνος στο βαρυτικό πεδίο του Ηλίου με προορισμό τον πλανήτη-στόχο, για τον οποίο έχει σχεδιαστεί η διαστημική αποστολή. Η πλανητική ιδιότητα του Δ/Ο παύει να υφίσταται μόλις εισέλθει στο πεδίο βαρύτητας του πλανήτη προορισμού, όπου "προσελκύεται" απ' αυτόν, εκτρέπεται από το διαπλανητικό του ίχνος και υπό ορισμένες συνθήκες μπορεί να γίνει δορυφόρος του. Η ηλιακή βαρύτητα και ακόμη λιγότερο η γήινη ή των υπολοίπων πλανητών προκαλούν μόνο ανεπαίσθητες ή μικρές "διαταραχές" στη δορυφορική τροχιά του.
Σε μια από τις πλέον εντυπωσιακές διαστημικές αποστολές το διαστημόχημα "Γαλιλαίος" (Galileo's spacecraft, τέθηκε σε τροχιά από το Space Shuttle το 1989) οδηγήθηκε στον πλανήτη Δία μ' ένα ταξίδι διάρκειας 5,5 ετών, αφού προηγουμένως πέρασε μία φορά από την Αφροδίτη και δυο φορές από τη Γη. Με την ενέργεια που κέρδισε από αυτά τα "προσπεράσματα" (fly by, swing by) επιτάχυνε την αποστολή του κατά σχεδόν έξι μήνες σε σύγκριση με την απευθείας τροχιά Γης-Δία και ταυτόχρονα εξοικονόμησε καύσιμα για τους πρόσθετους ελιγμούς του ως δορυφόρος εξερεύνησης του Δία. Και οι στελεχωμένες αποστολές στη Σελήνη της σειράς Apollo (1969-72) θεωρούνται σε κάποιο βαθμό διαπλανητικές, αφού ήταν αναγκαία η μετάβαση της "Σεληνακάτου" από το βαρυτικό πεδίο της Γης στο βαρυτικό πεδίο της Σελήνης μετά το περίπου 60 ωρών ταξίδι της.
Το διαπλανητικό ίχνος τού Δ/Ο προϋπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη την επίδραση όχι μόνο του Ηλίου, της Γης και του πλανήτη-στόχου, αλλά και αυτή των άλλων πλανητών. Χαρακτηριστικό των διαπλανητικών ταξιδιών είναι η μεγάλη διάρκειά τους. Την επιβάλλουν οι τεράστιες αποστάσεις (για γήινη κλίμακα μετρήσεων) στο ηλιακό μας σύστημα με ακρότατη αυτή του Πλούτωνα, ο οποίος ευρίσκεται στη μέση απόσταση των σχεδόν 6 δισεκατομμυρίων χιλιομέτρων (~ 40 AU, αστρονομικές μονάδες), τα οποία δεν είναι εύκολο ούτε να φανταστούμε, έστω και αν το φως του ήλιου ταξιδεύει σ' αυτόν "μόνο" πεντέμισι ώρες.
Η προσέγγιση του πλανήτη-προορισμού αποτελεί μία από τις σημαντικότερες και κρισιμότερες φάσεις της διαπλανητικής πτήσης. Το διαστημόχημα εισέρχεται στη σφαίρα επιρροής του πλανήτη-στόχου ή άλλου ουράνιου σώματος, ακολουθεί τροχιακή μετάβαση στο εξωτερικό όριο της ατμόσφαιράς του (εφ' όσον υπάρχει) όπου εισέρχεται με προκαθορισμένες αρχικές συνθήκες για το ατμοσφαιρικό ίχνος καθόδου στην επιφάνεια του πλανήτη.
Συνεχείς μελέτες και έρευνες για διατμοσφαιρικές τροχιές εισόδου και επανεισόδου έχουν οδηγήσει σε παγκόσμιο αυξανόμενο ενδιαφέρον (μετά και το τελευταίο καταστροφικό συμβάν με το Διαστημικό Σύστημα Μεταφοράς Columbia το Φεβρουάριο του 2003) όσον αφορά την ακριβή πρόβλεψη της αεροδυναμικής υπερθέρμανσης διαστημοχημάτων (Δ/Ο). Η επιστημονική και τεχνολογική περιοχή της Υπερυπερηχητικής Αεροθερμοδυναμικής περιλαμβάνει τις ακραίες ροϊκές συνθήκες με υψηλές ταχύτητες, χαμηλές πυκνότητες και υψηλές θερμοκρασίες, που φθάνουν κατά περίπτωση μέχρι και τους 15000°C. Η σύζευξη αυτών των παραμέτρων οδηγεί σε υψηλή θερμική καταπόνηση (μεταφερόμενη θερμότητα), μεγάλη επιβράδυνση και υψηλή θερμοκρασία τοιχώματος στην επιφάνεια του

διαστημοχήματος ιδιαίτερα στην κρίσιμη περιοχή του σημείου ανακοπής. Ο καθορισμός της ονομαστικής τροχιάς εισόδου μιας διαστημοσυσκευής είναι ουσιώδης για μία επιτυχημένη διαστημική αποστολή και ασφαλή επιστροφή.
Κύριος στόχος των τεχνικών υπολογισμών είναι η πρόβλεψη της θερμικής καταπόνησης των τοιχωμάτων του Δ/Ο και η συνολική υπερθέρμανσή του με στόχο την ακριβή διαστασιολόγηση του θερμικού προστατευτικού τοιχώματος (θερμοθώρακας). Οι πλέον επιβαρυνόμενες περιοχές είναι όπου υπάρχουν επιφάνειες κάθετες ή έχουν μεγάλη κλίση σε σχέση με τη διεύθυνση πτήσης και σχηματίζουν σημεία ή περιοχές ανακοπής, όπως το πρωραίο μέρος της ατράκτου ή οι εμπρόσθιες ακμές πτερύγων, πηδαλίων άλλων τμημάτων. Η πλήρης ανάλυση προϋποθέτει πολύπλοκους υπολογισμούς και επιβάλλεται στον τελικό σχεδιασμό του Δ/Ο και της αποστολής του. Όμως για τους προκαταρκτικούς σχεδιασμούς αρκούν απλούστερες μέθοδοι υπολογισμού, οι οποίες έχουν καθιερωθεί στην αεροδιαστημική πρακτική και εξακολουθούν να εφαρμόζονται στις εργασίες φοιτητών, μηχανικών και ερευνητών.
Στις επόμενες δεκαετίες (σίγουρα μέχρι το 2050) πολλές διατμοσφαιρικές αποστολές και πτήσεις θα γίνονται με διαστημοπλάνα προσγείωσης και απογείωσης παρόμοιας με τα αεροπλάνα ή με ακόμη πιο εξελιγμένα συστήματα προσεδάφισης, τα οποία πρόκειται να κινούνται κατά την είσοδό τους στη γήϊνη και σε πλανητικές ατμόσφαιρες με αριθμούς Mach μέχρι και 30.

2. ΔΙΑΠΛΑΝΗΤΙΚΕΣ ΠΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΤΡΟΧΙΕΣ ΔΙΑΣΤΗΜΟΧΗΜΑΤΩΝ

1.1 Τα ταξίδια στους μακρινούς πλανήτες γίνονται κατ' κανόνα με βαρυτική υποστήριξη του διαστημοχήματος από άλλους πλανήτες με αποτέλεσμα την αύξηση της τροχιακής του ενέργειας με ταυτόχρονη βελτίωση του προσανατολισμού και εξοικονόμηση προωθητικών.
Σε συνθέτες διαστημικές αποστολές ένας ή περισσότεροι φυσικοί πλανήτες αποτελούν ενδιάμεσους σταθμούς, στους οποίους το Δ/Ο ασφαλώς δεν σταθμεύει. Τους προσπερνά αντλώντας από το βαρυτικό τους πεδίο και από την ιδία την κίνηση τους περί τον Ήλιο πρόσθετη και ανέξοδη ενέργεια για να βελτιώσει τον προσανατολισμό του ίχνους του ταξιδιού του και πολλές φορές να αυξήσει την κινητική ενεργεία και την ταχύτητα του. Υπερβολικές τροχιές χρησιμοποιούνται κύρια σε ενδιάμεσους διαπλανητικούς ελιγμούς, όταν ένα διαστημόχημα προσεγγίζει έναν πλανήτη και εκμεταλλευόμενο το βαρυτικό του πεδίο αλλάζει διεύθυνση πτήσης, ενώ ταυτόχρονα αυξάνει την κινητική του ενέργεια ελκόμενο από τον πλανήτη.



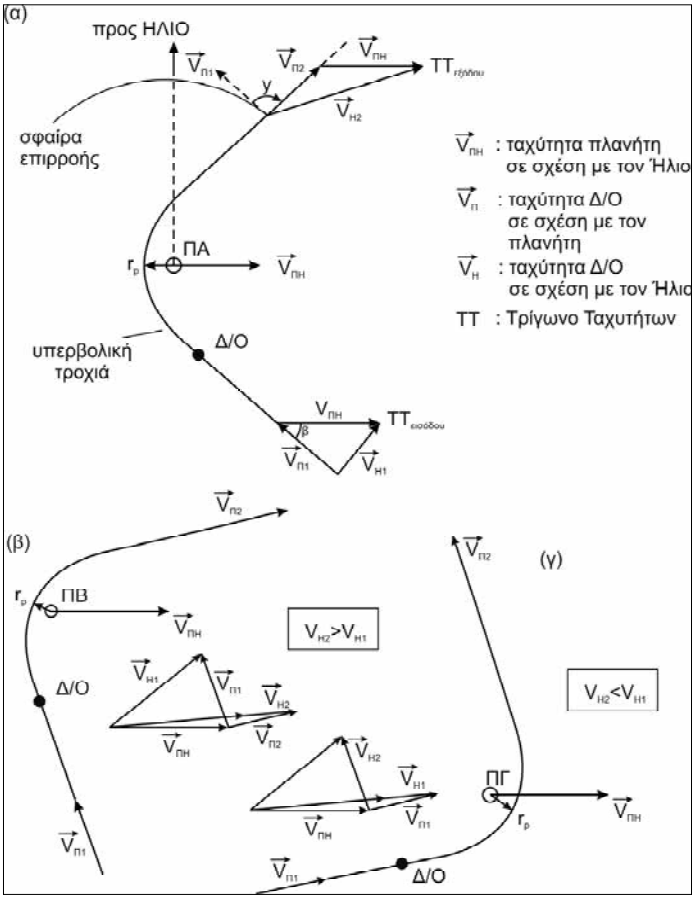
Σχήμα 1: Απεικόνιση υπερβολικού ίχνους πτήσης Δ/Ο για μετάβαση από τον πλανήτη αναχώρηση (π.χ. Γη) σε εξωτερικό πλανήτη (π.χ. Άρης) και σε εσωτερικό πλανήτη (π.χ. Αφροδίτη). Ανάλογα με το ίχνος προσπέρασης το Δ/Ο αυξάνει (+Δε) ή μειώνει (–Δε) την τροχιακή του ενέργεια αλλάζοντας κατεύθυνση κατά τη γωνία στροφής ψ.

Το Δ/Ο προσεγγίζει τον πλανήτη εισερχόμενο στο πεδίο βαρύτητάς του από τον κλάδο της ασύμπτωτης ευθείας αφίξεως και ελκόμενο απ᾽ αυτόν αλλάζει κατεύθυνση. Μειώνει ή αυξάνει την ταχύτητά του επιβραδυνόμενο ή επιταχυνόμενο, αντίστοιχα, από τη βαρύτητα του πλανήτη και εξέρχεται από το βαρυτικό του πεδίο από τον απεριόριστο κλάδο αναχώρησης. Η πλανητική προσπέραση ή "σύλληψη" είναι ένας άριστος τρόπος να εκτρέπεται ένα Δ/Ο από την τροχιά του χωρίς να απαιτείται αυτοπρόωσή του.

Η διαδικασία της τροχιακής εκτροπής εξηγείται γεωμετρικά με τη βοήθεια του Σχήματος 1 καθώς το Δ/Ο προσεγγίζει τον πλανήτη-στόχο (εσωτερικό ή εξωτερικό ως προς τη Γη) από έναν οποιοδήποτε πλανήτη αναχώρησης (συνήθως τη Γη). Υπό την επίδραση του βαρυτικού πλανητικού πεδίου η τροχιά "κάμπτεται" και εκτρέπεται από την αρχική διεύθυνση της ασύμπτωτης άφιξης κατά τη γωνία εκτροπής ψ οδηγώντας σε αύξηση (+Δε) ή μείωση (–Δε) της τροχιακής του ενέργειας και κατόπιν διαγράφοντας μια υπερβολική τροχιά εξέρχεται από το βαρυτικό πεδίο στη διεύθυνση της ασύμπτωτης εκφυγής.

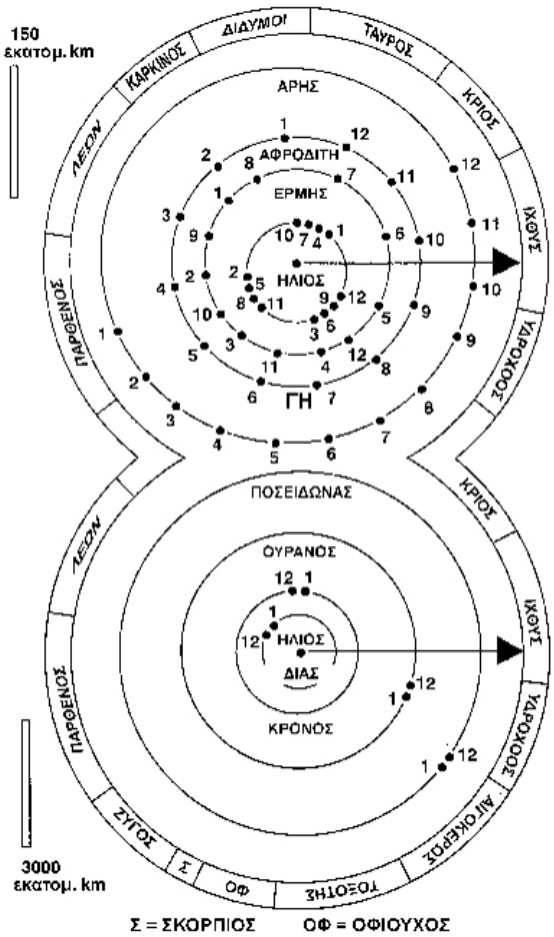
Το Σχήμα 2 δίνει λεπτομέρειες από τρία χαρακτηριστικά στιγμιότυπα πλανητικής διέλευσης ενός Δ/Ο. Το Δ/Ο "συλλαμβάνεται" από το βαρυτικό πεδίο του πλανήτη, όταν φθάσει στο όριο της σφαίρας επιρροής του. Στους κλάδους εισόδου και εξόδου της υπερβολικής προσπέρασης οι ταχύτητες προσέγγισης του Δ/Ο VH1 και εκφυγής VH2 σε σχέση με τον Ήλιο (απόλυτη ταχύτητα VΠΗ) προκύπτουν από τα "τρίγωνα ταχυτήτων" εισόδου και εξόδου κατά προσέγγιση με γραφικό τρόπο και ακριβώς με τριγωνομετρικούς υπολογισμούς.

1.2 Οι ελιγμοί διαπλανητικής κίνησης των Δ/Ο εξαρτώνται από τη θέση των πλανητών ή άλλων ουράνιων σωμάτων, η οποία συνεχώς μεταβάλλεται στο απέραντο διαστημικό χώρο και στο χρόνο. Ο ακριβής υπολογισμός της θέσης των πλανητών είναι αναγκαίος για τον προσδιορισμό της συνθήκης συνάντησης του Δ/Ο με τον πλανήτη-στόχο. Ο σχεδιασμός πρέπει να λαμβάνει υπόψη και άλλες παραμέτρους, όπως διαταραχές τροχιάς, επιμέρους διερεύνηση άλλων ουράνιων σωμάτων που συναντάει το Δ/Ο στη διάρκεια του διαπλανητικού ίχνους πτήσης κ.α. μέχρι την τελική του άφιξη στον πλανήτη-στόχο.
Στη φυσική πραγματικότητα η θέση των πλανητών είναι δεδομένη και συνεχώς μεταβαλλόμενη στο χωρόχρονο. Ο εντοπισμός τους γίνεται με κατάλληλο υπολογιστικό πρόγραμμα ή με τη βοήθεια των "πλανητικών εφημερίδων", οι οποίες συσχετίζουν τη θέση των πλανητών με τον τρέχοντα πραγματικό χρόνο, δηλ. τον αστρικό χρόνο, και με το ηλιοκεντρικό ή άλλα συστήματα συντεταγμένων.



Σχήμα 2: (α) Μόλις το Δ/Ο εισέλθει στη σφαίρα επιρροής του πλανήτη ΠΑ εκτρέπεται από την τροχιά του, διαγράφει υπερβολική τροχιά υπό την επίδραση του βαρυτικού πεδίου του ΠΑ και εκφεύγει με μεγαλύτερη απόλυτη ταχύτητα VH2 > VH1. (β) Το ίδιο συμβαίνει κατά την προσέγγιση του πλανήτη ΠΒ. (γ) Μείωση της ταχύτητας του Δ/Ο προκύπτει, όταν προσπερνάει τον πλανήτη ΠΓ. Τα τρίγωνα ταχυτήτων εισόδου-εξόδου πράγματι δίνουν VH2 < VH1.

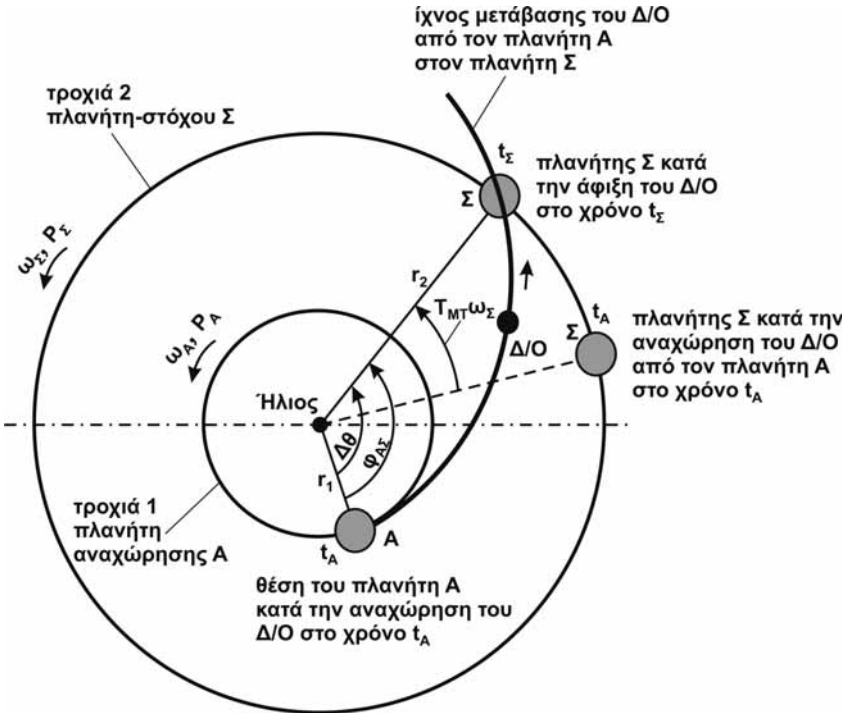
Σε μια παραστατική παρουσίαση το Σχήμα 3 (δανεισμένο από τη βιβλιογραφία) δείχνει τις θέσεις των πλανητών το έτος 2003 κατά την ημέρα της εαρινής ισημερίας, δηλ. την 22α Μαρτίου 2003. Αυτή την ημέρα η νοητή ευθεία, που συνδέει τη Γη προς τον Ήλιο, "δείχνει" προς τον αστερισμό του Ιχθύος, δηλ. ορίζει την "κύρια κατεύθυνση", τη γραμμή των ισημεριών ή συνδέσμων γγ' . Ακριβέστερα, η διεύθυνση αυτή ορίζεται σύμφωνα με το Παγκόσμιο Ουράνιο Πλαίσιο Αναφοράς (International Celestial Reference Frame, ICRF) ως η ευθεία μεταξύ Ηλίου και του ραδιοαστέρα 3C273 ενός συγκεκριμένου σμήνους "απλανών" εξωγαλαξιακών ραδιοαστέρων (pulsars) καθορισμένου από τη Διεθνή Αστρονομική Ένωση (International Astronautical Union, IAU).



Σχήμα 3: Η θέση των πλανητών στο ηλιακό σύστημα κατά την εαρινή ισημερία του 2003 (22α Μαρτίου) σε κάτοψη. Το επάνω σχήμα δείχνει τους εσωτερικούς πλανήτες και τον Άρη, το κάτω δείχνει τους εξωτερικούς και πλέον απόμακρους. Το βέλος δείχνει τη κύρια διεύθυνση, δηλ. τη διεύθυνση αναφοράς της γραμμής των ισημερινών γγ', που συνδέει τη θέση της Γης με τον Ήλιο και επεκτεινόμενη δείχνει τον αστερισμό του Ιχθύος ή ακριβέστερα και σύμφωνα με το Παγκόσμιο Ουράνιο Πλαίσιο Αναφοράς ICRF τον ραδιοαστέρα 3C273, ο οποίος για τις ηλιακές συνθήκες παραμένει ακίνητος. Οι αριθμοί αντιστοιχούν στους δώδεκα μήνες του έτους 2003.

Η κύρια διεύθυνση γγ΄ κατά την "εποχή J2000,0", δηλ. την 1η Ιανουαρίου 2000, ώρα 12:00 μεσημβρινή, λαμβάνεται ως η διεύθυνση αναφοράς κατά τους υπολογισμούς του σχεδιασμού της διαστημικής αποστολής. Μετά τον ακριβή

υπολογισμό της τροχιάς και θέσης του πλανήτη αναχώρησης και του πλανήτη-στόχου είναι δυνατός ο προσδιορισμός της συνθήκης για την επιτυχή συνάντηση του Δ/Ο με τον δεύτερο. Το Σχήμα 4 δείχνει τη συγκυρία της συνάντησης, η οποία έχει επιτυχία, όταν η συνολική γωνιακή απόσταση Δθ, που διανύει το Δ/Ο από την αναχώρηση μέχρι την άφιξή του στον πλανήτη-στόχο, είναι ίση με το άθροισμα της αρχικής διαφοράς φάσεως φ μεταξύ πλανήτη αναχώρησης και του πλανήτη-στόχου κατά τη στιγμή tA της αναχώρησης του Δ/Ο και της γωνιακής απόστασης, που εντωμεταξύ έχει διανύσει ο πλανήτης-στόχος, TMT = tΣ - tA με τη γωνιακή του ταχύτητα ωΣ.



Σχήμα 4: Το Δ/Ο συναντάει τον πλανήτη-στόχο Σ, όταν η συνολική γωνία μεταφοράς Δθ είναι ίση προς το άθροισμα της αρχικής γωνίας φάσεως φΑΣ του πλανήτη-στόχου σε σχέση με το Δ/Ο και της γωνιακής απόστασης που κινείται ο πλανήτης-στόχος στο χρόνο μεταφοράς TMT = tΣ - tA από τη θέση 1 στη θέση 2.

3.3 Η διαπλανητική μετάβαση πραγματοποιείται με ηλιοκεντρικές τροχιές των Δ/Ο, όπως η τροχιά Χόμαν (Hohmann), η οποία όμως μεγιστοποιεί το χρόνο μετάβασης. Γι' αυτό απαιτούνται άλλες αμεσότερες διατροχιακές μεταβάσεις σύντομου χρόνου. Χρειάζονται έξυπνες λύσεις για την επιλογή του κατάλληλου ίχνους πτήσης με στόχο τη μείωση της διάρκειας του διαστημικού ταξιδιού και ταυτόχρονα την ελαχιστοποίηση της καταναλωμένης μάζας καυσίμων (προωθητικών).

Ο Hohmann (1925) πραγματεύτηκε το πρόβλημα μετάβασης ενός διαστημοχήματος

από μία κυκλική τροχιά περί τη Γη (ή και οποιονδήποτε άλλον πλανήτη) σε άλλη επίσης κυκλική και συνεπίπεδη αλλά μεγαλύτερή της. Απέδειξε, ότι το μεταβατικό αυτό διατροχιακό ίχνος είναι μία ημιέλλειψη, η οποία κατά την εκκίνησή της εφάπτεται στην εξωτερική πλευρά της αρχικής τροχιάς και καταλήγει εφαπτομενικά στην εσωτερική πλευρά της επόμενης ή τελικής μεγαλύτερης τροχιάς, όπως δείχνει το Σχήμα 5.

Γεγονός είναι, ότι για να επιτύχει η εκκίνηση από την αρχική τροχιά, στην οποία το διαστημόχημα έχει ήδη την ταχύτητα V1, απαιτείται μία πρόσθετη (κατά το δυνατόν μικρής διάρκειας) ώθηση, η οποία προσδίδει στο διαστημόχημα μία "στιγμιαία" αύξηση ταχύτητας κατά ΔV1. Το άθροισμα των δύο ταχυτήτων δίνει την ταχύτητα περιγείου VpH, που είναι η ταχύτητα εισόδου στην τροχιά μεταφοράς.

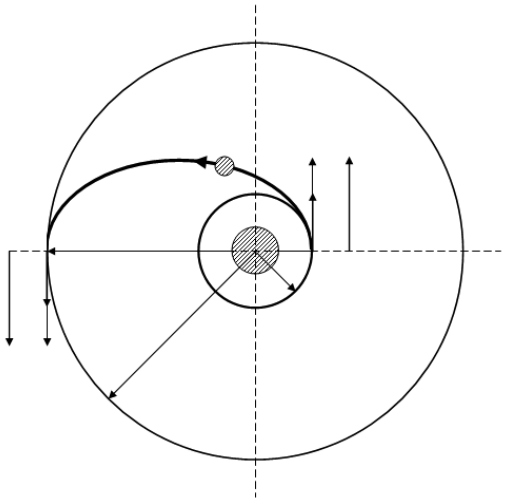
Φθάνοντας όμως στο σημείο εισαγωγής στη μεγαλύτερη τροχιά, στην οποία κατά την Κεπλεριανή κίνηση η ταχύτητα είναι μικρότερη αυτής της χαμηλής τροχιάς (V2 < V1), πρέπει πάλι με "στιγμιαία" ώθηση να μεταβληθεί η ταχύτητα του απογείου της τροχιάς μεταφοράς VαH κατά ΔV2. Για τον σχεδιασμό της τροχιάς μεταφοράς ΟΗ κατά Hohmann τίθεται η ακτίνα στην περιαψίδα της ΟΗ ίση με την ακτίνα της αρχικής τροχιάς Ο1 και η ακτίνα στην αποαψίδα της ΟΗ ίση με την ακτίνα της Ο2.

Με τις δύο αυτές ακτίνες η έλλειψη μεταφοράς έχει πλέον ορισθεί. Απαραίτητο είναι να ευρεθούν οι αλλαγές ταχύτητας για να υλοποιηθεί η μεταφορά επί της τροχιάς Hohmann. Η πρώτη μεταβολή ΔV1 αλλάζει την ταχύτητα του διαστημοχηματος στην Ο1 για να αποκτήσει την αρχική ταχύτητα της ελλειπτικής τροχιάς μεταφοράς ΟΗ. Η δεύτερη μεταβολή ΔV2 αλλάζει την ταχύτητα της ελλειπτικής τροχιάς μεταφοράς για να αποκτήσει το διαστημόχημα την ταχύτητα που απαιτείται στην τελική τροχιά Ο2.

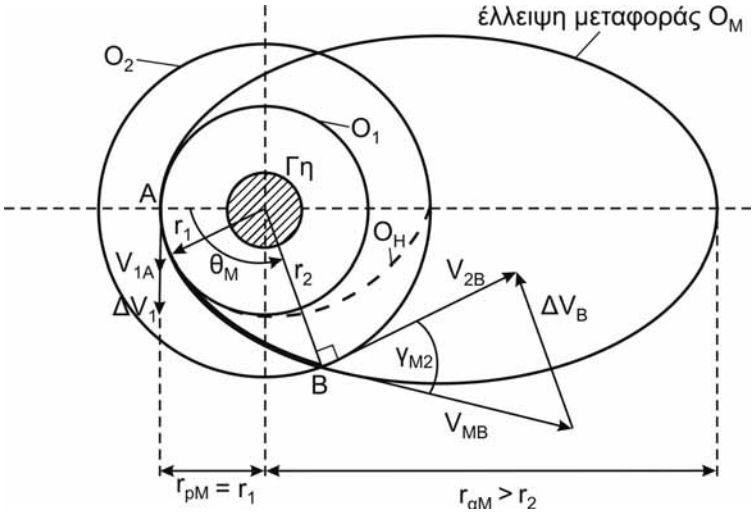
Φθάνοντας στο σημείο επαφής, δηλ. εισαγωγής στη δεύτερη τροχιά, που είναι και το απόγειο της ελλειπτικής τροχιάς μεταφοράς η ταχύτητά του έχει ελαχιστοποιηθεί στην τιμή VαH και χρειάζεται η πρόσθετη ΔV2 για να αποκτήσει την V2. Αν δεν δοθεί η ΔV2 τότε το διαστημόχημα επιστρέφει στην αρχική του τροχιά Ο1, διανύοντας υπό την έλξη του κεντρικού σώματος το υπόλοιπο ήμισυ του ελλειπτικού ίχνους "προς τα πίσω".

Η αποδοτικότητα της τροχιάς μεταφοράς Hohmann βασίζεται στο γεγονός, ότι οι δύο μεταβολές ταχύτητας συμβαίνουν σε σημεία εφαπτομενικότητας των τροχιών. Γι' αυτό αλλάζει μόνο το αριθμητικό μέγεθος της ταχύτητας χωρίς να προκύπτουν απώλειες ενέργειας που σχετίζονται με αλλαγές διεύθυνσης της ταχύτητας.

Προφανώς η τροχιά μεταφοράς κατά Hohmann μπορεί να υλοποιηθεί και αντιστρόφως, δηλ. μετάβαση (κάθοδος) διαστημοχήματος από την υψηλότερη και μεγαλύτερη τροχιά Ο2 προς τη χαμηλότερη και μικρότερη Ο1. Σ' αυτή την περίπτωση αντί επιταχύνσεων κατά ΔV απαιτούνται επιβραδύνσεις, οπότε οι ταχύτητες προστίθενται σε διεύθυνση αντίθετη προς την κίνηση του Δ/Ο.



Σχήμα 5: Το διατροχιακό ίχνος μεταφοράς Hohmann του διαστημοχήματος μάζας m ως προς το κεντρικό σώμα μάζας M (πλανήτης ή άλλο ουράνιο σώμα) από την χαμηλότερη τροχιά O1 στη συνεπίπεδή της υψηλότερη O2 είναι ημιελλειπτικό. Έχει αφετηρία την αρχική τροχιά με περίγειο την ακτίνα της r1 και η άφιξη στην υψηλότερη κυκλική τροχιά γίνεται στο απόγειό του με ακτίνα απογείου την r2.



Σχήμα 6: Άμεση διατροχιακή μετάβαση διαστημοχήματος από την τροχιά O1 στην O2 σε χρόνο μικρότερο από τη διάρκεια μεταφοράς με έλλειψη Hohmann.

Ενδεικτικά αναφέρουμε, ότι η μεταφορά Hohmann για δορυφόρο από τη χαμηλή κυκλική τροχιά αναμονής στην κυκλική γεωσύγχρονη τροχιά με περίοδο μιας ημέρας προκύπτει σε περίπου 5,3 h. Όμως η διαπλανητική διατροχιακή μεταφορά κατά Hohmann από τροχιά περί τη Γη προς αυτή του Άρη χρειάζεται περίπου 260 ημέρες! Αποδεικνύεται ότι, ενώ ελαχιστοποιεί τις μεταβολές των ταχυτήτων ΔV (μικρότερη μάζα προωθητικού των αυτοφερόμενων πυραυλοκινητήρων, που παράγουν τις αυξήσεις της ταχύτητας ΔV) εντούτοις μεγιστοποιεί το χρόνο μεταφοράς. Στην περίπτωση λοιπόν των στελεχωμένων πτήσεων η τροχιά μεταφοράς Hohmann δεν αποτελεί την καλύτερη λύση, διότι η βιωσιμότητα των πληρωμάτων αλλά και των συσκευών, εξασφαλίζεται σε τροχιές όσο το δυνατόν μικρότερης διάρκειας.

Στην καθημερινή πρακτική των αεροδιαστημικών κινήσεων των Δ/Ο παρουσιάζεται η ανάγκη μετάβασης από την τρέχουσα σε άλλη τροχιά σε συντομότερο (αμεσότερο) χρόνο απ' αυτόν της ελλειπτικής μεταφοράς. Τούτο γίνεται σε επίγνωση της συνέπειας, ότι οι απαιτούμενες μεταβολές ταχύτητας καταλήγουν σε υψηλότερη κατανάλωση προωθητικού, αφού η μετάβαση Hohmann είναι η οικονομικότερη κάθε άλλης. Το Σχήμα 6 δείχνει μία ταχύτερη μετάβαση τροχιάς μεταξύ δύο κυκλικών (ή ελλειπτικών) τροχιών, η οποία ονομάζεται "μονοεφαπτομενική", επειδή ξεκινάει εφαπτομενικά μόνο από τη μία, δηλ. τη μικρότερη αρχική τροχιά, διανύει ένα ελλειπτικό μεταβατικό τμήμα και τέμνει την τελική τροχιά κατά τέτοιο τρόπο, ώστε η προκύπτουσα συνισταμένη ταχύτητα να είναι εφαπτομενική της τελικής τροχιάς. Επειδή υπάρχει άπειρος αριθμός τέτοιων μεταβατικών τροχιών, πρέπει να προκαθοριστούν κάποια μεγέθη της μεταβατικής τροχιάς, κυριότερο των οποίων είναι η "ελαχιστοποίηση" του χρόνου μετάβασης από την αρχική στη νέα τροχιά υπό την προϋπόθεση επάρκειας προωθητικού για τις απαιτούμενες ΔV.

3. ΔΙΑΠΛΑΝΗΤΙΚΑ ΤΑΞΙΔΙΑ ΚΑΙ Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΚΩΝΙΚΩΝ ΤΡΟΧΙΩΝ

3.1 Η ακριβής σχεδιαστική ανάλυση του "ονομαστικού" διαπλανητικού ίχνους πτήσης ενός διαστημοχήματος για την προσέγγιση και εξερεύνηση ενός πλανήτη-στόχου ή άλλου ουράνιου "αντικειμένου" είναι σύνθετη και περίπλοκη. Για την προκαταρκτική μελέτη της διαστημικής αποστολής εφαρμόζονται προσεγγιστικές μαθηματικές μέθοδοι όπως η μέθοδος "συναρμογής των κωνικών τροχιών", η οποία περιλαμβάνει την κατάτμηση του συνολικού διαστημικού ταξιδιού σε επιμέρους φάσεις. Λαμβάνονται υπόψη οι επιδράσεις των βασικών ουράνιων σωμάτων που επιδρούν στο ίχνος κίνησης του Δ/Ο (πρότυπο των Ν-σωμάτων). Στόχος είναι η επίτευξη της μικρότερης χρονικής διάρκειας με βέλτιστη εξοικονόμηση ποσότητας καυσίμων.

Χαρακτηριστικό των διαπλανητικών ταξιδιών είναι η μεγάλη χρονική διάρκεια τους. Την επιβάλλουν οι τεράστιες αποστάσεις (για γήινη κλίμακα μετρήσεων) στο ηλιακό μας σύστημα με ακρότατη αυτή του Πλούτωνα των σχεδόν 6 δισεκατομμυρίων χιλιομέτρων.

Ο υπολογισμός και γενικά η μελέτη των διαπλανητικών αποστολών είναι ένα

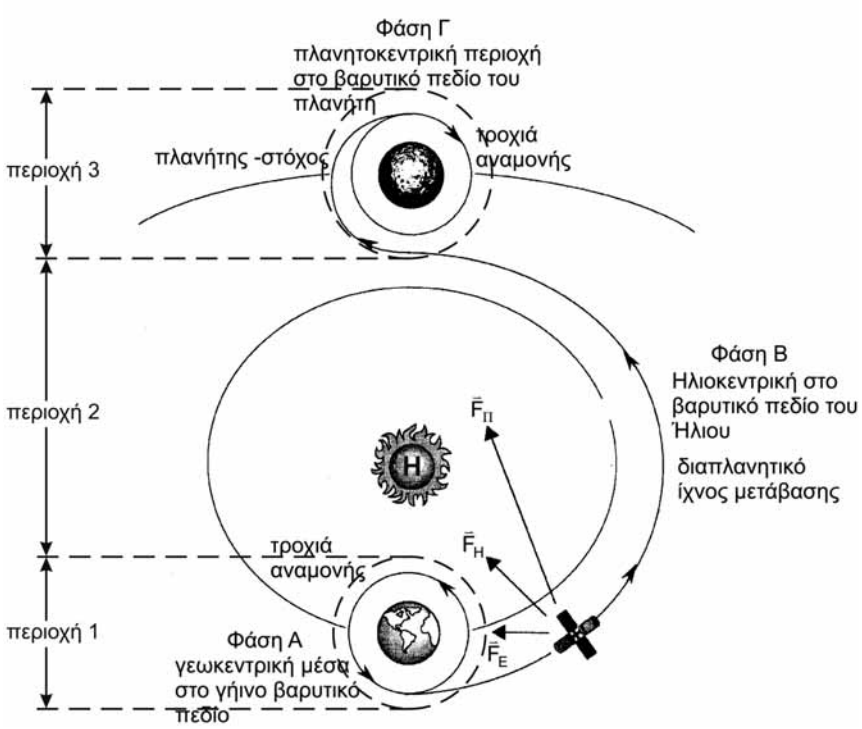
πολύπλοκο εγχείρημα, αν επιμείνουμε στον ακριβή σχεδιασμό. Γίνεται με εξελιγμένα υπολογιστικά συστήματα, τα οποία βασίζονται στην ανάλυση του προτύπου των Ν-σωμάτων, σύμφωνα με το οποίο το διαπλανητικό ίχνος τού Δ/Ο προϋπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη την επίδραση όχι μόνο του Ηλίου, της Γης και του πλανήτη-στόχου, αλλά και αυτή των άλλων πλανητών.
Υπάρχουν όμως προσεγγιστικές μέθοδοι, που αρκούν για την προκαταρκτική μελέτη της διαστημικής αποστολής. Η βασική αρχή της σύνθεσης του διαπλανητικού ίχνους κίνησης του διαστημοχήματος στο διαστημικό χώρο είναι η εξιδανικευμένη υποδιαίρεσή του σε επιμέρους ίχνη των 2-σωμάτων, δηλ. του ζεύγους "Δ/Ο-πλανήτης" και "Δ/Ο-Ήλιος". Το πρώτο ζεύγος της πλανητοκεντρικής κίνησης θεωρείται, όταν το Δ/Ο ευρίσκεται στη σφαίρα επιρροής του κάθε πλανήτη και το άλλο, όταν ευρίσκεται σε ηλιοκεντρική τροχιά εκτός σφαίρας επιρροής των πλανητών.
Για να αποκτήσουμε συγκεκριμένη αντίληψη εξετάζουμε την περίπτωση του Δ/Ο, που εκτοξεύεται από τη Γη ως πλανήτη προέλευσης προς έναν πλανήτη-στόχο. Το Σχήμα 7 δείχνει τις τρεις επιμέρους φάσεις και περιοχές πτήσης:

1. ΦΑΣΗ Α: Είναι η φάση αναχώρησης και περιλαμβάνει την περιοχή του τμήματος αναχώρησης από τη Γη, όπου η κίνηση του Δ/Ο είναι γεωκεντρική, αφού κυριαρχεί το γήινο βαρυτικό πεδίο, μέσα στη σφαίρα επιρροής της Γης.

2. ΦΑΣΗ Β: Είναι η φάση του ταξιδιού και περιλαμβάνει την περιοχή 2, όπου κυριαρχεί το βαρυτικό πεδίο του Ηλίου και η κίνηση του Δ/Ο είναι ηλιοκεντρική. Το ίχνος αυτό έχει το μέγιστο μήκος και επιβάλλει τις αρχικές συνθήκες εκτόξευσης και τις τελικές συνθήκες άφιξης.

3. ΦΑΣΗ Γ: Είναι η φάση της άφιξης και αφορά στην 3η περιοχή, κατά την οποία ολοκληρώνεται το τμήμα του ίχνους από το εξωτερικό όριο της σφαίρας επιρροής μέχρι την κλειστή τροχιά αναμονής και την τελική προσεδάφιση στον πλανήτη. Το βαρυτικό πεδίο του πλανήτη καθορίζει την πλανητική κεντρική κίνηση του Δ/Ο.

Το σύστημα συντεταγμένων αλλάζει από περιοχή σε περιοχή. Αλλά το κοινό μέγεθος – οιωνεί οριακή/αρχική συνθήκη – είναι η ταχύτητα του Δ/Ο στο όριο των περιοχών 1 και 2 και επίσης μία δεύτερη ταχύτητα ως συνθήκη στο όριο των περιοχών 2 και 3, επιτρέποντας έτσι την ακριβή "συναρμογή" των τροχιών στο τελικό ίχνος κίνησης.

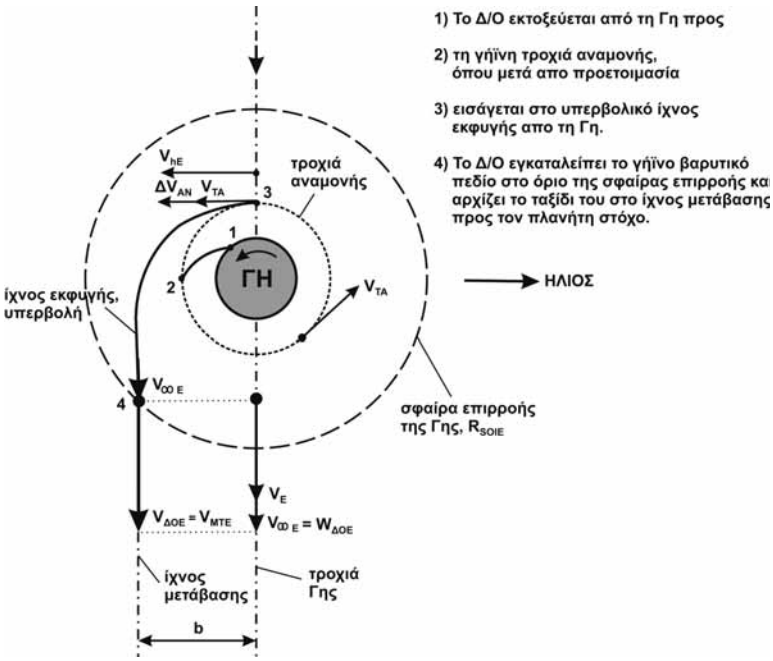


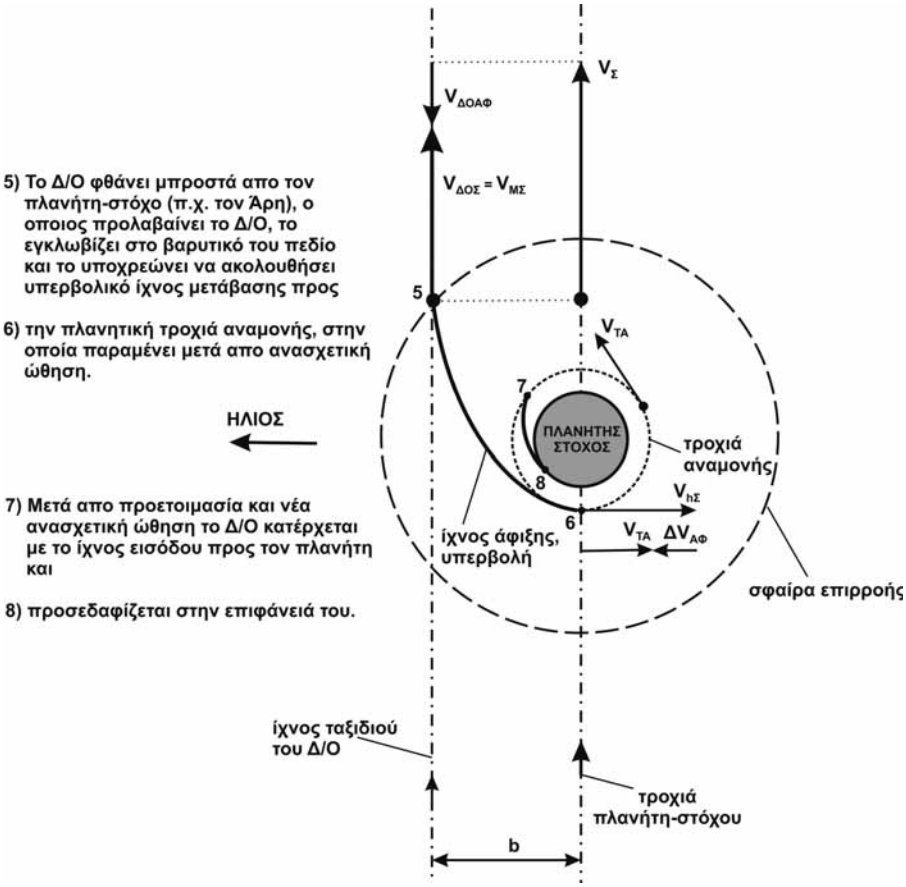
Σχήμα 7: Κατά το διαπλανητικό ταξίδι το Δ/Ο αναχωρεί από την περιοχή 1, όπου η κίνηση του είναι γεωκεντρική στο βαρυτικό πεδίο της Γης, εισέρχεται στο ίχνος μετάβασης σε ηλιοκεντρική κίνηση στην περιοχή 2 και καταλήγει στην περιοχή 3 στο πλανήτη-στόχο σε ίχνος προσέγγισης και πλανητοκεντρικής κίνησης. Σε κάθε περιοχή θεωρείται κυριαρχούσα μία βαρυτική δύναμη: στην περιοχή 1 της Γης η FE, στην περιοχή 2 του Ήλιου η FH και στην περιοχή 3 η βαρυτική δύναμη FP του πλανήτη.

Ειδικότερα στη φάση αναχώρησης το Δ/Ο εκτοξεύεται από τη Γη σε γήινη μεταβατική τροχιά αναμονής. Εκεί γίνεται η προετοιμασία και η κατοπινή εκκίνηση με ταχύτητα εκφυγής σε υπερβολικό ίχνος προς το όριο της σφαίρας επιρροής της Γης, όπου με διορθωτικές μικροπροωθήσεις εισάγεται στο ελλειπτικό ίχνος μεταφοράς (έλλειψη Hohmann) της φάσης Β, η οποία έχει τη μεγαλύτερη χρονική διάρκεια και καταλήγει στο όριο της σφαίρας επιρροής του πλανήτη αφίξεως. Εκεί αρχίζει η φάση Γ, η οποία συνήθως καταλήγει σε μεταβατική πλανητοκεντρική τροχιά αναμονής και μετά από κατάλληλη προετοιμασία στην προσεδάφιση στον πλανήτη.

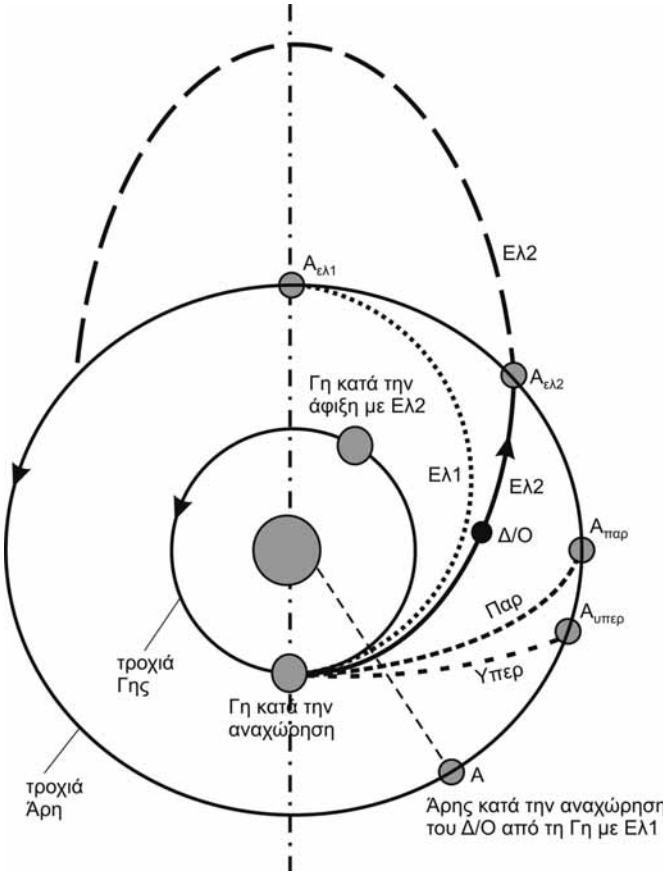
Σε κάθε περίπτωση ως απόσταση αλληλεπίδρασης της ενδιάμεσης φάσης Β με τις άλλες δύο φάσεις επιλέγεται το όριο της σφαίρας επιρροής του πλανήτη προέλευσης και άφιξης. Εκεί γίνεται η “συναρμογή” των επιμέρους τροχιών. Οι φάσεις κίνησης Α και Γ αναλύονται ειδικότερα στο Σχήμα 8 με τις ανάλογες γεωμετρικές απεικονίσεις για τις διατροχιακές μεταβάσεις και τις αντίστοιχες μεταβολές ταχυτήτων.

3.2 Μέχρι το 2030 θεωρείται βέβαιο, ότι μια στελεχωμένη αποστολή θα έχει φτάσει στον πλανήτη Άρη. Θα προηγηθούν μερικές διαστημικές αποστολές με ειδικά "ρομποτικά" διαστημοχήματα μετρήσεων και δειγματοληψίας, τα οποία θα δημιουργήσουν συνθήκες υποδοχής των αστροναυτών-ερευνητών. Το πιθανότερο σενάριο είναι η παραμονή μεγάλης διάρκειας αρκετών μηνών στην επιφάνεια του πλανήτη με χρονική διάρκεια μετάβασης από 150 έως 200 ημέρες.
Η μετάβαση του Δ/Ο από τον πλανήτη αναχωρήσεως προς τον πλανήτη αφίξεως (πλανήτης-στόχος) μπορεί να γίνει με ένα από τα τρία είδη κωνικών τροχιών: με ελλειπτική τροχιά (γνωστή επίσης ως τροχιά μεταφοράς του Hohmann), με παραβολική ή με υπερβολική τροχιά. Οι τρεις δυνατότητες δίνονται παραστατικά στο Σχήμα 9 ενδεικτικά για την περίπτωση αποστολής στον πλανήτη-στόχο Άρη.
Σ' όλες τις περιπτώσεις σημαντικότατος παράγοντας για την επιτυχία της αποστολής είναι ο "χρονισμός" της αναχώρησης και άφιξης του Δ/Ο με τις θέσεις και το χρόνο των δύο πλανητών και η μεταξύ τους "φασική" θέση. Το διαπλανητικό ταξίδι του Δ/Ο δεν περιορίζεται στην εφαρμογή μόνο της ελλειπτικής μεταφοράς αλλά μπορεί να χρησιμοποιήσει τμήματα παραβολικής ή υπερβολικής τροχιάς. Και σ' αυτές τις περιπτώσεις η μέθοδος συναρμογής των κωνικών τροχιών βρίσκει παρόμοια εφαρμογή, γνωρίζοντας πάντοτε, ότι το ελλειπτικό ίχνος έχει μεγάλη χρονική διάρκεια αλλά απαιτεί την ελάχιστη δυνατή ποσότητα προωθητικών σε σύγκριση με τις άλλες δύο περιπτώσεις.





Σχήμα 8: Η αναχώρηση του διαστημοχήματος από τη Γη αντιστοιχεί στη Φάση Α ενώ η άφιξή του στον πλανήτη-στόχο αντιστοιχεί στη Φάση Γ του διαπλανητικού ταξιδιού (βλ. Σχήμα 7). Ο εγκλωβισμός του Δ/Ο από το βαρυτικό πεδίο του πλανήτη πετυχαίνεται, εφόσον η ταχύτητά του είναι μικρότερη από την τροχιακή ταχύτητα του πλανήτη και τηρηθεί η ορθή απόσταση ευστοχίας b μεταξύ του ίχνους μετάβασης του Δ/Ο και της τροχιάς του πλανήτη.



Σχήμα 9: Η μετάβαση του Δ/Ο από τη Γη προς τον πλανήτη-στόχο, π.χ. στον Άρη, μπορεί να γίνει με την ελλειπτική τροχιά Ελ, την παραβολική τροχιά Παρ ή με την υπερβολική τροχιά Υπερ, η οποία είναι παρόμοια της παραβολικής. Η ελλειπτική Ελ1 (έλλειψη Hohmann) απαιτεί τα λιγότερα καύσιμα αλλά το μεγαλύτερο χρόνο. Οι άλλες τροχιές είναι αρκετά συντομότερες αλλά ενεργοβόρες. Ο χρονισμός της εκτόξευσης του Δ/Ο από τη Γη και της άφιξής του στον πλανήτη-στόχο για το κάθε ίχνος μετάβασης γίνεται σε διαφορετικές αρχικές θέσεις του Άρη κατά τη στιγμή της εκτόξευσης από τη Γη.

Η αλληλουχία των σημαντικών γεγονότων ενός διαπλανητικού μεταβατικού ίχνους για ένα Δ/Ο από έναν πλανήτη σε έναν άλλον με τη μέθοδο της συναρμογής των κωνικών τροχιών σύμφωνα με τα Σχήματα 8 και 10 περιγράφεται σε συντομία με το ταξίδι από τη Γη στον Άρη ως εξής:

(1) Το Δ/Ο εκτοξεύεται από το πεδίο εκτόξευσης και

(2) εισάγεται στη γήινη δορυφορική τροχιά αναμονής. Μετά από την απαραίτητη προετοιμασία

(3) εισέρχεται στο υπερβολικό ίχνος εκφυγής και

(4) στο όριο της σφαίρας επιρροής της Γης εκφεύγει από το βαρυτικό πεδίο αρχίζοντας το ταξίδι στο ηλιοκεντρικό ίχνος μετάβασης (ημιέλλειψη κατά Hohmann) προς τον Άρη.

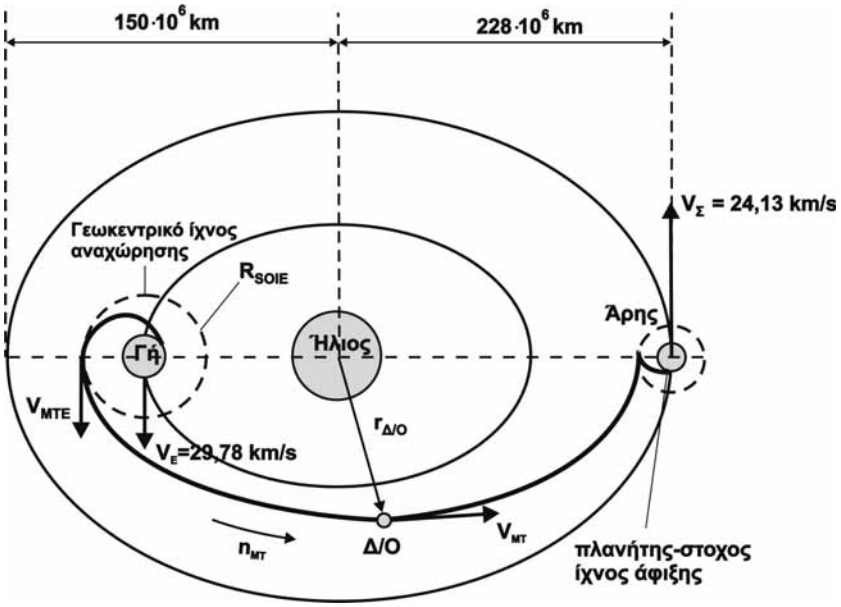
(5) Στο κατώφλι της αρειανής σφαίρας επιρροής το Δ/Ο "συλλαμβάνεται" από το βαρυτικό πεδίο του πλανήτη, το ίχνος πτήσης γίνεται υπερβολικό και

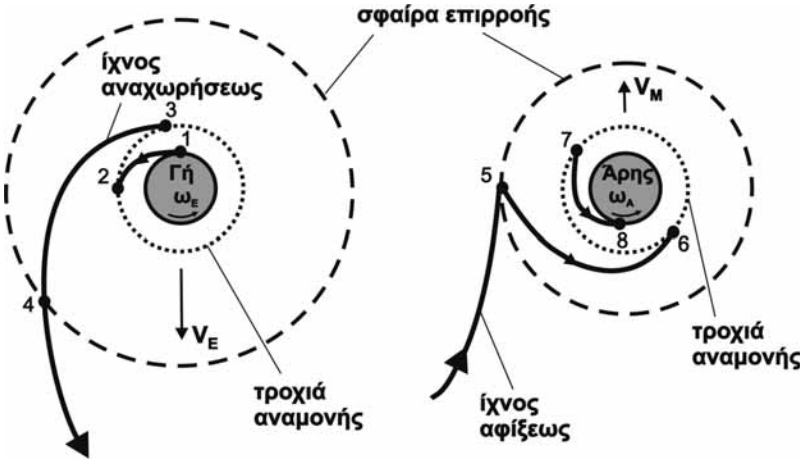
(6) καταλήγει στην πλανητική δορυφορική τροχιά αναμονής. Μετά από σχετική προετοιμασία το Δ/Ο ή η πλανητάκατός του με τη βοήθεια πυραυλικής ώθησης

(7) εγκαταλείπει την τροχιά αναμονής και με υπερβολικό ίχνος καθόδου

(8) προσεδαφίζεται στην επιφάνεια του Άρη.

Δεδομένα του συνολικού προβλήματος είναι το ύψος της τροχιάς αναμονής του Δ/Ο στον πλανήτη προέλευσης και στον πλανήτη-στόχο hΤΑΕ και hΤΑΣ, αντίστοιχα, η τελική μάζα του Δ/Ο κατά την άφιξή του στην τροχιά αναμονής στον πλανήτη-στόχο mΤΑΣ, η ειδική ώθηση του προωθητικού Isp και τα φυσικά χαρακτηριστικά των δύο πλανητών Γη και Άρη με αντίστοιχη ανάπτυξη κατάλληλου υπολογιστικού αλγόριθμου προσομοίωσης του διαπλανητικού ταξιδιού.





Σχήμα 10: Το ταξίδι του διαστημοχήματος από τη Γη στον Άρη. Το σκαρίφημα αποδίδει το φυσικό πρότυπο της μεθόδου συναρμογής των κωνικών τροχιών. ΠΡΟΣΟΧΗ: οι διαστάσεις του σκαριφήματος δεν είναι υπό κλίμακα, οι θέσεις μεταφοράς από το ένα ίχνος στο άλλο και οι αναγραφόμενες τιμές των μεγεθών είναι προσεγγιστικές.

4. ΙΧΝΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ ΔΙΑΣΤΗΜΟΧΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΠΛΑΝΗΤΙΚΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

4.1 Επιστρέφοντας από το διάστημα στον πλανήτη Γη ή φθάνοντας σ' έναν άλλο πλανήτη το διαστημόχημα (Δ/Ο) συναντάει πρώτα την ατμόσφαιρά του, εφόσον αυτή είναι τόσο "πυκνή", ώστε να επιβραδύνει την πτήση του. Όπου δεν υπάρχει ατμόσφαιρα, το Δ/Ο προσεδαφίζεται με ανασχετικούς πυραύλους. Όπου υπάρχει ατμόσφαιρα, η προσγείωση ή η προσεδάφιση του Δ/Ο είναι δυσκολότερη. Τα πολύπλοκα αεροθερμοδυναμικά φαινόμενα στο ροϊκό πεδίο του Δ/Ο και οι εκάστοτε πλανητικές μετεωρολογικές συνθήκες εισάγουν άλλους, συχνά απρόσμενους, παράγοντες, που δυσχεραίνουν τον ακριβή προϋπολογισμό του ίχνους επανόδου.

Οι δορυφόροι και σχεδόν όλοι οι τύποι των Δ/Ο δεν έχουν τη γνωστή αεροδυναμική μορφή των αεροπλάνων, διότι δεν τη χρειάζονται κατά την εξωατμοσφαιρική τους κίνηση, όπου απουσιάζουν οι αεροδυναμικές δυνάμεις. Τα επανακτούμενα Δ/Ο περιορίζουν στο ελάχιστο απαραίτητο τα αεροδυναμικά μορφολογικά τους στοιχεία για εξοικονόμηση μάζας. Η μελλοντική εξέλιξη είναι προσανατολισμένη κυρίως σε ανασχετικά συστήματα με αλεξίπτωτα, "παραπέντε" και πυραυλοκινητήρες και λιγότερο σε "αεροπλανικά" σχήματα.

Ατμοσφαιρική πίεση και πυκνότητα ελαττώνονται καθ' ύψος με αποτέλεσμα τη βαθμιαία και συνεχή αραίωση προς τα μεγάλα ύψη. Γι' αυτό δεν υπάρχει ένα φυσικό "κατώφλι ατμοσφαιρικής εισόδου", αλλά ορίζεται συμβατικά. Το πιο εύλογο για τη Γη είναι το ύψος των 122 km, στο οποίο ένας γήϊνος δορυφόρος

μπορεί να διατηρηθεί σε κυκλική γήϊνη τροχιά για μερικές περιφορές πριν η αεροδυναμική αντίσταση τον καταρρίψει.
Τρεις είναι οι σημαντικότερες προϋποθέσεις μιας ασφαλούς προσεδάφισης ή προσγείωσης, π.χ. στον πλανήτη Γη, ενός Δ/Ο που επιστρέφει ή επαναφέρεται στην ατμόσφαιρά της:

Α. Εύστοχη είσοδος του Δ/Ο στον "διάδρομο επανόδου" από το διάστημα και προσεδάφιση ή προσθαλάσσωση ή προσγείωση στο προϋπολογισμένο σημείο. Ο διάδρομος επανόδου είναι ζώνη ύψους περίπου 50 km (σε κατακόρυφη διάσταση), μέσα στον οποίο πρέπει να εισέλθει το Δ/Ο για να είναι βεβαία η ομαλή προσέγγιση στη Γη. Αν εισέρχεται υψηλότερα, τότε εκφεύγει του πεδίου βαρύτητας της Γης και εισέρχεται σε ελλειπτική τροχιά. Αν εισέρχεται χαμηλότερα του διαδρόμου επανόδου, τότε ο κίνδυνος πρόσκρουσης στην επιφάνεια της Γης είναι αναπόφευκτος.

Β. Να δημιουργείται στην κίνηση του Δ/Ο επαρκής επιβράδυνση για να μειώνει τις υψηλές τροχιακές ταχύτητες επανόδου. Επάνοδος από γήϊνη κυκλική τροχιά γίνεται με αρχική ταχύτητα περίπου 7,7 km/s. Επάνοδος από διαπλανητική τροχιά γίνεται με ταχύτητες 11 μέχρι περίπου 14 km/s. Οι ταχύτητες αυτές πρέπει να μηδενιστούν μέχρι την επιφάνεια της Γης, μέσα σε μία περίπου ώρα, αφού στο διάστημα από το σημείο εισόδου στην ατμόσφαιρα (ύψους περίπου 122 km) μέχρι το σημείο προσεδάφισης ή προσγείωσης μεσολαβούν 5000 έως 10000 km. Υπάρχει ο περιορισμός, η επιβράδυνση να μην είναι μεγαλύτερη από τα 10 g (100 m/s2) για διάστημα μερικών δευτερολέπτων, όταν το Δ/Ο είναι στελεχωμένο.

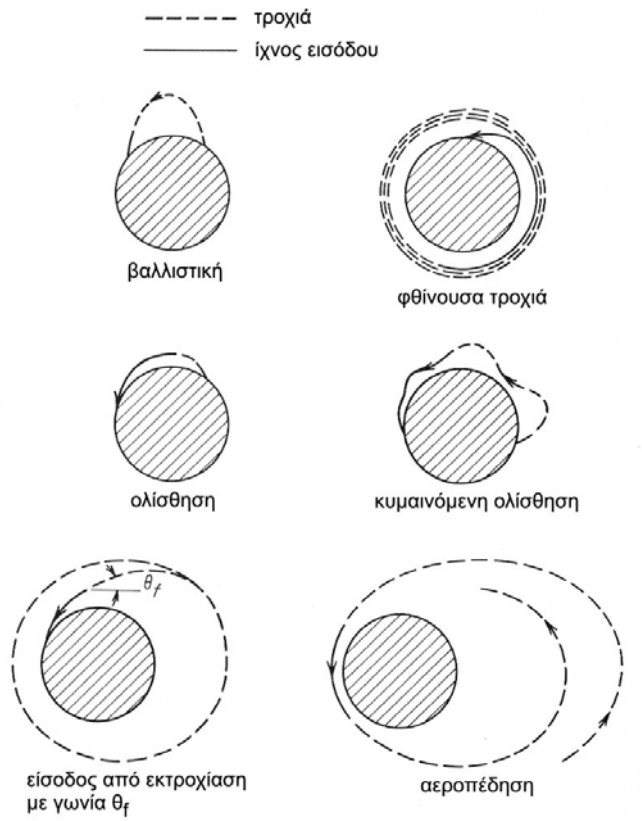
Γ. Να υπάρχει ευστάθεια πτήσης και επαρκής προστασία του Δ/Ο από τα θερμικά φορτία, που παρουσιάζονται στην επιφάνειά του ένεκα της μεγάλης τριβής του αέρα στις μεγάλες ταχύτητες. Στις επιφάνειες τοιχωμάτων - κυρίως μετωπικών προς τη διεύθυνση πτήσης - η θερμοκρασία ανακοπής μπορεί να φθάσει ακόμα και τους 14000 Κ για μικρό διάστημα, προκαλεί τον "τηλεπικοινωνιακό αποκλεισμό" (entry blackout) για μερικά λεπτά και είναι ικανή να οδηγήσει σε τήξη οποιοδήποτε υλικό.

Η γήϊνη και γενικά η πλανητική είσοδος ή επάνοδος διαστημοχημάτων ή διαστημικών σωμάτων περιλαμβάνει ασφαλώς πολλές ειδικές περιπτώσεις, τις οποίες μπορούμε να ομαδοποιήσουμε με στόχο την καλύτερη κατανόηση ως εξής:

1. Μετεωρίτες και άλλα φυσικά ουράνια σώματα, τα οποία κατά καιρούς προσεγγίζουν τη Γη και "καίγονται" στην ατμόσφαιρά της. Τα μεγαλύτερα απ' αυτά είναι δυνατόν, αφού εκραγούν και διασπασθούν σαν "βολίδες", να "επιζήσουν" τη θερμική καταπόνηση και να προσκρούσουν στην επιφάνειά της, όπως στο μακρινό παρελθόν έχει συμβεί και θα συμβεί επίσης στο μακρινό μέλλον.
2. Απορριπτόμενα τμήματα διαστημικών πυραύλων ή διαστημοχημάτων κατά τη διάρκεια ή αμέσως μετά την εκτόξευσή τους.

3. Διαστημικά τεχνητά “κατάλοιπα” ή “απορρίμματα”, δηλ. δορυφόροι και διαστημικοί σταθμοί, που έχουν περιέλθει σε αχρησία και με τη πάροδο του χρόνου μεταπίπτουν ένεκα της ατμοσφαιρικής αντίστασης σε χαμηλότερες τροχιές, έως ότου καταστραφούν στην ατμόσφαιρα. Σώματα μεγάλης μάζας ενδέχεται να μη καταστραφούν τελείως και να πέσουν στη Γη, όπως έγινε με το ρωσικό διαστημικό σταθμό Mir το 2001, που μετά την απαξίωση και “απόσυρσή” του μετά από περίπου 15 χρόνια λειτουργίας “οδηγήθηκε” να πέσει στο νότιο Ειρηνικό Ωκεανό. Ομοίως ο αμερικανικός διαστημικός σταθμός Skylab, που μετά την απαξίωσή του “καταστράφηκε” πρόωρα το 1979 μετά από 6 χρόνια λειτουργίας επίσης οδηγούμενος σε ατμοσφαιρική είσοδο στον Ειρηνικό ωκεανό.
4. “Κεφαλές”, δηλ. “ωφέλιμα” καταστροφικά φορτία, διηπειρωτικών πυραύλων (ICBM: Intercontinental Ballistic Missiles), οι οποίες μετά από την ελλειπτική εξωατμοσφαιρική τους τροχιά εισέρχονται στην ατμόσφαιρα προς το στόχο τους.
5. Επαναφερόμενα στη Γη “ρομποτικά” διαστημοχήματα μετρήσεων και δειγματοληψίας από άλλους πλανήτες και ουράνια σώματα.
6. Στελεχωμένοι (επανδρωμένοι) διαστημικοί θαλαμίσκοι που επιστρέφουν στη Γη μετά από εκτέλεση τροχιάς περί τη Γη ή από διαπλανητική πτήση.
7. Διαστημοπλάνα, όπως το καλούμενο “διαστημικό λεωφορείο” (Space Shuttle), το οποίο εκτοξεύεται κατακόρυφα, αλλά παράγει αεροδυναμική άνωση κατά την προσγείωσή του, όπως το αεροπλάνο, αλλά χωρίς πρόωση ως ανεμοπλάνο.
8. Διαστημοχήματα με “αεροδυναμική πέδηση”, δηλ. με αλλεπάλληλες περιστροφές περί τη Γη από τα ανώτερα προς τα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, όπου η αυξανόμενη αεροδυναμική αντίσταση μειώνει βαθμιαία την ταχύτητα (aerobraking).

Ο τρόπος εισόδου του Δ/Ο εξαρτάται από την προηγηθείσα διαστημική τροχιά του καθώς και από τη σκοπιμότητα της εισόδου. Το Σχήμα 11 δείχνει σχηματικά τις διάφορες περιπτώσεις ιχνών εισόδου.



Σχήμα 11: Απεικόνιση τυπικών τροχιών εισόδου Δ/Ο σε πλανητική ατμόσφαιρα και τμήματα αυτών.

Από τη σκοπιά της φυσικομαθηματικής προσομοίωσης και της τεχνολογικής ανάλυσης οι παραπάνω περιπτώσεις μπορούν να υπαχθούν στις ακόλουθες τέσσερις ομάδες (α) έως (δ).

(α) Βαλλιστική είσοδος (ballistic entry): Το Δ/Ο κινείται χωρίς προωθητική ανάσχεση σε ελεύθερη καθοδική κίνηση με μικρή αρχική γωνία πτήσης, η οποία καθορίζεται από τον τύπο της διαστημικής τροχιάς του. Η αεροδυναμική αντίσταση είναι η μόνη ανασχετική δύναμη.

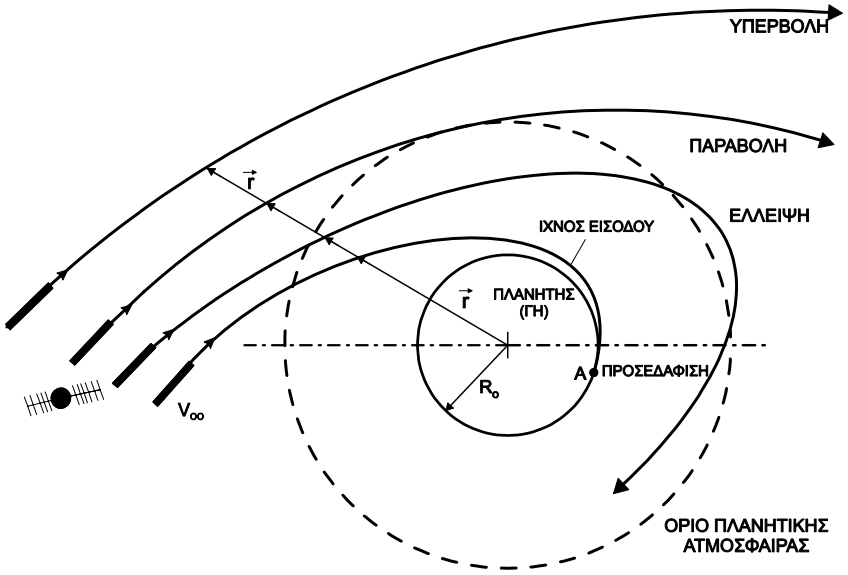
(β) Κατολισθαίνουσα ή ανωστική είσοδος (gliding or lifting body entry): Το Δ/Ο "ολισθαίνει" ελεύθερα στην ατμόσφαιρα συνδυάζοντας με ελεγχόμενες κλίσεις και παρεκκλίσεις τις αεροδυναμικές δυνάμεις για την όσο το δυνατόν ηπιότερη κάθοδο και τελική προσεδάφιση ή προσγείωση.

(γ) Είσοδος επαναληπτικής ολίσθησης (skip entry): Η είσοδος εξελίσσεται κατά 2 έως 3 καθοδικές και ανοδικές κινήσεις με κυματοειδές ίχνος πτήσης, όπου το Δ/Ο "σερφάρει" στην ατμόσφαιρα. Ενδείκνυται για μεγάλες ταχύτητες εισόδου Δ/Ο μετά από διαπλανητικές τροχιές. Δεν έχει εφαρμοστεί συστηματικά μέχρι σήμερα (2005).

(δ) Είσοδος με ατμοσφαιρική πέδηση (aerobraking): Το εισερχόμενο Δ/Ο αξιοποιεί σταδιακά την αεροδυναμική αντίσταση διαγράφοντας περισσότερες ελλειπτικές τροχιές, μέρος των οποίων είναι μέσα στην πλανητική ατμόσφαιρα, πριν περάσει στο τελικό ίχνος προσεδάφισης.

Είναι προφανές, ότι η πλέον εξελιγμένη αλλά και υποχρεωτικά πολύπλοκη μορφή εισόδου είναι η κατολισθαίνουσα ή ανωστική είσοδος που πραγματοποιούν διαστημοπλάνα, όπως το αμερικάνικο Space Shuttle ή (κάποτε) το ρωσικό Buran. Το πρώτο έχει πραγματοποιήσει πάνω από 100 πτήσεις, ενώ το δεύτερο μόνο μία και μοναδική το 1988 ως ρομποτικό διαστημόχημα.

4.2 Η ανάσχεση της ορμής ενός διαστημοχήματος από διαπλανητική τροχιά ή τροχιά μεγάλου ύψους, που προσεγγίζει έναν πλανήτη με ατμόσφαιρα, επιτυγχάνεται με τη βαθμιαία "πέδηση", δηλ. την επιβράδυνσή του, με τη βοήθεια της αεροδυναμικής αντίστασης. Ανάλογα με το μέγεθος της μεταβολής το βαρυτικό πεδίο σε συνδυασμό με τη δύναμη της αεροδυναμικής αντίστασης στην πλανητική ατμόσφαιρα οδηγεί το Δ/Ο σε υπερβολική ή παραβολική τροχιά (οπότε προσπερνάει τον πλανήτη) και συνεχίζει την αποστολή του στο διάστημα. Δυνατή είναι επίσης ελλειπτική τροχιά γύρω από τον πλανήτη, η οποία μετά από επανειλημμένες διελεύσεις από την πλανητική ατμόσφαιρα φθίνει προς ένα ίχνος τελικής εισόδου και προσεδάφισης στον πλανήτη. Ο ελιγμός είναι όμως δυνατόν να οδηγήσει το Δ/Ο εξαρχής σε ίχνος πτήσης εισόδου στην πλανητική ατμόσφαιρα με τελική κατάληξη την προσεδάφιση στην επιφάνειά του.
Το διαστημόχημα φθάνοντας στη σφαίρα βαρυτικής επιρροής ενός πλανήτη και ερχόμενο σε επαφή με τα εξωτερικά στρώματα της ατμόσφαιράς του ευρίσκεται υπό την επίδραση της πλανητικής βαρύτητας και της αντιστάσεως, βλ. Σχήμα 12. Επίσης στο Σχήμα 13 περιγράφεται η διαδικασία εισόδου ενός διαστημοχήματος σε πλανητική ατμόσφαιρα, όπου μετά την ολοκλήρωση της αεροδυναμικής πέδησης το Δ/Ο γίνεται δορυφόρος του πλανήτη.
Διακρίνουμε τις ακόλουθες τέσσερις περιπτώσεις ελιγμών κίνησης των Δ/Ο:



Σχήμα 12: Το διαστημόχημα προσεγγίζει τον πλανήτη (π.χ. Γη) με διαπλανητική (υπερβολική) ταχύτητα V∞. Σε ορισμένη μεγάλη απόσταση πριν τον πλανήτη με τη βοήθεια μικροπροωθητήρων αλλάζει η διεύθυνση της τροχιάς. Ανάλογα με το μέγεθος της μεταβολής το βαρυτικό πεδίο σε συνδυασμό με τη δύναμη της αεροδυναμικής αντίστασης στην πλανητική ατμόσφαιρα οδηγεί το Δ/Ο σε υπερβολική ή παραβολική τροχιά με αποτέλεσμα να προσπερνάει τον πλανήτη ή ελλειπτική τροχιά ή απευθείας κάθοδο σε προεπιλεγμένη περιοχή πάνω στην πλανητική επιφάνεια

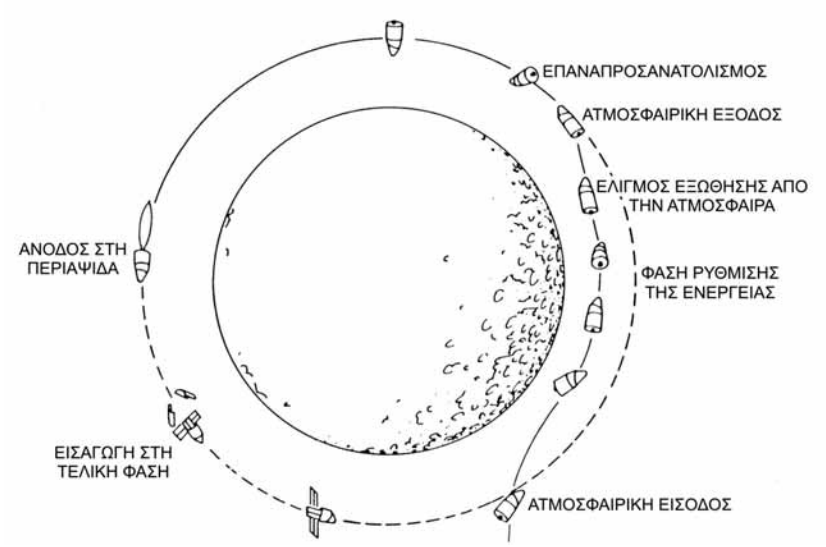
(α) Αν η απόσταση r–Ro είναι επαρκώς μεγάλη το Δ/Ο αλλάζει τροχιακή διεύθυνση μόνο από την επίδραση της βαρύτητας του πλανήτη και τον προσπερνάει ακολουθώντας παραπέρα υπερβολική τροχιά σε αμιγή κεπλεριανή κίνηση.

(β) Αν ο ελιγμός οδηγήσει σε μικρότερη απόσταση r–Ro, το Δ/Ο διέρχεται μέσα από τα ανώτερα αραιά στρώματα της πλανητικής ατμόσφαιρας, υφίσταται μικρή επιβράδυνση, η οποία το οδηγεί σε παραβολική τροχιά και το στέλνει οριακά πάλι στο διάστημα.

(γ) Στην τρίτη περίπτωση η απόσταση του ίχνους πτήσης του Δ/Ο μέσα από την ατμόσφαιρα του πλανήτη είναι τέτοια, ώστε η μεγαλύτερη τώρα αεροδυναμική αντίσταση ένεκα του χαμηλότερου ύψους και κατά συνέπεια της μεγαλύτερης πυκνότητας του αερίου περιβάλλοντος να υποχρεώνει το Δ/Ο να παραμείνει στο βαρυτικό πεδίο του πλανήτη και να διαγράφει σύμφωνα με τους κεπλεριανούς νόμους υποχρεωτική ελλειπτική τροχιά γύρω από αυτόν. Όμως η παραμονή στην ίδια ελλειπτική τροχιά δεν είναι πλέον δυνατή, διότι σε κάθε περιστροφή η επιβράδυνση επαυξάνεται, η κινητική ενέργεια μειώνεται, με αποτέλεσμα κάποια (προϋπολογίσιμη με σχετική ακρίβεια) χρονική στιγμή να αναγκαστεί το Δ/Ο να προσεδαφιστεί.

(δ) Η άλλη ακραία περίπτωση - η τέταρτη - είναι ο αρχικός ελιγμός να οδηγήσει το Δ/Ο "βαθιά" μέσα στην πλανητική ατμόσφαιρα σε σημείο που η πλανητική τροχιά του ένεκα της μεγάλης αντίστασης να μετατραπεί σε ίχνος εισόδου - όπως αυτά που περιγράφηκαν στις προηγούμενες παραγράφους. Ο τελικός προορισμός είναι και πάλι ακριβώς προϋπολογίσιμος, δηλ. η προσεδάφιση του Δ/Ο στον πλανήτη (στο σημείο Α του Σχήματος 12).

Πρώτη μεγάλης κλίμακας εφαρμογή έγινε ήδη κατά την προσέγγιση του διαστημοχήματος (δορυφόρου) Magellan (Μαγγελάνου) στην Αφροδίτη. Είναι χαρακτηριστικό να τονιστεί, ότι χρειάστηκαν 730 ελλειπτικές διελεύσεις, ώστε το Δ/Ο να "κατέβει" από αρχική ελλειπτική τροχιά 8500x170 km σε κατώτερη των 540x200 km γύρω από την Αφροδίτη σε διάστημα 70 ημερών με εξοικονόμηση περίπου 850 kg καυσίμου, τα οποία δεν θα ήταν δυνατόν να περιληφθούν στην αποστολή, αν δεν εφαρμοζόταν η αεροπέδηση.



Σχήμα 13: Εισαγωγή σε τροχιά γύρω από πλανήτη διαστημοχήματος-δορυφόρου με αεροπέδηση. Το διαστημόχημα εισέρχεται ως ένα σημείο στην ατμόσφαιρά του πλανήτη, όπου αρκεί να μετατραπεί η διαπλανητική του τροχιά σε τροχιά περί τον πλανήτη.

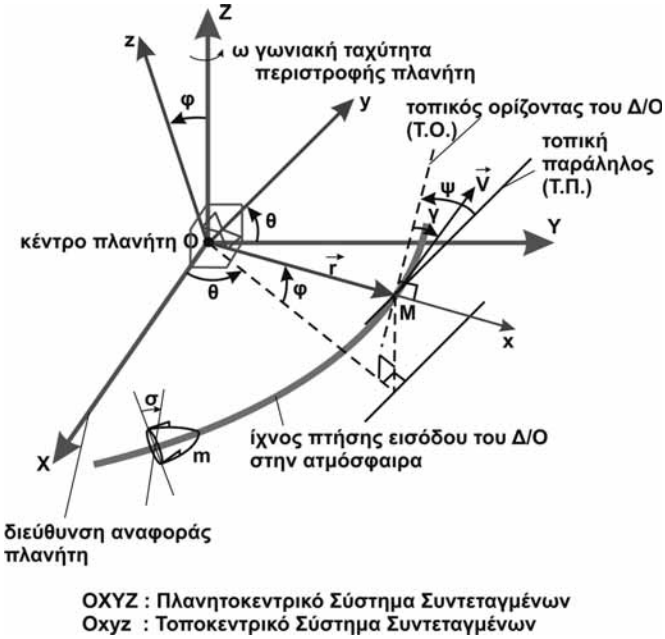
Η αεροπέδηση έχει λοιπόν το τεράστιο πλεονέκτημα της εξοικονόμησης καυσίμου για τροχιακούς ελιγμούς, δηλ. το πλεονέκτημα να αυξάνει τη δυνατότητα ωφέλιμου φορτίου για χρησιμότερους σκοπούς. Γι' αυτό αποτελεί μια εξέλιξη του μέλλοντος με πολλαπλές εφαρμογές στην αεροδιαστημική πρακτική.

5. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥ ΙΧΝΟΥΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΔΙΑΣΤΗΜΟΧΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΓΗ

5.1 Η κρισιμότερη φάση του διαπλανητικού ταξιδιού είναι η προσέγγιση του πλανήτη και το "ομαλό" ίχνος καθόδου στην ατμόσφαιρά του. Η κάθοδος έχει περισσότερο βαρυτικό παρά αεροδυναμικό χαρακτήρα. Η γεωμετρία του ίχνους εισόδου επιλέγεται έτσι ώστε να έχουμε μικρή επιβράδυνση και μικρή θερμική καταπόνηση ιδιαίτερα σε στελεχωμένες αποστολές. Απαιτείται φυσικομαθηματική προσομοίωση της κίνησης του Δ/Ο με το σύστημα προσανατολισμού και ελέγχου πτήσης για την ασφαλή πλοήγησή του.
Το διαστημικό όχημα εισέρχεται στη γήϊνη ατμόσφαιρα από μία Χαμηλή Γήϊνη Τροχιά (ΧΓΤ) μέσω μιας μεταβατικής τροχιάς Hohmann με περίπου 7500 m/s έως 15000 m/s για ένα Δ/Ο το οποίο επιστρέφει απευθείας από διαπλανητική αποστολή μέσω της συνήθους υπερβολικής τροχιάς για κάθοδο στην ατμόσφαιρα της Γης.
Κάθε ωθούμενη πτήση ενός Δ/Ο με μία συγκεκριμένη μάζα m και ταχύτητα V σε μία πλανητική ατμόσφαιρα περιγράφεται με τις κλασσικές εξίσωσεις κίνησης (κινηματική και δυναμική):

$$m\frac{d\vec{V}}{dt} = \vec{F}_g + \vec{F}_T + \vec{F}_A \qquad \frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{V} \qquad (1\alpha, \beta)$$

όπου $\vec{r}$ είναι το διάνυσμα θέσης του διαστημικού σώματος στον χρόνο t. $\vec{F}_g$ είναι το διάνυσμα των βαρυτικών δυνάμεων, $\vec{F}_T$ είναι το διάνυσμα της ώσης, και $\vec{F}_A$ είναι το διάνυσμα των αεροδυναμικών δυνάμεων στο Δ/Ο, το οποίο αναλύεται στη δύναμη της αντίστασης $\vec{D}$, αντίθετη στο διάνυσμα της ταχύτητας $\vec{V}$, και στη δύναμη της άνωσης $\vec{L}$, κάθετη στη $\vec{V}$.
Με στόχο τον υπολογισμό και την πρόβλεψη των τρισδιάστατων ιχνών πτήσης εισόδου, το Δ/Ο θεωρείται σαν μοντέλο σημειακής μάζας με τρεις βαθμούς ελευθερίας. Δύο κύρια συστήματα συντεταγμένων χρησιμοποιούνται για την υπολογιστική προσέγγιση της πτήσης σε πλανητική ατμόσφαιρα. Το ένα είναι ένα σταθερό πλανητοκεντρικό σύστημα αναφοράς με το Ο στο κέντρο του βαρυτικού πεδίου του σφαιρικού πλανήτη και ΟΧΥ είναι το ισημερινό επίπεδο. Το σύστημα αυτό περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα ω η οποία θεωρείται σταθερή και κατευθύνεται κατά μήκος του Z άξονα προς το Βόρειο Πόλο (για είσοδο στη γήϊνη ατμόσφαιρα). Το άλλο είναι ένα περιστρεφόμενο σύστημα συντεταγμένων (σωματοπαγές) με τον x άξονα κατά μήκος του διανύσματος θέσης, τον y άξονα στο ισημερινό επίπεδο (με θετική φορά προς την κατεύθυνση της κίνησης) ενώ ο z άξονας συμπληρώνει το δεξιόστροφο σύστημα όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 14.



Σχήμα 14: Τροχιά πτήσης ατμοσφαιρικής εισόδου για ομαλή κάθοδο σε πλανητική ατμόσφαιρα.

Οι έξι μεταβλητές θέσης r, θ, φ, V, γ and ψ είναι απαραίτητες για να περιγράψουν τη θέση, τη διεύθυνση πτήσης και την ταχύτητα σε κάθε σημείο της τροχιάς εισόδου του Δ/Ο. Στη γενική περίπτωση, η κίνηση ενός ανωστικού διαστημικού οχήματος ελέγχεται μέσω κατάλληλων αεροδυναμικών μεταβολών της γωνίας κλίσης σ, της γωνίας προσβολής α και της γωνίας ώθησης n στην περίπτωση της πτήσης με ώθηση.
Εισάγοντας τις συνιστώσες των δυνάμεων που ενεργούν στο διαστημικό σώμα, σχ.(1α, β), ως προς το περιστρεφόμενο σύστημα αναφοράς, προκύπτουν οι ακόλουθες εξισώσεις κίνησης για τρισδιάστατη πτήση:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{F_D}{m} - g\sin\gamma + \omega^2 r\cos\varphi\left(\sin\gamma\cos\varphi - \cos\gamma\sin\varphi\sin\psi\right) \quad (2)$$

$$\frac{d\gamma}{dt} = \frac{F_L\cos\sigma}{mV} - \frac{g\cos\gamma}{V} + \frac{V}{r}\cos\gamma + \frac{(2\omega V)}{V}\cos\varphi\cos\psi + \frac{\omega^2 r}{V}\cos\varphi\left(\cos\gamma\cos\varphi + \sin\gamma\sin\varphi\sin\psi\right) \quad (3)$$

$$\frac{d\psi}{dt} = \frac{F_L \sin\sigma}{mV\cos\gamma} - \frac{V}{r}\cos\gamma\cos\psi\tan\varphi + \frac{(2\omega V)}{V}(\tan\gamma\cos\varphi\sin\psi - \sin\varphi) - \frac{\omega^2 r}{V\cos\gamma}\sin\varphi\cos\varphi\cos\psi \quad (4)$$

$$F_D = F_T\cos n - C_D\frac{1}{2}\rho V^2 S_{ref} \qquad F_L = F_T\sin n + C_L\frac{1}{2}\rho V^2 S_{ref} \quad (5, 6)$$

$$\frac{dr}{dt} = V\sin\gamma \qquad \frac{d\theta}{dt} = \frac{V\cos\gamma\cos\psi}{r\cos\varphi} \qquad \frac{d\varphi}{dt} = \frac{V\cos\gamma\sin\psi}{r} \quad (7, 8, 9)$$

Οι πρώτες τρεις εξισώσεις είναι οι δυναμικές εξισώσεις για ένα Δ/Ο που κινείται σε ύψος h από την πλανητική επιφάνεια τοπικής ακτίνας RP ενώ οι τρεις τελευταίες αποτελούν τις κινηματικές εξισώσεις. Εκτός από τις μεταβλητές θέσης και ελέγχου, οι εξισώσεις εξαρτώνται από τις διαφορετικές παραμέτρους του διαστημοχήματος και του αερίου περιβάλλοντος, όπως η μάζα του οχήματος m, το διάνυσμα θέσης του $\vec{r}$, οι αεροδυναμικές δυνάμεις αντίστασης D, άνωσης L και ώθησης FT καθώς και η βαρυτική επιτάχυνση. Εάν κρίνεται αναγκαίο να ληφθεί υπόψη οποιαδήποτε κίνηση ατμόσφαιρας (άνεμοι) τότε απαιτείται να μεταβληθεί η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του πλανήτη ω σύμφωνα με την κίνηση του ανέμου. Από την άλλη μεριά, ο όρος 2ωV της επιτάχυνσης Coriolis έχει σημαντική επίδραση σε πτήση υψηλής ταχύτητας και μακριάς εμβέλειας και πρέπει ο όρος αυτός να διατηρείται στις εξισώσεις για την ακριβή ανάλυση της τροχιάς εισόδου του Δ/Ο.

5.2 Οι υψηλές ταχύτητες πτήσης (υπερυπερηχητική ροή με αριθμό Mach πτήσης μεγαλύτερο του 4) στη φάση εισόδου ενός Δ/Ο σε πλανητική ατμόσφαιρα έχουν σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών κατάντι του κρουστικού κύματος και υψηλών θερμικών φορτίων (μεταφερόμενη θερμότητα) στην επιφάνεια της διαστημοσυσκευής. Οι υψηλές θερμοκρασίες μεταβάλουν τις ιδιότητες του ροϊκού πλανητικού ατμοσφαιρικού μέσου, το οποίο λαμβάνεται σαν πραγματικό αέριο. Απαιτείται κατάλληλη θερμική προστατευτική μόνωση (θερμοθώρακας) των τοιχωμάτων για τη διατήρηση στο εσωτερικό της δομής των Δ/Ο κανονικών θερμοκρασιών ομαλής διαβίωσης των αστροναυτών και κανονικής λειτουργίας των οργάνων μέτρησης, πλοήγησης και ελέγχου που διαθέτει το διαστημόχημα. Στην "περιοχή" των πολύ μεγάλων θερμοκρασιών παρατηρείται το φαινόμενο του τηλεπικοινωνιακού αποκλεισμού όπου για μερικά δευτερόλεπτα ή λεπτά της ώρας δεν υπάρχει επαφή μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων μεταξύ αστροναυτών και επίγειων παρατηρητηρίων παρακολούθησης της καθόδου του Δ/Ο.
Το πολύπλοκο ροϊκό πεδίο στην περιοχή ανακοπής ενός Δ/Ο αναλύεται επιλύνοντας το σύστημα των τριών εξισώσεων διατήρησης μάζας, ορμής και ενέργειας για μονοδιάστατη ιξώδη ελεύθερη ροή με τη προσεγγιστική θεώρηση κάθετου κρουστικού κύματος υπό συνθήκες πραγματικού αερίου με χρήση των θερμοδυναμικών ιδιοτήτων και των ιδιοτήτων μεταφοράς του αέρα σαν

χημικά αντιδρόν αέριο. Για την επίτευξη των σκοπών της παρούσας εργασίας το διάγραμμα Mollier του AEDC (Arnold Engineering Development Center) έχει εφαρμοστεί και αναπαραχθεί με μεγάλη ακρίβεια από τους Srinivasan κ.α. σε πολυωνυμική μορφή.
Ο κύριος λόγος θέρμανσης ενός διαστημοχήματος παρουσιάζεται λόγω μεταφοράς. Η ακτινοβολούμενη θερμότητα γίνεται σημαντική μόνο σε υπερυπερηχητικές ταχύτητες (πάνω από 2000 m/s). Για την περιοχή υπερυπερηχητικής ροής, η επιλογή κατάλληλων υλικών για τη θερμική προστασία του διαστημικού σώματος βασίζεται στο ρυθμό μεταφερόμενης θερμότητας. Ο υπολογισμός της μεταφερόμενης θερμικής ροής (convective heat transfer) σε ολόκληρη την επιφάνεια του Δ/Ο είναι σύνθετος αλλά προσεγγιστικοί τύποι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον κρίσιμο υπολογισμό του ρυθμού θερμότητας στο θερμότερο τμήμα της επιφάνειας του σώματος, δηλ. στην περιοχή ανακοπής στο πρωραίο τμήμα του.
Παραλείποντας την ακριβή πρόβλεψη του ρυθμού θερμότητας για μετέπειτα δημοσίευση από τους συγγραφείς (η όλη επιστημονική μελέτη βρίσκεται σε συνεχή εξέλιξη), εφαρμόζουμε την απλούστερη μέθοδο για τον υπολογισμό της μεταφερόμενης υπερυπερηχητικής αεροδυναμικής θέρμανσης στη γενικευμένη μορφή:

$$q_S = K_S V_\infty^I \sqrt{\frac{\rho_\infty}{R_N}} \qquad (10)$$

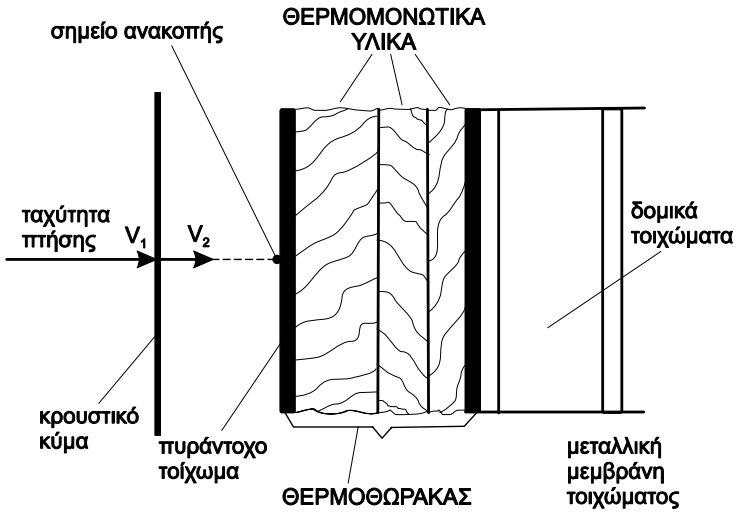
Οι τιμές V_∞ and ρ_∞ για την απέραντη (ελεύθερη) ροή είναι οι τιμές της ταχύτητας και της πυκνότητας στο ύψος πτήσης του Δ/Ο τη χρονική στιγμή t για δοσμένη ακτίνα καμπυλότητας του πρωραίου τμήματος RN. Οι παράμετροι της σχ.(10) είναι I = 3.25, KS = 5.21·10-5 (Kindler κ.α.), I = 3, KS = 1.45·10-4 (Noton) και I = 3.15, KS = 5.1565·10-5(1 - hw,S / Ht2) για την παρούσα εργασία (Bertin).
Παρατηρούμε, ότι η θερμική καταπόνηση του Δ/Ο που προέρχεται από τη μεταφορά θερμότητας από τη ροή γύρω από το σώμα και κυρίως στις επιφάνειες και στα σημεία ανακοπής, αυξάνεται περίπου με την τρίτη δύναμη της ταχύτητας πτήσης. Επίσης τα αιχμηρά σώματα (RN μικρή) παρουσιάζουν μεγάλη μεταφορά θερμότητας, ενώ τα αμβλεία (RN μεγάλη) εμφανίζουν μικρότερη.
Ενδεικτικές μέγιστες τιμές τοπικής μεταφοράς θερμότητας που αντιστοιχούν στη μέγιστη θερμική καταπόνηση διαστημοχημάτων διαφόρων μορφών κυμαίνονται από

qS = 20 W/cm2 μέχρι 1000 W/cm2 (200 kW/m2 μέχρι 10 MW/m2)

και είναι ασυνήθιστα υψηλές σε σχέση με τη μεταφορά θερμότητας σε σώματα στις συνήθεις αεροδυναμικές εφαρμογές.
Για τον καθορισμό της θερμοκρασίας στην επιφάνεια του πυράντοχου τοιχώματος ενός Δ/Ο στη διάρκεια της πτήσης καθόδου εντός πλανητικής ατμόσφαιρας, θεωρούμε το ενεργειακό ισοζύγιο στο σημείο ανακοπής του συστήματος θερμικής προστασίας (thermal protection system, TPS) όπως απεικονίζεται παραστατικά

στο Σχήμα 15, λαμβάνοντας αμελητέα την αγωγιμότητα μέσω επιφανειών που είναι κάθετες στην εκτεθειμένη επιφάνεια ανακοπής:

$$q_S = q_{stored,S} + q_{cond,S} + q_{rad,S} \qquad (11)$$



Σχήμα 15: Σύστημα θερμικής προστασίας (θερμοθώρακας) με επιλογή κατάλληλων θερμομονωτικών υλικών για την προστασία των δομικών τοιχωμάτων της επιφάνειας ανακοπής του Δ/Ο. Οι υψηλές ταχύτητες πτήσης (V1) δημιουργούν τις πολύ μεγάλες θερμοκρασίες κατάντι του αποκολλημένου κρουστικού κύματος καταλήγοντας σε υψηλή θερμική καταπόνηση-υψηλή θερμότητα μεταφοράς.

Με την υπόθεση της μονοδιάστατης θερμικής μεταφοράς προκύπτει ότι οι μεταβολές στο ροϊκό πεδίο και στη θερμοκρασία τοιχώματος εφαπτομενικά στην επιφάνεια του οχήματος είναι σχετικά μικρές. Στην προηγούμενη σχ.(11), qS είναι η προσπίπτουσα μεταφερόμενη θερμική ροή, βλ. σχ.(10), qstored,S και qcond,S είναι οι ρυθμοί θερμότητας κατά τους οποίους η ενέργεια αποθηκεύεται και άγεται μέσω του στρώματος του θερμοθώρακα στην περιοχή ανακοπής αντίστοιχα, και qrad,S είναι ο ρυθμός θερμότητας κατά τον οποίο ενέργεια ακτινοβολείται από την εκτεθειμένη επιφάνεια ανακοπής.
Η ακτινοβολούμενη θερμική ροή προκύπτει από το γνωστό νόμο της Φυσικής των Stefan-Boltzman με ε το συντελεστή εκπεμπτικότητας της επιφάνειας και σ = 5.67032·10-8 W/m2K4 τη σταθερά των Stefan-Boltzman:

$$q_{rad,S} = \varepsilon\sigma T_{w,S}^4 \qquad (12)$$

Θεωρώντας αμελητέα την ενέργεια που αποθηκεύεται στο σημείο ανακοπής για υπολογισμούς των ροϊκών φαινομένων σε μόνιμη κατάσταση και εισάγοντας τη θερμότητα αγωγιμότητας του στοιχείου με έναν συντελεστή προσαρμοστικότητας

C (C = 1.06 είναι μία σχετικά ακριβής τιμή με σφάλμα 2 έως 3 % για το Διαστημικό Σύστημα Μεταφοράς STS-40) το δεξιό μέλος της σχ.(11) γίνεται:

$$q_S = C\varepsilon\sigma T_{w,S}^4 \qquad (13)$$

Συνδυάζοντας τις σχ.(11, 13), το ενεργειακό ισοζύγιο οδηγεί στην ακόλουθη έκφραση για τον υπολογισμό της θερμοκρασίας τοιχώματος στην περιοχή ανακοπής:

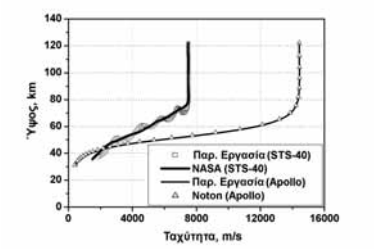
$$T_{w,S}^4 = \frac{5.1565 \bullet 10^{-5}}{C\varepsilon\sigma} V_\infty^{3.15} \sqrt{\frac{\rho_\infty}{R_N}} (1 - h_{w,S} / H_{t2}) \qquad (14)$$

Η παραπάνω αναφερθείσα εξίσωση θερμότητας επιλύεται αριθμητικά μέσω επαναληπτικής διαδικασίας κατά τη διάρκεια του ίχνους πτήσης επανεισόδου. Η ενθαλπία στο τοίχωμα είναι μία συνάρτηση της πίεσης και της θερμοκρασίας στην περιοχή του σημείου ανακοπής υπό συνθήκες πραγματικού αερίου κατάντι του κάθετου κρουστικού κύματος. Για την πρώτη επανάληψη θεωρούμε αμελητέα τη διόρθωση για την ενθαλπία του τοιχώματος ανακοπής (hw,S/Ht2 = 0).

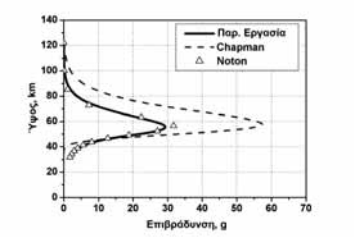
3.3 Για την προσομοίωση του ίχνους καθόδου απαιτούνται μέθοδοι αριθμητικής επίλυσης και υπολογισμός των κρίσιμων αεροθερμοδυναμικών μεγεθών που "χαρακτηρίζουν" το τρισδιάστατο ίχνος πτήσης εισόδου/επανεισόδου. Καθορίζονται οι αρχικές συνθήκες ταχύτητας και γωνίας πτήσης εισόδου μέσω μεταβατικών διατροχιακών ελιγμών από υψηλότερες τροχιές ή απευθείας με διαπλανητική μεταφορά από το αχανές διάστημα με κατάλληλη επιλογή του εξωτερικού ορίου της πλανητικής ατμόσφαιρας. Σαν προσεγγιστικό συμβατικό όριο της υπερυπερηχητικής περιοχής πτήσης θεωρείται ο αριθμός Mach πτήσης 4.

Το πρόβλημα ατμοσφαιρικής εισόδου εμπεριέχει γενικά την επίλυση του συστήματος των έξι μη-γραμμικών διαφορικών εξισώσεων πρώτης τάξης, σχ.(2, 3, 4, 7, 8 και 9), με τις αντίστοιχες πλανητικές και φυσικές ιδιότητες του Δ/Ο, οι οποίες επιλύονται ταυτόχρονα μέσω αριθμητικής ολοκλήρωσης χρησιμοποιώντας μέθοδο Runge-Kutta 4ης τάξεως και αποδίδουν το τρισδιάστατο ίχνος πτήσης για ένα Δ/Ο σε πλανητική ατμόσφαιρα. Τα αποτελέσματα δίνουν την υπολογιστική προσομοίωση για τρισδιάστατη τροχιά πτήσης εισόδου χωρίς ώθηση και περιοριστικά κριτήρια για μερικά ειδικά βαλλιστικά και ανωστικά διαστημοχήματα (τροποποιημένη διαστημική κάψουλα Apollo, ευρωπαϊκό Δ/Ο Hermes και το αμερικάνικο Διαστημικό Σύστημα Μεταφοράς Space Shuttle, STS-40) εισερχόμενα στην ατμόσφαιρα ενός πλανήτη (Γη ή Άρης) με προκαθορισμένες αρχικές και τελικές οριακές συνθήκες. Συγκρίσεις με διεθνώς αναγνωρισμένα ερευνητικά μοντέλα και με πραγματοποιηθείσες αποστολές επιβεβαιώνουν την ορθότητα της παρούσας ανάλυσης.
Για τις εξεταζόμενες περιπτώσεις στην παρούσα εργασία, οι αεροδυναμικοί συντελεστές άνωσης CL και αντίστασης CD λαμβάνονται μέσω δεδομένων της NASA και περιγράφονται μέσω πολυωνυμικών εκφράσεων σαν συνάρτηση της

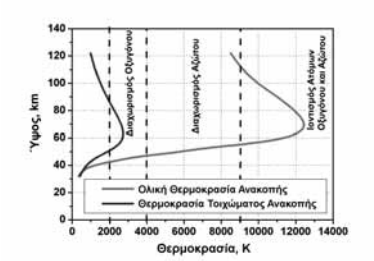
γωνίας προσβολής α για πτήση υπερυπερηχητικής (νευτώνειας) ροής.
Στη διάρκεια ολόκληρης της ατμοσφαιρικής πτήσης εφαρμόζεται μία μέθοδος πλοήγησης με κατάλληλες προκαθορισμένες μεταβολές καθοδήγησης των αεροδυναμικών ελιγμών της γωνίας κλίσης σ και της γωνίας προσβολής α (για τη διαστημική κάψουλα Apollo από τα δεδομένα του Noton, για το Δ/Ο Hermes από τον υπολογιστικό αλγόριθμο του ASTOS και για το STS-40 από τα δεδομένα της NASA για την πτήση εισόδου το έτος 1991), με σκοπό να διατηρήσουμε χαμηλές τιμές επιβράδυνσης και μεταφερόμενης θερμότητας (ανεκτά όρια για ανθρώπους, κατασκευαστικές δομές, υλικά προστατευτικού θερμοθώρακα, κ.τ.λ.), ειδικά για τα στελεχωμένα διαστημοχήματα Hermes και STS-40.



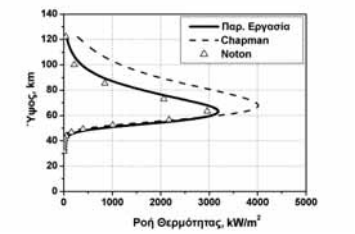
Σχήμα 16: Συγκριτικές τροχιές εισόδου του τροποποιημένου Apollo και του STS-40 στο κλασσικό διάγραμμα ύψους-ταχύτητας.



Σχήμα 17: Βαλλιστική επιβράδυνση εισόδου στην ατμόσφαιρα της Γης.



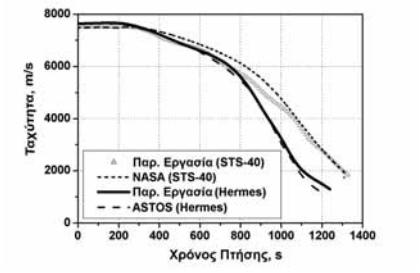
Σχήμα 18: Ολική θερμοκρασία και θερμοκρασία τοιχώματος στην περιοχή ανακοπής κατάντι του καμπυλωμένου κρουστικού κύματος του Apollo .



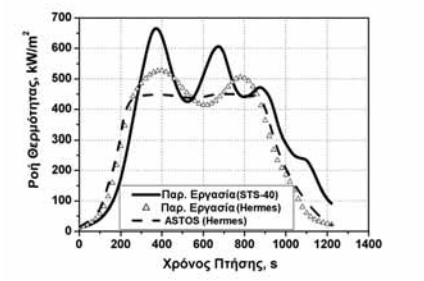
Σχήμα 19: Ροή θερμότητας στην περιοχή ανακοπής κατά τη διάρκεια βαλλιστικής εισόδου.

Η βαλλιστική πτήση τροχιάς εισόδου του τροποποιημένου Apollo στην ατμόσφαιρα της Γης με υπερβολική αρχική ταχύτητα εισόδου της τάξης των 14425 m/s (επιστροφή με διαπλανητική αποστολή από το απέραντο διαστημικό χώρο) και γωνία πτήσης εισόδου –7,69° απεικονίζεται στα Σχήματα 16 έως 19. Η κατανομή της ταχύτητας του Δ/Ο με το ύψος (Σχήμα 16) είναι σε καλή συμφωνία με τα αντίστοιχα αριθμητικά αποτελέσματα του Noton. Ο συνολικός χρόνος πτήσης είναι γύρω στα 2,5 λεπτά καταλήγοντας σε μία μέγιστη κρίσιμη βαλλιστική επιβράδυνση

στα 29 g (ανεκτή για μη-στελεχωμένη διαστημοσυσκευή). Η επίλυση κατά Noton επαληθεύει το προηγούμενο αποτέλεσμα ενώ η προσεγγιστική αναλυτική λύση του Chapman υπερεκτιμά το αποτέλεσμα αυτό δίνοντας αντίστοιχη μέγιστη τιμή γύρω στα 58 g (Σχήμα 17).



Σχήμα 20: Χρονική κατανομή ταχύτητας για τα Δ/Ο Hermes και STS-40 για είσοδο στη γήϊνη ατμόσφαιρα.



Σχήμα 21: Θερμικά φορτία πτήσης στην περιοχή ανακοπής των Δ/Ο Hermes και STS-40 κατά την είσοδο στη Γη.

Η μέγιστη βαλλιστική επιβράδυνση εμφανίζεται στο ύψος των περίπου 55 km πολύ κοντά στο ύψος του μέγιστου θερμικού φορτίου ανακοπής (Σχήμα 19) με τιμή γύρω στα 3150 kW/m2 σε ύψος 62 km ενώ η αναλυτική επίλυση δίνει 4050 kW/m2 στα 68 km. Η ολική θερμοκρασία στη γραμμή ανακοπής υπερβαίνει τους 12000 K οδηγώντας σε διαχωρισμό και ιοντισμό του οξυγόνου (O2) και του αζώτου (N2). Η θερμοκρασία τοιχώματος, λαμβάνοντας υπόψη τις επιδράσεις πραγματικού αερίου στην περιοχή ανακοπής πίσω από το αποκολλημένο κρουστικό κύμα μέχρι την εκτεθειμένη επιφάνεια ανακοπής, μειώνεται στους 2700 K στο ύψος των 62 km (Σχήμα 18). Στην περιοχή υψηλών θερμοκρασιών ο ιοντισμός του αέρα οδηγεί στο γνωστό φαινόμενο "τηλεπικοινωνιακού αποκλεισμού" κατά την είσοδο ή επανείσοδο του Δ/Ο.

Για συγκριτική αντιπαράθεση παρουσιάζεται η ανωστική πτήση εισόδου του Space Shuttle STS-40, το οποίο εισέρχεται στην ατμόσφαιρα της Γης με μία αρχική ελλειπτική ταχύτητα 7492 m/s και γωνία πτήσης εισόδου −1.293°. Τα Σχήματα 16 και 20 δείχνουν ότι το υπολογιζόμενο υπερυπερηχητικό ίχνος πτήσης εισόδου συγκρινόμενο με την αντίστοιχη βελτιστοποιημένη λύση που λαμβάνεται από πραγματικά δεδομένα πτήσης της NASA (συνεχής έντονη μαύρη γραμμή) παρουσιάζει διακυμάνσεις λόγω των ιδιαίτερα σημαντικών μεταβολών καθοδήγησης και ελιγμού των γωνιών κλίσης σ και προσβολής α στη διάρκεια της ατμοσφαιρικής φάσης καθόδου. Επίσης μελετάται το ανωστικό ίχνος πτήσης στην περίπτωση του Δ/Ο Hermes, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 20. Σε αυτήν την περίπτωση το υπερυπερηχητικό ίχνος πτήσης εισόδου διαρκεί γύρω στα 20,5 min με μία ομαλή κατανομή ταχύτητας η οποία παραμένει σε συμφωνία με την αντίστοιχη επίλυση που λαμβάνεται από το πρόγραμμα βελτιστοποίησης ASTOS, το οποίο θεωρεί κατάλληλες μεταβολές των γωνιών σ και α σε πολυωνυμικές εκφράσεις.

Η υπολογιζόμενη ανωστική επιβράδυνση έχει μία μέγιστη τιμή στα περίπου 4 g η οποία είναι αρκετά μικρότερη από τις αντίστοιχες τιμές για βαλλιστική πτήση εισόδου. Αυτός είναι ο κύριος λόγος για 5 έως 10 φορές μικρότερα θερμικά φορτία, βλ. Σχήμα 21, συγκρινόμενα με τις αντίστοιχες βαλλιστικές τιμές του Σχήματος 19. Τα παρόντα αποτελέσματα (συμπαγής μαύρη γραμμή) παρουσιάζουν διακύμανση γύρω από μία μέση τιμή 450 kW/m2 για το Δ/Ο Hermes εξαιτίας της "μη-περιορισμένης" πτήσης σε αντιπαράθεση με την επίλυση του ASTOS με "περιοριστικές συνθήκες" πτήσης. Για το Δ/Ο STS-40 η μέγιστη θερμική επιβάρυνση στην περιοχή του σημείου ανακοπής παρουσιάζει τιμή στα περίπου 670 kW/m2.

6. ΔΙΑΣΤΡΙΚΑ ΤΑΞΙΔΙΑ

6.1 "Ταξίδι στα άστρα" από τη σκοπιά της τεχνολογικής πραγματικότητας είναι η μετάβαση ενός διαστημοχήματος από τη Γη σ' έναν αστέρα – δηλ. σ΄ έναν "άλλο Ήλιο" – ο οποίος κατά προτίμηση να διαθέτει το δικό του πλανητικό σύστημα. Απώτατος στόχος ή μάλλον ελπίδα είναι να ανακαλύψουμε εκεί κάποιον πλανήτη με ανάλογες προς τη Γη συνθήκες ζωής. Το τεχνολογικό και ερευνητικό αυτό άλμα της γήϊνης ανθρωπότητας θα σημάνει μια νέα αποφασιστική επέκταση του "τελικού μετώπου" σε περιοχές του διαστήματος, οι οποίες φαντάζουν απρόσιτες σήμερα για τον άνθρωπο στην εξέλιξή του από αεροπόρο και διαστημοπόρο σε "αστροπόρο".

Φυσικά πάντα μιλάμε για το Γαλαξία μας, ο οποίος περιλαμβάνει κατ' εκτίμηση 100 δισεκατομμύρια αστέρες (1011) παρόμοιους με τον Ήλιο μας στον τεράστιο χώρο, που καλύπτει η διάμετρός του των 100000 ετών φωτός (~1018 km = ένα δισεκατομμύριο δισεκατομμύρια χιλιόμετρα). Σε απόσταση 20 Ly (1 Ly = 1 light year = 63242 AU = 9,4609·1012 km) γύρω από το ηλιακό μας σύστημα ευρίσκονται 59 αστερισμοί, που περιλαμβάνουν 81 ορατούς αστέρες. Ο εγγύτατος όλων είναι ο "α Κενταύρου" σε απόσταση 4,3 Ly, δηλ. 4,3 φορές την απόσταση που διανύει το φως με την ταχύτητα των ≈ 300000 km/s σε ένα έτος.

Ένα διαστημόχημα με ταχύτητα πτήσης πλησίον αυτής του φωτός θα χρειαζόταν 4,3 έτη να μεταβεί στον Άλφα Κενταύρου. Για να μεταφέρει τις εντυπώσεις μετά την άφιξή του εκεί με ραδιοσήματα στη Γη ή με επιστροφή του χρειάζονται τουλάχιστον άλλα 4,3 χρόνια. Ο συνολικός χρόνος των σχεδόν 9 ετών είναι αρκετά μεγαλύτερος από τις συνήθεις σημερινές διαπλανητικές αποστολές. Επιπρόσθετα μια τέτοια αποστολή προϋποθέτει την επιτάχυνση του διαστημοχήματος σε "υπόφωτες ταχύτητες", δηλ. ταχύτητες μικρότερες αλλά οπωσδήποτε συγκρίσιμες μ' αυτή του φωτός. Για τις επόμενες δεκαετίες τόσο μεγάλες ταχύτητες δεν φαίνονται εφικτές.

Αν όμως σκεπτόμαστε με σημερινές ταχύτητες και επιταχύνσεις, τότε δεν μπορεί να γίνει καμία σκέψη για διαστρικά ταξίδια. Και τούτο διότι, ακόμα και με την πολύ υψηλή για το παρόν ταχύτητα των 100 km/s το διαστημόχημα θα χρειαζόταν περίπου 13000 χρόνια για τα ταξίδια στον Άλφα Κενταύρου. Κάτι τέτοιο δεν μπορεί να αποτελέσει λογική βάση οποιασδήποτε διαστρικής αποστολής.

Η Φυσική μέσα από τη θεωρία της σχετικότητας του Αϊνστάιν επιτρέπει να

αναφερόμαστε μόνο στις υπόφωτες ταχύτητες (μικρότερες της ταχύτητας του φωτός c). Πολύ περισσότερο μάλιστα όταν εργαστηριακά έχουν επιτευχθεί ήδη ταχύτητες σωματιδίων πολύ πλησίον στη c. Το ίδιο συμβαίνει επίσης στη μετάδοση των σημάτων και στις ταχύτητες των ηλεκτρικών ρευμάτων στην καθημερινή τεχνολογία της ηλεκτρονικής και της πληροφόρησης. Όμως στο πρόβλημα της υπερταχείας κίνησης οποιουδήποτε οχήματος με ταχύτητες συγκρίσιμες της ταχύτητας του φωτός δεν έχει υπάρξει καμιά σημαντική εξέλιξη.
Σε υπέρφωτες ταχύτητες η Φυσική δεν "μπορεί" να αναφερθεί, επειδή δεν έχει (ακόμη) διατυπωθεί η θεωρία, η οποία να αποδεικνύει τη δυνατότητα της "υπέρφωτης" κίνησης, δηλ. της κίνησης ταχύτερης του φωτός, όπως περίπου μπορεί να αποδοθεί ο όρος της διεθνούς διαστημικής "faster than light → FTL". Τούτο δεν έχει εμποδίσει φυσικά πολλές έρευνες και ομάδες επιστημόνων να αναφέρονται στην υπέρφωτη κίνηση τόσο στον τομέα της θεωρητικής φυσικής όσο – και τούτο μας ενδιαφέρει κυρίως – σε σενάρια αστρικών αποστολών με προωθητικά συστήματα FTL, δηλ. τεχνολογικής προώθησης των "αστροχημάτων" με υπέρφωτες ταχύτητες και, αντίστοιχα, σ' επιταχύνσεις του οχήματος πλησίον και πέραν της c.

6.2 Η αναγκαιότητα του "σχετικιστικού πυραύλου", δηλ. του πυραυλοκινητήρα προώθησης του διαστρικού διαστημοχήματος με υπόφωτη ταχύτητα από 30000 έως 100000 km/s ή ακόμη μεγαλύτερη, για να προκύπτει διάρκεια διαστρικής πτήσης μέσα στα χρονικά όρια της ανθρώπινης κλίμακας, οδηγεί ταυτόχρονα στην αναγκαιότητα ευρέσεως ενός προωθητικού με ασύγκριτα μεγαλύτερη ειδική ώθηση Isp για να περιοριστεί η ποσότητά του. Όμως μεγάλες τιμές του Isp προϋποθέτουν πολύ μεγάλες ταχύτητες εκβολής του προωθητικού από τον πυραυλοκινητήρα, οι οποίες είναι επίσης υπόφωτες και συγκρίσιμες με την ταχύτητα του Δ/Ο.
Ο υπολογισμός με την πλανητική πυραυλική εξίσωση του Tsiolkovsky οδηγεί σε απαιτούμενη ειδική ώθηση της τάξεως των 107 s, η οποία αντιστοιχεί σε ταχύτητα εξόδου του προωθητού στο ακροφύσιο του πυραυλοκινητήρα της τάξεως των 100000000 m/s = 0,33 c. Μηχανές να έχουν αυτές τις δυνατότητες δεν υπάρχουν ακόμη. Δεν αποκλείεται όμως να υπάρξουν στο εγγύς μέλλον. Γι' αυτό είναι σκόπιμο να διατυπώνονται ήδη οι αναγκαίες εξισώσεις για τον σχετικιστικό πύραυλο από την πλευρά της σχετικότητας του Αϊνστάιν και να διατυπωθεί η αντίστοιχη πυραυλική εξίσωση για υπόφωτες ταχύτητες πτήσης και εκβολής του προωθητικού από τον πυραυλοκινητήρα.
Έτσι καθώς η ταχύτητα του Δ/Ο πλησιάζει την ταχύτητα φωτός, χρειάζεται περισσότερη ώθηση απ΄ ότι χρειάζεται σε χαμηλότερες ταχύτητες, για να αποκτήσει την ίδια αύξηση ταχύτητας. Για να φθάσει την ταχύτητα φωτός, θα χρειαζόταν άπειρη ποσότητα ώθησης για να επιταχύνει την άπειρη μάζα του. Γι' αυτό το λόγο και μόνο το διαστρικό ταξίδι με ταχύτητα φωτός ή έστω πλησίον αυτής ευρίσκεται πέραν των ορίων της σύγχρονής μας τεχνολογίας.

6.3 Το ανυπέρβλητο (σήμερα) όριο της ταχύτητας του φωτός περιορίζει σημαντικά τη δυνατότητα των διαστρικών πτήσεων. Οι προοπτικές για την επιτυχία υπέρφωτων ταχυτήτων (V > c ή FTL = faster–than–light–flight) πρέπει να θεωρούνται ανύπαρκτες μέσα στο σημερινό πλαίσιο των οποιωνδήποτε θεωριών της Φυσικής. Το ενδεχόμενο αυτό πλαίσιο να διευρυνθεί στο μέλλον και

να τεκμηριώσει, έστω και μόνο θεωρητικά, τη δυνατότητα της υπέρφωτης κίνησης, αποτελεί σήμερα αντικείμενο μεμονωμένων ερευνών αλλά χωρίς διαφαινόμενο πρακτικό αποτέλεσμα. Μόνο φρούδες ελπίδες, ατεκμηρίωτες εικασίες και ευφάνταστα μυθεύματα προβλέπουν τη δυνατότητα της υπέρφωτης κίνησης.
Και ενώ η φυσική θεωρία δια της ειδικής θεωρίας της σχετικότητας προσκρούει στο όριο της ταχύτητας του φωτός, τόσο η σημερινή τεχνολογία όσο και αυτή των επομένων μερικών γενεών φαίνεται, ότι δεν μπορεί να επιτύχει ούτε τις υπόφωτες ταχύτητες από 10 έως 30% της ταχύτητας του φωτός (V = 0,1 c έως 0,3 c = 30000 έως 90000 km/s), οι οποίες είναι αναγκαίες για τα πρώτα διαστρικά ταξίδια στους εγγύτερους γαλαξιακούς μας γείτονες, δηλ. σε αστέρες σε αποστάσεις 4 έως 20 ετών φωτός. Εξάλλου και η πειραματική φυσική έχει επιτύχει υψηλές υπόφωτες ταχύτητες μόνο σε ατομικά σωματίδια της ύλης (ηλεκτρόνια, πρωτόνια) κάτω υπό ειδικές συνθήκες δοκιμών. Και πάλι η επιτάχυνση αυτών των σωματιδίων χρειάζεται αρκετό χρόνο και μήκος. Π.χ. ένα ηλεκτρόνιο για να αποκτήσει ταχύτητα έως 0,9 c χρειάζεται να διανύσει απόσταση 3 km σε "κενό" αέρος. Κατ' αντιστοιχία αναφέραμε ήδη στα προηγούμενα, ότι ένα διαστρικό Δ/Ο χρειάζεται αρκετούς μήνες έως μερικά χρόνια να αποκτήσει ταχύτητες της τάξεως των 0,1 c = 30000 km/s υπό τον περιορισμό της τεχνολογικά ανεκτής συνεχούς επιτάχυνσης του 0,1 g έως 1 g.
Η οποιαδήποτε επιτάχυνση και ταχύτητα του διαστημοχήματος είναι αποτέλεσμα της ώθησης του πυραυλοκινητήρα, ο οποίος πρέπει να έχει τη δυνατότητα εκβολής του προωθητικού με ταχύτητες ίδιας τάξης μεγέθους μ' αυτές της πτήσεως. Και τούτο διότι ο βαθμός απόδοσης οποιουδήποτε προωστικού συστήματος τείνει προς μέγιστες τιμές, όταν η ταχύτητα εκροής του προωθητικού από τον πυραυλοκινητήρα του ιπτάμενου οχήματος τείνει να εξισωθεί με την ταχύτητα πτήσης του. Το πρόβλημα λοιπόν που αντιμετωπίζει η διαστημική τεχνολογία είναι να ευρεθεί ένα "σχετικιστικό" προωθητικό σύστημα με ταχύτητες εκβολής της τάξεως της ταχύτητας φωτός. Παράλληλα να ευρεθεί ο τεχνικός τρόπος αυτό το σύστημα να ενσωματωθεί στο διαστημόχημα και να το επιταχύνει στην περιοχή των υψηλών υπόφωτων ταχυτήτων από 0,1 c έως 0,3 c. Και αυτός ο στόχος, όπως προαναφέραμε, αφορά μόνο τα ταξίδια στους εγγύτερους γειτονικούς αστέρες σε αποστάσεις 4 έως 20 ετών φωτός, για τα οποία προκύπτουν διάρκειες πτήσεως μέσα στην ανθρώπινη κλίμακα ενεργούς ζωής των περίπου 50 ετών (γήϊνων ετών !).
Τα απαιτούμενα επίπεδα τεχνολογικής εξέλιξης για να επιτύχουμε την επιχειρησιακή χρησιμοποίηση ενός προωθητικού συστήματος για διαστρικά ταξίδια θα μπορούσαν να διαβαθμιστούν σε τρία επίπεδα ή κατηγορίες ως εξής:

- **Σύγχρονα συστήματα:** Είναι ικανά να εφαρμοσθούν στην τρέχουσα τεχνολογία. Το προωθητικό σύστημα έχει αναπτυχθεί και χρησιμοποιείται στις σύγχρονες τεχνολογικές εφαρμογές και σε ευρεία βάση. Τα συμβατικά πυραυλικά προωστικά συστήματα εμπίπτουν σ' αυτή την κατηγορία, είναι όμως ακατάλληλα για διαστρικά ταξίδια.
- **Συστήματα βραχυπρόθεσμης εφαρμογής:** Έχουν βάσιμες προοπτικές εφαρμογής στα επόμενα πενήντα (50) χρόνια. Έχει αναδειχθεί η σκοπιμότητα και η εφαρμοστικότητά τους σε θεωρητικό επίπεδο, σε εργαστηριακές

έρευνες και δοκιμαστικές εφαρμογές περιορισμένης εκτάσεως. Π.χ. οι πυραυλοκινητήρες πλάσματος και ιόντων, οι ηλιοθερμικοί προωστήρες και τα "ηλιακά ιστία" υπάγονται σ' αυτή την κατηγορία. Μερικά από αυτά τα συστήματα θα μπορούσαν να εφαρμοστούν στις διαστρικές πτήσεις (με αμφισβητούμενη ακόμη αποτελεσματικότητα).

- **Συστήματα μακροπρόθεσμης προοπτικής:** Θεωρούνται κατάλληλα για χρησιμοποίηση μετά από περίοδο ανάπτυξης τουλάχιστον πενήντα (50) ετών. Πρόκειται για προωστικά συστήματα βασιζόμενα σε περιορισμένη θεωρητική βάση. Σ' αυτό το επίπεδο ευρίσκονται όλα τα σχετικιστικά προωθητικά συστήματα, δηλ. με ικανότητα παραγωγής ταχυτήτων εκβολής του προωθητικού με υπόφωτες ταχύτητες κατάλληλες για τη προώθηση διαστρικών διαστημοχημάτων.

Η παραπάνω κατηγοριοποίηση είναι εντελώς ενδεικτική. Εξάλλου υπάρχουν προωστικά συστήματα, όπως λ.χ. τα θερμοπυρηνικά, τα οποία θεωρούνται ώριμα, αλλά η ανάπτυξή τους αναβάλλεται ή καθυστερεί για λόγους ασφαλείας ή περιβαλλοντικής πολιτικής. Υπάρχουν επίσης τα τελείως "εξωτικά", όπως αυτά που θεωρούνται αναγκαία για να προωθήσουν Δ/Ο με υπέρφωτες ταχύτητες (V > c) και τα οποία ευρίσκονται πέραν της παραπάνω μακροπρόσθεσμης προοπτικής ανάπτυξης της τάξεως εκατονταετίας. Μάλιστα υπάρχει το σοβαρό ενδεχόμενο ουδέποτε να είναι δυνατόν να υπάρξει μια τέτοια προοπτική, αν δεν ευρεθεί η θεωρητική τους βάση σε μια νέα – ανέφικτη σήμερα – φυσικομαθηματική επανάσταση πέρα από τα όρια και τους περιορισμούς της γενικής θεωρίας της σχετικότητας.

6.4 Η απαίτηση, η διάρκεια του διαστρικού ταξιδιού να είναι κάτω από 50 έτη και η επιτάχυνση να κυμαίνεται μεταξύ 0,01 και 1 gn, θέτει αντίστοιχες απαιτήσεις στην ταχύτητα και τη διάρκεια της ελεύθερης πτήσης του διαστημοχήματος μετά τη φάση της επιτάχυνσης. Καθώς η ταχύτητα ελεύθερης πτήσης (δηλ. κίνησης με σταθερή ταχύτητα) αυξάνει, η διάρκεια ελεύθερης πτήσης μειώνεται, αλλά επιμηκύνονται οι περίοδοι επιτάχυνσης. Η αύξηση της ταχύτητας ελεύθερης πτήσης δεν βοηθάει ιδιαίτερα στη μείωση του χρόνου ταξιδιού. Γενικώς σ' αυτές τις αστρικές αποστολές απαιτούνται ταχύτητες μεταξύ 0,1 και 0,5 c, δηλ. από 30000 έως 150000 km/s.
Οι ενεργειακές απαιτήσεις για τα διαστρικά ταξίδια είναι τεράστιες. Για ένα ρομποτικό διαστημόχημα μάζας ενός τόνου, δηλ. m = 1000 kg, και ταχύτητας ελεύθερης πτήσης V = 100000 km/s (c/3) η κινητική ενέργεια του Δ/Ο είναι 5 . 1018 J (mV2/2). Για να συλλάβουμε το μέγεθος αυτής της ενεργειακής ποσότητας: αντιστοιχεί στην ετήσια ενεργειακή κατανάλωση της Ελλάδας! Άρα η απαιτούμενη ποσότητα συμβατικού προωθητικού για να προσδώσει αυτή την ενέργεια στο Δ/Ο είναι τόσο μεγάλη, ώστε ευρίσκεται εκτός των ορίων της πραγματικότητας. Αν όμως χρησιμοποιηθεί ως "καύσιμο" μία ποσότητα ύλης, η οποία μπορεί να μετατραπεί αυτούσια κατά σχετικιστικό τρόπο σε ενέργεια, τότε απαιτούνται σχεδόν 56 kg μάζας προωθητικού σύμφωνα με το σχετικιστικό τύπο του Αϊνστάιν E = mc2. Φυσικά πρέπει να υπάρξει μια μέθοδος, η οποία θα μπορεί να μετατρέψει αυτή τη μικρή μάζα σε ενέργεια κατευθυνόμενης ακτινοβολίας,

ώστε να παράγει ώθηση προς την επιθυμητή κατεύθυνση. Εάν τούτο καταστεί δυνατόν, η συνολική μάζα εκκίνησης του Δ/Ο από τη Γη θα ήταν 1056 kg και όχι 1000 kg. Επίσης οι πραγματικές απαιτήσεις της διαστρικής αποστολής σε ενέργεια εξαρτώνται σημαντικά από το βαθμό απόδοσης του συστήματος προώθησης και των διεργασιών μετατροπής της εισερχόμενης ενέργειας (ή μάζας προωθητικού) σε κινητική ενέργεια του διαστημοχήματος.
Στην ενέργεια αυτή αντιστοιχίζεται η απαιτούμενη ισχύς σε Watt (1 W = 1J/s) της διαστρικής αποστολής. Για να φθάσει το Δ/Ο με σταθερή επιτάχυνση 0,1 g ≈ 1 m/s2 τη σχετικά υψηλή υπόφωτη ταχύτητα των 100000 km/s (c/3) χρειάζεται περίπου 3,2 έτη. Για να το πετύχουμε πρέπει ο πυραυλοκινητήρας του Δ/Ο να έχει ισχύ σχεδόν 5 . 1010 W ή 50 GW. Αυτή η τιμή δεν είναι ιδιαίτερα υψηλή, αν σκεφθούμε, ότι οι τρεις κύριοι πυραυλοκινητήρες του Συστήματος Διαστημικής Μεταφοράς STS – Space Shuttle – λειτουργούν σε ισχύ περίπου 22 GW. Οι πυραυλοκινητήρες του εκτοξευτικού συστήματος Saturn για την αποστολή Apollo στη Σελήνη είχαν σχεδόν διπλάσια ισχύ. Άρα μηχανές τόσης ισχύος υπάρχουν ήδη. Δυστυχώς όμως με τη σημερινή πυραυλική τεχνολογία δεν παρέχουν ικανοποιητική αναλογία μαζών (αρχικής κατά την αναχώρηση από τη Γη προς την τελική κατά την άφιξη στον αστέρα-στόχο).
Για να είναι ικανοποιητικός αυτός ο λόγος μαζών για διαστρική αποστολή θα πρέπει να επινοήσουμε ένα σύστημα πυραυλοκινητήρων ικανό να παράγει την τελική ταχύτητα των 100000 km/s (c/3), δηλ. να διαθέτει προωθητικό με ειδική ώθηση της τάξεως των 109 s. Όμως κάτι τέτοιο είναι πράγματι ακατόρθωτο με τη σημερινή τεχνολογία πυραύλων. Εκτός εάν κάποτε θα ήταν δυνατόν να χρησιμοποιηθεί ο "σχετικιστικός πύραυλος" ή –όπως συνηθίζεται να λέγεται – ένα "μη-πυραυλικό" σύστημα πρόωσης, π.χ. προώθηση με εξαΰλωση αντιύλης ή με κατευθυνόμενη ακτινοβόληση λέιζερ.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΓΕΝΙΚΑ ΣΧΟΛΙΑ

Η κίνηση ενός διαστημοχήματος (Δ/Ο) εντός του διαστημικού χώρου αποκτά νόημα, μόνο όταν γνωρίζουμε την ακριβή θέση του και μάλιστα σε κάθε χρονική στιγμή. Οι ασύλληπτες αποστάσεις του διαστήματος και η απεραντοσύνη του χρόνου της ζωής του προκαλούν δέος. Ταυτόχρονα όμως επιβάλλουν, τόσο κατά το σχεδιασμό όσο και κατά την εκτέλεση της αποστολής του Δ/Ο να προβλέπεται και να παρακολουθείται η θέση του και η χρονική εξέλιξη του ταξιδιού.
Η ανάγκη του ακριβέστατου υπολογισμού και της μέτρησης του χώρου και του χρόνου στις διαστημικές αποστολές, γίνεται ακόμα πιο επιτακτική αν αναλογιστούμε, ότι τα σήματα που αποστέλλουν τα Δ/Ο στη Γη, αλλά και τα σήματα που αποστέλλονται σ' αυτά για τη μεταφορά εντολών τηλεπικοινωνίας και τηλεχειρισμού, απαιτούν αρκετό χρόνο για να διανύσουν τις τεράστιες αποστάσεις, ιδιαίτερα όταν εκτελούν διαπλανητικές και πολύ περισσότερο διαστρικές πτήσεις.
Η διέλευση ενός Δ/Ο από το βαρυτικό πεδίο ενός πλανήτη είναι μια ενδιάμεση φάση της διαπλανητικής του αποστολής με κύριο σκοπό να χρησιμοποιήσει τη βαρυτική έλξη ως μέσο προωστικής ενίσχυσης στην κίνησή του. Ανάλογα με τη "γεωμετρία" του ίχνους διέλευσης και σε συνδυασμό με την κίνηση του πλανήτη το

Δ/Ο επιταχύνεται ή επιβραδύνεται και κατά κανόνα αλλάζει διεύθυνση πτήσεως. Στις περισσότερες προσπεράσεις προκύπτει ως ενδιάμεσος στόχος της αποστολής το Δ/Ο να διερευνά τον πλανήτη με πλήθος παρατηρήσεων (φωτογράφιση, τηλεπισκόπηση και τηλεμετρήσεις) επεκτείνοντας έτσι το πεδίο εφαρμογών της αποστολής του.

Η γεωμετρία του ίχνους διέλευσης καθορίζεται κυρίως από την κινηματική σύνθεση των ταχυτήτων του πλανήτη και του Δ/Ο στα γνωστά τρίγωνα ταχυτήτων εισόδου και εξόδου από την πλανητική σφαίρα επιρροής, Σε κάθε περίπτωση σημαντικό ρόλο παίζει ο τρόπος, με τον οποίο το Δ/Ο φθάνει στο όριο της σφαίρας επιρροής, όπου το βαρυτικό πεδίο του πλανήτη το "συλλαμβάνει" και το οδηγεί σ' ελεύθερη κίνηση υπό υπερβολική τροχιά είτε να πέσει επάνω στον πλανήτη είτε να τον προσπεράσει με εγγύτερη απόσταση την περιαψίδα της τροχιάς. Στην περιαψίδα είναι δυνατόν το Δ/Ο με τη βοήθεια αυτοφερόμενων προωστήρων να μετατραπεί επίσης σε δορυφόρο του πλανήτη ή να οδηγηθεί σε προσεδάφιση, ανάλογα με το σχεδιασμό της αποστολής.

Η τροχιακή προσέγγιση στο "κατώφλι" της πλανητικής ατμόσφαιρας και η κάθοδος προς την επιφάνεια του πλανήτη αποτελούν την κρισιμότερη φάση όλης της διαπλανητικής αποστολής. Οι τρισδιάστατες δυναμικές και κινηματικές εξισώσεις πτήσης διαστημοχήματος έχουν επιλυθεί αριθμητικά με σκοπό την πρόβλεψη των τροχιών εισόδου σε πλανητικές ατμόσφαιρες. Παράλληλη αεροθερμοδυναμική ανάλυση επιτρέπει τον υπολογισμό των θερμοδυναμικών ιδιοτήτων και ιδιοτήτων μεταφοράς για αέρα σε υψηλές θερμοκρασίες σε θερμοδυναμική και χημική ισορροπία στην περιοχή ανακοπής του Δ/Ο. Τα παραπάνω αποτελέσματα είναι μόνο ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα μιας πλήρους ανάλυσης τροχιών για πτήση με ελλειπτική ή υπερβολική είσοδο τόσο για βαλλιστικά όσο και για ανωστικά διαστημοχήματα (τροποποιημένο Apollo, ευρωπαϊκό Δ/Ο Hermes και το αμερικανικό Space Shuttle STS-40). Επαληθεύονται με πρόσφατες επιστημονικές πειραματικές και υπολογιστικές ερευνητικές μελέτες δείχνοντας ότι τα κρίσιμα ροϊκά μεγέθη όπως η επιβράδυνση, τα θερμικά φορτία, η ολική θερμοκρασία και η θερμοκρασία τοιχώματος μπορούν να υπολογιστούν με ακρίβεια.

Αποδεικνύεται έτσι η ικανότητα της εφαρμοζόμενης υπολογιστικής μεθόδου να "αναπτυχθεί" περαιτέρω με σκοπό την προσομοίωση των ονομαστικών τροχιών εισόδου υπό προκαθορισμένες συνθήκες για ακριβείς βελτιστοποιημένες λύσεις πρόσφατων και μελλοντικών διαστημικών αποστολών με πτήσεις σε πλανητικές ατμόσφαιρες.

Μελλοντική επανάσταση στη διαστημική τεχνολογία θα προκαλέσει η δυνατότητα εκτέλεσης διαστρικών πτήσεων. Μέχρι σήμερα το "όνειρο" αυτό φαντάζει απλησίαστο για τις σημερινές τεχνολογικές δυνατότητες. Η σύγχρονη διαστημική πρακτική αντιμετωπίζει πρόβλημα στην εύρεση ενός "σχετικιστικού" προωθητικού συστήματος με ταχύτητες εκβολής της τάξεως της ταχύτητας φωτός. Παράλληλα χρειάζεται να ευρεθεί ο τεχνικός τρόπος προκειμένου αυτό το σύστημα να ενσωματωθεί στο διαστημόχημα και να το επιταχύνει στην περιοχή των υψηλών υπόφωτων ταχυτήτων από 30000 έως 100000 km/s. Και αυτός ο στόχος, όπως προαναφέραμε, αφορά μόνο τα ταξίδια στους εγγύτερους γειτονικούς αστέρες σε αποστάσεις 4 έως 20 ετών φωτός, για τα οποία προκύπτουν διάρκειες πτήσεως μέσα στην ανθρώπινη κλίμακα ενεργούς ζωής των περίπου 50 ετών (γήϊνων ετών!).

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] *Panagiotopoulos, E. E., Margaris, D. P., Papanikas, D. G.: Trajectories and Entry Conditions of Space Vehicles in Planetary Atmospheres, Proceedings of the 1st International Conference: "From Scientific Computing to Computational Engineering", 1st IC-SCCE, Athens, Greece, 8-10 September 2004.*

[2] *Panagiotopoulos, E. E., Margaris, D. P., Papanikas, D. G.: Entry Trajectory Aerothermodynamics of Space Vehicles in Planetary Atmospheres, Proceedings of the 13th AIAA/CIRA International Space Planes and Hypersonics Systems and Technologies Conference, AIAA Paper 2005-3209, Capua, Italy, 16-20 May 2005.*

[3] *Panagiotopoulos, E. E., Margaris, D. P., Papanikas, D. G.: High Temperature Stagnation Flow Modelling of Space Vehicles in Planetary Atmospheres, Proceedings of the 1st International Conference on Experiments / Process / System Modelling / Simulation / Optimization, 1st IC-EpsMsO, Athens, Greece, 6-9 July 2005.*

[4] *Papanikas, D. G.: Investigations of Axisymmetric Hypersonic Free Jets in High Total Enthalpy Wind Tunnels, PhD Thesis, T.H. Aachen, and European Space Research Organization, ESRO TT-150 (1975), 1973.*

[5] *Papanikas, D. G.: Aerospace Technology, University of Patras Press, Volumes IA-IIA, Patras, 2004 (in Greek).*

[6] *Bakich, M. K.: The Cambridge Planetary Handbook, Cambridge University Press, 2000.*

[7] *Battin, R. H.: An Introduction to the Mathematics and Methods of Astrodynamics, AIAA, N.Y., 1987.*

[8] *Chaiken, A., Hanks T.: A Man on the Moon: The Voyages of the Apollo Astronauts, Penguin, 1998.*

[9] *Hammond, W. E.: Space Transportation: A System Approach to Analysis and Design, AIAA, N.Y., 1999.*

[10] *Hammond, W. E.: Design Methodologies for Space Transportation Systems, AIAA, 2001.*

[11] *Hoftmann, S. J., Kaplan, D. I.: Human Exploration to Mars, NASA SP 6107, 1997.*

[12] *Lang, K. R.: Astrophysical Data: Planet and Stars, Springer-Verlag, 1992.*

[13] *Loh, W. H. T.: Re-entry and Planetary Entry Physics and Technology, Vol. I/II, Springer Verlag, New York, Inc., 1968.*

[14] *Rimrott, F. P. J.: Introductory Orbit Dynamics, Friedr. Vieweg & Sohn Verlag., 1989.*

[15] *Roy, A. E.: Orbital Motion, Institute of Physics Publishing, 2002.*

[16] *Chapman, D. R.: An Approximate Analytical Method for Studying Entry into*

Planetary Atmospheres, NASA TR R-11, 1959.

[17] Chapman, D. R.: An Analysis of the Corridor and Guidance Requirements for Supercircular Entry into Planetary Atmospheres, NASA TR-55, 1959.

[18] Allen, H. J., Eggers, A. J.: A Study of the Motion and Aerodynamic Heating of Ballistic Missiles Entering the Earth's Atmosphere at High Supersonic Speeds, NACA Tech. Report 1381, 1958.

[19] Yaroshevsky, V. A.: The Approximate Calculation of Trajectories of Entry into the Atmosphere, Kosmicheskie Issledovaniya, Vol. 2, No. 4, pp. 507-531, 1964.

[20] Vinh, N. X., Busemann, A. and Culp, R. D.: Hypersonic and Planetary Entry Flight Mechanics, Ann Arbor, University of Michigan Press, Michigan, 1980.

[21] Naidu, D. S.: Aeroassisted Orbital Transfer, Springer-Verlag, London, 1994.

[22] Mease, K. D., Lee, J. Y. and Vinh, N. X.: Orbital Changes During Hypersonic Aerocruise, Journal of Aeronautical Sciences, Vol. 36, Nos. 1/2, pp. 103-137, 1988.

[23] de-Olivé Ferreira, L., Vinh, N. X. and Greenwood, D. T.: Critical Cases of Ballistic Entry: New, Guidance-Oriented, Higher-Order Analytic Solutions, Journal of Spacecraft and Rockets, Vol. 37, No. 5, pp. 630-637, 2000.

[24] Oakes, K. F., Wood, J. S. and Findlay, J. T.: Final Report: STS-40 Descent BET Products – Development and Results, NASA Contractor Report 189570, Flight Mechanics and Control Inc., Hampton, VA, 1991.

[25] Denis, F., Markl, A.: ASTOS: Reentry Application Manual, Institute of Flight Mechanics and Control, University of Stuttgart, Germany, 2003.

[26] Noton, M.: Spacecraft Navigation and Guidance, Springer-Verlag, London, 1998.

[27] U.S. Standard Atmosphere 1976, NASA, NOAA, U.S. Air Force, Washington, D.C.

[28] Lodders, K., Fegley, B.: The Planetary Scientist's Companion, Oxford University Press, N.Y., 1998.

[29] Vallado, D. A.: Fundamentals of Astrodynamics and Applications, Second Edition, Microcosm Press, El Segundo, California, 2001.

[30] Regan, F. J., Anandakrishnan, S. M.: Dynamics of Atmospheric Re-entry, AIAA, Education Series, Washington, D.C., 1993.

[31] Hilsenrath, J., Klein, M.: Tables of Thermodynamic Properties of Air in Chemical Equilibrium Including Second Virial Corrections from 1500 to 15000 K, AEDC-TR-65-68, 1965.

[32] Brahinsky, H. S., Neel, C. A.: Tables of Equilibrium Thermodynamic Properties of Air, AEDC-TR-69-89, Vols I-IV, 1969.

[33] Srinivasan, S., Tannehill, J. C. and Weilmuenster, K. J.: Simplified Curve Fits for the Thermodynamic Properties of Equilibrium Air, Iowa State University,

Engineering Research Institute, ISU-ERI-Ames-86401, 1986.

[34] Meese, E. A., and NØrstrud, H.: Simulation of Convective Heat Flux and Heat Penetration for a Spacecraft at Re-entry, Aerospace Science and Technology 6, pp. 185-194, 2002.

[35] Kindler, J. T., Schoettle, U. M. and Well, K. H.: Entry Interface Window of Landing Site Coober Pedy for the Experimental Vehicle X-38 V201, AIAA Paper, No. 2000-4117, 2000.

[36] Bertin, J. J.: Hypersonic Aerothermodynamics, AIAA, Education Series, Washington, D.C., 1994.

[37] Williams, S. D., Curry, D. M.: An Analytical and Experimental Study for Surface Heat Flux Determination, Journal of Spacecraft and Rockets, Vol. 14, No. 10, pp. 632-637, 1977.

[38] Larson, A., Pranke, L. K.: Human Spaceflight: Mission Analysis and Design, McGraw-Hill, N.Y., 2001.

[39] Shu, F. H.: Αστροφυσική, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Κρήτη, 2003.

Η επιστημονική μέθοδος και η ανακάλυψη της ατμοσφαιρικής πίεσης

Παπαϊωάννου Χρήστος
Ι.Ε.Κ. Νέων Μουδανιών
chrpapa@in.gr

Περί επιστημονικής μεθόδου

Η συνοδεία ενός ερευνητικού αποτελέσματος ή ενός επιχειρήματος ή ακόμη ενός ισχυρισμού με τον χαρακτηρισμό «επιστημονικό-επιστημονικός» υποδηλώνει ότι προήλθε δια της επιστημονικής μεθόδου και συνεπώς απαιτεί να του αναγνωριστεί αξιοπιστία. Ποια όμως είναι αυτή η επιστημονική μέθοδος που υποτίθεται οδηγεί σε αξιέπαινα και αξιόπιστα αποτελέσματα; Ποια όμως είναι αυτή η επιστημονική μέθοδος στην οποία οφείλεται η εξέλιξη της επιστήμης; Αν κάποιος πιστεύει ότι πρόκειται περί συγκεκριμένης διαδικασίας που συνίσταται από προκαθορισμένες ενέργειες και διεργασίες μάλλον θα διαψευστεί. Και ... φυσικά , αφού το ζήτημα δεν είναι μονοσήμαντα καθορισμένο, βρήκαν πρόσφορο έδαφος να αναμειχθούν οι φιλόσοφοι. Έτσι μέχρι των ημερών μας «επινοήθηκαν» διάφορες «επιστημονικές» μέθοδοι, π.χ. ο επαγωγισμός, η διαψευσιοκρατία-παραγωγισμός, τα ερευνητικά προγράμματα του Lakatos, τα «παραδείγματα» κατά Kuhn, ο μη αναπαραστατικός ρεαλισμός κλπ (Chalmers 1996), η κάθε μία από τις οποίες φιλοδοξεί να χρεωθεί την εξέλιξη των Φυσικών Επιστημών. Αξιοσημείωτο πάντως είναι, ότι τα επεισόδια τα οποία, κατά γενική ομολογία, σηματοδοτούν τις σημαντικότερες εξελίξεις της επιστήμης, όπως οι καινοτομίες του Galileo, του Newton, του Darwin ή του Einstein, δεν προήλθαν από κάτι σαν τις μεθόδους που τυπικά περιγράφουν οι φιλόσοφοι (Chalmers 1996). Έχει καταστεί λοιπόν σαφές, ότι είναι μάλλον ουτοπικό να μιλάμε για εφαρμογή συγκεκριμένων επιστημονικών μεθόδων από τους επιστήμονες.

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε την περίπτωση της ανακάλυψης της ατμοσφαιρικής πίεσης (Asimov 1997), στο οποίο διαφαίνεται η διαδικασία που εφάρμοσαν διάσημοι πλέον ερευνητές και επέλυσαν το πρόβλημα, καθώς και το αντίστοιχο, επιτυχές όπως αποδείχθηκε, υπόδειγμα έρευνας που απορρέει.

Η ανακάλυψη της ατμοσφαιρικής πίεσης

Μέχρι τον 17ο μ.Χ. αιώνα οι άνθρωποι δεν είχαν ιδέα τι είναι η ατμοσφαιρική πίεση. Ήξεραν όμως την αντλία και πώς να την χρησιμοποιούν για να βγάζουν νερό από τα πηγάδια. Όταν ένας κηπουρός διαπίστωσε, ότι είναι αδύνατον με την αντλία να ανεβάσει νερό από βάθος μεγαλύτερο των 10,3 μέτρων, ζήτησε την συνδρομή του Γαλιλαίου. Ο Γαλιλαίος ήταν επηρεασμένος από την αριστοτελική θεωρία, σύμφωνα με την οποία η φύση «απεχθάνεται» το κενό. Απέδωσε λοιπόν την αδυναμία να αντληθεί νερό πάνω από τα 10,3 μέτρα σε όριο της «απέχθειας» της φύσης για το κενό, που στην περίπτωση του νερού διαπιστώνεται ότι είναι 10,3 μέτρα.

Το 1643, ένα χρόνο μετά τον θάνατο του Γαλιλαίου, ο μαθητής του Γαλιλαίου Torricelli αμφισβητεί την αριστοτελική θεωρία και δίνει την δική του ερμηνεία.

Ήταν ήδη γνωστό, ότι η Γη περιβάλλεται από αέρα και μάλιστα έχει μετρήσιμο βάρος. Ήταν επίσης γνωστό, ότι τα υγρά ασκούν πίεση τόσο στα τοιχώματα, όσο και στον πυθμένα των δοχείων. Ο Torricelli λοιπόν επεκτείνει την έννοια της πίεσης από τα υγρά και στον ατμοσφαιρικό αέρα. Υποθέτει, ότι η πίεση που ασκεί ο ατμοσφαιρικός αέρας στην επιφάνεια του νερού είναι το αίτιο για την ανύψωση του νερού στον σωλήνα της αντλίας. Επειδή ένας απευθείας έλεγχος δεν είναι δυνατός, επινοεί έναν άλλο δρόμο διερεύνησης της υπόθεσής του. Σκέφτεται πως μια στήλη ενός άλλου υγρού μεγαλύτερου ειδικού βάρους, όπως ο υδράργυρος, θα μπορούσε ίσως να εξισορροπήσει την ατμοσφαιρική πίεση σε ύψος μικρότερο από 10,3 μέτρα. Κάνει μάλιστα και τον υπολογισμό του απαιτούμενου ύψους. Αφού το ειδικό βάρος του υδραργύρου είναι 14 φορές μεγαλύτερο από το ειδικό βάρος του νερού, το ύψος πρέπει να ανέρχεται σε 76 εκατοστά του μέτρου. Δεν απόμεινε παρά να κάνει πράξη αυτό που υπολόγισε. Το ύψος των 76 εκατοστών δεν ήταν απαγορευτικό μέγεθος για μία επαλήθευση στην πράξη. Πράγματι επινοεί μία απλή και έξυπνη διάταξη: έναν γυάλινο σωλήνα κλειστό από το ένα άκρο του τον γεμίζει μέχρι επάνω με υδράργυρο και τον βυθίζει ανάστροφα μέσα σε μία λεκάνη που περιέχει υδράργυρο κρατώντας τον κατακόρυφα. Η πρόβλεψή του βγαίνει αληθινή. Ο υδράργυρος επίμονα στέκεται σε ύψος 76 εκατοστά από την επιφάνεια του υδραργύρου της λεκάνης, ακόμη και όταν κρατά τον σωλήνα υπό κλίση. Ο Torricelli λοιπόν διαπίστωσε πειραματικά και αναμφίβολα, ότι η ανύψωση των υγρών σε σωλήνες εξαρτάται από το ειδικό βάρος τους. Μπορούσε όμως να είναι βέβαιος, ότι το αίτιο της ανύψωσης είναι ο ατμοσφαιρικός αέρας και μάλιστα η πίεση που ασκεί επί της Γης ; Φυσικά όχι. Ίσως θα μπορούσε να εξαλείψει τα ερωτηματικά, αν επαναλάμβανε το πείραμά του σε χώρο από τον οποίο θα είχε αφαιρεθεί ο αέρας. Απ' ότι ξέρουμε, ο Torricelli δεν προέβη σε τέτοια έρευνα.

Τα μηνύματα έφθασαν μέχρι το Παρίσι. Η υπόθεση του Torricelli γοήτευσε τον Pascal, ο οποίος συνέλαβε την σημασία ενός αποφασιστικού πειράματος. Δεν επανέλαβε βέβαια το πείραμα με τον υδράργυρο του Torricelli σε κενό, αλλά έκανε κάτι πιο προσιτό. Σκέφθηκε ότι η ατμοσφαιρική πίεση σ' ένα ψηλό βουνό θα είναι μικρότερη από ό,τι στην πεδιάδα. Αν λοιπόν η πίεση του αέρα είναι το αίτιο για την ανύψωση του υδραργύρου στο σωλήνα, τότε ο υδράργυρος σε περιοχές με υψηλό υψόμετρο θα ανέρχεται σε ύψος μικρότερο από 76 εκατοστά. Πράγματι τα πειραματικά αποτελέσματα του Pascal δικαιώνουν τον Torricelli και δίνουν την χαριστική βολή στην αριστοτελική θεωρία, ότι η φύση απεχθάνεται το κενό.

Η διαδρομή της ανθρώπινης σκέψης μέχρι την διαπίστωση της ατμοσφαιρικής πίεσης και την απόρριψη της αριστοτελικής θεωρίας αποδίδεται συνοπτικά στο παρακάτω σχήμα:

Αριστοτελική θεωρία (Α.θ.) περί «απέχθειας της φύσης για το κενό».	Αμφισβήτηση της Α.θ. υπό το πρίσμα των συνθηκών και δεδομένων που υπάρχουν επί της Γης.	Απόρριψη της Α.θ., εμφάνιση νέας θεωρίας περί ατμοσφαιρικής πίεσης.	Οριστική εγκατάλειψη της Α.θ. Υιοθέτηση της νέας θεωρίας περί ατμοσφαιρικής πίεσης
Απόδοση της αδυναμίας άντλησης νερού σε αυθαίρετα όρια που θέτει η Α.θ.	Ο αέρας έχει βάρος και ίσως ασκεί πίεση (όπως τα υγρά) στην επιφάνεια της Γης.	Το ύψος της στήλης εξαρτάται από το ειδικό βάρος των υγρών.	Το ύψος της στήλης, εκτός από το ειδικό βάρος του υγρού, εξαρτάται και από το υψόμετρο του τόπου.

Υπόδειγμα επιστημονικής έρευνας από την ανακάλυψη της ατμοσφαιρικής πίεσης

Το σύνολο των δραστηριοτήτων (νοητικές, πρακτικές, πειραματικές), στις οποίες επιδόθηκαν οι Torricelli και Pascal μέχρι να διαπιστώσουν την ατμοσφαιρική πίεση, δύναται να αποτελέσει υπόδειγμα επιστημονικής έρευνας, στο οποίο σταθμοί είναι τα εξής γεγονότα:

1. Η αναγνώριση του προβλήματος. Το νερό του σωλήνα της αντλίας αρνείται να ανέβει σε ύψος μεγαλύτερο από δέκα περίπου μέτρα(10,3m).
2. Η διαπίστωση των συνθηκών. Έδαφος, νερό σε βάθος, ατμοσφαιρικός αέρας, που τα περιβάλλει, αντλία που αφαιρεί τον αέρα από τον σωλήνα άντλησης.
3. Η επισήμανση γνωστών δεδομένων. Ο ατμοσφαιρικός αέρας έχει βάρος (έλκεται δηλ. από την Γη) και μάλλον ασκεί πίεση (κατ' αντιστοιχία με τα υγρά) στο έδαφος και το νερό.
4. Η υπόθεση. Η ανύψωση του νερού στον σωλήνα της αντλίας (η οποία αφαιρεί τον αέρα από τον σωλήνα) οφείλεται μάλλον στην ασκούμενη από τον ατμοσφαιρικό αέρα πίεση στην επιφάνεια του νερού.
5. Η αδυναμία άμεσου ελέγχου. Ένας απ' ευθείας έλεγχος της υπόθεσης δεν είναι δυνατός.
6. Η αναδιατύπωση της υπόθεσης. Αν η πίεση του ατμοσφαιρικού αέρα επιφέρει ανύψωση του νερού στον σωλήνα της αντλίας, τότε θα επιφέρει ανύψωση και κάθε υγρού σε σωλήνα από τον οποίο έχει αντληθεί ο αέρας ώστε η στήλη του υγρού να εξισορροπήσει την ατμοσφαιρική πίεση.
7. Η πρόβλεψη. Σε υγρά με μεγαλύτερο ειδικό βάρος η στήλη εντός του

σωλήνα θα είναι μικρότερη των 10,3 m. Για την περίπτωση του υδραργύρου, του οποίου το ειδικό βάρος είναι 14 φορές μεγαλύτερο του νερού, το ύψος της στήλης θα είναι περίπου 74 cm.

8. Η επινόηση της πειραματικής διάταξης. Απαιτούμενα υλικά: υδράργυρος, λεκάνη, λεπτός σωλήνας κλειστός στο ένα άκρο μήκους 1 m.

9. Η πραγματοποίηση των πειραμάτων. Πλήρωση της λεκάνης και του σωλήνα με υδράργυρο. Βύθιση του σωλήνα στην λεκάνη κάθετα προς την επιφάνεια του υδραργύρου, με το κλειστό άκρο προς τα επάνω. Βύθιση του σωλήνα στην λεκάνη και υπό κλίση προς την επιφάνεια του υδραργύρου.

10. Τα αποτελέσματα. Διαπίστωση, ότι ο υδράργυρος εντός του κατακόρυφου σωλήνα, σταθεροποιείται σε ύψος 74 cm από την επιφάνεια του υδραργύρου της λεκάνης, ακόμη και αν ο σωλήνας είναι σε κλίση.

11. Η επεξεργασία –ερμηνεία των αποτελεσμάτων –Εξαγωγή συμπερασμάτων. Η ανύψωση των υγρών σε ύψη που εξαρτώνται από το ειδικό βάρος τους αποδόθηκε σε πίεση που ασκεί ο ατμοσφαιρικός αέρας σε οτιδήποτε υπάρχει στην επιφάνεια της Γης. Όμως το πείραμα δεν αποδεικνύει με αποφασιστικό τρόπο, ότι το αίτιο της ανύψωσης είναι ο ατμοσφαιρικός αέρας. Δεν μπορεί να αποκλεισθεί οριστικά, ότι ο αέρας δεν ασκεί πίεση στην επιφάνεια της Γης όπως τα υγρά.

12. Η αξιολόγηση. Τα αποτελέσματα της έρευνας δεν οδηγούν μονοσήμαντα στο συμπέρασμα, ότι ο ατμοσφαιρικός αέρας ασκεί πίεση κατ' αντιστοιχία με τα υγρά στην επιφάνεια της Γης.

13. Νέα υπόθεση. Αν ο ατμοσφαιρικός αέρας ασκεί πίεση στην επιφάνεια της Γης, αυτή θα είναι μικρότερη σ' ένα ψηλό βουνό, επάνω από το οποίο το πάχος της ατμόσφαιρας είναι μικρότερο, από ότι στην πεδιάδα, επάνω από την οποία το πάχος της ατμόσφαιρας είναι μεγαλύτερο.

14. Η αδυναμία άμεσου ελέγχου. Ένας απ' ευθείας έλεγχος της υπόθεσης δεν είναι δυνατός.

15. Η αναδιατύπωση της υπόθεσης – πρόβλεψη. Αν η πίεση του ατμοσφαιρικού αέρα είναι πράγματι το αίτιο για την ανύψωση των υγρών στους σωλήνες, τότε στους τόπους με υψηλό υψόμετρο, όπου αυτή θα είναι μικρότερη, ο υδράργυρος στον σωλήνα του Torricelli θα στέκεται σε ύψος μικρότερο τω 76 cm.

16. Η πραγματοποίηση πειραματικών μετρήσεων. Πραγματοποίηση του πειράματος του Torricelli σε τόπους με διαφορετικό υψόμετρο.

17. Αποτελέσματα. Στους τόπους με υψηλό υψόμετρο ο υδράργυρος στον σωλήνα του Torricelli στέκονταν σε ύψος μικρότερο των 76 cm. Το αντίθετο συνέβαινε στους τόπους με χαμηλό υψόμετρο.

18. Η επεξεργασία – ερμηνεία των αποτελεσμάτων – Εξαγωγή συμπερασμάτων. Η ανύψωση του υδραργύρου σε ύψη που ποικίλουν με το υψόμετρο των τόπων αποδόθηκε στην εξάρτηση της ατμοσφαιρικής πίεσης από το

υψόμετρο. Τα αποτελέσματα των πειραματικών μετρήσεων συσχετίζουν με αποφασιστικό τρόπο, την ανύψωση των υγρών εντός των σωλήνων με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Αναμφίβολα ο ατμοσφαιρικός αέρας ασκεί πίεση στην επιφάνεια της Γης, όπως τα υγρά.

19. Η αξιολόγηση. Τα αποτελέσματα της έρευνας τώρα οδηγούν μονοσήμαντα στο συμπέρασμα, ότι ο ατμοσφαιρικός αέρας ασκεί πίεση κατ' αντιστοιχία με τα υγρά στην επιφάνεια της Γης, η οποία προξενεί την ανύψωση της στάθμης των υγρών εντός των σωλήνων που αντλήθηκε ο αέρας.

20. Εφαρμογές. Κατέστη δυνατή η παρακολούθηση της ατμοσφαιρικής πίεσης και η σύνδεση των μεταβολών της ατμοσφαιρικής πίεσης με μετεωρολογικά φαινόμενα. Καινούργια εποχή ανοίχθηκε στη μελέτη των αερίων.

Συμπέρασμα

Από τα παραπάνω διαφαίνεται ότι οι ερευνητές δεν εργάζονται με κάποια συγκεκριμένη επιστημονική μέθοδο. Η διεργασία πάντως που εφαρμόζουν για την ανακάλυψη-διεύρυνση της γνώσης περιλαμβάνει κατά κανόνα τις διαδικασίες της παρατήρησης, της πρόβλεψης και της δοκιμασίας (επαλήθευση ή διάψευση) (Salmon et. al. 1998). Τις παρατηρησιακές αποφάνσεις, που λαμβάνονται είτε μέσω των πειραμάτων, είτε απευθείας από την φύση, και τις προβλέψεις τις συνδέουν με μία θεωρία που στηρίζεται σε υποθέσεις. Όταν με τη διαδικασία της δοκιμασίας (πειραματική ή με μετρήσεις απευθείας στη φύση) επαληθευθούν οι προβλέψεις, η θεωρία γίνεται αποδεκτή και οι υποθέσεις γίνονται νόμοι. Ο τρόπος βέβαια που προκύπτει και εξελίσσεται μία θεωρία είναι θέμα διαμάχης μεταξύ των στοχαστών, αλλά τους ερευνητές μάλλον λίγο τους απασχολεί το ζήτημα, αφού γι' αυτούς το αποτέλεσμα μετράει, που δεν είναι άλλο από τη συμφωνία προβλέψεων και μελλοντικών γεγονότων.

Βιβλιογραφικές αναφορές

Asimou I. (1997), Το χρονικό των επιστημονικών ανακαλύψεων, Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης

Chalmers A. F. (1996), Τι είναι αυτό που λέμε επιστήμη, Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης

Salmon M. H. et. al. (1998), Εισαγωγή στη Φιλοσοφία της Επιστήμης, Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης

Εφαρμογή οπτικοακουστικών μέσων στην ερασιτεχνική αστρονομία

Πολύκαρπος Παριορίτσας

Βρισκόμαστε σε μια εποχή που η τεχνολογία διατίθεται στο πλατύ κοινό και το κόστος αυτής της διάδοσης μειώνεται συνεχώς. Έτσι έχουμε πρόσβαση σε τηλεσκόπια full computerized με GPS, κάμερες CCD, ειδικά προγράμματα που επεξεργάζονται την εικόνα για αστροφωτογραφία κλπ, εργαλεία που πριν 15 χρόνια ήταν αδιανόητα. Έτσι οι παρατηρήσεις γίνονται πλέον σε ένα πολύ υψηλό επίπεδο. Πέρα όμως από τις παρατηρήσεις που εμείς οι ερασιτέχνες αστρονόμοι πραγματοποιούμε, ο καθένας μόνος του ή σε ομάδες, η τεχνολογία και η εφαρμογή του Internet ανοιξαν και νέους τομείς για να προσεγγίσει κάποιος θέματα αστρονομίας.

Το βασικό βέβαια εργαλείο ανεύρεσης και διάδοσης γνώσης και πληροφορίας είναι το Internet. Μπορούμε με αυτό το μέσο να βρούμε τις τελευταίες πληροφορίες από οργανισμούς όπως η NASA ή η ESA(Ευρωπαϊκή Διαστημική Υπηρεσία) ή από αλλού.

Μπορούμε ακόμη να δούμε ζωντανά από αυτές τις Υπηρεσίες σημαντικά γεγονότα να λαμβάνουν χώρα, όπως το πρόγραμμα pathfinder της NASA και βέβαια να μοιραστούμε με άλλους γνώσεις και τεχνικές πάνω στο αγαπημένο μας αντικείμενο.

Μπορούμε ακόμη να βρούμε όλα εκείνα τα υλικά που χρειάζονται ώστε να δημιουργήσουμε εμείς την εικονική μας πραγματικότητα, απεικονίζοντας είτε ρεαλιστικά είτε καλλιτεχνικά θέματα αστρονομίας που θα ενδιέφεραν ένα ερασιτέχνη αστρονόμο.

Οι γνώσεις που χρειάζονται για να γίνει κάτι τέτοιο κλιμακώνονται ανάλογα το είδος και την ποιότητα του εγχειρήματος που θα αποτολμήσουμε.

Έτσι μπορούμε, χρησιμοποιώντας από απλές φωτογραφίες, που βρίσκουμε παντού στο internet, να δημιουργούμε απλά animated gifs (παλιά τεχνική για animation) δηλαδή μια σειρά από φωτογραφίες που εναλλάσσονται με χρονική σειρά και δημιουργούν την αίσθηση της κίνησης. Καλό παράδειγμα τέτοιας τεχνικής είναι οι εκλείψεις Ηλίου ή Σελήνης.

Μπορούμε βέβαια να προχωρήσουμε σε πιο σύγχρονες τεχνικές και ανάλογα τις γνώσεις που διαθέτουμε να δουλέψουμε πάνω σε προγράμματα όπως το



Macromedia Flash. Αυτά είναι προγράμματα για 2d animation που παράγουν ελαφρά σε μέγεθος αρχεία για χρήση στο Internet. Όμως μπορεί να δώσει πραγματικά πολύ καλό αποτέλεσμα που να φτάνει στο όριο της απεικόνισης ας πούμε του ηλιακού συστήματος ή των εκλείψεων που ανέφερα πριν αλλά με παραμέτρους και στοιχεία (π.χ. χρήση κλίμακας αποστάσεων) ώστε να τείνουμε στο ρεαλιστικό. Προσωπικά θα το προτιμούσα για χρήση κυρίως Internet ή / και για μη ρεαλιστικές απεικονίσεις και για διαδραστικότητα.

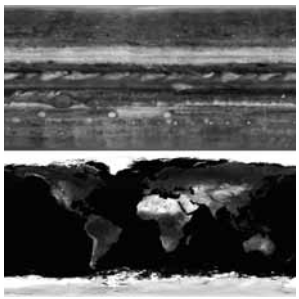
Βέβαια για αυτούς που θέλουν να φτάσουν σε επίπεδα εικονικής πραγματικότητας υπάρχουν τα προγράμματα 3d animation όπως τα MAYA, Soft Image, Light wave και 3D studio Max. Το τελευταίο είναι το πρόγραμμα στο οποίο εργάζομαι εγώ.
Τα προαναφερόμενα προγράμματα είναι αυτά που χρησιμοποιούνται για ειδικά effects στον κινηματογράφο ή για την ανάπτυξη παιχνιδιών για ηλεκτρονικούς υπολογιστές ή κονσόλες.
Βέβαια ανάλογα το είδος της εργασίας που κάνεις, ο εξοπλισμός κυμαίνεται αντίστοιχα από Silicon Graphics συστήματα έως τα PC που χρησιμοποιεί ο καθένας σπίτι του.

Τις ίδιες αρχές που χρησιμοποιούν αυτά τα προγράμματα χρησιμοποιούν και τα ειδικά πακέτα προσομοίωσης σωματιδίων σε συστήματα πολλαπλών επεξεργαστών και χρησιμοποιούνται από πυρηνικά εργαστήρια ή τέτοιου είδους εγκαταστάσεις.

Για το video που θα παρακολουθήσετε σε λίγο, χρησιμοποίησα έναν Dual Pentium 3 στα 1 Ghz με 1,5 GB RAM και με κάρτα video που βοηθάει στο μοντάζ και στο τελικό rendering.

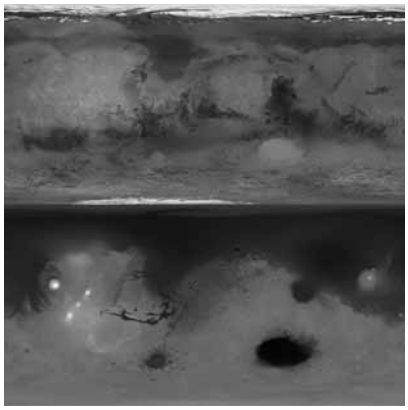
Να πούμε δύο λόγια εδώ για την τεχνοτροπία και τον τρόπο ανάπτυξης.
Η βασική λειτουργία όλων αυτών των πακέτων είναι απλή.
Δημιουργώ αντικείμενα,(mesh.jpg) Σφαίρες, Κύβους Πυραμίδες κλπ ή τα σχεδιάζω εξ'αρχής (συνήθως στα απλά σε καλύπτουν τα έτοιμα αντικείμενα που βρίσκεις στο πρόγραμμα ή τα πολύπλοκα τα βρίσκεις στο Internet, ή αυτούσια ή τον τρόπο να τα δημιουργήσεις).
Τα ντύνω με textures – επιφάνειες bitmap και τα θέτω σε κίνηση στον εικονικό χώρο βάζοντας μια κάμερα να τα παρακολουθεί ώστε να παραχθεί το video που θέλω.
Η απεικόνιση του ηλιακού συστήματος που θα δείτε βασίστηκε στις απλές αυτές αρχές, έγινε πάντως, χωρίς την τήρηση αποστάσεων και χρόνων κατά αναλογία κλίμακας.
Η λογική, λοιπόν, είναι απλή στο κύριο τμήμα της παρουσίασης. Αφού οι πλανήτες είναι σφαιρικοί, δημιουργούμε σφαίρες με κάποια αντιστοιχία μεγέθους. Ο ήλιος πρέπει να είναι μεγαλύτερος από όλα τα υπόλοιπα αντικείμενα και οι πλανήτες να τεθούν στην απόσταση από τον ήλιο με τη σειρά που βρίσκονται.

Επειδή υπάρχει και πλάνο που παίρνει όλο το ηλιακό σύστημα πρέπει να κρατηθεί και μια ιδεατή αντιστοιχία μεγέθους των πλανητών μεταξύ τους και στη συνέχεια με τους δορυφόρους.
Τέτοιου είδους γνώση την έχουμε και από τα πιο απλά βιβλία αστρονομίας του σχολείου. Αυτό που δεν έχουμε είναι τα maps όπως είναι η ορολογία, δηλαδή τις επιφάνειες.



Παλιότερα, για τα κύρια σώματα και μόνο, θα έπρεπε να χρησιμοποιήσουμε scanner για να τα πάρουμε από κάποιο βιβλίο και μετά να τα επεξεργαστούμε σε κάποιο πρόγραμμα όπως το Photoshop ώστε να πάρουμε τη σωστή μορφή εικόνας η οποία θα καλύψει σωστά τη σφαίρα χωρίς ραφές.
Βλέπεται στην εικόνα πως είναι αυτή η μορφή με τη Γη και με το Δία.
Ευτυχώς υπάρχει το Internet και μπορείς να βρεις απίστευτα πράγματα. Κυριολεκτικά ότι χρειάζεσαι για να φτάσεις σε ρεαλιστική απεικόνιση. Αυτά που έχω εγώ, τα έχω πάρει από τη NASA, η οποία τα έχει επεξεργαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να χρησιμοποιούνται για αυτόν ακριβώς το σκοπό. Υποθέτω ότι τα δημιουργούν για τις δικές τους εξομοιώσεις.
Βλέπετε λοιπόν τις εικόνες που θα ντύσουν τις σφαίρες ώστε να γίνουν πλανήτες. Βρήκα και επιφάνειες των κυρίων δορυφόρων του ηλιακού συστήματος.

Δεύτερο εντυπωσιακό εύρημα ήταν αυτό που κοιτάτε τώρα. Αυτό είναι η επιφάνια του πλανήτη Άρη με χρωματισμό από λευκό σε μαύρο με τους ενδιάμεσους τόνους του γκρι. Ουσιαστικά η διαφορά των τόνων του γκρι ξεκινώντας από το λευκό και καταλήγοντας στο μαύρο είναι η υψομετρική διαφορά στην επιφάνεια του πλανήτη. Αν δούμε και την εικόνα της επιφάνειας του Άρη βλέπουμε πως συμπίπτουν. Με το σύστημα που φωτογράφησαν την επιφάνεια και μέτρησαν τις υψομετρικές διαφορές στον Άρη παρήγαγαν αυτά τα bitmaps. Με το ασπρόμαυρό, χρησιμοποιώντας την εντολή Displace έγινε δυνατή και η προσομοίωση κίνησης πάνω στον πλανήτη. Σε αυτή την εντολή ένα αντικείμενο (dispace.jpg) που είναι δημιουργημένο σε μεγάλη ανάλυση από σημεία μετακινεί τα σημεία αυτά της επιφάνειάς του με τον τρόπο που του λέει το ασπρόμαυρο bitmap.



Για τα υπόλοιπα, δημιουργία Γαλαξία, νέφος Oort, εκλείψεις κλπ., επειδή εξειδικεύει το αντικείμενο δεν θα τα αναπτύξω τώρα.

Αφού τελείωσα με τις σκηνές που ήθελα και μετά από πολύ rendering, δηλαδή τη διαδικασία κατά την οποία το πρόγραμμα υπολογίζει κινήσεις, φωτισμούς,

επιφάνειες και ότι άλλο υπάρχει ώστε να παραχθούν τα videos, άρχισα να χρησιμοποιώ το πρόγραμμα μοντάζ, συγκεκριμένα το Premiere της Adobe. Εκεί βάζοντας τα video στη σειρά που ήθελα άρχισα να τα κόβω, να τα ράβω και να δημιουργώ τις μίξεις εικόνας κατά το δοκούν. Ουσιαστικά αυτές είναι οι κύριες εργασίες που κάνουν αυτά τα προγράμματα. Τελευταία διαδικασία ήταν η επιλογή μουσικής.

Έτσι λοιπόν μπορώ να σας παρουσιάσω το τελικό προϊόν αυτής της διαδικασίας που εργάστηκα περίπου τέσσερις μέρες για τελική παραγωγή τρεισήμισι λεπτών περίπου. Μη ξεγελιέστε πάντως. Η διαδικασία είναι παρόμοια σαν να γυρίζεις ταινία, έστω μικρού μήκους, αλλά με ότι αυτό συνεπάγεται, σενάριο, storyboard, χρονοπρογραμματισμός παραγωγής κλπ.
Ελπίζω να το απολαύσετε.

ΜΙΚΡΑ «ΠΛΑΝΗΤΑΡΙΑ» ΓΙΑ ΟΛΟΥΣ: ΜΙΑ ΝΕΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Αλέξης Πετίδης

Αγαπητοί κύριοι και κυρίες

Στα προηγούμενα τρία συνέδρια, και ιδιαίτερα σε αυτά του Βόλου και της Κέρκυρας, κατέστη φανερό ότι ένας διακαής πόθος πολλών αστρονομικών συλλόγων της περιφέρειας είναι η δημιουργία ενός τοπικού πλανηταρίου, καθώς αυτό αποτελεί το πιο δημοφιλές και εντυπωσιακό μέσο εκλαΐκευσης της αστρονομίας. Ωστόσο, αυτός ο πόθος συναντά πολλά εμπόδια, με σημαντικότερο βέβαια αυτό του κόστους, το οποίο για ένα παραδοσιακό πλανητάριο ανέρχεται σε δεκάδες, αν όχι εκατοντάδες χιλιάδες ευρώ, ποσό πραγματικά «αστρονομικό» για τους συλλόγους ερασιτεχνών αστρονόμων, οι οποίοι ως γνωστόν έχουν πενιχρά έσοδα. Βέβαια, τόσο στο Βόλο όσο και στην Κέρκυρα κάποιες σχετικές υποσχέσεις ακούστηκαν από εκπροσώπους της τοπικής αυτοδιοίκησης που παραβρέθηκαν στην έναρξη των συνεδρίων, ωστόσο όλοι μπορούμε να αντιληφθούμε το «βάθος» αυτών των υποσχέσεων, ιδιαίτερα στη σημερινή οικονομική συγκυρία.

Ευτυχώς, οι ταχύτατες εξελίξεις των τελευταίων χρόνων στο χώρο των προσωπικών υπολογιστών αλλά και του Διαδικτύου, προσφέρουν πλέον μία σοβαρή λύση στο ανωτέρω πρόβλημα: κυριολεκτικά ο καθένας πλέον μπορεί να «στήσει» ένα αξιοπρεπές μικρό «πλανητάριο» με ελάχιστο κόστος, αρκεί να αφιερώσει τον απαραίτητο χρόνο για την υλοποίησή του. Το «πλανητάριο», βέβαια, στο οποίο αναφερόμαστε δεν θα διαθέτει ούτε ειδική θολωτή αίθουσα ούτε εξειδικευμένο, πανάκριβο εξοπλισμό. Ωστόσο, από άποψη ουσιαστικού περιεχομένου θα έχει ελάχιστα να ζηλέψει από τα μεγάλα πλανητάρια, ενώ η ποιότητα του οπτικοακουστικού θεάματος που θα προσφέρει θα είναι επαρκώς «εντυπωσιακή».

Για να υλοποιήσει κανείς το «πλανητάριο» που προτείνουμε χρειάζεται ουσιαστικά μία αίθουσα ή ένα μικρό αμφιθέατρο διαλέξεων, ένα σύγχρονο, σχετικά ισχυρό υπολογιστή, ένα βιντεοπροβολέα (projector), ένα καλό ηχητικό σύστημα και το λογισμικό που απαιτείται για την παραγωγή του περιεχομένου. Η εμπειρία μας λέει ότι οι περισσότεροι σύλλογοι έχουν πρόσβαση σε κατάλληλες αίθουσες -συνήθως μέσω του δήμου, ενός συλλόγου ή κάποιου άλλου φορέα. Πολλές φορές μάλιστα αυτές οι αίθουσες είναι εξοπλισμένες με μηχάνημα προβολής και ηχητικό σύστημα.

Επίσης, όσοι είναι εξοικειωμένοι με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, πιθανότατα γνωρίζουν ότι ένας σύγχρονος υπολογιστής με μία καλή κάρτα γραφικών, γρήγορο επεξεργαστή και επαρκή μνήμη -σαν αυτούς που οι περισσότεροι πιτσιρικάδες χρησιμοποιούν στο σπίτι τους για να παίζουν παιχνίδια- μπορεί κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή βίντεο, για την επεξεργασία τρισδιάστατων γραφικών και γενικά για οποιαδήποτε εργασία απαιτείται για να παραχθεί και να προβληθεί το οπτικοακουστικό υλικό που θα παρουσιάζεται στο «πλανητάριο».
Πιστεύοντας, λοιπόν, ότι τα ανωτέρω δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερο πρόβλημα, θα επικεντρωθούμε στο πιο ουσιαστικό κομμάτι, την παραγωγή του οπτικοακουστικού υλικού, ουσιαστικά των ταινιών που θα προβάλλονται στο «πλανητάριο». Ένας εύκολος τρόπος δημιουργίας τέτοιων ταινιών είναι να χρησιμοποιήσει κανείς το υλικό -φωτογραφίες ή ταινίες- που προσφέρουν δωρεάν οι διαστημικές υπηρεσίες και άλλοι φορείς, συνήθως μέσω του Διαδικτύου, και το οποίο καλύπτει μία τεράστια ποικιλία θεμάτων: π.χ. συγκεκριμένες αποστολές, εικονικές πτήσεις σε ποικίλα αστρονομικά αντικείμενα, προσομοιώσεις γαλαξιακών συγκρούσεων και πολλά άλλα. (Σε αυτό το σημείο προβάλλονται δείγματα τέτοιων ταινιών...) Απλώς και μόνο μοντάροντας αυτό το υλικό με το κατάλληλο λογισμικό επεξεργασίας βίντεο και επενδύοντάς το με σχολιασμό και κάποια μουσική επένδυση, μπορεί εύκολα κανείς να δημιουργήσει ταινίες ανάλογες με αυτές που προβάλλονται στα μεγάλα πλανητάρια, τα οποία άλλωστε συχνά χρησιμοποιούν ουσιαστικά την ίδια «πρώτη ύλη».
Ωστόσο, εκείνο που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι η παραγωγή τελείως πρωτότυπου υλικού. Κατά τη γνώμη μου, τα βασικά ατού ενός μικρού «πλανηταρίου» -πέρα από το χαμηλό κόστος του- είναι δύο: πρώτον, η δυνατότητα να καλύπτει θέματα της επικαιρότητας με μία ευελιξία που για προφανείς λόγους δεν είναι δυνατόν να υπάρχει στα μεγάλα πλανητάρια, και δεύτερον, η «παραγωγή» ανθρώπων που μέσω αυτού θα εκπαιδευτούν στην εκλαΐκευση της αστρονομίας και στη δημιουργία σχετικού εκπαιδευτικού υλικού.
Για τη δημιουργία ταινιών αστρονομικού περιεχομένου προσφέρονται τρεις κατηγορίες προγραμμάτων. Στην πρώτη βρίσκουμε τα λεγόμενα «desktop planetariums», προγράμματα τα οποία σε γενικές γραμμές μπορούν να προσομοιώσουν την εικόνα του ουρανού και την κίνηση των ουρανίων σωμάτων σε αυτόν, όπως θα την έβλεπε ένας παρατηρητής από την επιφάνεια του πλανήτη μας. Ορισμένα από αυτά μπορούν να τοποθετήσουν τον παρατηρητή και στην επιφάνεια άλλων κόσμων του ηλιακού μας συστήματος ή και άλλων άστρων, ενώ όλα μας δίνουν τη δυνατότητα να μετακινηθούμε μπρος και πίσω στο χρόνο. Αν και τα γραφικά τους μπορούν να χαρακτηριστούν απλοϊκά, ορισμένα από αυτά -όπως το μάλλον γνωστό σε πολλούς Starry Night- μπορούν να αποτυπώσουν τα όσα βλέπουμε στην οθόνη του υπολογιστή σε ταινία. Έτσι προσφέρονται για την απόδοση φαινομένων που σχετίζονται κυρίως με την κίνηση των σωμάτων στην ουράνια σφαίρα: π.χ. την κίνηση των αστερισμών με το πέρασμα του χρόνου, την κίνηση ενός πλανήτη, ενός αστεροειδή ή ενός κομήτη ανάμεσα στα άστρα, την εξέλιξη μίας έκλειψης κ.ά. (Ακολουθούν συγκεκριμένα παραδείγματα...)
Στη δεύτερη κατηγορία εντάσσονται τα προγράμματα 3D, όπως το Bryce ή το Lightwave, ή προγράμματα τα οποία ειδικεύονται στην απόδοση τρισδιάστατων τοπίων, όπως π.χ. το όχι τόσο γνωστό Terragen. Τα προγράμματα αυτά, τα οποία μπορούν να μας δώσουν τόσο εικόνες όσο και ταινίες, έχουν χρησιμοποιηθεί

ευρύτατα ακόμη και από διαστημικές υπηρεσίες για την απόδοση σκηνών που απεικονίζουν φανταστικούς ή μη πλανήτες, δορυφόρους και άλλα ουράνια αντικείμενα. Εκείνο, όμως, που τα καθιστά ιδιαίτερα ενδιαφέροντα σήμερα είναι το γεγονός ότι η NASA προσφέρει πλέον μέσω του Διαδικτύου λεπτομερή υψομετρικά δεδομένα για τη Γη και τον Άρη. Συνδυάζοντας κανείς αυτά τα δεδομένα με τα ανωτέρω προγράμματα μπορεί να αποδώσει ρεαλιστικά τα τοπία των δύο πλανητών, ακόμη και να δημιουργήσει υποθετικά σενάρια, όπως για παράδειγμα έναν Άρη με ωκεανούς, ποτάμια και λίμνες, όπως πιθανώς ήταν πριν δισεκατομμύρια χρόνια. (Ακολουθούν συγκεκριμένα παραδείγματα…)

Τέλος, ως τρίτη κατηγορία ξεχωρίζουμε ένα και μόνο πρόγραμμα, το οποίο αξίζει ιδιαίτερης μνείας. Το πρόγραμμα αυτό ονομάζεται Celestia και διατίθεται δωρεάν μέσω του Διαδικτύου στη διεύθυνση http://www.shatters.net/celestia/. Το Celestia μάς προσφέρει ένα ρεαλιστικό τρισδιάστατο μοντέλο του κοντινού σύμπαντος, δίνοντάς μας έτσι τη δυνατότητα να επισκεφθούμε και να παρατηρήσουμε από κοντά, σαν να βρισκόμασταν πράγματι εκεί, αντικείμενα του ηλιακού μας συστήματος, άστρα, νεφελώματα και γαλαξίες, ακόμη και εξωηλιακούς πλανήτες που έχουμε ανακαλύψει την τελευταία δεκαετία. Επιπλέον, περιλαμβάνει και μοντέλα ανθρώπινων αντικειμένων που σχετίζονται με την εξερεύνηση του διαστήματος (διαστημικούς σταθμούς, διαστημοσυσκευές κ.ά.), επιτρέποντάς μας να τα ακολουθήσουμε στο ταξίδι τους στο διάστημα, καθώς και κόσμους της επιστημονικής φαντασίας, για όσους θέλουν να ζωντανέψουν σκηνές από δημοφιλείς ταινίες ή σειρές, όπως ο «Πόλεμος των Άστρων» ή το «Babylon 5».

Το «παράθυρο» του Celestia είναι ουσιαστικά η θέα από ένα φανταστικό διαστημόπλοιο. Μπορούμε να αλλάξουμε κατά βούληση την πορεία και την ταχύτητα του φανταστικού διαστημοπλοίου μας, να επιλέξουμε όποιο αντικείμενο επιθυμούμε, να το πλησιάσουμε, να απομακρυνθούμε από αυτό ή να κινηθούμε γύρω του.

Όπως σύντομα διαπιστώνει κανείς, οι εικόνες που παρουσιάζει το Celestia θυμίζουν έντονα εικόνες που έχουμε δει σε χολυγουντιανές ταινίες επιστημονικής φαντασίας ή πιο σωστά σε πλανητάρια, αφού η μέγιστη πλειοψηφία αυτών που μας αποκαλύπτει είναι πραγματικά αντικείμενα στις πραγματικές τους θέσεις. Οι πλανήτες και τα άλλα σώματα του ηλιακού μας συστήματος αποδίδονται με τη βοήθεια εικόνων-υφών (textures) που «ντύνονται» γύρω από τα αντίστοιχα τρισδιάστατα μοντέλα και οι οποίες δημιουργηθεί με βάση το σχετικό φωτογραφικό υλικό και τα άλλα δεδομένα που διαθέτει η NASA και άλλες διαστημικές υπηρεσίες. Άλλες εικόνες ενισχύουν τη ρεαλιστικότητα, καθώς χρησιμοποιούνται με μία κατάλληλη 3D τεχνική, για να δημιουργήσουν μία ψευδαίσθηση του ανάγλυφου στο έδαφος των πλανητών δημιουργώντας με κατάλληλο τρόπο σκιάσεις σε αυτό, ενώ ένα τρίτο είδος εικόνων χρησιμοποιούνται για να αποδώσουν ένα ξεχωριστό στρώμα νεφών πάνω από τη Γη ή άλλα σώματα που διαθέτουν νέφη. Οι επιφάνειες, βέβαια, των εξωηλιακών πλανητών είναι φανταστικές, αφού ακόμη δεν διαθέτουμε φωτογραφίες τους, ενώ τα άστρα αποδίδονται με βάση τη θερμοκρασία τους, η οποία καθορίζει και το χρώμα τους. Η ρεαλιστικότητα ενισχύεται και από εφέ, όπως είναι οι σκιασμένες πλευρές των πλανητών ή των φεγγαριών, ή η αναλαμπή του ηλιακού φωτός στους ωκεανούς του πλανήτη μας…

Το πρόγραμμα προσφέρει επίσης τη δυνατότητα να χωρίσουμε κατά βούληση σε ξεχωριστά πλαίσια την οθόνη του. Μπορούμε, έτσι, να παρακολουθήσουμε

διαφορετικά γεγονότα να εξελίσσονται ταυτόχρονα ή το ίδιο γεγονός από διαφορετικές οπτικές γωνίες, κάτι εξαιρετικά χρήσιμο στην παρακολούθηση, για παράδειγμα, μιας έκλειψης ή της προσέγγισης μιας διαστημοσυσκευής σε έναν πλανήτη...

Δίνοντάς μας τη δυνατότητα να σώσουμε τις σκηνές που παρατηρούμε σε φωτογραφίες και τις περιπλανήσεις μας στο διάστημα σε ταινίες, το Celestia αποτελεί ένα εκπληκτικό μέσο για την παραγωγή αστρονομικού εκπαιδευτικού υλικού. (Ακολουθούν παραδείγματα...) Ωστόσο, διαθέτει και πιο προχωρημένες δυνατότητες: Για παράδειγμα, τρέχει αυτόματα σενάρια (scripts) –ουσιαστικά ταξίδια στο διάστημα- που έχουν γράψει οι χρήστες του. Τα σενάρια αυτά είναι απλά αρχεία κειμένου που περιέχουν μια σειρά εντολών που εκτελεί αυτόματα το πρόγραμμα. Το Celestia ενσωματώνει μία σχετικά απλή γλώσσα γραφής τέτοιων σεναρίων, την οποία με λίγη προσπάθεια μπορούν να αξιοποιήσουν και άτομα χωρίς εμπειρία προγραμματισμού, ενώ για όσους διαθέτουν τέτοια εμπειρία υπάρχει η δυνατότητα γραφής πιο περίπλοκων σεναρίων με τη χρήση της προγραμματιστικής γλώσσας Lua. Με αυτόν τον τρόπο και με τη βοήθεια ενός υπολογιστή και μιας οθόνης αφής μπορεί να στήσει κανείς ένα «κιόσκι» εκλαΐκευσης της αστρονομίας που δεν θα απαιτεί καν την παρουσία χειριστή.

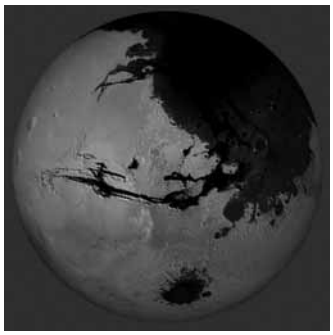
Ωστόσο, το μεγαλύτερο ατού του Celestia δεν είναι άμεσα εμφανές: πρόκειται για τους ανθρώπους που το στηρίζουν. Το Celestia είναι ένα πρόγραμμα ανοικτού κώδικα, κάτι που σημαίνει ότι αποτελεί το επίκεντρο μιας διαρκώς αυξανόμενης κοινότητας ταλαντούχων ατόμων που συνεισέφεραν και συνεισφέρουν εθελοντικά στην εξέλιξή του, εμπλουτίζοντάς το με νέον και βελτιωμένο κώδικα, με ποικίλα γραφικά, με νέα αντικείμενα και μοντέλα, με σενάρια κ.ά. Η ενθουσιώδης αυτή συμμετοχή αντικατοπτρίζεται και στην υποστήριξη του προγράμματος. Υπάρχουν πλέον πολύτιμοι οδηγοί όχι μόνο για τη χρήση του, αλλά και για προχωρημένες λειτουργίες του (π.χ. για το πώς επεμβαίνει κανείς στα αρχεία που περιέχουν τα δεδομένα των αστρονομικών αντικειμένων), ενώ στο κεντρικό φόρουμ του Celestia (http://www.shatters.net/forum) ο κάθε χρήστης θα βρει πάντα απαντήσεις στα ερωτήματά του.

Πιστεύουμε ότι με όλο αυτό το «οπλοστάσιο» στη διάθεσή του, μπορεί κανείς με λίγη φαντασία να καλύψει μία τεράστια γκάμα αστρονομικών θεμάτων. Εκείνο που θα πρέπει να κάνει είναι να γράψει το κατάλληλο σενάριο, να δημιουργήσει ή να βρει τις φωτογραφίες ή τις ταινίες που χρειάζεται, να τις μοντάρει με ένα πρόγραμμα επεξεργασίας βίντεο και να τις επενδύσει με το κατάλληλο ηχητικό υλικό.

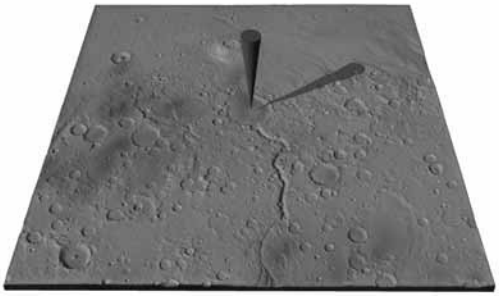
Όσον αφορά στο κόστος όλης αυτής της προσπάθειας, είναι κατά τη γνώμη μου μηδαμινό σε σύγκριση με αυτό ενός κανονικού πλανηταρίου, ενώ μπορεί να είναι και μηδενικό. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι ακόμη και αν δεν είναι δυνατόν να βρεθούν τα σχετικά εμπορικά προγράμματα και δεν υπάρχει ο απαιτούμενος εξοπλισμός (υπολογιστής, βιντεοπροβολέας, οθόνη προβολής, ηχητικό σύστημα), το συνολικό κόστος για την αγορά τους δεν θα ξεπεράσει τα 6000 ευρώ, ενώ το κόστος απλώς και μόνο του φθηνότερου μηχανήματος προβολής ενός κανονικού πλανηταρίου είναι γύρω στα 15000 ευρώ. (Στα οποία πρέπει μετά να προσθέσουμε το κόστος κατασκευής και εξοπλισμού του θόλου, την αγορά ειδικών προγραμμάτων επεξεργασίας εικόνας κ.τ.λ.)

Το σημαντικότερο πρόβλημα είναι μάλλον ο χρόνος που θα χρειαστεί να επενδυθεί

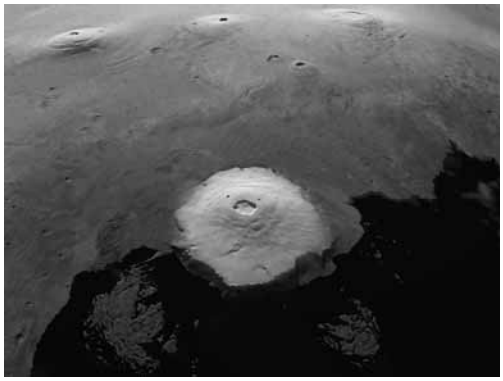
για τη δημιουργία των ταινιών. Ωστόσο, θα πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι οι ταινίες αυτές μπορούν να παραχθούν με τη συνεργασία συλλόγων, κάτι που θα προσφέρει περισσότερα διαθέσιμα «χέρια» και θα καλύψει τις ανάγκες περισσότερων πόλεων. Θα μπορούσε άλλωστε να εξεταστεί σοβαρά το ενδεχόμενο αμειβόμενης παραγωγής τέτοιων ταινιών, για παράδειγμα μέσω κάποιου τοπικού sponsoring. Τελικά, η μοναδική προαπαίτηση για τη δημιουργία ενός «πλανηταρίου» σαν αυτό που προτείνουμε, είναι η διάθεση να καταβληθεί η απαραίτητη προσπάθεια για την υλοποίησή του. Από την πλευρά της, πάντως, η τεχνολογία μάς έχει «λύσει τα χέρια».



Ancient Mars with sea: *Μια εκδοχή ενός αρχαίου, «υγρού» Άρη. Η φωτογραφία έχει γίνει με τη χρήση των υψομετρικών δεδομένων που μας έχει δώσει η αποστολή Mars Global Surveyor και διαφόρων προγραμμάτων 3D και επεξεργασίας εικόνας.*



Gusev crater: *Τρισδιάστατο μοντέλο της περιοχής προσεδάφισης του οχήματος Spirit, στον κρατήρα Gusev του Άρη.*



Volcanoes: *Ρεαλιστική απόδοση του ηφαιστείου Olympus Mons σε έναν υποθετικό Άρη με θάλασσες. Ο πρώτος που δημιούργησε τέτοιες εικόνες ήταν ο Ολλανδός Kees Veenebos, ο οποίος μάλιστα τις δημοσίευσε στο περιοδικό Astronomy και σε σχετικά συνέδρια στο εξωτερικό. Όπως βλέπουμε, τέτοιο υλικό μπορεί να παράγει ο καθένας, αρκεί να καταβάλει την απαραίτητη προσπάθεια.*

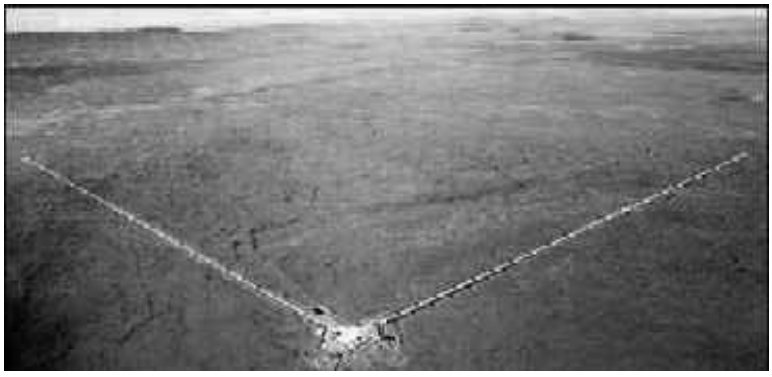


jupiter_io, saturn: *Δύο ενδεικτικές σκηνές του Celestia: Η Ιώ μπροστά από το Δία και ο δορυφόρος Cassini με φόντο τον Κρόνο.*

Einstein@home

Σεμιτσόγλου Ιωάννης

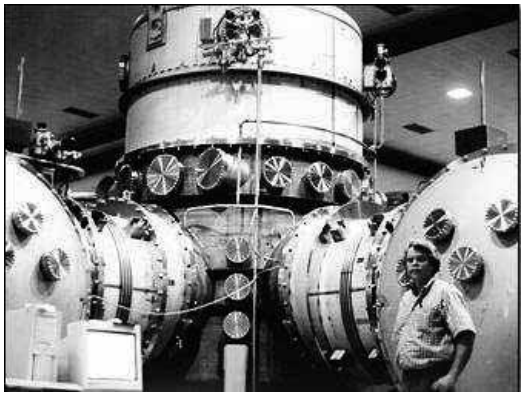
Αγαπητοί σύνεδροι,
χαιρετίζω κι εγώ με την σειρά μου τις εργασίες του Συνεδρίου.
Το θέμα για το οποίο θα σας μιλήσω είναι το project Einstein@home
Η πρώτη δοκιμαστική λειτουργία του πειράματος τίθεται στις 28 Δεκεμβρίου 2001.
Πρόκειται για ένα «έργο», το οποίο ξεκίνησε τον Απρίλιο του 2005.
Οι επιστήμονες ανήγγειλαν ότι μία συσκευή των $300 εκατομμυρίων ψάχνει να ανιχνεύσει αμυδρά βαρυτικά κύματα από τις μακρινές γωνίες του σύμπαντος — μια προσπάθεια που θα επιβεβαιώσει μία από τις πρώτες προβλέψεις της γενικής θεωρίας της σχετικότητας του Albert Einstein.
Οι ερευνητές που δουλεύουν στο παρατηρητήριο των βαρυτικών κυμάτων με **συμβολόμετρο** laser (LIGO) λένε πως έχουν κατορθώσει μία 'πρώτη επαφή' στον ανιχνευτή ευρείας περιοχής της πολιτείας της Ουάσινγκτον. Αυτό σημαίνει πως το φως του laser ταυτόχρονα στάλθηκε εμπρός και πίσω κατά μήκος των δύο βραχιόνων που σχηματίζουν τη καρδιά του ανιχνευτή. Αυτό το κατόρθωμα είναι παρόμοιο με το 'πρώτο φως' που συλλαμβάνει ένα νεότευκτο τηλεσκόπιο.
Περιγραφή και λειτουργία του οργάνου-εικόνα 1



Το πρόγραμμα LIGO, που διευθύνεται από κοινού από το MIT και το Τεχνολογικό Ινστιτούτο της California (CalTech), σχεδιάστηκε να αναλάβει τις σχεδόν ανεπαίσθητες παραμορφώσεις της συνέχειας του χωρόχρονου στο Σύμπαν, που προξενούνται από επιταχυνόμενες μάζες όπως είναι τ' άστρα που εκρήγνυνται ή παλλόμενες μαύρες τρύπες. Ο ανιχνευτής περιέχει καθρέπτες που αναρτώνται στο κενό πάνω σε λεπτά σύρματα στην γωνία και στα άκρα ενός συστήματος σωλήνων σε σχήμα L. Κάθε σκέλος του συστήματος είναι 2 km, που μπορεί να επεκταθεί έως και 4 km.
Μέσα στο ανιχνευτικό σύστημα, μια υψηλής σταθερότητας ακτίνα laser αφού χωριστεί στα δύο, στέλνονται τότε αυτές οι δύο μισές δέσμες περίπου 100 φορές εμπρός και πίσω, ανάμεσα στους δύο καθρέπτες των δύο βραχιόνων, και τότε μόνο οι δύο μισές ακτίνες συμβάλλουν (επανασυνδέονται). Αν διέλθει ένα βαρυτικό κύμα αυτό θα προξενήσει πολύ μικρές κινήσεις των καθρεπτών στις άκρες του σχήματος L, που οι επιστήμονες θα παρατηρήσουν μέσω των αλλαγών που αυτές θα προξενήσουν στο πλάτος του φωτός συμβολής.
"Η πρόκληση είναι πως οι προαναφερθείσες κινήσεις των καθρεπτών οφείλουν ακόμη και στα δυνατότερα βαρυτικά κύματα να είναι απίστευτες μικρές — περίπου δέκα δισεκατομμυριοστά της διαμέτρου ενός ατόμου," εξηγεί ο φυσικός του MIT Rainer Weiss, που για πρώτη φορά σχεδίασε την κατασκευή ενός τέτοιου ανιχνευτή, το 1973. "Οι ανιχνευτές απαιτούν ακραία ευαισθησία στη μέτρηση τέτοιων κινήσεων, τόσο όσο να εξαλειφθούν άλλες πιθανές ενοχλητικές πηγές στους καθρέπτες."
Δύο δε παρατηρητήρια τοποθετούνται εκατοντάδες km μακρυά το ένα από το άλλο, γιατί είναι αναγκαία για να καταλάβουν την κατεύθυνση από την οποία έρχονται τα συμβάντα που προξενούν τα βαρυτικά κύματα. Και επίσης να σιγουρευτούν πως τα σήματα έρχονται από το διάστημα και δεν προξενούνται από σεισμικές δονήσεις ή κάποια άλλα τοπικά φαινόμενα. Έτσι, ένα από αυτά τοποθετείται στο Hanford, ενώ το άλλο παρατηρητήριο βρίσκεται κοντά στο Livingston.
Για να φτάσει στη μέγιστη ευαισθησία, το LIGO χρησιμοποιεί ένα λεπτό σύστημα που ελέγχεται με computer για να κρατεί τους καθρέπτες στα άκρα των δύο σκελών στις κατάλληλες θέσεις με υποατομική ακρίβεια ενώ η δέσμη του laser αναπηδάει εμπρός και πίσω μεταξύ αυτών. "Αυτό το σύστημα επέτυχε στο πρώτο του test και είναι σπουδαίο βήμα για την επιτυχία του τελικού σκοπού που φτιάχτηκε, την ανίχνευση των κυμάτων βαρύτητας." είπε ο καθηγητής του Caltech Barry Barish, διευθυντής του προγράμματος,LIGO.
Η πλήρης όμως λειτουργία των ανιχνευτών ξεκίνησε στις αρχές του 2002,

Γιατί το κάνουμε;

Τα βαρυτικά κύματα που όπως αναφέραμε είναι από τις πιο σπουδαίες προβλέψεις της Γ.Θ.Σ. του Einstein, και πολλοί φυσικοί πιστεύουν πως υπάρχουν — αλλά ποτέ δεν έχουν παρατηρηθεί απευθείας. Τέτοια κύματα ταξιδεύουν με τη ταχύτητα του φωτός αλλά είναι πολύ διαφορετικά από τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα με τα οποία είμαστε πιο εξοικειωμένοι, όπως είναι το ορατό φως, τα ράδιο-κύματα ή ακόμη οι ακτίνες X-.
Τα βαρυτικά κύματα αντανακλούν μία περιοδική αλλαγή του χώρους τους. Μέσα στους ανιχνευτές του LIGO στο Hanford, τα κύματα θα διαστέλλονται κατά μήκος του ενός βραχίονα, ενώ θα συστέλλονται κατά μήκος του άλλου βραχίονα, μετά



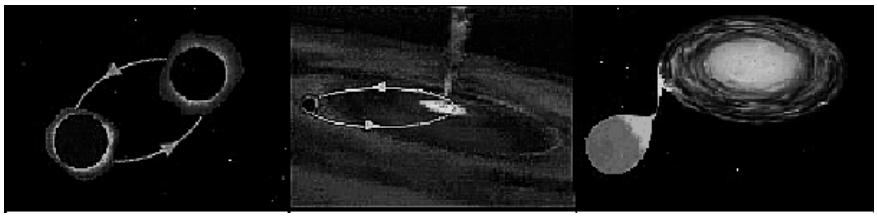
μισή περίοδο αργότερα, θα συστέλλονται τα πρώτα ενώ θα διαστέλλονται τα δεύτερα. Τα κύματα που θα δημιουργούνται στο LIGO, προέρχονται από ταχύτητες επιταχύνσεις των αστρονομικών αντικειμένων πολύ μεγάλης μάζας. "Πολλές από τις πηγές των βαρυτικών κυμάτων που μπορεί να ανιχνεύσει το LIGO είναι δύσκολο ή ακόμη ακατόρθωτο να μελετηθεί χρησιμοποιώντας το γνωστό ηλεκτρομαγνητικό φάσμα," είπε ο φυσικός Kip Thorne του Caltech, ο επικεφαλής θεωρητικός φυσικός που μελετάει τις πηγές των βαρυτικών κυμάτων. "Αυτές οι πηγές περιλαμβάνουν μαύρες τρύπες, άστρα νετρονίων και πιθανώς ακόμη και το Big Bang."
Η έρευνα των βαρυτικών κυμάτων έχει γενικότερο διεθνές ενδιαφέρον. Ανιχνευτές έχουν φτιαχθεί στην Ιαπωνία (ο ανιχνευτής TAMA), από Ιταλική και Γαλλική συνεργασία (το πρόγραμμα Virgo) και από την συνεργασία Γερμανών και Βρετανών (το project GEO600). Το project LIGO θα προβλέπει την πλέον αυστηρή επιβεβαίωση της γενικής σχετικότητας, ώριμες λεπτομέρειες σχετικά με τη συμπεριφορά των βαρυτικών κυμάτων και τα σωματίδια χωρίς μάζα τα γνωστά σαν βαρυτόνια. Οι επιστήμονες λένε πως υπάρχουν και άλλα ζητήματα, όπως:

- Παρατηρήσεις βαρυτικών κυμάτων μαύρων οπών, αστέρων νετρονίων, supernovae και "starquakes," ομοίως με τις παρατηρήσεις των βίαιων φαινομένων, όπως, οι πηγές των ακτίνων-Χ.
- Ανίχνευση των βαρυτικών κυμάτων που έχουν παραχθεί τη στιγμή που ο χώρος και ο χρόνος ενώθηκαν για πρώτη φορά τη στιγμή της δημιουργίας του σύμπαντος.

Μερικοί επιστήμονες, πάντως, εκφράζουν ερωτήματα αν αξίζουν τα τεράστια ποσά που θα δαπανηθούν και αν οι συσκευές θα κατορθώσουν να απομονώσουν τον 'θόρυβο υποβάθρου'

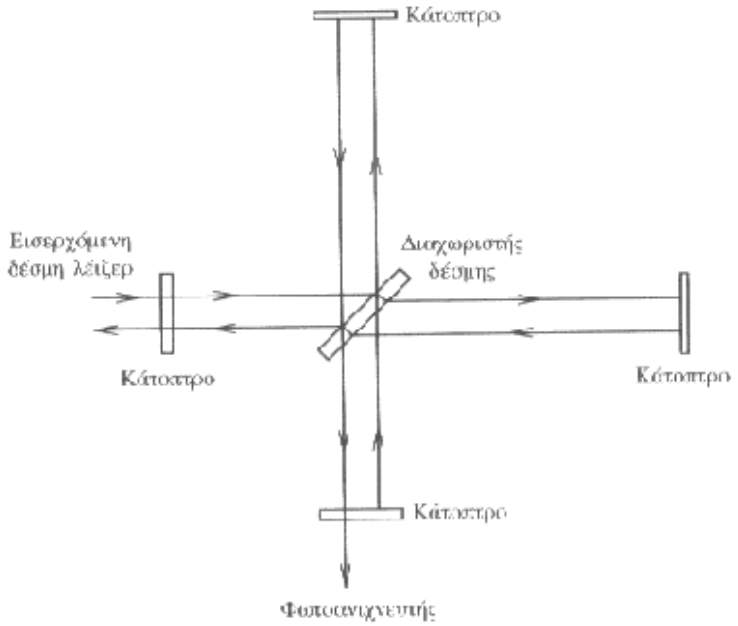
Τι είναι τα κύματα βαρύτητας;

Είναι οι κυματισμοί (αναταράξεις) που δημιουργούνται μέσα στο χώρο και χρόνο (χωρόχρονο) του Σύμπαντος. Πάντως, θεωρούμε ότι τα βαρυτικά



κύματα εκπέμπονται είτε από μαύρες τρύπες είτε από συμπαγείς αστέρες που περιστρέφονται ο ένας γύρω από τον άλλο. Έτσι, δημιουργούνται παραμορφώσεις στο χωρόχρονο, που εμφανίζονται ως ταλαντώσεις (όπως ακριβώς οι κυματισμοί στην επιφάνεια του νερού μιας λίμνης μετά τη ρίψη πέτρας) γύρω από τα αντικείμενα αυτά.
Αυτοί οι αόρατοι κυματισμοί ταξιδεύουν προς τη Γη και μεταφέρουν μαζί τους πολύτιμες πληροφορίες για τη βίαιη προέλευσή τους και τη φύση της βαρύτητας, που συνεχίζει μέχρι σήμερα να κρύβει μυστήρια.
Ο Αλμπερτ Αϊνστάιν είχε προβλέψει την ύπαρξη των κυμάτων βαρύτητας το 1916 στη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας, αλλά μονάχα τώρα ο άνθρωπος έχει την τεχνολογία που θα του επιτρέψει την ανίχνευσή τους.
Παρ' όλο που τα συγκεκριμένα αυτά κύματα δεν έχουν ανιχνευτεί άμεσα, η επίδρασή τους πάνω σε ένα διπλό σύστημα πάλσαρ (δύο άστρα νετρονίων - υπέρπυκνα άστρα αποτελούμενα ολοκληρωτικά από νετρόνια- σε μεταξύ τους τροχιά) έχει μετρηθεί με μεγάλη ακρίβεια και συμφωνεί πλήρως με τη θεωρία περί κυμάτων βαρύτητας.

Συμβολόμετρο, είναι ευαίσθητο όργανο με πολύ μεγάλη ακρίβεια που μπορεί να συγκριθεί μόνο με την διακριτική ικανότητα των ηλεκτρονικών μικροσκοπίων. Σε αυτό το όργανο, μία αρχική δέσμη φωτός με τη βοήθεια ημιδιαφανούς κατόπτρου χωρίζεται στα δύο, που μετά την ανάκλαση τους σε δύο κάτοπτρα επιστρέφουν πάλι στο διαχωριστή δέσμης, που τώρα έχει το ρόλο του συνθέτη, όπου οι δύο δέσμες συμβάλλουν και ανάλογα δίνουν κροσσούς συμβολής ομόκεντρους κύκλους ή ελαφρά καμπύλες γραμμές κλπ.



Γενική Θεωρία Σχετικότητας

Σύμφωνα με τη γενική Θεωρία της Σχετικότητας, που διατύπωσε τη δεκαετία του 1910 ο Albert Einstein, η βαρύτητα ενός περιστρεφόμενου σώματος ασκεί μια ασθενή έλξη στον περιβάλλοντα χώρο διαμορφώνοντάς τον βαθμιαία σε κυκλικούς δακτυλίους. Όλες οι μορφές ύλης που βρίσκονται σ' αυτόν το χώρο υποχρεώνονται να διαταχθούν ανάλογα, σε κύκλους, παρότι υπό συνήθεις συνθήκες η βαρύτητα έλκει όλα τα σώματα μεταξύ τους και δεν τα σπρώχνει προς παράπλευρες κατευθύνσεις.

Ενδείξεις

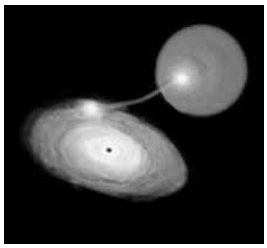
Στο πέρασμα των δεκαετιών, από την αρχική διατύπωση αυτής της παράδοξης θεωρητικής πρόβλεψης οι αστρονόμοι διατήρησαν τον σκεπτικισμό τους, καθώς δεν κατάφεραν, παρ' όλες τις εξονυχιστικές διαστημικές παρατηρήσεις τους, να ανακαλύψουν ενδείξεις που θα τους έπειθαν ότι αυτό το φαινόμενο πραγματικά εμφανίζεται στο Σύμπαν. Αλλά η ανακάλυψη του νέου, παράξενου διαστημικού σήματος από το διαστημικό όχημα Rossi ήρθε να ταράξει τα λιμνάζοντα νερά.

Εξαιρετικό ενδιαφέρον

Αυτός ο νέος pulsar βοηθάει τους επιστήμονες να λύσουν ένα μυστήριο. Πριν την ανακάλυψη, δύο πληθυσμοί των αστέρων νετρονίων με σχετικά αδύνατα μαγνητικά πεδία αλλά με εντελώς διαφορετικά χαρακτηριστικά ήταν γνωστά. Υπάρχουν παλαιά, προσαυξάνοντα σε ύλη αστέρες νετρονίων, που γεννούν X-ακτίνες από το υλικό που καταβροχθίζουν από την γειτονιά τους, και μία άλλη ομάδα από pulsars που εκπέμπουν ραδιο-κύματα που περιστρέφονται πολύ γρήγορα και βαθμιαία αργοπορούν. Οι επιστήμονες υποπτεύθηκαν πως υπήρχε σύνδεση μεταξύ των δύο ειδών αστέρων, και η ανακάλυψη αυτού του pulsar που είναι ταυτόχρονα εκπομπός ακτίνων-X αλλά και ταχέως περιστρεφόμενος προϊδεάζει την σύνδεση. Αστρονόμοι από τη NASA χρησιμοποίησαν τον Rossi το Νοέμβριο του 1997 για να παρατηρήσουν μία μαύρη τρύπα που εμφανίζεται να σέρνει τον χώρο και τον χρόνο γύρω από αυτήν καθώς περιστρέφεται! Μια καλή αναλογία είναι μία μπάλλα του bowling που βυθίζεται στην μελάσσα. Όταν η μπάλλα περιστρέφεται, παρασέρνει τη μελάσσα με αυτήν, όπως ακριβώς μία μαύρη τρύπα σέρνει τον χωρόχρονο. Αυτό το φαινόμενο προβλέπεται από τον Einsten και για πρώτη φορά από το 1918 ένα φυσικό γεγονός ήλθε να το επιβεβαιώσει.
Όλοι οι επιστήμονες συμφωνούν ότι οι παρατηρήσεις του δορυφόρου Rossi παρουσιάζουν εξαιρετικό ενδιαφέρον, ανοίγοντας νέες προοπτικές στην αστροφυσική. Ωστόσο, δεν συμπίπτουν όλοι στην ερμηνεία των απροσδόκητων ευρημάτων. Αίφνης, ο Dr Begelmann από το Colorado πιθανολογεί ότι πίσω από την ιδιόμορφη ακτινοβολία των αστέρων νετρονίων κρύβεται ένα εντελώς διαφορετικό φαινόμενο από την πιθανολογούμενη περιδίνηση του χωροχρόνου - ενδεχομένως, κάποιες κυματοειδείς κινήσεις που επίσης προβλέπονται από τη

γενική Θεωρία της Σχετικότητας. Η τελική απάντηση ενδέχεται να δοθεί από μελλοντικά ερευνητικά προγράμματα (Constallation X και Maxim) που επίσης καλούνται να ανιχνεύσουν ακτινοβολία X μακρινών διαστημικών αντικειμένων.

Πεδίο βαρύτητας



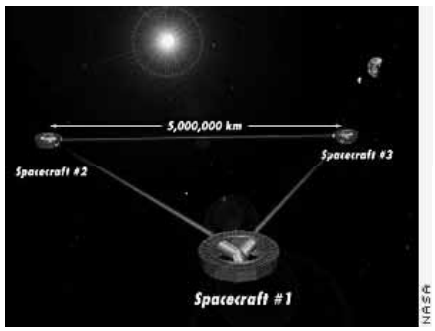
Οι αστέρες νετρονίων αποτελούν κάτι σαν «αστρικά πτώματα»: Είναι αυτό που απομένει όταν ένα άστρο αρκετά μεγάλης μάζας καταρρέει με μια μεγάλη έκρηξη, αφήνοντας πίσω του ένα απίθανα πυκνό υπόλειμμα - τόσο πυκνό όσο ο πυρήνας ενός ατόμου. Ένας τυπικός αστέρας νετρονίων έχει διάμετρο μόλις 20 χιλιομέτρων, αλλά ζυγίζει περισσότερο από τον Ήλιο. (Αν το αρχικό αστέρι είναι ακόμη μεγαλύτερο, μπορεί να εξελιχθεί, μετά τον «θάνατό του», όχι σε αστέρα νετρονίων αλλά σε «μαύρη τρύπα»- ένα ακόμη πιο εξωτικό ουράνιο σώμα, όπου η κατάρρευση συνεχίζεται ακόμη περισσότερο, με αποτέλεσμα η τρομακτικά υψηλή πυκνότητα της μαύρης τρύπας να δημιουργήσει ένα ισχυρότατο πεδίο βαρύτητας που αιχμαλωτίζει τα πάντα γύρω του, ακόμα και το ίδιο το φως).

Οι ειδικοί πιστεύουν ότι κάθε αστέρας νετρονίων περιστρέφεται σε μικρή απόσταση γύρω από έναν άλλο, συνηθισμένο αστέρα. Το ισχυρό πεδίο βαρύτητας του αστέρα νετρονίων έλκει τα αέρια που σχηματίζουν την εξωτερική επιφάνεια του γείτονά του. Καθώς περιστρέφονται, επιταχύνονται και θερμαίνονται, τα αέρια εκπέμπουν ακτίνες X με ένα χαρακτηριστικό ρυθμό, ο οποίος «προδίδει» την παραμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου.

Η κοινή λογική αντιλαμβάνεται την παραμόρφωση ενός υλικού σώματος ή έστω μιας ακτίνας φωτός που διαθλάται. Αλλά πώς μπορούμε να συλλάβουμε την ιδέα της παραμόρφωσης του ίδιου του κενού χώρου; Σύμφωνα με τη γενική Θεωρία της Σχετικότητας, που διατύπωσε ο Αϊνστάιν, η βαρύτητα και ο χώρος (καλύτερα να πούμε ο χωρόχρονος) δεν είναι δύο έννοιες ολότελα ανεξάρτητες, αλλά βρίσκονται σε στενή διαπλοκή: Η βαρύτητα που δημιουργεί ένα υλικό σώμα καμπυλώνει τον περιβάλλοντα χώρο, λες και επρόκειτο για ένα πλαστικό σώμα και όχι για το απόλυτο κενό.

Εκτός από τι Ligo υπάρχει και η Lisa

Η διαστημική κεραία βαρυτικών κυμάτων με συμβολόμετρο laser (Laser Interferometer Space Antenna), LISA, αποτελείται από τρία διαστημικά οχήματα που πετάνε σε ύψος 5 εκατομμυρίων km, και που σχηματίζουν ένα ισοσκελές τρίγωνο, όπως δείχνει η εικόνα.



Πως μπορούμε να βοηθήσουμε

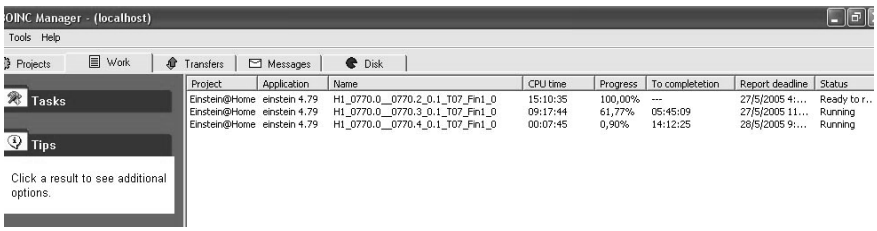
Η καλύτερη ελπίδα που έχουν οι επιστήμονες του LIGO για την ανίχνευση των κυμάτων βαρύτητας είναι να επισημανθεί μια κοσμική πηγή που να στέλνει κανονικούς παλμούς βαρυτικής ενέργειας. Μια τέτοια πηγή μπορεί να είναι ένα περιστρεφόμενο άστρο νετρονίων, που μπορεί να εκπέμπουν βαρυτικά κύματα αν υπάρχουν.
Το πρόβλημα είναι ότι οι ανιχνευτές του LIGO συλλαμβάνουν έναν τεράστιο αριθμό ανεπιθύμητων δονήσεων. "Είναι σαν να ψάχνεις βελόνα στα άχυρα: Το 99,99% των στοιχείων είναι θόρυβος", λέει ο Bruce Allen, φυσικός στο πανεπιστήμιο του Wisconsin στο Μιλγουώκι.
Εκτός από το αμερικανικό Παρατηρητήριο Βαρυτικών Κυμάτων Συμβολόμετρου Λέιζερ στις ΗΠΑ (LIGO), βαρυτικά κύματα προσπαθούν τώρα να ανιχνεύσουν και το βρετανο-γερμανικό παρατηρητήριο GEO-600.
Τα στοιχεία από τους ανιχνευτές πρέπει να αναλυθούν σε πολλές συχνότητες, γι αυτό και απαιτείται τεράστια υπολογιστική ισχύς.
Έτσι η ομάδα θέλει τη βοήθεια του κοινού.Ο καθένας μπορεί να φορτώσει ένα πρόγραμμα που θα αναλύει αυτόματα ένα μικρό τμήμα στοιχείων της ομάδας.
Το project, γνωστό ως Einstein@home, θα χρησιμοποιεί υπολογιστές, όταν δεν απασχολούνται με σκοπό να βρεθούν οι πηγές των κυμάτων βαρύτητας. Όσο θα δουλεύει στον υπολογιστή το πρόγραμμα θα παρουσιάζεται ένα screensaver με θέμα τον νυκτερινό ουρανό.
Το Einstein@home θα δουλεύει δηλαδή σαν το SETI@home, που ξεκίνησε το 1999 για την αναζήτηση σημάτων από εξωγήινους πολιτισμούς και μέχρι τώρα έχει προσελκύσει περισσότερους από 5 εκατομμύρια χρήστες. Υπάρχουν όμως και άλλες παρεμφερείς προσπάθειες για τη μελέτη της αλλαγής του κλίματος και την έρευνα των πρωτεϊνών.
Ήδη πάνω από 50.000 χρήστες του διαδικτύου σε όλο τον κόσμο τρέ-χουν στους υπολογιστές τους το πρόγραμμα που αναλύει ερευνητικά δεδομένα με στόχο την ανίχνευση των βαρυτικών κυμάτων που προβλέπει η Γενική Θεωρία της Σχετικότητας του Αϊνστάιν.

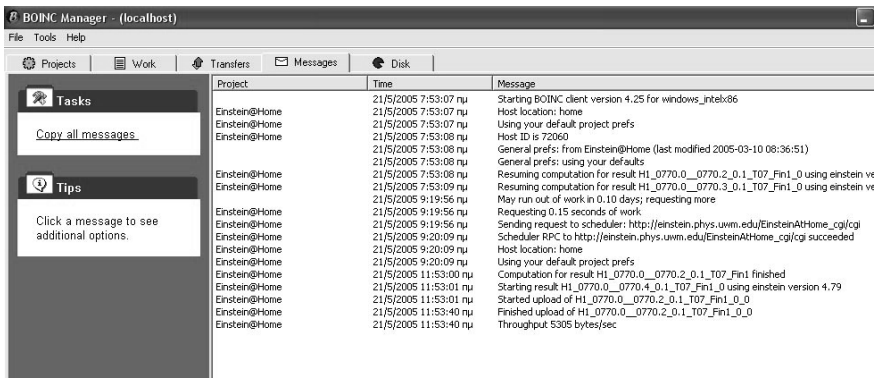
Και ο ρυθμός αύξησης των χρηστών που δηλώνουν συμμετοχή από όλον τον κόσμο είναι 1.000 άτομα την ημέρα.
Καθώς η ανάλυση των μετρήσεων είναι χρονοβόρος και απαιτεί τεράστια επεξεργαστική ισχύ, το Einstein@home καταμερίζει το υπολογιστικό φορτίο σε χιλιάδες υπολογιστές, καθένας από τους οποίους επεξεργάζεται ένα διαφορετικό υποσύνολο δεδομένων, μεγέθους 12 Megabyte.
Το πρόγραμμα τρέχει μόνο όταν το PC δεν χρησιμοποιείται. Αν τουλάχιστον τρεις χρήστες εντοπίσουν ένα υποψήφιο σήμα στο ίδιο υποσύνολο δεδομένων, οι υπεύθυνοι του Einstein@home θα αναλάβουν να το αναλύσουν περισσότερο.

Το Einstein@home αναλύει προς το παρόν 30 Gigabyte δεδομένων που συλλέχθηκαν στη διάρκεια 600 ωρών παρατήρησης με το LIGO.(Μαρτιος 2005) Σύντομα όμως θα συμπεριλάβει και νέες παρατηρήσεις αυξημένης ευαισθησίας, οι οποίες θα επέτρεπαν την ανίχνευση βαρυτικών κυμάτων από περιστρεφόμενα άστρα νετρονίων σε ακτίνα 1.500 ετών φωτός από τη Γη.

Το πρόγραμμα είναι 9,12 MB και μπορείτε να το «κατεβάσετε» από το ιντερνετ από την διεύθυνση: http://einstein.phys.uwm.edu

Μερικά screenshots του προγράμματος-εικόνα 5





CCD ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΒΙΝΤΕΟΣΚΟΠΗΣΗ ΜΕ WEB-CAMERA

Βαγγέλης Τσάμης,
Εκπαιδευτικός
Ελληνική Αστρονομική Ένωση
Μέλος AAVSO
e-mail: vtsamis@astronomia.org.gr

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια, στην κοινότητα των ερασιτεχνών αστρονόμων έχει συντελεστεί μια πραγματική επανάσταση στην αστροφωτογραφία. Πρόκειται για τη δυνατότητα χρήσης σχετικά φθηνών συσκευών για τη λήψη ψηφιακών φωτογραφιών πολύ καλής ποιότητας, που μέχρι πριν από λίγο καιρό ήταν προνόμιο μόνον όσων είχαν τη δυνατότητα για αγορά ακριβού εξοπλισμού (CCD κάμερες υψηλής ανάλυσης).
Αυτό που έκανε προσιτό στον ερασιτέχνη αστρονόμο και αστροφωτογράφο η σημερινή τεχνολογία είναι απλές και φθηνές web-κάμερες με τις οποίες λαμβάνουμε μικρά video πλανητών και της Σελήνης, αλλά και άλλων ουρανίων αντικειμένων. Στη συνέχεια, μετά από ψηφιακή τους επεξεργασία με ειδικά προγράμματα επεξεργασίας εικόνας, τα οποία μπορεί να βρει κανείς δωρεάν στο διαδίκτυο, παράγουμε ένα τελικό αποτέλεσμα: μια ψηφιακή εικόνα καλής ποιότητας, που συγκεντρώνει όλη την ψηφιακή πληροφορία που μας ενδιαφέρει -και επομένως λεπτομέρειες στη δομή του αντικειμένου.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Με την τεχνική αυτή έχουμε δύο μεγάλα πλεονεκτήματα σε σχέση με τη συμβατική φωτογράφηση με φιλμ: Πρώτον, μπορούμε να παράγουμε ένα τελικό αποτέλεσμα (ψηφιακή απεικόνιση ουρανίου αντικειμένου) ισοδύναμο σε πληροφορία με το αποτέλεσμα συμβατικής φωτογράφησης με φιλμ πολλαπλάσιου χρόνου έκθεσης.

Δεύτερον, μπορούμε να επιλέξουμε συγκεκριμένα καρέ (frames) από το σύνολο της βιντεοσκόπησης, αυτά με τη μεγαλύτερη ευκρίνεια και λεπτομέρεια, έτσι ώστε να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα, υπερβαίνοντας έμμεσα το εμπόδιο της ενδεχόμενης κακής ποιότητας της ατμόσφαιρας (seeing). Κι αυτό διότι τόσο οι στιγμιαίες διαταραχές της ατμόσφαιρας όσο και οι επίσης στιγμιαίες ιδανικές συνθήκες διαύγειας και καθαρότητας της ατμόσφαιρας αποτυπώνονται σε κάθε καρέ ξεχωριστά, τα οποία είναι στην άμεση εποπτεία μας.
Ένας ακόμη συγκριτικό πλεονέκτημα σε σχέση με τη συμβατική φωτογράφηση με φιλμ είναι ότι δεν αποτελεί κρίσιμο παράγοντα πλέον η απολύτως ακριβής πολική ευθυγράμμιση και οδήγηση του τηλεσκοπίου μας, διότι ο χρόνος έκθεσης είναι υποπολλαπλάσιος. Βέβαια, κάθε αστροφωτογράφος γνωρίζει ότι όσο καλύτερη είναι η πολική ευθυγράμμιση του τηλεσκοπίου του, τόσο καλύτερα αποτελέσματα θα έχει, όποια μέθοδο και τεχνική και αν ακολουθήσει.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ



Η ψηφιακή κάμερα που είχαμε στη διάθεσή μας ήταν η τροποποιημένη έγχρωμη web-κάμερα ATIK 1C. Το συγκεκριμένο μοντέλο είναι βασικά μια web-κάμερα Phillips ToUCam Pro 840 με τις εξής εργοστασιακές τροποποιήσεις: Έχει αφαιρεθεί ο φακός ώστε να είναι εκτεθειμένο το CCD απ΄ευθείας στον κώνο φωτός του τηλεσκοπίου. Έχει αφαιρεθεί επίσης το πλαστικό σώμα της κάμερας και τα ηλεκτρονικά μέρη τοποθετήθηκαν σε νέο κυλινδρικό σώμα από μαύρο σκληρό πλαστικό. Έχει προστεθεί ψήκτρα (ανεμιστηράκι) για την ψύξη της κάμερας με απαγωγή του αέρα. Η κάμερα συνδέεται σε υπολογιστή (στην περίπτωσή μας φορητό Η/Υ) με δύο καλώδια: ένα σε USB και ένα σε παράλληλη θύρα.
Ψηφιακές απεικονίσεις λήφθηκαν με τα εξής τηλεσκόπια: TAL-2M (Κατοπτρικό 6” f/8), Meade LX50 10” (Schmidt-Cassegrain f/10), Meade ETX-125 (5” Maksutof-Cassegrain f/15) και τηλεφακός SIGMA 70-200 APO (70mm διοπτρικό f/2.8)

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η κάμερα εισάγεται στον εστιαστή αφού πρώτα είμαστε βέβαιοι ότι το αντικείμενο προς φωτογράφηση-βιντεοσκόπηση είναι στο κέντρο του πεδίου μας. Κι αυτό διότι κατ΄ αναλογία με το μικρό μέγεθος του CCD, το οπτικό πεδίο που ανιχνεύει η κάμερα είναι αρκετά μικρότερο του οπτικού πεδίου που παρέχει ο κώνος φωτός που εισέρχεται στον εστιαστή. Αυτό επιτυγχάνεται σχετικά εύκολα αν πρώτα «κεντράρουμε» το αντικείμενό μας σε έναν προσοφθάλμιο φακό μεγάλης μεγέθυνσης.
Το επόμενο βήμα είναι η εστίαση. Αυτό είναι ένα αρκετά δύσκολο και κρίσιμο σημείο, διότι από την καλή εστίαση εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό το αποτέλεσμα. Η εστία πρέπει να γίνει ακριβώς πάνω στη φωτοσυλλεκτική επιφάνεια του CCD,

πράγμα που απαιτεί μεγάλη υπομονή και επιμονή, καθώς είναι πολύ ευαίσθητη η ισορροπία μεταξύ καλώς εστιασμένου και ελαφρώς ανεστίαστου ειδώλου. Όταν πρόκειται να φωτογραφήσουμε πλανήτες ή σχηματισμούς στη Σελήνη, η εστίαση μπορεί να γίνει απ' ευθείας πάνω στο αντικείμενό μας, καθώς λόγω υψηλού κοντράστ το αντικείμενο θα είναι εύκολα ευκρινές έστω και αν δεν είναι ακριβώς εστιασμένο. Όταν όμως πρόκειται να φωτογραφήσουμε κάποιο αντικείμενο «βαθέως ουρανού» (πχ σμήνη αστέρων ή νεφελώματα) είναι σχεδόν αυτονόητο ότι η εστίαση θα πρέπει να έχει προηγηθεί, και να έχει γίνει πάνω σε κάποιον αστέρα. Άλλωστε τα αντικείμενα αυτά απαιτούν χρόνους έκθεσης αρκετών δευτερολέπτων (τουλάχιστον 10) απλώς για να εμφανιστούν στο πεδίο μας, και είναι αδύνατον πρακτικά να εστιάσει κανείς με αυτόν τον περιορισμό. Αντίθετα στους αστέρες η εστίαση είναι πολύ πιο εύκολη. Βοηθάει εδώ η χρήση ενός φίλτρου αποκοπής της υπέρυθρης ακτινοβολίας (IR cut) καθώς μικραίνει αισθητά τη διάμετρο του φωτεινού κύκλου στο είδωλο των αστέρων, κάνοντας έτσι πιο εύκολη την εστίαση.

Άλλοι παράγοντες που συντελούν στην επιτυχή λήψη ψηφιακών απεικονίσεων, είναι η καλή πολική ευθυγράμμιση του τηλεσκοπίου, η θερμική ισορροπία μεταξύ του τηλεσκοπίου και του περιβάλλοντος, η διαύγεια και η σταθερότητα της ατμόσφαιρας, αλλά και η ύψωση του αντικειμένου μας πάνω από τον ορίζοντα. Είναι προφανές ότι τόσο στην οπτική παρατήρηση, όσο και στην αστροφωτογράφηση καλύτερα αποτελέσματα έχουμε όταν το αντικείμενό μας είναι κοντά στη μεσουράνησή του. Έτσι είναι πολλές φορές σκόπιμο να περιμένουμε την κατάλληλη ώρα, ώστε να αρχίσουμε τη λήψη εικόνων όταν το αντικείμενό μας είναι στην πιο ευνοϊκή θέση.

Κατά τη διάρκεια της λήψης ψηφιακών εικόνων, είναι σκόπιμο να τοποθετήσουμε στην οθόνη του φορητού μας υπολογιστή φύλλο κόκκινης ζελατίνας, ώστε να διατηρήσουμε σε κάποιο βαθμό την προσαρμογή μας στη νυκτερινή όραση αλλά και να μην ενοχλούμε με λευκό φως τους άλλους παρατηρητές που ενδεχομένως να είναι σε κοντινή απόσταση.

Ως προς την καθ' αυτό δραστηριότητά μας, τη λήψη ψηφιακών εικόνων ή βιντεοσκόπηση με τη συγκεκριμένη κάμερα, σημειώνουμε τα εξής: Η βιντεοσκόπηση πλανητών και Σελήνης γίνεται με μόνο το καλώδιο USB συνδεδεμένο στον υπολογιστή μας, αφού είναι επαρκής ο χρόνος έκθεσης των 10-30 καρέ το δευτερόλεπτο που παρέχει η λειτουργία της ATIK ως web-κάμερα. Όταν όμως πρόκειται να φωτογραφήσουμε αντικείμενα «βαθέως ουρανού», τότε απαιτείται να συνδέσουμε επιπλέον το καλώδιο και στην παράλληλη θύρα του υπολογιστή μας. Με τη συνδεσμολογία αυτή παρακάμπτεται το κύκλωμα της αρχικής σχεδίασης της web-κάμερας και έχουμε τη δυνατότητα να εκθέσουμε σε χρόνους 0.5 sec ή μεγαλύτερους. Έτσι περνάμε στη λογική μιας κλασικής CCD κάμερας. Πρακτικά διαπιστώσαμε ότι 25-30 δευτερόλεπτα είναι ο μέγιστος ωφέλιμος χρόνος έκθεσης για τη συγκεκριμένη συσκευή, καθώς μεγαλύτεροι χρόνοι έκθεσης οδηγούν σε θερμικό θόρυβο (hot pixels) που δεν είναι εύκολο να εξαλειφθεί με τη βοήθεια του λογισμικού.

ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Η ψηφιακή εικόνα δεν είναι παρά ένας πίνακας (aray) τιμών φωτεινότητας για το κάθε pixel. Η ψηφιακή επεξεργασία συνίσταται σε μια σειρά από αλγεβρικές πράξεις των τιμών φωτεινότητας με ειδικούς αλγόριθμους που εκτελούνται μέσα από προγράμματα επεξεργασίας της εικόνας. Τέτοια προγράμματα για αστρονομική χρήση αφθονούν στο διαδίκτυο και μάλιστα διατίθενται δωρεάν (shareware και freeware). Από τα πιο γνωστά και λειτουργικά είναι το K3CCD Tools (http://www.pk3.org/Astro) και το Registax (http://registax.astronomy.net). Η ΑΤΤΙΚ συμπεριλαμβάνει το λογισμικό K3CCD Tools.

Η βασική καινοτομία των προγραμμάτων αυτών που αφορά το σημερινό ερασιτέχνη αστρονόμο είναι η δυνατότητα συνδυασμού πολλών καρέ χαμηλής ανάλυσης μιας σχετικά φθηνής web-κάμερας για να παραχθεί τελικά ένα καρέ που συγκεντρώνει όλη την ψηφιακή πληροφορία που μας ενδιαφέρει. Η βιντεοσκόπηση παράγει ασυμπίεστα αρχεία τύπου .AVI, από τα οποία εξάγουμε τα καρέ (frames) που είναι συνήθως τύπου .bmp. Έχουμε τη δυνατότητα να επιλέξουμε ένα προς ένα τα καρέ που μας ενδιαφέρουν, και να προχωρήσουμε στην ψηφιακή επεξεργασία.

Η ψηφιακή επεξεργασία βασίζεται στη λογική της ευθυγράμμισης (alignment) των καρέ μεταξύ τους με βάση ένα χαρακτηριστικό στοιχείο της εικόνας (αστέρας, δίσκος πλανήτη, κρατήρας Σελήνης, κοκ) και της επάλληλης στοίβαξης (stacking) πολλών καρέ. Όπως σημειώνεται και πιο πάνω, χάρη στο μεγάλο αριθμό καρέ μικρής σχετικά έκθεσης, το αποτέλεσμα είναι ισοδύναμο σε πληροφορία με το αποτέλεσμα συμβατικής φωτογράφησης με φιλμ πολλαπλάσιου χρόνου έκθεσης. Επίσης μπορούμε να επιλέξουμε συγκεκριμένα καρέ (frames) από το σύνολο της βιντεοσκόπησης, έτσι ώστε να παρακάμψουμε το εμπόδιο των στιγμιαίων μεταβολών και αναταράξεων της ατμόσφαιρας, που επηρεάζουν την ποιότητα του ειδώλου.

Κατά τη διαδικασία της λήψης των ψηφιακών απεικονίσεων με CCD κάμερα ακολουθείται μια βασική τεχνική που είναι εκ των ουκ άνευ σε ότι αφορά τη χρήση μιας CCD κάμερας. Πρόκειται για τη λήψη δυο ειδικών καρέ, ενός «dark frame» και ενός «flat field», με βάση τα οποία θα γίνει η επεξεργασία της εικόνας στη συνέχεια και συγκεκριμένα η εξάλειψη του «θερμικού θορύβου» και η βελτίωση της ομοιογένειας της φωτεινότητας της τελικής εικόνας αντίστοιχα.

Ο θερμικός θόρυβος ή αγγλιστί «hot pixels» είναι το αναπόφευκτο φαινόμενο της εμφάνισης φωτεινών σημείων (pixels) σε κάθε καρέ ως αποτέλεσμα της υπερφόρτωσης-κορεσμού κάποιων οπτικών αισθητήρων στην επιφάνεια του CCD και όχι διότι απεικονίζουν κάποιο πραγματικό φωτεινό είδωλο. Ο αριθμός τους εξαρτάται από το χρόνο έκθεσης της λήψης. Η διάταξη των hot pixels στη γεωμετρία της εικόνας είναι μάλλον τυχαία αλλά σε μια συγκεκριμένη λήψη η διάταξή τους και το πλήθος τους είναι ακριβώς η ίδια σε κάθε καρέ. Ο τρόπος να εξαλειφθεί αυτός ο θερμικός-ηλεκτρικός θόρυβος είναι να προσδιοριστεί επακριβώς το ιστόγραμμά του και να αφαιρεθεί αλγεβρικά από το ιστόγραμμα της εικόνας μας. Το «dark frame» είναι απλούστατα μια απεικόνιση του θερμικού αυτού θορύβου. Στην πράξη δεν είναι τίποτα άλλο από τη λήψη μιας απεικόνισης με το διάφραγμα της κάμερας κλειστό ή με το καπάκι του τηλεσκοπίου να φράζει τον οπτικό σωλήνα.

Η ανομοιογένεια της φωτεινότητας (βινιετάρισμα-vignetting) στο πεδίο που

ανιχνεύεται από τους αισθητήρες του CCD είναι επίσης αναπόφευκτη και οφείλεται είτε στη γεωμετρία του κώνου φωτός που τέμνεται με την επιφάνεια του CCD ή και σε μη εστιασμένα (out of focus) σωματίδια σκόνης πάνω σε αυτήν. Το πρόβλημα εξαλείφεται με τη χρήση του λεγόμενου flat field, που πρακτικά είναι η λήψη μιας εικόνας ίσου χρόνου έκθεσης με το αντικείμενο που πρόκειται να φωτογραφήσουμε, από μια ομοιογενώς φωτιζόμενη πηγή: μια λευκή επιφάνεια ή ο ουρανός λίγο μετά τη δύση του Ηλίου, κοκ.
Τόσο για το dark frame όσο και για το flat field, οι αλγεβρικές πράξεις στα ιστογράμματα των εικόνων γίνονται αυτόματα με αλγόριθμους του λογισμικού, μέσω του interface του προγράμματος επεξεργασίας (K3CCD Tools ή Registax), δηλαδή με το πάτημα ενός κουμπιού!

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΕΙΣ

Παρουσιάζουμε εδώ κάποιες χαρακτηριστικές ψηφιακές απεικονίσεις που λάβαμε με την ATIK το διάστημα από 15 Φεβρουαρίου 2004 έως 18 Μαΐου 2005. Τα τηλεσκόπια που είχαμε στη διάθεσή μας ήταν:
I. TAL-2M (Κατοπτρικό 6" f/8 ρωσικής κατασκευής)
II. Meade LX-50 10" (10" Schmidt-Cassegrain f/10 αμερικανικής κατασκευής)
III. Meade ETX-125 (5" Maksutof-Cassegrain f/15 αμερικανικής κατασκευής) και
IV. Τηλεφακός SIGMA 70-200 APO (70mm διοπτρικό αποχρωματικό f/2.8 ιαπωνικής κατασκευής)

ΒΙΝΤΕΟΣΚΟΠΗΣΗ

Η Διάβαση της Αφροδίτης μπροστά από τον ηλιακό δίσκο στις 8 Ιουνίου 2004 μεταδόθηκε σε πραγματικό χρόνο ως εικονοροή (live webcast) στο διαδίκτυο σε συνεργασία με το "Κέντρο Λειτουργίας και Διαχείρησης Δικτύου του Πανεπιστημίου Αθηνών" και με το "Εθνικό Δίκτυο Έρευνας και Τεχνολογίας", από το κτίριο του Παιδαγωγικού Τμήματος Δ.Ε. - Τομέας Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας & Περιβάλλοντος, Ναυαρίνου 13Α, 4ος όροφος.
Η μετάδοση ήταν απολύτως επιτυχής και το ενδιαφέρον για την παρακολούθηση της πολύ μεγάλο. Ευχαριστούμε τους φίλους που επικοινώνησαν μαζί μας!

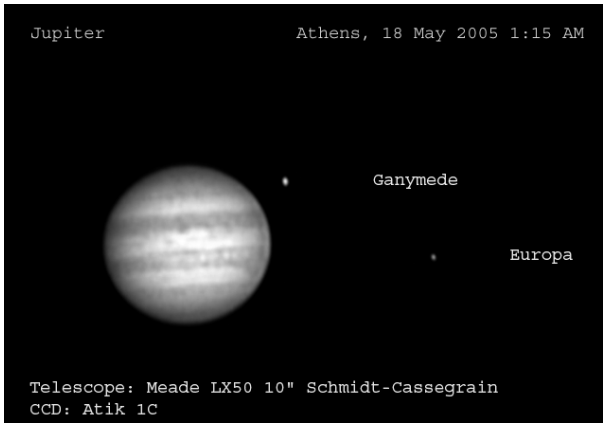
Η μετάδοση ήταν απολύτως επιτυχής και το ενδιαφέρον για την παρακολούθηση της πολύ μεγάλο. Θερμές ευχαριστίες στην επίκ. καθ. του Π.Τ.Δ.Ε. κ. Λία Χαλκιά για τη ζωηρή υποστήριξή της, στον κ. Δημήτρη Κούτουλα του Κ.ΛΕΙ.Δ.Ι. για την τεχνική υποστήριξη και στο μέλος της Ε.Α.Ε. κ. Κυριακή Τηγάνη για την πολύτιμη βοήθειά της στην οργάνωση του εγχειρήματος. Ευχαριστούμε επίσης τους φίλους που συνδέθηκαν με την εικονοροή και επικοινώνησαν μαζί μας μεταφέροντας τις εντυπώσεις τους!



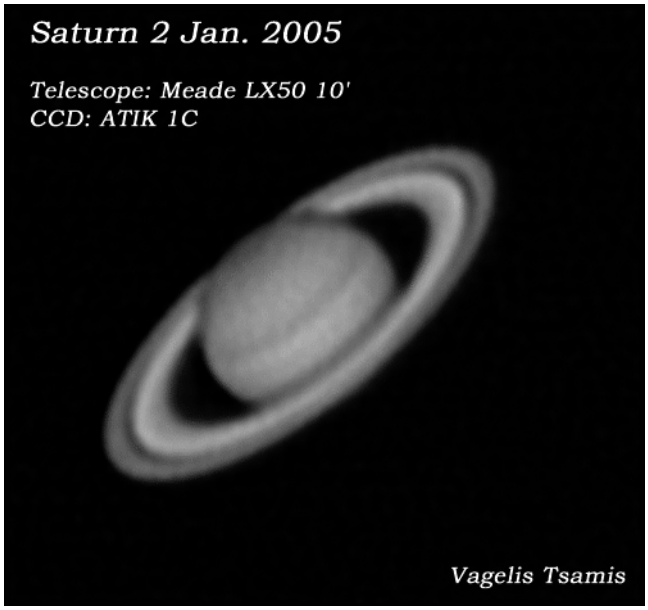
Κρατήρας Πλάτων, 18 Μαΐου 2005, 00:05:48, Registax, 62 από 100 καρέ



Κρατήρες Αρίσταρχος, Αυτόλυκος και Αριστύλλος, 18 Μαΐου 2005, 00:05:48, Registax, 41 από 60 καρέ



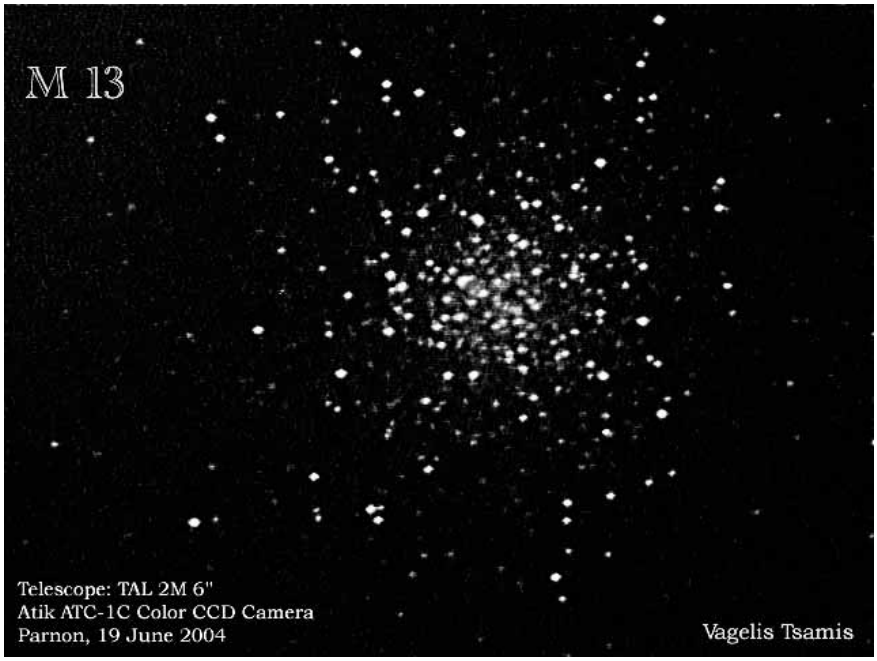
Δίας, 18 Μαΐου 2005, 01:16:55, Registax, 47 από 100 καρέ, Meade LX-50 10"



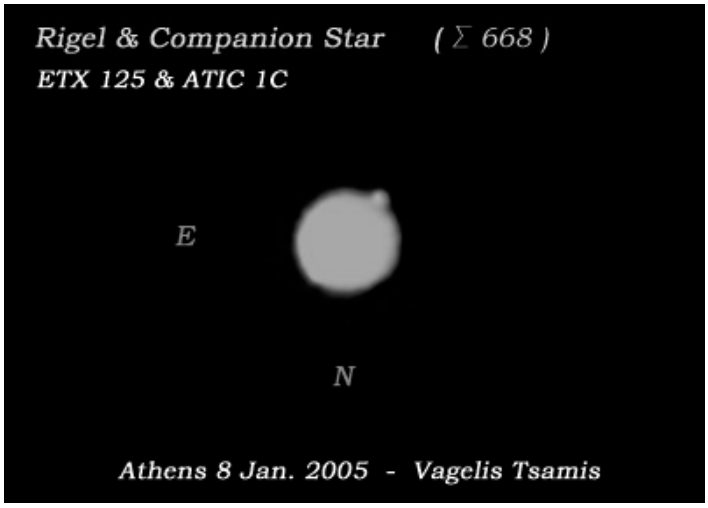
Κρόνος, 3 Ιανουαρίου 2005, 00:02:45, Registax, 43 από 100 καρέ, Meade LX-50 10"



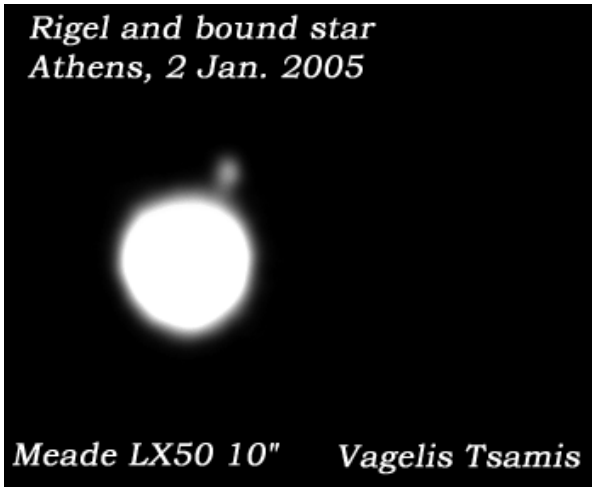
M57, Ring Nebula, 20 Ιουνίου 2004, Registax, 5 από 10 καρέ, έκθεση 25 sec, TAL-2M (φαίνεται η παράλειψη χρήσης flat field)



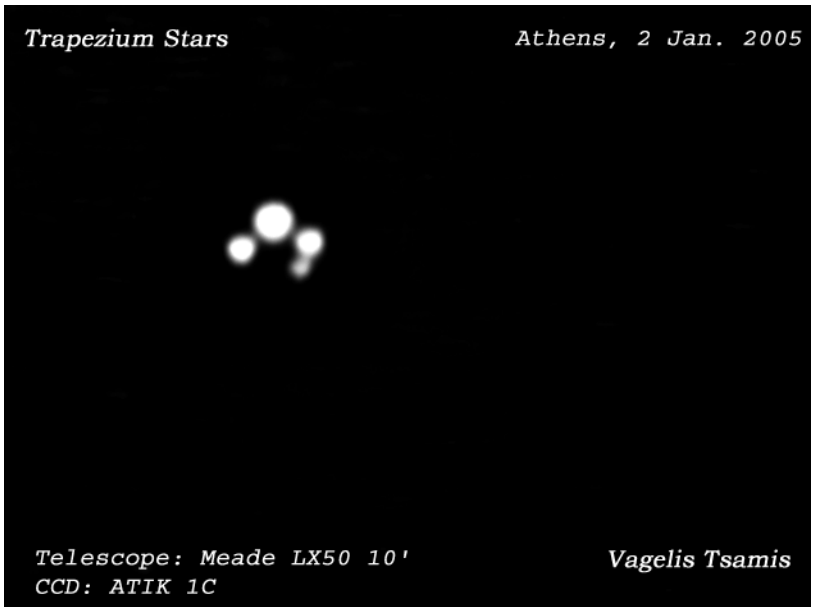
M13, Μέγα Σφαιρωτό Σμήνος του Ηρακλέους, 19 Ιουνίου 2004, Registax, 6 από 10 καρέ, έκθεση 20 sec, TAL-2M



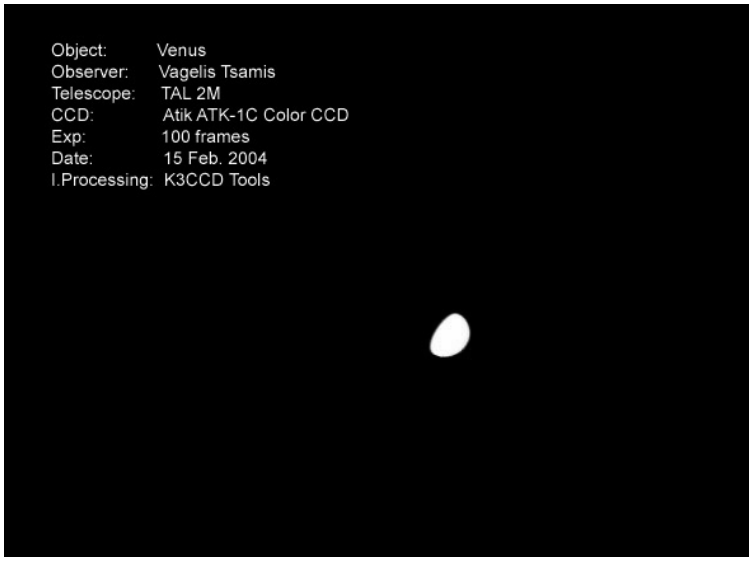
Rigel και Συνοδός Αστέρας, 8 Ιανουαρίου 2005, 23:35:03, Registax, Photoshop, 11 από 50 καρέ, έκθεση 3 sec, Meade ETX-125 5"



Rigel και Συνοδός Αστέρας, 2 Ιανουαρίου 2005, 23:03:43, Registax, Photoshop, 15 από 65 καρέ, έκθεση 2 sec, Meade LX-50 10"



Αστέρες Τραπεζίου (θ1 Ori), 2 Ιανουαρίου 2005, 23:35:48, Registax, Photoshop, 7 από 20 καρέ, έκθεση 6 sec, Meade LX-50 10"



Αφροδίτη, 15 Φεβρουαρίου 2004, Registax, K3CCD Tools, Photoshop, 76 από 100 καρέ, TAL-2M



M4, 21 Ιουνίου 2004, Registax, 6 από 15 καρέ, έκθεση 15 sec, SIGMA 70-200 APO



Διάβαση της Αφροδίτης , 8 Ιουνίου 2004. Κτίριο του Παιδαγωγικού Τμήματος Δ.Ε. - Τομέας Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας & Περιβάλλοντος, Ναυαρίνου 13Α, 4ος όροφος.



Ταυτόχρονη οπτική παρατήρηση της Διάβασης της Αφροδίτης από τον ερευνητή του τηλεσκοπίου με ηλιακό φίλτρο Baader.



Διάβαση της Αφροδίτης ,8 Ιουνίου 2004. Σύνδεση στο διαδίκτυο και παρακολούθηση της ζωντανής μετάδοσης εικονοροής στο Εργαστήριο Φυσικής του Π.Τ.Δ.Ε.

Ομιλίες Προέδρων

Ελληνική Αστρονομική Ένωση
http://www.astronomia.org.gr
eae@astronomia.org.gr

Σκοπός και Δραστηριότητες

Σκοπός της Ένωσης είναι η συνάντηση και η ενημέρωση μεταξύ ερασιτεχνών αστρονόμων και φίλων της Αστρονομίας, καθώς και η ανταλλαγή απόψεων, εμπειριών και τεχνικών.
Το φάσμα των ενδιαφερόντων στο οποίο αναφέρονται οι δραστηριότητες της Ένωσης καλύπτει ευρύ πεδίο από την ενημέρωση για επίκαιρα αστρονομικά θέματα, την αστροπαρατήρηση, την αστροφωτογράφηση, καθώς και την κατασκευή τηλεσκοπίων και εξαρτημάτων.



Ιστορικό της Ένωσης

Η Ελληνική Αστρονομική Ένωση ξεκίνησε τις τακτικές της συναντήσεις τον Ιανουάριο του 2001. Τα περισσότερα μέλη προέρχονται από ένα παλαιότερο σωματείο, τον ‘’Όμιλο Ελλήνων Ερασιτεχνών Αστρονόμων’’, με 750 μέλη, που ασχολιόταν κυρίως με εκλαϊκευτικές δραστηριότητες.
Από την ανάγκη για συστηματική παρατήρηση καθώς και ενασχόληση με θέματα πρακτικής αστρονομίας, προέκυψε η Ελληνική Αστρονομική Ένωση, η οποία μέσα από ένα πυρήνα 50 δραστήριων ερασιτεχνών αστρονόμων έχει πετύχει την συστηματική οργάνωση εξορμήσεων για παρατηρήσεις, την βελτίωση τεχνικών παρατήρησης και την ανταλλαγή γνώσεων.

Συναντήσεις Μελών

Η ένωση σήμερα οργανώνει τακτικές μηνιαίες συναντήσεις στο χώρο του Αστεροσκοπείου Πεντέλης. Οι συναντήσεις έχουν προκαθορισμένη ατζέντα με θέματα όπως τεχνικές παρατήρησης, αστροφωτογράφηση, κατασκευές, Αστρονομικά νέα και έκτατα φαινόμενα όπως κομήτες και βροχές μετεώρων.
Επίσης τα μέλη παρουσιάζουν τα αποτελέσματα των εξορμήσεων και άλλων δραστηριοτήτων στις τακτικές συναντήσεις τους καθώς και θέματα που αφορούν την παρατηρησιακή αστρονομία.

Εξορμήσεις για παρατήρηση

Εκτός των μηνιαίων συναντήσεων, η ένωση συντονίζει εξορμήσεις για παρατηρήσεις σε τρεις διαφορετικές περιοχές.
Συγκεκριμένα :

- Γίνονται δύο εξορμήσεις το μήνα στο όρος Κιθαιρώνα και στο Κρυονέρι Κορινθίας, διάρκειας μίας νύχτας.
- Κατά τους θερινούς μήνες οργανώνονται παρατηρήσεις στο όρος Πάρνωνα, διάρκειας δύο έως τρεις βραδιές.

Η ενημέρωση των μελών για το πρόγραμμα των εξορμήσεων γίνεται από τη ιστοσελίδα της ένωσης στο http://www.astronomia.org.gr και μέσω Email .



Στις εξορμήσεις οι κύριες δραστηριότητες είναι η Αστροφωτογράφηση (CCD και Video) και η Deep Sky παρατήρηση, πολλές φορές με τηλεσκοπία Dobsonian άνω των 30 εκατοστών.
Επίσης μέλη της ένωσης έχουν οργανώσει εξορμήσεις εκτός Ελλάδος κυρίως για εκλείψεις αλλά και για επισκέψεις σε αστεροσκοπεία του εξωτερικού.
Οι δραστηριότητες που έχουν οργανωθεί είναι:

- Πέντε από τα μέλη της ένωσης ασχολούνται με παρατηρήσεις μεταβλητών αστέρων. Συγκεκριμένα το 2005, 3 από τα μέλη

πλέον υποβάλλουν σε διεθνείς οργανισμούς τις παρατηρήσεις τους με CCD, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στη παρατήρηση εκλειπτικών μεταβλητων και τύπου δ Scuti.

- Κατασκευή διαφόρων οργάνων από απλά τηλεσκόπια έως φασματοηλιοσκόπια, βάσεις στήριξης τηλεσκοπίων, θόλους και διάφορα εξαρτήματα. Οι παρουσιάσεις των μελών σε θέματα κατασκευών είναι σημαντικές γιατί προσφέρουν εμπειρία και ανταλλαγή απόψεων με άλλους ερασιτέχνες που σκέφτονται να πραγματοποιήσουν αντίστοιχες κατασκευές. Το 2005 είδαμε την ολοκλήρωση κατασκευής δύο τηλεσκοπίων 40 εκατοστών, ενός θόλου και διαφόρων εξαρτημάτων.
- Η εικονοληψία αποτελεί σημαντική δραστηριότητα για αρκετά μέλη της ένωσης, οι οποίοι πλέον έχουν προχωρήσει στην αξιοποίηση της τεχνολογίας για 'βιντεσκόπιση' πλανητών. Τα θέματα εικονοληψίας συμπεριλαμβάνουν τεχνικές για τη λήψη στο τηλεσκόπιο καθώς και για την επεξεργασία των εικόνων μέσω Η/Υ. Στις συναντήσεις πλέον γίνονται ζωντανές παρουσιάσεις (μέσω LCD-projector) γύρω από τις τεχνικές επεξεργασίας εικόνας. Επιπλέον, δύο μέλη εξειδικεύονται στη φωτογράφηση διαφόρων φαινομένων όπως είναι οι εκλείψεις και το ηλιακό ανάλημμα, οι οποίες έχουν δημοσιευθεί στο ξένο ειδικό τύπο καθώς και στα Ελληνικά μαζικά μέσα επικοινωνίας. Συγκεκριμένα στο πρώτο εξάμηνο του 2005 έγιναν 8 δημοσιεύσεις σε Ελληνικό και ξένο τύπο.
- Το 2005 είχαμε τις πρώτες εκλαϊκευτικές δραστηριότητες με συμμετοχή στα Κυριακάτικα Πρωινά στο Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών με 830 επισκέπτες και στις 'Γιορτές Πάρνωνα' με 1800 επισκέπτες σε διάρκεια 3 ημερών. Μερικά μέλη που ασχολούνται με την εκλαϊκευση έχουν σπουδάσει φυσική και παιδαγωγική.

Η κυριότερη όμως δραστηριότητα για το 2005 είναι η διοργάνωση του 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου Ερασιτεχνικής Αστρονομίας. Η διοργάνωση του συνεδρίου έγινε με τη συμβολή των μελών του Δ.Σ., των χορηγών, καθώς και πολλών εθελοντών απο τα μέλη της ένωσης.

Σήμερα υπάρχουν 148 ενεργά μέλη, και ένα εννεαμελές Δ.Σ. που απαρτίζεται από τους εξής :
Χάρη Καμπάνη (Πρόεδρο),
Άρη Μυλωνά (Αντιπρόεδρο),
Γιάννη Γιάγκο (Γεν. Γραμματέα),
Άγγελο Κιοσκλή (Ταμία),
Μάρθα Παπαδοπούλου (Ειδ. Γραμματέα),
Βαγγέλη Τσάμη (Ειδ. Γραμματέα),
Στέλιο Κλειδή (Μέλος),
Νίκο Κουλούρη (Μέλος),

Νίκο Τσιμπούλη (Μέλος).
Η Ένωση καλωσορίζει όλους όσους θέλουν να ασχοληθούν με τις διάφορες δραστηριότητες της ερασιτεχνικής αστρονομίας και θα είναι χαρά μας να επικοινωνήσετε μαζί μας. Για οποιαδήποτε πληροφορία μπορείτε να επισκεφθείτε την ιστοσελίδα μας http://www.astronomia.org.gr ή να επικοινωνήσετε με τον Χάρη Καμπάνη στα τηλέφωνα: 6937038349, 210-9884345, email: kharry@kor.forthnet.gr ή με τον Άρη Μυλωνά στα τηλέφωνα: 210 2625358 & 6944 741574.

Με εκτίμηση,
Χάρης Καμπάνης
Πρόεδρος Ελληνικής Αστρονομικής Ένωσης

Σύλλογος Ερασιτεχνικής Αστρονομίας
Hellenic Amateur Astronomy Association
www.hellas-astro.gr , info@hellas-astro.gr
τηλ: 6973689275, 6945335808

Η διαμόρφωση του όρου Ερασιτέχνης Αστρονόμος παγκοσμίως αφορά μη έμμισθους αστρονόμους, οι οποίοι ασχολούνται με την παρατήρηση των ουρανίων φαινομένων με όλη την κλίμακα οργάνων, από γυμνό οφθαλμό έως και τηλεσκόπια υψηλής ακρίβειας, με κίνητρο την αγάπη τους για την αστρονομία. Επιπρόσθετα, υπάρχουν πολλοί ερασιτέχνες αστρονόμοι που βάσει επιστημονικής μεθοδολογίας συλλέγουν χρήσιμα επιστημονικά στοιχεία και εκπονούν εργασίες σε επιλεγμένα παρατηρησιακά αντικείμενα με άμεση επικοινωνία με επαγγελματίες.

Με βάση τον παραπάνω ορισμό στην Ελλάδα δεν υπήρχε όργανο που να καλύπτει θεσμικά τους ανθρώπους που ασχολούνται ή θέλουν να ασχοληθούν με τον επιπρόσθετο αυτό τρόπο. Ξεκινώντας από την ανάγκη αυτή ιδρύθηκε ο Σύλλογος Ερασιτεχνικής Αστρονομίας (ΣΕΑ) φιλοδοξώντας να αποτελέσει τον πυρήνα αυτών των δραστηριοτήτων. Φυσικά, ο ΣΕΑ δεν λειτουργεί με τρόπο ανταγωνιστικό αλλά σαν συμπλήρωμα στο οικοδόμημα που έχουν ήδη χτίσει έμπειροι και πετυχημένοι αστρονομικοί σύλλογοι στην Ελλάδα. Αντίθετα, είναι όχι μόνο επιθυμητή αλλά και αναγκαία η συνεργασία με άλλους συλλόγους, τόσο του εσωτερικού βέβαια όσο και του εξωτερικού.

Συγκεκριμένα η κατεύθυνσή μας, όπως αναφέρεται και καταστατικό ίδρυσης του ΣΕΑ, είναι:

1. Η συστηματική μελέτη και προαγωγή της παρατηρησιακής ερασιτεχνικής αστρονομίας στην Ελλάδα καθώς και η συμβολή στην κατανόηση και προσέγγιση από το κοινωνικό σύνολο των αστρονομικών φαινομένων, στα πλαίσια που ευρύτερα υπαγορεύονται από την επιστήμη της Αστρονομίας.
2. Την ανάπτυξη και διάδοση στην Ελλάδα της παρατηρησιακής ερασιτεχνικής αστρονομίας και των μεθόδων λειτουργίας αυτής, εντός των προαναφερομένων πλαισίων.
3. Το συντονισμό και την πραγματοποίηση αστρονομικών παρατηρήσεων και την συνακόλουθη αρχειοθέτηση, αξιολόγηση και ανάλυση αυτών με δυνατότητα δημοσίευσή τους.
4. Την διάθεση των εξαγώγιμων παρατηρήσεων και συντασσόμενων μελετών σε αστρονόμους, εκπαιδευτικούς και φοιτητές / μαθητές.

Συμπληρώνοντας σχεδόν δύο χρόνια ζωής είμαστε σε θέση να αποδείξουμε με το έργο μας ότι είμαστε συνεπείς στους παραπάνω σκοπούς, χωρίς βέβαια να σημαίνει ότι επαναπαυόμαστε σε αυτό. Η προσπάθεια των μελών μας μπορεί να γίνει άμεσα φανερή μέσα από το υλικό που δημοσιεύεται τόσο στο διαδίκτυο (www.

hellas-astro.gr) όσο και στο περιοδικό του ΣΕΑ Παρατηρησιακή Αστρονομία (το πρώτο τεύχος βρίσκεται στην διαδικασία του τυπώματος). Επίσης, είναι φανερή μέσα από παρατηρήσεις και άρθρα που παρουσιάζονται στο κοινό (συνέδρια, ομιλίες) και αποστέλλονται σε διεθνείς οργανισμούς (British Astronomical Association, International Meteor Organization, American Association of Variable Star Observers, Association of Lunar and Planetary Observers). Ταυτόχρονα, η δραστηριοποίηση του ΣΕΑ γίνεται και έμμεσα αντιληπτή μέσα από τις προσωπικές επαφές που υπάρχουν με άλλους ενδιαφερόμενους.

Στον ΣΕΑ μπορεί να δραστηριοποιηθεί ο οποιοσδήποτε αρκεί να τον ενδιαφέρει προφανώς η ερασιτεχνική αστρονομία. Ο τρόπος με τον οποίο θέλει να ασχοληθεί είναι αυτός που αισθάνεται ο ενδιαφερόμενος και δεν επιβάλλεται κάτι συγκεκριμένο. Ωστόσο, για όσους θελήσουν να προχωρήσουν σε πιο συστηματικές παρατηρήσεις και με συγκεκριμένους στόχους πρέπει να υπάρχει ένας προσανατολισμός. Ο ΣΕΑ μπορεί να προσφέρει τον προσανατολισμό αυτό με την κατάλληλη υποδομή που διαθέτει. Μέσα από θεσμικά κατοχυρωμένες ομάδες πραγματοποιείται η οργάνωση και η διεξαγωγή των παρατηρήσεων, η συγκέντρωση και η επεξεργασία των δεδομένων, η παροχή πληροφοριών και η ανταλλαγή απόψεων μεταξύ των ενδιαφερόμενων.

Τα παραπάνω δεν θα πρέπει σε καμία περίπτωση να φοβίζουν κάποιον ενδιαφερόμενο. Ο ΣΕΑ δεν έχει κριτήρια επιλογής για την είσοδο των μελών στον σύλλογο και βέβαια δεν έχει συγκεκριμένες απαιτήσεις για το βαθμό που ασχολείται κανείς. Ούτως ή άλλως κανένας δεν γεννιέται έμπειρος ερασιτέχνης αστρονόμος αλλά μαθαίνει στην πορεία.

Όμιλος Φίλων Αστρονομίας
Διεύθυνση: Αλεξανδρείας 113, 546 46, Θεσσαλονίκη
Τηλέφωνο & Fax: 2310-423133
ofa@ofa.gr www.ofa.gr
Έτος ιδρύσεως: 1997

Σκοπός και δραστηριότητες:

Ο Όμιλος Φίλων Αστρονομίας ιδρύθηκε τον Νοέμβριο του 1997 με σκοπό να φέρει κοντά όλους όσους κοιτούν ψηλά, θαυμάζοντας το μεγαλείο του σύμπαντος που μας περιβάλει και να βοηθήσει στην διάδοση της επιστήμης της αστρονομίας και της διαστημικής στη χώρα μας. Φιλοδοξία μας είναι να διευρύνουμε τις γνώσεις μας τόσο γενικά, όσο και επιλεκτικά στους τομείς που ενδιαφέρεται ο καθένας μας, αλλά κυρίως να βοηθήσουμε όσους ενδιαφέρονται για την αστρονομία, στα πρώτα τους βήματα.

Σήμερα, οκτώ χρόνια μετά την ίδρυση του αριθμεί πάνω από 350 μέλη. Στον Όμιλο συμμετέχουν άνθρωποι όλων των επαγγελμάτων όπως καθηγητές πανεπιστημίου, εκπαιδευτικοί, δάσκαλοι, φοιτητές, δικηγόροι, τραπεζικοί, εργαζόμενοι. Ο Όμιλος Φίλων Αστρονομίας είναι ένα μη κερδοσκοπικό σωματείο και όλα τα έξοδα που απαιτούνται για την λειτουργία του προέρχονται αποκλειστικά στις ετήσιες συνδρομές των μελών του. Μέλος μπορεί να γίνει ο καθένας άσχετα με το επίπεδο των γνώσεων του ή με τον εξοπλισμό που διαθέτει και να έρθει σε επαφή με ανθρώπους που μοιράζονται την ίδια αγάπη με αυτόν για το μεγαλείο του κόσμου που μας περιβάλει.

Μέλος μπορεί να γίνει οποιοσδήποτε ενδιαφέρεται, εφόσον γίνει δεκτή η αίτηση εγγραφής του από το Διοικητικό Συμβούλιο και εφόσον είναι οικονομικά τακτοποιημένος. Τα μέλη μπορούν να παρακολουθούν τις περιοδικές εκδηλώσεις του Ομίλου και να επισκέπτονται τα γραφεία μας κάθε Δευτέρα, Τετάρτη και Παρασκευή απόγευμα, αλλά και να μετέχουν πιο ενεργά σε όποια δραστηριότητα του Ομίλου νομίζουν ότι μπορούν και θέλουν να προσφέρουν.

Τα μέλη μας ασχολούνται μεταξύ άλλων με τη μελέτη της ιστορίας της αστρονομίας, τη συγγραφή άρθρων και βιβλίων, την κατασκευή χαρτών, τη συλλογή CD-ROM με αστρονομικά προγράμματα, την οργάνωση ομιλιών, σεμιναρίων και μαθημάτων στον χώρο μας, σε σχολεία και άλλα ιδρύματα.

Ο Όμιλος Φίλων Αστρονομίας οργανώνει εκδρομές στο εξωτερικό (όπως π.χ. στη Βουλγαρία για την παρατήρηση της ολικής έκλειψης Ηλίου το 1999) και στο εσωτερικό (Πήλιο, Θάσος, Αηδονοχώρι, Σαμαρίνα, Σιάτιστα), με αστρονομικά «happenings". Περιοδικά γίνονται συνεστιάσεις προς σύσφιξη των σχέσεων των μελών του Ομίλου.

Επιπλέον, κάποια από τα μέλη είναι επιφορτισμένα με την έγκυρη και έγκαιρη ενημέρωση των πολιτών για διάφορα αστρονομικά φαινόμενα, με ομιλίες, συνεντεύξεις αστρονομικού περιεχομένου σε εφημερίδες, ραδιόφωνα, περιοδικά και τηλεόραση. Επίσης, με τη συλλογή αστρονομικών φωτογραφιών και slides,

με την οργάνωση της βιβλιοθήκης, την αποδελτίωση σχετικών άρθρων από εφημερίδες και περιοδικά, την οργάνωση εκδηλώσεων παρατήρησης για το κοινό της πόλης (αστροπάρτυ), την παρατήρηση εκλείψεων, την οργάνωση εκθέσεων φωτογραφίας και αστρονομικών οργάνων, καθώς και με οργανωμένες αστρονομικές παρατηρήσεις, μία εκ των οποίων γίνεται στη Χαλκιδική κάθε Αύγουστο με προσέλευση άνω των 700 ατόμων.
Το ενημερωτικό τεύχος μας είναι τριμηνιαίο (40ο 37').

Άλλες χρήσιμες πληροφορίες:

- Στα γραφεία του Ομίλου μας λειτουργεί ειδικά εξοπλισμένη Αίθουσα σεμιναρίων, χωρητικότητας 20-22 ατόμων. Εκεί κάθε Σάββατο (εκτός του καλοκαιριού), γίνονται παρουσιάσεις από τα μέλη μας αλλά και διακεκριμένους ερευνητές, με μια ευρεία γκάμα θεμάτων θεωρητικής αλλά και πρακτικής φύσης (χρήση τηλεσκοπίων, ουρανογραφία, αστρονομικές ανακαλύψεις κ.ά.).

  Από τη φετινή χρονιά, ο Όμιλος μας συνεργάζεται και με τη ΧΑΝΘ, όπου γίνεται ένας κύκλος σεμιναρίων για αρχάριους.

- Εκτός από τα μαθήματα, περιοδικά τα γραφεία μας φιλοξενούν εκθέσεις με διάφορα θέματα, όπως αστρονομικές φωτογραφίες, αστρονομικές κατασκευές, γήινα και εξωγήινα πετρώματα και πολλά άλλα.

- Στα πλαίσια του Ομίλου ενεργοποιείται η Ομάδα παρατήρησης, στην οποία συμμετέχουν πολλά μέλη εφοδιασμένα με κατάλληλο αστρονομικό εξοπλισμό, που εκδράμουν τακτικά για τις παρατηρήσεις τους, συνήθως στο όρος Πάϊκο αλλά και σε άλλα μέρη με σκοτεινό ουρανό.

  Τα μέλη της Ομάδας Παρατήρησης φέρνουν τα τηλεσκόπια τους και μέσα στην πόλη, όποτε χρειαστεί να υποστηρίξουν κάποια εκδήλωση του Ομίλου για το κοινό της πόλης μας ή όπου αλλού τους ζητηθεί από τους τοπικούς φορείς. Έτσι, ο Όμιλος συμμετείχε σε τέτοιες εκδηλώσεις στη Σιάτιστα, στη Χαλκιδική, στον Άγιο Αντώνιο, στη Χρυσαυγή Βοίου κ.ά.

  Για να μπορέσει κάποιος ενδιαφερόμενος να ακολουθήσει την ομάδα παρατήρησης σε κάποια εξόρμηση της, απαραίτητο είναι να παρευρεθεί πρώτα σε κάποια συνάντηση ενημέρωσης. Στη συνάντηση αυτή θα έχει την ευκαιρία να ενημερωθεί πρώτα για τον κανονισμό λειτουργίας της ομάδας και δεύτερον να ενημερωθεί ειδικά με την επικείμενη εξόρμηση. Ακόμη, στη συνάντηση αυτή η ομάδα παρατήρησης θα έχει την ευκαιρία να γνωρίσει τον ενδιαφερόμενο και να τον συμπεριλάβει στη λίστα συμμετεχόντων στην εξόρμηση.

- Η Ομάδα Έρευνας για υπερκαινοφανείς αστέρες είναι η τελευταία και πλέον εντυπωσιακή δραστηριοποίηση των μελών της Ομάδας παρατήρησης. Με εξοπλισμό υψηλής τεχνολογίας και πολλές αυτοματοποιήσεις, που

είναι προσωπική δουλειά των μελών που συμμετέχουν στην ομάδα, όποτε ο καιρός της πόλης μας το επιτρέπει, τα ειδικά εξοπλισμένα με CCD κάμερες τηλεσκόπια «σαρώνουν» τον ουρανό και φωτογραφίζουν κάθε νύχτα εκατοντάδες αμυδρούς γαλαξίες στον ουρανό. Τα μέλη στη συνέχεια επωμίζονται την επίπονη εργασία της προσεκτικής μελέτης των εκατοντάδων φωτογραφιών με μια ειδική τεχνική ("blink"), ψάχνοντας για τα ελάχιστα εκείνα φωτόνια που έχοντας διασχίσει τις αχανείς εκτάσεις του Σύμπαντος, θα φέρουν μέχρι τη Γη μας την είδηση του βίαιου θανάτου ενός μακρινού αστεριού. Τα μέλη της ομάδας συνεχώς αυξάνονται, ο εξοπλισμός τελειοποιείται, και με τον ενθουσιασμό και την αφοσίωση των μελών της ομάδας, η ανακάλυψη ενός Supernova είναι, πιστεύουμε, απλά θέμα χρόνου...

- Ο Όμιλος μας διοργάνωσε με επιτυχία το 3ο Πανελλήνιο συνέδριο Ερασιτεχνικής Αστρονομίας στη Χαλκιδική, το 2003 και στο οποίο συμμετείχαν περισσότεροι από 200 σύνεδροι, ενώ κατά γενική ομολογία, το επίπεδο των παρουσιάσεων ήταν πολύ υψηλό.
- Τέλος, ο Όμιλος Φίλων Αστρονομίας, έχει δώσει (και θα εξακολουθήσει στο μέλλον) το παρόν σε όλα τα μεγάλα αστρονομικά φαινόμενα, όπως η Ολική έκλειψη Ηλίου το 1999 (εκδρομή στη Βουλγαρία), η διάβαση της Αφροδίτης το 2004 (με δύο ομάδες παρατηρητών στο αστεροσκοπείο του ΑΠΘ και στο νέο υπερσύγχρονο ψηφιακό πλανητάριο που λειτουργεί από πέρσι στη Θέρμη της Θεσσαλονίκης) και όποτε άλλοτε υπάρχει έντονη ... δραστηριότητα εκεί ψηλά!

Επόμενο μας ραντεβού: το Μάρτιο του 2006, για την παρατήρηση μιας ακόμα ολικής έκλειψης Ηλίου!

Πρόεδρος: Μωραΐτης Παύλος
Αντιπρόεδρος: Βούλγαρης Αριστείδης
Γ. Γραμματέας: Μποκοβός Γιώργος
Ταμίας: Δανιηλίδου Σωτηρία
Μέλη: Παπαντίνας Αχιλλέας, Μάττας Θόδωρος, Τσελεπή Μαρία.
Τίτλος Ενημερωτικού Τεύχους: «40ο 37΄» - Τριμηνιαίο
Αριθμός Μελών: 365

ΣΥΛΛΟΓΟΣ ΕΡΑΣΙΤΕΧΝΙΚΗΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ ΘΡΑΚΗΣ (Σ.Ε.Α.Θ.)
Ιωάννη Μπέτσου 5 - ΤΚ. 68100 - Αλεξανδρούπολη
www.astrothraki.gr
Τηλ.25510-39530

Αξιότιμοι σύνεδροι,
εκ μέρους του Συλλόγου Ερασιτεχνικής Αστρονομίας Θράκης (Σ.Ε.Α.Θ.) σας αποστέλλουμε θερμό χαιρετισμό και ευχόμαστε πάντα επιτυχίες στους σύνεδρους και στους συλλόγους ερασιτεχνικής αστρονομίας στην Ελλάδα. Συγχαρητήρια στην προσπάθεια της Ελληνικής Αστρονομικής Ένωσης που διοργανώνει το 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ερασιτεχνικής Αστρονομίας.
Από το βήμα αυτό, θέλω να απευθύνω ένα μεγάλο ευχαριστώ, σε ΟΛΟΥΣ όσους βοήθησαν στην δημιουργία και μετέπειτα λειτουργία του Συλλόγου μας. Αρκετοί είναι παρόντες εδώ σαν σύνεδροι.
Ο ΣΕΑΘ δημιουργήθηκε, από την αγάπη των ιδρυτικών μελών του, για την αστρονομία & παρατήρηση ουράνιου θόλου στην περιοχή της Θράκης. Συνεχίζει τις προσπάθειές του με τα μέλη που μας πλαισίωσαν. Είμαστε 58 τακτικά μέλη (σε Αλεξανδρούπολη, Ορεστιάδα, Διδυμότειχο, Κομοτηνή και Ξάνθη) και ένα επίτιμο μέλος. Οκτώ από τα μέλη του Σ.Ε.Α.Θ. είναι εδώ.
Οι ενέργειες και δράσεις μας από τον Μάιο του 2004 είναι οι εξής :

Α) μηνιαίο Ενημερωτικό Δελτίο αποστέλλεται (ηλεκτρονικά ή ταχυδρομικά, 6-8 σελίδες) στα μέλη του αλλά και σε ενδιαφερόμενους φορείς τοπικά ΜΜΕ και ερασιτέχνες στην Ελλάδα.

Β) βιβλιοθήκες του συλλόγου στις πόλεις της Αλεξανδρούπολης, Ορεστιάδας, Κομοτηνής και ευχόμαστε αργότερα και της Ξάνθης.

Γ) έχουν οργανωθεί :

1) τέσσερις εκδηλώσεις-παρατηρήσεις σε δημόσιους χώρους για το κοινό της περιοχής σε συνεργασία με τοπικούς φορείς
2) τέσσερις εκδηλώσεις-παρατηρήσεις σε σχολεία της περιοχής.
3) εννέα επίσημες παρατηρήσεις για τα μέλη και άλλες πολλές παρατηρήσεις, συναντήσεις, συζητήσεις ενημερώσεις των μελών
4) τέσσερις ομιλίες με θέματα αστρονομικού ενδιαφέροντος για τα μέλη.
5) μία εκδρομή και μια συνεστίαση γνωριμίας για τα μέλη.

Δ) ιστοσελίδα (www.astrothraki.gr) την οποία εμπλουτίζουμε συνεχώς.

Ε) αυτοματοποιημένο σύστημα στην αποστολή ηλεκτρονικού ταχυδρομείου για τα μέλη (το 75% των μελών) για την γρήγορη και καθημερινή ενημέρωση.

ΣΤ) διαθέτουμε 2 τηλεσκόπια για λογαριασμό των μελών, που πλαισιώνουν τον προσωπικό εξοπλισμό μας (18 τηλεσκόπια από 4" – 16")

Η) χώρο εγκατάστασης του συλλόγου, θα έχουμε αρχικά στην Κομοτηνή (πιθανώς από το Δεκέμβριο του 2005) και ευχόμαστε αργότερα και στην Αλεξανδρούπολη και Ορεστιάδα.

Θ) Προσπαθούμε να έρθουμε σε επαφή για πιθανή μελλοντική συνεργασία με τις γείτονες χώρες (αρχικά με τη Βουλγαρία) και να προωθήσουμε τους στόχους του καταστατικού του Σ.Ε.Α.Θ.

Οι σκέψεις, ανησυχίες και προσδοκίες μας είναι αρκετές και ευχόμαστε να τις πετύχουμε.

Με τιμή
Πρασόπουλος Δημήτριος
Πρόεδρος Συλλόγου Ερασιτεχνικής Αστρονομίας Θράκης (ΣΕΑΘ)
Πτυχιούχος Φυσικού Τμήματος Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
ΥΓ. Χαιρετισμό σας απευθύνουν :
Διοικητικό Συμβούλιο: Πρασόπουλος Δημήτριος (Πρόεδρος), Κανταρίδης Χάρης (Αντιπρόεδρος)
Δελίδου Ελένη (Γενικός Γραμματέας), Χατζούδης Ιωάννης (Ταμίας), Γρηγοριάδης Στάθης (Μέλος
ΔΣ) ,Βλασίου Ανδρέας (Μέλος ΔΣ), Γαλάνης Νικόλαος (Μέλος ΔΣ)
Ελεγκτική Επιτροπή: Βενέτης Απόστολος (Προϊστάμενος ΕΕ),Μερκούρης Δημήτριος (Μέλος ΕΕ)
Βλισίδης Αναστάσιος (Μέλος ΕΕ)
και όλα τα μέλη του Σ.Ε.Α.Θ., με αμέριστη εκτίμηση από την ακριτική Θράκη



ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΚΕΡΚΥΡΑΣ

Σύντομο ιστορικό

Το έτος 1924 ο Γάλλος Felix Chemla LAMECH γοητευμένος από τη φύση και τον καταγάλανο ουρανό της Κέρκυρας, κατασκευάζει στο λόφο του Κογεβίνα 1 χιλιόμετρο από την πόλη της Κέρκυρας Αστεροσκοπείο ,που σταδιακά διέθετε α)μεσημβρινή διόπτρα 110 mm στεγασμένη με θόλο 2.5 m,
β) ισημερινό διοπτρικό τηλεσκόπιο 160 mm με όλα τα εξαρτήματά του στεγασμένο με θόλο διαμέτρου 4.5 m, γ) δύο διόπτρες των 61 και 81 mm που χρησιμοποιούταν για εκπαιδευτικούς σκοπούς δ) μετεωρολογικό κλωβό και ε) φασματοσκόπιο. Τα κτίρια του αστεροσκοπείου δε σώζονται πλέον αφού ο πόλεμος και οι βομβαρδισμοί της Κέρκυρας σχεδόν το κατέστρεψαν.
Στις 13 Φεβρουαρίου 1927 ιδρύθηκε η «Αστρονομική Εταιρεία της Ελλάδος» εν Κερκύρα μοναδική στην Ελλάδα που η πλούσια πολιτιστική και επιστημονική της δράση, έκαμε τη Κέρκυρα γνωστή παντού. Αριθμούσε περί τα 800 μέλη απ' όλο τον κόσμο. Εκδίδει το 1927 το δελτίο «Ουρανία» στα Ελληνικά-Γαλλικά και ενίοτε Γερμανικά και Αγγλικά, κατά τα πρότυπα του αντίστοιχου Γαλλικού δελτίου «L'ASTRONOMIE» που για την εποχή εκείνη ήταν πραγματικός άθλος. Η «Ουρανία» (από το όνομα της προστάτιδας Μούσας της Αστρονομίας) εκδιδόταν ανελλιπώς μέχρι το 1940 σε 54 συνολικά τεύχη και υπήρχε ανταλλαγή δημοσιευμάτων με αντίστοιχα δελτία που εκδίδονταν στο εξωτερικό.
Το έργο της Εταιρείας αναγνωρίστηκε επίσημα από την Πολιτεία με την βράβευσή της από την Ακαδημία Αθηνών το 1932 «...δια την συμβολήν αυτής εις την προαγωγήν και διάδοσιν της Επιστήμης εν Ελλάδι...» και τέθηκε υπό την προστασία του τότε διαδόχου. Το 1936 ο Αστρονόμος Πλακίδης πρότεινε τη μεταφορά της έδρας της Εταιρείας στην Αθήνα, που απορρίφτηκε από τη γενική συνέλευση. Ο Δήμος Κερκυραίων τιμώντας την προσφορά της έδωσε το 1999 στους δρόμους του υψώματος που λειτούργησε το Αστεροσκοπείο τα ονόματα «ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟΥ», «FELIX LAMECH» και των προέδρων της Εταιρείας «ΑΧΙΛΛΕΑ ΦΡΕΙΔΕΡΙΚΟΥ» και «ΣΠΥΡΟΥ ΒΟΥΤΣΙΝΑ». Παλαιότερα μια οδός στο κέντρο της πόλης ονομάστηκε οδός "ΙΩΑΝΝΗ ΦΩΚΑ" τιμώντας τον Κερκυραίο Αστρονόμο, γνωστό και σαν "Αρειολόγο" για τις εργασίες του για τον πλανήτη Άρη. Τέλος το έργο της αναγνωρίστηκε και διεθνώς, αφού ένας κρατήρας της Σελήνης φέρει το όνομα του Felix LAMECH και δύο κρατήρες ένας στον Άρη και ένας στη Σελήνη φέρει το όνομα του Ιωάννη Φωκά.
Η αξιολόγηση, η προσφορά και το έργο της Αστρονομικής Εταιρείας της Ελλάδος

είναι δύσκολο να εκτιμηθούν. Αν και ερασιτεχνικό σωματείο, συσπείρωσε γύρω της ένα μεγάλο μέρος του Ελληνικού Επιστημονικού δυναμικού και συνεργάστηκε με πολλούς ξένους επιστήμονες. Το μεγάλο έργο του LAMECH, *η χαρτογράφηση της Σελήνης* από το Αστεροσκοπείο της Κέρκυρας, ήταν πρωτοποριακό για την εποχή του. Ο χάρτης αυτός συμπληρώθηκε σταδιακά από το LAMECH με παρατηρήσεις στο Αστεροσκοπείο του Haute Garonne της Τουλούζης και μεγάλο μέρος του δημοσιεύτηκε στη Γαλλία το 1934 από τον εκδοτικό οίκο Gazzele. Από τις σελίδες της «Ουρανίας» εκλαϊκεύτηκαν πολλές επιστημονικές γνώσεις της εποχής και υπερνικώντας δυσκολίες επικοινωνίας που και σήμερα φαίνονται τεράστιες, κατόρθωσε να δημιουργήσει ένα εκτεταμένο δίκτυο ανταποκριτών στην Ελλάδα και το Εξωτερικό.

Η επαναδραστηριοποίηση της Εταιρείας έγινε το 1996 και η επανέκδοση της «Ουρανίας» με 9 μέχρι σήμερα τεύχη ήταν ιστορική ανάγκη για τη Κέρκυρα.

Η Εταιρεία επιτελεί ενημερωτικό, εκπαιδευτικό και πολιτισμικό έργο, μέσω εβδομαδιαίων διαλέξεων για θέματα Αστρονομίας και Επιστήμης γενικότερα, τακτικών παρατηρήσεων του ουρανού με τηλεσκόπια για τους μαθητές και το κοινό της Κέρκυρας και πολλαπλών εκδηλώσεων με αφορμή τα εκάστοτε αστρονομικά φαινόμενα.

Συμμετείχε με εισηγήσεις σε τρία Πανελλήνια Συνέδρια Ερασιτεχνών Αστρονόμων, με αντικείμενο την διάδοση των Επιστημών και της Αστρονομίας. Συμμετείχε με εισηγήσεις στην 4η και 5η Ευρωπαϊκή Συνάντηση Ερασιτεχνών Αστρονόμων και Αστρονομικών Εταιρειών στη Νάντη της Γαλλίας αποσπώντας ειδικές τιμητικές διακρίσεις.

Τον Οκτώβρη του 2001 διοργάνωσε το 20 Πανελλήνιο Συνέδριο Ερασιτεχνών Αστρονόμων και Αστρονομικών Εταιρειών στην Κέρκυρα.

Το καλοκαίρι του 2002 το μέλος του Διοικητικού Συμβουλίου Σπύρος Γεωργαράς προσκλήθηκε και επισκέφθηκε τη N.A.S.A. ως εκπρόσωπος των καθηγητών Μέσης Εκπαίδευσης της Ελλάδας, για το συνολικό έργο του στην Εταιρεία που αφορούσε στην εκλαΐκευση και διάδοση της Αστρονομίας στην Κέρκυρα. Το καλοκαίρι του 2004 το μέλος μας Θεόδωρος Κοτινάς προσκλήθηκε στο διαστημικό κέντρο της NASA στη Σμύρνη επικεφαλής μαθητών από την Ελλάδα.

Το μέλος της εταιρείας μας Αναστασία Μεταλληνού προσκλήθηκε ως εκπρόσωπος της Ελλάδας σε σεμινάριο του E.S.O. (Νότιο Ευρωπαϊκό Αστεροσκοπείο της Χιλής) που έγινε στην Πράγα για τη διάβαση της Αφροδίτης από τον ήλιο στις 8 Ιουνίου 2004. Η εταιρεία μας ήταν συντονιστής των εκδηλώσεων που έγιναν σε όλη την Ελλάδα με αφορμή το σπάνιο αυτό αστρονομικό γεγονός.

Έκδωσε βιβλίο με την πρωτότυπη εργασία του μέλους της Μαθηματικού-Ερευνητή Γιώργου Ζούμπου με τίτλο «ΤΟ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ ΤΗΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ». Επανέκδωσε στα Γαλλικά και Ελληνικά το βιβλίο «LA NEBULEUSE M.42 ORIONIS» του ιδρυτή της Εταιρείας και του Αστεροσκοπείου και μετέπειτα μέλους της Αστρονομικής Εταιρείας της Γαλλίας Felix Chemla LAMECH.

Έκδωσε Επιπεδόσφαιρο 390,5 με εγχειρίδιο χρήσης του τωρινού προέδρου της Αριστοτέλη Κοτινά.

Πρώτος στόχος από την επανίδρυση της Εταιρείας το 1995, όπως φαίνεται και στο καταστατικό της, είναι η ανέγερση του ιστορικού αστεροσκοπείου της Κέρκυρας. Έτσι θυμίζουμε το παρελθόν, την πρωτοποριακή δράση και επιστημονική συνεισφορά της Εταιρείας στους νεώτερους.

Στα πλαίσια της σημερινής πραγματικότητας και των σημερινών πνευματικών προσανατολισμών, σχεδιάζουμε την κατασκευή ενός σύγχρονου ψηφιακού πλανηταρίου, το Κοσμόραμα Κέρκυρας, που θα είναι η τελευταία λέξη της τεχνολογίας και θα προσφέρει υψηλής ποιότητας και αισθητικής θέαμα και ακρόαμα ως σημερινή συνέχεια του ιστορικού Αστεροσκοπείου της Κέρκυρας. Η σχετική προμελέτη είναι ήδη έτοιμη.
Γνωρίζουμε ότι εκτός από τη φυσική ομορφιά και τον εξαίσιο ουρανό του νησιού μας, οι κάτοικοί του διαθέτουν υψηλό κοινωνικό επίπεδο, είναι μορφωτικά και διαισθητικά φιλοσοφημένοι και προικισμένοι με πλούσια και πηγαία αισθητική. Γνωρίζουμε ότι η αστρονομία προσφέρει στη σύγχρονη σκέψη την αποκάλυψη μιας ανώτερης πραγματικότητας και υλικό για ένα νέο πνευματικό ξεκίνημα.
Με αυτή την επίγνωση θα διευρύνουμε την παρέμβασή μας στα πολιτιστικά, εκπαιδευτικά, επιστημονικά δρώμενα της Κέρκυρας. για να ξεπεταχτούν μέσα από αυτή μας τη δραστηριότητα οι αυριανοί συνεχιστές του έργου μας . Για να διαμορφώσουμε συνειδήσεις ειρηνικές, μακριά από πολέμους και βομβαρδισμούς που καταστρέφουν ανθρώπινους πολιτισμούς. Για να μυήσουμε κυρίως τους νέους αλλά και όλους τους Κερκυραίους σ αυτή την πνευματική ανάταση που μας δίνει η μαγευτική θέα του έναστρου ουρανού. Γιατί οι άνθρωποι απ᾽ όπου γης τα ίδια άστρα βλέπουν στον ουρανό.

ΤΟ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ ΖΑΓΟΡΙΟΥ

Κ. Σακκάς, Χ. Καμπάνης, Ν. Ματσόπουλος

Στα τέλη του 2004, ιδρύθηκε ο μη κερδοσκοπικός οργανισμός με τίτλο «ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ ΖΑΓΟΡΙΟΥ», με έδρα το ΔΔ Φραγκάδων του Δήμου Τύμφης Ζαγορίου. Σκοπός του Αστεροσκοπείου είναι η διάδοση της Αστρονομίας, η δημιουργία Λαϊκού Αστεροσκοπείου στο Ζαγόρι και η εκτέλεση διάφορων αστρονομικών παρατηρήσεων .

Το Αστεροσκοπείο Ζαγορίου θα είναι ανοικτό για το κοινό σε συγκεκριμένες ημερομηνίες, ενώ παράλληλα θα διοργανώνει εκπαιδευτικά σεμινάρια για ερασιτέχνες αστρονόμους, μαθητές και φοιτητές, καθώς και εισαγωγικά σεμινάρια για το ευρύ κοινό. Επίσης, θα προβεί στην παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού.

Το διοικητικό συμβούλιο του Αστεροσκοπείου Ζαγορίου αποτελείται από τους τρεις ιδρυτές του - Ν. Ματσόπουλο, Κ. Σακκά, Χ. Καμπάνη - με πρόεδρο και διευθύνοντα σύμβουλο τον κ. Νίκο Ματσόπουλο, και δύο εκπροσώπους του Δήμου Τύμφης.

Οι εγκαταστάσεις του Αστεροσκοπείου περιλαμβάνουν ένα πετρόκτιστο κτίριο εμβαδού 90 τμ με αυλή εμβαδού 500 τμ στην κεντρική πλατεία του ΔΔ Φραγκάδων, όπου στεγάζεται μια πλήρως εξοπλισμένη αίθουσα διαλέξεων και παρουσιάσεων, υπολογιστικά συστήματα και βιβλιοθήκη, καθώς και μία έκταση 2000τμ σε υψόμετρο 960 μέτρων, όπου έχει αρχίσει η εγκατάσταση διαφόρων τηλεσκοπίων. Τα πρώτα τηλεσκόπια του αστεροσκοπείου είναι ένα Meade LX200 12 ιντσών, ένα Meade LX200 10 ιντσών, ένα ισημερινό Cassegrain 14 ιντσών, ένα computerized dobsonian 16 ιντσών, ένα αχρωματικό διοπτρικό 5 ιντσών, ένα νευτώνειο 8 ιντσών, ένα νευτώνειο 6 ιντσών και ένα ηλιακό τηλεσκόπιο 3 ιντσών. Υπάρχει βοηθητικός εξοπλισμός που αποτελείται από 5 φωτογραφικές μηχανές, τρεις CCD εικονολήπτες, ένα φωτοηλεκτρικό φωτόμετρο και δύο καταγραφικά. Παράλληλα, έχει εγκατασταθεί ένας πλήρης αυτογραφικός μετεωρολογικός σταθμός.

Η εγκατάσταση των τηλεσκοπίων αναμένεται να ολοκληρωθεί στα τέλη του 2005, και από την άνοιξη του 2006 το αστεροσκοπείο θα αρχίσει τη λειτουργία του.



Εικ1. Το κτίριο του Αστεροσκοπείου Ζαγορίου



Εικ2. Το τηλεσκόπιο Meade LX200 των 12 ιντσών



Εικ3. Η τοποθεσία όπου εγκαθίσταται το παρατηρητήριο του Αστεροσκοπίου Ζαγορίου.



ΩΡΙΩΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΑΤΡΑΣ
Τηλ: 2610996905
www.orionas.gr

Αγαπητοί μας φίλοι,

Αρχικά σας ευχόμαστε υγεία, ευτυχία και δημιουργικό το ακαδημαϊκό έτος 2005-2006. Είμαστε σίγουροι πως η Ερασιτεχνική Αστρονομία θα συνεχίσει να έχει επιτυχίες και θα αυξάνονται τόσο οι σύλλογοι όσο και τα μέλη τους.
Θα θέλαμε να σας ενημερώσουμε για τις δραστηριότητες του Ωρίωνα. Καταρχάς η σύνθεση του Δ.Σ. :

Πρόεδρος : Βασίλειος Ν. Ζαφειρόπουλος,
Αντιπρόεδρος : Γεώργιος Λυμπερόπουλος ,
Γραμματέας : Παναγιώτης Αντωνόπουλος,
Ταμίας : Χαράλαμπος Σταυλιώτης,
Μέλος : Νικόλαος Νικολουδάκης.

Φέτος το Σεπτέμβρη συμπληρώνουμε σχεδόν πέντε χρόνια ύπαρξης. Πιστεύουμε πως ο Ωρίωνας έχει καθιερωθεί πλέον στην τοπική κοινωνία. Οι δραστηριότητες μας είναι ευρύτερα γνωστές, κάτι που μας κάνει ιδιαίτερα υπερήφανους, αλλά παράλληλα μεγαλώνει και τις ευθύνες μας. Αγωνιζόμαστε για την διάδοση της Αστρονομίας και είμαστε διατεθειμένοι να συνεχίσουμε με το ίδιο πάθος για την προώθησή της.
Ένας περιληπτικός απολογισμός της διετίας που μας πέρασε περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

1. Εβδομαδιαίες διαλέξεις. Ανελλιπώς, κάθε Τρίτη στις 8 μ.μ. στο χώρο του Εργαστηρίου Αστρονομίας, γίνονταν διαλέξεις γύρω από αστρονομικά, αλλά και ευρύτερα επιστημονικά θέματα.
2. Παρατηρήσεις. Μετά το πέρας των διαλέξεων και όταν το επέτρεπε ο καιρός, γινόταν παρατήρηση ουρανίων αντικειμένων με τη βοήθεια τηλεσκοπίων. Πραγματοποιήθηκαν εξορμήσεις σε εξοχική τοποθεσία κοντά στο χωριό Πλατάνι, όπου έγινε επισταμένη παρατήρηση του ουρανού, μακριά από τα φώτα της πόλης.
3. Εκδρομές. Οργανώθηκαν εκδρομές στο Αστεροσκοπείο Πεντέλης και στο ανακαινισμένο Ευγενίδειο Πλανητάριο Αθηνών.

4. Παρατηρησιακή Ομάδα. Έχει κύριο αντικείμενο την ενασχόληση με την αστροφωτογράφιση των μελών του ηλιακού μας συστήματος. Υπάρχει ήδη ένα μικρό φωτογραφικό αρχείο από μέλη του Ωρίωνα.

5. Βιβλιοθήκη. Υπάρχει μικρή βιβλιοθήκη με 360 τεύχη αστρονομικών περιοδικών καθώς και βιβλίων, δωρεά του μέλους της Εταιρείας μας κ. Γεωργίου Λυμπερόπουλου.

6. Ιστοσελίδα. Έχουμε στο διαδίκτυο την ιστοσελίδα www.orionas.gr, όπου δημοσιεύονται πληροφορίες γύρω από τον Ωρίωνα. Την επιμέλεια έχει το μέλος της Εταιρείας μας κ. Παναγιώτης Παναγιώτου.

7. Εκδόσεις. Δημοσιεύτηκαν τα Αστρονομικά Ημερολόγια για τα έτη 2003, 2004 και 2005 με την επιμέλεια των κ.κ. Βασιλείου Ζαφειρόπουλου και Χαράλαμπου Σταυλιώτη, ενώ ετοιμάζεται το Αστρονομικό Ημερολόγιο για το 2006.

8. Συνέδρια. Οργανώσαμε ημερίδα στο Συνεδριακό κέντρο του Πανεπιστημίου Πατρών με θέμα «Αστροφωτογραφία-Μικροφωτογραφία», με την εντυπωσιακή συμμετοχή 300 ατόμων, (Απρίλιος 2004).

9. Μέλη μας συμμετέχουν ενεργά σε Αστρονομικά Συνέδρια και σχετικές Ερασιτεχνικές συναντήσεις (Πάρνωνας 2004-2005). Επίσης τρία μέλη μας επισκέφθηκαν το Αστεροσκοπείο του Cambridge, Northumberland (Απρίλιος 2005).

Σε αυτό το σημείο, κλείνοντας τον απολογισμό της διετίας 2004-2005, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους όσους μας βοήθησαν, τα μέλη και τους φίλους της Εταιρείας μας, καθώς επίσης και τις διάφορες Αστρονομικές Εταιρείες της Ελλάδος με τις οποίες είχαμε την τιμή να συνεργαστούμε. Χωρίς τη συνδρομή όλων αυτών, ο Ωρίωνας δεν θα ήταν αυτός που είναι σήμερα. Πρέπει όλοι να συνεχίσουμε την προσπάθεια για την πρόοδο και την ανάπτυξή της θαυμάσιας επιστήμης της Αστρονομίας που όλοι αγαπάμε.

Με τιμή
Ο Πρόεδρος
Ο Γραμματέας

Κατάλογος συλλόγων

Ερασιτεχνικοί Σύλλογοι και Οργανώσεις

ΑΓΡΙΝΙΟ: Αστρονομική και Αστροφυσική Εταιρεία Δυτικής Ελλάδας
(Πρόεδρος: Ε. Παπαναστασίου),
Σαλάκου 2, Τ.Κ. 301 00, τηλ. 2641024.243

ΑΘΗΝΑ: Ελληνική Αστρονομική Ένωση,
(πρόεδρος Χ. Καμπάνης),
τηλ. 210 9884345 Email: kharry@kor.forthnet.gr
http://www.astronomia.org.gr
eae@astronomia.org.gr

ΑΘΗΝΑ: Σύλλογος Ερασιτεχνικής Αστρονομίας
(πρόεδρος: Ι. Στέλλας)
Σολομωνίδου 1, Καισαριανή
16121 Αθήνα
http://www.hellas-astro.gr/

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ: Σύλλογος Ερααιτεχνικής Αστρονομίας θράκης (πρόεδρος: Δ. Πρασόπουλος)
Ι. Μπέτσου 5, Τ.Κ. 68.100, τηλ. 2551039.530.
http://www.astrothraki.gr/

ΒΟΛΟΣ: Εταιρεία Αστρονομίας και Διαστήματος,
(πρόεδρος: Κ. Μαυρομμάτης)
Κύπρου 48, Τ.Κ. 382 21, τηλ. 24210 46.253, 51.061
http://www.astronomos.gr/

ΔΟΔΕΚΑΝΝΗΣΑ - ΚΑΣΟΣ: Εταιρεία Αστρονομίας και Διαστήματος-Παράρτημα
(πρόεδρος Ν. Ξενάκης) θΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ: Αστεροσκοπείο

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ: Όμιλος Φίλων της Αστρονομίας
(πρόεδρος: Π. Μωραίτης),
Αλεξανδρείας 113,
Τ.Κ. 546 46, τηλ. 2310423.133
http://www.ofa.gr/

ΚΑΣΤΟΡΙΑ: Σύλλογας Αστρον. Παρατηρήσεων
(πρόεδρος: Δ. Τάτσης)
Αγ. Αναργύρων 18, Τ.Κ. 521.00

ΚΑΤΕΡΙΝΗ: Εταιρεία Αστρονομίας και Διαστήματος Παράρτημα
(πρόεδρος: Θ. Μπίσμπας),
Πλατεία Ελευθερίας 11 - Τ.Κ. 601 00, τηλ. 2351 Ο 32691

ΚΕΡΚΥΡΑ: Αστρονομική Εταιρία Κέρκυρας
(πρόεδρος: Α. Κοτινάς)
Δημοτικό θέατρο (20ς όροφος), Τ.Κ. 491.00, τηλ. 26610 38278, 22223, 32450
http://www.geocities.com/astrocorfu/

ΛΑΡΙΣΑ: Όμιλος Φίλων της Αστρονομίας & του Αστεροσκοπείου Δήμου Λάρισας
(πρόεδρος: Π. Σκριμιζέας)
Γιάννουλη, Τ.Κ. 415 00, τηλ. 2410 591000

ΝΑΟΥΣΑ: Εταιρεία Αστρονομίας και Διαστήματος – Παράρτημα
(πρόεδρος: Χ. Τομπουλίδης)
Βεάκη 9, τ.κ. 59200, τηλ. 23320 21642

ΠΑΤΡΑ: Αστροναμική Εταιρεία "Ορίων"
(πρόεδρος: Ζαφειρόπουλος Β.),
Τ.Κ. 26.443, Ρογκαβή 9, τηλ.: 2610436724
http://www.orionas.gr/

ΦΛΩΡΙΝΑ: Αστεροσκοπείο Φλώρινας
(υπεύθυνος: Μ. Χατζηγιάγκου)
Ελ. Δημητρίου 2, Τ.Κ. 531 00, τηλ. 23850 28.862

ΧΑΛΚΙΔΑ: Εταιρεία Αστρονομίας
(πρόεδρος: Οικονόμου Τάκης)
Κώτσου 3, Τ.Κ. 341 00, τηλ. 22210 60300

Ομιλος Φίλων της Αστρονομίας & του Αστεροσκοπείου Δήμου Λάρισας τηλ. 2410 591000