

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ  
Νέο Ψηφιακό Πλανητάριο



# Παράδυσρα στο Σύμπαν

ΔΙΟΝΥΣΗΣ Π. ΣΙΜΟΠΟΥΛΟΣ  
Διευθυντής Ευγενιδείου Πλανηταρίου

ΑΛΕΞΗΣ Α. ΔΕΛΗΒΟΡΙΑΣ  
Αστρονόμος Ευγενιδείου Πλανηταρίου



ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ  
Νέο Ψηφιακό Πλανητάριο

Οδηγός Παράστασης

Παράδυνα  
στο  
Σύμπαν

**ΔΙΟΝΥΣΗΣ Π. ΣΙΜΟΠΟΥΛΟΣ**  
Διευθυντής Ευγενιδείου Πλανηταρίου

**ΑΛΕΞΗΣ Α. ΔΕΛΗΒΟΡΙΑΣ**  
Αστρονόμος Ευγενιδείου Πλανηταρίου

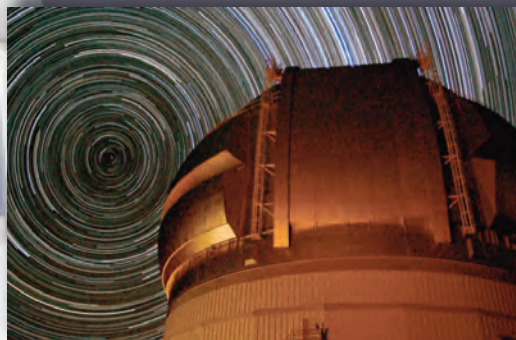
**ΑΘΗΝΑ**  
**2011**



*Για τη Μαρία...*



# Περιεχόμενα



<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b> .....	6
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ:</b> Από το ορατό και αθέατο σύμπαν στο μη ορώμενο σύμπαν του <b>Μητροπολίτη Μεσογαίας &amp; Λαυρεωτικής κ. Νικολάου</b> .....	9
<b>Η Εξέλιξη των Τηλεσκοπίων</b> .....	16
Από τον Αρίσταρχο στον Γαλιλαίο.....	16
Η Εμφάνιση του Τηλεσκοπίου.....	20
Οι Νέες Ανακαλύψεις.....	24
Ουράνιοι Χάρτες.....	28
<b>Τα «Μάτια» και τα «Αυτιά» της Γης</b> .....	32
Τα Μεγάλα Τηλεσκόπια της Γης.....	32
Τα Μεγαλύτερα Κιάλια του Κόσμου!.....	38
Ραδιοτηλεσκόπια και Ραδιοαστρονομία.....	42
Αστρονομικό ALMA .....	44
<b>Τροχιακά Αστεροσκοπεία</b> .....	50
Το Σύμπαν με Διαφορετικά Μάτια.....	50
Χαμπλ: Στην Υψηρεσία της Ανθρωπότητας.....	54
Το Υπέρυθρο Σύμπαν του Σπίτζερ.....	60
INTEGRAL: Οι Ακτινογραφίες του Σύμπαντος.....	64



<b>Τα Νέα Διαστημικά Τηλεσκόπια.....</b>	<b>68</b>
Το Διαστημικό Τηλεσκόπιο Φέρμι.....	68
Η Αποστολή του WMAP.....	72
Η Αποστολή των Χέρσελ και Πλανκ.....	76
Αναζήτηση μιας Νέας Γης με το Κέπλερ.....	80
<b>Μελλοντικά Σχέδια Ερευνών.....</b>	<b>84</b>
Γιγάντια Επίγεια Τηλεσκόπια.....	84
Η Επόμενη Γενιά Τροχιακών Αστεροσκοπειών.....	88
Γουέμπ: Το Διαστημικό Τηλεσκόπιο Νέας Γενιάς.....	92
Το Σύμπαν του CERN.....	96
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....</b>	<b>100</b>
Ο NESTOR της Πύλου και τα Νετρίνα.....	100
Σύντομο Χρονικό.....	103
Τα Μεγαλύτερα Επίγεια Τηλεσκόπια και Ραδιοτηλεσκόπια.....	104
Τα Κυριότερα Διαστημικά Αστεροσκοπεία.....	106
<b>Ενδεικτική Βιβλιογραφία.....</b>	<b>108</b>
<b>Οι Συντελεστές της Παράστασης.....</b>	<b>110</b>

# Πρόλογος

Η νέα παράσταση του Ευγενιδείου Πλανηταρίου με τίτλο «Παράθυρα στο Σύμπαν» έχει ως σκοπό να περιγράψει τους τρόπους και τα μέσα που χρησιμοποιούν οι αστρονόμοι και αστροφυσικοί στην προσπάθειά τους να διερευνήσουν τα μυστικά του Σύμπαντος. Στην παράσταση αυτή περιγράφεται η πορεία της εξέλιξης των τηλεσκοπίων από τον Γαλιλαίο μέχρι τα Γιγάντια Τηλεσκόπια του σήμερα και του αύριο, τόσο στην επιφάνεια της Γης όσο και στο Διάστημα. Ενδιάμεσα, παρουσιάζονται επίσης μερικές από τις καταπληκτικές ανακαλύψεις των τελευταίων χρόνων και αναπαριστώνται ορισμένα από τα θεαματικά φαινόμενα του Σύμπαντος που έχουν παρατηρηθεί μέχρι σήμερα.

Όπως ήταν εμφανές στους πάνω από 2.000.000 θεατές που έχουν παρακολουθήσει τα τελευταία επτά χρόνια τις νέες μας ψηφιακές παραστάσεις, το Νέο Ευγενίδειο Πλανητάριο είναι ένα μέσο ψυχαγωγικής επιμόρφωσης το οποίο, με την βοήθεια της εικονικής πραγματικότητας, δεν έχει πλέον κανέναν αντίζηλο. Το βασικό πλεονέκτημα των συστημάτων εικονικής πραγματικότητας είναι, σε σχέση με τα άλλα σχετικά συστήματα, η διπλή δυνατότητα να δημιουργεί την αίσθηση της ενσωμάτωσης στον εικονικό χώρο και

της διαδραστικότητας μ' αυτόν. Η ιδέα της «ενσωμάτωσης» είναι ακριβώς η αίσθηση ότι ο θεατής βρίσκεται πραγματικά στον προβαλλόμενο κόσμο, περιβαλλόμενος από τις εικόνες και τους ήχους του. Με τον τρόπο αυτό το Νέο Ευγενίδειο Πλανητάριο μπορεί να προσφέρει ισοδύναμη και, σε ορισμένες περιπτώσεις, ανώτερη εμπειρία από την πραγματική περιήγηση στο χώρο.

Το Νέο Ευγενίδειο Πλανητάριο, παραμένει το μεγαλύτερο και καλύτερα εξοπλισμένο ψηφιακό πλανητάριο στην Ευρώπη και την Αμερική, και περιλαμβάνει όλες τις δημιουργικές και τεχνικές δυνατότητες που παρέχουν σήμερα τα σύγχρονα οπτικοακουστικά μέσα και οι νέες τεχνολογίες, συνδυάζοντάς τες για να αφηγηθεί την ιστορία της επιστήμης μ' έναν συναρπαστικό τρόπο. Σήμερα θεωρούμε το ρόλο του Νέου Ευγενιδείου Πλανηταρίου ιδιαίτερα ζωτικό, αφού έχει ως στόχο την βελτίωση της ποιότητας της επιστημονικής επιμόρφωσης του κοινού και την εκλαΐκευση της επιστήμης στη χώρα μας. Πρόκειται για ένα επιστημονικό κέντρο με την σημαντική αποστολή να κάνει γνωστά τα επιτεύγματα της επιστήμης στο ευρύ κοινό και να διαφωτίσει τον κόσμο σχετικά με τη φύση της επιστημονικής έρευνας και της τεχνολογίας.

Ο «Οδηγός» αυτός, όπως και οι προηγούμενοι, αποσκοπεί στην παρουσίαση περισσότερων πρόσθετων πληροφοριών απ’ όσες θα ήταν δυνατόν να παρουσιαστούν σ’ ένα σενάριο 40 λεπτών, αν και, ακόμη κι εδώ, δεν είναι δυνατόν να δώσουμε όλες τις πιθανές απαντήσεις και πληροφορίες που ίσως κάποιος θα ήθελε να μάθει γύρω από τα διάφορα θέματα που παρουσιάζονται στην διάρκεια της παράστασης. Παρόλα αυτά ελπίζουμε ότι τα περιεχόμενά του θα βοηθήσουν τους επισκέπτες μας να αποκομίσουν μεγαλύτερα οφέλη από την εμπειρία τους στη διάρκειά της.

Κλείνοντας το σημείωμα αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Σεβασμιώτατο Μητροπολίτη Μεσογαίας και Λαυρεωτικής κ. Νικόλαο για την συγγραφή του εισαγωγικού κεφαλαίου αυτού του «Οδηγού», όπου με τόσο παραστατικό τρόπο περιγράφει την συγκίνηση που ένωσε στην πρώτη του εμπειρία τηλεσκοπικής παρατήρησης, κι όχι μόνο. Για όσους δεν το γνωρίζουν ο π. Νικόλαος σπούδασε Φυσική στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, απ’ όπου και αποφοίτησε με άριστα το 1976.

Μετά την ολοκλήρωση των στρατιωτικών του υποχρεώσεων, συνέχισε τις μεταπτυχιακές του σπουδές

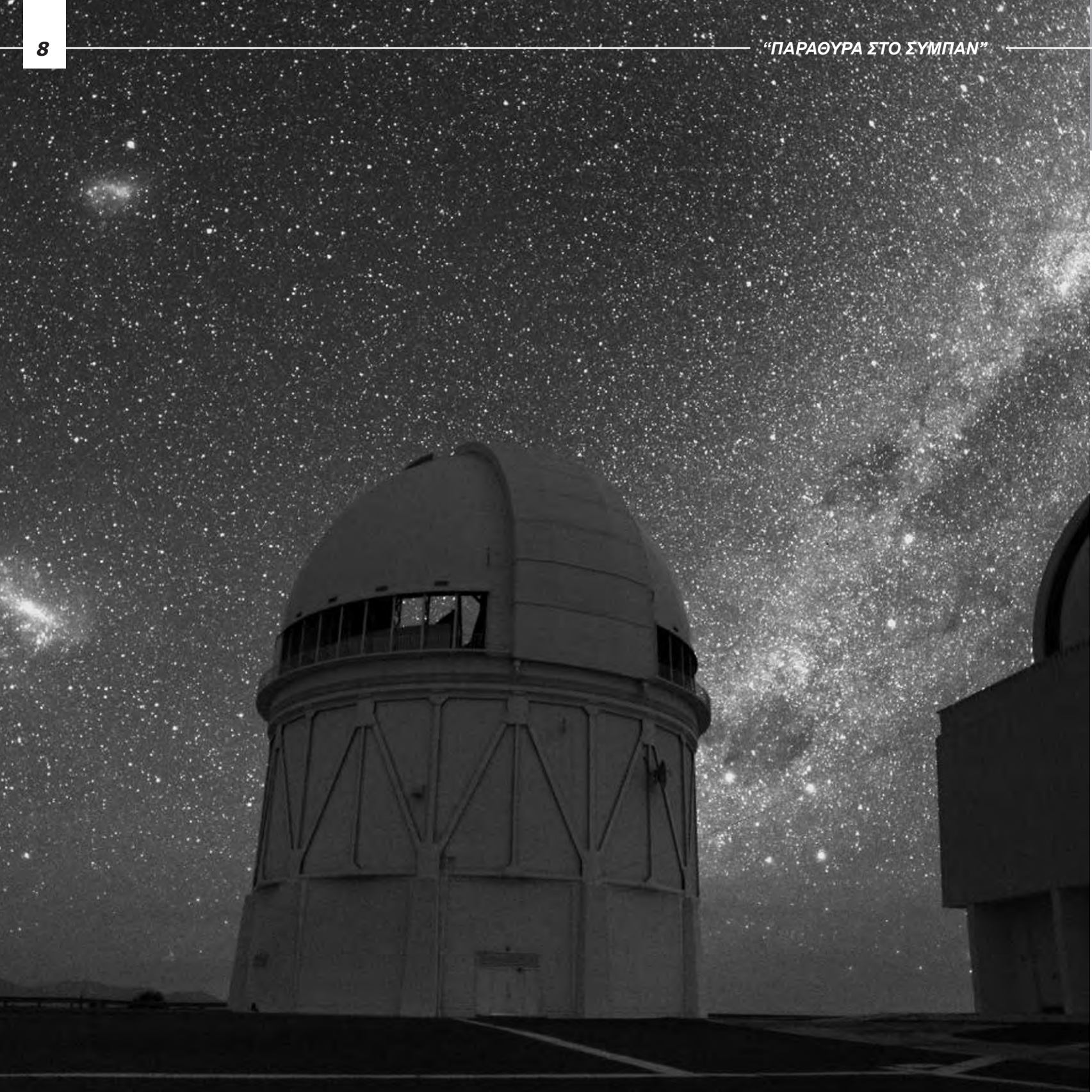
στον τομέα της Αστροφυσικής στο Πανεπιστήμιο του Harvard (Master of Arts). Στη συνέχεια ασχολήθηκε με τη μελέτη της Μηχανικής των Ρευστών και της Μαθηματικής Φυσιολογίας και έλαβε το Master of Science του Τμήματος Μηχανολόγων του Τεχνολογικού Ινστιτούτου της Μασαχουσέτης (MIT), ενώ οι διδακτορικές σπουδές του στο HST (κοινό πρόγραμμα Harvard και MIT) επικεντρώθηκαν στον τομέα της Βιοϊατρικής Τεχνολογίας.

Θέλω να ευχαριστήσω επίσης τον φίλο και συνάδελφο Αλέξη Δεληβοριά για την συνεργασία του στη συγγραφή αυτού του οδηγού, την επιμέλεια που είχε στην επιλογή των φωτογραφιών που κοσμούν το περιεχόμενό του, καθώς και για τις επεξηγηματικές τους λεζάντες. Ευχαριστίες οφείλω τέλος και σε όλους του φίλους-συνεργάτες της δημιουργικής μας ομάδας που συμμετείχαν στην διαμόρφωση της νέας μας παράστασης και των οποίων τα ονόματα παρατίθενται στην τελευταία σελίδα του παρόντος «Οδηγού», καθώς επίσης και τους συναδέλφους Μάριο Παρίση και Ευγενία Στάβαρη οι οποίοι επιμελήθηκαν την έκδοση αυτή.

**Διονύσης Π. Σιμόπουλος**

Διευθυντής Ευγενιδείου Πλανηταρίου





## Από το ορατό και αθέατο σύμπαν στο μη ορώμενο σύμπαν του Μητροπολίτη Μεσογαίας & Λαυρεωτικής κ. Νικολάου

Για κάποιον μυστήριο λόγο το σύμπαν και η θέα του περικλείουν μια μοναδική μαγεία, μια ιδιαίτερη γοητεία. Από την αρχαιότητα ακόμη έλκυε την προσοχή και των απλών ανθρώπων. Αλλά και στις μέρες μας σύλλογοι ερασιτεχνών, εκλαϊκευμένες εκδόσεις, ποικίλες εκδηλώσεις έρχονται να επιβεβαιώσουν τη βαθιά σχέση του ανθρώπου με τα άστρα, το σύμπαν και τον ουρανό.

Και μόνον η απλή θέα του έναστρου ουρανού μια ασέληνη νύχτα, χωρίς περισσότερη γνώση, μαγεύει και υποβάλλει. Στα ποιητικά και πνευματικά κείμενα της Παλαιάς Διαθήκης χρησιμοποιούνται εκφράσεις πολύ δυνατές, προκειμένου να περιγράψουν την ομορφιά, τη σοφία και το μεγαλείο του: «Οι ουρανοί διηγούνται δόξαν Θεού, ποιήσιν δε χειρών αυτού αναγγέλλει το στερέωμα»<sup>1</sup> και «ότε εγενήθησαν άστρα ήνεσαν με φωνή μεγάλη πάντες άγγελόί μου»<sup>2</sup>. Τέτοιες εκφράσεις, πού βέβαια δεν προήλθαν από επιστημονική γνώση, δεν χρησιμοποιούνται για κανένα άλλο στοιχείο της κτίσεως.

Σίγουρα η ανοικτή θέα από την κορυφή ενός βουνού σε μία μέρα με μεγάλη ορατότητα, η πολυχρωμία των λουλουδιών, η μελωδία των αηδονιών, οι επιβλητικοί γεωλογικοί σχηματισμοί, αποτελούν φυσικά ερεθίσματα των αισθήσεων που ξεκουράζουν, εντυπωσιάζουν, αναδεικνύουν άγνωστες πτυχές της ψυχής με μοναδικό τρόπο, διεγείρουν τον νου και ενεργοποιούν πολύ ευγενικά κομμάτια του εσωτερικού ανθρώπου.

Αυτό όμως που προκαλεί η θέα και η σκέψη του ουρανού, των άστρων, του γαλαξία, του σύμπαντος, είναι κάτι άλλο και κάτι πολύ μεγάλο και ιδιαίζον για την ανθρώπινη εμπειρία. Είναι κάτι το μοναδικό.

Αυτό που κυριολεκτικά θέλγει στην παρατήρηση διά γυμνού οφθαλμού είναι ότι ενώ η εικόνα του ουρανού είναι δίχρωμη μαυρόασπρη, μελαγχολική, εντυπωσιάζει το πλήθος των άστρων, η ποικιλία τους, η ασυμμετρία της κατανομής τους, η αίσθηση του άγνωστου κόσμου τους, οι παρατηρούμενες μεταβολές στις θέσεις τους, το τρεμού-

λιασμα της λάμψης τους, η επιβλητικότητα του γαλαξία, η θλίψη του φεγγαριού που σταδιακά μικραίνει, η ελπίδα της σελήνης που προοδευτικά μεγαλώνει, το ξάφνιασμα των διαπτόντων αστέρων, ο συνδυασμός της ησυχίας με το άγνωστο, αφού οι παρατηρήσεις για να είναι καθαρές γίνονται σε ερημικά σημεία, η αδυναμία της άμεσης γνώσης, ελέγχου και ψηλάφησης. Η φαντασία καλπάζει, το συναίσθημα πάλλεται, η σκέψη προκαλείται, η αίσθηση της μικρότητας επιβάλλεται. Πράγματι, η εμπειρία του ουράνιου στερεώματος είναι μοναδική.

Με το πέρασμα των χρόνων η παρατήρηση του ουρανού εξελίχθηκε, ο άνθρωπος τον «πλησίασε». Εντυπωσιακές κατασκευές επινοήθηκαν για να διερευνηθεί το άγνωστο μεγαλείο του κόσμου. Τηλεσκόπια διοπτρικά, κατοπτρικά, ραδιοτηλεσκόπια τεράστια σε μέγεθος μας πρόσφεραν τη δυνατότητα να εκτείνουμε τις αισθήσεις μας, να προσεγγίσουμε λεπτομέρειες, να βαθύνουμε στο χώρο και να επιστρέψουμε μαζί με τη σκέψη και τα μάτια μας στο απώτερο χρονικό παρελθόν. Πρόσφατα η εξέλιξη της διαστημικής τεχνολογίας επινόησε κατασκευές που καταφέρνουν να ψηλαφούν την παρουσία αστρικών σωμάτων και ύλης σε άλλως απρόσιτες περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, όπως τα μικροκύματα, το υπέρυθρο, το υπεριώδες, οι ακτίνες Χ και οι ακτίνες γ. Εκεί που δεν φαινόταν τίποτα άρχισαν να δηλώνουν την παρουσία τους αθέατες ως τώρα πηγές φωτός και άγνωστες κοσμικές οντότητες με λιγότερο ή περισσότερο παράξενες ιδιότητες.

Η παρατήρηση μέσω ενός τηλεσκοπίου αναδεικνύει τις αισθήσεις με μοναδικό τρόπο και οδηγεί τον παρατηρητή σε αισθήματα και σκέψεις άλλως ασύλληπτα. Βάζοντας το μάτι σου στον προσοφθάλμιο φακό ενός τηλεσκοπίου αποκτάς την αίσθηση του βάθους μέσα στο σύμπαν, τα αστέρια δεν είναι κολλημένα σε μια σφαιρική επιφάνεια αλλά κολυμπούν ελεύθερα σε έναν αχανή ωκεανό χώρου, οι αποστάσεις γίνονται αντιληπτές, εμφανίζονται χρώματα, σχηματισμοί, νεφελώματα, αλλοιώσεις, τα φωτεινά σημεία αποκτούν διαστάσεις, μεγεθύνονται, καταλαμβάνουν επιφάνεια, αναλύονται.

<sup>1</sup>Ψαλμ. 19,1.

<sup>2</sup>Ίωβ 38,7.

Κατά τη διάρκεια των σπουδών μου στην Αμερική, ένας νεαρός καθηγητής μου, με ειδικευση στην Ραδιοαστρονομία, αρκετά εκφραστικός και συναισθηματικός σαν χαρακτήρας, ξετρελαμένος με τις ανακαλύψεις του, έχοντας σπάνιο χάρισμα να «μεταγγίζει» τη γνώση και την αγάπη του, προσπαθούσε να με πείσει να εργαστώ μαζί του. Για τον λόγο αυτόν, υποστήριζε σε μένα, που ήμουν θεωρητικός, ότι η παρατήρηση και το πείραμα είναι ανώτερα από τη θεωρία. Είναι πιο απτά, ψηλαφητά, αποδεικτικά, πειστικά, δημιουργούν αίσθηση εγγύτητας προς την αλήθεια ισχυρότερη. Αυτή η βεβαιότητα που τα συνοδεύει, κατά την άποψή του, τους δίνει στοιχεία υπεροχής, απέναντι στη θεωρία. Αυτή του φαινόταν ότι είναι ασαφής, εκτεθειμένη σε αμφισβήτηση, κάπως αόριστη, αφηρημένη, μεταβαλλόμενη.

Όσοι ζήσαμε σε ερευνητικούς χώρους, γνωρίζουμε πόσο συνήθης είναι μια τέτοια διαμάχη ανάμεσα στους επιστήμονες που βρήκαν ο καθένας την ικανοποίησή του, ίσως και κάποια ολοκλήρωσή του, σε διαφορετικό χώρο. Η μέθη του διαλόγου με την επιστημονική γνώση, ανακάλυψη, κατάκτηση δημιουργεί σχέση και βιώματα ερωτικού ιδιώματος. Προξενεί ζάλη, τάση απολυτοποίησης και υπερβολών. Στην έρευνα δίνεσαι ολόκληρος και απολαμβάνεις το πλήρες. Σε τυφλώνει λίγο και ο ... φωτισμός σου.

Εγώ, από την άλλη πλευρά, λίγο ψυχρά, σαφώς μαγεμένος από την θεωρητική κλίση και ως τότε εμπειρία μου, μεθυσμένος από το δικό μου θεωρητικό όραμα, ασυγκίνητος από το δικό του πάθος, μονολεκτικά σχεδόν του απαντούσα ότι η θεωρία διαφέρει από την παρατήρηση όσο η σκέψη από την αίσθηση. Αυτό του έλεγα και το πίστευα. Κι εκείνος δυσκολευόταν, όχι τόσο που δεν με έπειθε, όσο που δεν μπορούσα να αγαπήσω όπως ο ίδιος την αγάπη του. Η ομορφιά όμως της λεπτότητάς της, η ανωτερότητα της κατανόησης από την διαπίστωση, η προϋπόθεση της ευφυΐας ως ειδικής ικανότητας που σπανίζει, και όχι της οξυωπίας ή της προσοχής που είναι πιο βιολογικές επιδεξιότητες, δίνει στη θεωρία ένα σαφές προβάδισμα και μια αδιαμφισβήτητη ποιοτική υπεροχή.

Μου πρότεινε να περάσουμε ένα βράδυ στον Αστρονομικό σταθμό του Harvard και του MIT, στο Haystack, μια προστατευόμενη περιοχή μία περίπου ώρα βορειοδυτικά της Βοστώνης. Συνήνεσα και προγραμματίσαμε με πολύ ενθουσιασμό να πάμε μια ανέφελη και πεντακάθαρη νύχτα του Νοεμβρίου, αφού προηγουμένως κινητοποιήσαμε τους

... πειραματικούς μετεωρολόγους. Αυτοί ήταν προφανώς πιο αναγκαίοι από τους θεωρητικούς αστρονόμους... Ο Θεός προνόησε, έγινε και το θαύμα, και επιτυχώς προβλέψανε την κατάλληλη νύχτα.

Την περίμενα πολύ αυτή την ώρα. Καθώς πηγαίναμε, διέκρινα μέσα μου ενθουσιασμό, ανυπομονησία, καλπασμό της φαντασίας, προσμονή δυνατής εμπειρίας, υποψία μοναδικής γνωριμίας, στοιχεία κάπως ιδιαίτερα. Δεν είπα όμως τίποτα.

Φτάσαμε στον προορισμό μας. Τρία οπτικά τηλεσκόπια, το ένα από τα μεγαλύτερα διοπτρικά –δεν θυμάμαι καλά το μέγεθός του–, και τέσσερα ραδιοτηλεσκόπια, το μεγαλύτερο διαμέτρου 37 m. Η περιήγηση θα ξεκινούσε από οπτική παρατήρηση. Ζήτησα να εστιάσουμε το τηλεσκόπιο στο νεφέλωμα του Ωρίωνα. Ήθελα πολύ να δω τα χρώματα, να τα συγκρίνω με τις εντυπωσιακές φωτογραφίες που κυκλοφορούν, να αφήσω το μάτι μου να προσαρμοστεί, τη φαντασία μου να προχωρήσει, να παρατηρήσει τις σημαντικές πηγές να καταλαμβάνουν έκταση, να δει πιο πολλά από αυτά που φαίνονται. Εν πάσει περιπτώσει διψούσα για μεταμόρφωση της φαντασίας μου σε πρωτόγνωρη εμπειρία.

Ανέβηκα σε έναν μικρό αναβατήρα, μια που ο προσοφθαλμικός φακός ήταν σε ύψος 3 m περίπου. Καθώς ανέβαινα συνειδητοποίησα ότι η καρδιά μου χτυπούσε έντονα. Βιάζόμουν να δω. Όλα ήταν έτοιμα. Ο θόλος ανοιχτός, το τηλεσκόπιο εστιασμένο, το μυστήριο του ουρανού πολύ πιο κοντά μου, κι εγώ μπροστά στην ευκαιρία που λογικά είχα αδικήσει μέσα και έξω μου.



Ήρθε η ώρα. Βάζω το μάτι μου στον φακό. Θόλωσε... Είχα δακρύσει. Είχα συγκινηθεί... Το σκούπισα και ξαναδοκίμασα. Όπως μου είπαν αργότερα έμεινα 25 λεπτά καρφωμένος και άφωνος. Δεν ήθελα να ξεκολλήσω. Έβλεπα το ίδιο πράγμα που όμως, καθώς συνήθιζε τα μάτι μου, αυτό άλλαζε. Μου γινόταν όλο και πιο δικό μου, σαν να πλησίαζα. Σιγά-σιγά άρχισα να διακρίνω αμυδρά κάποια χρώματα. Η οφθαλμική εντύπωση είναι πολύ πιο δυνατή και από την καλύτερη φωτογραφική αποτύπωση. Είναι ζωντανή, πραγματική αίσθηση. Αντίθετα, η φωτογραφία είναι εικόνα, που μπορεί να έχει μεγαλύτερη ακρίβεια, μειονεκτεί όμως σε αμεσότητα και ζωντάνια.

Το μάτι αντιλαμβάνεται τον χώρο καθώς παρατηρείς βιώνεις και τη ροή του χρόνου. Αισθάνεσαι την κίνηση, κάνεις σύγκριση, εκεί που δεν βλέπεις τίποτε διαπιστώνεις ότι υπάρχει κάτι, εκεί που αντικρίζεις ένα φωτεινό σημείο, διαπιστώνεις ότι καταλαμβάνει έκταση, εκεί που βλέπεις μία μεμονωμένη φωτεινή πηγή, διαπιστώνεις ότι αυτή υπάρχει μέσα σε ένα ποικιλότατο περιβάλλον. Αντίθετα, η φωτογραφία τα κάνει όλα επίπεδα και στιγμιαία, αβαθή και στατικά, χωρίς άμεση σύγκριση, όχι τόσο αληθινά. Η φωτογραφία δίνει πληροφορίες και εντύπωση. Είναι πολύτιμη. Η ζωντανή όμως παρατήρηση σε χορταίνει με αίσθηση. Στη μία περίπτωση παρατηρείς κάτι απ' έξω, στη δεύτερη σκέπτεσαι το σύμπαν από μέσα. Είσαι μέρος του. Είναι περιβάλλον σου. Το ζεις.

Παρατηρήσαμε για μια ώρα περίπου και τον Κρόνο, συνεχίσαμε με τον Άρη, με άλλα νεφελώματα, γαλαξίες κ.λπ.. Γύρω στις 2 το βράδυ πήγαμε στο μεγάλο ραδιοτηλεσκόπιο. Ένα «πίατο» διαμέτρου ίσης με το ύψος μιας 14ώροφης πολυκατοικίας. Είχαν εστιάσει σε ένα quasar που βρισκόταν σε απόσταση 5,5 δισεκατομμυρίων ετών φωτός. Παίρναμε δηλαδή φως που η εκπομπή του είχε ξεκινήσει 1 δισεκατομμύριο χρόνια πριν δημιουργηθεί το ηλιακό μας σύστημα. Η πηγή που ανιχνεύαμε μας έδειχνε την τόσο παλιά ταυτότητά της. Εδώ δεν έβλεπε το μάτι, αλλά ανίχνευε μία βελόνα και θόλωνε η σκέψη. Ήξερα από τα μαθήματα ότι υπάρχουν τέτοιες πηγές, το γυμνό όμως μάτι δεν τις βλέπει. Γι' αυτό και δεν μπορεί κανείς εύκολα να φιλοσοφήσει. Τα διαβάζεις στο βιβλίο και αδυνατείς να τα εγγράψεις στο στερέωμα των εντυπώσεών σου. Γιατί τα βλέπεις όχι όπως είναι, αλλά όπως φαίνονται.

Τώρα όμως που εγώ τα είδα; Πόσο μικρός είναι τελικά ο άνθρωπος! Μικρός στη διάρκεια, μικρός στις διαστάσεις,

μικρός στην οποιαδήποτε σύγκριση. Και πόσο μεγάλος! Ικανός με ιδιοφυείς κατασκευές και συλλήψεις να διακρίνει τη μικρότητά του και την παλαιότητα του κόσμου του.

Από τότε πέρασαν σχεδόν 30 χρόνια. Οι σύγχρονες τηλεσκοπικές συσκευές είναι απείρως δεισδυτικότερες. Μας πλησιάζουν στα πιο απόμακρα σημεία του χώρου, στην αρχή του χρόνου, στην κορυφή της κοσμολογικής αλήθειας, στο όριο ύπαρξης και ανυπαρξίας, δίνουν φυσική αίσθηση στα πιο προκλητικά ερωτήματα και μυστικά της σκέψης, σε υποχρεώνουν να ταλαντώνεσαι ανάμεσα στο απόλυτο μηδέν και το άπειρο, την κατανόηση και την αμφισβήτηση. Όταν κάτι είναι ασύλληπτο, δυσκολεύεσαι να το πιστέψεις, και δικαιολογημένα. Διερωτάσαι μήπως κάπου έχει παρεισφύσει κάποιο λάθος. Είναι δυνατόν αυτό που υπάρχει και το βλέπεις να μη το κατανοείς;

Η νύχτα εκείνη θα μου μείνει αξέχαστη. Μόλις τελειώσαμε, καθίσαμε για συζήτηση. Αυτοί ήταν όλοι τους συνηθισμένοι. Μια ομάδα νέων επιστημόνων. Ανθρώπων της ... νύχτας. Της υπέροχης αυτής νύχτας. Όσο για μένα, έπρεπε να ομολογήσω την αλήθεια, αυτό που αισθάνθηκα. Είχα πραγματικά αδικήσει τους παρατηρησιακούς. Είχα υποτιμήσει το σώμα και τις αισθήσεις μου. Είχα αδικήσει τον εαυτό μου. Πράγματι, μπορεί η σκέψη να είναι μεγαλειώδης για την δεισδυτικότητά της, αλλά η αμεσότητα των αισθήσεων έχει κάτι το μοναδικό. Είναι άλλο πράγμα η όραση, το άκουσμα, η ψηλάφηση, η διαπίστωση.

Αγάπησα με πρωτοφανή τρόπο τις αισθήσεις μου, συνειδητοποίησα την αξία του σώματός μου, του υλικού υποβάθρου μου.

Το αστρικό μαιευτήριο NGC 2467 στον νότιο αστερισμό της Πρύμνης (Gemini Observatory/Travis Rector, Un. of Alaska, Anchorage).



Και η σκέψη όμως έχει το μεγαλείο της. Η θεωρητική γνώση των μυστικών του σύμπαντος κάνει τον επιστήμονα να πλησιάζει το μη κατανοητό και να προσεγγίζει έννοιες όπως το αιώνιο, το χάος, το άπειρο, την πρώτη αρχή, την εξέλιξη του κόσμου, το μέλλον, τις δυνατότητες και τους φραγμούς του, με τρόπο που δεν μπορεί η παρατήρηση και οι αισθήσεις.

Όταν με τη σκέψη σου ανακαλύπτεις αυτά που δεν φαίνονται, εξηγείς αυτά που δεν κατανοούνται, προβλέπεις αυτά που δεν υποψιάζονται, τότε αξιολογείς τη δική της ευρύτητα, λεπτότητα και διεισδυτικότητα. Οι θεωρίες της σχετικότητας, η περιγραφή και ανάλυση γυμνών και αφηρημένων φυσικών εννοιών όπως ο χώρος και ο χρόνος, οι προσπάθειες ερμηνείας των πεδίων και ενοποίησης των δυνάμεων, περιγραφής και κατανόησης των χρωμάτων, των εικόνων, των φαινομένων, συσχέτισης του παρόντος με τις αιτίες του απώτατου παρελθόντος, πρόβλεψης των σταδίων εξέλιξης του μέλλοντος και η επαλήθευση των θεωρητικών προτάσεων από τις παρατηρήσεις, ο σχεδιασμός ιδιοφυιών συσκευών (τηλεσκόπια, αστρονομικοί σταθμοί κ.λπ.) καταδεικνύουν την επίσης μεγάλη αξία της σκέψης.

Η παρατήρηση δείχνει τον χώρο και απλά μετράει τον χρόνο και διαπιστώνει τις δυνάμεις. Η θεωρία τα εξηγεί, τα ερμηνεύει, τα αναλύει, τα περιγράφει, τα συνδέει, τα προεκτείνει, τα προβλέπει. Η ησυχία της σκέψης είναι συνήθως πιο διαπεραστική από την εξωτερική ησυχία του αστρονόμου παρατηρητή. Τελικά στη σκέψη του ανθρώπου μπορεί να κρύβεται ένας κόσμος ανάλογης αξίας με το σύμπαν. Και ο άνθρωπος ως σώμα, νους και πνεύμα να φιλοξενεί μέσα του έναν κόσμο πιο μεγάλο από τον ασύλληπτο φυσικό κόσμο.

Οι παρατηρήσεις και οι μετρήσεις μάς οδηγούν σε επιβεβαιώσεις θεωριών ή υποψίες συμβαινόμενων που δεν θα μπορούσαμε διαφορετικά να υποψιαστούμε. Ο συνδυασμός παρατήρησης και θεωρίας, επιστήμης και τεχνολογίας, οδηγεί σε συμπεράσματα όπως ότι το σύμπαν είναι περισσότερο αθέατο, ακατανόητο, αμέθεκτο, ότι κρύβει τα μυστικά του μέσα στο απρόσιτο στοιχείο του, και ότι αυτή του η ιδιότητα αποτελεί τη βαθύτερη αλήθεια του και τη μεγαλύτερη ομορφιά του. Είναι ένα κόσμημα ο κόσμος μας! Είναι υπέροχη η επιστήμη μας!

Όλα αυτά κρύβονται πίσω από το σκοτεινό, δίχρωμο, αμυ-

δρά και ασύμμετρα φωτισμένο ουράνιο στερέωμα, με το οποίο μπορείς να διαλεχθείς μόνο μέσα στην ερημιά της νύχτας, στην ησυχία της μόνωσης ή στην ψύχρα του διαστήματος, με συνοδό την περιορισμένη αίσθησή σου και την πεπερασμένη σκέψη σου.

Η ερημικότητα, η ησυχία, το σκοτάδι συνήθως φοβίζουν γιατί μας τοποθετούν μπροστά στο άγνωστο, γεννούν φόβους, είναι αντίθετα με την κοινωνικότητα, τον διάλογο, το φως. Από την άλλη μεριά κρύβουν θησαυρούς και αφυπνίζουν εσωτερικές δυνάμεις στο ανθρώπινο πνεύμα, που τίποτε άλλο δεν μπορεί να τις ενεργοποιήσει. «Νυκτός μετά καρδίας μου ηδολέσχουν καί έσκαλλε τό πνεύμα μου»<sup>3</sup>, λέει ένας ψαλμός. Αδολεσχία σημαίνει κίνηση, πνευματική ενασχόληση, διεισδυτική διερεύνηση. Τη νύκτα πιο εύκολα η καρδιά κινείται και σκαλίζει το πνεύμα. Η νύχτα φανερώνει κόσμους που κρύβει το φως. Γι' αυτό και οι ησυχαστές προτιμούν την ερημιά και το σκοτάδι της νύχτας, προκειμένου να μελετήσουν τις λεπτομέρειες του εσωτερικού κόσμου και τους κόσμους του πνευματικού στερεώματος. «Η ησυχία τας αισθήσεις τας έξω νεκροί και τας κινήσεις τας έσω εγείρει», γράφει ο πατέρας του ησυχασμού Αββάς Ισαάκ.

Δεν ξέρω αν μπορεί κανείς να το κατανοήσει αυτό καλύτερα από έναν αστρονόμο. Ο διάλογος με τον κόσμο της νύχτας και της ερημιάς έχει μια μοναδικότητα. Σε «ξανοίγει» σε κόσμους που τίποτε άλλο δεν μπορεί να φανερώσει.

Καθώς παρατηρείς και συλλογίζεσαι, μαθαίνεις και σκέπτεσαι. Καθώς συνειδητοποιείς τα ασύλληπτα μεγέθη του συμπαντικού κόσμου, μπορείς να νοιώσεις ταυτόχρονα ασύλληπτα μικρός –σχεδόν τίποτα–, χρονικά πολύ σημειακός –σχεδόν μηδέν. Το σύμπαν φαίνεται πολύ φιλόξενο, πολύ ψυχρό –μόλις 2,7 Κ–, πολύ σκοτεινό –ελάχιστα φωτόνια κυκλοφορούν στα αχανή περάσματά του για να θυμίζουν την αρχική του έκρηξη–, υπερβολικά στατικό, άδειο –σχεδόν απόλυτα κενό. Αυθόρμητα νοιώθεις τη μικρότητά σου ως απελπισία, τη ματαιότητά σου ως αναπάντητη απορία, τη μοναξιά σου ως αδιέξοδο, τον λόγο της παρουσίας σου σε αυτόν τον εκπληκτικό κόσμο ως δοκιμασία, αμφισβητείς την αξία της υπάρξεώς σου, το ενδεχόμενο της προοπτικής σου, την αλήθεια των ελαχίστων που κατανοείς. Υποψιάζεσαι όμως ότι όλα αυτά τα συμπεράσματα είναι μάλλον λάθος.

<sup>3</sup>Ψαλμ. 76,7.

Ό,τι είναι μικρό, ό,τι δεν φαίνεται δεν σημαίνει πως είναι αμελητέο και ασήμαντο και πολύ περισσότερο πως δεν υπάρχει. Οι μαύρες τρύπες δεν φαίνονται, ούτε οι διαστάσεις τους είναι σημαντικές στο επίπεδο των κοσμικών θεωριών. Είναι όμως τόσο βέβαιη η παρουσία τους και τόσο μεγάλη η σπουδαιότητά τους. Κρύβουν μέσα τους μυστικό που δεν κοινοποιείται, αλλά εξυπονοείται. Μάλιστα, καθώς μικραίνουν και καταρρέουν, απειρίζουν το βαρυτικό πεδίο τους.

Ίσως και στο σύμπαν, όσο πιο μικρός δείχνεις, όσο πιο ταπεινός νοιώθεις, τόσο περισσότερο βλέπεις, τόσο πιο πολύ συναντάς την αξία σου, την μεγάλη αλήθεια αυτού του κόσμου. Τότε νοιώθεις μικρός, αλλά πολύ γλυκά. Δυναμώνεις το βαρυτικό πεδίο σου. Μέσα από τη γεωμετρική μικρότητα και λογική συστολή σου, αντικρίζεις την τεράστια πνευματική αξία σου, τη μεταμόρφωση του κόσμου σου. Το σύμπαν μπορεί να έχει χαμηλές θερμοκρασίες, αλλά γίνεται πολύ θερμό, μπορεί να σπανίζουν τα φωτόνια του, γίνεται όμως πολύ φωτεινό, μπορεί να αποδεικνύει τη μοναξιά σου, το ζεις όμως γεμάτο κίνηση και παρουσία. Η συμπεριφορά του αυτή υποχρεώνει σε υποψίες ότι πίσω από το αθέατο σύμπαν κρύβεται η αλήθεια που δεν φαίνεται, αλλά μαγεύει περισσότερο από όσο η ορατή και κατανοητή ουσία του. Το σύμπαν είναι κάτι περισσότερο από αθέατη ύλη και ενέργεια και κρύβει κάτι πέραν από την αδυναμία μας να το κατανοήσουμε, κάτι περισσότερο από όσα όμορφα φανερώνει, κάτι πολύ πιο μεγάλο από τις ασύλληπτες διαστάσεις του. Έχει μια ετερότητα η ομορφιά του.

## Τα Μυστικά του ορατού και αθέατου σύμπαντος

**1) Κυρίως αθέατο (96%):** Το σύμπαν τελικά διαφέρει πολύ από τις εκτιμήσεις των αισθήσεών μας. Ο χώρος είναι καμπύλος, οι διαστάσεις του μπορούν να συστέλλονται και να πολλαπλασιάζονται, ο χρόνος μπορεί να διαστέλλεται και να συνδέεται με τον χώρο, η συμπεριφορά του στις μικρές διαστάσεις ή στις μεγάλες ταχύτητες ή στα κοσμικά δεδομένα να είναι εντελώς ασυνήθιστη για τις αισθήσεις μας και εντελώς ασύμβατη με την αντίληψή μας. Τελικά το σύμπαν κρύβει και την ύλη του και τα μυστικά της λογικής του. Συμπεριφέρεται σαν να θέλει μόνο να υποψιάζει. Για ποιον άραγε λόγο το θεατό ποσοστό του να είναι μόνο 4% τη στιγμή που η σκοτεινή του ύλη φτάνει το 23% και η σκοτεινή ενέργεια το 73%; Η πρώτη του ιδιό-

τητα είναι ότι δεν εμφανίζεται στον κόσμο των αισθήσεών μας. Πιστοποιεί την ανεπάρκειά τους. Περισσότερο κρύβεται και λίγο φανερώνεται.

**2) Μή κατανοητό:** Το σύμπαν όμως δεν ικανοποιεί απόλυτα και τη σκέψη μας. Δεν είναι ούτε αντιληπτό στις διαστάσεις και τους αριθμούς του, ούτε κατανοητό στις ιδιότητές του, ούτε ερμηνευτό στο σύνολό του. Όταν το πλήθος των αστέρων του γαλαξία μας είναι της τάξεως του  $10^{11}$  και ο αριθμός των γαλαξιών ανάλογος, όταν οι ηλικίες και οι χρόνοι μετρούνται σε δισεκατομμύρια χρόνια και οι αποστάσεις σε δισεκατομμύρια έτη φωτός, όταν παρά την παρουσία τόσης ύλης, το σύμπαν στην ουσία είναι κενό, τότε πώς να χωρέσει στην αντίληψή μας ο χώρος του, οι λόγοι και τα αίτιά του, η ανάγκη κατανόησης των μυστικών του; Αριθμοί πάνω από  $10^{10}$ , δηλαδή μεγαλύτεροι από δέκα δισεκατομμύρια, δεν χωρούν στην ανθρώπινη αντίληψη. Στο σύμπαν όμως μιλούμε για μεγέθη μέχρι και  $10^{87}$ , τόσος είναι ο όγκος του σε  $\text{mm}^3$ . Μιλούμε για χρόνους  $10^{-43}\text{sec}$ , αυτή είναι η πιο απόμακρη στιγμή από το σήμερα και η πιο κοντινή στην Big Bang· ένας χρόνος ίσος με αυτόν που απαιτείται ώστε το φως, που καλύπτει την απόσταση Γης - Σελήνης σε ένα δευτερόλεπτο, να διανύσει τη διάμετρο του πρωτονίου. Ούτε το μεγάλο συλλαμβάνεται ούτε το μικρό χωράει στον νου μας. Τελικά, η ακρίβεια όλων αυτών των αριθμών είναι μάλλον ενδεικτική, στατιστική και ασυμπτωτική, παρά αριθμητικά και λογικά αποδεικτική. Αλλά και όταν συμβαίνει το δεύτερο, η κατανόηση αυτών των μεγεθών είναι εντελώς αδύνατη. Ο κτιστός κόσμος μας γνωρίζεται, αλλά δεν κατανοείται.



Το κουϊντέτο του Stephan στον αστερισμό του Πηγάσου (NASA, ESA, Hubble SM4 ERO team).

**3) Μη κοινωνούμενο:** Ο κόσμος γίνεται φοβερά ελκυστικός, αλλά αποδεικνύεται τραγικά απομονωτικός. Οι μεγάλες φυσικές σταθερές έχουν τιμές που δικαιολογούν την υποχρεωτική μας ύπαρξη ως ανθρώπων (Ανθρωπική Αρχή), αλλά και την επίσης υποχρεωτική μας απομόνωση. Το σύμπαν είναι τεράστιο και οι ταχύτητες ανυπέρβλητα μικρές για να επικοινωνούμε. Η ταχύτητα του φωτός, η μεγαλύτερη ταχύτητα, η ταχύτητα της επικοινωνίας μας, είναι αζεπέραστη και πεπερασμένη. Μπορούμε να ακούμε –να λαμβάνουμε ερεθίσματα- μπορούμε να μιλάμε- να στέλνουμε μηνύματα- , αλλά δεν μπορούμε να διαλεχθούμε, αδυνατούμε να επικοινωνήσουμε διαστρικά και διαγαλαξιακά. Ενώ, κατά τον Αριστοτέλη, είμαστε κοινωνικά όντα, «ο άνθρωπος ζών εστί πολιτικόν»<sup>4</sup>, είμαστε καταδικασμένοι σε μοναξιά. Ενώ, κατά τον ίδιο Έλληνα αρχαίο φιλόσοφο, «φύσει του ειδέναι ορέγεται ο άνθρωπος»<sup>5</sup>, είμαστε καταδικασμένοι και σε άγνοια. Έτσι φαίνεται η ανεπάρκεια και της επιστήμης και της τεχνολογίας μας. Ενώ η κατάστασή μας, τα επιτεύγματα και η γνώση μας σε ανθρώπινη κλίμακα είναι απίστευτα, συγκλονιστικά και ασύλληπτα, την ίδια στιγμή, σε κοσμικές διαστάσεις πλησιάζουν το τίποτα και συγγενεύουν με το λάθος. Είναι πολύ μαγευτική η ιδέα της ύπαρξης και άλλων λογικών οντών στο σύμπαν, και φαίνεται στατιστικά πιθανή. Είναι επίσης μαγευτική η ιδέα της μοναδικότητάς μας μέσα σε αυτόν τον ασύλληπτα αχανή κόσμο. Τελικά όμως το ερώτημα είναι άνευ σημασίας. Γιατί και να υπάρχουν, δεν μπορούμε να επικοινωνήσουμε, ακόμη και αν γνωρίζαμε τη γλώσσα τους, ακόμη και αν είναι όπως εμείς. Η διάρκεια της ζωής μας είναι πολύ μικρή για να επιτρέψει τον κοσμικό διάλογο. Οι φυσικοί περιορισμοί είναι τραγικά απομονωτικοί.

**4) Μη γνωστό (10<sup>500</sup> σύμπαντα ίσως):** Σαν να μην έφθαναν όλα αυτά, τελευταία γίνεται λόγος για ύπαρξη και άλλων κόσμων και συμπάντων έξω από τα δικά μας. Όπως η μελέτη φαινομένων στις περιφέρειες των γαλαξιών οδήγησε στην αναζήτηση ύλης και ενέργειας πέραν των ορατών, έτσι και η ακραία συμπεριφορά στις εσχατιές του σύμπαντος και του παρελθόντος χρόνου οδηγεί κάποιους σε αναζητήσεις συμπάντων πέραν του γνωστού. Μάλιστα κάποιοι ομιλούν για αριθμούς της τάξεως του 10<sup>500</sup> και παραπάνω<sup>6</sup>. Το σύμπαν, ενώ επιθυμούμε τόσο να το βλέπουμε, στο μεγαλύτερο ποσοστό του είναι αθέατο. Ενώ θέλουμε να το κατανοούμε, υπερβαίνει την αντιληπτική μας ικανότητα, ενώ μέσα σε αυτό ποθούμε να εκφράσουμε τον κοινωνικό μας χαρακτήρα, μας το απαγορεύει· ενώ προσπαθούμε να το γνωρίσουμε, διαρκώς αιφνιδιάζει τη σκέψη μας και της ξεφύγει.

**5) Μη τεχνολογούμενο:** Το σύμπαν, ενώ μας είναι τόσο αγαπητό και τόσο δικό μας, δεν μπορούμε ούτε να το αλλάξουμε ούτε να παρέμβουμε σε αυτό με κάποιο τρόπο. Αυτό το κάνουμε με την ύλη, με τα κύτταρα, με τις βιολογικές ιδιότητες, ακόμη και με την ανθρώπινη ζωή. Το μικρό και το ζωντανό τεχνολογούνται. Το κοσμικό και το συμπαντικό δεν μπορούν με κανέναν τρόπο να υποταχθούν στην ανθρώπινη δύναμη και επιθυμία.

**6) Είναι κρυπτόμενο:** Η φύση δείχνει πως, όσο την πλησιάζουμε, αρέσκει να αποκρύπτει τα μυστικά της. Πλησιάζουμε στην αρχή του κόσμου, μόλις 10<sup>-43</sup> sec από το Big Bang, και πριν την κατακτήσουμε, καταρρέουν οι εξισώσεις μας, έχουμε ανωμαλία (singularity). «Η μεγάλη Έκρηξη είναι η εικόνα της άγνοιάς μας»<sup>7</sup>, ομολογούν κάποιοι μεγάλοι ταπεινοί ερευνητές. Κυνηγούμε τις εσχατιές του σύμπαντος, τα πιο απόμακρα σημεία του, και διαπιστώνουμε ότι, όσο τις πλησιάζουμε, αυτές απομακρύνονται με μεγαλύτερη ταχύτητα (νόμος του Hubble). Όσο αυξάνουμε τη γνώση μας για τον κόσμο, τόσο αυτός αποκαλύπτει την διογκούμενη αγνωσία μας. Η θεωρία της αβεβαιότητας (Uncertainty Principle) αυτό αποδεικνύει. Προσδιορίζουμε με ακρίβεια μια ιδιότητα της φύσης και υποχρεωνόμαστε σε σφάλμα για τη συζυγή της. Το ίδιο και στο σύμπαν· προχωρούμε στην ερευνά του και βρίσκουμε μαύρες τρύπες, σκοτεινή ύλη και ενέργεια, μυστικές συμμετρίες, σωμάτια των οποίων αγνοούμε τα βασικά στοιχεία, παράξενες οντότητες που τους αποδίδουμε μεταφυσικά ονόματα (strange quark, God's particle), οι οποίες όμως κρύβουν τα πιο ωραία μυστικά. Στον υπέροχο και ταυτόχρονα παράξενο αυτόν κόσμο, συνυπάρχει το μικρό με το μεγάλο, το ορατό με το αθέατο, το κατανοητό με το ακατανόητο, το κρυφό με το φανερό, η γνώση με την αγνωσία, το μεγαλείο με τη μικρότητα, το καλό με το κακό, η ενότητα με τη διαφορετικότητα. Υπάρχει το κοινωνούμενο στοιχείο με το ασυμπτωτικά αναζητούμενο.

Το σύμπαν μάς υπερβαίνει. Η επιθυμία της κυριαρχίας μας επάνω του σε συνδυασμό με τα συντριπτικά μεγέθη και την απλησίαστη λογική του μπορεί να συνθλίψει τη σκέψη και να καταθλίψει την ανθρώπινη ψυχή. Είναι τόσο εύκολο να νοιώσεις υπερβολικά μικρός, λίγος και μόνος και αυτό να μην το αντέξεις. Να αισθανθείς δίπλα του τίποτα.

<sup>4</sup>W.D. Ross, έκδ. 1957. Aristotelis Politica. Οξφόρδη: Clarendon Press. Άνατ. 1964.

<sup>5</sup>Αριστοτέλη, Μετά τα Φυσικά, 922a, πρώτη πρόταση.

Κάποιοι, ενώ μιλούν για τη θεωρία των πάντων, διακηρύσσουν ταυτόχρονα ότι «είμαστε μια ανακατανομή του τίποτα»<sup>8</sup>. Αυτό βιώνουν. Ενώ αναφερόμαστε σε θεωρίες Υπερσυμμετρίας, αυτές που με βεβαιότητα σήμερα υιοθετούμε έχουν τα ονόματα της Σχετικότητας και της Αβεβαιότητας. Επίσης, ενώ βρίσκουμε τα μυστικά των θεωριών μας, ενώ περιγράφουμε την απώτερη αρχή και το έσχατο τέλος μας ή τις λεπτομέρειες του μικρόκοσμου και του μακρόκοσμου μας, δεν τα καταφέρνουμε καλά με το παρόν και την πραγματικότητά μας. Ενώ με το εργαλείο του πολύ μικρού και χρονικά απειροστού, ανιχνεύουμε τα μυστικά του κοσμικά αρχικού και του συμπαντικά πολύ μεγάλου, καταφέρνουμε τα μικρά προβλήματα να τα κάνουμε ανυπέρβλητα μεγάλα. Κάποιοι, λίγοι, διατείνονται ότι κατανοούν τα μυστικά του κόσμου, κανένας όμως από μας δεν τους κατανοεί, ούτε μπορεί να τους πιστέψει.

Συχνά οι σύγχρονοι επιστήμονες προσπαθούν τις φιλοσοφικές επιθυμίες τους να τις θωρακίσουν με μεταφυσικές επιστημονικές θωρίες, να τις κρύψουν σε εξωσυμπαντικούς κόσμους, σε αναπόδεικτες ερμηνείες, σε ακατανόητες και ενεξέλεγκτες επιστημονικοφανείς αδολεσχές. Μιλούν για υπερσυμμετρίες, για υπερχρσδές, για πολυσύμπαντα, για πιθανολογικές φαντασιώσεις, για παραμυθένιους εκθέτες στις ποσοτικές τους εκτιμήσεις. Γί αυτό και διαφωνούν επί της επιστήμης μη επιστημονικά. Φαίνεται πως ενώ η αίγλη της επιστήμης είναι μεγαλύτερη, η έλξη της φιλοσοφίας είναι δυνατότερη.

Το σύμπαν έχει μια στάθμη ύπαρξης και λογικής πέραν της ανθρώπινης. Δεν έχει το δημιουργικό, ούτε το αυτεξούσιο ούτε και το έμψυχο στοιχείο του ανθρώπου. Δεν έχει την θεϊκότητα ως φύση του αλλά την προσφέρει ως αντανάκλασή του. Σε όλα αυτά υπερτερεί ο άνθρωπος.

Φαίνεται ότι το σύμπαν υπάρχει για να φιλοξενεί την ανθρώπινη ζωή (Ανθρωπική Αρχή). Οι παγκόσμιες σταθερές και οι τιμές τους εκεί οδηγούν. Υπάρχει όμως κυρίως για να εκτείνει τον άνθρωπο και στα έσχατα όριά του. Με τις υπερβαίνουσες την ανθρώπινη ικανότητα ιδιότητές του

μπορεί να μας υποψιάσει για την υπερβατικότητα του κόσμου όσο τίποτε άλλο. Μπορεί να μας υποδείξει κόσμους πέραν από τον εαυτό του. Αν η τυχαιότητα ή και η αναγκαιότητα της ύπαρξής του φανούν ως λιγότερο πειστικές από την ύπαρξη, τη δημιουργική δύναμη και τη σοφία του Θεού, τότε μπορεί να φανερώσει και την παρουσία του Θεού, που «είπε και εγεννήθησαν, ενετείλατο και εκτίσθησαν»<sup>9</sup>, ως πιο μεθεκτική από τον εαυτό του.

Αν η αρχή του, η αιτία, ο λόγος του, η υποβάλλουσα αισθητική, το θαυμαστό κάλλος του, η αρμονία, η φυσική του, οι νόμοι του, το ανεξερεύνητο μυστήριό του, το μεγαλείο του δεν μπορούν να στηριχθούν στην τύχη ή να ερμηνευθούν με λογική που δεν μπορεί να τα καταλάβει, τότε η αναζήτηση θεϊκού νου και λόγου είναι μονόδρομος.

Το σύμπαν βέβαια δεν αποδεικνύει τον Θεό. Απλά, Τον υποδεικνύει και ίσως Τον επιδεικνύει. Ο Θεός δεν αποδεικνύεται. Θεός που αποδεικνύεται με παρατηρήσεις, τηλεσκόπια, εξισώσεις, σκέψεις, θεωρίες, μεθόδους κ.λπ. ότι υπάρχει ή ότι δεν υπάρχει, δεν υπάρχει. Ο Θεός φανερώνεται. Το σύμπαν διευκολύνει τη φανέρωση του Θεού. Υπογραμμίζει την πίστη στον Θεό. Κάνει την παρουσία του Θεού να φαίνεται πολύ πιο πιθανή και λογική από την απουσία Του. Το σύμπαν υπάρχει κυρίως για να επιβεβαιώνει την θεϊκή υποψία.

Υπάρχει ένας μεγαλύτερος από το σύμπαν κόσμος μέσα μας. Και ένας ακόμη μεγαλύτερος από το σύμπαν έξω ή μάλλον πέραν από αυτό. Το κοσμικό σύμπαν είναι ένα τέλειο τηλεσκόπιο που ενώνει τους δυο κόσμους, τον μεγάλο που φιλοξενείται μέσα μας και τον ακόμη μεγαλύτερο που κρύβεται στο πριν από την αρχή, στο έξω από τα όρια, στο πέραν από τα νοούμενα. Ένα δώρο του Θεού για να μας μεταφέρει από τα κτιστά, πεπερασμένα, χρονικά και ανθρώπινα στα άκτιστα και άπειρα, για να μας βγάλει από την πραγματικότητα των ορατών και αθεάτων και να μας εισάγει στην αλήθεια των μη ορωμένων.

<sup>6</sup>Anil Ananthaswamy, How to map the multiverse? New Scientist, 2706, 4 May 2009, pp 35-37.

<sup>7</sup>Ηλιόπουλος, Γιάννης. Από το απειροστά μικρό στο απείρως μεγάλο. Τα μυστήρια του Σύμπαντος, τ. 8. Φεβρουάριος 2008, σ. 22

<sup>8</sup>Δημήτρης Νανόπουλος, <http://www.physics4u.gr/news/2001/nanopoulos.html>

<sup>9</sup>Ψαλμ. 32,9.



# Η Εξέλιξη των Τηλεσκοπίων

## Από τον Αρίσταρχο στον Γαλιλαίο

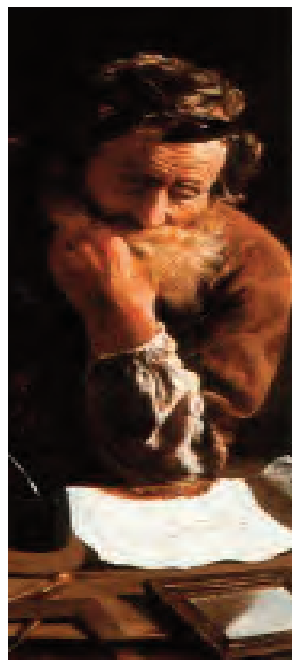
Από την πρώτη στιγμή που οι πρώτοι μας πρόγονοι περπάτησαν όρθιοι πάνω στην Γη ξεκίνησε και η «ερωτική» μας σχέση με τον ουρανό. Τα μάτια μας, αν και περιορισμένα να βλέπουν τα λαμπρότερα μόνον άστρα της νύχτας, ήταν για χιλιάδες χρόνια τα μοναδικά αστρονομικά όργανα που διαθέταμε. Αυτό όμως δεν μας εμπόδισε καθόλου από το να αναρωτιόμαστε και να στοχαζόμαστε για όλα όσα βλέπαμε εκεί πάνω. Οι πρώτοι φυσικά αστρονόμοι παρακινήθηκαν να κάνουν τις παρατηρήσεις τους από περιέργεια για τις κινήσεις των ουρανίων σωμάτων, και οι προσπάθειές τους να κατασκευάσουν ένα φυσικό πρότυπο του συστήματος αυτού τους απασχόλησε επί αιώνες.

Οι περισσότεροι από τους Έλληνες φιλοσόφους, για παράδειγμα, προσπάθησαν κατά καιρούς να εξηγήσουν και θεωρητικά το όλο σύστημα των άστρων, της Γης, των πλανητών, και των παγκόσμιων κινήσεων, κι έτσι οι κινήσεις των πλανητών αποτέλεσαν την πηγή και το πεδίο δοκιμών μερικών από τις πιο βασικές φυσικές και μαθηματικές θεωρίες. Μ' αυτόν τον τρόπο γεννήθηκε η επιστημονική μέθοδος που εξελίχτηκε σιγά-σιγά σ' ένα πανίσχυρο εργαλείο της σύγχρονης έρευνας, παρόλο που οι αρχαίοι Έλληνες φιλόσοφοι δεν διέθεταν ούτε τηλεσκόπια, ούτε διαστημόπλοια, ούτε υπολογιστές.

Φυσικά όλες οι αρχαίες κοσμολογίες, οι προσπάθειες δηλαδή των ανθρώπων να συνδέσουν τη Γη με το υπόλοιπο Σύμπαν, ξεκινούσαν από την κατανοήσιμη έννοια ότι η Γη ήταν ακίνητη και βρισκόταν στο κέντρο του Σύμπαντος. Κι όλες, βασισμένες στην ανθρώπινη αντίληψη και όραση, προϋπέθεταν ότι τα άστρα ήταν καρφωμένα σ' έναν στερεό ουρανό που γυρνούσε γύρω από μίαν ακίνητη, σταθερή Γη, η οποία αποτελούσε έτσι το κέντρο του Σύμπαντος. Όλες οι κοσμολογίες, εκτός από μία: αυτή του Αρίσταρχου από τη Σάμο (310-230 π.Χ.). «Αρίσταρχος ο Σάμιος υποτίθεται τα μεν απλανέα των άστρων και τον

άλιον μένειν ακίνητα, τα δε γαν περιφέρεσθαι περί τον άλιον κατά κύκλου περιφέρειαν». Δηλαδή, η Γη δεν είναι το κέντρο του κόσμου, όπως τό θελαν οι κάτοικοί της, αλλά μία μηδαμινή σφαίρα που περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο. Η θαυμάσια όμως και απλή αυτή εξήγηση του Αρίσταρχου ηλιοκεντρικού συστήματος σύντομα παραμερίστηκε γιατί δεν συμφωνούσε με την καθημερινή λογική ενός γεωκεντρικού συστήματος.

Το πνεύμα που χαρακτήριζε τις έρευνες των αρχαίων ήταν φυσικά η ανακάλυψη της αλήθειας και πραγματοποιούνταν με την πίστη στηριγμένη στην παρατήρηση. Πίστευαν δηλαδή ότι η φύση λειτουργεί με βάση ορισμένες αρχές και ότι η πραγματική ομορφιά της μπορεί να εκτιμηθεί καλύτερα με μια όσο το δυνατόν πιο ακριβή φυσική περιγραφή.



Ο Αρίσταρχος ο Σάμιος σε πίνακα του Δομήνικου Φέτι.



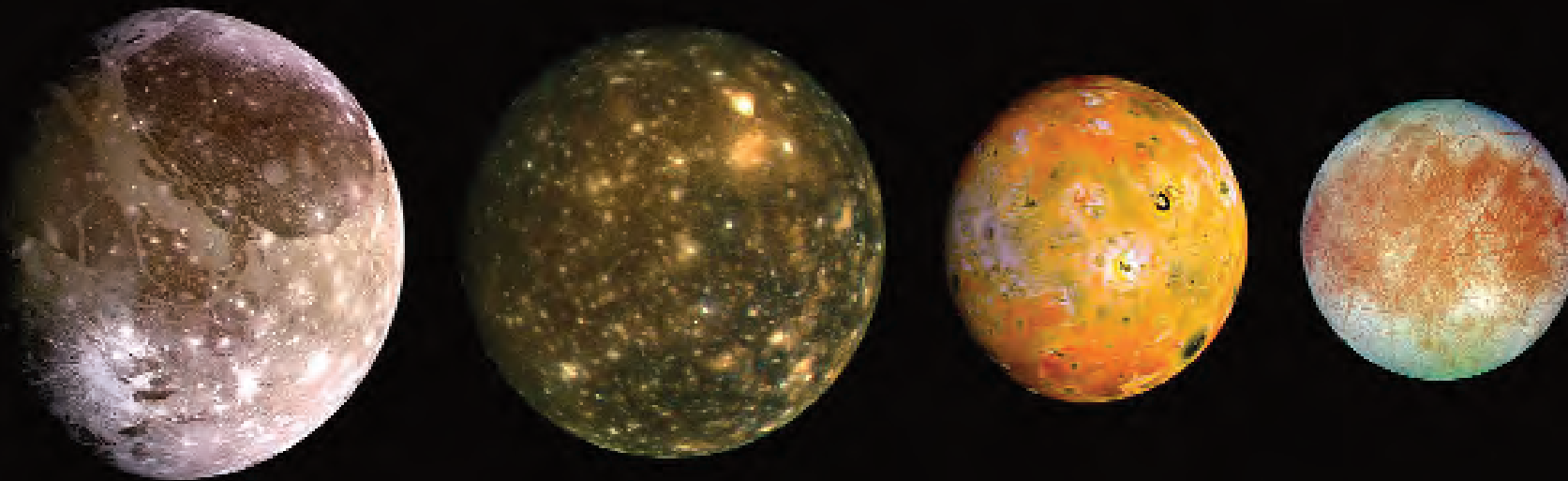
Ο Γαλιλαίος, παρατηρώντας τους δορυφόρους του Δία.

Οι πρώτοι εκείνοι επιστήμονες ήταν ενήμεροι της ανεπάρκειας που χαρακτήριζε την περιγραφή της φύσης στην εποχή τους, αλλά είχαν ανεξάντλητη πίστη στο ότι ακόμα και τα πιο επίμονα προβλήματα θα υποχωρούσαν μπροστά στις προσπάθειες των μελλοντικών ερευνητών. «Θα έλθει η ημέρα» έγραφε ο Σενέκας «όταν σαν αποτέλεσμα της μελέτης πολλών γενεών τα πράγματα που τώρα μας είναι κρυμμένα θα φανερωθούν με αποδείξεις, και οι απόγονοί μας θα εκπλαγούν από το γεγονός ότι αλήθειες τόσο ξεκάθαρες μας διέφευγαν επί τόσο καιρό.»

Ο πρώτος πάντως πραγματικός παρατηρησιακός αστρονόμος ήταν ο Ίππαρχος (190-125 π.Χ.) που δίκαια τα επιτεύγματά του οδήγησαν στον χαρακτηρισμό του ως «πριγκίπα της παρατήρησης» και «πατέρα της αστρονομίας». Γιατί η επιστημονική μελέτη της αστρονομίας, με την σύγχρονη έννοια της λέξης, αρχίζει με τις μελέτες και τα έργα του Ίππαρχου. Χάρη στην υπομονή και την οξυδέρκειά του υπολόγισε με αξιοθαύμαστη ακρίβεια την θέση του περιγείου και του απογείου του Ήλιου, την διάρκεια του ηλιακού και αστρικού έτους (επιτρέποντας έτσι στον Σωσιγένη να δημιουργήσει 100 χρόνια αργότερα το Ιουλιανό Ημερολόγιο), την λόξωση της εκλειπτικής (κλίση του γήινου άξονα), την κίνηση του ουράνιου πόλου (την μετάπτωση των ισημεριών), ενώ απέδειξε επίσης και την ανισότητα της διάρκειας των εποχών.

Ο Ίππαρχος ήταν επίσης κι ένας διακεκριμένος μαθηματικός που ανακάλυψε και καθιέρωσε έναν καινούργιο κλάδο μαθηματικών, την τριγωνομετρία, και ο πρώτος που πρό-

βλεπε τις εκλείψεις με έναν αυστηρά μαθηματικό τρόπο. Ασχολήθηκε επίσης με την καταγραφή ενός καταλόγου σεληνιακών και ηλιακών εκλείψεων για μία περίοδο 600 ετών. Το 129 π.Χ. μάλιστα μια ολική έκλειψη του Ήλιου (ορατή από τον Ελλήσποντο) βοήθησε τον Ίππαρχο να καθορίσει την απόσταση Γης-Σελήνης στα 390.000 km παίρνοντας ως βάση τον υπολογισμό της γήινης διαμέτρου που είχε κάνει το 240 π.Χ. ο Ερατοσθένης. Μεταξύ των άλλων διαμόρφωσε κι έναν κατάλογο των θέσεων και της λαμπρότητας 1.022 άστρων. Στον κατάλογο αυτό ταξινόμησε τα άστρα με βάση την φαινόμενη φωτεινότητά τους, ταξινόμηση που χρησιμοποιούμε ακόμη και σήμερα. Όπως αναφέρει ο Πλίνιος με τον κατάλογο αυτόν ο Ίππαρχος «... προσέφερε στην ανθρωπότητα τον ουρανό ολόκληρο ως κληρονομιά». Ο Ίππαρχος ήταν επίσης ο εφευρέτης του αστρολάβου, ενός οργάνου παρατήρησης και υπολογισμού που παρέμεινε σε χρήση για πολύ καιρό, ακόμη και μετά την εποχή του Κολόμβου, ο οποίος το χρησιμοποίησε στα εξερευνητικά του ταξίδια στον Νέο Κόσμο. Βελτίωσε επίσης και την υπάρχουσα στην εποχή του θεωρία της κίνησης των πλανητών, απορρίπτοντας το σύστημα των σφαιρών και αντικαθιστώντας το με ένα απλούστερο σύστημα κύκλων και επικύκλων, κάτι που είχε προτείνει παλαιότερα κι ο Απολλώνιος. Έτσι κατόρθωσε να εξηγήσει την φαινόμενη ανόμοια κίνηση του Ήλιου και της Σελήνης και ταυτόχρονα να διατηρήσει την ομοιομορφία της κίνησης σε κυκλικές τροχιές. Ήταν μία άποψη που εδραιώθηκε αργότερα από τον Κλαύδιο Πτολεμαίο στην Αλεξάνδρεια τον 2ο μ.Χ. αιώνα και διατηρήθηκε έκτοτε ανέπαφη μέχρι την αναγέννηση, 1.500 χρόνια αργότερα.



Και τότε, μέσα σε ένα σχετικά μικρό χρονικό διάστημα και χάρη στην εμφάνιση μερικών μεγαλοφυών ερευνητών, προκλήθηκε μια πραγματική επανάσταση στην Αστρονομία.

Ένας από τους σημαντικότερους παρατηρησιακούς αστρονόμους που έζησαν ποτέ γεννήθηκε το 1546, και ήταν ο μεγαλύτερος γιος ενός Δανού αριστοκράτη. Με τη βοήθεια του βασιλιά Φρειδερίκου του 2ου της Δανίας ο Τύχων Μπραχέ (1546-1601) δημιούργησε ένα πρότυπο Αστεροσκοπείο στη νήσο Χβεν, όπου εργάστηκε για 20 χρόνια κάνοντας παρατηρήσεις πολύ ανώτερες σε ακρίβεια και ποσότητα από όλες όσες είχαν γίνει στο παρελθόν. Για τις παρατηρήσεις του αυτές ο Μπραχέ σχεδίασε και κατασκεύασε όργανα που δεν είχαν χρησιμοποιηθεί ποτέ μέχρι τότε, και επινόησε νέους τρόπους και μεθόδους παρατηρήσεων της θέσης των πλανητών, ανακαλύπτοντας πολλές άγνωστες μέχρι τότε ανομοιομορφίες στις κινήσεις αυτές.

Μετά τον θάνατό του Τύχωνα όλες οι ακριβείς παρατηρήσεις του έμειναν στα χέρια του νεαρού βοηθού του Γιόχαν Κέπλερ (1571-1630). Ο Κέπλερ δεν ήταν παρατηρητής, αλλά ένας εξαιρετικός θεωρητικός. Με τη βοήθεια των παρατηρήσεων του Τύχωνα σύντομα κατόρθωσε να διατυπώσει τους τρεις περίφημους νόμους του των πλανητικών κινήσεων, με τους οποίους μπορούσε να εξηγήσει άνετα τις κινήσεις των πλανητών με μηδαμινό σχεδόν λάθος. Είχε δηλαδή κατορθώσει να δημιουργήσει μια ακριβή περιγραφή της πραγματικής πορείας των πλανητών γύρω από τον Ήλιο.

Στο διάστημα λοιπόν που συνέβαιναν οι διάφορες αυτές αναγεννησιακές εξελίξεις στη θεωρητική αστρονομία, ένας Ιταλός επιστήμονας μελετούσε τον ουρανό με ένα όργανο, που επρόκειτο να γίνει το πανίσχυρο εργαλείο της παρατηρησιακής αστρονομίας. Είναι, πάντως, αρκετά περίεργο που η εφεύρεση του τηλεσκοπίου άργησε τόσο πολύ, αφού η ικανότητα μεγέθυνσης που είχαν ορισμένα κυρτά και κοίλα διάφανα αντικείμενα ήταν γνωστή από την αρχαιότητα. Ακόμη και η κατασκευή γυαλιού ήταν γνωστή στην Αίγυπτο από το 3500 π.Χ., ενώ ορισμένοι υποτυπώδεις φακοί βρέθηκαν σε ανασκαφές στην Κρήτη που χρονολογούνται από το 2000 π.Χ.. Παρ' όλα αυτά οι φακοί με την μορφή που τους γνωρίζουμε σήμερα παρουσιάστηκαν στην Ευρώπη τον 13ο μόλις αιώνα, όταν στα εργαστήρια γυαλιού της Βενετίας και της Φλωρεντίας δημιουργήθηκαν οι κατάλληλες τεχνικές επεξεργασίας του.

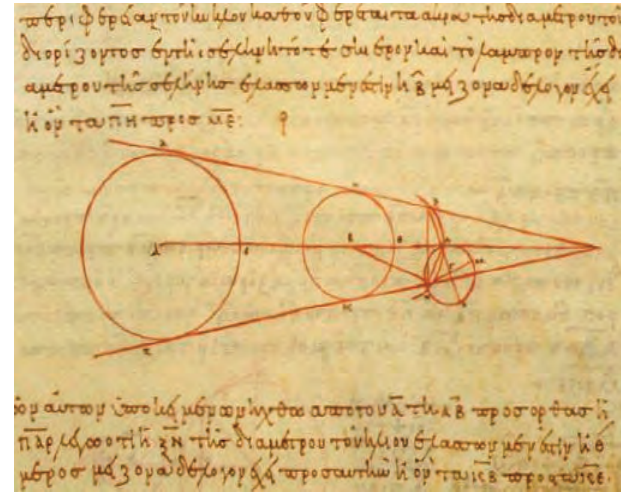


Γιόχαν Κέπλερ (1571-1630)



Τύχων Μπραχέ (1546-1601)

Από την εποχή ακόμη του Ρότζερ Μπέηκον (Roger Bacon, 1220-1292) είχαν χρησιμοποιηθεί μεγεθυντικοί φακοί που βοηθούσαν στην ανάγνωση όσους έπασχαν από πρεσβυωπία. Οι φακοί όμως αυτοί δεν βοηθούσαν εύκολα και στη γραφή. Γι' αυτό οι Βενετοί υαλοτεχνίτες κατασκεύασαν μικρότερους αμφίκυρτους φακούς, τους οποίους τοποθέτησαν σε έναν σκελετό που μπορούσε να στηριχτεί πάνω στη μύτη και τα αυτιά του χρήστη. Μ' αυτόν τον τρόπο δημιουργήθηκαν αρχικά τα γυαλιά της πρεσβυωπίας (γύρω στο 1350) και αργότερα (γύρω στο 1450) της μυωπίας με την χρήση κοίλων φακών. Έτσι, στα μέσα του 15ου αιώνα όλα τα υλικά με τα οποία θα μπορούσαν να είχαν κατασκευαστεί τα πρώτα τηλεσκόπια ήταν στη διάθεση των οπτικών της εποχής, αφού ένα απλό τηλεσκόπιο δεν είναι τίποτε άλλο παρά ο κατάλληλος συνδυασμός κοίλων και κυρτών φακών και κατόπτρων. Παρ' όλα αυτά η εφεύρεση του τηλεσκοπίου δεν επετεύχθη άμεσα.



Υπολογισμοί του Αρίσταρχου για τις σχετικές αποστάσεις μεταξύ του Ήλιου, της Γης και της Σελήνης σε ελληνικό αντίγραφο του 10ου αιώνα.



## Η Εμφάνιση του Τηλεσκοπίου

Πολλοί υποστηρίζουν σήμερα ότι το πρώτο τηλεσκοπικό όργανο, ένας απλός συνδυασμός κυρτού φακού και κατόπτρου, κατασκευάστηκε στην Αγγλία το 1570 από τους Τζων Ντη (John Dee) και Λέοναρντ και Τόμας Ντιγκς (Leonard και Thomas Digges). Παρ’ όλα αυτά η τιμή αυτή αποδίδεται σήμερα στον Ολλανδό Χάνς Λίπερχειϊ (Hans Lippershey, 1570-1619), ο οποίος παρουσίασε επίσημα την εφεύρεσή του τον Οκτώβριο του 1608. Το πρώτο αυτό τηλεσκόπιο αποτελούνταν από τον συνδυασμό ενός αμφίκυρτου και ενός αμφίκοιλου φακού τοποθετημένων στο εσωτερικό ενός μεταλλικού σωλήνα και μπορούσε να μεγεθύνει τα απόμακρα αντικείμενα τρεις φορές (3X).

Δεκάδες τέτοια όργανα κατασκευάστηκαν και πωλούνταν στην Ιταλία, την Γερμανία και την Γαλλία την επόμενη χρονιά και με τα οποία ο καθένας μπορούσε να δει απόμακρα αντικείμενα να φαίνονται πλησιέστερα. Όπως φαίνεται μάλιστα ένα τέτοιο όργανο με ισχύ 6X χρησιμοποιήθηκε από τον Τόμας Χάριουτ (Thomas Harriot, 1560-1621) που έκανε τις πρώτες παρατηρήσεις της επιφάνειας της Σελήνης τον Αύγουστο του 1609 με τον οπτικό του σωλήνα, όπως ονομάζονταν αρχικά το τηλεσκόπιο. Η πρόταση για την ονομασία του νέου αυτού οργάνου παρατήρησης σε «τηλεσκόπιο» έγινε για πρώτη φορά το 1612 από τον Έλληνα μαθηματικό Ιωάννη Διμιζιάνι, που ήταν γραμματέας ενός Ιταλού καρδινάλιου, και δεν καθιερώθηκε παρά αρκετές δεκαετίες αργότερα.

Είτε έτσι, όμως, είτε αλλιώς η εφεύρεση και η μετέπειτα εξέλιξη του τηλεσκοπίου έγινε το πανίσχυρο εργαλείο της παρατηρησιακής αστρονομίας. Κι αυτός που έδωσε στο τηλεσκόπιο την μεγάλη του φήμη ήταν ο Ιταλός μαθηματικός και αστρονόμος Γαλιλαίος Γαλιλέϊ (1564-1642). Γιατί, παρόλο που ο Γαλιλαίος δεν εφηύρε το τηλεσκόπιο και δεν ήταν ο πρώτος που το έστρεψε προς τον ουρανό, ήταν, χωρίς αμφιβολία, ο πρώτος που εκτίμησε τη σπουδαιότητά του και την σημασία των παρατηρήσεων που έκανε μ’ αυτό στις αρχές του 17ου αιώνα. Γι’ αυτό, άλλωστε, και η Διεθνής Αστρονομική Ένωση (IAU) με την UNESCO ανακήρυξαν το 2009 ως *Παγκόσμιο Έτος Αστρονομίας* για να τιμήσουν έτσι την 400η επέτειο από την πρώτη χρήση του τηλεσκοπίου από τον Γαλιλαίο το 1609.

Πράγματι, ο Γαλιλαίος κατασκεύασε το πρώτο του τηλεσκόπιο ισχύος 3X τον Ιούνιο του 1609, ένα δεύτερο ισχύος 8X δύο μήνες αργότερα, και ένα τρίτο ισχύος 20X τον Οκτώβριο του ίδιου έτους. Με την βοήθεια των τηλεσκοπίων αυτών ο Γαλιλαίος ανακάλυψε τους 4 μεγαλύτερους δορυφόρους του Δία, επιβεβαιώνοντας επιστημονικά το γεγονός ότι η Γη δεν είναι το κέντρο του Σύμπαντος, ενώ άνοιγε ταυτόχρονα την εποχή της τεχνολογίας και της επιστημονικής επανάστασης. Στη συνέχεια εντόπισε και σχεδίασε τα διάφορα Σεληνιακά χαρακτηριστικά και τα διαχώρισε σε βουνά, κρατήρες, και «θάλασσες», ενώ αργότερα (το 1611) είδε τις φάσεις της Αφροδίτης και στην φωτόσφαιρα του Ήλιου τις σκοτεινές του κηλίδες.



Ο Γαλιλαίος επιδεικνύει το τηλεσκόπιό του στον Δόγη της Βενετίας.



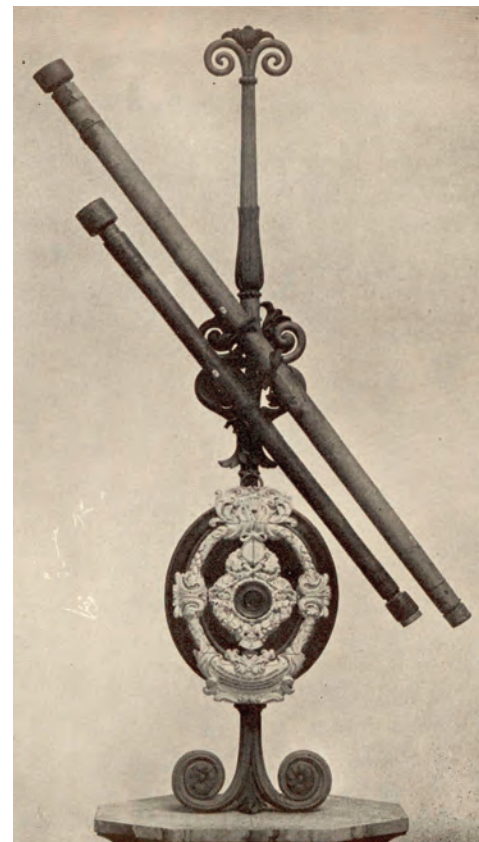
Ανάγλυφο πορτρέτο του Χοίχενς.

Στρέφοντας το τηλεσκόπιό του στην ζώνη του Γαλαξία χιλιάδες νέα άστρα που ήταν αόρατα με γυμνό μάτι ξεχώρισαν μπρος στα μάτια του. Αντιλήφθηκε έτσι σωστά ότι ο πραγματικός λόγος που τα άστρα φαίνονται να παραμένουν στους σταθερούς σχηματισμούς των αστερισμών είναι γιατί, σε σύγκριση με τους πλανήτες, τα άστρα βρίσκονται σε τεράστιες αποστάσεις από μας. Το εκκλησιαστικό όμως κατεστημένο της εποχής δεν μπόρεσε να ανεχθεί τις νέες ανακαλύψεις. Γι' αυτό ο Γαλιλαίος καταδιώχτηκε και με την απειλή βασανιστηρίων αναγκάστηκε να απαρνηθεί τις ιδέες του και να περάσει το υπόλοιπο της ζωής του φυλακισμένος στο σπίτι του μέχρι που πέθανε το 1642 σε ηλικία 78 ετών. Οι νέες όμως ιδέες διαδόθηκαν παντού σαν πυρκαγιά. Και στο τέλος ακόμη και η εκκλησία κατάλαβε ότι ούτε οι αφορισμοί, ούτε το κάψιμο των βιβλίων, ούτε οι απειλές, ούτε οι εκτελέσεις μπορούσαν να σταματήσουν την εξάπλωση των νέων γνώσεων.

Το μεγαλύτερο τηλεσκόπιο που κατασκεύασε ο Γαλιλαίος είχε διάμετρο 4,4 cm, μήκος 1,2 m και ισχύ 33X ενώ το σχηματιζόμενο είδωλο ήταν όρθιο. Τα τηλεσκόπια όμως αυτά είχαν περιορισμένο οπτικό πεδίο, ενώ όσο η ισχύς τους μεγάλωνε τόσο περιορίζονταν ακόμη περισσότερο και το οπτικό τους πεδίο. Το πρόβλημα αυτό λύθηκε με τις μελέτες που έκανε το 1611 ο Γιόχαν Κέπλερ και οι οποίες απέδειξαν ότι όταν ο αμφίκυρτος φακός τοποθετούνταν πίσω από την εστία, αντί της μέχρι τότε τοποθέτησής του μπροστά από την εστία του αντικειμενικού φακού, είχαμε ως αποτέλεσμα την σημαντική διεύρυνση του οπτικού πεδίου. Μ' αυτήν όμως την διάταξη το είδωλο φαίνεται ανάποδα. Θα μπορούσε φυσικά να χρησιμοποιηθούν κι άλλοι φακοί για να αντιστρέψουν και πάλι το είδωλο δείχνοντάς το όρθιο, αλλά στην αστρονομία δεν γίνεται κάτι τέτοιο αφού οι προσθήκες αυτές θα εξασθενούσαν το φως που έρχεται από τα άστρα. Στα τηλεσκόπια δηλαδή δεν μας ενδιαφέρει μόνο η μεγέθυνση ενός απόμακρου αντικειμένου, αλλά κυρίως η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη συγκέντρωση του φωτός (ή καλύτερα της ακτινοβολίας) που έρχεται από τα άστρα.

Για την επίτευξη, όμως, μεγαλύτερης μεγέθυνσης στα διοπτρικά ή διαθλαστικά αυτά τηλεσκόπια απαιτείται η όλο

και μεγαλύτερη αύξηση της εστιακής απόστασης του αντικειμενικού φακού, με αποτέλεσμα την συνεχή αύξηση του μήκους του σωλήνα. Μ' αυτόν τον τρόπο το μέγεθος των τηλεσκοπίων μεγάλωνε συνεχώς έτσι, ώστε από τα 120 cm που ήταν το μήκος του τηλεσκοπίου του Γαλιλαίου, στα μέσα του 17ου αιώνα είχε ξεπεράσει τα 6 m. Το τηλεσκόπιο, για παράδειγμα, που κατασκεύασε το 1656 ο Κρίστιαν Χόιχενς (Christiaan Huygens, 1629-1695) είχε μήκος 7 m και μεγεθυντική ισχύ 100X, ενώ ένα άλλο που κατασκεύασε το 1673 ο Γιόχαν Εβέλιους (Johannes Hevelius, 1611-1687) είχε μήκος 46 m περίπου! Τόσο μεγάλη όμως τηλεσκόπια ήταν τρομερά δύσκολα στη χρήση τους, οπότε έγινε πλέον κατανοητό ότι αυτού του είδους τα τηλεσκόπια είχαν φτάσει στα όριά τους, για την εποχή τουλάχιστον εκείνη.

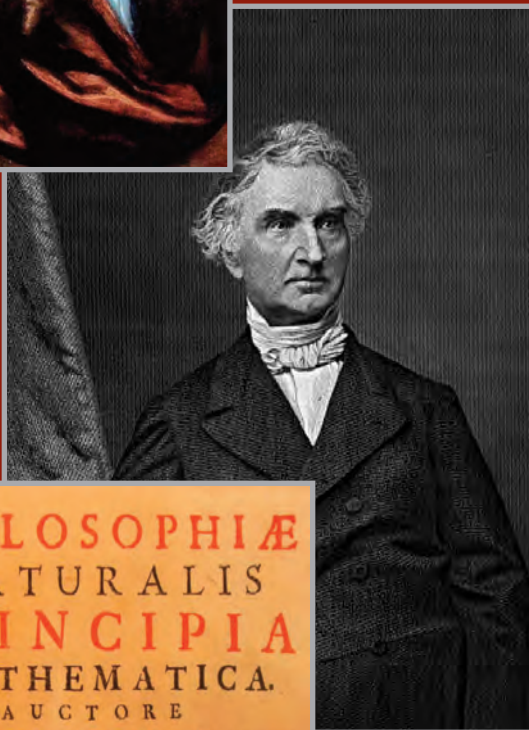


Δύο από τα τηλεσκόπια του Γαλιλαίου.

Ο Νεύτωνας



ο Γερμανός  
χημικός φον Λίμπιγκ.



PHILOSOPHIÆ  
NATURALIS  
PRINCIPIA  
MATHEMATICA.  
AUCTORE

ISAACO NEWTONO, EQ. AURATO.

*Perpetuis Commentariis illustrata, communi studio*

PP. THOMÆ LE SEUR & FRANCISCI JACQUIER

*Ex Gallicanâ Minimorum Familiâ,  
Matheseos Professorum.*

TOMUS SECUNDUS.



Ο δεύτερος τόμος των  
Μαθηματικών Αρχών  
Φυσικής Φιλοσοφίας  
του Νεύτωνα, ενός από  
τα σπουδαιότερα επι-  
στημονικά συγγράμματα  
όλων των εποχών.

Έτσι η περαιτέρω εξέλιξη του τηλεσκοπίου βασίστηκε στις μελέτες που έκανε το 1663 ο Σκωτσέζος μαθηματικός Τζέιμς Γκρέγκορ (James Gregory, 1638-1675) και με τις οποίες πρότεινε για πρώτη φορά την κατασκευή ενός κατοπτρικού τηλεσκοπίου. Σύμφωνα με την πρόταση του Γκρέγκορ την συγκέντρωση του φωτός θα έκανε ένα πρωτεύον κοίλο κάτοπτρο που θα αντανακλούσε τις ακτίνες πάνω σ' ένα μικρότερο κοίλο κάτοπτρο το οποίο με τη σειρά του θα επέστρεφε τις ακτίνες προς το μεγαλύτερο κάτοπτρο όπου μέσα από μία μικρή τρύπα στο κέντρο του θα περνούσαν προς το μάτι του παρατηρητή εστιαζόμενες και μεγεθυμένες από τον προσοφθάλμιο. Οι τεχνίτες όμως της εποχής δεν είχαν την ικανότητα να λειάνουν τα κάτοπτρα στο βαθμό που απαιτείτο.

Τότε ήταν που εμφανίστηκε ο Ισαάκ Νεύτων (1643-1727), ο οποίος επινόησε νέες μεθόδους κατασκευής και λείανσης των κατόπτρων κατασκευάζοντας τελικά ένα πρώτο κατοπτρικό τηλεσκόπιο γύρω στα 1668. Το κατοπτρικό όμως τηλεσκόπιο του Νεύτωνα διέφερε από εκείνο που είχε προτείνει ο Γκρέγκορ. Γιατί μετά την αντανάκλαση του φωτός πάνω στο πρωτεύον κοίλο κάτοπτρο οι ακτίνες κατευθύνονταν σ' ένα επίπεδο κάτοπτρο που ήταν τοποθετημένο με γωνία 45° έτσι, ώστε να στέλνει το είδωλο στη μία πλευρά του σωλήνα όπου εστιάζονταν και μεγεθύνονταν με την βοήθεια του προσοφθάλμιου. Το δεύτερο κατοπτρικό τηλεσκόπιο που κατασκεύασε ο Νεύτων παρουσιάστηκε στις 11 Ιανουαρίου 1672 στην Βασιλική Εταιρεία και αποτελούνταν από ένα πρωτεύον κάτοπτρο 3 cm περίπου, διάμετρο σωλήνα που έφτανε τα 5 cm και συνολικό μήκος που δεν ξεπερνούσε τα 17 cm!

Ένα χρόνο αργότερα ένας γάλλος γιατρός ονόματι Τζιοβάνι Κασεγκρέν (Giovanni D. Cassegrain, 1625-1712), για τον οποίον δεν γνωρίζουμε και πολλά πράγματα, βασισμένος στην πρόταση του Γκρέγκορ κατασκεύασε κι αυτός ένα κατοπτρικό τηλεσκόπιο στο οποίο το δευτερεύον κάτοπτρο ήταν κυρτό και όχι κοίλο. Ακόμη και σήμερα τα κατοπτρικά αυτά τηλεσκόπια είναι ιδιαίτερα δημοφιλή λόγω του μικρότερου μεγέθους τους.

Στην εξελικτική πορεία των τηλεσκοπίων σημαντική ήταν επίσης και η εξέλιξη στις τεχνικές επίστρωσης που χρησιμοποιούνται στα κάτοπτρα των τηλεσκοπίων. Μέχρι τα μέσα περίπου του 19ου αιώνα χρησιμοποιούσαν ως επίστρωση ένα μείγμα χαλκού και τσίγκου, μέχρις ότου ο Γερμανός χημικός Τζούστους φον Λίμπιγκ (Justus von Liebig, 1803-1873) επινόησε μία μέθοδο επίχρισης της επιφάνειας του γυαλιού με ένα λεπτό στρώμα αργύρου, ενώ αργότερα ο άργυρος αντικαταστάθηκε από ένα στρώμα αλουμινίου που διαρκεί περισσότερο. Μ' αυτόν τον τρόπο τα κάτοπτρα μπορούσαν να επαναχρίζονται χωρίς να αλλάζει η μορφή τους.

Πολύ αργότερα, το 1931, ο Γερμανός οπτικός Μπέρναρντ Σμιτ (Bernhard Schmidt, 1879-1935) διαμόρφωσε ένα συνδυασμό διοπτρικού και ανακλαστικού τηλεσκοπίου που είχε την δυνατότητα να φωτογραφίζει μεγάλες περιοχές του ουρανού. Τα τηλεσκόπια Σμιτ περιλαμβάνουν έναν λεπτό φακό στο ένα άκρο, ενώ στο άλλο άκρο υπάρχει ένα κοίλο κάτοπτρο με μία διορθωτική πλάκα. Το μεγαλύτερο τηλεσκόπιο αυτού του είδους βρίσκεται στο Αστεροσκοπείο Καρλ Σβάρτσιλντ στο Τόπενμεργκ της Γερμανίας και αποτελείται από τον συνδυασμό ενός φακού 134 cm και ενός κατόπτρου 200 cm. Οι φωτογραφίες που καταγράφονται με τη βοήθεια αυτού του είδους τα τηλεσκόπια είναι πραγματικά έργα τέχνης.

Αξίζει λοιπόν να επισημάνουμε εδώ την εξαιρετική βοήθεια που προσέφερε στις αστρονομικές έρευνες η εφεύρεση της φωτογραφικής μηχανής και η ανάπτυξη των φωτογραφικών μεθόδων. Γιατί η παρατεταμένη έκθεση μιας φωτογραφικής πλάκας στις ακτινοβολίες που έρχονται από το Σύμπαν (που πολλές φορές διαρκεί ώρες ή και ημέρες ακόμη) βοηθάει στη συγκέντρωση πολύ περισσότερων φωτονίων πάνω σε μία φωτογραφία, ενώ στη συνέχεια η φωτογραφία αυτή μπορεί να μελετηθεί με άνεση χρόνου από περισσότερους του ενός ερευνητές. Κι όπως ήταν επόμενο, η πρώτη αστρονομική φωτογραφία απεικόνιζε τη Σελήνη, και καταγράφηκε στις 23 Μαρτίου του 1840, αν και χρειάστηκε να περάσουν 25 ολόκληρα χρόνια για να μπο-

ρέσει η φωτογραφία να έχει την καθαρότητα των χαρακτηριστικών που μπορούσε να διακρίνει το ανθρώπινο μάτι μέσα από ένα τηλεσκόπιο. Με την πάροδο όμως του χρόνου η φωτογραφική απεικόνιση των απόμακρων ουράνιων αντικειμένων έγινε ένα αναντικατάστατο μέσο στις τηλεσκοπικές μας παρατηρήσεις για την διερεύνηση του Σύμπαντος.



Σελίδες από το βιβλίο του Γαλιλαίου Sidereus Nuncius, στο οποίο είχε καταγράψει τις πρώτες του επιστημονικές παρατηρήσεις.



Σχέδιο τηλεσκοπίου Σμιτ από τον ερασιτέχνη αστρονόμο Ράσελ Πόρτερ (1871-1949).



## Οι Νέες Ανακαλύψεις

Ο αστρονόμος Γουίλιαμ Χέρσελ.



Ο Γουίλιαμ Χέρσελ (1738-1822) ξεκίνησε την σταδιοδρομία του ως μουσικός και σε νεαρή ηλικία, το 1757, μετακόμισε από το Ανόβερο στο Λονδίνο. Σε ηλικία 35 χρόνων αγόρασε ένα βιβλίο αστρονομίας και έκτοτε έγινε ένθερμος θιασώτης της επιστήμης του ουρανού κάνοντας μερικές από τις πιο σπουδαίες ανακαλύψεις στην αστρονομία στα τέλη του 18ου και στις αρχές του 19ου αιώνα. Με την βοήθεια ενός τηλεσκοπίου 18 cm ανακάλυψε στις 13 Μαρτίου 1781 ένα μικρό πρασινωπό στίγμα που στην αρχή νόμισε ότι ήταν κάποιος κομήτης, ο οποίος σιγά-σιγά θα σχημάτιζε την ουρά του καθώς θα πλησίαζε στον Ήλιο. Το αντικείμενο όμως αυτό δεν κινήθηκε ποτέ προς τον Ήλιο και ο Χέρσελ συμπέρανε έτσι ότι πρέπει να ήταν ένας νέος πλα-

νήτης, ο πρώτος που ανακαλύφθηκε με την βοήθεια τηλεσκοπίου. Ο Χέρσελ πρότεινε τότε να δοθεί στον νέο πλανήτη το όνομα του Βασιλιά Γεωργίου του 3ου, αλλά η επιστημονική κοινότητα επέμεινε να του δοθεί μια πιο κλασική ονομασία. Έτσι ο νέος πλανήτης ονομάστηκε Ουρανός ακολουθώντας την ονοματολογία που είχαν αρχίσει οι αρχαίοι για τους ορατούς με γυμνό μάτι πλανήτες.

Στη διάρκεια της σταδιοδρομίας του ο Χέρσελ ασχολήθηκε επίσης και με την κατασκευή 200 περίπου από τα μεγαλύτερα τηλεσκόπια της εποχής του, μεταξύ των οποίων κι ένα που κατασκεύασε το 1789 με διάμετρο 122 cm και μήκος 12,2 m. Με τα τηλεσκόπια αυτά, και με τη βοήθεια της αδελφής του Καρολάιν (1750-1848), επιδόθηκε στο δύσκολο και φιλόδοξο έργο της ουράνιας χαρτογράφησης. Στη διάρκεια της χαρτογράφησης αυτής ο Χέρσελ ανακάλυψε εκατοντάδες νεφελώδη αντικείμενα που ήταν διασκορπισμένα παντού. Ενθουσιασμένος με τις πρώτες του επιτυχίες ασχολήθηκε αργότερα πιο εντατικά και μετά από επτά ολόκληρα χρόνια είχε ανακαλύψει και καταλογογραφήσει 2.000 νέα νεφελώδη αντικείμενα.

Την εργασία του πατέρα του συνέχισε επί δεκαετίες και ο γιος του ο Τζων ο οποίος το 1864 δημοσίευσε τον *Γενικό Κατάλογο Νεφελοειδών* που περιελάμβανε 5.079 συνολικά αντικείμενα. Δεκαεπτά χρόνια μετά τον θάνατο του Τζων Χέρσελ (1792-1871) ο κατάλογός του αναδομήθηκε και επεκτάθηκε έτσι, ώστε το 1895 δημοσιεύτηκε ο *Νέος Γενικός Κατάλογος* (NGC = New General Catalog) τον οποίο ακολούθησαν δύο *Παραρτήματα* (IC = Index Catalogs). Οι κατάλογοι αυτοί περιλαμβάνουν συνολικά 15.000 αντικείμενα: νεφελώματα αερίων και σκόνης, αστρικά σμήνη και νεφελοειδείς των οποίων όμως η φύση αποτελούσε επί αιώνες αντικείμενο διαφωνιών και αντεγκλήσεων. Ακόμη και σήμερα πάντως χρησιμοποιούμε τους αριθμούς των καταλόγων αυτών για να προσδιορίσουμε πολλά από τα θαυμάσια στολίδια που βλέπουμε όταν κοιτάζουμε τον ουρανό. Η φύση όμως των νεφελοειδών άρχισε να διευκρινίζεται πολύ πριν από την τελική δημοσίευση του Νέου Γενικού Καταλόγου.

Το 1850 ο Γουίλιαμ Πάρσονς (1800-1867), τρίτος λόρδος του Ρος στην Ιρλανδία, κατασκεύασε το μεγαλύτερο μέχρι τότε τηλεσκόπιο στον κόσμο που ονομάστηκε *Λεβιάθαν του Πάρσονσταουν* (Λεβιάθαν είναι η ονομασία ενός τεράστιου θαλάσσιου τέρατος που περιγράφεται με λεπτομέρεια στο βιβλίο του Ιώβ στην Παλαιά Διαθήκη). Με το τηλεσκόπιο αυτό που είχε μήκος 16 m και διάμετρο που έφτανε τα 183 cm, ο Πάρσονς επεδόθη στη μελέτη των νεφελοειδών που εμφάνιζαν μια ξεχωριστή σπειροειδή μορφή. Έτσι ο λόρδος-αστρονόμος οδηγήθηκε στο συμπέρασμα ότι οι νεφελοειδείς αυτοί ίσως να ήταν μεμονωμένα και ξεχωριστά κοσμικά νησιά, απόμακρες δηλαδή αστρικές πολιτείες. Και πράγματι, 70 χρόνια αργότερα, με την ραγδαία εξέλιξη της φωτογραφικής τέχνης και την βοήθεια του τεράστιου για την εποχή εκείνη τηλεσκοπίου των 2,5 m στο Όρος Ουίλσον στην Καλιφόρνια, ο αστρονόμος Έντουϊν Χάμπλ (Edwin Hubble, 1889-1953) κατόρθωσε να φωτογραφήσει μεμονωμένα άστρα στον σπειροειδή νεφελοειδή της Ανδρομέδας επιβεβαιώνοντας έτσι την άποψη ότι επρόκειτο για έναν απόμακρο γαλαξία έξω και πέρα από τον δικό μας.

Στο μεταξύ όμως, και ιδιαίτερα μετά την ανακάλυψη του Ποσειδώνα το 1846, από τον Άγγλο Τζων Κ. Άνταμς (John C. Adams, 1819-1892) και τον Γάλλο Ουρμπέν Λεβεριέ (Urbain Le Verrier, 1811-1877) εδραιώθηκε ακόμη περισσότερο ο νόμος του Νεύτωνα για την βαρυτική έλξη. Πενήντα χρόνια αργότερα, όμως, οι αστρονόμοι άρχισαν να παρατηρούν ότι η τροχιά του Ποσειδώνα δεν μπορούσε να υπολογιστεί με απόλυτη ακρίβεια, αφού παρέμενε ένα απειροελάχιστο μεν αλλά παρ’ όλα αυτά υπαρκτό λάθος στον υπολογισμό της. Αυτή τη φορά δύο Αμερικανοί αστρονόμοι προσπάθησαν να λύσουν το πρόβλημα υποθέτοντας την ύπαρξη ενός ακόμη αγνώστου πλανήτη, του οποίου η βαρυτική έλξη θά πρεπε να προκαλούσε τις ανωμαλίες στην τροχιά του Ποσειδώνα. Ο Πέρσιβαλ Λόουελ (Percival Lowell, 1855-1916), ιδρυτής και διευθυντής του Αστεροσκοπίου Λόουελ στην Αριζόνα υπολόγισε μια τροχιά με την οποία υποστήριζε ότι θα μπορούσαν να προβλεφθούν οι θέσεις του νέου πλανήτη. Δημοσίευσε την

εργασία του το 1915 και προγραμμάτισε μια φωτογραφική έρευνα για το νέο πλανήτη, αλλά πέθανε πριν προλάβει να την πραγματοποιήσει.

Οι έρευνες όμως στο Αστεροσκοπείο Λόουελ συνεχίστηκαν και στις 23 Ιανουαρίου 1930, ένας νεαρός αστρονόμος, ο Κλάιντ Τομπώ (Clyde Tombaugh, 1906-1997), που εργαζόταν ως βοηθός στο αστεροσκοπείο, ύστερα από εξέταση περισσότερων του μισού εκατομμυρίου φωτογραφιών, εντόπισε ένα αντικείμενο, κοντά στη θέση που είχε υπολογίσει ο Λόουελ. Στις 13 Μαρτίου 1930, ημερομηνία που συνέπεσε με την 75η επέτειο της γέννησης του Πέρσιβαλ Λόουελ και την 149η της ανακάλυψης του Ουρανού, ανακοινώθηκε τελικά ο εντοπισμός του νέου πλανήτη που ονομάστηκε Πλούτων και σήμερα έχει χαρακτηριστεί ως νάνος πλανήτης μαζί με δεκάδες άλλα παρόμοια αντικείμενα που βρίσκονται κυρίως στην υπερποσειδώνια Ζώνη του Κόιπερ.



Ο αστρονόμος Πέρσιβαλ Λόουελ.

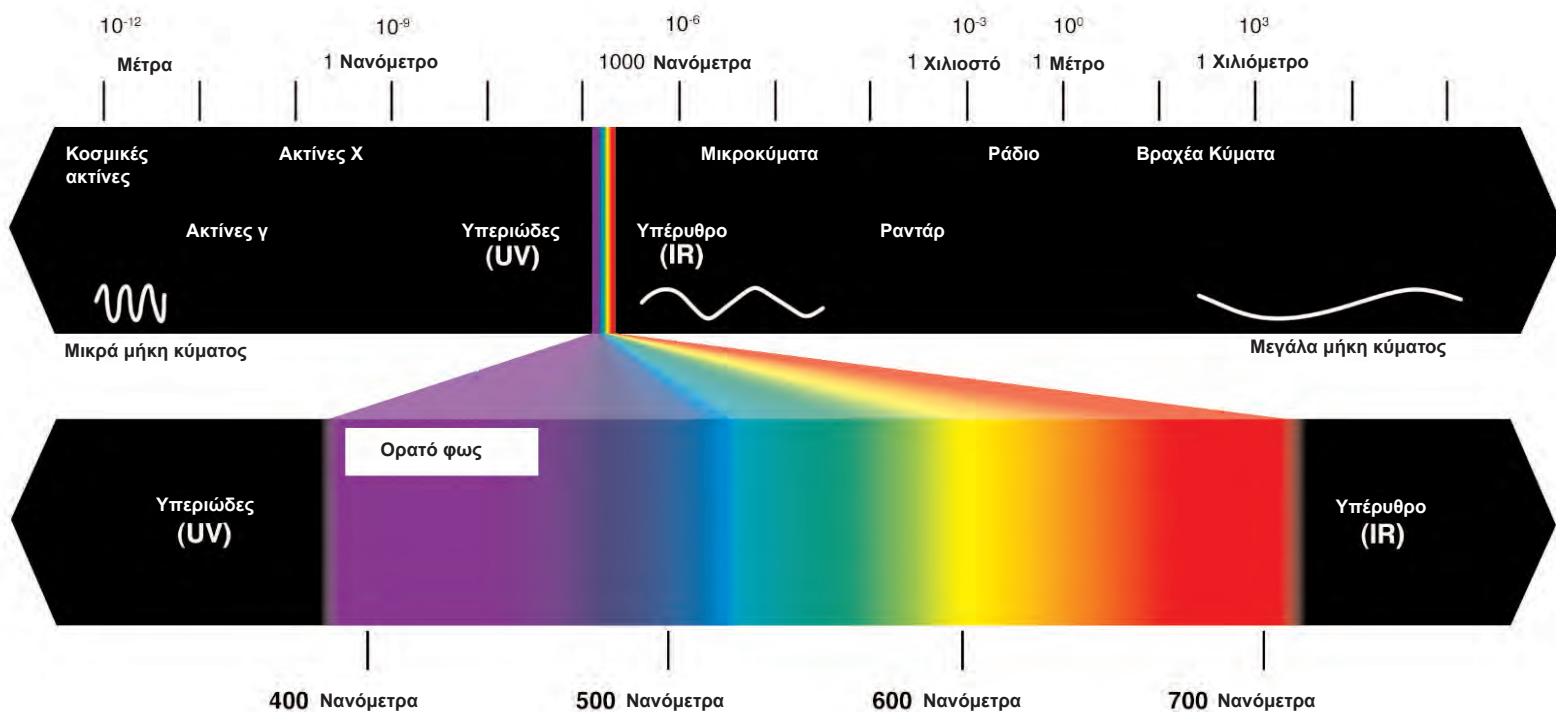
Πέρα, όμως, από την ανακάλυψη νέων πλανητών τα τηλεσκόπια βοήθησαν και στην διερεύνηση της φύσης των άστρων με την ανάπτυξη της φασματοσκοπικής τους ανάλυσης, της ιδιότητας δηλαδή που έχει το λευκό φως να διαχωρίζεται στα διάφορα χρώματα που το αποτελούν. Η ανακάλυψη αυτή έγινε από τον Ισαάκ Νεύτων το 1666 που διαπίστωσε ότι όταν το λευκό φως περάσει μέσα από ένα πρίσμα, τότε κάθε μήκος κύματός του διαθλάται, σπάει δηλαδή με διαφορετική γωνία, σχηματίζοντας πάνω σε μια οθόνη τα χρωματισμένα συστατικά του, τα οποία ο Νεύτων ονόμασε «φάσμα» (φάντασμα του φωτός).

Δύο αιώνες μετά τον Νεύτωνα, ο Γερμανός Τζόζεφ φον Φράουνχόφερ (Joseph von Fraunhofer, 1787-1826) μεγεθύνοντας το ηλιακό φάσμα ανακάλυψε ανάμεσα στα χρώματά του ορισμένες σκοτεινές ρίγες. Μετά από επισταμένη μελέτη αποδείχτηκε ότι οι ρίγες αυτές υποδηλώνουν την ύπαρξη ορισμένων χημικών στοιχείων στην ατμόσφαιρα του Ήλιου ή οποιουδήποτε άλλου άστρου μελετάμε. Αυτό

που συμβαίνει είναι ότι καθώς το συνεχές φάσμα που εκπέμπει η επιφάνεια του Ήλιου περνά μέσα από τα ψυχρότερα αέρια της ατμόσφαιράς του, ορισμένα μήκη κύματος απορροφώνται και εμφανίζονται σαν μαύρες γραμμές στο φάσμα του. Έτσι όταν βρίσκουμε μια ορισμένη μαύρη γραμμή στο φάσμα ενός άστρου, η γραμμή αυτή υποδηλώνει την ύπαρξη ενός ορισμένου χημικού στοιχείου στην ατμόσφαιρά του.

Οι φασματικές αυτές γραμμές μάς περιγράφουν δηλαδή την χημική σύσταση των άστρων και τα αστρικά αυτά φάσματα ονομάζονται φάσματα απορρόφησης. Τα αστρικά όμως φάσματα μας δίνουν και άλλες πληροφορίες για τα άστρα όπως είναι οι κινήσεις τους, οι θερμοκρασίες τους, το μέγεθός τους, και η ηλικία τους. Έτσι, σήμερα, χωρίς να χρειαστεί να φέρουμε τα άστρα στα εργαστήριά μας, έχουμε την δυνατότητα να τα μελετήσουμε από μακριά με την βοήθεια του αστρικού φωτός που μ' αυτόν τον τρόπο γίνεται ο αγγελιοφόρος τους.

Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα



Την ίδια θετική επίδραση στις αστροφυσικές μας έρευνες είχε επίσης και η ανάπτυξη των αστρονομικών παρατηρήσεων σε μήκη κύματος δεξιά και αριστερά από το οπτικό τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Γιατί δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι το οπτικό φάσμα δεν είναι παρά ένα πάρα πολύ μικρό κομμάτι αυτού που ονομάζουμε ηλεκτρομαγνητικό φάσμα. Για να κατανοήσουμε λοιπόν πλήρως την γλώσσα των άστρων θα πρέπει να εξετάσουμε και τις άλλου είδους ακτινοβολίες που έρχονται από «εκεί έξω». Ο μόνος τρόπος για να μελετήσουμε τα άστρα, την σύνθεση και την πυκνότητά τους, την θερμοκρασία και την πίεσή τους, και όλα τα άλλα χαρακτηριστικά και τις διαδικασίες που επιτελούνται σ' αυτά, είναι να μπορέσουμε να λάβουμε και να κατανοήσουμε όλα τα μηνύματα των ακτινοβολιών και πέρα απ' αυτές που βλέπει το ανθρώπινο μάτι. Οι ακτινοβολίες αυτές άρχισαν να μας αποκαλύπτονται 150 περίπου χρόνια μετά την ανακάλυψη του «φάσματος» από τον Νεύτωνα.

Γύρω στα 1800 ο Γουίλιαμ Χέρσελ ανακάλυψε ότι όταν τοποθετούσε ένα θερμόμετρο δίπλα στο κόκκινο τμήμα του οπτικού φάσματος, αυτό κατέγραφε άνοδο της θερμοκρασίας. Το γεγονός αυτό έκανε τον Χέρσελ να συμπεράνει ότι είχε ανακαλύψει την ύπαρξη μιας «αόρατης» ακτινοβολίας πέρα από το ερυθρό τμήμα του ορατού φάσματος, και γι' αυτό την ονόμασε υπέρυθρη ακτινοβολία. Στις δεκαετίες που πέρασαν έκτοτε ανακαλύφθηκαν σιγά-σιγά και όλα τα άλλα είδη των ακτινοβολιών του ηλεκτρομαγνητι-

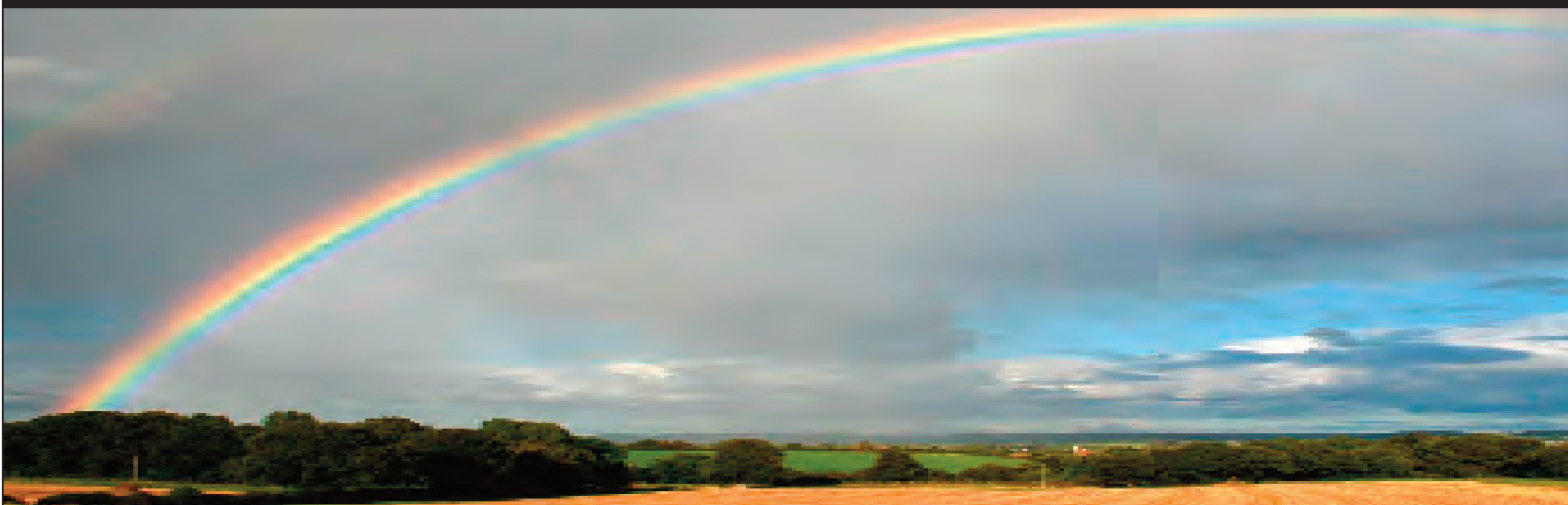
κού φάσματος: το 1801 ανακαλύφθηκε η υπεριώδης ακτινοβολία από τον Γερμανό Γιόχαν Βίλεμ Ρίττερ (Johann Wilhelm Ritter, 1776-1810), ενώ το 1888 ανακαλύφθηκαν και τα ραδιοκύματα από τον επίσης Γερμανό Χάινριχ Χερτς (Heinrich Hertz, 1857-1894), προς τιμή του οποίου μετράμε την συχνότητα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε μονάδες που ονομάζονται Χερτς. Γερμανός ήταν επίσης και ο Βίλεμ Ρέντγκεν (Wilhelm Roentgen, 1845-1923) που το 1895 ανακάλυψε τις ακτίνες Χ, ενώ το 1900 ανακαλύφθηκαν και οι υπερβραχείες ακτίνες γ από τον Γάλλο Πωλ Βιλάρ (Paul Villard, 1860-1934).



Βίλεμ Ρέντγκεν



Γουίλιαμ Χέρσελ



## Ουράνιοι Χάρτες

Η συστηματική παρατήρηση του ουρανού με τα τηλεσκόπια μας χρειάζεται απαραίτητα κι ένα άλλο βοήθημα: έναν χάρτη με την τοποθεσία των άστρων και των άλλων ουράνιων αντικειμένων. Στην ανάπτυξη της δημιουργίας των χαρτών, επιγείων και ουράνιων, σημαντικό ρόλο έπαιξε η εφεύρεση της τυπογραφίας από τον Γιοχάνες Γουτεμβέργιο (1395-1468) στη Γερμανία και τον Γουίλιαμ Κάξτον (1422-1491) στην Αγγλία. Το πρώτο εικονογραφημένο βιβλίο με τους αστερισμούς δημοσιεύτηκε στη Βενετία το 1482 και ήταν το *Poeticon Astronomicum*, που γράφτηκε από κάποιον Ρωμαίο ονόματι Hyginus. Το βιβλίο αυτό ακολουθούσε τη σειρά των αστερισμών όπως αναγράφεται στον κατάλογο της *Μεγίστης* του Κλαύδιου Πτολεμαίου. Το *Poeticon* περιελάμβανε μια σειρά ξυλογραφιών με τις μορφές των αστερισμών, χωρίς όμως τα εικονιζόμενα άστρα να έχουν σχέση με την πραγματική τους θέση στον ουρανό. Δεν μπορούμε λοιπόν να θεωρήσουμε τις εικόνες αυτές ως ένα είδος πραγματικού ουράνιου χάρτη, παρ' όλο που ορισμένοι μετέπειτα χάρτες μιμήθηκαν τις μορφές των αστερισμών του βιβλίου αυτού. Ο πρώτος, πάντως, πραγματικός χάρτης του ουρανού δημοσιεύτηκε στη Βενετία το 1540 στο βιβλίο του Αλεσάντρο Πικολομίνι *De le stelle fisse* (Για τους Απλανείς Αστέρες) αφού στην απόδοση της μορφής των αστερισμών του βιβλίου έγινε μια πρώτη προσπάθεια να τοποθετηθούν τα άστρα στη σωστή τους θέση. Από τους 48 αστερισμούς που περιγράφει ο Πτολεμαίος στην *Μεγίστη*, στο βιβλίο του Πικολομίνι απεικονίζονται οι 47 αστερισμοί, ενώ το μέγεθος των άστρων είναι ανάλογο με την φαινόμενη τους φωτεινότητα. Το βιβλίο αυτό αποδείχτηκε ιδιαίτερα δημοφιλές, αφού στα επόμενα 30 χρόνια τυπώθηκε σε δέκα τουλάχιστον διαφορετικές εκδόσεις.

Ο πρώτος χάρτης που βασίστηκε σ' έναν κατάλογο άστρων διαφορετικό απ' αυτόν του Πτολεμαίου ήταν ο Άτλας *Theatrum Mundi* (Θέατρο του Κόσμου) του Τζιοβάνι Πάολο Γκαλούτσι που τυπώθηκε στην Βενετία το 1588. Οι θέσεις των άστρων του χάρτη αυτού βασίστηκαν στον κατάλογο που περιλαμβάνονταν στο βιβλίο του Νικόλαου Κοπέρνικου (1473-1543) *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (Περί της Περιστροφής των Ουράνιων Σφαιρών). Ο κύριος



Έκδοση του 1569 που περιλαμβάνει το *Poeticon Astronomicum* του Hyginus και η *Ουρανομετρία* του Μπάγιερ.

σκοπός ενός χάρτη του ουρανού ήταν ανέκαθεν η επακριβής αποτύπωση της θέσης και του φαινομένου μεγέθους των άστρων, γι' αυτό οι καλύτεροι χάρτες του ουρανού δημιουργήθηκαν από τους μεγαλύτερους αστρονόμους της εποχής τους. Κι έτσι με την ανάπτυξη των παρατηρησιακών μεθόδων και την ανακάλυψη νεώτερων άστρων και απόμακρων νεφελωμάτων τα νέα αυτά αντικείμενα προσθέτονταν στους ουράνιους άτλαντες καθιστώντας τους έτσι ένα απαραίτητο βοήθημα για τους αστρονόμους.

Οι αστρικοί Άτλαντες που δημιουργήθηκαν τον 17ο και 18ο αιώνα είναι, πέρα από την επιστημονική τους χρησιμότητα, και πραγματικά έργα τέχνης. Πάρτε για παράδειγμα την περίφημη *Ουρανομετρία* του Γιοχάνες Μπάγιερ (Johann Bayer, 1572-1625) που δημοσιεύτηκε το 1603, μερικά μόνο χρόνια πριν από την εφεύρεση του τηλεσκοπίου. Το περίφημο αυτό έργο ήταν αναμφισβήτητα ο οδηγός πολλών μετέπειτα απεικονίσεων του έναστρου ουρανού και παραμένει ένα αξεπέραστο δείγμα επιστημονικής και καλλιτεχνικής αρτιότητας. Περιλαμβάνει συνολικά 51 αστρικούς χάρτες, έναν για καθένα από τους 48 αρχαίους αστερισμούς, δύο απεικονίσεις του βόρειου και νότιου ημισφαιρίου, καθώς επίσης και έναν χάρτη των νεοανακαλυφθέντων αστερισμών του νότου.

Το πιο σημαντικό στοιχείο του έργου αυτού, πέρα από την καλλιτεχνική του ομορφιά, είναι ότι πρόκειται για έναν πραγματικό χάρτη του ουρανού που δημιουργήθηκε για να χρησιμοποιηθεί ως βοήθημα των αστρονομικών παρατηρήσεων. Οι θέσεις των 1.277 άστρων που περιλαμβάνει βασίστηκαν στον κατάλογο του Τύχωνα Μπραχέ, ο οποίος παρ’ όλο που είχε κυκλοφορήσει σε χειρόγραφο στη δεκαετία του 1590 δεν τυπώθηκε παρά αργότερα, το 1602. Οι χάρτες διαθέτουν γραμμική στοιχειοθέτηση, ώστε ο χρήστης να μπορεί να υπολογίσει επακριβώς τη θέση ενός άστρου στον ουρανό. Μια άλλη σπουδαία καινοτομία ήταν και η εισαγωγή μιας νέας ονοματολογίας για τα άστρα. Σύμφωνα με το σύστημα αυτό τα λαμπρότερα άστρα κάθε αστερισμού έλαβαν την ονομασία των 24 γραμμάτων του ελληνικού αλφαβήτου ανάλογα με τη σχετική τους λαμπρότητα, ένα σύστημα που ακολουθείται έκτοτε διεθνώς.

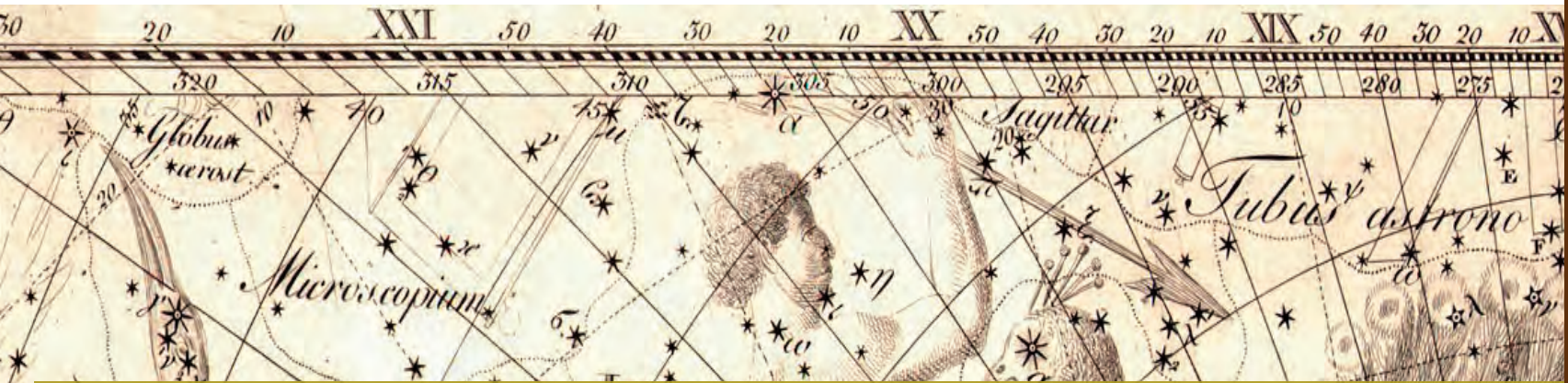
Έτσι το λαμπρότερο άστρο στον αστερισμό του Ταύρου ονομάζεται άλφα Ταύρου, ενώ το δεύτερο λαμπρότερο άστρο στον αστερισμό της Παρθένου ονομάζεται βήτα Παρθένου, κ.λπ.. Μετά από τα 24 γράμματα της Ελληνικής αλφαβήτου οι ονομασίες των άστρων προσδιορίζονται με τα μικρά γράμματα του Λατινικού αλφαβήτου, αλλά και με

τον αριθμό του αστρικού καταλόγου στον οποίο έχουν καταγραφεί. Μερικές δεκάδες μόνον άστρα, τα πιο λαμπρά στον ουρανό, έχουν κρατήσει ακόμα κάποιο ιδιαίτερο όνομα που βασίζεται είτε στην αρχαία του Ελληνική ονομασία, είτε στην ονομασία που του έδωσαν οι Άραβες πριν από 10 περίπου αιώνες. Έτσι ο άλφα Ταύρου, για παράδειγμα, ονομάζεται και Λαμπαδίας (Ελληνικά) ή Αλντεμπαράν (Αραβικά), ο άλφα Ωρίωνος ονομάζεται Μπετελγκεζ (Αραβικά), και ο άλφα Σκορπιού ονομάζεται Αντάρης (Ελληνικά) κ.λπ..

Η μέχρι τότε ανάπτυξη της ουράνιας χαρτογραφίας βασιζόταν κυρίως στην δημιουργία των διαφόρων ουράνιων σφαιρών που είχαν δημιουργήσει προηγουμένως χαρτογράφοι όπως οι Gerard Mercator (1551), Petrus Plancius (1598) και Willem Blaeu (1598). Παρόμοιοι είδους απεικονήσεις παρουσιάστηκαν σε τυπωμένη μορφή στο περίφημο έργο του Andreas Cellarius *Harmonia Macrocosmica* στο Άμστερνταμ το 1661. Οι δύο ουράνιοι χάρτες που περιλαμβάνονται στο έργο αυτό αποτυπώνουν τη μορφή των αστερισμών στο βόρειο και νότιο ημισφαίριο και είναι εμφανώς επηρεασμένοι από τις ουράνιες σφαίρες των Plancius και Blaeu.



Οι αστερισμοί του νότιου (αριστερά) και του βόρειου (δεξιά) ημισφαιρίου, σύμφωνα με το *Harmonia Macrocosmica* του Cellarius.



Ο επόμενος πιο σημαντικός Ουράνιος Άτλας μετά την Ουρανομετρία του Μπάγιερ ήταν το *Firmamentum Sobiescianum* του Γιοχάνες Εβέλιους που δημοσιεύτηκε το 1690 στο Γκντανσκ, μετά τον θάνατό του από την γυναίκα του Ελισάβετ. Ο Εβέλιους, που ήταν ένας από τους πιο καλούς παρατηρησιακούς αστρονόμους της εποχής του, βασίστηκε σ' έναν δικό του κατάλογο της θέσεως των άστρων που δημοσιεύτηκε συγχρόνως με τους ουράνιους χάρτες του και τον οποίο ετοίμασε με μόνη βοήθεια το γυμνό μάτι, παρ' όλο που διέθετε ένα τεράστιο τηλεσκόπιο 45 m! Στους χάρτες αυτούς περιέλαβε ένδεκα νέους αστερισμούς, από τους οποίους οι επτά παραμένουν σε ισχύ ακόμη και σήμερα, ενώ οι υπόλοιποι τέσσερις έχουν ενσωματωθεί σε άλλους αστερισμούς. Για την οριοθέτηση των νότιων αστερισμών ο Εβέλιους χρησιμοποίησε τον κατάλογο που είχε εκδώσει ο Έντμουντ Χάλλεϋ (1656-1742) το 1679 και τον οποίο είχε δημιουργήσει σε μια επίσκεψή του στο νησί της Αγίας Ελένης στον Νότιο Ατλαντικό το 1676.

Την ίδια περίπου εποχή έζησε και ο Τζων Φλάμστηντ (John Flamsteed, 1646-1719), ο πρώτος Βασιλικός Αστρονόμος της Αγγλίας που επέβλεψε μάλιστα και την κατασκευή του Αστεροσκοπείου του Γκρήνουιτς. Από τους καλύτερους

παρατηρησιακούς αστρονόμους της εποχής του δημιούργησε τον περίφημο *Βρετανικό Αστρικό Κατάλογο* που δημοσιεύτηκε το 1725. Τέσσερα χρόνια αργότερα δημοσιεύτηκε και ο περίφημος Ουράνιος Άτλας (Atlas Coelestis) που προετοιμαζόταν επί 20 ολόκληρα χρόνια βασισμένος στις πολύ πιο επακριβείς μετρήσεις του καταλόγου του. Το μέγεθος των νέων χαρτών ήταν για την εποχή του τεράστιο με 61 cm πλάτος και 51 cm μήκος και γι' αυτό δύσχρηστος, μέχρις ότου Γάλλοι αστρονόμοι τύπωσαν μια μικρότερη σε μέγεθος εκδοχή του Άτλαντα το 1776.

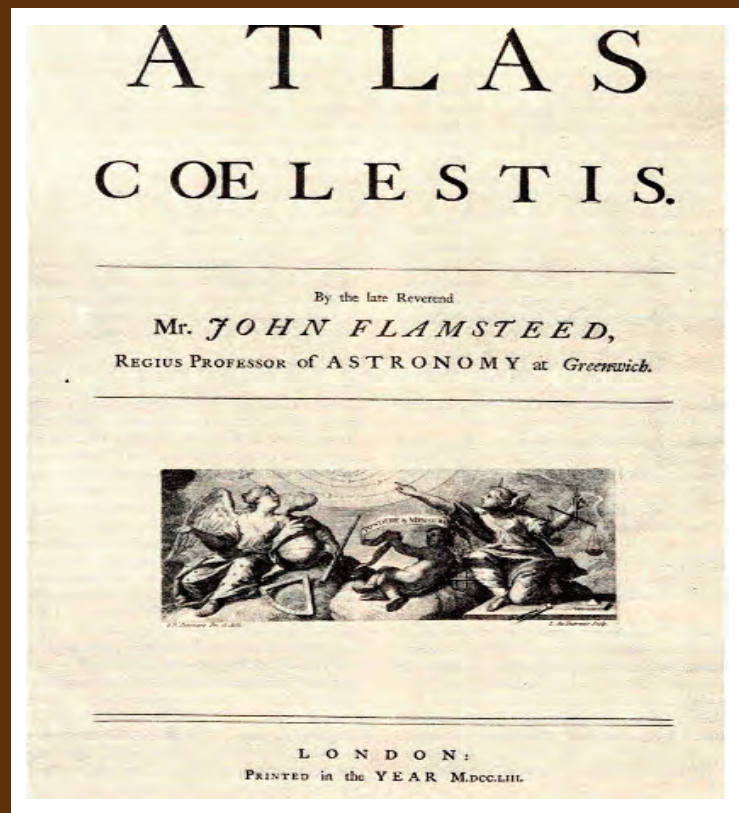
Ακόμη πιο μεγάλος από τον άτλαντα του Φλάμστηντ ήταν η περίφημη *Ουρανογραφία* (Uranografia) του Γιόχαν Μπούντε (Johann Bode, 1747-1826) που εκδόθηκε στο Βερολίνο το 1801. Είναι ο μεγαλύτερος σε μέγεθος ουράνιος άτλαντας που έχει δημοσιευτεί και περιλαμβάνει τις ακριβείς θέσεις 17.000 άστρων, 2.500 νεφελωμάτων και νεφελειδών που είχε καταλογογραφήσει ο Γουίλιαμ Χέρσελ (1738-1822) και όλους τους αστερισμούς που είχαν προταθεί μέχρι τότε, ακόμη κι αυτούς που ποτέ δεν έγιναν επίσημα αποδεκτοί. Η Ουρανογραφία αποτελείται από 20 συνολικά χάρτες του ουρανού, 20 φορές πιο μεγάλους σε μέγεθος από την γαλλική έκδοση του Φλάμστηντ.



Παρ’ όλο που μετά την Ουρανογραφία του Μπούντε δεν έχουμε να παρουσιάσουμε κάποιες άλλες ιδιαίτερα αξιοπρόσεχτες καλλιτεχνικά εκδοχές, εν τούτοις η *Νέα Ουρανομετρία* που δημιούργησε και εξέδωσε ο Φρειδερίκος Άργκελαντερ (Friedrich Wilhelm August Argelander, 1799-1875) στο Βερολίνο το 1843, αποτελεί το πρώτο ίσως δείγμα ενός σύγχρονου αστρικού χάρτη. Ο αστρικός αυτός Άτλας αποτυπώνει όλα τα ορατά με γυμνό μάτι άστρα με απaráμιλλη ακρίβεια, ενώ οι εικόνες των αστερισμών βασισμένες στις μορφές του Μπάγιερ είναι αχνά αποτυπωμένες πίσω από τα άστρα. Είκοσι χρόνια αργότερα δημοσιεύτηκε το κλασικό πλέον έργο *Bonner Durchmusterung* με 37 χάρτες και έναν κατάλογο 325.000 άστρων, ενώ το 1886 δημοσιεύτηκε και ο Άτλας του νοτίου ημισφαιρίου με έναν πρόσθετο κατάλογο 135.000 άστρων.

Έκτοτε οι διάφοροι χάρτες του ουρανού έπαψαν να έχουν την καλλιτεχνική απόδοση των χαρτών που περιγράφηκαν πιο πάνω και δεν είναι παρά χρηστικοί χάρτες για την υποβοήθηση του παρατηρησιακού έργου των επαγγελματιών αλλά και των ερασιτεχνών αστρονόμων. Οι σύγχρονοι αυτοί χάρτες είναι φωτογραφικές πλέον απεικονίσεις του έναστρου ουρανού από τα μεγάλα τηλεσκόπια του Πάλομαρ, της Αυστραλίας και του Ευρωπαϊκού Νότιου Αστεροσκοπείου στη Χιλή. Μαζί όμως με την φωτογραφική απεικόνιση των άστρων αποφασίστηκε και η ευταξία των αστερισμών. Έτσι με το έργο του Ευγένιου Ντελπόρτ (Eugene Delporte, 1882-1955) *Delimitation Scientifique des Constellations* (Επιστημονική Οριοθέτηση των Αστερισμών) που δημοσιεύτηκε το 1930 και εγκρίθηκε από την Διεθνή Αστρονομική Ένωση (IAU) στο συνέδριό της που έγινε στο Καίμπριτζ των ΗΠΑ το 1932, καθορίστηκαν επακριβώς τα όρια των 88 αστερισμών του βόρειου και νότιου ημισφαιρίου που αναγνωρίζουμε σήμερα.

Αλλά κι αυτοί ακόμη οι σύγχρονοι αστρονομικοί χάρτες τείνουν σιγά-σιγά να εκλείψουν στην τυπωμένη τους μορφή, αφού σήμερα όλο και πιο πολύ βασιζόμαστε στην ηλεκτρονική μορφή τέτοιων χαρτών. Μ’ αυτόν τον τρόπο το μόνο που χρειάζονται οι σύγχρονοι αστρονόμοι (επαγγελματίες ή ερασιτέχνες) είναι ένας αστρικός κατάλογος με την τοποθεσία (τις ουράνιες συντεταγμένες) των διαφόρων άστρων και άλλων ουράνιων αντικειμένων που θέλουν να παρατηρήσουν και η αναγραφή των συντεταγμένων αυτών στον υπολογιστή που ελέγχει το τηλεσκόπιό τους. Έτσι, αυτόματα το τηλεσκόπιο σκοπεύει επακριβώς το προς παρατήρηση αντικείμενο χωρίς άλλη παρέμβαση. Κι όμως, οι παλαιοί αστρικοί χάρτες της Αναγέννησης είχαν μια γοητεία που κανένας υπολογιστής, όσο επακριβής κι αν είναι, δεν μπορεί να αντικαταστήσει.





# Τα «Μάτια» και τα «Αυτιά» της Γης

## Τα Μεγάλα Τηλεσκόπια της Γης

Στα 400 χρόνια που πέρασαν από την πρώτη παρατήρηση που έκανε ο Γαλιλαίος με τηλεσκόπιο το 1609 η ανάπτυξη των τηλεσκοπίων ήταν ιδιαίτερα θεαματική. Σήμερα, σκαρφαλωμένα στις ψηλές βουνοκορφές, τα τηλεσκόπια των νέων τεχνολογιών μας έχουν επιτρέψει να δούμε με μεγαλύτερη ευκρίνεια και πολύ πιο μακριά από πρώτα. Έτσι, κάθε μέρα που περνάει ανακαλύπτουμε και κατανοούμε όλο και πιο πολλά για το Σύμπαν που μας περιβάλλει.

Πάρτε για παράδειγμα τα τέσσερα τεράστια τηλεσκόπια VLT του Ευρωπαϊκού Νότιου Αστεροσκοπείου (ESO) καθένα από τα οποία διαθέτει ένα κύριο κάτοπτρο με διάμετρο 8,2 m και στηρίζονται σε μία γιγάντια μηχανική βάση ελέγχου. Η βάση αυτή έχει βάρος 500 τόνων και έχει την δυνατότητα να στρέφει το τηλεσκόπιο οριζόντια και κάθετα με εξαιρετικά μεγάλη ακρίβεια. Και τα τέσσερα τηλεσκόπια λειτουργούν ήδη αυτόνομα με μεγάλη επιτυχία στην κορυφή του όρους Cerro Paranal της Χιλής, ενώ ο συνδυασμός και των τεσσάρων μαζί έχει την ίδια ικανότητα συγκέντρωσης φωτεινής ακτινοβολίας που θα είχε ένα τηλεσκόπιο με διάμετρο κατόπτρου 16 m, κάνοντας έτσι το VLT το μεγαλύτερο τηλεσκόπιο στον κόσμο.

Χιλιάδες χιλιόμετρα βορειότερα, στο αστεροσκοπείο Kitt

Peak στην Αριζόνα βρίσκονται 14 από τα μεγαλύτερα τηλεσκόπια στον κόσμο. Το αστεροσκοπείο άρχισε να διαμορφώνεται το 1958 και αποτελεί μέρος του Εθνικού Δικτύου Οπτικών Αστεροσκοπείων των ΗΠΑ (NOAO). Το μεγαλύτερο τηλεσκόπιο του αστεροσκοπείου έχει διάμετρο κατόπτρου 4 m και βρίσκεται σε ύψος 2.062 m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Στο αστεροσκοπείο αυτό ανήκει και το τηλεσκόπιο WIYN (των πανεπιστημίων Wisconsin, Indiana, Yale και NOAO) που άρχισε να λειτουργεί το 1973. Το τηλεσκόπιο αυτό διαθέτει ένα ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου που αποτελείται από 66 επιδιορθωτές του τηλεσκοπικού κατόπτρου των 3,5 m. Το σύστημα αυτό παρακολουθεί με υπολογιστές την μορφή που έχει η επιφάνεια του κατόπτρου ενεργοποιώντας τους επιδιορθωτές αναλόγως έτσι, ώστε να διατηρείται πάντοτε στη σωστή κατάσταση και να μην παραμορφώνεται η ποιότητα της εικόνας του παρατηρούμενου αντικειμένου.

Μία άλλη συλλογή τηλεσκοπίων λειτουργεί στο σύμπλεγμα των αστεροσκοπείων Roque de los Muchachos στα Κανάρια Νησιά. Η περιοχή αυτή ανήκει στο Ισπανικό Ινστιτούτο Αστροφυσικής των Καναρίων, βρίσκεται σε υψόμετρο 2.382 m και άρχισε να εξοπλίζεται από το 1985 με τηλεσκόπια από διάφορες χώρες. Τα μεγαλύτερα τηλεσκόπια



Τροχιές των άστρων γύρω από τον Νότιο Πόλο, όπως τις κατέγραψαν τα τηλεσκόπια VLT (ESO).



Ο ραβδωτός σπειροειδής γαλαξίας NGC 1365 (FORS Team, 8.2-meter VLT Antu, ESO).



Τα τηλεσκόπια Σουμπαρού, Κεκ Ι και Κεκ ΙΙ στη κορυφή του Μόνα Κέα.

του συμπλέγματος είναι το Βρετανικό Ουίλιαμ Χέρσελ (1987) με διάμετρο κατόπτρου 4,2 m και το Ιταλικό Γαλιλαίος (1998) με διάμετρο κατόπτρου 3,5 m. Στο σύμπλεγμα αυτό λειτουργεί επίσης και το Σκανδιναβικό Οπτικό Τηλεσκόπιο των 2,54 m (1989) υπό την εποπτεία των Σκανδιναβικών χωρών Δανίας, Φινλανδίας, Νορβηγίας και Σουηδίας, το οποίο κάνει παρατηρήσεις στο οπτικό και το υπέρυθρο τμήματα του φάσματος προστατευόμενο από έναν θόλο 11,1 m. Το μεγαλύτερο όμως τηλεσκόπιο του συμπλέγματος είναι το Μεγάλο Τηλεσκόπιο των Καναρίων, το οποίο εγκαταστάθηκε τον Ιούλιο του 2009 και έχει διάμετρο κατόπτρου 10,4 m.

Το σημαντικότερο όμως σύμπλεγμα τηλεσκοπίων στον κόσμο βρίσκεται στην μέση του Ειρηνικού Ωκεανού, στο μικρό νησί της Χαβάης. Στο ίδιο νησί βρίσκεται και το Μόνα Λόα, το μεγαλύτερο ηφαίστειο της Γης μας, του οποίου το ύψος, από την βάση του στα βάθη του ωκεανού, φτάνει τα 17 km. Στις νοτιοανατολικές ακτές του νησιού ένα άλλο ηφαίστειο, το Κιλαουέα, βρίσκεται εδώ και 20 περίπου χρόνια σε συνεχή δράση, εκτοξεύοντας στον ουρανό τα λιωμένα υλικά του εσωτερικού της Γης. Στα βόρεια όμως του νησιού ένα τρίτο ηφαίστειο φαίνεται να έχει από καιρό ξεθυμάνει, τουλάχιστον προς το παρόν. Στο ανενεργό αυτό ηφαίστειο με την Χαβανέζικη ονομασία Μόνα Κέα (που σημαίνει Λευκό Όρος) και σε ύψος 4.200 m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, βρίσκονται εγκατεστημένα μερικά από τα μεγαλύτερα τηλεσκόπια του κόσμου.

Τα τηλεσκόπια στην κορυφή του Μόνα Κέα αποτελούν στο σύνολό τους μια πλήρη αστρονομική κοινότητα. Πολλές από τις υπέροχες εικόνες που μελετάνε καθημερινά οι σύγχρονοι αστρονόμοι και αστροφυσικοί προέρχονται από τα τηλεσκόπια αυτά, με αποτέλεσμα τις χιλιάδες νέες ανακαλύψεις που ανακοινώθηκαν τα τελευταία χρόνια. Η πανύψηλη άλλωστε κορυφή του Μόνα Κέα προσφέρει ένα ιδανικό σχεδόν περιβάλλον για τις αστρονομικές μας παρατηρήσεις. Αυτό συμβαίνει διότι διαθέτει πρώτα απ’ όλα μια εξαιρετικά ξηρή ατμόσφαιρα χάρη στην ύπαρξη ενός στρώματος νεφών πάχους 600 m που υπάρχει πολύ κάτω

από την κορυφή, το οποίο σχηματίζει έτσι μια ατμοσφαιρική αναστροφή που αποκόπτει την ανώτερη ατμόσφαιρα από το κατώτερο θαλάσσιο και υγρό περιβάλλον του νησιού. Επί πλέον η κορυφή του Μόνα Κέα διαθέτει έναν καθάριο ουρανό χωρίς σύννεφα τις περισσότερες ημέρες του χρόνου, ατμοσφαιρική σταθερότητα χωρίς ρεύματα και έναν σκοτεινό ουρανό χωρίς φωτορύπανση από παρακείμενες μεγάλες πόλεις.

Το πρώτο μικρό τηλεσκόπιο εγκαταστάθηκε στο αστρονομικό αυτό σύμπλεγμα το 1968 από το Πανεπιστήμιο της Χαβάης και έχει διάμετρο κατόπτρου 60 cm μόνο. Έκτοτε 12 ακόμη τηλεσκόπια έχουν εγκατασταθεί και λειτουργούν από 11 διαφορετικές χώρες. Από τα τηλεσκόπια αυτά τα εννέα έχουν την δυνατότητα παρατήρησης στο ορατό και το υπέρυθρο τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, ενώ άλλα τέσσερα είναι ραδιοτηλεσκόπια είτε αυτοτελής λειτουργίας είτε ως τμήμα του συστήματος των δέκα ραδιοτηλεσκοπίων VLBA που εκτείνεται από την Χαβάη μέχρι τις Νήσους της Παρθένου.



Το τηλεσκόπιο Γουίλιαμ Χέρσελ.

Σ' αυτά τα τηλεσκόπια περιλαμβάνονται και δύο από τα μεγαλύτερα τηλεσκόπια στον κόσμο με διάμετρο κατόπτρου 10 m. Τα δύο αυτά τηλεσκόπια με την ονομασία Κεκ λειτουργούν με την επίβλεψη των αστρονόμων της NASA, του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνια και του Τεχνολογικού Ινστιτούτου της Καλιφόρνια, το πρώτο από το 1992 και το δεύτερο από το 1996. Καθένα από τα τεράστια αυτά τηλεσκόπια έχει βάρος 300 τόνων. Το κάθε κάτοπτρο αποτελείται από 36 μικρότερα εξαγωνικά κάτοπτρα που συνεργάζονται μεταξύ τους ως ένα ενιαίο κάτοπτρο με την επίβλεψη ενός επακριβούς υπολογιστικού συστήματος που εξισορροπεί πλήρως τον τεχνολογικό αυτό γίγαντα. Αρκεί να αναφερθεί ότι η θέση καθενός από τα 36 κάτοπτρα ρυθμίζεται δύο φορές κάθε δευτερόλεπτο με ακρίβεια ίση με το ένα χιλιοστό μιας ανθρώπινης τρίχας. Επί πλέον το υπολογιστικό σύστημα διορθώνει το σχήμα καθενός από τα κάτοπτρα αυτά 670 φορές κάθε δευτερόλεπτο εξουδετερώνοντας έτσι την ατμοσφαιρική παραμόρφωση των παρατηρούμενων αντικειμένων. Τα τηλεσκόπια Κεκ λειτουργούν επίσης και συμβολομετρικά, σε συνδυασμό δηλαδή μεταξύ τους και σε συνεργασία με μερικά μικρότερα τηλεσκόπια των δύο μέτρων. Στην περίπτωση αυτή η συν-

δυασμένη ικανότητα του συμπλέγματος ισοδυναμεί με ένα πραγματικά γιγάντιο τηλεσκοπικό κάτοπτρο που έχει την ικανότητα να φωτογραφίζει τους γιγάντιους πλανήτες γειτονικών μας άστρων.

Σε αντίθεση με τα δύο Κεκ και τα 36 επί μέρους κάτοπτρά τους το μεγάλο Ιαπωνικό τηλεσκόπιο Σουμπαρού διαθέτει ένα και μοναδικό ενιαίο κάτοπτρο με διάμετρο 8,3 m που είναι ο μεγαλύτερος και τελειότερος τηλεσκοπικός καθρέπτης στον κόσμο. Το όνομα Σουμπαρού που επιλέχτηκε από 3.500 προτάσεις οι οποίες έγιναν στο Εθνικό Αστεροσκοπείο της Ιαπωνίας, είναι το ιαπωνικό όνομα των Πλειάδων ή όπως τις ονομάζει ο λαός μας της Πούλιας. Το τηλεσκόπιο αυτό έχει ύψος 22,2 m, πλάτος 27,2 m, βάρος 555 τόνους, και άρχισε να κατασκευάζεται το 1991 αλλά λειτουργεί κανονικά από το 1999, ενώ το κτίσμα που προστατεύει το τηλεσκόπιο έχει ύψος 43 m και διάμετρο 40 m. Τα τελευταία χρόνια οι εξαιρετικές φωτογραφίες του έχουν αποδείξει στην πράξη την μεγάλη χρησιμότητα του τηλεσκοπίου αυτού στην προσπάθειά μας να αποκρυπτογραφήσουμε τα μυστικά του Σύμπαντος.





Ένα ακόμη μεγάλο τηλεσκόπιο στην κορυφή του Μόνα Κέα είναι και το Τηλεσκόπιο Τζέμινι Βορρά, το οποίο συνεργάζεται με ένα δίδυμο τηλεσκόπιο στο νότιο ημισφαίριο, στην Χιλή. Τα τηλεσκόπια αυτά είναι μια κοινή προσπάθεια επτά κρατών που περιλαμβάνουν τις Ηνωμένες Πολιτείες, την Βρετανία, τον Καναδά, την Αργεντινή, την Αυστραλία, την Βραζιλία και την Χιλή. Το κτίριο που προστατεύει το κάθε τηλεσκόπιο έχει ύψος 46 m, η διάμετρος του θόλου φτάνει τα 36 m ενώ καθένα απ' αυτά διαθέτει από ένα ενιαίο κάτοπτρο διαμέτρου 8,1 m. Το Τζέμινι Βορρά άρχισε να κατασκευάζεται το 1995 και λειτουργεί από το 1999, ενώ αυτό του νότου ενεργοποιήθηκε έναν χρόνο αργότερα. Τα κάτοπτρά τους έχουν πάχος 20 cm μόνο κι έτσι με την βοήθεια 120 ηλεκτρονικών μονάδων ελέγχου η επιφάνεια διαμορφώνεται συνεχώς με τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορεί να ρυθμίζεται με ακρίβεια ενός χιλιοστού μιας ανθρώπινης τριχας. Γι' αυτό άλλωστε και οι φωτογραφίες από τα τηλεσκόπια αυτά έχουν τέλεια σχεδόν διακριτική ικανότητα.

Το αμέσως επόμενο μεγάλο τηλεσκόπιο του Μόνα Κέα είναι το Βρετανικό Υπέρυθρο Τηλεσκόπιο UKIRT, το μεγαλύτερο τηλεσκόπιο υπέρυθρης ακτινοβολίας στον κόσμο με διάμετρο κατόπτρου 3,8 m. Άρχισε να λειτουργεί από το 1979, ενώ την τελευταία δεκαετία εξοπλίστηκε με πρόσθετα πιο εξελιγμένα όργανα παρατήρησης σε συνεργασία με το γερμανικό Ινστιτούτο Αστρονομίας Μαξ Πλανκ, το Αστεροσκοπείο του Γκρήνουϊτς, και το Αστεροσκοπείο του Εδιμβούργου. Πολύ κοντά στο Βρετανικό βρίσκεται και το Υπέρυθρο Τηλεσκόπιο IRTF της NASA με διάμετρο κατόπτρου 3 m που άρχισε να λειτουργεί κι αυτό την ίδια χρονιά. Τα τηλεσκόπια αυτά έχουν την δυνατότητα να συγκεντρώνουν τις υπέρυθρες ακτινοβολίες των ουράνιων

σωμάτων και μ' αυτόν τον τρόπο μπορούν να εισχωρούν βαθιά στο εσωτερικό των νεφελωμάτων αερίων και σκόνης και να καταγράψουν όλα όσα είναι αόρατα στα οπτικά μας τηλεσκόπια.

Στην ίδια περιοχή λειτουργούν επίσης τρία μικρότερα τηλεσκόπια. Το μεγαλύτερο απ' αυτά είναι το τηλεσκόπιο CFHT των 3,6 m που λειτουργεί κι αυτό από το 1979 σε συνεργασία με τον Καναδά, την Γαλλία και το Πανεπιστήμιο της Χαβάης. Είναι παρόμοιας τεχνοτροπίας με το τηλεσκόπιο των 5 m στο Πάλομαρ, που ήταν επί χρόνια το μεγαλύτερο τηλεσκόπιο στον κόσμο. Υπάρχουν επίσης και τα δύο τηλεσκόπια του Πανεπιστημίου της Χαβάης: το ένα έχει διάμετρο κατόπτρου 2,2 m και άρχισε να λειτουργεί το 1970 (UH2,2), ενώ το άλλο έχει διάμετρο 60 cm και είναι, όπως είπαμε, το πρώτο τηλεσκόπιο που στήθηκε στην περιοχή (UH0,6).

Το τηλεσκόπιο Τζέμινι Βορρά.



## Τα Μεγαλύτερα Κιάλια του Κόσμου!

Όσο κι αν φαίνεται παράξενο τα μεγαλύτερα κιάλια που υπάρχουν στον κόσμο βρίσκονται τοποθετημένα στην κορυφή του Όρους Γκράχαμ στην Αριζόνα των ΗΠΑ. Πρόκειται για ένα ισχυρότατο τηλεσκοπικό σύστημα το οποίο, με την ονομασία LBT (τα αρχικά του Large Binocular Telescope), έχει αρχίσει να λειτουργεί από το 2005. Με το LBT βλέπουμε ήδη δέκα φορές πιο καθαρά από το Διαστημικό Τηλεσκόπιο Χαμπλ, ενώ καθένα από τα δύο του «μάτια» (κάτοπτρα) έχει διάμετρο 8,4 m και βάρος 16 τόνους! Η εγκατάσταση του όλου συμπλέγματος, που στοιχίζει συνολικά 100 εκατομμύρια δολάρια, ξεκίνησε το 1996 με την κατασκευή του κτιριακού συγκροτήματος, στο οποίο στεγάζεται το «παράξενο» αυτό τηλεσκόπιο.

Το Διεθνές Αστεροσκοπείο του όρους Γκράχαμ, το οποίο χρηματοδοτεί την όλη εγκατάσταση, αποτελείται από διάφορα επιστημονικά ιδρύματα των Ηνωμένων Πολιτειών, της Ιταλίας και της Γερμανίας μετά από συμφωνία που υπογράφηκε το 1989. Η συμφωνία εκείνη προέβλεπε την δημιουργία ενός συμπλέγματος αποτελούμενο από δύο συνδεδεμένα τηλεσκοπικά κάτοπτρα 8,4 m το καθένα (σαν ένα τεράστιο ζευγάρι κιάλια), τα οποία σε συνδυασμό μεταξύ τους έχουν την διακριτική ικανότητα που θα είχε ένα τεράστιο τηλεσκόπιο με κάτοπτρο διαμέτρου 22,8 m. Μ' αυτές τις προδιαγραφές οι βάσεις και τα διάφορα μηχανολογικά και ηλεκτρικά συστήματα του τηλεσκοπίου άρχισαν να κατασκευάζονται στην Ιταλία το 1994 και σε οκτώ χρόνια ήταν έτοιμα, οπότε και μεταφέρθηκαν στην Αριζόνα το καλοκαίρι του 2002.

Στο μεταξύ είχε ήδη αρχίσει και η κατασκευή του κτιριακού συγκροτήματος στο Όρος Γκράχαμ της Αριζόνα, το οποίο θα στέγαζε το τεράστιο τηλεσκοπικό σύμπλεγμα, ενώ συγχρόνως άρχισαν να κατασκευάζονται και τα δύο τεράστια κάτοπτρα των 8,4 m στο φημισμένο Εργαστήριο Steward του Πανεπιστημίου της Αριζόνας. Το κτίριο έχει ύψος 40 m περίπου, ενώ τα δύο κάτοπτρα του τηλεσκοπίου απέχουν μεταξύ τους 14,4 m, από το ένα κέντρο στο άλλο,

και λειτουργούν σαν ένα ζευγάρι κιάλια. Είναι δηλαδή τα μεγαλύτερα κιάλια του κόσμου!

Η σχεδίαση του νέου αυτού είδους τηλεσκοπίου κρίθηκε απαραίτητη γιατί η μεγαλύτερη διακριτική ικανότητα που χρειάζονται οι νεώτερες αστρονομικές μας παρατηρήσεις απαιτούν την κατασκευή όλο και πιο μεγάλων κατόπτρων, μία απαίτηση όμως που είναι ιδιαίτερα προβληματική στην υλοποίησή της. Έτσι αποφασίστηκε ότι η συνδυαστική δύναμη δύο αρκετά μεγάλων κατόπτρων που θα λειτουργούσαν συμβολομετρικά θα ισοδυναμούσε με την διακριτική ικανότητα ενός κατόπτρου με πολύ μεγαλύτερη διάμετρο. Η σχεδίαση αυτή βοήθησε επίσης και στην φθηνότερη κατασκευή ενός μόνο κτιρίου που θα το στέγαζε. Αποτέλεσμα όλων αυτών των σχεδιασμών ήταν το όλο πρόγραμμα να κοστίσει μέχρι και τέσσερις φορές φθηνότερα από άλλα μεγάλα τηλεσκοπικά συμπλέγματα, όπως είναι το ζευγάρι των τηλεσκοπίων Κεκ στην Χαβάη ή το τετραπλό τηλεσκοπικό συγκρότημα VLT του Ευρωπαϊκού Νότιου Αστεροσκοπίου στην Χιλή.

Το Αστεροσκοπείο LBT (© 2008 LBT Corporation).



Οι φωτογραφίες που καταγράφονται από το τηλεσκόπιο LBT έχουν μεγάλη ευκρίνεια, γι’ αυτό και τα τεράστια αυτά κιάλια έχουν ήδη αρχίσει να διαδραματίζουν έναν σημαντικό ρόλο στην διερεύνηση διαφόρων προβλημάτων σχετικών με την δημιουργία του Σύμπαντος και την διανομή της ύλης, τον σχηματισμό και την δομή των πρώτων γαλαξιών στο Σύμπαν, αλλά ακόμη και την σύνθεση των στοιχείων που προϋποθέτουν την δημιουργία της ζωής.

Με το LBT παρατηρούμε ήδη τους γαλαξίες στην περίοδο της πρώτης τους διαμόρφωσης και της συγκέντρωσής τους σε σμήνη και υπερσμήνη, επιτρέποντάς μας να βγάλουμε σαφέστερα συμπεράσματα σχετικά με το πρόβλημα της σκοτεινής ύλης και τον ρόλο που αυτή διαδραματίζει στην όλη εξέλιξη του Σύμπαντος. Οι δυνατότητες του νέου τηλεσκοπίου βοηθούν και στην μελέτη της μορφολογίας των γαλαξιών και των γαλαξιακών πυρήνων, καθώς επίσης και στην διερεύνηση των γιγάντιων μαύρων τρυπών που βρίσκονται στα κέντρα των γαλαξιών και των κβάζαρ. Τα αποτελέσματα αυτά θα μας βοηθήσουν να διαμορφώ-

σουμε καλύτερα τις σύγχρονες απόψεις που έχουμε για την κοσμολογία. Το LBT θα μπορέσει επίσης να παρατηρήσει απ’ ευθείας και την ύπαρξη εξωηλιακών πλανητών, ιδιαίτερα μάλιστα αυτών που ονομάζονται «χθόνιοι».

Αλλά και στην διερεύνηση των διεργασιών στο εσωτερικό των τεράστιων νεφελωμάτων αστρογένεσης, το LBT θα βοηθήσει να μελετήσουμε από κοντά τις διαδικασίες που συμβαίνουν εκεί, των φυσικών καταστάσεων που επικρατούν στην διάρκεια της γένεσης των πρωτοαστρων και των πρωτοπλανητικών δίσκων γύρω τους, καθώς και στην δημιουργία των διπλών ή πολλαπλών άστρων. Το νέο δηλαδή τηλεσκόπιο θα μπορέσει να διαπεράσει τα σκοτεινά μονοπάτια αερίων και σκόνης που καλύπτουν περιοχές όπως είναι το νέφος στο «Ρο Οφιούχου» για να μας αποκαλύψει τα τεκταινόμενα στο εσωτερικό του. Μ’ αυτόν τον τρόπο θα μπορέσουμε να διακρίνουμε πρωτοπλανητικούς δίσκους στα πρώτα στάδια της διαμόρφωσής τους και να συμπληρώσουμε έτσι τις γνώσεις μας για την εξελικτική πορεία των πρώτων σταδίων της γέννησης των άστρων.

Άποψη του τηλεσκοπίου LBT (© 2008 LBT Corporation).





Στις αρχές Δεκεμβρίου του 2003, για παράδειγμα, ανακοινώθηκε η ανακάλυψη ενός τεράστιου δίσκου που περιβάλλει ένα πρωτοάστρο στα πρώτα στάδια της δημιουργίας του σε απόσταση 20.000 ετών φωτός από τη Γη. Πρόκειται για ένα γιγάντιο αντικείμενο που εκπέμπει φορτισμένα σωματίδια που κινούνται με ταχύτητα 360.000 km/h. Τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων αυτών απέδειξαν ότι τα κύρια συστατικά του αποτελούνται από μοριακό υδρογόνο και ιονισμένο σίδηρο, γεγονός που μας πληροφορεί ότι τα γιγάντια άστρα δημιουργούνται κάτω από διαφορετικές συνθήκες απ’ ό,τι τα άστρα σαν τον Ήλιο μας.

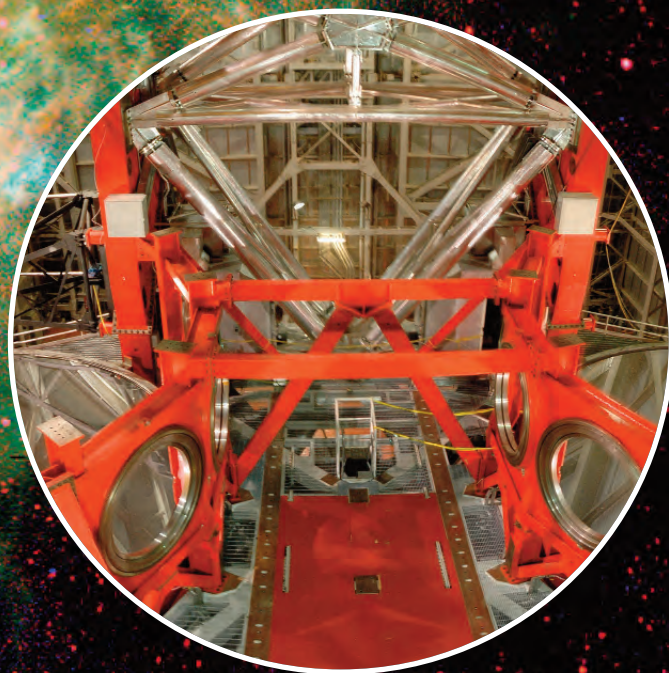
Ο δίσκος των υλικών που παρατηρήθηκε είναι πράγματι τεραστίων διαστάσεων, με διάμετρο 1.000 φορές μεγαλύτερη από την τροχιά του Πλούτωνα. Το άστρο που βρίσκεται στο κέντρο του δίσκου αυτού έχει ηλικία 100.000 ετών, όταν σε σύγκριση ο Ήλιος μας έχει ηλικία 5 δισεκατομμυρίων ετών. Η βαρυτική δύναμη των κεντρικών του υλικών κάνει τον δίσκο να τροφοδοτεί όλο και πιο πολύ τις αχόρταγες ορέξεις του νεαρού άστρου το οποίο συνεχώς «παχαίνει» σε μέγεθος και περιεκτικότητα υλικών, με αποτέλεσμα να είναι ήδη 1.000 φορές λαμπρότερο από τον Ήλιο μας. Τα υλικά του δίσκου είναι 150 φορές περισσότερα από τα υλικά του Ήλιου, από τα οποία θα μπορούσαν να δημιουργηθούν αρκετές χιλιάδες πλανήτες. Η μεγάλη όμως θερμοκρασία που επικρατεί καθώς και η έντονη δραστηριότητα του άστρου θα εμποδίσει τελικά την συγκέντρωση των υλικών με την μορφή πλανητών.

Τέτοιου είδους περιοχές νεφελωμάτων μέσα στις οποίες γεννιούνται νέα άστρα είναι ιδιαίτερα διαδεδομένες στον Γαλαξία μας και σε όλους του γαλαξίες του Σύμπαντος. Αρκεί να σκεφτεί κανείς ότι στο Σύμπαν υπολογίζεται ότι γεννιούνται πάνω από 60.000 άστρα κάθε δευτερόλεπτο

που περνάει. Τον Δεκέμβριο του 2003, για παράδειγμα, το Διαστημικό Τηλεσκόπιο Χαμπλ μας έστειλε μια φωτογραφία ενός νεφελώματος (NGC 604) που βρίσκεται στο εσωτερικό του γειτονικού μας γαλαξία M33 στον αστερισμό του Τριγώνου σε απόσταση 2,7 εκατομμυρίων ετών φωτός από τη Γη. Πρόκειται για ένα από τα μεγαλύτερα νεφελώματα αστρογένεσης που έχουμε παρατηρήσει μέχρι τώρα με μέγεθος 1.300 ετών φωτός, 100 δηλαδή φορές μεγαλύτερο από το Μεγάλο Νεφέλωμα του Ωρίωνα που βρίσκεται σε απόσταση 1.500 ετών φωτός από την Γη.

Στο εσωτερικό του NGC 604 εντοπίστηκαν πάνω από 200 λαμπερά άστρα, τα περισσότερα από τα οποία σχηματίζουν ένα ολόκληρο ανοιχτό αστρικό σμήνος στο κέντρο του νεφελώματος. Τα πιο μεγάλα από τα άστρα αυτά έχουν υλικά 120 φορές περισσότερα από τα υλικά που έχει ο Ήλιος μας, ενώ η επιφανειακή τους θερμοκρασία φτάνει τους 40.000 °C. Η υπεριώδης ακτινοβολία που εκπέμπεται από τα υπέρθερμα αυτά άστρα λαμπαδιάζει κυριολεκτικά τα αεριώδη υλικά του νεφελώματος σαν ένα τεράστιο φωταγωγημένο χριστουγεννιάτικο δένδρο.

Για όλα αυτά και για χιλιάδες ακόμη λόγους που δεν έχουμε ούτε καν σκεφτεί ακόμη, η έναρξη της λειτουργίας του LBT το 2005 μας άνοιξε διάπλατα ένα ακόμη παράθυρο στο Σύμπαν. Ένα παράθυρο που θα μας αποκαλύψει τα μυστικά που κρύβονται καταχωνιασμένα στα μυστικά μονοπάτια των αέριων νεφελωμάτων, των άστρων και των γαλαξιών. Γιατί όπως φαίνεται είναι η μοίρα μας, και ίσως ο σκοπός μας, να αναπτυσσόμαστε και να προοδεύουμε μόνο καθώς επιδιώκουμε να μάθουμε και να δώσουμε έννοια και σημασία στο Σύμπαν στο οποίο ανήκουμε, σε μία ατέρμονη ίσως προσπάθεια ερευνών.



Η περιοχή αστρογένεσης NGC 604 (A. Yang, UIUC, HST, NASA).

## Ραδιοτηλεσκόπια και Ραδιοαστρονομία

Μέχρι την δεκαετία του '30 οι μόνες πληροφορίες που παίρναμε από το Σύμπαν περιορίζονταν στο μικρό μόνο παράθυρο του ορατού τμήματος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Την δεκαετία εκείνη ήταν που γεννήθηκε ένα νέο μέσο εξερεύνησης του Σύμπαντος, το ραδιοτηλεσκόπιο, και μια νέα μέθοδος μελέτης του, η ραδιοαστρονομία. Η γέννηση δηλαδή της ραδιοαστρονομίας και η μετέπειτα εξέλιξή της αποτέλεσε αναμφισβήτητα ένα από τα σημαντικότερα γεγονότα του 20ου αιώνα, αφού η ραγδαία ανάπτυξη των ραδιοτηλεσκοπίων μάς έδωσε την ευκαιρία να δούμε το Σύμπαν και σε μήκη κύματος που μέχρι τότε μας ήταν αόρατα.

Τις πρώτες ραδιοεκπομπές που προέρχονταν από το κέντρο του Γαλαξία τις συνέλαβε το 1932 ο αμερικανός μηχανικός Καρλ Γιάνσκυ (Karl Jansky, 1905-1950). Κανείς όμως δεν πρόσεξε τις παρατηρήσεις αυτές εκτός από έναν νεαρό μηχανικό και ερασιτέχνη αστρονόμο, τον Γκρότε Ρέμπερ (Grote Reber, 1911-2002), στο Ιλλινόις των Ηνωμένων Πολιτειών. Το 1937 ο Ρέμπερ κατασκεύασε το πρώτο του ραδιοτηλεσκόπιο, μια κεραία παραβολικού δίσκου με διάμετρο 9,5 m, και το 1940 δημοσίευσε τον πρώτο ραδιοχάρτη του Γαλαξία μας. Το 1943 ανακάλυψε τις ραδιοεκπομπές του Ήλιου και το 1944 εντόπισε ορισμένες ισχυρές ραδιοπηγές στους αστερισμούς του Υδροχόου, της Κασσιόπης και του Κύκνου.

Στην δεκαετία του '50 με τα νέα ραδιοτηλεσκόπια, που είχαν αρχίσει να ξεφυτρώνουν σαν μανιτάρια, οι αστρονόμοι κατέγραψαν έναν μεγάλο αριθμό ραδιοπηγών, πολλές από τις οποίες (471) περιελήφθησαν στην πρώτη έκδοση του Τρίτου Καταλόγου του Κάιμπριτζ (3C, 1959). Ο κατάλογος αυτός αποτέλεσε την σημαντικότερη συλλογή ραδιοπηγών, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από την καθιέρωση της ονομασίας των ραδιοπηγών αυτών σύμφωνα με τον αριθμό που έχουν σ' αυτόν τον κατάλογο.

Πολλές από τις ραδιοπηγές αυτές αποδείχτηκαν ότι έχουν σχέση με ουράνια σώματα που βρίσκονται στο εσωτερικό του δικού μας Γαλαξία. Η ραδιοπηγή 3C 144 στον αστερισμό του Ταύρου, για παράδειγμα, είναι το γνωστό νεφέλωμα Καρκίνος. Άλλες όμως ραδιοπηγές αποδείχτηκε ότι είναι γαλαξίες με παράξενη εμφάνιση όπως ο γιγάντιος ελλειπτικός γαλαξίας M-87 (3C 284), και ο ακανόνιστος γαλαξίας M-82 (3C 231).

Έκτοτε τα τεράστια πιάτα των ραδιοτηλεσκοπίων αναπτύχθηκαν ραγδαία και σήμερα μοιάζουν με τεράστια αυτιά που αφουγκράζονται τους ψίθυρους που έρχονται από το Διάστημα. Επειδή όμως τα ραδιοκύματα χαρακτηρίζονται από πολύ μεγαλύτερα μήκη κύματος απ' ό,τι τα κύματα του ορατού φωτός, το μέγεθος ενός ραδιοτηλεσκοπίου αποτελεί έναν βασικό παράγοντα για την αποτελεσματικότητα των παρατηρήσεων που πραγματοποιεί. Όσο μεγαλύτερο είναι το «πιάτο» τόσο καλύτερες είναι και οι παρατηρήσεις που γίνονται.

Μεταξύ των πολλών σημαντικών ανακαλύψεων που οφείλονται στην έρευνα που γίνεται με τα ραδιοτηλεσκόπια περιλαμβάνεται και η ανακάλυψη παράξενων αντικειμένων όπως είναι τα άστρα νετρονίων, τα πάλσαρ, τα κβάζαρ που βρίσκονται στο κέντρο των ενεργών γαλαξιών και γενικότερα οι ραδιογαλαξίες. Ο αρχικός εντοπισμός της ύπαρξης της σκοτεινής ύλης από την μελέτη της περιστροφής των γαλαξιών, καθώς και της μικροκυματικής ακτινοβολίας υποβάθρου που προέρχεται από την εποχή της γέννησης του Σύμπαντος, πριν από 13,7 δισεκατομμύρια χρόνια, οφείλονται σε ραδιοαστρονομικές έρευνες. Έχει επίσης ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι πολλά ραδιοτηλεσκόπια χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία με τις διάφορες διαστημοσυσσκευές μας, καθώς επίσης και στις διάφορες έρευνες που γίνονται για τον εντοπισμό μηνυμάτων από άλλους πιθανούς εξωγήινους πολιτισμούς.

Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι οι εικόνες που καταγράφουν τα ραδιοτηλεσκόπια και προέρχονται από τις ραδιοεκπομπές των διαφόρων αντικειμένων που μελετάμε δεν μοιάζουν με τους «ήχους» που συλλαμβάνουν τα αυτιά μας. Οι ήχοι που συλλαμβάνουν τα αυτιά μας δεν μπορούν να ταξιδέψουν στο διαστημικό κενό, ενώ αντίθετα τα ραδιοκύματα μεταδίδονται στο κενό όπως άλλωστε γίνεται και με όλα τα άλλα είδη της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (ακτίνες γ, ακτίνες Χ, υπεριώδεις, υπέρυθρες και ορατές).

Μερικές από τις εικόνες που καταγράφονται από τα ραδιοτηλεσκόπια είναι ιδιαίτερα θεαματικές. Πάρτε για παράδειγμα την ραδιοπηγή Κύκνος Α, η οποία παράγεται από έναν γαλαξία σε απόσταση 600 εκατομμυρίων ετών φωτός από την Γη προς την κατεύθυνση του αστερισμού του Κύκνου. Τα ραδιοκύματα από την ραδιοπηγή αυτή προέρχονται από ηλεκτρόνια που έχουν εκτοξευτεί από μια μαύρη τρύπα στον πυρήνα του γαλαξία με ταχύτητες που πλησιάζουν την ταχύτητα σχεδόν του φωτός σχηματίζοντας δύο πίδακες. Τα ηλεκτρόνια αυτά παγιδεύονται από το μαγνητικό πεδίο του γαλαξία παράγοντας έτσι τα ραδιοκύματα που φαίνονται ως δύο εξογκωμένοι λοβοί.

Τέτοιου είδους εικόνες καταγράφονται από τα ραδιοτηλεσκόπια της Γης μας, εκ των οποίων το μεγαλύτερο στον κόσμο βρίσκεται στο Αρεσίμπο του Πόρτο Ρίκο. Το ραδιοτηλεσκόπιο αυτό είναι στερεωμένο στο εσωτερικό ενός ανενεργού ηφαιστειακού κρατήρα, έχει διάμετρο 305 m και αποτελείται από ένα διχτυωτό υπόστρωμα με 38.800 πλάκες αλουμινίου και συνολικό εμβαδόν 70.000 m<sup>2</sup>. Πάνω στην κεραία του αντανακλώνται τα ραδιοκύματα που έρχονται από το Σύμπαν προς έναν ειδικό συλλέκτη, ο οποίος βρίσκεται πάνω από το «πιάτο» του ραδιοτηλεσκοπίου.

Το δεύτερο μεγαλύτερο ραδιοτηλεσκόπιο βρίσκεται στο Γκρην Μπανκ της Δυτικής Βιργινίας των ΗΠΑ. Έχει διάμετρο 100 m αλλά και την δυνατότητα να στρέφει το τεράστιο «πιάτο» της κεραίας του προς όλες τις κατευθύνσεις. Όταν τα δύο ραδιοτηλεσκόπια συνεργαστούν στο μέλλον και συμβολομετρικά (ως ένα μεγάλο ραδιοτηλεσκόπιο) θα είναι

σαν να έχουμε ένα ραδιοτηλεσκόπιο με διάμετρο την μεταξύ τους απόσταση. Ένα ακόμη μετακινούμενο ραδιοτηλεσκόπιο με διάμετρο 100 m είναι το Effelsberg Radio Observatory στην Γερμανία, ενώ δύο τηλεσκόπια στην Αγγλία (Jodrell Bank) και στην Αυστραλία (Parkes Radio Telescope) έχουν διάμετρο 76 και 64 m αντίστοιχα.

Σήμερα φυσικά το πρόβλημα του μεγέθους ξεπεράστηκε με τον συνδυασμό πολλών ραδιοτηλεσκοπίων, τα οποία λειτουργούν συμβολομετρικά, σε συνεργασία το ένα με το άλλο, σαν ένα τεράστιο ραδιοτηλεσκόπιο. Πάρτε, για παράδειγμα, την συστοιχία των ραδιοτηλεσκοπίων του VLA (Very Large Array) που βρίσκεται στο Σοκόρο του Νέου Μεξικού των ΗΠΑ. Κάθε μία από τις 27 συνολικά κεραιές που αποτελούν το σύστημα VLA έχει διάμετρο «πιάτου» 25 m και βάρος 225 τόνων. Οι κεραιές αυτές τοποθετημένες πάνω σε ράγιες σχήματος Υ με μήκος 21 km (οι δύο) και 19 km (η τρίτη) μπορούν να μετακινηθούν σε οποιοδήποτε σημείο τους σχηματίζοντας έτσι ένα γιγάντιο ραδιοτηλεσκόπιο με διάμετρο 36 km.

Στην Κοιλάδα Όουενς στην Καλιφόρνια βρίσκονται επίσης και άλλα μεγάλα ραδιοτηλεσκόπια που αποτελούν τμήμα του συστήματος ραδιοτηλεσκοπίων VLBA και εκτείνονται σε διάφορες περιοχές, από τον Ατλαντικό Ωκεανό μέχρι την Χαβάη στον Ειρηνικό Ωκεανό. Το όλο σύστημα αποτελείται από δέκα συνολικά ραδιοτηλεσκοπικά κέντρα παρατήρησης που ελέγχονται από το Κέντρο Ελέγχου στο Σοκόρο. Το σύστημα αυτό άρχισε να εγκαθίσταται το 1986 και λειτουργεί πλέον ολοκληρωμένα από το 1993. Καθένας από τους δέκα αυτούς σταθμούς αποτελείται από μία κεραία με διάμετρο 25 m και βάρος 240 τόνους. Εκτός από την Χαβάη και την Καλιφόρνια ραδιοτηλεσκόπια του συστήματος VLBA είναι εγκατεστημένα στην Ουάσιγκτον, στην Αριζόνα, σε δύο περιοχές του Νέου Μεξικού, στο Τέξας, στην Αιόβα, στο Νιου Χαμσάιρ και στις Νήσους της Παρθένου. Το σύστημα αυτό, με την τεχνική της ραδιοσυμβολομετρίας, σχηματίζει ένα τεράστιο ραδιοτηλεσκόπιο διαμέτρου χιλιάδων χιλιομέτρων. Ήδη όμως κατασκευάζεται ένα νέο σύμπλεγμα ραδιοτηλεσκοπίων.

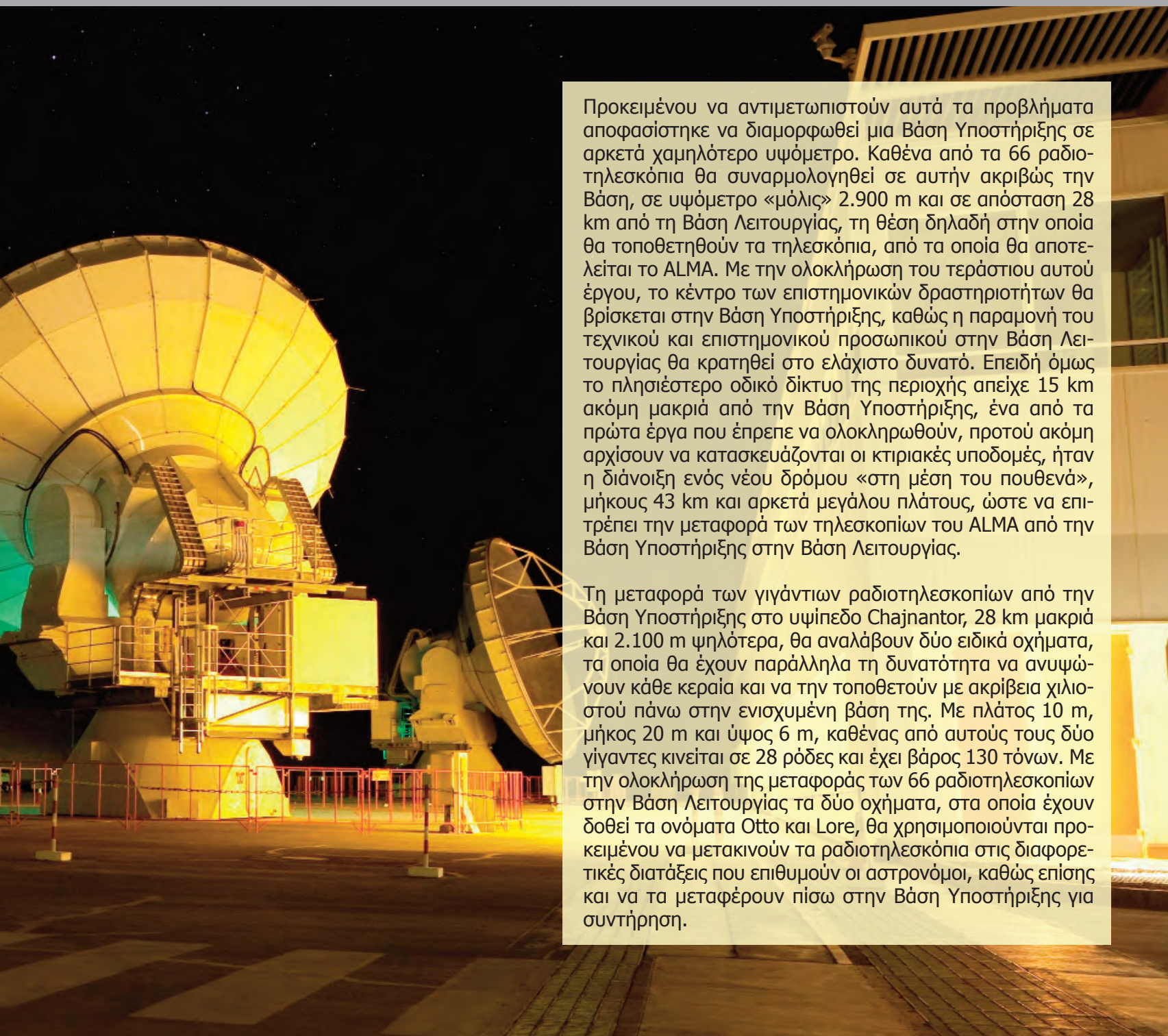
## Αστρονομικό ALMA

Στην έρημο Atacama των Χιλιανών Άνδεων και σε μια από τις πλέον δυσπρόσιτες και άνυδρες περιοχές του πλανήτη, εκατοντάδες επιστήμονες, μηχανικοί και τεχνικοί εργάζονται πυρετωδώς για την κατασκευή της νέας τηλεσκοπικής διάταξης ALMA (Atacama Large Millimeter/sub-millimeter Array). Το σύμπλεγμα τηλεσκοπίων ALMA, στην κατασκευή του οποίου συμμετέχουν η Ευρώπη, η Ιαπωνία, η Βόρεια Αμερική και η Χιλή, θα αποτελείται από 66 νέας γενιάς ραδιοτηλεσκόπια, τα οποία θα έχουν την δυνατότητα να ανιχνεύουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με μήκος κύματος στη περιοχή του χιλιοστού, ακτινοβολία δηλαδή της οποίας το φάσμα βρίσκεται ανάμεσα στο υπέρυθρο και στα ραδιοκύματα. Με την έναρξη λειτουργίας του ALMA, η ανίχνευση αυτής της, αόρατης στα μάτια μας, ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που προέρχεται από παγωμένα και γιγάντια νέφη αερίων και σκόνης και από αρχέγονους γαλαξίες, θα ανοίξει ένα νέο παράθυρο παρατήρησης στο Σύμπαν και θα βοηθήσει τους αστρονόμους να διευρύνουν τις γνώσεις τους για μια σειρά από θέματα που ξεκινούν από την γένεση νέων πλανητικών συστημάτων και φτάνουν μέχρι την δημιουργία και τα πρώτα στάδια εξέλιξης των πρώτων άστρων και γαλαξιών του Σύμπαντος.

Η κύρια διάταξη του τηλεσκοπίου ALMA θα αποτελείται από (τουλάχιστον) 50 δορυφορικές κεραιές, διαμέτρου 12 m και βάρους μεγαλύτερου των 100 τόνων η καθεμία. Αυτές θα έχουν την δυνατότητα να μετακινούνται, από μια «συμπαγή» διάταξη, που θα καλύπτει επιφάνεια της τάξης των 160x250 m, σε μια εκτεταμένη, στην οποία η μέγιστη απόσταση μεταξύ δύο κεραιών θα φτάνει τα 16 km περίπου. Χάρη στην τεχνική της συμβολομετρίας, η ευκρίνεια της εικόνας που θα λαμβάνει αυτό το σύστημα των ραδιοτηλεσκοπίων θα ισοδυναμεί με την ευκρίνεια ενός τηλεσκοπίου με διάμετρο κάτοπτρου την απόσταση μεταξύ των δύο πιο απόμακρων ραδιοτηλεσκοπίων της διάταξης. Η κύρια διάταξη του ALMA, θα συνεπικουρείται από μια

δεύτερη, η οποία θα αποτελείται από 4 δωδεκάμετρες και 12 επτάμετρες κεραιές, σε συμπαγή και σταθερό ως επί το πλείστον σχηματισμό, γνωστή ως Atacama Compact Array (ACA), που θα χρησιμοποιείται για την απεικόνιση πιο εκτεταμένων δομών και που θα έχει την δυνατότητα να λειτουργεί είτε αυτόνομα, είτε σε συνεργασία με την κύρια διάταξη του ALMA.

Πρόκειται για ένα ιδιαίτερα δύσκολο έργο. Κατ' αρχήν, καθώς αυτού του είδους η ακτινοβολία απορροφάται από τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας, τα τηλεσκόπια που την ανιχνεύουν πρέπει να κατασκευάζονται σε τοποθεσίες αρκετά μεγάλου υψόμετρου και μεγάλης ξηρότητας, συνθήκες που ικανοποιούνται στο έπακρο με την επιλογή του υψιπέδου Chajnantor στην έρημο Atacama της Χιλής, 5.000 m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Και πραγματικά, με την ολοκλήρωση της κατασκευής του το ALMA, θα έχει την τιμή να είναι το αστεροσκοπείο που θα έχει κατασκευαστεί στο μεγαλύτερο υψόμετρο, 750 m πάνω από το υψόμετρο στο οποίο βρίσκονται τα αστεροσκοπεία στο Mauna Kea της Χαβάης και 2.400 m ψηλότερα από την συστοιχία των ραδιοτηλεσκοπίων της Πολύ Μεγάλης Διάταξης VLT, που κι αυτή βρίσκεται στην έρημο Atacama. Από την άλλη βέβαια, παρόλο που οι καιρικές συνθήκες είναι ιδεώδεις για τις αστρονομικές παρατηρήσεις, το μεγάλο υψόμετρο, οι μεγάλες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις από την μέρα στην νύχτα, οι δυνατοί άνεμοι και κυρίως η μειωμένη περιεκτικότητα του αέρα σε οξυγόνο καθιστούν απαγορευτική την παραμονή των εργαζομένων για μεγάλα χρονικά διαστήματα, είτε αυτοί πρόκειται για τους μηχανικούς, τους τεχνικούς και τους εργάτες που θα συναρμολογήσουν τα 66 ραδιοτηλεσκόπια, είτε πρόκειται για τους αστρονόμους που μελλοντικά θα τα λειτουργήσουν.



Προκειμένου να αντιμετωπιστούν αυτά τα προβλήματα αποφασίστηκε να διαμορφωθεί μια Βάση Υποστήριξης σε αρκετά χαμηλότερο υψόμετρο. Καθένα από τα 66 ραδιοτηλεσκόπια θα συναρμολογηθεί σε αυτήν ακριβώς την Βάση, σε υψόμετρο «μόλις» 2.900 m και σε απόσταση 28 km από τη Βάση Λειτουργίας, τη θέση δηλαδή στην οποία θα τοποθετηθούν τα τηλεσκόπια, από τα οποία θα αποτελείται το ALMA. Με την ολοκλήρωση του τεράστιου αυτού έργου, το κέντρο των επιστημονικών δραστηριοτήτων θα βρίσκεται στην Βάση Υποστήριξης, καθώς η παραμονή του τεχνικού και επιστημονικού προσωπικού στην Βάση Λειτουργίας θα κρατηθεί στο ελάχιστο δυνατό. Επειδή όμως το πλησιέστερο οδικό δίκτυο της περιοχής απείχε 15 km ακόμη μακριά από την Βάση Υποστήριξης, ένα από τα πρώτα έργα που έπρεπε να ολοκληρωθούν, προτού ακόμη αρχίσουν να κατασκευάζονται οι κτιριακές υποδομές, ήταν η διάνοιξη ενός νέου δρόμου «στη μέση του πουθενά», μήκους 43 km και αρκετά μεγάλου πλάτους, ώστε να επιτρέψει την μεταφορά των τηλεσκοπίων του ALMA από την Βάση Υποστήριξης στην Βάση Λειτουργίας.

Τη μεταφορά των γιγάντιων ραδιοτηλεσκοπίων από την Βάση Υποστήριξης στο υψίπεδο Chajnantor, 28 km μακριά και 2.100 m ψηλότερα, θα αναλάβουν δύο ειδικά οχήματα, τα οποία θα έχουν παράλληλα τη δυνατότητα να ανυψώνουν κάθε κεραία και να την τοποθετούν με ακρίβεια χιλιοστού πάνω στην ενισχυμένη βάση της. Με πλάτος 10 m, μήκος 20 m και ύψος 6 m, καθένας από αυτούς τους δύο γίγαντες κινείται σε 28 ρόδες και έχει βάρος 130 τόνων. Με την ολοκλήρωση της μεταφοράς των 66 ραδιοτηλεσκοπίων στην Βάση Λειτουργίας τα δύο οχήματα, στα οποία έχουν δοθεί τα ονόματα Otto και Lore, θα χρησιμοποιούνται προκειμένου να μετακινούν τα ραδιοτηλεσκόπια στις διαφορετικές διατάξεις που επιθυμούν οι αστρονόμοι, καθώς επίσης και να τα μεταφέρουν πίσω στην Βάση Υποστήριξης για συντήρηση.









Ψηφιακή αναπαράσταση των οχημάτων Otto και Lore.

Ένα από τα τηλεσκόπια του ALMA (ESO).



Το Φθινόπωρο του 2009 τα πρώτα 3 ραδιοτηλεσκόπια είχαν ήδη μεταφερθεί στο υψίπεδο Chajnantor, όπου ομάδα μηχανικών και αστρονόμων τα εγκατέστησαν με επιτυχία στις βάσεις τους. Λίγο αργότερα μάλιστα κατάφεραν να πραγματοποιήσουν και τις πρώτες παρατηρήσεις, συνδυάζοντας τα δεδομένα καθεμιάς από τις τρεις κεραίες με την μέθοδο της συμβολομετρίας, και προβαίνοντας στις απαραίτητες διορθώσεις και ρυθμίσεις. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό το πρώτο ορόσημο της σωστής λειτουργίας της συστοιχίας ALMA, οι αστρονόμοι έστρεψαν τα 3 ραδιοτηλεσκόπια προς την κατεύθυνση μιας γνωστής εξωγαλαξιακής πηγής εκπομπών ακτινοβολίας με μήκος κύματος στη περιοχή του χιλιοστού, του κβάζαρ QSO B1921-293. Θα πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι στο ίδιο υψίπεδο λειτουργεί το ραδιοτηλεσκόπιο APEX (Atacama Pathfinder Experiment), βασισμένο στα πρωτότυπα σχέδια των κεραιών του ALMA, οι ανακαλύψεις του οποίου θα διερευνηθούν με πολύ μεγαλύτερη λεπτομέρεια με την έναρξη της λειτουργίας του ALMA.

Εκτός όμως από την επιτυχή εγκατάσταση των τριών πρώτων ραδιοτηλεσκοπιών, έχει ήδη κατασκευαστεί στην Βάση Λειτουργίας και το κτίριο στο οποίο θα καταλήγουν τα ψηφιοποιημένα σήματα που θα συλλέγουν τα ραδιοτηλεσκόπια της διάταξης ALMA για την πρώτη τους επεξεργασία, προτού αποσταλούν στη συνέχεια στο κτίριο αποθήκευσης δεδομένων που θα κατασκευαστεί στην Βάση Υποστήριξης. Παράλληλα, έχει ολοκληρωθεί και η κατασκευή των ενισχυμένων βάσεων από οπλισμένο σκυρόδεμα, πάνω στις οποίες θα τοποθετηθούν τα ραδιοτηλεσκόπια της συστοιχίας ACA. Συνολικά, και για τα 66 ραδιοτηλεσκόπια των δυο συστοιχιών (ALMA και ACA), θα κατασκευαστεί τριπλάσιος αριθμός θεμελίων, ώστε να είναι εφικτή η μετακίνηση των επί μέρους ραδιοτηλεσκοπιών στις διαφορετικές διατάξεις που θα απαιτούνται, ανάλογα με τις εκάστοτε αστρονομικές παρατηρήσεις. Υπολογίζεται μάλιστα ότι σε περίπου δύο χρόνια, όλα τα θεμέλια, το δίκτυο των δρόμων που θα τα ενώνει και το δίκτυο παροχής ρεύματος και μεταφοράς των δεδομένων, θα έχουν ολοκληρωθεί.

Μέχρι στιγμής, 8 ραδιοτηλεσκόπια έχουν ήδη εγκατασταθεί στην Βάση Λειτουργίας, ενώ αρκετά περισσότερα έχουν μεταφερθεί στην Βάση Υποστήριξης, όπου και βρίσκονται σε διαφορετικά στάδια συναρμολόγησης, ελέγχου και αξιολόγησης, περιμένοντας την σειρά τους για να μεταφερθούν με την βοήθεια των δίδυμων οχημάτων Otto και Lore στο υψίπεδο Chajnantor. Σύμφωνα, μάλιστα, με όλες τις ανεξάρτητες αξιολογήσεις, που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα, οι πρώτες επιστημονικές παρατηρήσεις αναμένεται να πραγματοποιηθούν στο 2ο μισό του 2011, ενώ το ALMA αναμένεται να τεθεί σε πλήρη λειτουργία με το τέλος του 2012. Το συνολικό κόστος κατασκευής αυτού του προγράμματος, που έχει χαρακτηριστεί ως το πιο φιλόδοξο όσον αφορά στην επίγεια Αστρονομία, υπολογίζεται ότι θα υπερβεί το ένα δισεκατομμύριο δολάρια. Κόστος που σίγουρα «θα πιάσει τόπο» αφού ο μέσος όγκος δεδομένων που θα συλλέγει αυτό το νέο αστροσκοπείο υπολογίζεται στα 200 TBytes το χρόνο, όταν τα αρχεία δεδομένων του διαστημικού τηλεσκοπίου Hubble εμπεριέχουν μόλις 1,2 TBytes.

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στα μήκη κύματος που θα «βλέπει» το ALMA προέρχεται κατά κύριο λόγο από παγωμένα και γιγάντια μεσοαστρικά νέφη αερίων και σκόνης, με θερμοκρασίες λίγες μόλις δεκάδες βαθμούς πάνω από το απόλυτο μηδέν, καθώς και από ορισμένους από τους

πλέον αρχέγονους και απόμακρους γαλαξίες του Σύμπαντος. Γι' αυτό και το ALMA θα αποτελέσει βασικό εργαλείο στην προσπάθεια των αστρονόμων να μελετήσουν τα πρώτα άστρα και τους πρώτους γαλαξίες του Σύμπαντος, που ξεπρόβαλλαν με το πέρας της σκοτεινής εποχής του κοσμικού μεσαίωνα. Εκτός αυτού, το ALMA θα έχει την δυνατότητα να διερευνήσει τις φυσικές διεργασίες που οδηγούν στην γένεση νέων άστρων και πλανητικών συστημάτων.

Έχοντας την δυνατότητα να διεισδύσει βαθιά μέσα στα νέφη σκόνης που παρεμποδίζουν τις αστρονομικές παρατηρήσεις αυτών των αντικειμένων στο ορατό φάσμα, το ALMA θα βοηθήσει τους αστρονόμους να μελετήσουν πρωταστέρες, νεογέννητα άστρα και πρωτοπλανήτες που δεν έχουν ακόμη διαμορφωθεί πλήρως και να διευρύνουν τις γνώσεις τους για τα γιγάντια μοριακά νέφη αερίων και σκόνης, τα αστρικά μαιευτήρια μέσα στα οποία γεννιούνται τα αναρίθμητα άστρα και τα πλανητικά συστήματα των γαλαξιών του Σύμπαντος. Με την βοήθεια των δεδομένων που θα συλλέξει το νέο τηλεσκόπιο οι αστρονόμοι θα καταφέρουν να απεικονίσουν με λεπτομέρεια τα πρώτα στάδια γένεσης άστρων και πλανητών σε γειτονικά μας αέρια νέφη, διευρύνοντας έτσι τις γνώσεις τους για τους φυσικούς μηχανισμούς που διέπουν την δημιουργία πλανητικών συστημάτων σαν το δικό μας.

Σύνθετη εικόνα που καταγράφει τα νέφη σκόνης στο επίπεδο του Γαλαξία (ESO/APEX & MSX/IPAC/NASA).



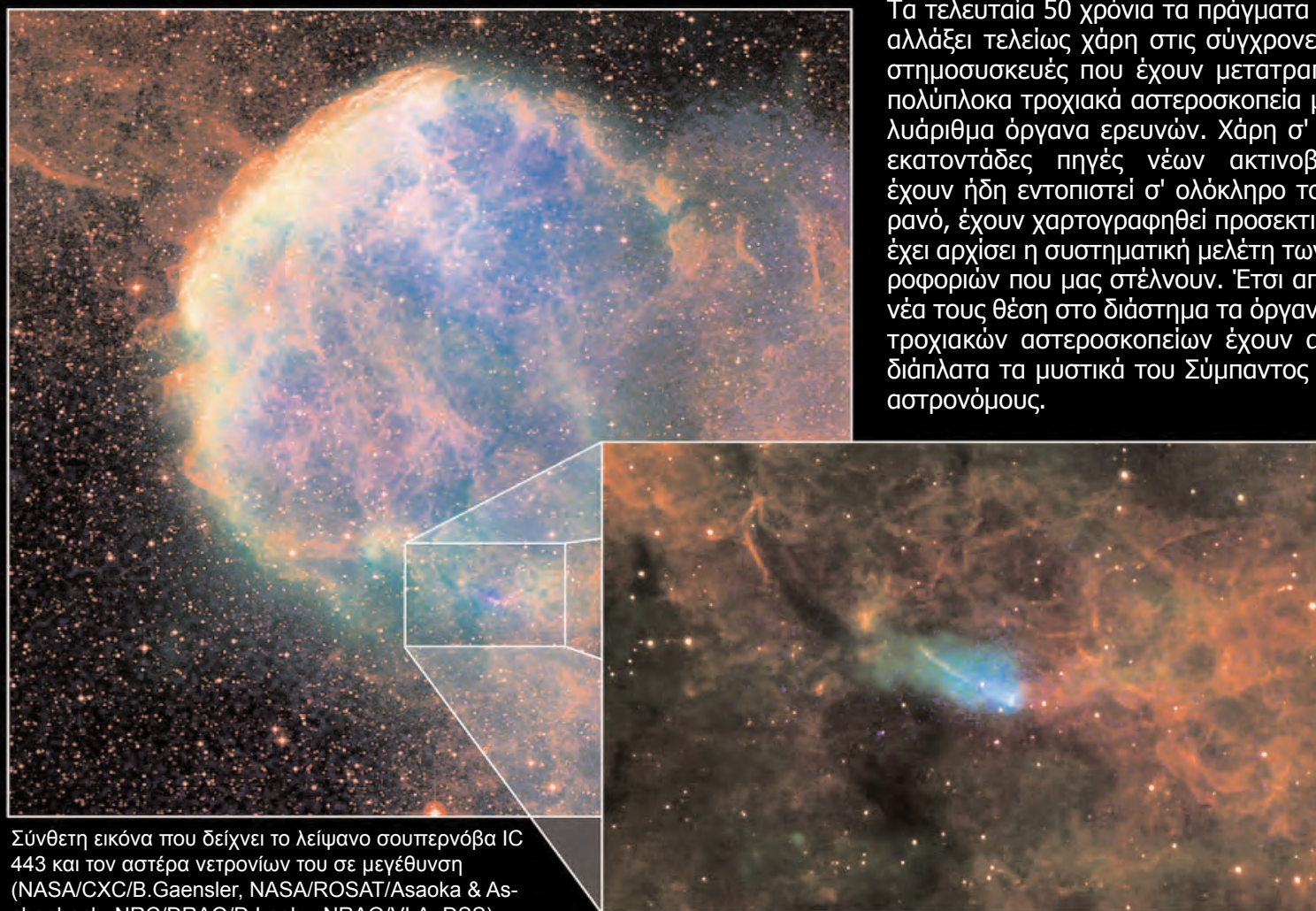
# Τροχιακά Αστεροσκοπεία

## Το Σύμπαν με Διαφορετικά Μάτια

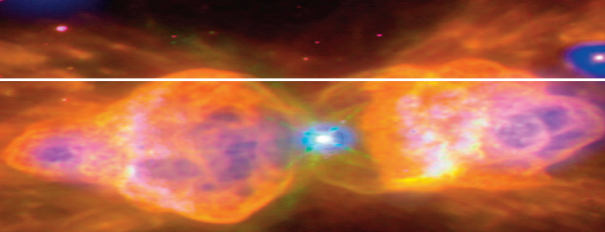
Πέρα από τα δύο μικρά «παράθυρα» του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, των οπτικών και των ραδιοκυμάτων, δεν είναι δυνατόν να συλλάβουμε με επίγεια όργανα και να μελετήσουμε πλήρως τα άλλα είδη των ακτινοβολιών που έρχονται από το Σύμπαν, γιατί η ατμόσφαιρα της Γης εμποδίζει τις ακτινοβολίες αυτές να φτάσουν μέχρι την επιφάνεια. Οι υψηλής ενέργειας υπεριώδεις ακτινοβολίες και οι ακτίνες Χ και γάμα είναι, φυσικά, ιδιαίτερα επικίνδυνες

και ευτυχώς που έχουμε την ατμόσφαιρα που μας προστατεύει, διαφορετικά η ύπαρξη ζωής πάνω στην επιφάνεια του πλανήτη μας θα ήταν αδύνατη. Παρ' όλα αυτά οι ακτινοβολίες αυτές, που δημιουργούνται στους αστρικούς πυρήνες, μπορούν σήμερα να καταγραφούν από τα διαστημικά μας όργανα και να μας δώσουν άμεσες πληροφορίες για το τι συμβαίνει στα σπλάχνα των άστρων.

Τα τελευταία 50 χρόνια τα πράγματα έχουν αλλάξει τελείως χάρη στις σύγχρονες διαστημοσυσκευές που έχουν μετατραπεί σε πολύπλοκα τροχιακά αστεροσκοπεία με πολυάριθμα όργανα ερευνών. Χάρη σ' αυτά, εκατοντάδες πηγές νέων ακτινοβολιών έχουν ήδη εντοπιστεί σ' ολόκληρο τον ουρανό, έχουν χαρτογραφηθεί προσεκτικά και έχει αρχίσει η συστηματική μελέτη των πληροφοριών που μας στέλνουν. Έτσι από την νέα τους θέση στο διάστημα τα όργανα των τροχιακών αστεροσκοπειών έχουν ανοίξει διάπλατα τα μυστικά του Σύμπαντος στους αστρονόμους.



Σύνθετη εικόνα που δείχνει το λείψανο σουπερνόβα IC 443 και τον αστέρα νετρονίων του σε μεγέθυνση (NASA/CXC/B. Gaensler, NASA/ROSAT/Asaoka & Aschenbach, NRC/DRAO/D. Leahy, NRAO/VLA, DSS).



Τα σύγχρονα αυτά όργανα μας επιτρέπουν να αντικρίσουμε μια ολόκληρη ποικιλία διαφόρων απόψεων του Σύμπαντος, και αυτό που ανακαλύπτουμε όταν συνθέσουμε τις διαφορετικές αυτές εικόνες είναι ότι βρισκόμαστε αντιμέτωποι μ' ένα συναρπαστικό και πολύπλοκο οικοδόμημα στολισμένο με γοητευτικά αντικείμενα, μυστηριώδη αινίγματα, και μία ποικιλία φαινομένων που συνταράζουν τον νου μας. Μ' αυτήν λοιπόν την έννοια τα τροχιακά τηλεσκόπια διαπερνούν καθημερινά, ημέρα και νύχτα, τα σκοτεινά μονοπάτια του χώρου και του χρόνου ζητώντας απαντήσεις σε χιλιάδες ερωτήσεις που τώρα μόλις διαμορφώνονται, καθώς και σε χιλιάδες ακόμη ερωτήσεις που δεν είχαμε καν σκεφτεί να θέσουμε μέχρι τώρα για τ' άστρα και το Σύμπαν.

Αν για παράδειγμα τα μάτια μας μπορούσαν να διακρίνουν μία ειδική περιοχή της υπέρυθρης ακτινοβολίας, τότε ο νυχτερινός ουρανός αντί για μεμονωμένα άστρα θα μας παρουσίαζε τις πιο εκτεταμένες πηγές ακτινοβολίας, όπως είναι τα πλανητικά νεφελώματα, τα νέφη δηλαδή των αερίων που εκτοξεύονται από γέρικα άστρα, καθώς επίσης και την θερμότητα που αποβάλλουν τα νεφελώματα αερίων και σκόνης που περιβάλλουν τα νεογέννητα άστρα. Ενώ αν τα μάτια μας μπορούσαν να διακρίνουν τα πιο μεγάλα μήκη κύματος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος τότε τα γνώριμα σε μας άστρα του νυχτερινού ουρανού θα εξαφανίζονταν και πάλι, για να αντικατασταθούν από την διάχυτη αναλαμπή του Σύμπαντος των ραδιοκυμάτων.

Εκ διαμέτρου αντίθετα οι ακτίνες γ έχουν τα πιο μικρά μήκη κύματος και τις υψηλότερες ενέργειες. Η εξερεύνηση αυτή του Σύμπαντος των ακτίνων γ άρχισε σχετικά πρόσφατα, στα μέσα της δεκαετίας του '60, όταν οι ακτίνες γ από το διάστημα παρατηρήθηκαν για πρώτη φορά από τους δορυφόρους Βέλα, των οποίων η κύρια αποστολή ήταν να προσέχουν για τυχόν παραβιάσεις της διεθνούς συμφωνίας που απαγόρευε τις πυρηνικές δοκιμές. Το Σύμπαν των ακτίνων γ αποδείχτηκε ότι είναι γεμάτο υψηλές ενέργειες, με δραματικά και βίαια φαινόμενα, όπως τα πάλ-

σαρ, τα γοργά περιστρεφόμενα μικροσκοπικά άστρα νετρονίων καθώς και τα απόμακρα κβάζαρ, δηλαδή τους ενεργούς πυρήνες των απόμακρων γαλαξιών, στο κέντρο των οποίων караδοκούν τεράστιες μαύρες τρύπες.

Ένα από τα κύρια τροχιακά αστεροσκοπεία ακτίνων γ ήταν μέχρι πριν από λίγα χρόνια το περίφημο GRO-Κόμπτον (C-GRO) που τοποθετήθηκε σε τροχιά το 1991 από το διαστημικό λεωφορείο Ατλαντίς. Το C-GRO κόστισε 600 εκατομμύρια δολάρια και είναι το βαρύτερο αντικείμενο που έχει ποτέ τοποθετηθεί σε τροχιά με το διαστημικό λεωφορείο. Όταν διαπιστώθηκε ότι κινδυνεύει να συντριβεί ανεξέλεγκτα στον Ειρηνικό ωκεανό επειδή το γυροσκοπικό του σύστημα έπαθε σοβαρή βλάβη, οι ειδικοί της NASA αποφάσισαν την ελεγχόμενη κάθοδό του στην Γη, μακριά από κατοικημένες περιοχές, που έγινε επιτυχώς τον Ιούνιο του 2000.

Στην διάρκεια της λειτουργίας του σημαντικές ήταν οι παρατηρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε πάνω από 2.000 πηγές εκρηκτικών ακτίνων γ που εντοπίστηκαν όλα αυτά τα χρόνια και οι οποίες φαίνονται να βρίσκονται σε μεγάλες αποστάσεις από την Γη. Μέχρι τώρα δεν έχει εξηγηθεί ακόμη τι είδους αντικείμενα θα μπορούσαν να εκτοξεύσουν μέσα σε μερικά δευτερόλεπτα τόση ενέργεια όση θα απελευθερώσει συνολικά ο Ήλιος στην διάρκεια της ζωής του των δέκα δισεκατομμυρίων ετών. Εντούτοις, πολλοί επιστήμονες θεωρούν ότι οι εκρηκτικές αυτές ακτινοβολίες γ ίσως να προέρχονται από την σύγκρουση άστρων νετρονίων μεταξύ τους, ενώ άλλοι ότι προέρχονται από την έκρηξη τεραστίων άστρων υπερνόβα, πολλαπλάσιας δηλαδή ενέργειας από τις αστρικές εκρήξεις σουπερνόβα.

Άλλες πάλι ακτινοβολίες γ προέρχονται από το εσωτερικό του Γαλαξία μας, και είναι διαφορετικές από τις εκρηκτικές εκπομπές ακτίνων γ γιατί λάμπουν διαρκώς και όχι στιγμιαία. Μέχρι σήμερα δεν έχει γίνει δυνατή η σύνδεσή τους με ουράνια σώματα τα οποία εκπέμπουν και άλλες μορφές ακτινοβολίας.

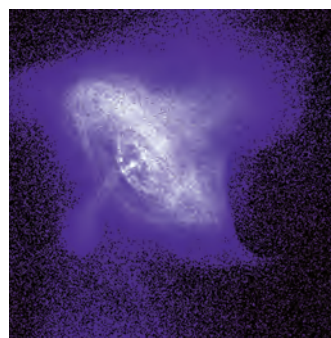
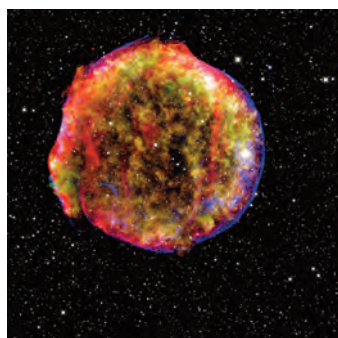
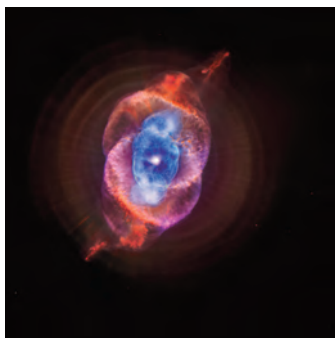
Μερικοί επιστήμονες υποθέτουν ότι οι ακτινοβολίες αυτές προέρχονται από «αστροσεισμούς» στην επιφάνεια περιστρεφόμενων μαγνητικών πάλσαρ, στα οποία δόθηκε η ονομασία *μαγνητάρ*, το μαγνητικό πεδίο των οποίων φτάνει να είναι 1.000 τρισεκατομμύρια φορές μεγαλύτερο από της Γης. Τα νεότερα όμως τροχιακά αστεροσκοπεία, όπως είναι το Fermi, το SWIFT και το INTEGRAL, θα βοηθήσουν ουσιαστικά στην διαλεύκανση πολλών ερωτηματικών που έχουν δημιουργήσει οι έρευνες αυτές.

Στην περιοχή πάλι των ακτίνων Χ ο ουρανός είναι γεμάτος από γερασμένα σκοτεινά άστρα, ενώ τα τροχιακά τηλεσκόπια ακτίνων Χ που χρησιμοποιούμε για να τα εντοπίσουμε μοιάζουν κατά κάποιον τρόπο με μετρητές Γκάιγκερ. Ο πρώτος δορυφόρος ακτίνων Χ ονομαζόταν Ουχούρου και εκτοξεύτηκε το 1970, ενώ αργότερα μία ολόκληρη σειρά δορυφόρων μελέτης υψηλών ενεργειών μάς έστειλε και μάς στέλνει εξαιρετικές φωτογραφίες και φάσματα που μας βοηθούν να κατανοήσουμε το Σύμπαν και τα αντικείμενα που το αποτελούν.

Στην δεκαετία του '90 τα τροχιακά αστεροσκοπεία ακτίνων Χ αναπτύχθηκαν με γοργό ρυθμό με την βοήθεια του εξαιρετικού τηλεσκοπίου ακτίνων Χ και υπεριώδους ακτινοβολίας ROSAT. Σήμερα, όμως, δύο από τα πιο αναπτυγμένα διαστημικά αστεροσκοπεία ακτίνων Χ, το αμερικανικό AXAF-Chandra και το ευρωπαϊκό XMM-Newton, μας έχουν επιβραβεύσει ακόμη περισσότερο με μία εξαιρετική ποικιλία φωτογραφιών και πληροφοριών από τα βίαια κοσμικά φαινόμενα που μελετούν. Δύο νέα πάντως τηλεσκόπια ακτίνων Χ που σχεδιάζει η NASA θα αλλάξουν δραστικά την παρατήρηση των μακρινών ουράνιων σωμάτων. Τα τηλεσκόπια αυτά βρίσκονται ακόμη στο αρχικό στάδιο της

ανάπτυξής τους στο Πανεπιστήμιο του Κολοράντο και ανήκουν στο πρόγραμμα ακτίνων Χ MAXIM. Η ανάλυση των νέων τηλεσκοπίων θα είναι 3 εκατομμύρια φορές καλύτερη από την αντίστοιχη του Chandra και παρά το γεγονός ότι η άμεση παρατήρηση μιας μαύρης τρύπας δεν είναι δυνατή, τα νέα τηλεσκόπια θα επιτρέψουν στους αστρονόμους να φωτογραφίσουν τον «ορίζοντα γεγονότων», που είναι το σημείο χωρίς επιστροφή για τα υλικά που πέφτουν στην διαστημική ρουφήχτρα μιας μαύρης τρύπας. Έτσι θα γίνει δυνατή η κατανόηση των δυνάμεων που ρυθμίζουν την ροή των υλικών στο εσωτερικό των παράξενων αυτών αντικειμένων.

Στην υπεριώδη περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος ο ουρανός φαίνεται διαφορετικός απ' ό,τι στις ακτίνες γ και Χ γιατί οι παρατηρήσεις επικεντρώνονται στις ακτινοβολίες που εκπέμπουν τα αέρια του μεσοαστρικού χώρου και τα υπέρθερμα άστρα. Τις ακτινοβολίες αυτές μπορούν να συλλάβουν διαστημικά αστεροσκοπεία, όπως ήταν τα οκτώ Ηλιακά Αστεροσκοπεία OSO που τοποθετήθηκαν σε τροχιά μεταξύ των ετών 1962 και 1975, ενώ η σειρά των Τροχιακών Αστρονομικών Αστεροσκοπειών ΟΑΟ μας επέτρεψε την μελέτη διαστρικών νεφελωμάτων και μεμονωμένων άστρων. Το πιο ενδιαφέρον όμως από το είδος αυτό των τροχιακών αστεροσκοπειών ήταν αναμφίβολα ο Διεθνής Υπεριώδης Εξερευνητής ΙΥΕ, ο οποίος τοποθετήθηκε σε τροχιά το 1978 και μετέδιδε τις πληροφορίες του καθημερινά μέχρι το 1996, οπότε σταμάτησε η λειτουργία του λόγω περικοπών στην χρηματοδότησή του. Συμπληρωματικός στην μελέτη της υπεριώδους ακτινοβολίας ήταν και ο δορυφόρος EUVE, ο οποίος λειτουργούσε από το 1992 με τέσσερα συνολικά τηλεσκόπια καθώς κι άλλα παύσιμα όργανα ερευνών.



Από αριστερά προς τα δεξιά: Το νεφέλωμα Μάτι της Γάτας, το λείψανο σουπερνόβα 3C10, το πάλσαρ στο Νεφέλωμα του Καρκίνου (NASA/CXC/SAO), και ο γαλαξίας M 81 (XMM-Newton).

Από την άλλη πλευρά του ορατού φάσματος βρίσκεται η υπέρυθη ακτινοβολία, η οποία έχει την δυνατότητα να διαπερνάει τα αέρια και την σκόνη που καλύπτουν τους γαλαξίες και τα νεαρότερα άστρα πολύ καλύτερα από την ορατή ακτινοβολία. Ένα μεγάλο μέρος της υπέρυθρης ακτινοβολίας φτάνει μέχρι την επιφάνεια της Γης και μελετάται με ειδικά όργανα, όπως το Αγγλικό τηλεσκόπιο των 3,8 m στο σύμπλεγμα τηλεσκοπίων στην κορυφή του Μόνα Κέα στην Χαβάη. Συγχρόνως τα διάφορα άλλα υπέρυθρα όργανα και τηλεσκόπια που τοποθετούνται σε πυραύλους, μπαλόνια και σε τροχιά γύρω από την Γη μάς δίνουν περισσότερες πληροφορίες για πολλά αντικείμενα που αποκρύπτονται μερικώς από τα μάτια μας στο ορατό τμήμα του φάσματος. Πάρτε για παράδειγμα τον Υπέρυθρο Αστρονομικό Δορυφόρο IRAS που τοποθετήθηκε σε τροχιά επί 10 μήνες το 1983 και συνέβαλλε τα μέγιστα στις γνώσεις μας για τα νέφη αερίων που υπάρχουν στο μεσογαλαξιακό χώρο και είναι σχεδόν αόρατα στο ορατό τμήμα του φάσματος. Το ίδιο έκανε και το Ευρωπαϊκό Υπέρυθρο Διαστημικό Αστεροσκοπείο ISO που συνέχισε τις έρευνες του IRAS. Το σημαντικότερο όμως από τα υπέρυθρα διαστημικά μας αστεροσκοπεία που βρίσκεται σήμερα σε λειτουργία είναι το Σπίτζερ, στο οποίο θα αναφερθούμε εκτενέστερα αργότερα.

Με την βοήθεια των σύγχρονων αυτών οργάνων οι αστρονόμοι και οι αστροφυσικοί προσπαθούν να αποκαλύψουν τα μυστικά της φύσης, για να δώσουν απάντηση στα ερωτηματικά που περιβάλλουν την προέλευσή μας και για να γίνουν μάρτυρες του εξελισσόμενου δράματος των ουρανών που ξετυλίγεται μπροστά τους. Ενός δράματος που έχει σκηνικό το Σύμπαν, ηθοποιούς τα φαινόμενα του ουρανού και πλοκή την ιστορία της φύσης. Είναι ένα έργο πολύχρονο και κοπιαστικό, γεμάτο συναρπαστικές περιπέτειες, θριάμβους και απογοητεύσεις. Ένα έργο που σε μια περίοδο 2.000 χρόνων μάς έχει ανοίξει σιγά-σιγά ένα πραγματικό παράθυρο στην κατανόηση του Σύμπαντος.

Η αναζήτηση της γνώσης, άλλωστε, είναι στην φύση του ανθρώπου. Γι' αυτό δεν πρέπει να ξεχνάμε ποτέ το μάθημα που μας δίδαξε η ιστορία της επιστήμης, ότι δηλαδή δεν είμαστε σε θέση να προβλέψουμε τις συνέπειες μιας επιστημονικής ανακάλυψης, όπως ο Πυθαγόρας δεν μπορούσε να προβλέψει τον κόσμο των ηλεκτρονικών υπολογιστών όταν μιλούσε για τα μαθηματικά του θεωρή-

ματα. Κάθε πρόσθετο κομμάτι γνώσης για το Σύμπαν, όσο περιεργο, άσχετο ή αφηρημένο και αν φαίνεται στην αρχή, καταλήγει σε κάποια πρακτική εφαρμογή άμεσα ή έμμεσα, αργά ή γρήγορα.

Με τρόπο συνεχή το πάθος για την μάθηση παραμερίζει τα καθιερωμένα δόγματα της κάθε εποχής για να αναζητήσει την αλήθεια που βρίσκεται πέρα απ' αυτά. Γιατί ακόμη και η παραμικρή αύξηση των ανθρωπίνων γνώσεων αποκαλύπτει ολοένα και περισσότερο ότι κανένας δεν ξέρει αρκετά για οτιδήποτε. Γι' αυτό άλλωστε και ο σημερινός επιστήμονας όταν κοιτάζει τ' άστρα, από την Γη, δεν αντικρίζει έναν εχθρικό και άδειο κόσμο. Βλέπει, αντίθετα, την υπόσχεση ενός πανέμορφου ταξιδιού προς την Ιθάκη των γνώσεων.

Έχουμε ήδη ανακαλύψει αντικείμενα που ούτε καν φανταζόμασταν ότι υπάρχουν και έχουμε κατανοήσει αρκετά πράγματα για τον κοσμικό χωροχρόνο, έτσι ώστε να μπορούμε να αντιληφθούμε πόσα έχουμε να μάθουμε ακόμη. Και είναι βέβαιο ότι πέρα από τα όρια των σύγχρονων αστρονομικών μας οργάνων, εκτείνονται πραγματικότητες που ούτε καν να φανταστούμε δεν μπορούμε: διαστημικοί χώροι που ποτέ δεν πρόκειται να δούμε. Γιατί το παράξενο και υπέροχο Σύμπαν στο οποίο ζούμε, θα έχει πάντοτε όλο και πιο νέες εκπλήξεις για όλους όσους προσπαθούν να το κατανοήσουν καλύτερα.

Μεσοαστρική σκόνη στο υπέρυθρο, κοντά στο άστρο ε Τρόπιδας (NASA/JPL-Caltech/MSX).



## Χαμπλ: Στην Υπηρεσία της Ανθρωπότητας

Στα μέσα Μαΐου 2009 ξεκίνησε η αποστολή της πέμπτης και τελευταίας επίσκεψης στο Διαστημικό Τηλεσκόπιο Χαμπλ με σκοπό την επιδιόρθωση και ανανέωση του εξοπλισμού του από τους αστροναύτες του Διαστημικού Λεωφορείου Ατλαντίς. Η αποστολή αυτή, διάρκειας 11 ημερών, είχε αρχικά προγραμματιστεί να γίνει τρία χρόνια νωρίτερα για την εγκατάσταση ενός νέου φασματογράφου και μιας νέας φωτογραφικής μηχανής που θα έκανε το τηλεσκόπιο ακόμη πιο αποτελεσματικό, ώστε να παραμείνει ενεργό για τουλάχιστον δύο ακόμη χρόνια. Δυστυχώς όμως η καταστροφή του Διαστημικού Λεωφορείου Κολούμπια και η μετέπειτα διακοπή των πτήσεων δεν επέτρεψε τότε την πραγματοποίησή της.

Με τα νέα δεδομένα που διαμορφώθηκαν για την πτήση

των Διαστημικών Λεωφορείων θεωρήθηκε κάποια στιγμή ότι αντί μιας επανδρωμένης αποστολής θα ήταν καλύτερο να προγραμματιστεί μία ρομποτική αποστολή συντήρησης για το 2007 ή το 2008. Ένα μη επανδρωμένο σκάφος θα συναντούσε το Χαμπλ σε τροχιά, θα άλλαζε τις μπαταρίες του και θα αναβάθμιζε τα όργανά του με ένα επιδέξιο ζεύγος ρομποτικών χεριών. Επί πλέον όταν το ρομπότ εκείνο θα έφευγε από το Χαμπλ, θα άφηνε πίσω του ένα πυραυλικό σύστημα, ώστε μετά από μερικά ακόμη παραγωγικά χρόνια παρατηρήσεων, οι μηχανικοί εδάφους να έχουν τον πλήρη έλεγχο της τελικής καθόδου του Χαμπλ στην ατμόσφαιρα, οδηγώντας το σε έναν έρημο τόπο απόσυρσης στον Ειρηνικό Ωκεανό. Αλλά και η αποστολή αυτή ματαιώθηκε οπότε το Χαμπλ θα αφηνόταν στην τύχη του καταδικασμένο να καταστραφεί στα επόμενα χρόνια.

Το Χαμπλ «αιχμαλωτισμένο» από τον ρομποτικό βραχίονα του Ατλαντίς (NASA/STScI).





Το Χαμπλ μετά την δεύτερη αποστολή συντήρησής του (NASA/STScI).

Με την νέα όμως αποστολή του Διαστημικού Λεωφορείου Ατλαντίς που είχε προγραμματιστεί αρχικά για τις 10 Οκτωβρίου του 2008, το περίφημο αυτό τηλεσκόπιο, που έχει χαρίσει στην ανθρωπότητα απaráμιλλες εικόνες από την ιστορική εξέλιξη του Σύμπαντος και των αντικειμένων που το αποτελούν, θα σωθεί τελικά για μερικά ακόμη χρόνια και μέχρι το 2014-15. Τότε, ο διάδοχός του, το Διαστημικό Τηλεσκόπιο Νέας Γενιάς Γουέμπ θα είναι έτοιμο να εγκατασταθεί στο Διάστημα για να συνεχίσει την αποκάλυψη του Σύμπαντος που άρχισε το Χαμπλ πριν από 20 χρόνια.

Όπως είναι γνωστό, το ταξίδι των ανακαλύψεων του Χαμπλ ξεκίνησε τον Απρίλιο του 1990, όταν μεταφέρθηκε από το Διαστημικό Λεωφορείο Ντισκάβερυ και τοποθετήθηκε σε τροχιά γύρω από την Γη σε ύψος 600 km περίπου. Με το τηλεσκόπιο σε τροχιά όλα τα μηχανικά συστήματα έπρεπε να δοκιμαστούν και να γίνουν οι τελικές προσαρμογές των φακών. Κι όπως ήταν φυσικό δεν αναμενόταν κανένα μεγάλο πρόβλημα. Οι ιστορικές πρώτες φωτογραφίες που μας έστειλε έμοιαζαν να επιβεβαιώνουν ότι το Χαμπλ λειτουργούσε κανονικά. Εκεί όπου οι φωτογραφίες από το έδαφος μας έδειχναν ορισμένα θολά φωτεινά σημεία, οι κάμερες του Χαμπλ «πιάσανε» πεντακάθαρους εικόνες ουράνιων αντικειμένων που βρίσκονται χιλιάδες έτη φωτός μακριά από την Γη μας.

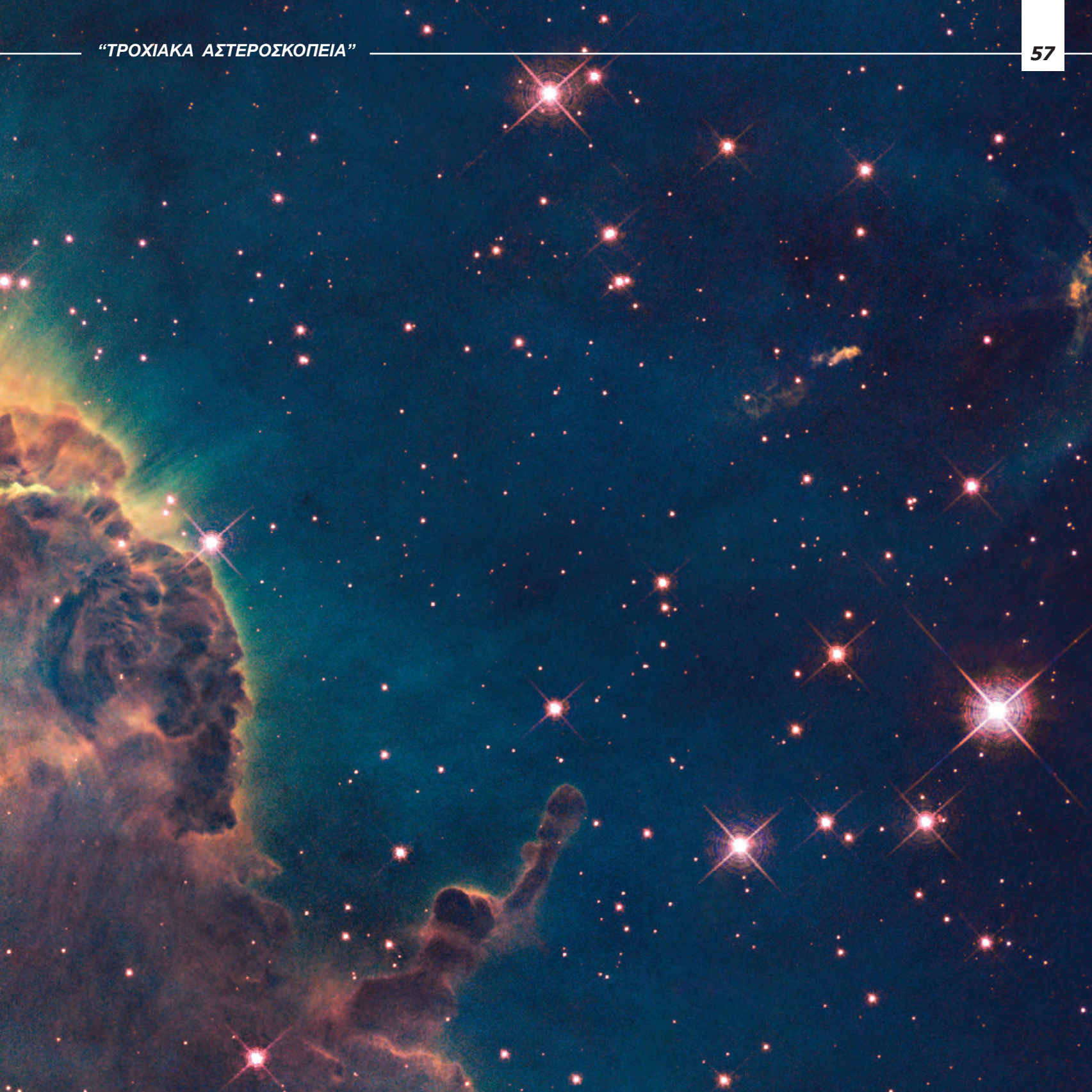
Ο συνεχής όμως έλεγχος των κατόπτρων παρουσίασε την ύπαρξη και ορισμένων άλυτων προβλημάτων. Το μεγαλύτερο φυσικά πρόβλημα ήταν η προβληματική εστίαση των φωτογραφιών, αφού το κύριο κάτοπτρο των 2,4 m, που ήταν και η καρδιά του τηλεσκοπίου, αποδείχτηκε ότι ήταν ελαττωματικό γιατί είχε τοποθετηθεί σε λάθος θέση. Το συνολικό φυσικά σφάλμα του κατόπτρου δεν υπερέβαινε τα δύο εκατομμυριοστά του μέτρου ή το 1/50 περίπου του πάχους που έχει μια ανθρώπινη τρίχα. Αυτό όμως ήταν αρκετό για να κάνει το Χαμπλ να έχει «μυωπία». Παρόλα όμως τα προβλήματά του, το Χαμπλ αποδείχτηκε ότι είχε την δυνατότητα να καταγράφει εικόνες απόμακρων αντικειμένων που ήσαν καλύτερες κι από τα καλύτερα τηλεσκόπια των αστεροσκοπειών της Γης.

Στα χρόνια που ακολούθησαν, επιστήμονες και μηχανικοί της NASA και της ESA συνεργάστηκαν στην κατασκευή της διορθωτικής οπτικής διάταξης COSTAR, που σημαίνει Διορθωτική Διάταξη Οπτικών Αξονικής Αντικατάστασης. Οι υπεύθυνοι του Χαμπλ βρέθηκαν μπροστά σε μία δύσκολη απόφαση: ποιο όργανο θα έδινε την θέση του στο COSTAR; Τελικά επέλεξαν ένα το οποίο επηρεαζόταν λιγότερο από το οπτικό πρόβλημα του Χαμπλ, το Φωτόμετρο Υψηλής Ταχύτητας, το οποίο μετρούσε την ολική λαμπρότητα και δεν λάμβανε εικόνες κι έτσι λειτουργούσε κανονικά μέχρι να παραχωρήσει την θέση του στο COSTAR.





Στήλη αερίων και σκόνης στο νεφέλωμα Τρόπιδας (NASA/ESA/Hubble SM4 ERO Team).



Και πράγματι τον Δεκέμβριο του 1993 το διαστημικό λεωφορείο Εντήβορ ξεκίνησε για την αποστολή επιδιόρθωσης του Χαμπλ. Δυο μέρες μετά την εκτόξευση οι αστροναύτες εντόπισαν το Χαμπλ που φαινόταν σαν ένα λαμπρό άστρο στο Διάστημα. Όταν το τηλεσκόπιο πλησίασε κοντά στο διαστημόπλοιο, ένας από τους αστροναύτες το συνέλαβε με την βοήθεια ενός ειδικού γερανού. Ο πρώτος στόχος τους ήταν να αντικαταστήσουν τα ηλιακά πτερύγια του τηλεσκοπίου, τα οποία του παρέχουν την απαιτούμενη ενέργεια για την λειτουργία του. Στη συνέχεια εγκατέστησαν μια νέα φωτογραφική μηχανή κι ένα σύστημα διορθωτικών φακών που βοήθησαν στην σωστή εστίαση του τηλεσκοπίου.

Η πρώτη αποστολή επισκευής του Χαμπλ θεωρήθηκε σταθμός στην ιστορία των διαστημικών πτήσεων. Τράβηξε την προσοχή τόσο των αστρονόμων όσο και του ευρύτερου κοινού όσο καμμία αποστολή Διαστημικού Λεωφορείου έκτοτε. Προσεκτικά σχεδιασμένη και εξαιρετικά εκτελεσμένη, η αποστολή στέφθηκε από πλήρη επιτυχία. Το COSTAR διόρθωσε το οπτικό πρόβλημα του Χαμπλ πέρα από κάθε προσδοκία. Όταν οι πρώτες εικόνες μετά την επισκευή εμφανίστηκαν στις οθόνες των υπολογιστών, έγινε αμέσως σαφές ότι τα οπτικά όργανα που τοποθέτησαν οι αστροναύτες διόρθωσαν πλήρως το πρόβλημα κι έτσι το Χαμπλ ήταν επιτέλους έτοιμο!

Αυτή όμως δεν ήταν η μοναδική φορά που το Διαστημικό Λεωφορείο θα επισκεπτόταν το Χαμπλ. Το τηλεσκόπιο ήταν σχεδιασμένο να μπορεί να αναβαθμίζεται κάνοντας χρήση νέων δυνατοτήτων. Όταν διατίθενται πιο προηγμένα όργανα, ηλεκτρικές ή μηχανικές διατάξεις, μπορούν να εγκατασταθούν. Όπως τα αυτοκίνητά μας, έτσι και το Χαμπλ χρειάζεται τακτική συντήρηση. Οι μηχανικοί και οι

επιστήμονες στέλνουν αποστολές στο Χαμπλ, ώστε οι αστροναύτες να το αναβαθμίζουν, χρησιμοποιώντας εργαλεία χειρός ή ηλεκτρικά, όπως ένας μηχανικός αυτοκινήτων. Μέχρι σήμερα έχουν γίνει 5 αποστολές, όλες από αστροναύτες του Διαστημικού Λεωφορείου.

Οι αποστολές αυτές βοήθησαν το «Χαμπλ» να γίνει όλο και πιο ισχυρό στην προσπάθειά του να μας αποκαλύψει τα μυστικά του Σύμπαντος. Κι έτσι μια δεύτερη αποστολή των αστροναυτών του Διαστημικού Λεωφορείου Ντισκάβερυ έκανε πρόσθετες επιδιορθώσεις και ανανέωσε τον εξοπλισμό του την άνοιξη του 1997, ενώ μια τρίτη επίσκεψη ανανέωσης έγινε τον Δεκέμβριο του 1999. Στις αρχές Μαρτίου 2002 οι επτά αστροναύτες του Διαστημικού Λεωφορείου Κολούμπια επισκέφτηκαν το Χαμπλ για τέταρτη φορά. Στη διάρκεια πέντε διαφορετικών περιπάτων που έκαναν στο Διάστημα οι αστροναύτες αντικατέστησαν τις ηλιακές κυψελίδες του, έκαναν διάφορες επιδιορθώσεις και τοποθέτησαν μια πιο σύγχρονη φωτογραφική μηχανή (ACS).

Η νέα αυτή φωτογραφική μηχανή του Χαμπλ (ACS) είναι στην πραγματικότητα τρεις μηχανές σε μία και μας έδωσε πολύ καλύτερες και μεγαλύτερης διακριτικότητας φωτογραφίες του Σύμπαντος αυξάνοντας έτσι την αποτελεσματικότητα του τηλεσκοπίου κατά δέκα φορές. Η ACS καλύπτει διπλάσια έκταση στον ουρανό απ' ό,τι προηγουμένως και με διπλάσια καθαρότητα, είναι πέντε φορές πιο ευαίσθητη στην προσλαμβάνουσα ακτινοβολία από τα απόμακρα αντικείμενα που μελετάει, ενώ χρειάζεται τρεις φορές λιγότερο χρόνο παρατήρησης απ' ό,τι οι προηγούμενες μηχανές. Έχει επίσης την ικανότητα να «βλέπει» όχι μόνο στο ορατό τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, αλλά και στο υπεριώδες και στο υπέρυθρο.



Ιδιαίτερο όμως ενδιαφέρον έχει η ταχύτητα με την οποία η νέα μηχανή καλύπτει την καταλογογράφηση ορισμένων αντικειμένων, όπως είναι η καταγραφή «μαύρων τρυπών» στα κέντρα των γαλαξιών και στα δύο ουράνια ημισφαίρια. Ένα τέτοιο πρόγραμμα με την ACS απαιτεί 398 συνολικά τροχιές, ενώ προηγουμένως χρειαζόμασταν 6.000! Σ' ένα άλλο πάλι πρόγραμμα παρατηρήσεων οι ειδικοί ερευνητές κατέγραψαν την εμφάνιση νέων απόμακρων εκρήξεων σουπερνόβα σε απόσταση 8 έως 10 δισεκατομμυρίων ετών φωτός από τη Γη. Μ' αυτόν τον τρόπο επιβεβαιώθηκε για μια ακόμη φορά και η ανακάλυψη που έγινε πριν από μερικά χρόνια για την ύπαρξη της επονομαζόμενης «σκοτεινής ενέργειας» που κάνει την διαστολή του Σύμπαντος να επιταχύνεται τα τελευταία 7 δισεκατομμύρια χρόνια αντί να ελαττώνεται.

Σε ύψος 600 km το Διαστημικό Τηλεσκόπιο περιφέρεται γύρω από τη Γη με ταχύτητα 27.200 km/h συμπληρώνοντας έτσι μια πλήρη περιφορά της Γης σε 96 λεπτά. Το τεχνολογικό αυτό θαύμα είναι ένα πλήρες αστεροσκοπείο πάνω από την ενοχλητική ατμόσφαιρα της Γης, η οποία εμποδίζει τα επίγεια όργανά μας να διαπεράσουν τα περισσότερα μυστικά του Σύμπαντος. Έχει μήκος 13,2 m και

μέγιστη διάμετρο 4,2 m, ενώ το συνολικό του βάρος φτάνει τους 12 περίπου τόνους και για την ακρίβεια τα 11.864 kg. Στην καρδιά αυτού του συμπλέγματος βρίσκεται το κύριο κάτοπτρό του με διάμετρο 2,4 m. Το κάτοπτρο αυτό είναι ο πιο λείος καθρέπτης που έχει κατασκευαστεί ποτέ. Η κατασκευή του απαιτήσε 4.000.000 ανθρωποώρες και είναι τόσο λείος ώστε αν η επιφάνεια της Ευρώπης ήταν το ίδιο λεία, οι Άλλοι θα είχαν ύψος 6 cm. Η επιστροφή αλουμινίου που καλύπτει τις επιφάνειες των κατόπτρων του Διαστημικού Τηλεσκοπίου Χαμπλ είναι 1.200 φορές λεπτότερη από μία ανθρώπινη τρίχα, ενώ η διακριτική του ικανότητα είναι τόσο μεγάλη, ώστε μπορεί να διακρίνει μία πυγολαμπίδα σε απόσταση 16.000 km.

Το κύριο αυτό κάτοπτρο συλλέγει το αστρικό φως και το κατευθύνει σ' ένα μικρότερο κάτοπτρο, το οποίο εστιάζει τη φωτεινή δέσμη προς τα έξι επιστημονικά όργανα που το φωτογραφίζουν και το αναλύουν. Ένα άλλο από τα βασικά συστήματα του Διαστημικού Τηλεσκοπίου είναι το σύμπλεγμα τριών αισθητήρων που συγκρατούν και κατευθύνουν επακριβώς τη σκόπευση του τηλεσκοπίου στο αντικείμενο που μελετάει. Γιατί η σταθερότητα σκόπευσης που χρειάζεται το Διαστημικό Τηλεσκόπιο είναι πολύ μεγάλη. Μπορεί να παρομοιαστεί μόνο με την σταθερότητα που χρειάζεται μία συσκευή λέιζερ στην Αθήνα, πάνω σ' ένα αυτοκίνητο που τρέχει με 100 km/h, προκειμένου να εστιάζει επί 24 ώρες, μία ακτίνα λέιζερ πάνω σε ένα νόμισμα μίας δραχμής που βρίσκεται στο Ηράκλειο της Κρήτης!

Το Χαμπλ σχεδιάστηκε αρχικά για 15 χρόνια λειτουργίας, αλλά ο χρόνος ζωής του επεκτάθηκε ήδη στα 20, ενώ με την νέα επισκευή του θα συνεχίσει το έργο του για σχεδόν 25 χρόνια. Η απόσυρση, όμως, του Διαστημικού Τηλεσκοπίου Χαμπλ δεν θα σηματοδοτήσει το τέλος της απaráμιλλης οπτικής που μας προσέφερε. Θα σημάνει μάλλον μία νέα αρχή, μία νέα εποχή πιο εντυπωσιακών ανακαλύψεων και εικόνων από το Διάστημα. Γιατί το Χαμπλ έχει διάδοχο το Διαστημικό Τηλεσκόπιο Τζέιμς Γουέμπ που κατασκευάζεται ήδη με στόχο την τοποθέτησή του στο Διάστημα σε 4 περίπου χρόνια. Όταν έλθει αυτή η μέρα, οι επιστήμονες που θα το χρησιμοποιήσουν ελπίζουν να ανακαλύψουν και να κατανοήσουν ακόμη περισσότερα για το εντυπωσιακό Σύμπαν στο οποίο ζούμε.



Ο σπειροειδής γαλαξίας NGC 4622 (NASA, STScI/AURA).

## Το Υπέρυθρο Σύμπαν του Σπίτζερ

Όπως αναφέραμε ήδη η γήινη ατμόσφαιρα μας εμποδίζει να δούμε καθαρά όλες τις ακτινοβολίες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος που έρχονται από τ' άστρα, γιατί το ανθρώπινο μάτι μπορεί να διακρίνει μόνο την ακτινοβολία που προέρχεται από την μικρή περιοχή του οπτικού τμήματος του φάσματος. Οι περισσότερες όμως από τις υπόλοιπες ακτινοβολίες εμποδίζονται από την ατμόσφαιρα να φτάσουν στη Γη. Τα τελευταία όμως 50 χρόνια τα πράγματα έχουν αλλάξει τελείως χάρη στα τροχιακά μας αστεροσκοπεία, με τα οποία μπορούμε σήμερα να λάβουμε και να κατανοήσουμε τα μηνύματα των άορατων ακτινοβολιών οι οποίες μας άνοιξαν κυριολεκτικά τα μάτια σ' έναν κόσμο άγνωστο πριν από μισό αιώνα.

Ένα από τα διαστημικά αυτά αστεροσκοπεία εκτοξεύτηκε στις 25 Αυγούστου 2003. Πρόκειται για το διαστημικό τηλεσκόπιο SIRTf, με διάμετρο 85 cm και βάρος ενός περίπου τόνου, και είναι σήμερα γνωστό ως Διαστημικό Τηλεσκόπιο Σπίτζερ. Το τηλεσκόπιο αυτό αποτελεί μέλος των *Τεσσάρων Μεγάλων Διαστημικών Αστεροσκοπειών* της NASA και είχε προγραμματιστεί να παραμείνει στο Διάστημα για τουλάχιστον 2 έως 5 χρόνια μελετώντας το Σύμπαν στο υπέρυθρο. Φυσικά ένα τμήμα των υπέρυθρων ακτινοβολιών που έρχονται από το Σύμπαν φτάνουν μέχρι την επιφάνεια της Γης, αλλά το Σπίτζερ είναι 1.000 φορές πιο ευαίσθητο.

Οι παρατηρήσεις στο υπέρυθρο τμήμα του φάσματος είναι ιδιαίτερα σημαντικές για πολλούς λόγους. Πρώτα απ' όλα

η υπέρυθρη ακτινοβολία έχει την δυνατότητα να διαπερνάει τα αέρια και την σκόνη που καλύπτουν τους γαλαξίες και τα νεαρότερα άστρα πολύ καλύτερα από την ορατή ακτινοβολία. Έτσι, η χαρτογράφηση του Γαλαξία μας μπορεί να γίνει καλύτερα στο υπέρυθρο απ' ό,τι στο ορατό. Οι πλανήτες επίσης, καθώς και ορισμένα μικροσκοπικά άστρα, που ονομάζονται καφέ νάνοι, εκπέμπουν περισσότερη υπέρυθρη ακτινοβολία απ' ό,τι ορατή. Επιπλέον, η καταγραφή των άστρων και των γαλαξιών που χρησιμεύουν στην χαρτογράφηση του Σύμπαντος και στην καλύτερη κατανόηση του μοντέλου της Μεγάλης Έκρηξης που γέννησε το Σύμπαν πριν από 13,7 δισεκατομμύρια χρόνια, γίνεται πολύ πιο εύκολα με την μελέτη των υπέρυθρων ακτινοβολιών που έρχονται από εκεί έξω.

Καθώς οι διάφοροι γαλαξίες απομακρύνονται με μεγάλες ταχύτητες από τη Γη αναγκάζουν την ορατή τους ακτινοβολία να μετακινηθεί προς το υπέρυθρο λόγω ενός φαινομένου που μοιάζει με το φαινόμενο Ντόπλερ. Η μετακίνηση αυτή δεν επιτρέπει στα οπτικά μας τηλεσκόπια να καταγράψουν τις ορατές ακτινοβολίες των αντικειμένων αυτών, με τη βοήθεια όμως των υπέρυθρων οργάνων η καταγραφή τους γίνεται άμεσα δυνατή. Επί πλέον ορισμένα βασικά στοιχεία του Σύμπαντος μπορούν να παρατηρηθούν καλύτερα στις υπέρυθρες ακτινοβολίες παρέχοντας έτσι στους ειδικούς επιστήμονες την δυνατότητα να μελετήσουν ορισμένες βασικές διαδικασίες για την γέννηση, την εξέλιξη και τον θάνατο των άστρων, αλλά και των πλανητών που βρίσκονται γύρω τους.

Οι υπέρυθρες φωτογραφίες που μας έχει στείλει το Σπίτζερ είναι ιδιαίτερα εντυπωσιακές και μοιάζουν με πραγματικά έργα τέχνης επί πλέον των σημαντικών πληροφοριών που μας δίνουν στην προσπάθειά μας να εξιχνιάσουμε τα διάφορα αινίγματα του Σύμπαντος. Με την βοήθεια των οργάνων του έχουμε κατορθώσει να αποτυπώσουμε τις εικόνες απόμακρων αντικειμένων σε αποστάσεις δισεκατομμυρίων ετών φωτός, αφού η υπέρυθρη ακτινοβολία που εκπέμπουν ορισμένοι απόμακροι γαλαξίες είναι πολύ πιο λαμπερή από την ορατή. Ο συνδυασμός της υπέρυθρης και της οπτικής φωτογράφισης των γαλαξιών μάς αποκαλύπτει επίσης τις τοποθεσίες στις οποίες βρίσκονται ορισμένα αρχέγονα άστρα (στο υπέρυθρο), καθώς επίσης και τα νεότερα άστρα (στο οπτικό τμήμα) των ίδιων γαλαξιών.

Πάρτε για παράδειγμα την φωτογραφία του γαλαξία M81, ο οποίος βρίσκεται σε απόσταση 12 εκατομμυρίων ετών φωτός προς την κατεύθυνση του αστερισμού της Μεγάλης Άρκτου. Επειδή ο γαλαξίας αυτός βρίσκεται σχετικά αρκετά κοντά στην Γη οι φωτογραφίες υπέρυθρης ακτινοβολίας που αποτυπώνει το Διαστημικό Τηλεσκόπιο Σπίτζερ μάς δείχνουν έναν ξεκάθαρο διαχωρισμό των διαφορετικών χαρακτηριστικών του: τα αρχέγονα άστρα του, την διαστρική σκόνη που θερμαίνεται από τις διάφορες δραστηριότητες που συμβαίνουν στην εξελικτική πορεία των άστρων, καθώς και τις περιοχές έντονης αστρογένεσης. Μας επιτρέπουν επίσης να υπολογίσουμε την ποσότητα της αστροσκονής που υπάρχει στον γαλαξία, καθώς και τον ρυθμό της γέννησης νέων άστρων. Είναι εμφανείς επίσης οι περιοχές συγκέντρωσης ιονισμένου υδρογόνου, από την μελέτη των οποίων μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα για τις συνθήκες που επικρατούν στην όλη διαδικασία της γέννησης των άστρων.

Σε μια άλλη πάλι φωτογραφία αποτυπώνονται οι διάφορες λεπτομέρειες μιας περιοχής αστρογένεσης που ονομάζεται Τράμπλερ 37 (IC 1396) στο εσωτερικό σκοτεινών σφαιριδίων αερίων και σκόνης στον δικό μας γαλαξία και σε απόσταση 2.450 ετών φωτός από την Γη προς την κατεύθυνση του αστερισμού του Κηφέα. Οι φωτογραφίες του Σπίτζερ μάς αποκαλύπτουν τις διαδικασίες αστρογένεσης που διαδραματίζονται πίσω από την σκονισμένη περιοχή, όπως μας την δείχνουν τα οπτικά μας τηλεσκόπια.



Υπέρυθρη απεικόνιση του νεφελώματος Αετός από το Σπίτζερ NASA/JPL-Caltech/N. Flagey (IAS/SSC) & A. Noriega-Crespo (SSC/Caltech). Σε μεγέθυνση η πασιγνώστη εικόνα με τους στύλους της Δημιουργίας που ελήφθη από το Χαμπλ.



Το διαστημικό τηλεσκόπιο Σπίτζερ.

Στις λεπτομέρειές της η φωτογραφία έχει επίσης αποτυπώσει την γέννηση ενός ζεύγους νεαρών άστρων που δεν είναι εμφανή στο οπτικό τμήμα του φάσματος, καθώς και την ύπαρξη ενός δίσκου πρωτοπλανητικών υλικών ο οποίος περιβάλλει ένα από τα δύο αυτά άστρα. Στο εσωτερικό του σφαιριδίου των υλικών διακρίνονται επίσης και αρκετά ακόμη πρωτοάστρα που κρύβονταν στις οπτικές ακτινοβολίες, ενώ ορισμένα νεογέννητα άστρα έχουν κι αυτά αποκαλυφτεί από την υπέρυθη ακτινοβολία που εκπέμπουν.

Η βοήθεια που μας παρέχουν οι φωτογραφίες του «Σπίτζερ» είναι ιδιαίτερα εμφανής σε μία άλλη σύνθεση φωτογραφιών όπου αποτυπώνονται σε διαφορετικά τμήματα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος όλα όσα συμβαίνουν στο εσωτερικό μιας μικρής περιοχής στο Μεγάλο Νέφος του Μαγγελάνου σε απόσταση 163.000 ετών φωτός. Η περιοχή αυτή ονομάζεται Χένιζε 206 και αποτελεί τα λείψανα μιας αστρικής έκρηξης, η οποία με την βοήθεια της υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπει μας αποκαλύπτει τα διάφορα στρώματα των υλικών που έχουν εκτοξευτεί. Συγχρόνως μας αποκαλύπτονται επίσης και τα διάφορα νεογέννητα άστρα που έχουν δημιουργηθεί από την συμπίεση που προκάλεσε στις γύρω αέριες συγκεντρώσεις η αστρική έκρηξη του αρχικού άστρου. Επειδή το Μεγάλο

Νέφος του Μαγγελάνου περιλαμβάνει αέρια υλικά με πολύ μικρή περιεκτικότητα βαρέων χημικών στοιχείων παρομοιάζεται με τις συνθήκες που επικρατούσαν στα αρχικά στάδια της εξέλιξης του Σύμπαντος. Το γεγονός αυτό μας επιτρέπει να πάρουμε μια γεύση των συνθηκών αστρογένεσης την περασμένη εκείνη περίοδο.

Σε μία άλλη εντυπωσιακή φωτογραφία αστρογένεσης έχουν συμπεριληφθεί οι πληροφορίες από ακτινοβολίες διαφορετικών τμημάτων του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος μιας ακόμη περιοχής αστρογένεσης που ονομάζεται DR21 προς την κατεύθυνση του αστερισμού του Κύκνου και σε απόσταση 6.200 ετών φωτός από την Γη. Το αστρικό αυτό βρεφοκομείο στο ορατό τμήμα του φάσματος καλυπτόταν από διαστημική σκόνη, η οποία μας εμπόδιζε να παρατηρήσουμε όσα συνέβαιναν στο εσωτερικό του. Το Σπίτζερ όμως πέταξε το σκοτεινό αυτό πέπλο και μας παρουσίασε τα πυροτεχνήματα μιας έντονης αστρογενετικής διαδικασίας γιγαντιαίων άστρων, ένα από τα οποία μάλιστα λάμπει 100.000 φορές πιο έντονα από τον Ήλιο μας. Τα γιγάντια αυτά άστρα με τους αστρικούς ανέμους που εκτοξεύουν διασπούν με βίαιο τρόπο την όλη δομή του νεφελώματος που τα δημιούργησε, μια διαδικασία που μας ήταν άγνωστη από τις φωτογραφίες που είχαμε στο ορατό τμήμα του φάσματος.

Οι αλληλεπιδρώντες γαλαξίες NGC 2207 και IC 2163 σε εικόνα που δημιουργήθηκε από τα δεδομένα του Σπίτζερ και του Χαμπλ (NASA, ESA/JPL-Caltech/STScI/D. Elmegreen).





Ο γαλαξίας Σομπρέρο (NASA/JPL-Caltech/R. Kennicutt (Un. of Arizona), SINGS Team).  
Στον ένθετο κύκλο ο γαλαξίας M 81 (NASA/JPL-Caltech/S. Willner (Harvard-Smithsonian CfA)).

Μια παρόμοια περιοχή αστρογένεσης με εμφανή τα στοιχεία της δημιουργίας πλανητικών συστημάτων είναι και η περιοχή RCW49 στο εσωτερικό του Γαλαξία μας και σε απόσταση 13.700 ετών φωτός προς την κατεύθυνση του αστερισμού του Κενταύρου. Η περιοχή αυτή είναι ένα βρεφοκομείο 2.200 άστρων, πολλά από τα οποία αποκαλύφθηκαν χάρη στην διεισδυτική ικανότητα της υπέρυθρης ματιάς του Σπίτζερ. Είναι η ίδια ικανότητα που επιτρέπει στο Σπίτζερ να μας αποκαλύπτει και ολόκληρα εξωηλιακά πλανητικά συστήματα αφού οι υπέρυθρες ακτινοβολίες των υλικών από τα οποία αποτελούνται μας ανακοινώνουν ξεκάθαρα την παρουσία τους.

Δεν είναι λοιπόν υπερβολή όταν λέμε ότι η ανάπτυξη της τεχνολογίας, και των διαστημικών αποστολών, μας «άνοιξε» κυριολεκτικά τα μάτια σ' έναν κόσμο άγνωστο μέχρι τώρα. Αυτό μάλιστα γίνεται ιδιαίτερα εμφανές όταν συγκρίνουμε μεταξύ τους τις διάφορες όψεις που παίρ-

νουμε από το Σύμπαν σε διαφορετικές περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Είναι τότε αρκετά εύκολο να κατανοήσουμε την πληθώρα των πληροφοριών που ήταν, μέχρι πρόσφατα, «αόρατες» στα μάτια μας. Πληροφορίες που μας έχουν επιτρέψει να κατανοήσουμε καλύτερα την γλώσσα των άστρων. Γι' αυτό άλλωστε υποστηρίζεται ότι η παρουσία στο Διάστημα του τροχιακού αστεροσκοπίου Σπίτζερ μάς έχει βοηθήσει να αναπαραστήσουμε γεγονότα και φαινόμενα που χρειάζονται εκατοντάδες εκατομμύρια χρόνια για να εξελιχθούν. Έχουμε ήδη ανακαλύψει αντικείμενα που ούτε καν φανταζόμασταν ότι υπάρχουν, και είναι βέβαιο ότι πέρα από τα όρια των σύγχρονων αστρονομικών μας οργάνων, εκτείνονται πραγματικότητες που ούτε καν να φανταστούμε δεν μπορούμε: διαστημικοί χώροι που ποτέ δεν πρόκειται να δούμε. Γιατί το παράξενο και υπέροχο Σύμπαν στο οποίο ζούμε, θα έχει πάντοτε όλο και πιο νέες εκπλήξεις για όλους όσους προσπαθούν να το κατανοήσουν καλύτερα.



## INTEGRAL: Οι Ακτινογραφίες του Σύμπαντος

Τα τελευταία 50 χρόνια οι περισσότερες από τις εκπληκτικές ανακαλύψεις των αστροφυσικών εργαστηρίων για το Σύμπαν περνούσαν σ' ολόκληρο τον κόσμο σχεδόν απαρατήρητες γιατί προέρχονταν από ακτινοβολίες αόρατες στα μάτια μας. Προέρχονταν δηλαδή από ακτινοβολίες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος που δεν μπορούσαν να μεταφραστούν σε θεαματικές φωτογραφίες σαν αυτές που μας στέλνουν ορισμένα διαστημικά τηλεσκόπια όπως είναι το Χαμπλ, στο ορατό τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, ή το Σπίτζερ, στο υπέρυθρο τμήμα του φάσματος. Πάρτε για παράδειγμα το INTEGRAL, το ευρωπαϊκό Διεθνές Αστροφυσικό Εργαστήριο Ακτίνων  $\gamma$  (International Gamma-Ray Astrophysical Laboratory), που ανιχνεύει τις ακτίνες  $\gamma$  που εκπέμπονται από το Σύμπαν.

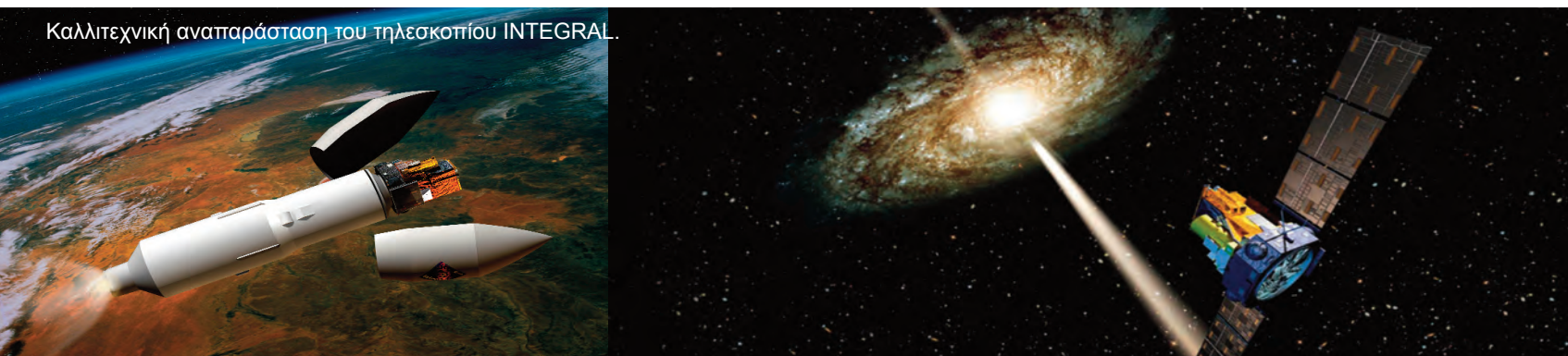
Το διαστημικό αστεροσκοπείο INTEGRAL έχει σχεδιαστεί για να συγκεντρώνει τις πιο ενεργές ακτινοβολίες που εκτοξεύονται από τα πιο βίαια φαινόμενα στο Σύμπαν, αφού οι ακτίνες  $\gamma$  είναι ένα εκατομμύριο φορές πιο ενεργές από τις οπτικές ακτινοβολίες και ιδιαίτερα επικίνδυνες για τη ζωή πάνω στη Γη. Το διαστημικό αυτό αστεροσκοπείο εκτοξεύτηκε στις 17 Οκτωβρίου 2002 με την προωθητική δύναμη ενός ρωσικού πυραύλου Proton που είχε ύψος 57 m και βάρος 700 τόνων, και ο οποίος τοποθέτησε την διαστημοσυσκευή σε μια ελλειπτική τροχιά με χρονική περίοδο 72 h που τη φέρνει σε ελάχιστη απόσταση από τη Γη 9.000 km και μέγιστη 153.000 km. Το όλο σύμπλεγμα έχει βάρος τεσσάρων τόνων, περιλαμβανομένων και των καυσίμων που απαιτούνταν για τους διάφορους ελιγμούς του, και συνίσταται από δύο βασικά τμήματα, την μονάδα εξυπηρέτησης και την μονάδα παρατηρήσεων που αποτε-

λείται από τέσσερα επιστημονικά όργανα. Η διάμετρος του συμπλέγματος είναι 3,7 m και το ύψος του 5 m, ενώ τα πτερύγια ηλιακών κυβελίδων με μήκος 16 m παρέχουν στο όλο σύμπλεγμα τον απαιτούμενο ηλεκτρισμό.

Στον σχεδιασμό και την κατασκευή του INTEGRAL συμμετείχαν 26 εταιρείες από 12 ευρωπαϊκές χώρες και τις ΗΠΑ και ενώ η αποστολή του είχε αρχικά υπολογιστεί να διαρκέσει δύο χρόνια, η επιτυχία των παρατηρήσεων του στην διάρκεια του πρώτου έτους της λειτουργίας του επέκτεινε την ζωή του για αρκετά χρόνια. Στην διάρκεια αυτής της περιόδου μελέτησε τις αστρικές εκρήξεις σουπερνόβα, τις συγκρούσεις δύο άστρων νετρονίων, την φύση των πανίσχυρων απομακρυσμένων εκρήξεων ακτίνων  $\gamma$ , τον τρόπο με τον οποίο συμπεριφέρονται οι μαύρες τρύπες ενώ δημιούργησε επίσης και τον πληρέστερο χάρτη πηγών ακτίνων  $\gamma$  στον Γαλαξία μας.

Μία από τις πρώτες ανακοινώσεις του σχετιζόταν με τις διαδικασίες πυρινοσύνθεσης των διαφόρων χημικών στοιχείων τα οποία δημιουργούνται στο εσωτερικό των άστρων και στις εκρήξεις των σουπερνόβα. Οι παρατηρήσεις μιας περιοχής αστρογένεσης στον αστερισμό του Κύκνου απέδειξαν ότι οι μετακινήσεις των άστρων της περιοχής οφείλονται στην ταχύτερη μετακίνηση ενός τεράστιου κελύφους αέριων υλικών που εκτοξεύεται από ιδιαίτερα ενεργά νεογέννητα άστρα. Στην ίδια περιοχή το INTEGRAL έκανε επίσης παρατηρήσεις της ενεργού πηγής Κύκνος X-1, η οποία απέχει 10.000 έτη φωτός από τη Γη και εντοπίζει το σημείο απ' όπου εκπέμπονται τεράστιες ποσότητες ακτινοβολιών.

Καλλιτεχνική αναπαράσταση του τηλεσκοπίου INTEGRAL.



Πολλοί σύγχρονοι αστροφυσικοί υποπετεύονται ότι οι ακτινοβολίες αυτές προέρχονται από το πιο παράξενο ίσως ουράνιο αντικείμενο σ' ολόκληρο το Σύμπαν: μιά «αόρατη» μαύρη τρύπα, ένα σημείο στον χώρο και τον χρόνο όπου κάποτε ζούσε ένα από τα πιο γιγάντια άστρα του Γαλαξία μας.

Πριν από 4.000 χρόνια ανάμεσα στα άστρα του αστερισμού του Κύκνου μια φωτεινή αναλαμπή έσκιωσε το σκοτάδι της νύχτας με την ένταση της πανσελήνου. Το λαμπερό εκείνο άστρο έγινε από τότε για τους Σουμέριους αντικείμενο θαυμασμού και φόβου, και τ' όνομά του, *Ουντ-Κα-Ντου-Α* το «δαιμονικό πουλί», χαραχτηκε για πάντα στα πήλινα αρχεία της Βαβυλώνας. Έκτοτε, και μέχρι τον Ιούνιο του 1962, τίποτα δεν πρόδιδε την ακριβή θέση του δαιμονικού πουλιού των Σουμερίων. Τη χρονιά εκείνη ένας πύραυλος εξοπλισμένος με διερευνητικά όργανα κατέγραψε την πρώτη περιοχή ακτίνων Χ στο σημείο της πανάρχαιας εκείνης ουράνιας έκρηξης και πήρε το όνομα Κύκνος Χ-1.

Έτσι, όταν στις 12 Δεκεμβρίου 1970 οι ΗΠΑ τοποθέτησαν σε τροχιά τον πρώτο δορυφόρο ακτίνων Χ που ονομάστηκε Ελευθερία, *Uhuru* στην γλώσσα σουαχίλι της Κένυας, ο Κύκνος Χ-1 ήταν μια από τις 339 περιοχές εκπομπής ακτίνων Χ που εντόπισε και μελέτησε μέχρι την άνοιξη του 1973. Από τον πρώτο κιόλας χρόνο της λειτουργίας του *Uhuru* η πηγή αυτή της ακτινοβολίας Χ ταυτίστηκε με τον γαλάζιο υπεργίγαντα HDE-226868. Έκτοτε και με την βοήθεια διαφόρων άλλων διερευνητικών δορυφόρων κατορθώσαμε να αποδείξουμε, με αρκετή πειστικότητα, ότι τις ενεργές ακτινοβολίες από την περιοχή αυτή εκπέμπει μια μαύρη τρύπα.

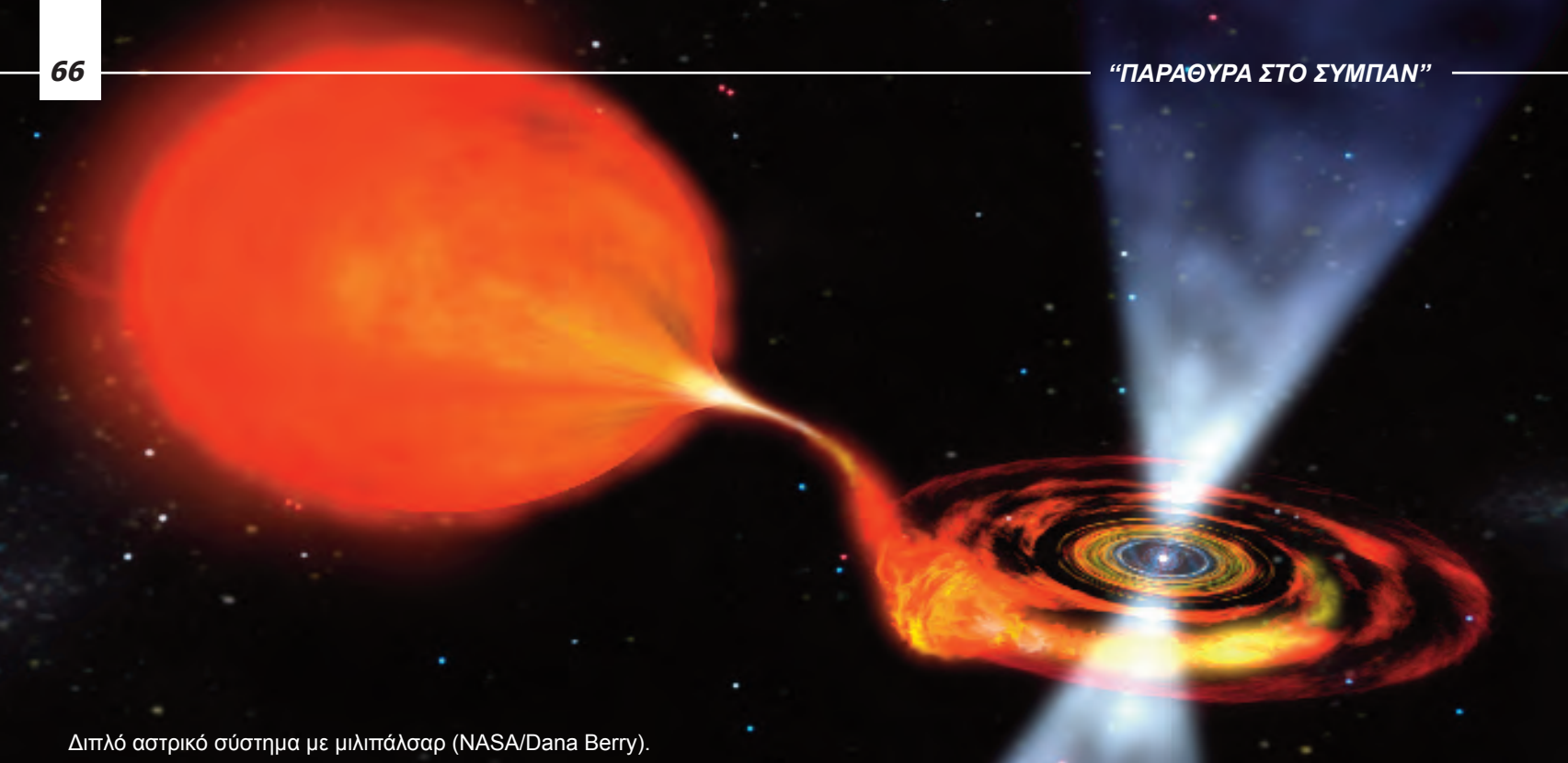
Φυσικά, στα οπτικά μας τηλεσκόπια η πηγή αυτή φαίνεται σαν ένα απλό άστρο και μονό ο αριθμός του στον αστρικό κατάλογο Henry Draper Extension (HDE) το διαφοροποιεί από τους υπόλοιπους αστρικούς του γείτονες. Τα σύγχρονα όμως διερευνητικά μας τηλεσκόπια ακτίνων γάμα και Χ, μεταξύ των οποίων και το INTEGRAL, που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από την Γη μας το παρουσιάζουν διαφορετικά, γιατί σύμφωνα μ' αυτά φαίνεται ότι είναι ένα από τα λαμπρότερα άστρα του ουρανού.

Η ανάλυση των ακτινοβολιών αυτών μας έχει προσφέρει

το πορτρέτο ενός παράξενου ουράνιου ζευγαριού: ενός γιγάντιου γαλαζωπού άστρου με υλικά 33 ηλιακών μαζών, σε ένα θανάσιμο εναγκαλισμό με μια μαύρη τρυπά 16 ηλιακών μαζών, που αποκαλύφτηκε χάρη στα... λαιμαργα, κανιβαλιστικά αισθήματα που τρέφει για τον αστρικό της σύντροφο. Γιατί, παρ' όλο που τα δυο αυτά ουράνια σώματα απέχουν 30 εκατομμύρια χιλιόμετρα μεταξύ τους (το 1/5 δηλαδή της απόστασης Γης-Ήλιου), η μαύρη τρύπα ξεσκίζει ανελέητα τις αέριες μάζες του γαλάζιου γίγαντα με ρυθμό ενός εκατομμυρίου τόνων το δευτερόλεπτο. Έτσι, καθώς τα κλεμμένα υλικά πέφτουν προς τη διαστημική δίνη της μαύρης τρυπιάς, υπερθερμαίνονται σε θερμοκρασία εκατομμυρίων βαθμών, με αποτέλεσμα την εκπομπή τεράστιων ποσοτήτων ακτίνων Χ και γ.

Τα υλικά του γαλάζιου γίγαντα δεν πέφτουν κατευθείαν στη μαύρη τρύπα, αλλά αντίθετα σχηματίζουν έναν περιστρεφόμενο δίσκο επικάθισης γύρω από τον ισημερινό της, με τη μορφή μιας τεράστιας διαστημικής δίνης. Αυτή καθαυτή η μαύρη τρυπά είναι φυσικά «αόρατη», βρίσκεται όμως στο κέντρο της περιστρεφόμενης ρουφήχτρας των υλικών. Και όταν τελικά τα υλικά αυτά βρουν το δρόμο τους προς την μαύρη τρύπα επιταχύνονται σχεδόν στην ταχύτητα του φωτός (300.000 km/sec) λίγο πριν εισχωρήσουν στον ορίζοντα γεγονότων της μαύρης τρυπιάς.

Τα δύο άστρα, ο γαλάζιος γίγαντας και η μαύρη τρύπα, περιφέρονται γύρω από το κοινό κέντρο βάρους τους σε μια περίοδο 5,6 ημερών. Ο συνοδός υπεργίγαντας της μαύρης τρυπιάς έχει θερμοκρασία 31.000 °C, εξ ου και το γαλαζωπό του χρώμα. Παρ' όλο που βρίσκεται σε απόσταση 10.000 ετών φωτός από την Γη, η ένταση των ακτίνων Χ και γ που εκπέμπονται από εκεί είναι χιλιάδες φορές μεγαλύτερη από την ενεργειακή εκπομπή του Ήλιου σ' όλα τα μήκη κύματος. Η μαύρη τρύπα, ή καλύτερα ο ορίζοντας γεγονότων της, έχει διάμετρο 100 km περίπου, ενώ γύρω της υπάρχει μια υπερθερμασμένη σφαίρα ηλεκτρονίων και ποζιτρονίων με θερμοκρασία αρκετών δισεκατομμυρίων βαθμών και διάμετρο 800 km περίπου. Σ' αυτό το σύννεφο σωματίδιων ύλης και αντιύλης, τα ηλεκτρόνια και τα ποζιτρόνια αλληλοεξαυλώνονται παράγοντας ακτινοβολία γ, ενώ συγχρόνως οι ακτίνες γ δημιουργούν νέα ζευγάρια ηλεκτρονίων και ποζιτρονίων.



Διπλό αστρικό σύστημα με μιλιπάλασα (NASA/Dana Berry).

Η έκρηξη μιάς σουπερνόβα σαν αυτή που δημιούργησε τον Κύκνο X-1 είναι ταυτόχρονα ένα τέλος και μιά αρχή. Το εκρηκτικό τέλος της ζωής ενός άστρου απελευθερώνει όλα τα χημικά στοιχεία που είχαν δημιουργηθεί στην καρδιά του κατά την διάρκεια της σύντομης σχετικά ζωής του, καθώς και πολλά άλλα που γεννήθηκαν την στιγμή της έκρηξης. Η «σούπα» αυτή των χημικών στοιχείων εμπλουτίζει τα νεφελώματα αερίων και διαστημικής σκόνης, από τα οποία θα γεννηθούν τα άστρα και οι πλανήτες των επομένων γενεών. Μετά από κάθε έκρηξη σουπερνόβα τα αέρια που περιλαμβάνουν τα νέα χημικά στοιχεία δημιουργούν παράξενους νεφελώδεις σχηματισμούς που επί αιώνες διαστέλλονται στο διάστημα με τεράστιες ταχύτητες. Τα νεφελώματα αυτά υπερθερμαίνονται από τις τεράστιες ακτινοβολίες υψηλής ενέργειας που εκπέμπονται από το κέντρο τους.

Άλλες πάλι παρατηρήσεις του INTEGRAL κατέγραψαν τις πηγές ακτίνων γ του Γαλαξία μας και ανακάλυψαν αρκετές νέες πηγές, ενώ κατέγραψαν και άλλες πολύ πιο απόμακρες, που διαρκούν από ένα εκατοστό του δευτερολέπτου έως 90 min. Οι ιδιαίτερα ενεργές πηγές ακτίνων γ πρέπει μάλλον να προέρχονται από ακραία φαινόμενα όπως είναι

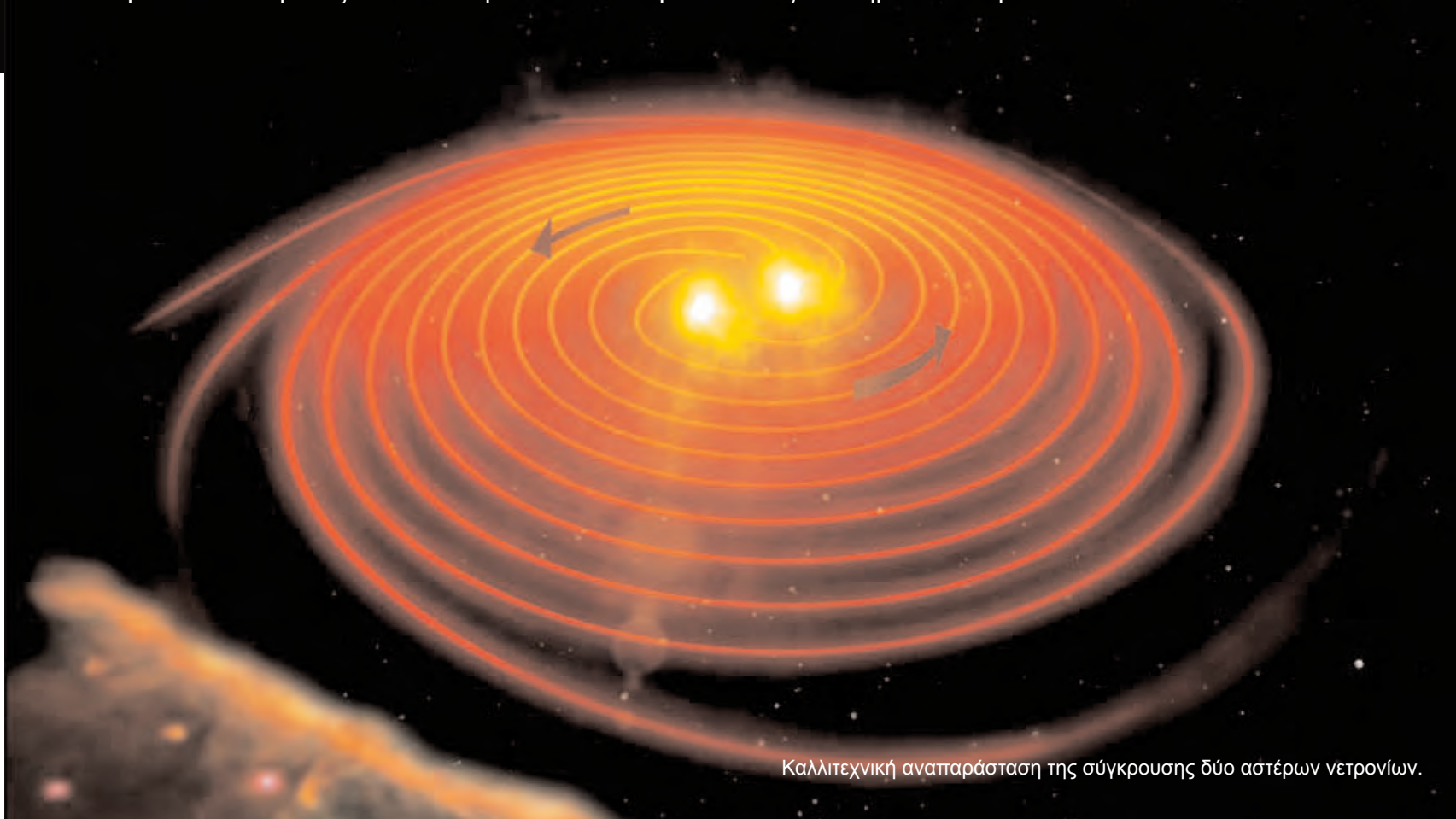
η σύγκρουση και συγχώνευση δύο άστρων νετρονίων.

Ένα άστρο νετρονίων δημιουργείται όταν, στο τέλος της ζωής ενός γιγάντιου άστρου, τα υλικά που έχουν απομείνει στον πυρήνα του υπερβαίνουν το όριο Chandrasekhar, είναι δηλαδή πάνω από 1,4 αλλά κάτω από 3 περίπου ηλιακές μάζες. Τότε το άστρο αυτό δεν πεθαίνει ως άσπρος νάνος, αλλά αντίθετα η συμπίεση των υλικών του συνεχίζεται και πέρα από την πυκνότητα των άσπρων νάνων. Κάτω από την τεράστια αυτή συμπίεση τα αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόνια των χημικών στοιχείων του άστρου συγχωνεύονται με τα θετικά φορτισμένα πρωτόνια του πυρήνα, με αποτέλεσμα την δημιουργία νετρονίων και νετρίνων. Και ενώ τα νετρίνα δραπετεύουν αμέσως από το άστρο, μεταφέροντας μάλιστα και αρκετή από την ενέργειά του, τα νεοσχηματισμένα νετρόνια παραμένουν και ενώνονται με τα ήδη υπάρχοντα νετρόνια των ατομικών πυρήνων. Όλα αυτά τα νετρόνια όμως είναι τόσο σφιχτά συμπιεσμένα, ώστε να ακουμπάνε σχεδόν το ένα με το άλλο. Αποτέλεσμα αυτής της συμπίεσης είναι η δημιουργία μιάς σφαίρας μερικών χιλιομέτρων με την πιο λεία, στερεή επιφάνεια που έχει γνωρίσει ποτέ το Σύμπαν. Βρισκόμαστε δηλαδή αντιμέτωποι μ' ένα άστρο νετρονίων.

Το INTEGRAL μελέτησε επίσης τις ενεργές περιοχές στα κέντρα των ενεργών γαλαξιών που ονομάζονται AGN καθώς επίσης και τους πυρήνες των γαλαξιών τύπου Σέυφερτ 2, στον οποίων τον πυρήνα κατοικοεδρεύουν τεράστιες μαύρες τρύπες. Ένας από τους γαλαξίες αυτούς που παρατηρήθηκε από το INTEGRAL είναι και ο NGC 4388 ο οποίος είναι ένας από τους 100 περίπου γαλαξίες στο Σμήνος γαλαξιών της Παρθένου και βρίσκεται σε απόσταση 60 εκατομμυρίων ετών φωτός. Ένας άλλος παρόμοιος γαλαξίας Σέυφερτ 2 είναι και ο NGC 7742 που μοιάζει με ένα τεράστιο τηγανιτό αβγό και έχει διάμετρο 36.000 ετών φωτός. Ο γαλαξίας αυτός βρίσκεται σε απόσταση 72 εκατομμυρίων ετών φωτός προς την κατεύθυνση του αστερισμού του Πηγάσου και διαθέτει έναν υπέρπυκνο δακτύλιο, ο οποίος περιβάλλει τον πυρήνα του σε απόσταση 3.000 ετών φωτός από το κέντρο του όπου παρα-

τηρούνται περιοχές έντονης αστρογένεσης.

Η αποκρυπτογράφηση των μυστικών αυτών των γαλαξιών από τους αστρονόμους και τα διαστημικά τους αστεροσκοπεία είναι μία συνεχής διαδικασία έρευνας και μελέτης του υπέροχου Σύμπαντος στο οποίο ζούμε. Είναι μια προσπάθεια να απαντήσουμε στα ερωτηματικά που περιβάλλουν την προέλευσή μας, θεατές κι εμείς του εξελισσόμενου θεατρικού έργου των ουρανών που ξετυλίγεται μπροστά μας. Ενός έργου που έχει σκηνικό το Σύμπαν, ηθοποιούς τα φαινόμενα του ουρανού και πλοκή την ιστορία της φύσης. Ενός έργου πολύχρονου και κοπιαστικού, γεμάτου συναρπαστικές περιπέτειες, θριάμβους και απογοητεύσεις. Ενός έργου που τα τελευταία κυρίως χρόνια μας έχει ανοίξει διάπλατα ένα παράθυρο στο Σύμπαν χάρη στις δραστηριότητες διαστημικών αστεροσκοπείων σαν το INTEGRAL.



Καλλιτεχνική αναπαράσταση της σύγκρουσης δύο αστέρων νετρονίων.

# Τα Νέα Διαστημικά Τηλεσκόπια

## Το Διαστημικό Τηλεσκόπιο Φέρμι

Στις 11 Ιουνίου του 2008, με έναν πύραυλο Δέλτα II, το σπουδαίο Διαστημικό Τηλεσκόπιο ακτίνων  $\gamma$  GLAST (Gamma-ray Large Area Space Telescope) τοποθετήθηκε σε τροχιά ύψους 550 km. Δυο μήνες αργότερα το GLAST μετονομάστηκε σε Φέρμι προς τιμήν του πρωτοπόρου Ιταλο-αμερικανού φυσικού (βραβείο Νόμπελ Φυσικής 1938) Ενρίκο Φέρμι (1901-1954) που πρώτος είχε ασχοληθεί με την μελέτη της συμπεριφοράς σωματιδίων σε υψηλές ενέργειες. Από την δεκαετία του '60 το Σύμπαν των ακτίνων  $\gamma$  αποδείχτηκε ότι είναι γεμάτο υψηλές ενέργειες, με δραματικά και βίαια φαινόμενα. Γι' αυτό άλλωστε στον ουρανό των ακτίνων  $\gamma$ , τα νέφη του γαλαξιακού δίσκου φαίνονται να είναι ιδιαίτερα λαμπερά, ενώ αντίθετα δεν φαίνονται καθόλου τα μεμονωμένα άστρα.

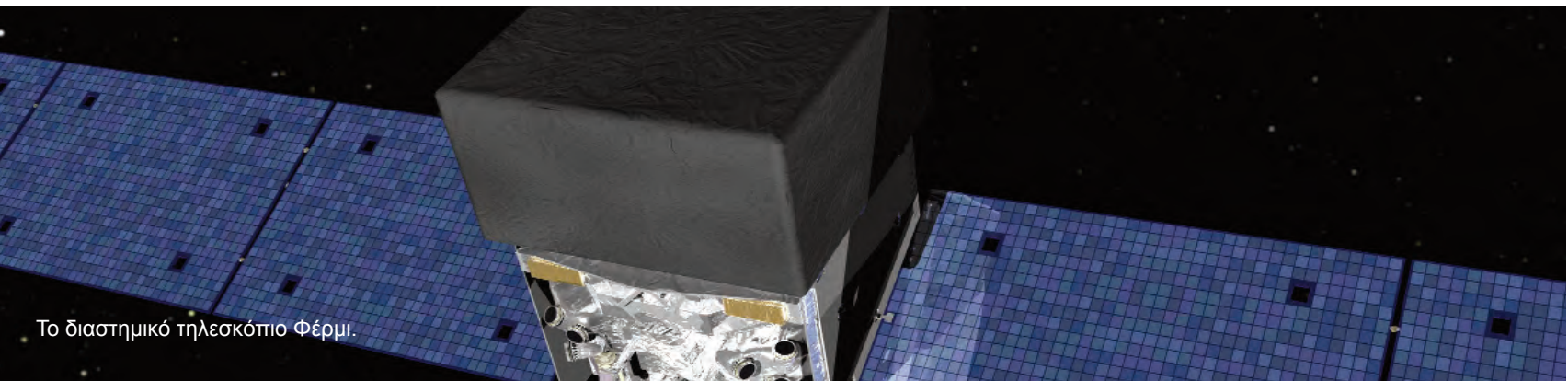
Η ακτινοβολία  $\gamma$  εκπέμπει φωτόνια που διαθέτουν ενέργεια εκατομμύρια ή και δισεκατομμύρια φορές μεγαλύτερη από την ενέργεια των φωτονίων του ορατού φωτός. Τέτοιου είδους ακτινοβολία εκπέμπεται από τα πάλσαρ, τα γοργά περιστρεφόμενα μικροσκοπικά άστρα που αποτελούνται αποκλειστικά από νετρόνια συμπιεσμένα με τέτοιο τρόπο, ώστε μ' αυτήν την συμπίεση θα μπορούσαμε να συμπεριλάβουμε ολόκληρο τον πληθυσμό της Γης (έξι δισεκατομμύρια άτομα) στο μέγεθος μιας σταγόνας νερού. Την ίδια ακτινοβολία εκπέμπουν επίσης και τα απόμακρα κβάζαρ, οι τεράστιες μαύρες τρύπες που βρίσκονται στους πυρήνες απόμακρων γαλαξιών. Τα τελευταία χρόνια έχουν επίσης καταγραφεί και ορισμένες σύντομες εκρηκτικές εκπομπές

ακτίνων  $\gamma$  που δεν διαρκούν περισσότερο από ένα λεπτό, οι οποίες εικάζεται ότι προέρχονται από την σύγκρουση αστέρων νετρονίων ή από την έκρηξη τεραστίων άστρων «υπερνόβα», πολλαπλάσιας δηλαδή ενέργειας από τις εκρήξεις σουπερνόβα.



Ο φυσικός Ενρίκο Φέρμι.

Το Φέρμι έχει την ικανότητα να εξετάζει το Σύμπαν 16 φορές κάθε μέρα σε υψηλές ενέργειες από 30 εκατομμύρια (MeV) έως 300 δισεκατομμύρια (GeV) ηλεκτρονιοβόλτ καλύπτοντας το 20% του ουρανού κάθε φορά, ενώ ένα άλλο όργανο που διαθέτει μπορεί να εντοπίζει τις περίφημες εκρηκτικές πηγές ακτίνων  $\gamma$  σε ολόκληρο τον ουρανό. Από τον πρώτο μάλιστα μήνα των παρατηρήσεών του το Φέρμι εντόπισε 31 εκρηκτικές πηγές ακτίνων  $\gamma$ , ενώ η διάρκεια της ενεργούς ζωής του υπολογίζεται από πέντε έως δέκα χρόνια. Το Φέρμι θα διερευνήσει επίσης και την φύση της περίφημης σκοτεινής ύλης που είναι διάχυτη στο Σύμπαν και αποτελεί το 23% των συστατικών του Συστήματος, όταν όλη η γνωστή σ' εμάς «φωτεινή» ύλη περιορίζεται στο 4% των συστατικών του! Ο κύριος όμως στόχος του Φέρμι δεν περιορίζεται σ' αυτά αλλά εκτείνεται και στην μελέτη των πάλσαρ, των λειψάνων που αφήνουν πίσω τους οι αστρικές εκρήξεις σουπερνόβα, καθώς και των ενεργών γαλαξιών.



Το διαστημικό τηλεσκόπιο Φέρμι.

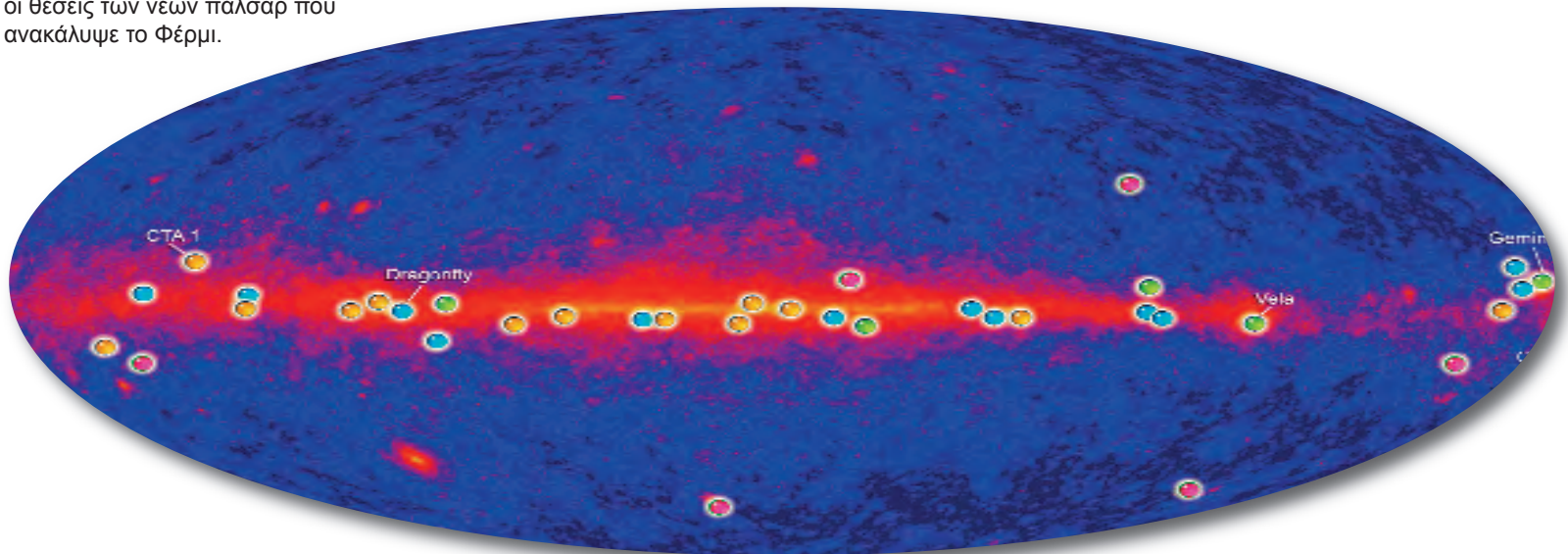
Η συνεισφορά του Φέρμι στη μελέτη των ενεργών γαλαξιακών πυρήνων, είναι βέβαιο ότι θα μας διαφωτίσει περαιτέρω για τα τεκταινόμενα σε μια κατηγορία γαλαξιών που ονομάστηκαν γαλαξίες Σέυφερτ, επειδή τους πρωτομελέτησε επισταμένα, από το 1943, ο Αμερικανός αστρονόμος Καρλ Κ. Σέυφερτ (1911-1960). Σύμφωνα με τις παρατηρήσεις του Σέυφερτ οι πυρήνες των γαλαξιών αυτής της κατηγορίας έχουν μια εξαιρετικά λαμπερή εμφάνιση που πολλές φορές εκπέμπουν ενέργεια μεγαλύτερη από την ενέργεια που εκπέμπει ολόκληρος ο γαλαξίας. Στους πυρήνες αυτούς έχουν εντοπιστεί ορισμένα αντικείμενα τα οποία δεν υπερβαίνουν σε διάμετρο το ένα έτος φωτός, ενώ φαίνονται να απορροφούν τεράστιες ποσότητες αερίων από την γύρω τους περιοχή εμφανίζοντας συγχρόνως και πίδακες υλικών που εκπέμπονται με ταχύτητες οι οποίες κυμαίνονται από 500-4.000 km/sec.

Τα τελευταία 50 χρόνια η κατηγορία αυτή γαλαξιών υπολογίζεται ότι περιλαμβάνει το 10% περίπου όλων των γαλαξιών του Σύμπαντος, ενώ έχει επίσης χωριστεί σε δύο υποκατηγορίες, στους γαλαξίες Σέυφερτ 1 και 2. Στους πυρήνες των ενεργών αυτών γαλαξιών φαίνεται ότι ελλο-

χεύουν τεράστιες μαύρες τρύπες με μάζα εκατοντάδων χιλιάδων άστρων σαν τον Ήλιο μας. Η διαφορά άλλωστε ανάμεσα στους γαλαξίες Σέυφερτ 1 και 2 είναι ότι οι πυρήνες των γαλαξιών Σέυφερτ 1 έχουν πολύ μεγαλύτερη φωτεινότητα από αυτούς των γαλαξιών Σέυφερτ 2. Η διαφορά φωτεινότητας πρέπει μάλλον να οφείλεται στον προσανατολισμό που έχει ο δίσκος επικάλυψης των υλικών της τεράστιας μαύρης τρύπας του πυρήνα τους. Ο δίσκος αυτός στους Σέυφερτ 2 φαίνεται ότι μας δείχνει το προφίλ του, το οποίο εμποδίζει τον επίγειο παρατηρητή να διακρίνει εύκολα την ενεργό δραστηριότητα του γαλαξιακού πυρήνα.

Στους μήνες που επακολούθησαν από την ενεργοποίηση του Φέρμι έχουμε ήδη καταγράψει έναν ιδιαίτερα λεπτομερή χάρτη των ακτινοβολιών γ που προέρχονται από διάφορες πηγές, ενώ μία ιδιαίτερα λαμπερή πηγή ακτίνων γ βρίσκεται σε απόσταση 7,1 δισεκατομμυρίου ετών φωτός και προέρχεται από έναν ενεργό γαλαξία τύπου blazar (3C 454.3). Αλλά εκεί που δίνεται ιδιαίτερη προσοχή είναι στον εντοπισμό και την μελέτη των πάλσαρ, από τα οποία έχουμε ήδη εντοπίσει πάνω από 1.800.

Σε αυτόν τον γαλαξιακό χάρτη σημειώνονται (με πορτοκαλί) οι θέσεις των νέων πάλσαρ που ανακάλυψε το Φέρμι.



Πράγματι, μια από τις πρώτες ανακαλύψεις του Φέρμι ήταν ο εντοπισμός του πρώτου πάλσαρ που εκπέμπει αποκλειστικά και μόνο ακτινοβολία  $\gamma$  με συχνότητα τρεις φορές κάθε δευτερόλεπτο. Το πάλσαρ αυτό είναι το «απολειψάδι» μιας έκρηξης σουπερνόβα (CTA 1) που συνέβη πριν από 10.000 χρόνια στον αστερισμό του Κηφέα και σε απόσταση 4.600 ετών φωτός από την Γη. Η ένταση της ακτινοβολίας που προέρχεται από εκεί είναι 1.000 φορές αυτής που εκπέμπει ο Ήλιος μας, ενώ το πάλσαρ αυτό συνεχίζει την μετακίνησή του στο Διάστημα με ταχύτητα που ξεπερνάει το 1,5 εκατομμύριο km/h. Ακόμη πιο πρόσφατα, μάλιστα, τον περασμένο Ιανουάριο, ανακοινώθηκε ότι το Φέρμι ανακάλυψε 12 νέα πάλσαρ που εκπέμπουν αποκλειστικά ακτινοβολία  $\gamma$ .

Τα παράξενα αυτά αντικείμενα εντοπίστηκαν για πρώτη φορά τον Αύγουστο του 1967 από τους Αγγλους ραδιοαστρονόμους A. Hewish, (Νόμπελ Φυσικής 1974), και την ερευνήτρια J. S. Bell, οι οποίοι παρατήρησαν στον ουρανό, στο μέσο σχεδόν της αποστάσεως ανάμεσα στα άστρα Βέγα στον αστερισμό της Λύρας και Αλτάιρ στον αστερισμό του Αετού, μερικούς παράξενους ραδιοπαλμούς. Οι παλμοί αυτοί ήταν τόσο σταθεροί, ώστε στην αρχή θεωρήθηκαν ότι ήταν τα σήματα κάποιου τεχνολογικά προηγμένου διαστημικού πολιτισμού. Αργότερα όμως ανακαλύφθηκαν παρόμοια σήματα σε άλλα σημεία τ' ουρανού, ονομάστηκαν *παλλόμενες ραδιοπηγές* και έγιναν γνωστές με την διεθνή συγκεκριμένη ονομασία τους: Πάλσαρ.

Η ύπαρξη των παράξενων αυτών άστρων είχε προβλεφθεί από την δεκαετία ακόμη του '30. Σύμφωνα με τις απόψεις αυτές, η απότομη και υπερβολικά γρήγορη βαρυτική κατάρρευση των υλικών της καρδιάς ενός γιγάντιου άστρου πρέπει να έχει ως αποτέλεσμα την τρομαχτική συμπίεση του αστρικού κέντρου στην πυκνότητα ενός ατομικού πυρήνα. Αυτού του είδους τα αστρικά λείψανα ονομάζονται άστρα νετρονίων.

Τα πάλσαρ δεν είναι τίποτα άλλο από ταχύτατα περιστρεφόμενα άστρα νετρονίων και καθώς η τεράστια συμπίεση των υλικών τους τα κάνει να μικραίνουν όλο και πιο πολύ, όσο μικραίνουν τόσο μεγαλώνει και ο ρυθμός περιστροφής τους. Συμβαίνει δηλαδή ακριβώς το ίδιο που κάνει μια μπαλαρίνα, η οποία όταν μαζεύει τα απλωμένα χέρια της προς το σώμα της, περιστρέφεται όλο και πιο γρήγορα.

Το Φέρμι εκτοξεύτηκε στις 11 Ιουνίου 2008.



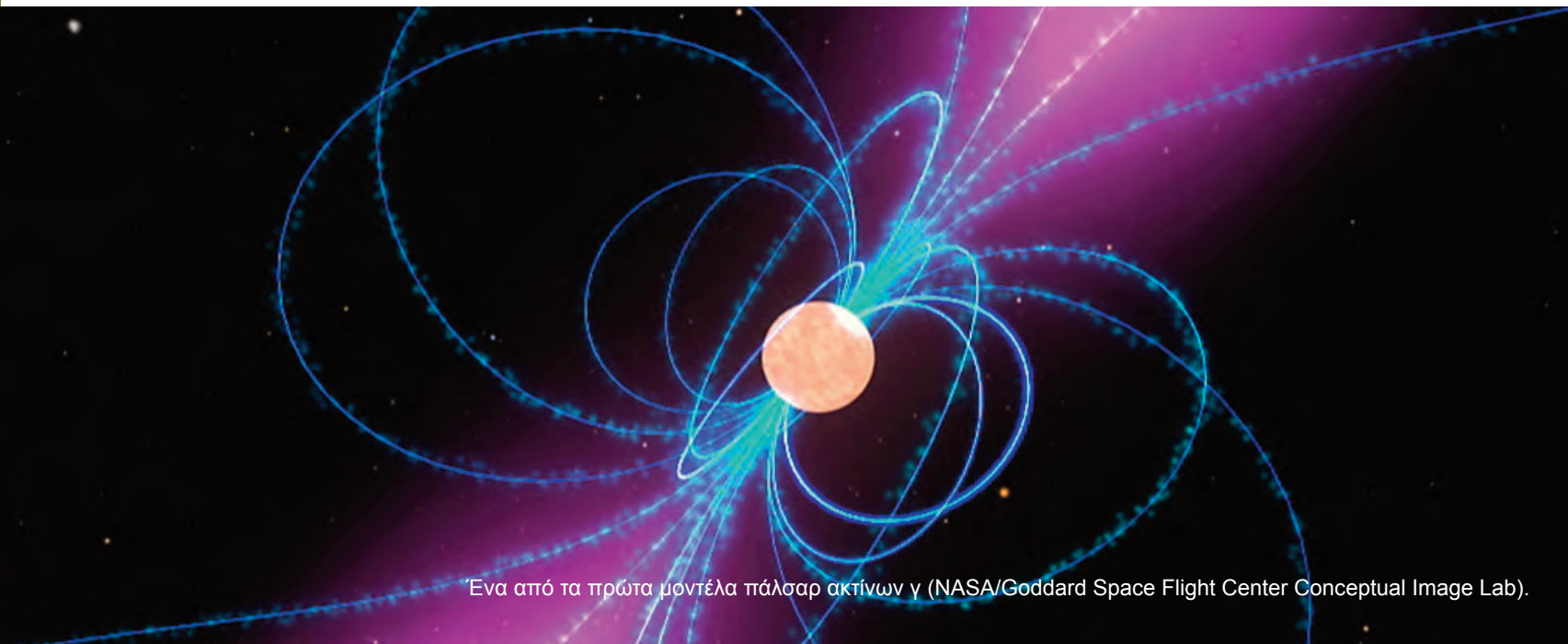
Η συμπίεση όμως ενός άστρου κατά 70.000 φορές, στο μέγεθος ενός άστρου νετρονίων, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του μαγνητικού του πεδίου κατά 5 δισεκατομμύρια φορές. Έτσι, και καθώς το άστρο περιστρέφεται όλο και πιο γρήγορα, μεγάλες ποσότητες ακτινοβολίας διαφεύγουν από τους μαγνητικούς πόλους του άστρου. Επειδή συνήθως οι μαγνητικοί πόλοι δεν συμπίπτουν με τους πόλους της περιστροφής ενός άστρου, η διασπορά της ακτινοβολίας στο Διάστημα εντοπίζεται μόνο με κάθε εμφάνιση των δύο μαγνητικών του πόλων.

Κάθε άστρο νετρονίων λοιπόν εκπέμπει μ' αυτόν τον τρόπο πίδακες ακτινοβολίας από τους μαγνητικούς του πόλους. Αλλά ένα μόνο πάλσαρ στα εκατό είναι τοποθετημένο «σωστά» σε σχέση με την Γη, ώστε η περιστροφή των μαγνητικών του πόλων να στέλνει στον πλανήτη μας παρατηρήσιμες εκπομπές ακτινοβολίας. Έτσι, από τα δεκάδες χιλιάδες πάλσαρ που υπολογίζεται ότι υπάρχουν στον Γαλαξία μας δεν είναι δυνατόν να παρατηρήσουμε παρά ένα μικρό μόνο ποσοστό.

Ένα από τα πάλσαρ, μάλιστα, που ανακαλύφθηκε στις 12 Νοεμβρίου 1982 και πήρε την ονομασία PSR1937+214 έχει μια καταπληκτική περιστροφική περίοδο που φτάνει τα 0,001557806449023 του δευτερολέπτου, που σημαίνει ότι το άστρο αυτό περιστρέφεται γύρω από τον άξονά του

642 φορές κάθε δευτερόλεπτο! Αν η διάμετρός του είναι 20 km περίπου τότε η περίμετρος του ισημερινού του δεν υπερβαίνει τα 63 km περίπου, που σημαίνει ότι ένα οποιοδήποτε σημείο στον ισημερινό του περιστρέφεται με ταχύτητα 40.446 km/sec ή με 13,5% περίπου της ταχύτητας του φωτός!

Στις 16 Σεπτεμβρίου του 2008, το Φέρμι εντόπισε μία τεράστια έντασης εκρηκτική πηγή ακτινοβολίας γ (GRB 080916C) προς την κατεύθυνση του αστερισμού της Τρόπιδος. Πρόκειται για την πιο ισχυρή έκρηξη ακτίνων γ που έχει παρατηρηθεί μέχρι τώρα και είχε την ισχύ που θα μπορούσαν να εκπέμψουν 9.000 αστρικές εκρήξεις σουπερνόβα, ενώ η αρχική εκπομπή της ακτινοβολίας γ ξεπερνούσε το 99,9999% της ταχύτητας του φωτός (300.000 km/sec)! Το καταπληκτικό αυτό φαινόμενο βρισκόταν σε απόσταση 12,2 δισεκατομμυρίων ετών φωτός από τη Γη και διήρκεσε 23 περίπου λεπτά, ήταν δηλαδή 700 φορές μεγαλύτερης διάρκειας από τον μέσο όρο τέτοιου είδους εκρήξεων. Όπως είπαμε, κανείς μέχρι τώρα δεν μπορεί να δώσει κάποια οριστική εξήγηση για τις εκρηκτικές αυτές εκπομπές ακτίνων γ. Δεν υπάρχει όμως αμφιβολία ότι η περαιτέρω λειτουργία του Φέρμι στα επόμενα χρόνια θα μας αποκαλύψει αρκετά ακόμα στοιχεία για τέτοιου είδους φαινόμενα, καθώς και για πολλά ακόμη παράξενα μυστικά που κρύβει το Σύμπαν.



Ένα από τα πρώτα μοντέλα πάλσαρ ακτίνων γ (NASA/Goddard Space Flight Center Conceptual Image Lab).



## Η Αποστολή του WMAP

Όπως είναι γνωστό η αντίληψη που έχουμε σήμερα για την γέννηση του Σύμπαντος με μία *Μεγάλη Έκρηξη* βασίζεται στις ιδέες που περιέγραψε αρχικά ένας Βέλγος ιερέας και μαθηματικός, ο Ζωρζ Λεμέτρ (1894-1966), όταν το 1927 φαντάστηκε την εποχή που το Σύμπαν ήταν συμπιεσμένο σε μια υπέρπυκνη μάζα μικρότερη σε μέγεθος ακόμη και από τον πυρήνα ενός ατόμου. Μια κοσμική «μοναδικότητα χωρίς παρελθόν» όταν το Σύμπαν ήταν απείρως μικρό και απείρως καμπύλο, με όλη την ύλη και την ενέργειά του περιορισμένη σ' ένα και μοναδικό μαθηματικό σημείο.

Δύο χρόνια αργότερα ο Έντουϊν Χαμπλ (1889-1953) απέδειξε ότι όλοι οι γαλαξίες φαίνονται να απομακρύνονται συνεχώς από μας σαν να δραπετεύουν από το κέντρο μιας τεράστιας έκρηξης με ταχύτητες ανάλογες με την απόστασή τους. Η διαπίστωση αυτή είναι σήμερα γνωστή ως *Νόμος του Χαμπλ*, αν και στην ουσία πρόκειται απλώς για έναν απλό περιγραφικό κανόνα. Ο κανόνας όμως αυτός υπονοεί επίσης ότι κάποτε στο παρελθόν όλο το Σύμπαν ήταν συμπιεσμένο σε μια μοναδική υπέρπυκνη μάζα ενέργειας που ο Λεμέτρ ονόμαζε *Κοσμικό Άτομο*.

Μ' όλα αυτά δεν υποστηρίζεται φυσικά ότι οι γαλαξίες είναι αυτοί που απομακρύνονται, αλλά ότι ο μεταξύ τους χώρος είναι αυτός που μεγαλώνει (ξεχειλώνει). Και ενώ τίποτα δεν μπορεί να τρέξει με μεγαλύτερη ταχύτητα από αυτήν του φωτός, αυτό δεν ευσταθεί για τον χώρο ο οποίος μπορεί να διαστέλλεται πολύ ταχύτερα κι από την ταχύτητα ακόμη του φωτός. Μ' αυτήν λοιπόν την έννοια η Μεγάλη Έκρηξη δεν ήταν παρά μια «έκρηξη» του ίδιου του χώρου, μια τεραστίων δηλαδή διαστάσεων διαστολή του.

Φυσικά όταν μιλάμε για τις απόψεις των κοσμολόγων σχετικά με την γέννηση του Σύμπαντος αναφερόμαστε σε μαθηματικά μοντέλα που περιέχουν απλουστευμένες περιγραφές της δομής και της ιστορίας του και ως εκ τούτου δεν αποτελούν μια τέλεια απεικόνισή του αλλά μια χονδροειδή περιγραφή του. Παρ' όλα αυτά, έχουν την ικανότητα να προβλέπουν ορισμένες ιδιότητες του Σύμπαντος που μπορούν να επαληθευτούν ή όχι από τις αστρονομικές παρατηρήσεις και τα πειράματά μας στους επιταχυντές των υποατομικών σωματιδίων.



Οι κύριες, πάντως, βάσεις της σύγχρονης θεωρίας της Μεγάλης Έκρηξης τέθηκαν το 1948 από τον ρωσο-αμερικανό θεωρητικό φυσικό Τζώρτζ Γκάμοφ (1904-1968) και τους αμερικανούς συνεργάτες του Ραλφ Άλφερ και Ρόμπερτ Χέρμαν. Αυτοί, μεταξύ άλλων, υπολόγισαν ότι αν πραγματικά το Σύμπαν προήλθε από μια Μεγάλη Έκρηξη θάπρεπε να μπορούμε να εντοπίσουμε τα υπολείμματά της ως μια διάχυτη ακτινοβολία μικροκυμάτων με θερμοκρασία περίπου 5 K, δηλαδή 5 βαθμών πάνω από το απόλυτο μηδέν. Και πράγματι, το 1964 οι αμερικανοί ερευνητές Άρνο Πενζίας (1933- ) και Ρόμπερτ Ουίλσον (1936- ) των εργαστηρίων Μπελλ ανακάλυψαν ότι η Γη μας βομβαρδίζεται συνεχώς από μια τέτοια ακτινοβολία χαμηλής θερμοκρασίας περίπου 3 K. Η ανακάλυψη αυτή χάρισε στους ερευνητές αυτούς το Βραβείο Νόμπελ Φυσικής (το 1978) και στην επιστήμη μια πρώτη ένδειξη ότι η θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης ήταν κάτι περισσότερο από μια απλή θεωρία.

Για να διευκρινιστούν, λοιπόν, οι λεπτομέρειες της εξελικτικής πορείας του Σύμπαντος στα πρώτα στάδια της ζωής του, τον Νοέμβριο του 1989 εκτοξεύτηκε το τροχιακό αστεροσκοπείο COBE. Το COBE, σε τροχιά 900 km πάνω από την Γη, μετέφερε ένα ειδικό όργανο που μπορούσε να μετρήσει απειροελάχιστες διαφοροποιήσεις στην θερμοκρασία των μικροκυμάτων που κατακλύζουν την Γη μας από παντού. Έτσι, τον πρώτο χρόνο της λειτουργίας του το COBE έκανε 420 εκατομμύρια μετρήσεις καλύπτοντας ολόκληρο το Σύμπαν και οι μετρήσεις αυτές επεξεργασμένες από πανίσχυρους υπολογιστές δημιούργησαν μian εικόνα του σύμπαντος όπως ήταν 380.000 χρόνια μετά τη Μεγάλη Έκρηξη. Οι μετρήσεις αυτές αποδεικνύουν ότι η ομοιομορφία του νεαρού Σύμπαντος διαφοροποιούνταν κατά ένα μέρος στα 100.000, γεγονός που αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση για την επαλήθευση του μοντέλου αυτού της γένεσης. Οι παρατηρήσεις λοιπόν αυτές, βοήθησαν τους επιστήμονες να ανακοινώσουν τον Απρίλιο του 1992 ότι το μοντέλο της Μεγάλης Έκρηξης είναι στις γενικές του τουλάχιστον γραμμές σωστό, με αποτέλεσμα οι δύο κύριοι συντελεστές της όλης αυτής αποστολής, οι Τζορτζ Σμουτ και Τζον Μάθερ, να λάβουν το βραβείο Νόμπελ Φυσικής το 2006.

Το 2003 ένας ακόμη πιο ευαίσθητος διερευνητής, η διαστημοσυσκευή WMAP, μας αποκάλυψε ένα λεπτομερέστερο πορτρέτο του εμβρυακού Σύμπαντος, όπως ήταν 380.000 χρόνια μετά την Μεγάλη Έκρηξη δείχνοντάς μας ξεκάθαρα ότι η ομοιομορφία του νεαρού Σύμπαντος διαφοροποιούνταν θερμοκρασιακά στον βαθμό που υπολόγιζε η θεωρία, μια βασική δηλαδή και αναγκαία προϋπόθεση για την επαλήθευση του μοντέλου της γένεσης με μία Μεγάλη Έκρηξη. Σήμερα υπολογίζουμε ότι το Σύμπαν στα πρώτα στάδια της ζωής του παρέμενε μια αδιαφανής διαστελλόμενη σφαίρα που αποτελούνταν από ηλεκτρόνια, πρωτόνια και πυρήνες ηλίου σε μια υπέρθερμη κατάσταση. Η κατάσταση αυτή σκέδαζε οποιαδήποτε ακτινοβολία που μας εμποδίζει, ακόμη και σήμερα, να πληροφορηθούμε τα όσα συνέβαιναν την περίοδο εκείνη και μέχρι 380.000 χρόνια μετά την γέννησή του. Η ακτινοβολία του αρχέγονου εκείνου πλάσματος είναι αυτό που παρατηρείται σήμερα ως *Κοσμική Ακτινοβολία Μικροκυμάτων* ή *Ακτινοβολία Υποβάθρου*. Παρόλα αυτά οι έρευνες του νεότερου διαστημικού τηλεσκοπίου Πλανκ, στο οποίο θα αναφερθούμε εκτενέστερα στην επόμενη ενότητα, θα μπορέσει ίσως να μας αποκαλύψει τι συνέβη στην διάρκεια μιας ακόμη πιο αρχέγονης εποχής, της Πληθωριστικής.

Το κύριο επίτευγμα των δύο διαστημοσυσκευών, COBE και WMAP, ήταν ότι στην σχεδόν ομοιόμορφη πυκνότητα που επικρατούσε στο νεαρό Σύμπαν, κατόρθωσαν να διαπιστώσουν την ύπαρξη ορισμένων συγκεντρώσεων μεγαλύτερης πυκνότητας που έχουν αφήσει την υπογραφή τους με την μορφή «κυματισμών», δηλαδή μικροσκοπικών θερμοκρασιακών διαφοροποιήσεων. Οι διαφοροποιήσεις όμως αυτές ήταν αρκετά μεγάλες για να δημιουργήσουν αργότερα τις μικρές διακυμάνσεις στην κατανομή της ύλης, που ήταν καταλυτικές για την περαιτέρω εξέλιξη του Σύμπαντος. Αυτές οι μικρές συμπυκνώσεις άρχισαν να έλκουν την σκοτεινή ύλη, ενώ με την πάροδο του χρόνου, κάποιες από αυτές ενώθηκαν και το αρχέγονο αέριο συγκεντρώθηκε και ψύχθηκε για να σχηματίσει ένα μεγαλύτερο ψυχρό, πυκνό νέφος, που ονομάζεται πρωτο-γαλαξιακό νέφος, από το οποίο προήλθαν τα πρώτα γιγάντια άστρα που φώτισαν το πρώιμο σκοτεινό Σύμπαν εκατοντάδες εκατομμύρια χρόνια αργότερα.

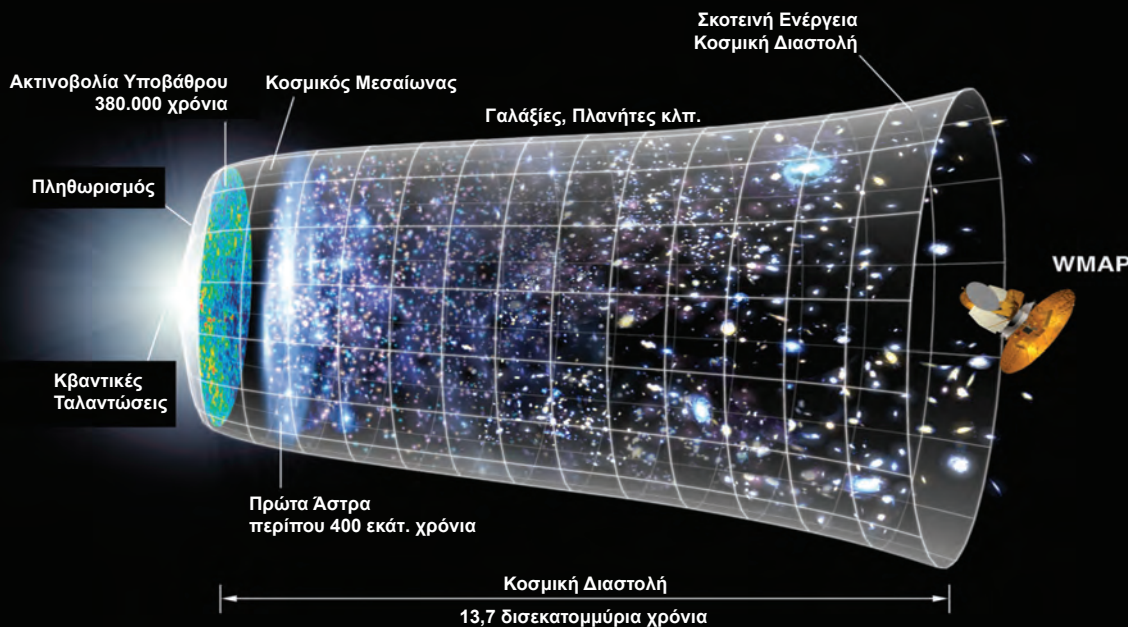
Την πρωτογενή εκείνη εποχή, πάντως, 380.000 χρόνια μετά την γέννησή του, η θερμοκρασία του Σύμπαντος είχε πέσει στους 3.000 K, οπότε τα φωτόνια είχαν πλέον χάσει τον αρχικό τους δυναμισμό και οι διάφοροι πυρήνες που υπήρχαν στο Σύμπαν μπόρεσαν να συλλάβουν ηλεκτρόνια σχηματίζοντας τα άτομα του υδρογόνου και του ηλίου με μία αναλογία 3 προς 1 και απειροελάχιστες ποσότητες δευτερίου και λιθίου. Επιτέλους, η ενεργειακή πυκνότητα της ύλης υπερίσχυσε της ενεργειακής πυκνότητας της ακτινοβολίας και η ύλη επικράτησε ολοκληρωτικά στο νεαρό Σύμπαν.

Τα φυλακισμένα πλέον ηλεκτρόνια έπαψαν να αποτελούν εμπόδιο στην ελεύθερη διακίνηση των φωτονίων της ακτινοβολίας, τα οποία, ελευθερωμένα από την ύλη, εκτοξεύτηκαν ανάμεσα στους χώρους μεταξύ των ατόμων, δημιουργώντας μια κοσμική διάφανη πλέον σφαίρα. Πίσω τους άφησαν μια άλλη σκοτεινή σφαίρα που ήταν (και είναι ακόμη και σήμερα) αδιαφανής. Το άμεσο δηλαδή αποτέλεσμα της δημιουργίας των ατόμων εκείνη την εποχή ήταν η διάλυση της «κοσμικής ομίχλης» που έκανε μέχρι τότε το Σύμπαν αδιαφανές. Παρόλα αυτά, έχουν ήδη

προταθεί κάποιες ιδέες που, εάν υλοποιηθούν, μπορεί να μας οδηγήσουν, σε μερικές ίσως δεκαετίες, να λάβουμε πληροφορίες ακόμη και από εκείνη την «αδιαφανή» περίοδο της εξέλιξης του Σύμπαντος.

Κατά την Μεγάλη Έκρηξη δεν είχαν παραχθεί βαρέα στοιχεία, επομένως τα πρώτα άστρα θα πρέπει να αποτελούνταν από ελαφρά μόνο στοιχεία. Δεν υπήρχαν μαγνητικά πεδία, διαστημική σκόνη ή κοσμικές ακτίνες, αφού το Σύμπαν ήταν γεμάτο κυρίως με αόρατη σκοτεινή ύλη. Κάτι τέτοιο απλοποιεί την φυσική διαδικασία του σχηματισμού των άστρων συγκριτικά με την παρούσα κατάσταση, αφού οι βασικές φυσικές διαδικασίες που έγιναν τότε εμπειρέχουν κυρίως διάφορες μορφές υδρογόνου. Τότε ήταν που το Σύμπαν εισήλθε στην εποχή του επονομαζόμενου *Κοσμικού Μεσαίωνα*, κατά την οποία υπήρχαν διακυμάνσεις της σκοτεινής ύλης, που παρατηρούνται σήμερα ως διακυμάνσεις στην ακτινοβολία μικροκυμάτων. Την εποχή εκείνη μέρος της ακτινοβολίας μικροκυμάτων απορροφήθηκε από τις μεγάλες συγκεντρώσεις υδρογόνου, κι έτσι ο εντοπισμός των περιοχών αυτών μας επιτρέπει να καθορίσουμε την κατανομή της ύλης στο αρχέγονο Σύμπαν.

Τα βασικά στάδια της εξέλιξης του σύμπαντος (NASA/WMAP Science Team).



Τα δεδομένα του WMAP, συγκρινόμενα με την πρώτη καταγραφή της ακτινοβολίας υποβάθρου το 1965, κρύβουν εντυπωσιακές λεπτομέρειες (NASA/WMAP Science Team).

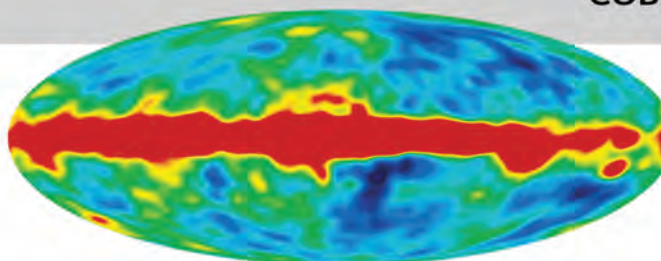
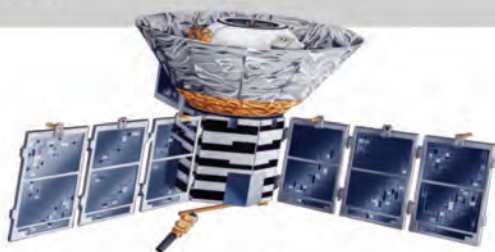
1965

Πενζίας και Γουίλσον



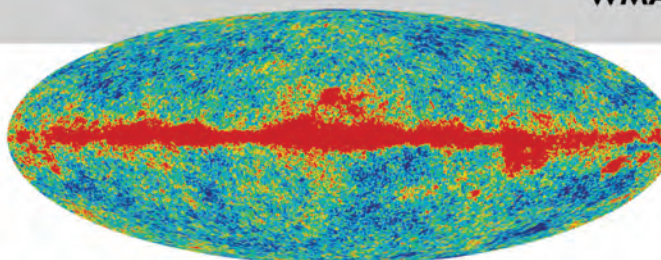
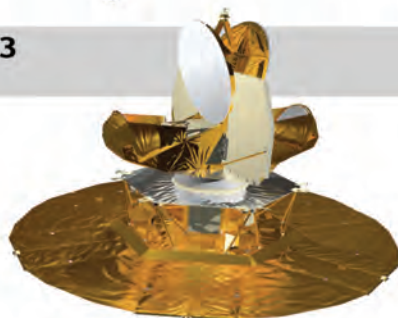
1992

COBE



2003

WMAP



Στο μεταξύ η θερμοκρασία του Σύμπαντος συνεχώς ελαττωνόταν και το χρώμα που επικρατούσε άλλαξε και άρχισε να μετατρέπεται σε κόκκινο, μετά σε βαθύ κόκκινο, και τέλος στο βαθύ σκοτάδι που επικρατεί σήμερα στο Διάστημα. Η αρχική δηλαδή υπέρθερμη ακτινοβολία κατάντησε να είναι σήμερα κυριολεκτικά η σκιά του αρχικού της εαυτού, με αποτέλεσμα η θερμοκρασία της ακτινοβολίας που μας βομβαρδίζει συνεχώς να μην υπερβαίνει τους 2,7 K, ή τους -270 °C περίπου. Η σύγχρονη, δηλαδή, επιστήμη διαπιστώνει συνεχώς ότι η σημερινή κατάσταση που επικρατεί στο Σύμπαν είναι απόρροια των πρώτων στιγμών της δημιουργίας, όταν το Σύμπαν είχε αρχίσει να κρυώνει.

Η διαστημοσυσκευή WMAP, που εκτοξεύτηκε στις 30 Ιουνίου 2001 πραγματοποίησε τις τελευταίες μετρήσεις της στις 20 Αυγούστου 2010. Η NASA όμως αναγνωρίζοντας τις εντυπωσιακές ανακαλύψεις που πραγματοποιήθηκαν με την βοήθεια του WMAP, μεταξύ των οποίων και ο ακριβέστερος προσδιορισμός της ηλικίας του σύμπαντος που έχει επιτευχθεί ποτέ, ο οποίος μάλιστα κατέχει και περίοπτη θέση στο βιβλίο ρεκόρ Guinness, αποφάσισε να συνεχίσει την χρηματοδότησή του για ακόμη δύο χρόνια. Έτσι, θα ολοκληρωθεί η ανάλυση των δεδομένων που συνέλεξε και στα 2 τελευταία χρόνια της λειτουργίας του.

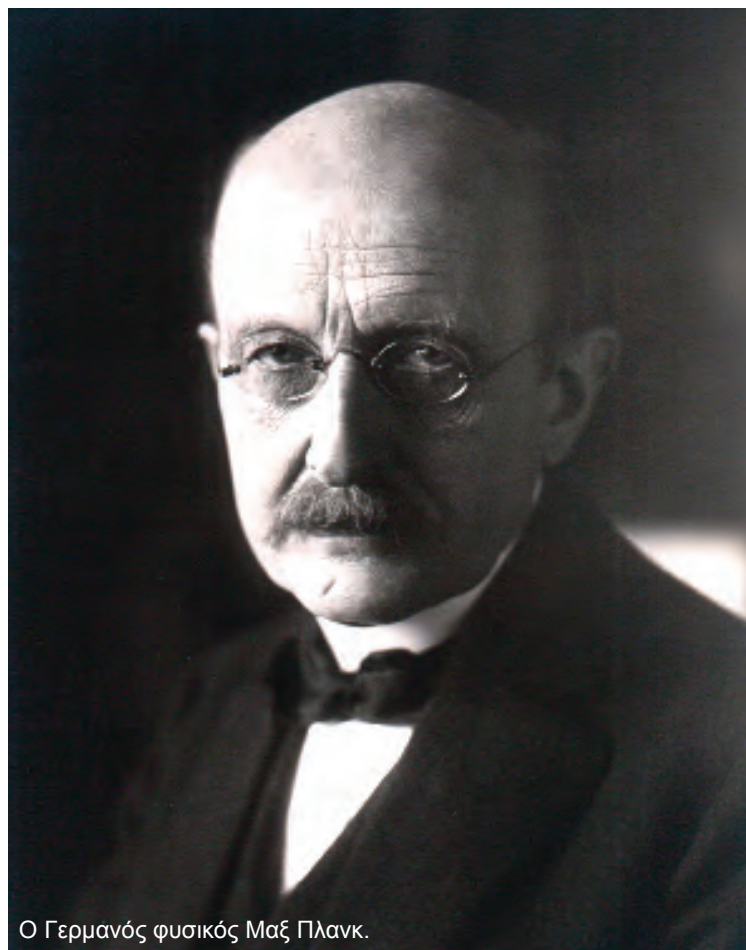
## Η Αποστολή των Χέρσελ και Πλανκ

Η γενιά μας φαίνεται ότι είναι πολύ τυχερή, γιατί πλησιάζουμε σε μια περίοδο που η σύγχρονη έρευνα των αστροφυσικών ενδέχεται να δώσει θετικές και καίριες απαντήσεις για το Σύμπαν, αφού ορισμένα ουράνια αντικείμενα, τα οποία μας ανοίγουν νέους ορίζοντες, ήταν άγνωστα πριν από την δεκαετία του '60. Οι πύραυλοι και οι τεχνητοί δορυφόροι, οι οποίοι ήδη μας παρέχουν πολλές πληροφορίες δεν υπήρχαν πριν από την δεκαετία του '50. Τα ραδιοτηλεσκόπια, τα οποία μας αποκαλύπτουν τόσα και τόσα θαύματα στο Σύμπαν, δεν είχαν ανακαλυφτεί πριν από την δεκαετία του '40. Και για να ανατρέξουμε 2.500 χρόνια πίσω, το 600 π.Χ., το Σύμπαν για τους ανθρώπους της εποχής εκείνης δεν ήταν παρά ένα σχετικά μικρό τμήμα του γήινου εδάφους.

Καθώς τα αστρονομικά μας όργανα γίνονται μεγαλύτερα κι όλο πιο τέλεια, οι γνώσεις μας για το Σύμπαν αυξάνουν με ταχύτατο ρυθμό. Ιδίως τα τελευταία χρόνια, με την βοήθεια των διαστημικών μας αστεροσκοπείων και των μεγάλων ραδιοτηλεσκοπίων της Γης κατορθώσαμε να διαβάσουμε πολύ περισσότερα από τα μυστικά του Σύμπαντος και να δούμε τα άστρα και τους γαλαξίες με διαφορετικό μάτι. Οι νέες εικόνες που λαμβάνουμε από το Σύμπαν δεν μοιάζουν καθόλου με τις εικόνες που αντιλαμβανόμαστε οπτικά, γιατί απλούστατα αποτυπώνουν ακτινοβολίες που τα μάτια του ανθρώπου δεν μπορούν να δουν. Τα διάφορα όμως όργανα των Διαστημικών μας αστεροσκοπείων έχουν την δυνατότητα όχι μόνο να συλλάβουν αλλά και να καταγράψουν τις «αόρατες» αυτές εικόνες με τέτοιο τρόπο, ώστε να γίνουν αντιληπτές από τον άνθρωπο.

Μία τέτοια Διαστημική αποστολή εκτόξευσε στις 14 Μαΐου 2009 από το διαστημικό κέντρο Κουρού της Γαλλικής Γουϊάνας ο Ευρωπαϊκός Διαστημικός Οργανισμός (ESA) με την βοήθεια ενός πυραύλου Αριάν 5 και μάλιστα «μ' ένα συμπάρο, δυο τρυγόνια», όπως συνηθίζει να λέει κι ο λαός μας, αφού στόχος της αποστολής ήταν να τοποθετηθούν στο Διάστημα τα δύο νέα Διαστημικά Τηλεσκόπια Χέρσελ και Πλανκ, εξοικονομώντας έτσι το κόστος μιας διπλής εκτόξευσης. Σχεδόν 30 min μετά την εκτόξευση και ενώ ο πύραυλος είχε ήδη φτάσει σε ύψος 11.000 km από την επιφάνεια της Γης, τα δύο τηλεσκόπια αποσυνδέθηκαν από

τον πύραυλο ξεκινώντας τις ανεξάρτητες πορείες τους προς τον τελικό τους προορισμό, 1,5 εκατομμύριο km μακριά από την Γη και αντιδιαμετρικά από τον Ήλιο, όπου και μετά από περίπου 60 και 40 μέρες αντίστοιχα τέθηκαν σε τροχιά γύρω από το σημείο βαρυτικής ισορροπίας Λαγκράνζ 2. Πρόκειται για δύο από τα πλέον σύγχρονα και ευαίσθητα επιστημονικά όργανα που έχουν ποτέ σταλεί στο διάστημα και, σύμφωνα με τους αστρονόμους, τα δεδομένα που θα συλλέξουν αναμένεται να διευρύνουν σημαντικά τις γνώσεις μας σε μια σειρά θεμάτων που ξεκινούν από την γένεση νέων άστρων και καταλήγουν στον έλεγχο θεωριών, που αφορούν στην εξέλιξη του πολύ νεαρού σύμπαντος.



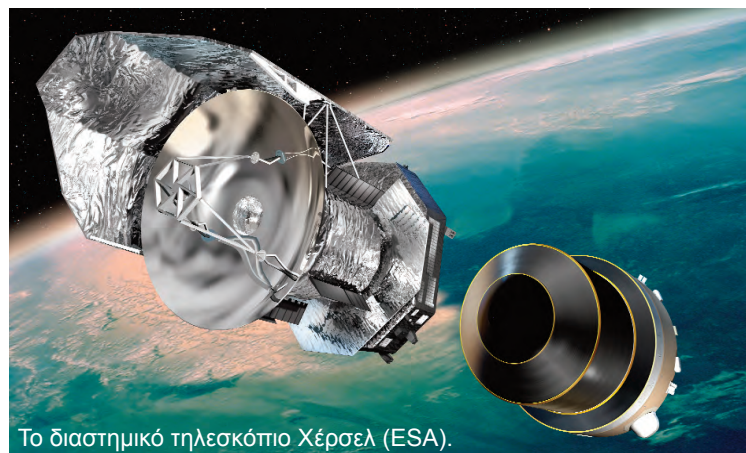
Ο Γερμανός φυσικός Μαξ Πλανκ.

Το διαστημικό τηλεσκόπιο Χέρσελ είναι ένα από τα μεγαλύτερα διαστημικά τηλεσκόπια με διάμετρο κατόπτρου 3,5 m το οποίο θα μελετάει το Σύμπαν στο υπέρυθρο τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Η ονομασία του αποτελεί φόρο τιμής στον περίφημο Γερμανο-άγγλο αστρονόμο Γουίλιαμ Χέρσελ (1738-1822), ο οποίος ανακάλυψε, όπως είπαμε και νωρίτερα, την υπέρυθρη ακτινοβολία. Παρότι η διάμετρος του κατόπτρου του είναι μιάμιση φορά μεγαλύτερη από εκείνη του διαστημικού τηλεσκοπίου Χάμπλ, χάρη στα καινοτόμα υλικά με τα οποία είναι κατασκευασμένο, το βάρος του δεν υπερβαίνει τα 350 kg. Το τηλεσκόπιο Χέρσελ ανιχνεύει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που αντιστοιχεί σε μεγάλα μήκη κύματος, και συγκεκριμένα στο τμήμα του φάσματος που εκτείνεται από το υπέρυθρο έως τα ραδιοκύματα, συλλέγοντας δεδομένα για ουράνια σώματα, τα οποία είναι πολύ ψυχρά και γι' αυτό δεν εκπέμπουν ακτινοβολία στο ορατό και σε χαμηλότερα μήκη κύματος. Επί πλέον πολλά απ' όσα υπάρχουν εκεί έξω βρίσκονται βαθιά μέσα ή και κρύβονται πίσω από νέφη αερίων και σκόνης. Για παράδειγμα, στα πρώτα στάδια του σχηματισμού τους, όλα τα άστρα και τα πλανητικά συστήματα περιβάλλονται από νέφη αερίων και σκόνης μέσα στα οποία γεννήθηκαν. Καθώς τα σωματίδια σκόνης απορροφούν και διαθλούν το ορατό φως, είναι σχεδόν αδύνατο να μελετήσει κάποιος με οπτικά τηλεσκόπια αυτά τα πρώτα στάδια της εξέλιξης των νεογέννητων άστρων. Με την υπέρυθρη «ματιά» του, το Χέρσελ θα μπορέσει ακόμη να δει μακριά στο διάστημα και πίσω στο χρόνο, μελετώντας γαλαξίες όταν το Σύμπαν είχε από το ένα πέμπτο έως και την μισή από την τωρινή του ηλικία.

Σύμφωνα με τους αστρονόμους, ο ρυθμός με τον οποίο γεννιούνται νέα άστρα ήταν τότε πολύ πιο έντονος απ' αυτόν που παρατηρούμε σε γειτονικούς μας γαλαξίες. Τα δεδομένα που θα συλλέξει το Χέρσελ θα τους βοηθήσουν να κατανοήσουν τον τρόπο, με τον οποίο μεταβάλλεται ο ρυθμός αστρογένεσης στην διάρκεια της κοσμικής εξέλιξης και να εξάγουν έτσι συμπεράσματα για την δημιουργία και την εξέλιξη των γαλαξιών του σύμπαντος. Με την βοήθεια του Χέρσελ τέλος, ο αστρονόμος θα έχουν την δυνατότητα να ψάξουν και για την ύπαρξη νερού σε απόμακρες περιοχές του σύμπαντος, καθώς και να μελετήσουν την χημική

σύνθεση της επιφάνειας και της ατμόσφαιρας κομητών, πλανητών και δορυφόρων. Καθώς στα μεγάλα μήκη κύματος που «βλέπει» το Χέρσελ όλα ανεξαιρέτως τα υλικά σώματα «λάμπουν» και η θερμική ακτινοβολία που εκπέμπει το ίδιο το τηλεσκόπιο θα «παραμόρφωνε» τα δεδομένα που προσπαθεί να συλλέξει, το τηλεσκόπιο είναι εφοδιασμένο με μια μεγάλη δεξαμενή υγρού ηλίου που διατηρεί την θερμοκρασία των διαφόρων τμημάτων του στους μόλις 0,3 βαθμούς πάνω από το απόλυτο μηδέν.

Στο πρόσφατο παρελθόν είχαμε στείλει στο Διάστημα κι άλλα υπέρυθρα τηλεσκόπια, όπως το IRAS, το ISO και το Σπίτζερ, στα οποία αναφερθήκαμε νωρίτερα. Το Χέρσελ όμως, με το πολύ μεγαλύτερο κάτοπτρό του, θα είναι ακόμη πιο αποδοτικό. Το μέγεθος του Χέρσελ φτάνει τα 7,5 m, η διάμετρος του τα 4 m και το βάρος του ξεπερνάει τους 3 τόνους. Στα όργανά του, εκτός του τηλεσκοπίου, περιλαμβάνονται επίσης και γεννήτριες ηλεκτρικής ενέργειας, συσκευές ψύξης του όλου συμπλέγματος στο απόλυτο σχεδόν μηδέν, τα όργανα κατεύθυνσης και σταθεροποίησης, και οι συσκευές συγκέντρωσης και αποστολής των πληροφοριών πίσω στην Γη. Για την ψύξη του όλου συστήματος το Χέρσελ περιλαμβάνει επίσης και 2.000 lt υγρού ηλίου, ενώ από την θέση τοποθέτησής του, στο σημείο Λαγκράνζ 2, θα έχει την δυνατότητα παρατήρησης των πιο κρύων αντικειμένων του Σύμπαντος χωρίς οποιαδήποτε παρεμπόδιση από την υπέρυθρη ακτινοβολία της Γης.



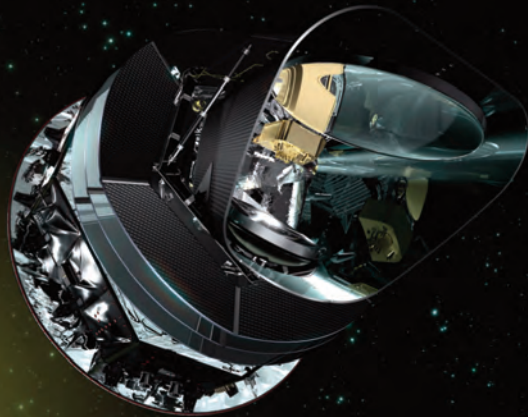
Το διαστημικό τηλεσκόπιο Χέρσελ (ESA).

Το διαστημικό τηλεσκόπιο Πλανκ, από την άλλη, θα καταγράψει με την μέγιστη δυνατή ακρίβεια την θερμοκρασία της κοσμικής ακτινοβολίας υποβάθρου και τις μικροσκοπικές θερμοκρασιακές της διακυμάνσεις, βελτιώνοντας κατά πολύ τις αντίστοιχες μετρήσεις που είχαν πραγματοποιήσει οι δορυφόροι της NASA, COBE και WMAP. Το Πλανκ ονομάστηκε προς τιμή του Γερμανού φυσικού Μαξ Πλανκ, ο οποίος το 1900 απέδειξε ότι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία εκπέμπεται σε μικρά «πακέτα» ενέργειας που ονόμασε κβάντα. Το μέγεθος του τηλεσκοπίου φτάνει τα 4,2 m, έχει βάρος 1,8 τόνους, ενώ το κάτοπτρό του είναι ωοειδές με μέγεθος 1,75X1,50 m. Όπως είπαμε και παραπάνω, η κοσμική ακτινοβολία υποβάθρου είναι το πλέον αρχέγονο φως του σύμπαντος που μπορούμε να ανιχνεύσουμε και απελευθερώθηκε μόλις 380.000 χρόνια μετά την Μεγάλη Έκρηξη, όταν η θερμοκρασία του σύμπαντος ήταν 3.000 K. Εξαιτίας της διαστολής του Σύμπαντος το μήκος κύματος του αρχέγονου αυτού φωτός «τεντώθηκε» προς το μικροκυματικό τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος και η θερμοκρασία που το χαρακτήριζε έπεσε στους περίπου 2,7 K πάνω από το απόλυτο μηδέν. Σύμφωνα με τους επιστήμονες η κοσμική ακτινοβολία υποβάθρου, αν και εξαιρετικά ομοιόμορφη, χαρακτηρίζεται εντούτοις από μικροσκοπικές θερμοκρασιακές διακυμάνσεις, πάνω στις οποίες είναι «αποτυπωμένες» πληροφορίες από μια ακόμη πιο αρχέγονη εποχή, την επονομαζόμενη Εποχή του Πλη-

θωρισμού. Σύμφωνα με τις πληθωριστικές θεωρίες, για ένα απειροελάχιστο χρονικό διάστημα το πολύ νεαρό Σύμπαν διεστάλη ταχύτατα με εκρηκτικό τρόπο, εξαιτίας μιας άγνωστης μορφής ενέργειας που προκάλεσε ένα είδος κοσμικής βαρυτικής απόωθησης και οδήγησε σε μια εκθετικά επιταχυνόμενη διαστολή. Οι διακυμάνσεις αυτές στη θερμοκρασία της κοσμικής ακτινοβολίας υποβάθρου αποδεικνύουν ότι πολύ νωρίτερα το Σύμπαν, αν και εντυπωσιακά ομοιόμορφο, χαρακτηριζόταν εντούτοις από εξίσου μικρές διακυμάνσεις στην πυκνότητα της ύλης, οι οποίες μεγάλωσαν και οδήγησαν, εντέλει, στις γιγάντιες κοσμικές δομές που παρατηρούμε σήμερα.

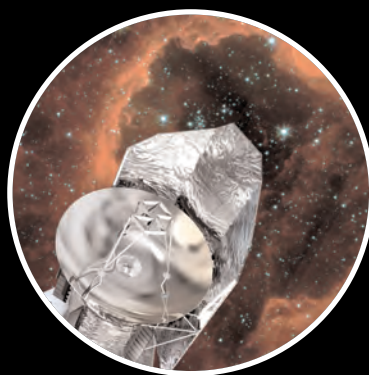
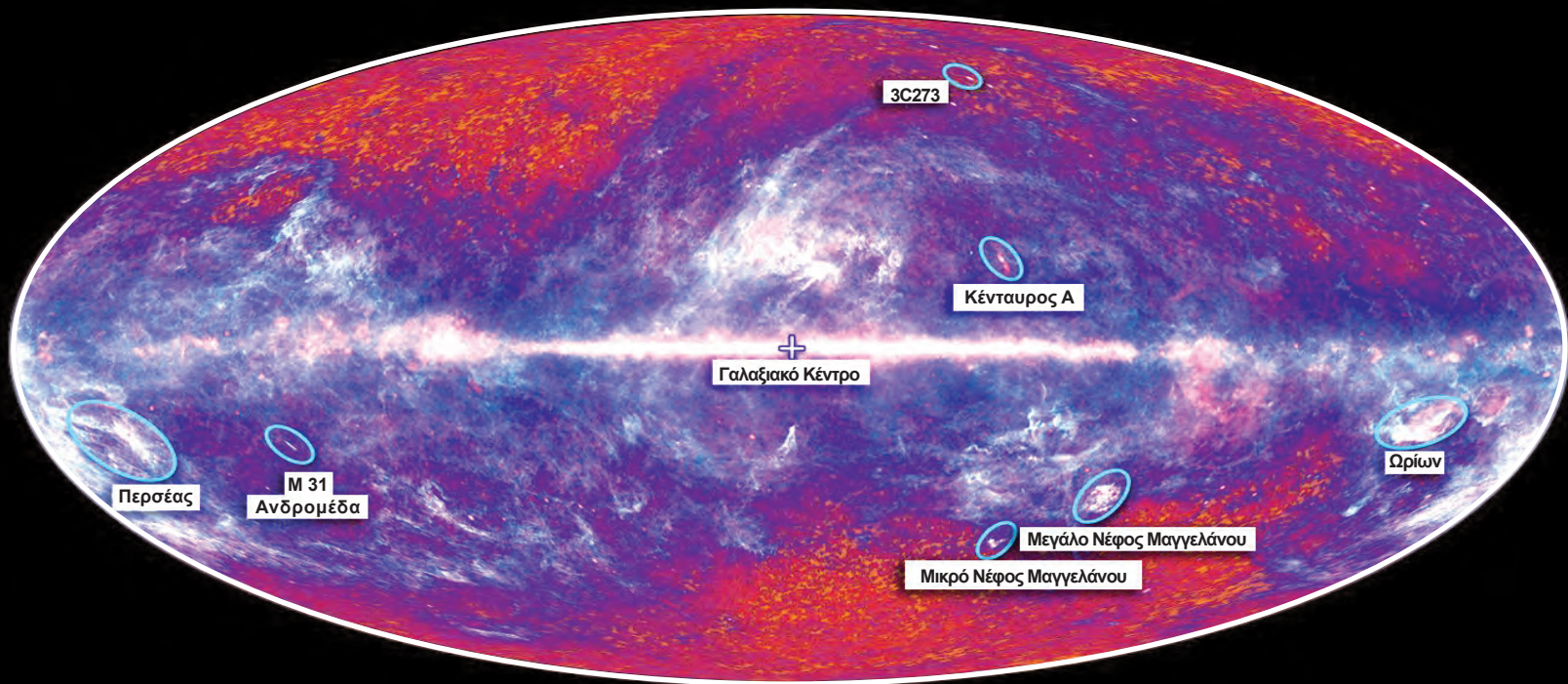
Βασικός στόχος της αποστολής του Πλανκ είναι να καταγράψει αυτές τις μικροσκοπικές θερμοκρασιακές διακυμάνσεις με ακόμη μεγαλύτερη ακρίβεια απ' ό,τι προηγουμένως. Η ανάλυση των δεδομένων που θα συλλέξει θα επιτρέψει τον υπολογισμό θεμελιωδών κοσμολογικών παραμέτρων, όπως μεταξύ άλλων της καμπυλότητας του σύμπαντος και της Σταθεράς του Χαμπλ, με ακόμη μεγαλύτερη ακρίβεια. Επιπλέον, θα δώσει στους επιστήμονες την δυνατότητα να συνδέσουν τις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις της κοσμικής ακτινοβολίας υποβάθρου με το βαθύτερο αίτιο που τις προκάλεσε, δηλαδή με τις εξίσου μικρές διακυμάνσεις στην πυκνότητα της ύλης στο νεαρό Σύμπαν, από τις οποίες προήλθαν εντέλει όλες οι δομές μεγάλης κλίμακας που παρατηρούμε σήμερα. Η δυνατότητα αυτή παράλληλα με την ενδεχόμενη ανίχνευση περαιτέρω ανισοτροπιών στην ομοιομορφία της κοσμικής ακτινοβολίας υποβάθρου, οι οποίες οφείλονται σε αρχέγονα βαρυτικά κύματα, θα επιτρέψει στους επιστήμονες για πρώτη φορά να αποφανθούν εάν όντως το σύμπαν διεστάλη με τον ταχύτατο ρυθμό που προβλέπουν οι θεωρίες του πληθωρισμού. Τα δεδομένα που θα συλλέξει το Πλανκ θα συμβάλλουν τέλος στις προσπάθειες των αστρονόμων να διατυπώσουν μια ολοκληρωμένη θεωρία για το σχηματισμό των δομών μεγάλης κλίμακας και θα τους βοηθήσει στην προσπάθειά τους να αποκρυπτογραφήσουν την φύση της σκοτεινής ύλης του σύμπαντος.

Το διαστημικό τηλεσκόπιο Πλανκ (ESA).



Δεν είναι λοιπόν υπερβολή όταν λέμε ότι η ανάπτυξη της τεχνολογίας, και των διαστημικών αποστολών, μας «άνοιξε» τα μάτια σ' έναν κόσμο άγνωστο μέχρι τώρα. Αυτό γίνεται ιδιαίτερα εμφανές όταν συγκρίνουμε μεταξύ τους τις διάφορες όψεις που παίρνουμε από το Σύμπαν σε

διαφορετικές περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Είναι τότε αρκετά εύκολο να κατανοήσουμε την πληθώρα των πληροφοριών που ήταν, μέχρι πρόσφατα, «αόρατες» στα μάτια μας. Πληροφορίες που μας έχουν επιτρέψει να κατανοήσουμε καλύτερα την γλώσσα των άστρων.



Μικροκυματικός χάρτης του ουρανού από δεδομένα που συνέλεξε το Πλανκ στον πρώτο χρόνο λειτουργίας του (ESA/ LFI & HFI Consortia). Στο ένθετο τετράγωνο διακρίνεται η τροχιά του Πλανκ γύρω από το σημείο Λαγκράνζ 2, ενώ δεξιά απεικονίζεται το Χέρσελ.



## Αναζήτηση μιας Νέας Γης με το Κέπλερ

Είναι γεγονός ότι η εξερεύνηση του Σύμπαντος εξάπτει την ανθρώπινη φαντασία. Καμμία όμως Διαστημική αποστολή δεν εξάπτει την φαντασία μας τόσο όσο η προσπάθεια ανακάλυψης κι άλλων πλανητών παρόμοιων με την Γη γύρω από κάποια άλλα άστρα του Γαλαξία μας. Πλανητών που αν διαθέτουν και τις κατάλληλες συνθήκες θα μπορούσαν να έχουν δημιουργήσει το θαυμαστό επίτευγμα της φύσης που ονομάζουμε ζωή. Τα τελευταία 14 χρόνια έχουμε ήδη ανακαλύψει 504 περίπου πλανήτες που περιφέρονται γύρω από 420 περίπου γειτονικά μας άστρα, παρόλο που οι περισσότεροι απ’ αυτούς είναι αέριοι γίγαντες με μέγεθος παρόμοιο με του Δία, του μεγαλύτερου πλανήτη στο Ηλιακό μας Σύστημα. Όμως, προκειμένου να εντοπίσουμε τους πολύ μικρότερους βραχύδεις πλανήτες θα χρειαστεί μεγαλύτερη προσπάθεια.

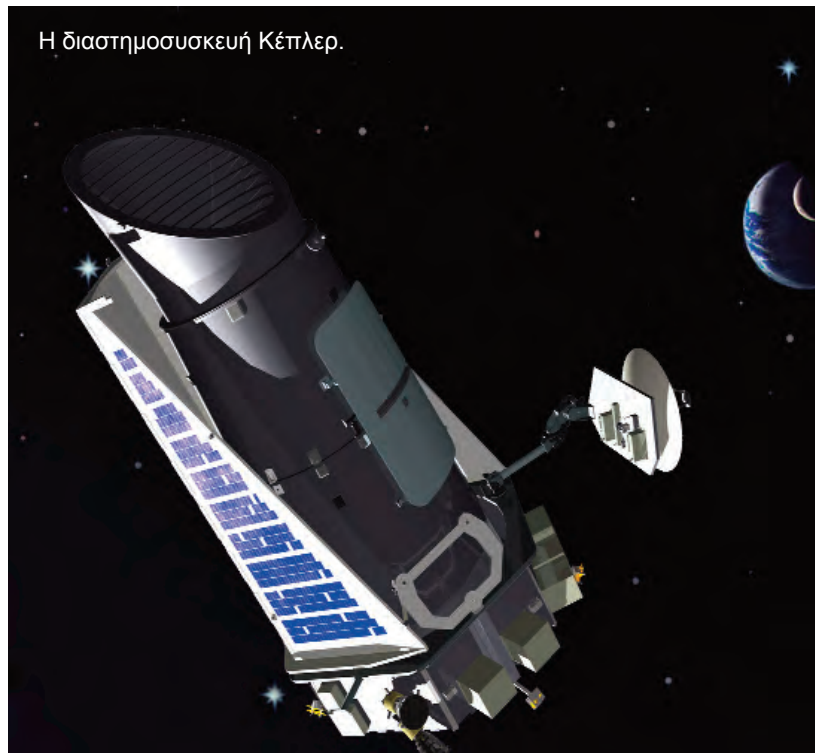
Τώρα όμως μία νέα αποστολή στο Διάστημα έχει ήδη ξεκινήσει με σκοπό να εντοπίσει δεκάδες δίδυμους πλανήτες της Γης μας σε μια περιοχή που άνετα θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως γειτονιά μας. Αναφερόμαστε, φυσικά, στην αποστολή Κέπλερ που εκτοξεύτηκε στις 6 Μαρτίου 2009 από την NASA και φέρει το όνομα ενός από τους πιο φημισμένους αστρονόμους της Αναγέννησης. Πρόκειται για ένα τροχιακό αστεροσκοπείο, το οποίο διαθέτει ένα από τα πιο ευαίσθητα φωτόμετρα με σκοπό να μελετήσει δεκάδες χιλιάδες άστρα της Κύριας Ακολουθίας στην διάρκεια της επόμενης τετραετίας. Η οπτική γωνία με την οποία θα παρατηρεί το Κέπλερ θα είναι σταθερή και θα εκτείνεται σε βάθος 3.000 ετών φωτός, ενώ η ευρυγώνια ικανότητά του, του δίνει την δυνατότητα να καλύψει μian αρκετά μεγάλη έκταση του ουρανού που βρίσκεται ανάμεσα στους αστερισμούς του Κύκνου και της Λύρας.

Ο κύριος επιστημονικός σκοπός της όλης αποστολής είναι η διερεύνηση της δομής που έχουν τα διάφορα πλανητικά συστήματα πέρα από το δικό μας. Πιο συγκεκριμένα οι μελέτες αυτές ελπίζουμε να μας δώσουν απαντήσεις σχετικά με το πόσοι πλανήτες βρίσκονται εντός ή κοντά στην επονομαζόμενη «κατοικήσιμη ζώνη» των πλανητικών συστημάτων που θα εντοπιστούν, να προσδιορίσουν τα χαρακτηριστικά των άστρων που περιλαμβάνουν πλανητικά συστήματα, και να υπολογίσουν τα διάφορα μεγέθη

και σχήματα των τροχιών τους, καθώς και τον αριθμό των πλανητών που υπάρχουν γύρω από πολλαπλά άστρα.

Μία διερεύνηση, άλλωστε, των πρώτων εξωηλιακών πλανητικών συστημάτων εντόπισε ότι το 20% των συστημάτων αυτών βρίσκονται σε τροχιά διπλών ή πολλαπλών άστρων. Από τα 131 δηλαδή εξωηλιακά πλανητικά συστήματα της μελέτης αυτής αποδείχτηκε ότι τα 26 ανήκουν σε διπλά άστρα, ενώ τρία επί πλέον βρίσκονται γύρω από τριπλά άστρα. Η διαπίστωση αυτή αποδεικνύει ότι η δημιουργία πλανητών δεν περιορίζεται γύρω από μονά μόνο άστρα, αλλά ότι οι πλανήτες μπορούν να επιβιώσουν κάτω από μια ποικιλία περιβαλλόντων. Τα αποτελέσματα παρόμοιων ερευνών θα μας βοηθήσουν να εξαγάγουμε χρήσιμες πληροφορίες για τον τρόπο με τον οποίο γεννιούνται οι πλανήτες. Θα μας βοηθήσουν επίσης να ανακαλύψουμε με ποιον τρόπο η ύπαρξη ενός ή περισσότερων άστρων σε ένα σύστημα μπορεί να βοηθήσει ή να αποτρέψει την δημιουργία πλανητών, αλλά και με ποιον τρόπο διαμορφώνονται τα τροχιακά χαρακτηριστικά των πλανητών από την παρουσία περισσοτέρων του ενός άστρων.

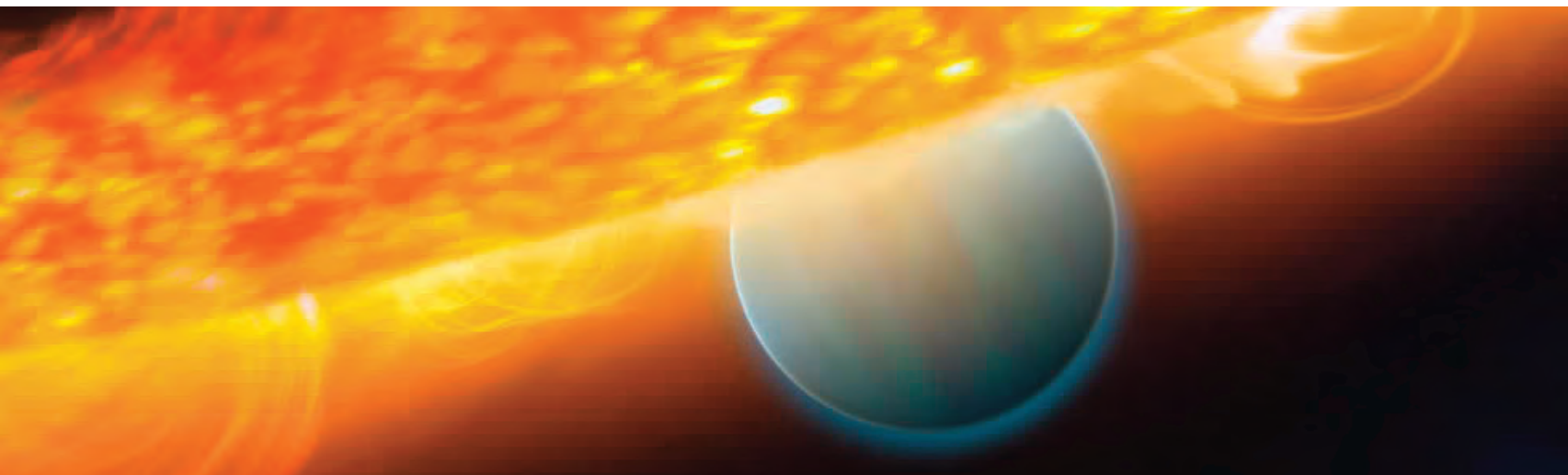
Η διαστημοσυσκευή Κέπλερ.



Ο εντοπισμός εξωπλανητών βέβαια μπορεί να πραγματοποιηθεί με αρκετούς και διαφορετικούς τρόπους, είτε άμεσους είτε έμμεσους. Στην πράξη όμως ο απευθείας εντοπισμός εξωπλανητών είναι ιδιαίτερα δύσκολος, αφού οι πλανήτες είναι ετερόφωτα σώματα. Δεν εκπέμπουν δηλαδή το δικό τους φως αλλά αντανακλούν εκείνο του άστρου τους. Επειδή όμως, η μικρή αυτή αντανάκλαση, συνήθως χάνεται απ’ την εκτυφλωτική λάμψη του άστρου, η απ’ ευθείας παρατήρηση ενός εξωπλανήτη είναι σχεδόν αδύνατη. Ο τρόπος με τον οποίο θα επιτύχει τον στόχο του το Κέπλερ βασίζεται στην ταυτόχρονη και συνεχόμενη παρατήρηση της φωτεινότητας 100.000 άστρων. Μ’ αυτόν τον τρόπο θα μπορεί να εντοπίσει ακόμη και τις ελάχιστες αλλαγές στην ένταση της λαμπρότητας των άστρων αυτών σε περίπτωση που κάποιος τυχόν πλανήτης περάσει μπροστά από τον δίσκο ενός απόμακρου άστρου. Η ανίχνευση δηλαδή ενός πλανήτη βασίζεται στην μέθοδο των πλανητικών διαβάσεων, ένα είδος έκλειψης σε μικρογραφία του άστρου, που προκαλείται όταν ένας πλανήτης περνά μπροστά από τον δίσκο του. Το Κέπλερ, με άλλα λόγια, θα προσπαθήσει να εντοπίσει τις μικρές περιοδικές μειώσεις της φωτεινότητας του άστρου που παρατηρεί, οι οποίες προκαλούνται κάθε φορά που η τροχιά ενός πλανήτη περνά ανάμεσα στον παρατηρητή και αυτό. Κάθε φορά που συμβαίνει αυτό, ο πλανήτης ρίχνει την σκιά του πάνω στον δίσκο του άστρου, εμποδίζοντας έτσι ένα μικρό μέρος της φωτεινότητάς του να φτάσει ως εμάς. Αυτή η περιοδική καταγραφή της μείωσης της φωτεινότητας ενός άστρου

είναι μια έμμεση απόδειξη για την ύπαρξη ενός πλανήτη και με την κατάλληλη ανάλυση μπορεί να προσδιορισθεί το μέγεθος και η τροχιά του. Πριν από μερικά μόλις χρόνια είχαμε ένα παρόμοιο φαινόμενο με την διάβαση του πλανήτη Αφροδίτη μπροστά από τον δίσκο του Ήλιου στις 8 Ιουνίου του 2004. Στην περίπτωση, φυσικά, της διάβασης της Αφροδίτης τα πράγματα ήταν πολύ πιο εύκολα γιατί απλούστατα η Αφροδίτη και ο Ήλιος είναι πάρα πολύ κοντά μας. Στην περίπτωση, όμως, του Κέπλερ τα πράγματα είναι πολύ πιο δύσκολα λόγω των αποστάσεων που μας χωρίζουν από τα άστρα.

Παρόλα αυτά το φωτόμετρο που διαθέτει το Κέπλερ έχει την δυνατότητα να εντοπίσει την αλλαγή στην φωτεινότητα ενός άστρου παρόμοια μ’ αυτήν που επιφέρει μια μύγα στην φωτεινότητα ενός λαμπερού προβολέα. Η δυνατότητα αυτή του φωτόμετρου που έχει το «Κέπλερ» βασίζεται στους 42 ειδικούς ανιχνευτές CCD που διαθέτει και οι οποίοι έχουν την δυνατότητα ανάλυσης 95 megapixels! Αυτού του είδους τα φωτόμετρα είναι τόσο ευαίσθητα, ώστε εάν ένα απ’ αυτά παρακολουθούσε 10.000 πυγολαμπίδες ταυτόχρονα, θα μπορούσε να εντοπίσει ακόμη και αν έσβηνε το φως μιας μόνον εξ αυτών! Με την βοήθεια των ανιχνευτών αυτών και με βάση τους σημερινούς μας υπολογισμούς η πιθανότητα εντοπισμού πλανητών στο μέγεθος της Γης μας φτάνει την μία στις 210, ή περίπου τον εντοπισμό πέντε «γήινων» πλανητών για κάθε 1.000 άστρα που θα παρατηρήσει το Κέπλερ.



Η έρευνα του Κέπλερ έχει ως στόχο να αποδείξει ότι τα περισσότερα άστρα της Κύριας Ακολουθίας έχουν βραχώδεις πλανήτες στην κατοικήσιμη ζώνη τους, ενώ κατά μέσον όρο δημιουργούνται δύο βραχώδεις πλανήτες στο μέγεθος της Γης στην περιοχή από 0,5 έως 1,5 Αστρονομικές Μονάδες (μία Αστρονομική Μονάδα ισοδυναμεί με την απόσταση Γης-Ηλίου που είναι ίση με περίπου 150 εκατομμύρια km). Στη διάρκεια των μελετών του το Κέπλερ αναμένεται να εντοπίσει εκατοντάδες πλανήτες 30 έως 600 φορές μικρότερης μάζας απ’ ό,τι έχει ο Δίας, ενώ πολλοί απ’ αυτούς θα έχουν παρόμοια συστατικά με την Γη και διάμετρο που θα κυμαίνεται από το 80% του μεγέθους της Γης και άνω.

Στην διάρκεια της αποστολής του το Κέπλερ δεν θα βρίσκεται σε τροχιά γύρω από τη Γη αλλά σε ένα σημείο βαρυτικής ισορροπίας του συστήματος Γης-Σελήνης. Σ’ αυτήν την απόσταση η παρουσία της Γης και του Ήλιου δεν θα εμποδίζει την απρόσκοπτη και συνεχή παρατήρηση της περιοχής που έχει επιλεγεί. Το διαστημικό σύμπλεγμα από το οποίο αποτελείται έχει βάρος ενός περίπου τόνου, ενώ το κύριο κάτοπτρό του φτάνει το 1,40 m. Το κόστος της όλης αποστολής θα φτάσει τελικά τα 500 σχεδόν εκατομμύρια δολάρια.

Φυσικά αυτή δεν είναι η μοναδική αποστολή για την ανίχνευση εξωπλανητών. Στις 27 Δεκεμβρίου 2006 ένας ρωσικός πύραυλος Soyuz εκτόξευσε από το κοσμοδρόμιο Baikonur τη διαστημοσυσκευή COROT της Γαλλικής και της Ευρωπαϊκής Διαστημικής Υπηρεσίας, ενώ η Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Διαστήματος ESA πραγματοποίησε και μια μελέτη για την δυνατότητα υλοποίησης της αποστολής Δαρβίνος. Η αποστολή αυτή θα αποτελείται από έναν στολίσκο 4 διαστημοσυσκευών, ο οποίος θα προσπαθήσει να εντοπίσει μικρότερους βραχώδεις εξωγήινους κόσμους, παρόμοιους με την Γη και να αναλύσει και τις ατμόσφαιρές τους, προκειμένου να βοηθήσει τους αστρονόμους να αποφανθούν εάν εμπεριέχουν αέρια που ενδέχεται να υποδηλώνουν την ύπαρξη κάποιας μορφής ζωής.





# Μελλοντικά Σχέδια Ερευνών

## Γιγάντια Επίγεια Τηλεσκόπια

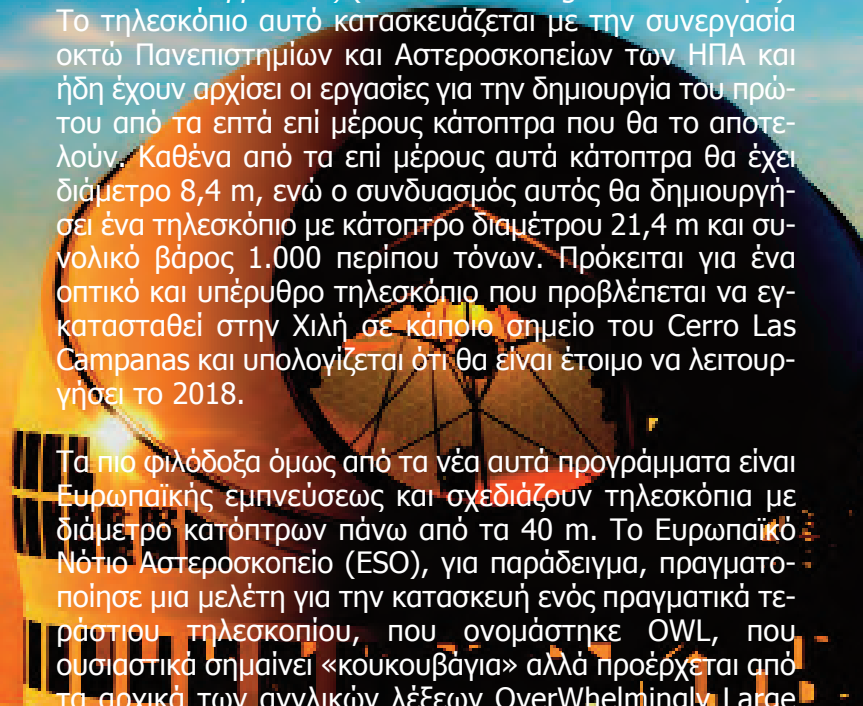
Όταν το 1948 στο Πάλομαρ της Καλιφόρνια εγκαινιάζονταν το μεγαλύτερο τηλεσκόπιο του κόσμου με διάμετρο κατόπτρου 5 m, όλοι πίστευαν ότι είχαμε φτάσει στα όρια πια της τεχνολογίας και ότι η κατασκευή μεγαλύτερων κατόπτρων για τηλεσκόπια δεν ήταν πλέον δυνατή. Μερικά χρόνια αργότερα η κατασκευή ενός τηλεσκοπίου με κάτοπτρο 6 m που εγκαταστάθηκε στον Καύκασο από την τότε Σοβιετική Ένωση, απέδειξε ότι πράγματι η τεχνολογία εκείνης της εποχής είχε φτάσει στα όριά της, αφού εξ αρχής το τηλεσκόπιο αυτό αντιμετώπισε μεγάλα προβλήματα λόγω του τεράστιου βάρους που είχε το κάτοπτρο. Η τεχνολογία όμως προχώρησε, και νέες τεχνικές εφαρμόστηκαν έτσι, ώστε ήδη πολύ μεγαλύτερα τηλεσκόπια έχουν αρχίσει να ξεφυτρώνουν στις ψηλές βουνοκορφές του πλανήτη μας.

Όλα αυτά τα νέα τηλεσκόπια κατασκοπεύουν ήδη το Σύμπαν δίνοντάς μας νέες υπέροχες εικόνες και πληροφορίες για όλα όσα υπάρχουν εκεί έξω. Κι όμως, δεν φαίνεται να είμαστε ακόμη πλήρως ικανοποιημένοι, αφού ήδη υπάρχουν αρκετά προγράμματα διαφόρων οργανισμών, τα οποία σχεδιάζουν γιγάντια πράγματι νέα τηλεσκόπια που θα είναι έτοιμα στα επόμενα δέκα περίπου χρόνια. Αρχίζοντας με τα «μικρότερα» Γιγάντια Τηλεσκόπια της επόμενης δεκαετίας πρώτο στη σειρά έρχεται το VLOT (Very Large Optical Telescope) που μελετούσε ο Καναδάς. Το τηλεσκόπιο αυτό θα είχε διάμετρο κατόπτρου 20 m και θα αντικαθιστούσε το τηλεσκόπιο των 3,6 m που λειτουργεί από το 1979 στην κορυφή του Μόνα Κέα στη Χαβάη σε συνεργασία με την Γαλλία και το Πανεπιστήμιο της Χαβάης (CFHT = Canada-France-Hawaii Telescope). Ένα άλλο πρόγραμμα Πανεπιστημιακών Ιδρυμάτων Ηνωμένων Πολιτειών και Καναδά πρόβλεπε την δημιουργία και εγκατάσταση ενός ακόμη μεγαλύτερου τηλεσκοπίου με διάμετρο κατόπτρου 30 m και χρονικό ορίζοντα λειτουργίας του το 2014, έτσι ώστε να μπορεί να συνεργάζεται με

το Νέας Γενιάς Διαστημικό Τηλεσκόπιο Γουέμπ. Σήμερα όμως τα δύο αυτά σχέδια έχουν εννοποιηθεί σε ένα με την ονομασία *Τηλεσκόπιο των 30 Μέτρων* (TMT).

Ένα άλλο τεραστίων διαστάσεων τηλεσκόπιο που έχει ήδη αρχίσει να παίρνει «σάρκα και οστά» είναι το *Γιγάντιο Τηλεσκόπιο Μαγγελάνος* (GMT=Giant Magellan Telescope). Το τηλεσκόπιο αυτό κατασκευάζεται με την συνεργασία οκτώ Πανεπιστημίων και Αστεροσκοπειών των ΗΠΑ και ήδη έχουν αρχίσει οι εργασίες για την δημιουργία του πρώτου από τα επτά επί μέρους κάτοπτρα που θα το αποτελούν. Καθένα από τα επί μέρους αυτά κάτοπτρα θα έχει διάμετρο 8,4 m, ενώ ο συνδυασμός αυτός θα δημιουργήσει ένα τηλεσκόπιο με κάτοπτρο διαμέτρου 21,4 m και συνολικό βάρος 1.000 περίπου τόνων. Πρόκειται για ένα οπτικό και υπέρυθρο τηλεσκόπιο που προβλέπεται να εγκατασταθεί στην Χιλή σε κάποιο σημείο του Cerro Las Campanas και υπολογίζεται ότι θα είναι έτοιμο να λειτουργήσει το 2018.

Τα πιο φιλόδοξα όμως από τα νέα αυτά προγράμματα είναι Ευρωπαϊκής εμπνεύσεως και σχεδιάζουν τηλεσκόπια με διάμετρο κατόπτρων πάνω από τα 40 m. Το Ευρωπαϊκό Νότιο Αστεροσκοπείο (ESO), για παράδειγμα, πραγματοποίησε μια μελέτη για την κατασκευή ενός πραγματικά τεράστιου τηλεσκοπίου, που ονομάστηκε OWL, που ουσιαστικά σημαίνει «κουκουβάγια» αλλά προέρχεται από τα αρχικά των αγγλικών λέξεων OverWhelmingly Large Telescope! Το τηλεσκόπιο αυτό θα είχε διάμετρο κατόπτρου 100 m και συνολικό βάρος 14.200 τόνους. Οι μεγάλες όμως τεχνικές δυσκολίες του όλου εγχειρήματος και το τεράστιο κόστος του «πάγωσαν» την κατασκευή του, ενώ ειδικές επιστημονικές επιτροπές προκρίναν την κατασκευή του αρκετά μικρότερου, αλλά παρ' όλα αυτά τεράστιου, τηλεσκοπίου, που σήμερα θεωρείται η «ναυαρχίδα» αυτών των γιγάντιων επίγειων τηλεσκοπίων νέας γενιάς.



80m

60m

40m

20m



Καλλιτεχνική αναπαράσταση του γιγάντιου E-ELT σε σχέση με τα τηλεσκόπια VLT και το Κολοσσαίο (ESO).

Το τηλεσκόπιο αυτό θα είναι το *Εξαιρετικά Μεγάλο Τηλεσκόπιο της Ευρώπης* (European Extremely Large Telescope, E-ELT). Με διάμετρο κύριου κατόπτρου 42 m, όσο περίπου το μισό μήκος ενός γηπέδου ποδοσφαίρου, το E-ELT αναμένεται να συμβάλει όσο κανένα άλλο οπτικό τηλεσκόπιο στην διερεύνηση των μεγάλων αστροφυσικών και κοσμολογικών ερωτημάτων, που εξακολουθούν να παραμένουν αναπάντητα. Ερωτημάτων που ξεκινούν από την ύπαρξη εξωηλιακών πλανητών παρόμοιων με την Γη και ικανών να φιλοξενούν κάποιες μορφές ζωής και καταλήγουν μέχρι και αυτήν ακόμη την σκοτεινή ενέργεια του Σύμπαντος και την μεταβλητότητα ή μη των Παγκόσμιων Σταθερών της Φύσης. Οι τεχνολογικές όμως προκλήσεις που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι αστρονόμοι στο σχεδιασμό και στην κατασκευή του E-ELT είναι τεράστιες, αφού για παράδειγμα η αυτοκινούμενη μηχανική βάση του τηλεσκοπίου θα έχει συνολικό βάρος 5.000 τόνων και ο γιγάντιος θόλος που θα το καλύπτει θα έχει στη βάση του διάμετρο 100 m και μέγιστο ύψος 80 m. Για την κατασκευή του ίδιου του τηλεσκοπίου θα χρησιμοποιηθεί μια νέα τεχνική, που βασίζεται σε 5 κάτοπτρα.

Και καθώς με την υπάρχουσα τεχνολογία είναι αδύνατο να κατασκευαστούν μονοκόμματα κάτοπτρα αυτού του μεγέθους, το κύριο κάτοπτρο του E-ELT θα συναρμολογηθεί από 984 πανομοιότυπα εξαγωνικά τμήματα με διάμετρο 1,45 m και πάχος 5 cm το καθένα. Παρ' όλα αυτά, οι ριπές του ανέμου αλλά και το ίδιο το βάρος της κατασκευής θα

στρεβλώνουν την ιδεατή του καμπυλότητα. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος καθένα από τα 984 εξαγωνικά τμήματα θα στηρίζεται πάνω σε 3 ειδικούς αυτοματοποιημένους μηχανισμούς, οι οποίοι θα «διορθώνουν» την κλίση τους μια φορά το λεπτό, βασισμένοι στα δεδομένα ειδικών ανιχνευτών. Οι ανιχνευτές αυτοί θα καταγράφουν τις σχετικές αποκλίσεις, ώστε η συνολική επιφάνεια του κατόπτρου να έχει πάντα την βέλτιστη καμπυλότητα.

Το δευτερεύον κάτοπτρο του τηλεσκοπίου θα έχει διάμετρο 6 m, ενώ ένα ακόμη κάτοπτρο διαμέτρου 4,2 m θα «μεταδίδει» το φως που συλλέγεται στο σύστημα προσαρμοστικής οπτικής (adaptive optics) του τηλεσκοπίου. Αυτή η σχετικά νέα τεχνική της προσαρμοστικής οπτικής, η οποία ακόμη αναπτύσσεται και βελτιώνεται, είναι σήμερα απαραίτητη για όλα τα επίγεια οπτικά τηλεσκόπια μεγάλου μεγέθους. Αυτό συμβαίνει προκειμένου να αντιμετωπιστεί το βασικότερο μειονέκτημά τους, που δεν είναι άλλο από την «θόλωση» που προκαλούν οι ατμοσφαιρικές αναταράξεις στις εικόνες των αστρονομικών αντικειμένων, τα οποία προσπαθούν να αποτυπώσουν. Σύμφωνα με την τεχνολογία αυτή χιλιάδες «ενεργοποιητές» ρυθμίζουν και μεταβάλλουν πολλές φορές το δευτερόλεπτο το σχήμα ενός ειδικού «εύκαμπτου» κατόπτρου, διορθώνοντας έτσι σε πραγματικό χρόνο τις τυχαίες παραμορφώσεις που προκαλεί η γήινη ατμόσφαιρα στην προσπίπτουσα ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

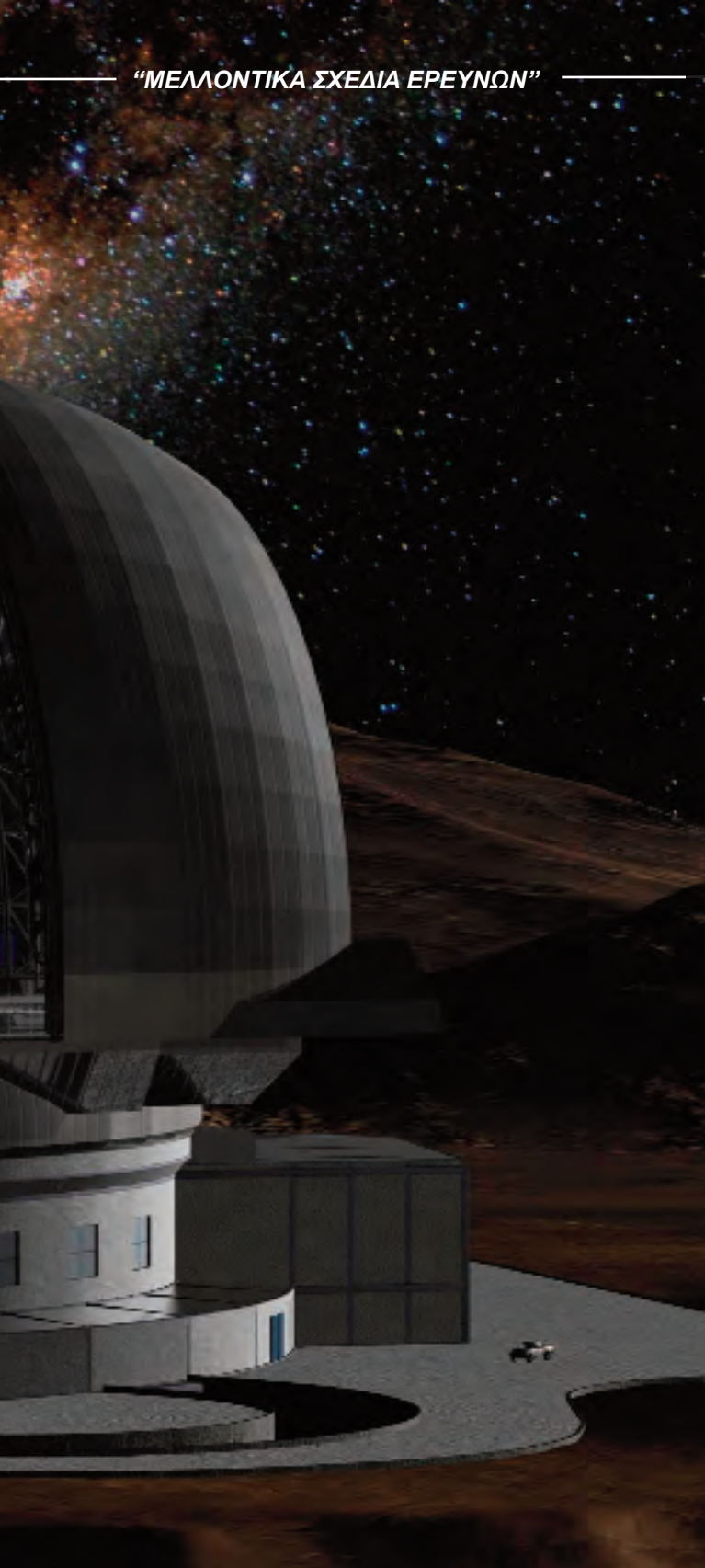
Το σύστημα προσαρμοστικής οπτικής που θα χρησιμοποιηθεί στο τηλεσκόπιο E-ELT θα αποτελείται από 2 ακόμη κάτοπτρα, το πρώτο εκ των οποίων θα έχει διάμετρο 2,5 m κι επιφάνεια η οποία θα μπορεί να παραμορφώνεται χάρη στα 5.000-8.000 ειδικά έμβολα. Τα έμβολα αυτά θα του επιτρέπουν να μεταβάλλει το ίδιο του το σχήμα ακόμη και 1.000 φορές το δευτερόλεπτο. Τέλος, ένα ακόμη κάτοπτρο 2,7 m θα παρέχει τις τελικές διορθώσεις των αστρονομικών ειδώλων, προτού αυτά δοθούν στην επιστημονική κοινότητα για μελέτη και επεξεργασία. Η τελική έγκριση για την κατασκευή αυτού του κολοσσού αναμένεται να δοθεί σχετικά σύντομα και το συνολικό κόστος κατασκευής του υπολογίζεται ότι θα ανέλθει στα 950 εκατομμύρια ευρώ, ενώ οι πρώτες παρατηρήσεις αναμένονται το 2018. Σε πλήρη λειτουργία το E-ELT θα συλλέγει 15 φορές περισσότερο φως απ' ό,τι τα μεγαλύτερα οπτικά τηλεσκόπια που βρίσκονται σε λειτουργία σήμερα, ενώ η αναλυτική ισχύς του θα υπερβαίνει και αυτήν ακόμα του διαστημικού τηλεσκοπίου Χαμπλ.

Σε τι είδους όμως έρευνα θα χρησιμοποιηθεί το νέο τηλεσκόπιο; Κατ' αρχήν, τα δεδομένα που θα συλλέγει θα βοηθήσουν τους αστρονόμους να αντιμετωπίσουν ένα από τα μεγαλύτερα μυστήρια της σύγχρονης αστρονομίας: εάν δηλαδή, υπάρχουν «εκεί έξω» άλλοι πλανήτες ικανοί να φιλοξενούν κάποιο είδος ζωής. Το E-ELT θα έχει την δυνατότητα να ανιχνεύσει με έμμεσο τρόπο την ύπαρξη ενός εξωηλιακού πλανήτη, καταγράφοντας την ανεπαίσθητη βαρυτική ταλάντωση που προκαλεί η παρουσία του στο άστρο γύρω από το οποίο κινείται. Πολύ περισσότερο όμως, θα έχει την δυνατότητα να απεικονίσει άμεσα τους μεγαλύτερους και πλησιέστερους από αυτούς και, πιθανώς ακόμη και να προσδιορίσει την χημική σύνθεση της ατμόσφαιρας που τους περιβάλλει. Επί πλέον, τα επιστημονικά όργανα με τα οποία θα είναι εξοπλισμένο το E-ELT θα επιτρέψουν στους αστρονόμους να διερευνήσουν γενικότερα

τα πρώτα στάδια του σχηματισμού εξωηλιακών πλανητικών συστημάτων και να ανιχνεύσουν μόρια νερού και άλλων οργανικών ενώσεων στους πρωτοπλανητικούς δίσκους νεογέννητων άστρων, φέρνοντάς μας έτσι ένα ακόμη βήμα πιο κοντά στην απάντηση του ερωτήματος: «είμαστε μόνοι μας στο Σύμπαν»;

Το E-ELT θα έχει ακόμη την ικανότητα να διακρίνει μεμονωμένα άστρα ακόμη και σε γαλαξίες εκτός της Τοπικής μας Ομάδας γαλαξιών, γεγονός που θα επιτρέψει στους αστρονόμους να υπολογίσουν την χημική σύσταση, την μάζα και την ηλικία τους. Και δεν είναι μόνο αυτό. Η διεισδυτική ματιά του E-ELT θα μας ταξιδέψει τόσο πολύ πίσω στο χρόνο ώστε να μας επιτρέψει να ανασηκώσουμε το πέπλο που κρύβει την γένεση των πρώτων συμπαγών αντικειμένων του Σύμπαντος, των αρχέγονων δηλαδή άστρων και γαλαξιών, από τους οποίους σχηματίστηκαν με το πέρασμα του χρόνου οι γιγάντιες κοσμικές δομές που παρατηρούμε σήμερα.

Σήμερα γνωρίζουμε ότι το νεαρό Σύμπαν, για περίπου 380.000 χρόνια μετά τη γέννησή του, ήταν αδιαφανές στην ακτινοβολία. Όταν όμως άρχισαν εδώ κι εκεί να ανάβουν τα πρώτα άστρα ionίζοντας το αέριο υδρογόνο που τα περιέβαλλε, η «ομίχλη» άρχισε σιγά-σιγά να ανασηκώνεται και το Σύμπαν να αναδύεται δειλά-δειλά μέσα από τα σκοτεινά χρόνια του κοσμικού του μεσαίωνα. Πρόκειται για μια εποχή, για την οποία ακόμα αγνοούμε πολλά. Το E-ELT όμως, έχοντας την δυνατότητα να «παρακολουθήσει» τη κοσμική εξέλιξη αυτής της πρώτης γενιάς των άστρων και των γαλαξιών του Σύμπαντος, θα βοηθήσει τους αστρονόμους να διαλευκάνουν το τρόπο με τον οποίο αυτή η πρώτη «σπορά» εξελίχθηκε με τη πάροδο του κοσμικού χρόνου στις δομές μικρής και μεγάλης κλίμακας. Με τον τρόπο αυτό θα μας αποκαλύψει περισσότερα στοιχεία για τις φυσικές διεργασίες που διαμόρφωσαν το ορατό Σύμπαν.



Δύο ακόμη θεμελιώδη και αναπάντητα μέχρι σήμερα ερωτήματα τα οποία θα προσπαθήσουν να απαντήσουν οι αστρονόμοι με την βοήθεια των δεδομένων που θα συλλέγει το νέο τηλεσκόπιο, θα είναι και εκείνα που αφορούν στην φύση της σκοτεινής ύλης και της σκοτεινής ενέργειας του Σύμπαντος. Και επειδή όσο πιο μακριά κοιτάμε στο Σύμπαν τόσο πιο πίσω στο χρόνο βλέπουμε, το E-ELT ενδέχεται να «δει» τόσο πίσω και τόσο μακριά που ίσως να βοηθήσει τους επιστήμονες να αποφανθούν εάν οι Παγκόσμιες Σταθερές της Φύσης είναι όντως σταθερές ή εάν έχουν μεταβληθεί με το πέρασμα του χρόνου. Η θεμελιώδης αρχή στην οποία στηρίζονται οι περισσότερες από τις φυσικές θεωρίες, που έχουν διατυπωθεί μέχρι σήμερα, βασίζεται στην παραδοχή ότι οι Νόμοι της Φύσης παραμένουν αμετάβλητοι παντού και πάντα στο Σύμπαν.

Αν και είναι αλήθεια ότι κάποιοι επιστήμονες έχουν ήδη αρχίσει να αναπτύσσουν θεωρητικά πρότυπα, σύμφωνα με τα οποία οι φυσικοί νόμοι όντως μεταβάλλονται κατά την διάρκεια της εξέλιξης του Σύμπαντος, το ερώτημα αυτό, που τέθηκε για πρώτη φορά το 1937 από τον Βρετανό θεωρητικό φυσικό και κάτοχο του Νόμπελ φυσικής 1933 Paul Dirac, παραμένει μέχρι σήμερα αναπάντητο. Η πιθανή όμως επιβεβαίωση μιας τέτοιας μεταβλητότητας των παγκόσμιων σταθερών και, συνακόλουθα, των ίδιων των θεμελιωδών νόμων της Φύσης θα είναι τόσο συγκλονιστική και θα μεταβάλλει τόσο ριζικά τα όσα νομίζαμε ότι γνωρίζουμε για το Σύμπαν και την εξέλιξή του, ώστε να μπορεί να συγκριθεί μόνο με την επιστημονική επανάσταση που προκάλεσαν η θεωρία της σχετικότητας και η κβαντική φυσική.

Είναι αλήθεια βέβαια ότι η μεγάλη πλειοψηφία των επιστημόνων θεωρεί σήμερα απίθανο το ενδεχόμενο να μεταβάλλονται οι παγκόσμιες σταθερές, όσο συναρπαστικό και αν είναι κάτι τέτοιο. Μέσα, όμως, από τις προσπάθειές τους να βρουν την απάντηση στα μεγάλα και άλυτα μυστήρια της Φύσης αναδεικνύεται με τον καλύτερο τρόπο η πολυπλοκότητα και η ομορφιά της Αστρονομίας και της Κοσμολογίας, που δικαίως χαρακτηρίζονται ως οι πιο συναρπαστικές από όλες τις επιστήμες.



## Η Επόμενη Γενιά Τροχιακών Αστεροσκοπειών

Τα τελευταία μερικά χρόνια οι διάφορες διαστημοσυσκευές μας έχουν αποκαλύψει ότι το Σύμπαν διαφεντεύεται από μια πολύπλοκη σειρά φυσικών διαδικασιών: μια αέναη μεταστοιχείωση της ύλης από τα απλούστερα σε πιο σύνθετα χημικά στοιχεία με την σύγχρονη έκλυση ενέργειας στο εσωτερικό των άστρων. Συγχρόνως, διάφορα νέα και αινιγματικά αντικείμενα και φαινόμενα έρχονται στο φως χάρη στα επίγεια και διαστημικά μας τηλεσκόπια. Κι όμως, κάθε νέα ανακάλυψη μας οδηγεί σε νέα ερωτηματικά που χρειάζονται καινούργιες απαντήσεις. Απαντήσεις που περιμένουν να μας δοθούν από τις μελλοντικές διαστημοσυσκευές μας. Κοινός παρονομαστής των νέων αποστολών είναι η συνεχής προσπάθεια του ανθρώπου να σηκώσει το πέπλο της άγνοιάς του και να δώσει κάποια λύση στα αινίγματα που κρύβονται εκεί έξω.

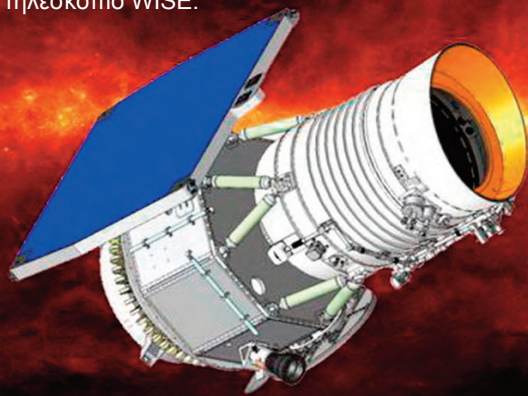
Ένα από τα νέα αυτά αστεροσκοπεία που έχει ήδη μελετήσει το Σύμπαν στο υπέρυθρο τμήμα του φάσματος είναι αμερικανικό και ονομάζεται WISE (Wide-field Infrared Survey Explorer). Εκτοξεύτηκε στις 14 Δεκεμβρίου 2009, τέθηκε σε πολική τροχιά γύρω από τον πλανήτη μας χαρτογραφώντας τις υπέρυθρες ακτινοβολίες που έρχονται από ολόκληρο τον ουρανό. Η ευαισθησία των οργάνων που διαθέτει είναι 500.000 φορές μεγαλύτερη από προηγούμενες χαρτογραφήσεις του υπέρυθρου Σύμπαντος. Μέχρι τον Οκτώβριο του 2010 το WISE ανακάλυψε 33.500 νέους αστεροειδείς και κομήτες, ενώ παρατήρησε περί τα 154.000 ουράνια σώματα του ηλιακού μας Συστήματος. Καθώς όμως τα ψυκτικά του υγρά τελείωναν και η χρηματοδότηση από την NASA στέρευε, αποφασίστηκε η επιμή-

κυνση της αποστολής του για έναν ακόμη μήνα και ίσως για 3.

Τα επόμενα διαστημικά αστεροσκοπεία ακτίνων Χ που επρόκειτο να τεθούν σε τροχιά ήταν τα XZEUS της ESA και το Constellation-X της NASA, το οποίο θα αποτελούνταν από τέσσερα διαφορετικά τηλεσκόπια ακτίνων Χ σε συνεργασία το ένα με το άλλο δημιουργώντας έτσι την ισχύ ενός γιγάντιου διαστημικού τηλεσκοπίου που θα έχει 100 φορές μεγαλύτερη ευαισθησία από όλα τα προηγούμενα διαστημικά τηλεσκόπια ακτίνων Χ. Στόχος των τηλεσκοπίων αυτών ήταν να μας αποκαλύψουν, μεταξύ των άλλων, την φύση της σκοτεινής ύλης και της σκοτεινής ενέργειας. Επί πλέον, οι έρευνες που θα πραγματοποιούσαν θα βοηθούσαν στην αποκάλυψη της εξελικτικής πορείας του Σύμπαντος, στην διαπίστωση του τρόπου με τον οποίο γεννήθηκαν οι γαλαξίες, στις διαδικασίες που συμβαίνουν γύρω από τις μαύρες τρύπες και στην περαιτέρω επαλήθευση της Θεωρίας της Σχετικότητας του Άλμπερτ Αϊνστάιν. Όπως αποφασίστηκε όμως το 2008, οι δύο αυτές αποστολές θα ενωθούν σε μία. Οι διαστημικές υπηρεσίες της Ευρώπης και της Ιαπωνίας σε συνεργασία με την NASA αποφάσισαν να συνεργαστούν για την κατασκευή του Διαστημικού Αστεροσκοπίου Ακτίνων Χ IXO (International X-ray Observatory), το οποίο αναμένεται να εκτοξευτεί το 2021.

Στην επαλήθευση ορισμένων προβλέψεων της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας στοχεύει, μεταξύ των άλλων, και μία άλλη συστοιχία διαστημοσυσκευών με την επωνυμία LISA (Laser Interferometer Space Antenna). Πρόκειται στην πραγματικότητα για μία γιγάντια διαστημική κεραία αποτελούμενη από 3 διαστημοσυσκευές, οι οποίες θα «πετούν» στο διάστημα σε σχηματισμό ισόπλευρου τριγώνου με μήκος πλευράς 5 εκατομμύρια km, με στόχο τον εντοπισμό των περίφημων βαρυτικών κυμάτων που προβλέπονται από την θεωρία του Αϊνστάιν. Οι δύο μεγάλες Διαστημικές Υπηρεσίες της Ευρώπης και της Αμερικής συνεργάζονται στις έρευνες της LISA που πιστεύεται ότι θα διευκρινίσουν μερικά από τα μεγαλύτερα ερωτηματικά που έχουμε σήμερα για το Σύμπαν: με ποιον τρόπο δημιουργήθηκε το Σύμπαν; υπάρχει αρχή και τέλος του χρόνου; υπάρχουν όρια στο Σύμπαν; και πολλά άλλα παρόμοια αινίγματα.

Το τηλεσκόπιο WISE.



Την φύση της σκοτεινής ενέργειας και της σκοτεινής ύλης, οι οποίες αποτελούν το 96% της ύλης και της ενέργειας από την οποία αποτελείται το Σύμπαν, έχει ως σκοπό να μελετήσει και η αποστολή του DUO (Dark Universe Observatory). Θα μελετηθεί επίσης ο ρυθμός δημιουργίας των γαλαξιακών σημών τα τελευταία 10 δισεκατομμύρια χρόνια, οι θερμοκρασίες που επικρατούν στο εσωτερικό των γαλαξιών, ενώ θα μπορέσει να εισχωρήσει 100 φορές βαθύτερα στον χώρο και τον χρόνο από οποιαδήποτε προηγούμενη αποστολή.

Όμως, δεν υπάρχουν πολλά προγράμματα με στόχο την εξερεύνηση του Σύμπαντος που να μπορούν να εξάψουν την ανθρώπινη φαντασία τόσο όσο η προσπάθεια ανακάλυψης κι άλλων πλανητών παρόμοιων με την Γη γύρω από κάποια άλλα άστρα του Γαλαξία μας. Πλανητών που αν διαθέτουν και τις κατάλληλες συνθήκες θα μπορούσαν να έχουν δημιουργήσει πάνω τους το θαυμαστό επίτευγμα της φύσης που ονομάζουμε ζωή. Φυσικά μέχρι το 1995 δεν είχαμε καμία απ' ευθείας ένδειξη για την ύπαρξη εξωηλιακών πλανητών έστω κι αν τα διάφορα αστροφυσικά μας μοντέλα για την γέννηση των άστρων μάς διαβεβαίωναν ότι οι πλανήτες του Ηλιακού μας Συστήματος δεν πρέπει να ήταν οι μοναδικοί πλανήτες στο Σύμπαν. Τα τελευταία πάντως δέκα χρόνια έχουμε ανακαλύψει πάνω από 500 περίπου πλανήτες.

Σήμερα 60 περίπου αστροσκοπεία και αστροφυσικά κέν-

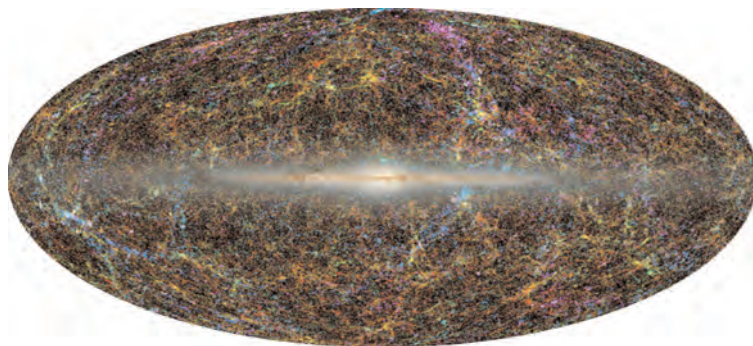
τρα σ' ολόκληρο τον κόσμο ασχολούνται, μεταξύ των άλλων, και με έρευνες για την ανακάλυψη εξωηλιακών πλανητών με την βοήθεια οργάνων στην επιφάνεια της Γης. Θα ήταν ουτοπικό φυσικά να υποθέσουμε ότι θα μπορούσαμε να πάρουμε θεαματικές φωτογραφίες τέτοιων άστρων από τόσο μακριά. Εν τούτοις, μπορούμε να ανακαλύψουμε εξωηλιακούς πλανήτες με την βοήθεια έμμεσων μεθόδων και οι οποίες βασίζονται στον εντοπισμό της επίδρασης που έχουν ο ή οι πλανήτες αυτοί πάνω στο μητρικό τους άστρο. Τέτοιου είδους εντοπισμός όμως είναι ιδιαίτερα δύσκολος γιατί απλούστατα απαιτείται τρομερή ακρίβεια στις μετρήσεις αυτές.

Στα χρόνια που έρχονται όμως όλο και πιο πολύ έμφαση θα δοθεί στις έρευνες που σχεδιάζουν να κάνουν διάφορες ειδικές διαστημοσυσσκευές, μερικές εκ των οποίων έχουν ως άμεσο στόχο τον εντοπισμό εξωηλιακών πλανητών και την μελέτη της σύστασής τους. Τέτοιου είδους έρευνες υπόσχονται να μας δώσουν απαντήσεις σε ερωτήματα για το κατά πόσο πλανήτες σαν την Γη μας υπάρχουν και κάπου αλλού στο Σύμπαν. Μία τέτοια αποστολή με την επωνυμία GEST (Galactic Exoplanet Survey Telescope) μελετάει την τοποθέτηση στο Διάστημα ενός τηλεσκοπίου με διάμετρο κατόπτρου 150 cm και μία κάμερα 1,3 δισεκατομμυρίων εικονοστοιχείων (pixels) για την μελέτη 200 εκατομμυρίων άστρων. Από την μελέτη αυτή υπολογίζεται ότι θα καταγραφούν 100 τουλάχιστον πλανήτες στο μέγεθος της Γης σε μια περίοδο 2,5 ετών.



Άλλες παρόμοιες αποστολές που βρίσκονται σε εξέλιξη περιλαμβάνουν και την διαστημοσυσκευή της NASA με το ακρώνυμο SIM (Space Interferometry Mission), η οποία δεν αναμένεται να εκτοξευτεί νωρίτερα από το 2017. Η διαστημοσυσκευή αυτή θα καταγράφει την θέση και την απόσταση των άστρων του Γαλαξία μας με ακρίβεια εκατοντάδες φορές μεγαλύτερη από τις μέχρι τώρα μετρήσεις μας. Με τον τρόπο αυτό θα μπορέσουμε να εντοπίσουμε πολλούς εξωηλιακούς πλανήτες, αλλά να απαντήσουμε επίσης και σε ερωτήσεις σχετικές με την ηλικία και το επακριβές μέγεθος του Σύμπαντος. Στην αποστολή αυτή θα μπορέσουμε να φωτογραφίσουμε και να μελετήσουμε τις συνθήκες που επικρατούν στους εξωηλιακούς πλανήτες, περιλαμβανομένου και του εντοπισμού πλανητών στους οποίους θα μπορούσε να έχει δημιουργηθεί ζωή.

Η Ευρώπη σχεδιάζει κι αυτή παρόμοιες αποστολές, όπως είναι η Γαία, η οποία υπολογίζεται να τοποθετηθεί στο Διάστημα το 2012 και σε απόσταση 1,5 εκατομμυρίου km από την Γη στη θέση Λαγκράνζ 2. Στην διάρκεια των πέντε ετών που θα διαρκέσει η αποστολή αυτή το Γαία θα κάνει μια λεπτομερή απογραφή της θέσης ενός δισεκατομμυρίου άστρων δημιουργώντας έτσι έναν επακριβή χάρτη του Γαλαξία μας. Καθένα από τα άστρα θα μελετηθεί 100 φορές για να καταγραφούν επακριβώς η απόστασή του, οι κινήσεις του και η αλλαγή της φωτεινότητάς του. Μ' αυτήν την απογραφή υπολογίζεται ότι κατά μέσον όρο κάθε ημέρα θα ανακαλύπτει 100 αστεροειδείς στο Ηλιακό μας Σύστημα, 30 νέα εξωηλιακά πλανητικά συστήματα, 50 εκρήξεις σουπερνόβα στους απόμακρους γαλαξίες, και 300 νέα κβάζαρ.

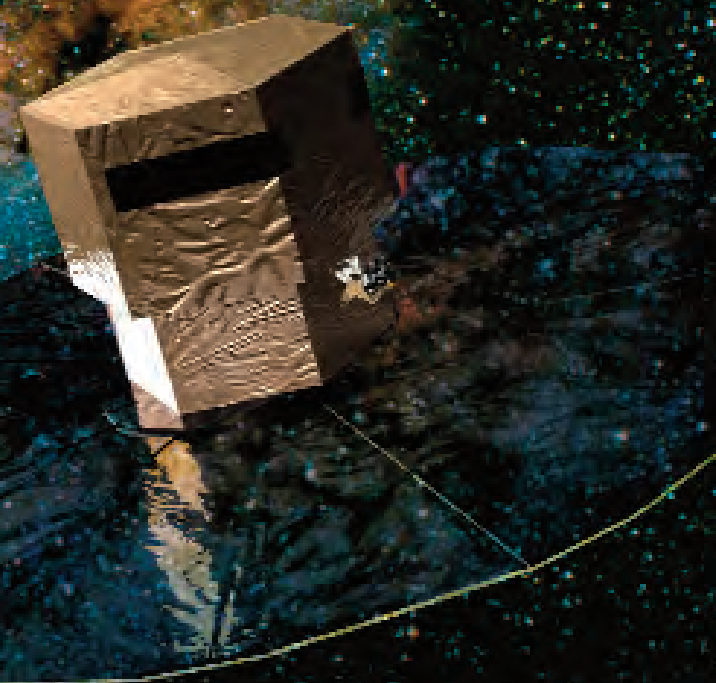


Χάρτης του ουρανού στο κοντινό υπέρυθρο  
2MASS/T. H. Jarrett, J. Carpenter, & R. Hurt).

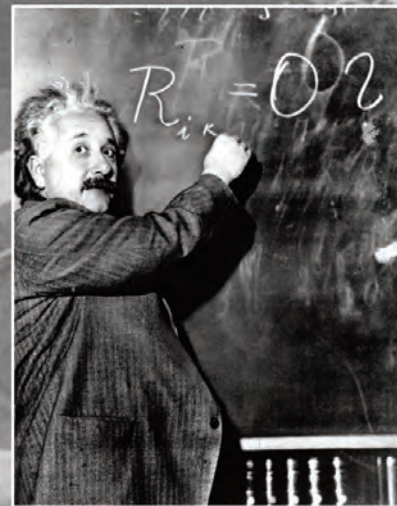


Μ' αυτόν τον ρυθμό στην διάρκεια της αποστολής το Γαία υπολογίζεται ότι θα ανακαλύψει συνολικά εκατοντάδες χιλιάδες νέα ουράνια αντικείμενα, όπως 10 εκατομμύρια γαλαξίες, 500.000 κβάζαρ, και δεκάδες χιλιάδες εξωηλιακούς πλανήτες. Με βάση την εμπειρία που μας έδωσε μια προηγούμενη διαστημοσυσκευή, ο Ίππαρχος, θα δημιουργηθεί ένας απίστευτα επακριβής τρισδιάστατος χάρτης ενός δισεκατομμυρίου αντικειμένων του Σύμπαντος, όπου θα καταγραφούν οι κινήσεις τους, η φωτεινότητά τους, η εξέλιξή τους, οι θερμοκρασίες τους, η βαρύτητά τους και η χημική τους σύσταση. Η ακρίβεια των μετρήσεων που θα γίνουν μπορεί να παρομοιαστεί με την μέτρηση του πάχους μιας ανθρώπινης τρίχας σε απόσταση 1.000 km.

Η αμερικανική NASA σχεδιάζει επίσης κι άλλου είδους αποστολές που θα εντοπίσουν πλέον πλανήτες σαν την Γη μας άμεσα κι όχι με έμμεσους τρόπους όπως θα γίνει στις αρχικές αποστολές. Αυτού του είδους οι αποστολές θα ακολουθήσουν αρκετά αργότερα, και σε συνεργασία με παρόμοια μελλοντικά ευρωπαϊκά προγράμματα ερευνών. Δυστυχώς όμως για τους αστρονόμους η δύσκολη οικονομική συγκυρία καθιστά αβέβαιη την υλοποίησή τους.



Ο Αϊνστάιν στο Αστεροσκοπείο Ουίλσον.



## Γουέμπ: Το Διαστημικό Τηλεσκόπιο Νέας Γενιάς

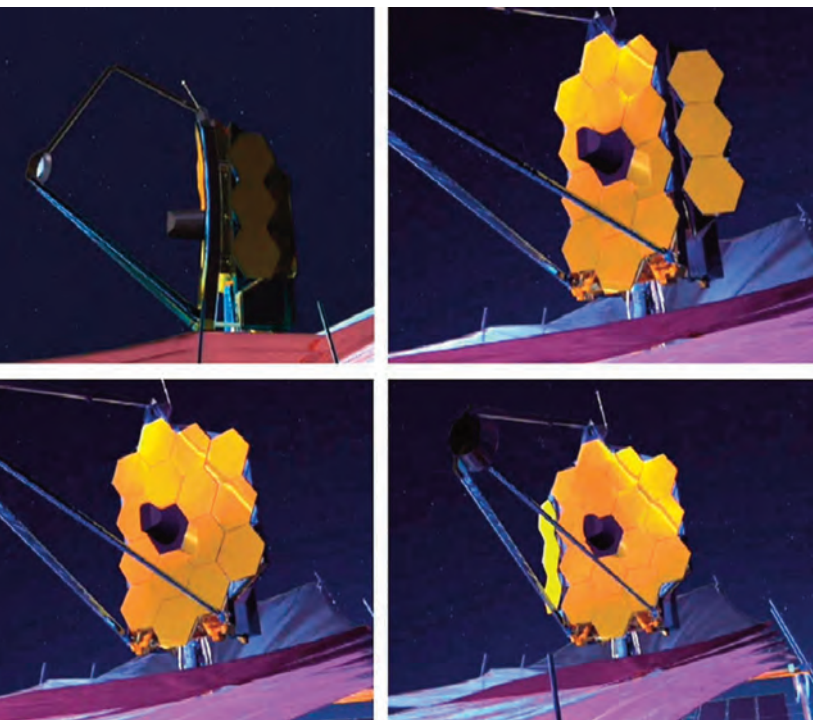
Τα τελευταία 20 περίπου χρόνια μας έδειξε τα όρια σχεδόν του Σύμπαντος, μας επιβεβαίωσε την ύπαρξη πολλών νέων αντικειμένων, όπως είναι για παράδειγμα οι μαύρες τρύπες, και μας διευκρίνισε τον τρόπο λειτουργίας πολλών από τα φαινόμενα που συμβαίνουν στο Σύμπαν. Οι δυνατότητες που έχει ακόμη και σήμερα μας διαβεβαιώνουν ότι θα μπορούσε να συνεχίσει με αυξανόμενο μάλιστα ρυθμό να μας αποκαλύπτει όλο και περισσότερα και νεότερα μυστικά και να διαλευκάνει πολύ περισσότερα αινίγματα του Σύμπαντος. Αναφερόμαστε φυσικά στο περίφημο Διαστημικό Τηλεσκόπιο Χαμπλ, το οποίο από τον Απρίλιο του 1990 μας έχει προσφέρει ανεκτίμητες υπηρεσίες στην προσπάθειά μας να κατανοήσουμε το Σύμπαν.

Το Χαμπλ, όμως, είναι καταδικασμένο να σταματήσει σύντομα την λειτουργία του. Γι' αυτό, εδώ και αρκετά χρόνια είχε αρχίσει να δημιουργείται η υποδομή για την κατασκευή και λειτουργία ενός νέου Διαστημικού Τηλεσκοπίου. Με την ονομασία *Διαστημικό Τηλεσκόπιο Γουέμπ* [από το όνομα του Τζέιμς Γουέμπ (1906-1992) που χρημάτισε Διευθυντής της NASA στην διάρκεια της προετοιμασίας του

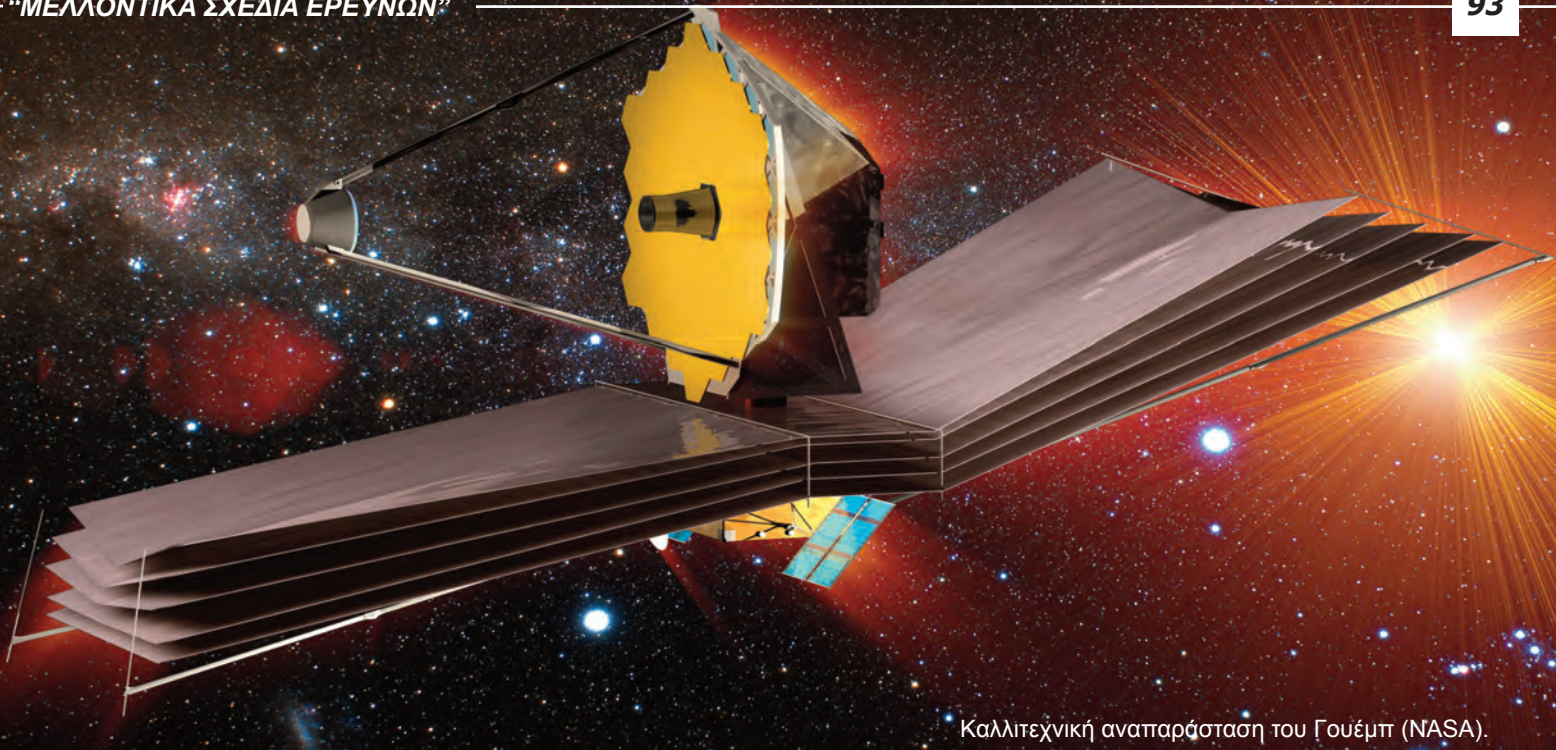
προγράμματος Απόλλων από το 1961 έως το 1968], το νέο γιγάντιο τηλεσκόπιο υπόσχεται να μας ανοίξει ένα νέο παράθυρο στο Σύμπαν. Δυστυχώς όμως, το κόστος αυτού του προγράμματος έχει ήδη υπερβεί κατά 4 φορές τον αρχικό προϋπολογισμό του. Παρόλα αυτά αναμένεται να εκτοξευτεί το 2015.

Η τροχιά, όμως, στην οποία θα τοποθετηθεί δεν μοιάζει καθόλου με αυτήν του Χαμπλ, το οποίο περιφέρεται γύρω από την Γη σε ύψος 550 km περίπου. Στην περίπτωση του Γουέμπ η τροχιά του είναι τελείως διαφορετική αφού πρόκειται να πάρει θέση στο σημείο Λαγκράνζ 2, σε απόσταση 1,5 εκατομμυρίου km από την Γη. Γι' αυτό άλλωστε μετά την εκτόξευσή του με έναν πύραυλο-φορέα Αριάν θα χρειαστεί τρεις περίπου μήνες για να φτάσει και να «παρκάρει» εκεί.

Η ευθύνη κατασκευής και λειτουργίας του Γουέμπ ανήκει στις διαστημικές υπηρεσίες της Αμερικής (NASA), της Ευρώπης (ESA) και του Καναδά (CSA) όπως συμβαίνει και με το Χαμπλ, και το όλο σύμπλεγμα του τηλεσκοπίου υπολογίζεται ότι θα έχει βάρος 6,2 τόνων, λίγο δηλαδή περισσότερο από το μισό βάρος του Χαμπλ. Το κύριο κάτοπτρο του θα αποτελείται από 18 εξάγωνα τεμάχια με συνολική διάμετρο 6 m περίπου, θα έχει δηλαδή 2,5 φορές μεγαλύτερη διάμετρο και έξι φορές μεγαλύτερη επιφάνεια από το Χαμπλ. Το γεγονός αυτό θα δίνει στο Γουέμπ μεγαλύτερες δυνατότητες συγκέντρωσης της ακτινοβολίας που έρχεται από το Σύμπαν. Επί πλέον, οι φωτογραφικές μηχανές του θα αποτυπώνουν τις οπτικές και υπέρυθρες ακτινοβολίες με μεγαλύτερη ευκρίνεια, ενώ τα όργανα που θα διαθέτει θα είναι ανώτερης ποιότητας των οργάνων του Χαμπλ, επιτρέποντάς του έτσι να κάνει πολύ καλύτερες παρατηρήσεις διαφόρων αντικειμένων σε αποστάσεις δισεκατομμυρίων ετών φωτός.



Το κύριο κάτοπτρο του Γουέμπ θα αποτελείται από 18 εξάγωνα τμήματα (NASA).



Καλλιτεχνική αναπαράσταση του Γουέμπ (NASA).

Η διακριτική ικανότητα του Γουέμπ θα είναι τόσο μεγάλη, ώστε θα μπορεί να φωτογραφίζει μία μπάλα ποδοσφαίρου σε απόσταση 550 km με αποτέλεσμα να διακρίνει άστρα μέχρι και 100 φορές πιο αμυδρά από αυτά που βλέπει το Χαμπλ, και δέκα δισεκατομμύρια φορές πιο αμυδρά από αυτά που βλέπουμε με γυμνό μάτι. Η διακριτική του ικανότητα το κάνει να είναι ένας ιδανικός παρατηρητής στην ανακάλυψη και μελέτη των πρώτων άστρων και γαλαξιών που δημιουργήθηκαν μετά την Μεγάλη Έκρηξη που γέννησε το Σύμπαν, στην διερεύνηση της εξέλιξης των γαλαξιών, στην παραγωγή των χημικών στοιχείων στα άστρα, καθώς και στον υπολογισμό της δομής (γεωμετρίας) που έχει το Σύμπαν και της διανομής της σκοτεινής ύλης σ' αυτό.

Σήμερα γνωρίζουμε ότι όλα τα «ορατά» υλικά αντικείμενα που βλέπουμε δεν αποτελούν παρά το 4% μόνο όσων αποτελούν το Σύμπαν. Το 23% αποτελείται από την σκοτεινή ύλη (που δεν γνωρίζουμε ακόμη τι μπορεί να είναι), και το 73% από την σκοτεινή ενέργεια, ένα είδος απωσι-

κής δύναμης, το ίδιο κι αυτή άγνωστη σε 'μας, που εδώ και επτά δισεκατομμύρια χρόνια κάνει το Σύμπαν να διαστέλλεται όλο και πιο γρήγορα. Οι έρευνες που θα κάνει το Γουέμπ ελπίζουμε να μας βοηθήσουν στην κατανόηση όλων αυτών των μέχρι τώρα ακατανόητων δεδομένων και στην μεγαλύτερη προσέγγιση της πραγματικότητας που κρύβεται εκεί έξω.

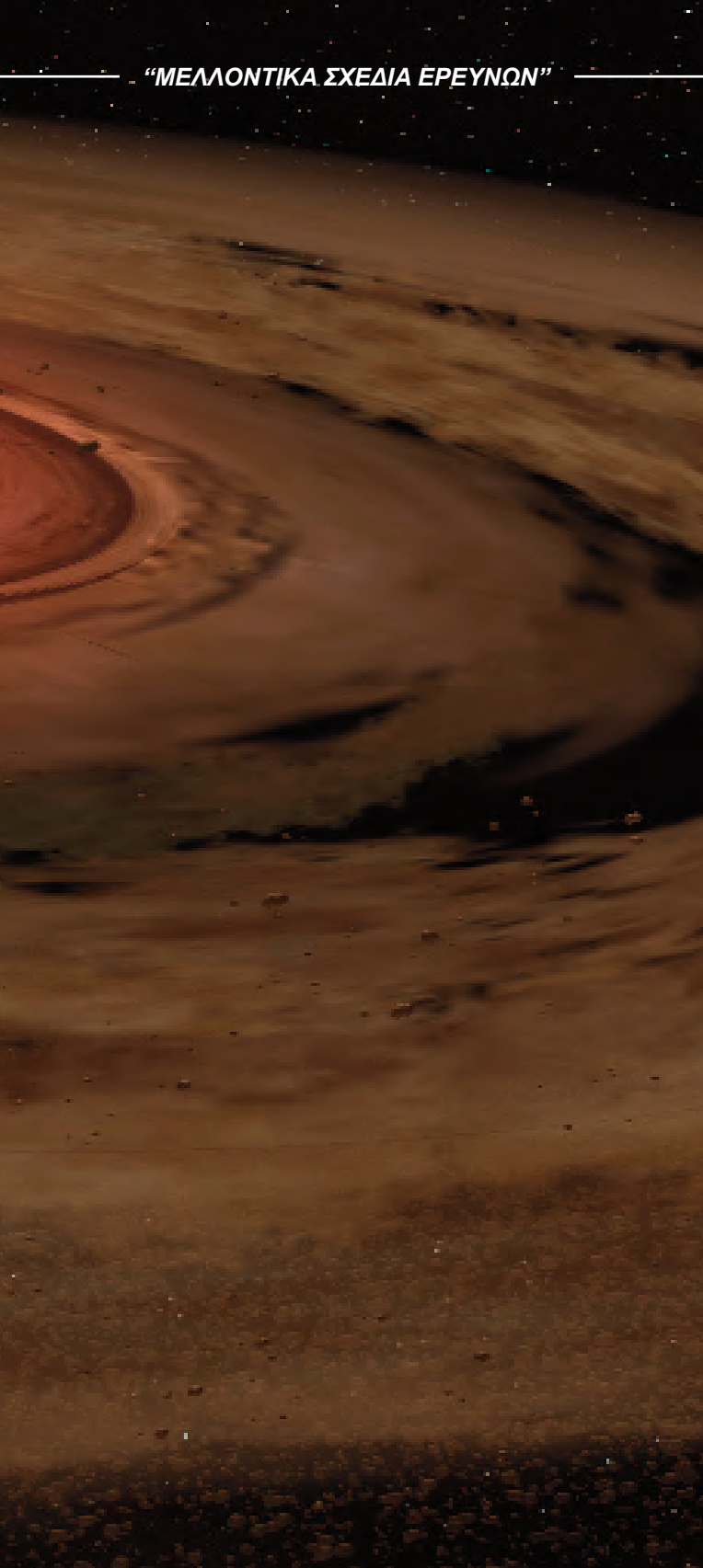
Οι μέχρι σήμερα έρευνες μας έχουν αποκαλύψει επίσης ότι η ηλικία του Σύμπαντος είναι 13,73 δισεκατομμύρια χρόνια, συν ή πλην 1%! Εντόπισαν επίσης και τον χρόνο της δημιουργίας των πρώτων άστρων που υπολογίζεται ότι πρέπει να γεννήθηκαν 200 μόλις εκατομμύρια χρόνια μετά την γέννηση του Σύμπαντος, 500 δηλαδή εκατομμύρια χρόνια νωρίτερα απ' ό,τι νομίζαμε μέχρι πρόσφατα! Με την βοήθεια του Γουέμπ ελπίζουμε να δούμε πλέον με τα ίδια μας τα μάτια όλες αυτές τις εκτιμήσεις που αναμένεται να μας εντυπωσιάσουν πολύ περισσότερο από τις μέχρι τώρα σπουδαίες ανακαλύψεις που έκανε το Χαμπλ με τις πάνω από 100.000 φωτογραφίες που μας έχει στείλει.

Ένας από τους στόχους του «Γουέμπ» είναι να ανακαλύψει επίσης την ύπαρξη αντικειμένων τα οποία θα ταίριαζαν στις θεωρητικές μας υποθέσεις για την γέννηση και την εξέλιξη των άστρων και των γαλαξιών. Με τη βοήθειά του θα δούμε πιο καθαρά την δημιουργία των πρωτοπλανητικών δίσκων αερίων και σκόνης μέσα στους οποίους γεννιούνται τα άστρα. Σε ορισμένες μάλιστα περιπτώσεις οι φωτογραφίες θα μας επιτρέψουν να υπολογίσουμε ακόμη και την ταχύτητα με την οποία εκτοξεύονται τα υλικά των πιδάκων αστρογένεσης.

Κι άλλα, όμως, άστρα φαίνονται να περιβάλλονται από διάφορους δίσκους υλικών που προέρχονται από εκτοξεύσεις υλικών του ισημερινού τους. Γιατί όταν σε άστρα σαν τον Ήλιο πλησιάζει το τέλος της ζωής τους ο πυρήνας τους συρρικνώνεται με αποτέλεσμα την αύξηση της εσωτερικής τους θερμοκρασίας. Μ' αυτόν τον τρόπο τα εξωτερικά τους στρώματα αερίων διαστέλλονται και έτσι ένα τέτοιο άστρο μετατρέπεται σε κόκκινο γίγαντα. Η ισορροπία της εσωτερικής πίεσης και της εξωτερικής βαρύτητας των αερίων του διαταράσσεται με αποτέλεσμα την εκτόξευση ενός κελύφους αερίων αποκαλύπτοντάς μας έτσι τον λευκό υπέρθερμο πυρήνα του. Τα αποχωριζόμενα αέρια σχηματίζουν ένα συνεχώς διαστελλόμενο «πλανητικό νεφέλωμα» που σηματοδοτεί τον επιθανάτιο ρόγχο του άστρου. Ο άσπρος νάνος που παραμένει στο κέντρο είναι τόσο πυκνός ώστε ένα κουταλάκι από τα υλικά του θα ζύγιζε όσο δέκα ελέφαντες. Το Γουέμπ πρόκειται να καταγράψει τις εικόνες αρκετών τέτοιων πλανητικών νεφελωμάτων, καθένα από τα οποία θα μας δώσει σπουδαίες πληροφορίες για την μοίρα του Ήλιου μας.



Με το Γουέμπ θα διευρύνουμε τις γνώσεις μας και για τους μηχανισμούς δημιουργίας πλανητικών συστημάτων (NASA).



Σε άστρα, όμως, με μάζα πολλαπλάσια του Ήλιου, οι επιθανάτιες διαδικασίες τους είναι πολύ πιο βίαιες. Καθώς η εσωτερική πίεση ενός τέτοιου άστρου συνεχώς αυξάνει, συμβαίνει μια κατακλυσμιαία κατάρρευση του πυρήνα και το άστρο εκρήγνυται σπέρνοντας το Διάστημα με βαρέα χημικά στοιχεία. Στο κέντρο του νεφελώματος που αφήνουν πίσω τους τέτοιου είδους αστρικές εκρήξεις υπάρχει ένα γοργά περιστρεφόμενο μικροσκοπικό άστρο νετρονίων (που ονομάζεται και πάλσαρ) πιο πυκνό ακόμη και από τους άστρους νάνους.

Ο θάνατος τέλος ακόμη πιο γιγάντιων άστρων καταλήγει σ' ένα απειροελάχιστο σημείο του χωροχρόνου, σε μια μοναδικότητα ή ανωμαλία, όπως ονομάζεται, όπου ολόκληρη η μάζα του άστρου καταρρέει σε ένα σημείο άπειρης πυκνότητας. Έτσι ένα καταρρέον άστρο μπορεί να καμπυλώσει τον χωροχρόνο γύρω του τόσο ριζοσπαστικά ώστε να τον αναγκάσει να διπλωθεί γύρω του εμποδίζοντας οτιδήποτε, ακόμη και το φως, από το να δραπετεύσει. Σχηματίζεται δηλαδή μια μαύρη τρύπα.

Στις απόμακρες δηλαδή περιοχές του Σύμπαντος αντιμετωπίζουμε τον κύκλο της ζωής των άστρων. Μπορεί να πρόκειται για περιόδους που εκτείνονται σε εκατομμύρια ή και σε δισεκατομμύρια ακόμη χρόνια, είναι όμως κι αυτός ένας κύκλος ζωής όπως ο ανθρώπινος. Κι αυτόν τον κοσμικό κύκλο ζωής των άστρων μπορούμε σήμερα να αποκρυπτογραφήσουμε χάρη στη λειτουργία των σύγχρονων οργάνων έρευνας, όπως είναι τα Διαστημικά Τηλεσκόπια Χαμπλ και Γουέμπ. Γιατί τα τηλεσκόπια αυτά είναι μέρος της συνεχιζόμενης αναζήτησής μας να κατανοήσουμε καλύτερα το Σύμπαν. Οι φωτογραφίες που αναμένονται είναι βέβαιο ότι θα αποτυπώνουν την απέραντη ομορφιά του Σύμπαντος, επιβεβαιώνοντας το γεγονός ότι οι ανακαλύψεις που έχουμε κάνει μέχρι σήμερα δεν είναι παρά απλές ενδείξεις όλων όσων θαυμαστών πρόκειται να μάθουμε στο μέλλον για 'μας και τον κόσμο που μας περιβάλλει.



## Το Σύμπαν του CERN

Οι βασικές ερωτήσεις που κάνει ο σύγχρονος φυσικός στην προσπάθειά του να κατανοήσει από τι είναι φτιαγμένο το Σύμπαν, από πού ερχόμαστε, πού πάμε και γιατί υπάρχουμε, είναι ερωτήσεις που κάναμε όλοι μας όταν ήμασταν παιδιά. Όσο μεγαλώνουμε, όμως, οι περισσότεροι από μάς ξεχνάν αυτό του είδους τις ερωτήσεις, αν και δεν τις έχουμε απαντήσει. Οι φυσικοί, όμως, όχι μόνο δεν τις ξε-

χνούν, αλλά αντίθετα κάνουν τα αδύνατα δυνατά για να μας δώσουν όλο και πιο συγκεκριμένες απαντήσεις. Σ’ αυτή, λοιπόν, την προσπάθεια τα πειράματα στο CERN, στο Ευρωπαϊκό Εργαστήριο Σωματιδιακής Φυσικής, βοηθούν ιδιαίτερα. Γιατί η πειραματική και η θεωρητική έρευνα που διεξάγεται εκεί, δείχνει το δρόμο για την κατεύθυνση που θα πάρει η έρευνα στη φυσική στα επόμενα χρόνια.

Αεροφωτογραφία του CERN.



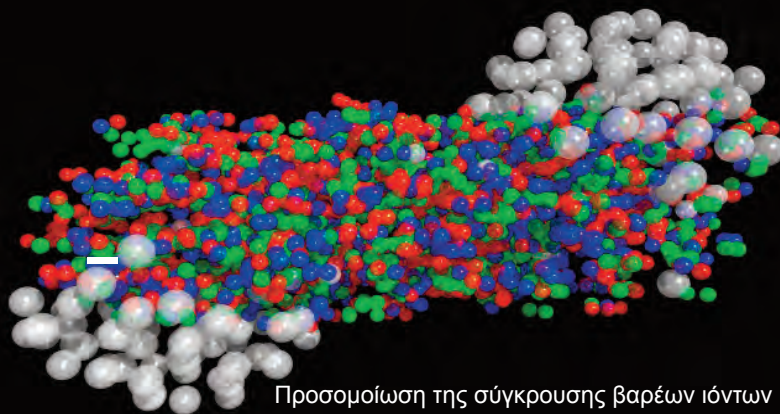
Σε βάθος 100 m περίπου κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και στις διάφορες πειραματικές διατάξεις του μεγάλου επιταχυντή αδρονίων (LHC) του CERN μπορούμε να δούμε το Σύμπαν να ξαναγεννιέται, όχι μία αλλά 30 εκατομμύρια φορές κάθε δευτερόλεπτο και επί χρόνια! Ο τεράστιος κυκλικός επιταχυντής LHC με μήκος 27 km, αποτελείται από χιλιάδες χιλιόμετρα καλωδιώσεων, χιλιάδες ηλεκτρομαγνήτες και ερευνητικές συσκευές με δεκάδες δισεκατομμύρια τρανζίστορ. Επί πλέον 128 τόνοι υγρού ηλίου κρατούν την θερμοκρασία των υπεραγωγίμων μαγνητών στους 1,8 βαθμούς πάνω από το απόλυτο μηδέν, θερμοκρασία δηλαδή -271 °C. Στον LHC οι ροές των σωματιδίων επιταχύνονται σχεδόν στην ταχύτητα του φωτός, εκτελούν δηλαδή περίπου 11.200 βόλτες γύρω από τον κυκλικό επιταχυντή κάθε δευτερόλεπτο!

Για να επιτευχθούν οι τεράστιες αυτές ταχύτητες το κενό στους σωλήνες ροής είναι παρόμοιο με αυτό που επικρατεί σε υψόμετρο 1.000 km πάνω από την επιφάνεια της Γης για να αποφευχθούν οι συγκρούσεις των πρωτονίων με μόρια αέρα, ενώ η πίεση που επικρατεί είναι 760 φορές μικρότερη από την ατμοσφαιρική πίεση που επικρατεί στην επιφάνεια της θάλασσας. Όταν φτάσουν την επιθυμητή ταχύτητα οι ροές των πρωτονίων κατευθύνονται προς έναν από τους ανιχνευτές του LHC για να συγκρουστούν με αντίθετα κινούμενες ροές σωματιδίων στα έγκατά του παράγοντας στιγμιαία τεράστια ποσά ενέργειας που φτάνουν μέχρι και τα 14 τρισεκατομμύρια ηλεκτρονιοβόλτ (TeV). Η θερμοκρασία δηλαδή που δημιουργείται στιγμιαία φτάνει τα περίπου 162.000 τρισεκατομμύρια °C, 10,8 δισεκατομμύρια φορές μεγαλύτερη θερμοκρασία απ' αυτήν που επικρατεί στον πυρήνα του Ήλιου.

Μέρος της ενέργειας αυτής μετατρέπεται σε ύλη σύμφωνα με την περίφημη εξίσωση του Αϊνστάιν ( $E=mc^2$ ), ενώ όσο πιο μεγάλη είναι η ενέργεια που επιτυγχάνεται στις συσκευές αυτές τόσο πιο κοντά φτάνουμε στις θερμοκρασίες που επικρατούσαν τις πρώτες στιγμές της γέννησης του Σύμπαντος και στα διάφορα φαινόμενα που εξελίσσονταν την εποχή εκείνη. Μερικά από τα σωματίδια που δημιουρ-

γούνται στις συγκρούσεις του LHC σε ένα απειροελάχιστο κλάσμα του δευτερολέπτου διασπώνται σε ελαφρύτερα σωματίδια και ορισμένα εξ αυτών διασπώνται ακόμη πιο πολύ. Οι διαδικασίες αυτές των διασπάσεων δημιουργούν χαρακτηριστικές «υπογραφές» που αποκαλύπτουν τα είδη των σωματιδίων τα οποία εμφανίζονται. Οι υπογραφές αυτές, όμως, θα πρέπει να είναι ολοκληρωμένες, να περιλαμβάνουν δηλαδή όλα τα επί μέρους σωματίδια που δημιουργήθηκαν από μία σύγκρουση και να μετρηθούν όλες οι ιδιότητές τους.

Τα διάφορα μέρη των ανιχνευτών μπορούν να εντοπίσουν τα είδη των σωματιδίων που δημιουργούνται κατά την σύγκρουση, την ενέργεια και την διεύθυνσή τους, και καταγράφονται στους ειδικούς υπολογιστές. Από την επεξεργασία των στοιχείων αυτών οι ειδικοί ερευνητές μπορούν να βγάλουν συμπεράσματα για την δομή της ύλης. Για παράδειγμα, στην περίπτωση ενός από τους τέσσερις κύριους ανιχνευτές, που ονομάζεται Άτλας, θα έχουμε ένα δισεκατομμύριο συγκρούσεις κάθε δευτερόλεπτο και υπολογίζεται ότι μία στις δέκα εκατομμύρια συγκρούσεις μπορεί να υποδηλώνει κάποιο νέο φαινόμενο. Κι αν όλα πάνε όπως έχουν σχεδιαστεί τότε θα έχουμε κατορθώσει να αποτυπώσουμε στις ειδικές συσκευές τα χνάρια των συνθηκών που επικρατούσαν στις πρώτες απειροελάχιστες στιγμές της δημιουργίας πριν από 13,73 δισεκατομμύρια χρόνια.

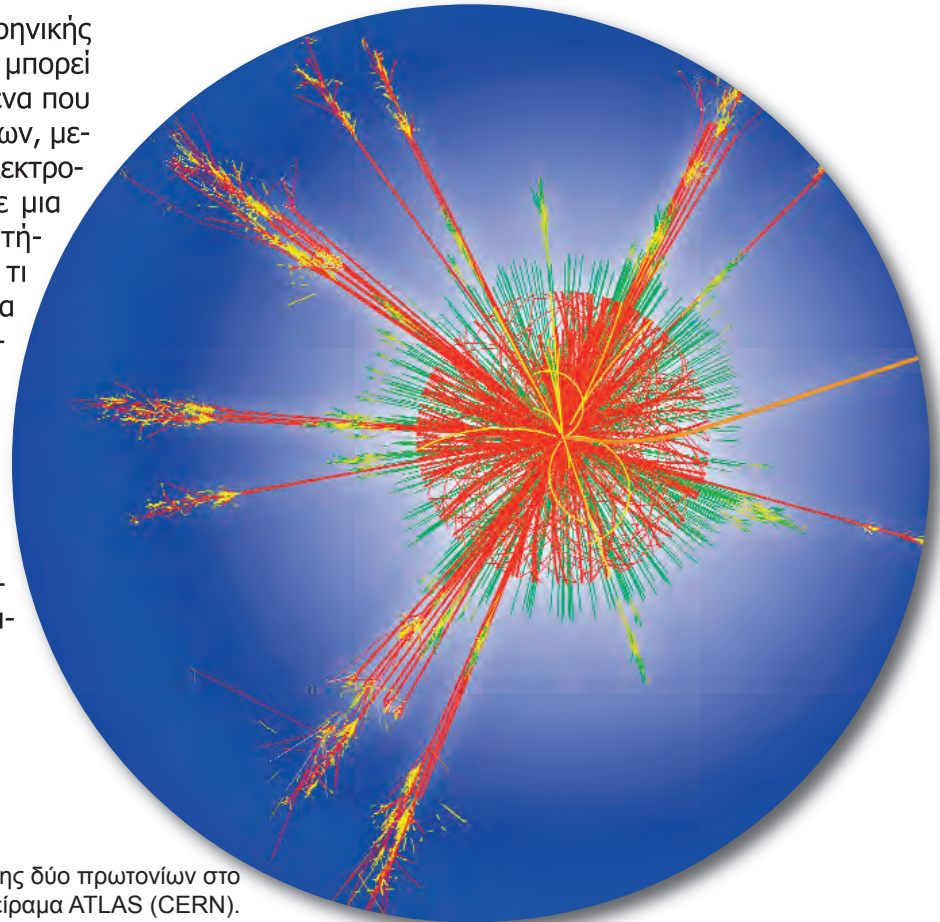


Προσομοίωση της σύγκρουσης βαρέων ιόντων μολύβδου (CERN).

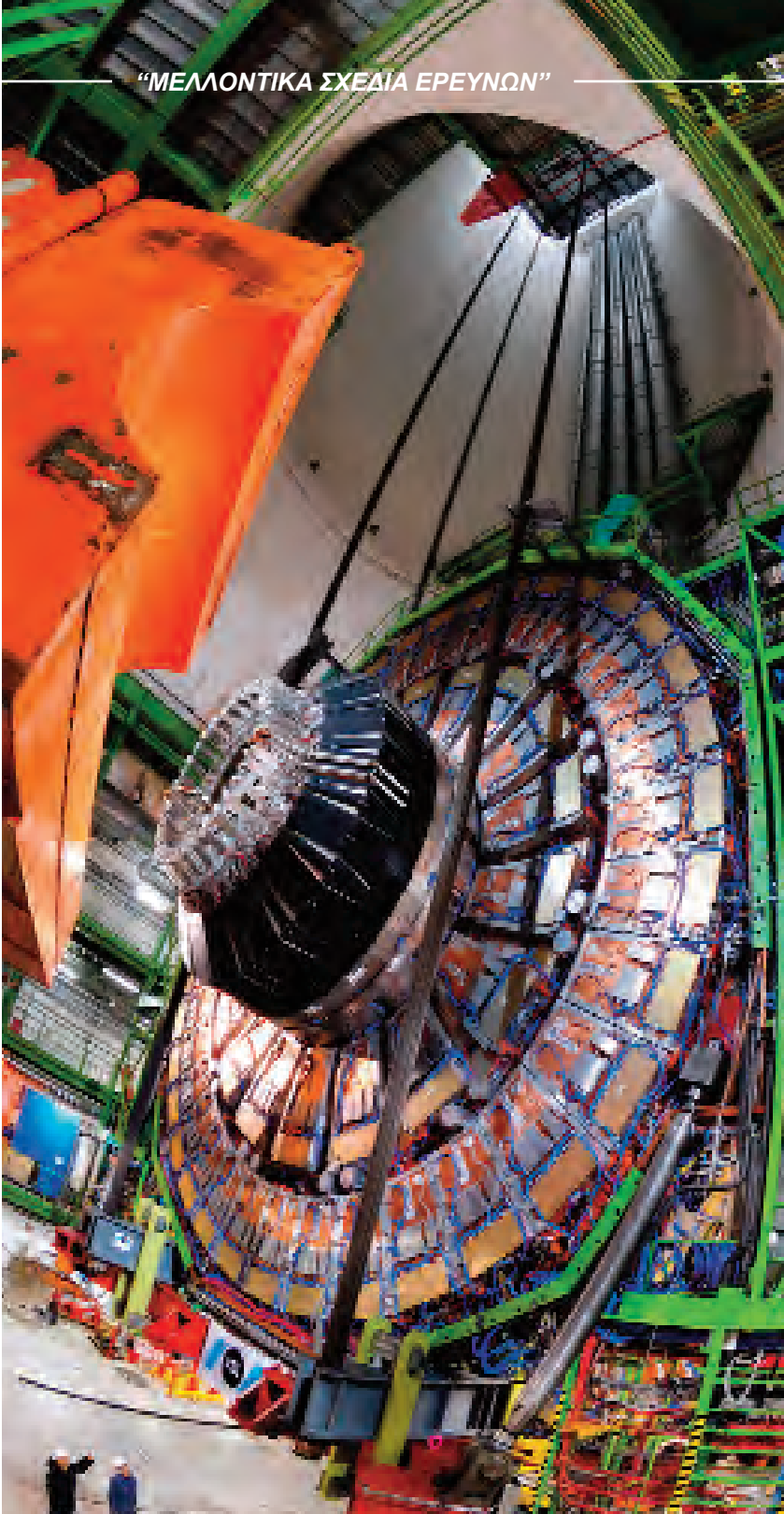
Στο όλο κόστος συμμετέχουν οι ευρωπαϊκές κυρίως χώρες με την Γερμανία, την Αγγλία και την Γαλλία να συνεισφέρουν πάνω από το ήμισυ των 6 δισεκατομμυρίων ευρώ που κόστισε η πειραματική αυτή συσκευή (όσο δηλαδή κι ένα αεροπλανοφόρο). Με τα πειράματα όμως του CERN συνεχίζεται η «περιπέτεια ιδεών» της επιστήμης που ξεκίνησε με τα πειράματα που έκανε ο Έρνεστ Ράδερφορντ πριν από 100 χρόνια. Τα πειράματα αυτά μας οδήγησαν στην διαπίστωση ότι η μεγαλύτερη ποσότητα της μάζας ενός ατόμου είναι συγκεντρωμένη στον πυρήνα του, και η οποία μας έχει αναγκάσει να οδηγηθούμε στις σύγχρονες υποθέσεις μιας «νέας φυσικής» όπου όλα τα θεμελιώδη σωματίδια ίσως να είναι απλές χορδές ενέργειας, ότι ίσως το Σύμπαν να περιλαμβάνει περισσότερες διαστάσεις από αυτές που γνωρίζουμε, κι ότι ίσως να υπάρχουν και άλλων ειδών σωματίδια που δεν έχουμε μέχρι τώρα ανακαλύψει.

Σήμερα, το θεωρητικό μοντέλο της σύγχρονης Πυρηνικής Φυσικής, που ονομάζεται *Καθιερωμένο Πρότυπο*, μπορεί να εξηγήσει και να προβλέψει αναρίθμητα φαινόμενα που παρατηρούνται στον μικρόκοσμο. Μεταξύ των άλλων, μεγάλη επιτυχία του θεωρείται και η ενοποίηση της ηλεκτρομαγνητικής και της ασθενούς αλληλεπίδρασης σε μια ηλεκτρασθενή θεωρία. Υπάρχουν, όμως, και ερωτήματα που παραμένουν αναπάντητα ακόμη: από τι αποτελείται η σκοτεινή ύλη και η σκοτεινή ενέργεια που αποτελούν το 96% των συστατικών του Σύμπαντος; Γιατί υπάρχουν μόνο τρεις οικογένειες σωματιδίων; Εάν η ύλη και η αντιύλη δημιουργούνται πάντα σε ίσες ποσότητες, πού πήγε η αντιύλη που θα πρέπει να δημιουργήθηκε αμέσως μετά την Μεγάλη Έκρηξη; Οι θεωρητικές προσεγγίσεις για την απάντηση τέτοιων ερωτημάτων έχουν ήδη αρχίσει και η συμβολή του LHC στην πειραματική επαλήθευση των προσεγγίσεων αυτών αναμένεται με ιδιαίτερο ενδιαφέρον στα χρόνια που έρχονται.

Οι περισσότεροι ερευνητές, πάντως, υπολογίζουν ότι στα πειράματα αυτά θα μπορούσαμε να εντοπίσουμε πολύ σύντομα το Μποζόνιο Χιγκς, που είχε θεωρητικά προταθεί ότι υπάρχει το 1964 από τον Σκωτσέζο φυσικό Πήτερ Χιγκς, και το οποίο ο Λέον Λέντερμαν (Βραβείο Νόμπελ Φυσικής 1988) έχει βαφτίσει *σωματίδιο του Θεού*. Σύμφωνα με το Καθιερωμένο Πρότυπο μας λείπει να ανακαλύψουμε το σημαντικό αυτό σωματίδιο που είναι φορέας ενός νέου είδους πεδίου, που ονομάζεται *πεδίο Χιγκς*, και το οποίο είναι διάχυτο στο Σύμπαν. Χωρίς το πεδίο Χιγκς τίποτα στο Σύμπαν δεν θα είχε μάζα, αφού η ύπαρξη του πεδίου αυτού δίνει σε όλα τα άλλα σωματίδια την μάζα τους. Το πεδίο αυτό μπορεί να παρομοιαστεί με μια παχύρρευστη «θάλασσα», μέσα στην οποία «κολυμπάνε» όλα τα σωματίδια, και ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο «κολυμπάνε» παίρνουν και την δεδομένη μάζα του είδους τους.



Προσομοίωση της σύγκρουσης δύο πρωτονίων στο πείραμα ATLAS (CERN).



Ο γιγάντιος ανιχνευτής CMS στην διάρκεια της συναρμολόγησής του (CERN).

Η μάζα του σωματιδίου Χίγκς αναμενόταν μέχρι σχετικά πρόσφατα να είναι από 120 έως 210 φορές μεγαλύτερη από την μάζα που έχει το πρωτόνιο. Οι τελευταίες μάλιστα μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο Αμερικανικό κέντρο πυρηνικών ερευνών Fermilab περιορίζουν τις πιθανές τιμές για την μάζα του ακόμη περισσότερο. Η ενέργεια όμως που θα επιτυγχάνεται στον LHC είναι αρκετά μεγάλη όχι μόνο για τον εντοπισμό του Χίγκς αλλά και για τον εντοπισμό των σωματιδίων της σκοτεινής ύλης, την έρευνα για την ύπαρξη πολλαπλών διαστάσεων που προβλέπεται από την θεωρία των υπερχορδών, και ίσως και για την δημιουργία μίνι μαύρων τρυπών, οι οποίες εξαυλώνονται σε κλάσματα του δευτερολέπτου. Έχει επίσης προταθεί ότι κάποιο πεδίο σαν αυτό του Χίγκς θα μπορούσε να ήταν η αιτία της πληθωριστικής διαστολής του πρώιμου Σύμπαντος στο πρώτο τρισεκατομμυριοστό, του τρισεκατομμυριοστού του πρώτου δευτερολέπτου, και ίσως να κρύβει επίσης και το μυστικό της σκοτεινής ενέργειας που κάνει το Σύμπαν να διαστέλλεται επιταχυνόμενο τα τελευταία επτά δισεκατομμύρια χρόνια.

Ίσως ο LHC να μπορέσει επίσης να μας βοηθήσει και στο βασικό πρόβλημα που προσπαθούμε να επιλύσουμε σχετικά με την ενοποίηση των θεμελιωδών δυνάμεων της φύσης, δηλαδή με τις ίδιες απλές εξισώσεις να μπορούμε να εξηγήσουμε όλα τα φαινόμενα, τόσο του μικρόκοσμου όσο και του Σύμπαντος. Το πρώτο βήμα προς αυτήν την κατεύθυνση θα είναι ο εντοπισμός των σωματιδίων που προβλέπονται από την θεωρία της υπερσυμμετρίας, η οποία ενοποιεί τις ισχυρές, τις ασθενείς και τις ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις. Αλλά το πιο σημαντικό απ' όλα ίσως είναι ότι τα πειράματα του LHC θα μας δώσουν λύσεις σε προβλήματα που δεν έχουμε ούτε καν φανταστεί ότι υπάρχουν και σε ερωτήματα που δεν έχουμε ακόμη διατυπώσει. Αυτά κι άλλα πολλά «παράξενα» στοιχεία ελπίζουν οι επιστήμονες να ανακαλυφτούν σύντομα με την λειτουργία του LHC και των Ανιχνευτών του.

# Παραρτήματα

## Ο NESTOR της Πύλου και τα Νετρίνα

Τα τελευταία 15 περίπου χρόνια η Ελλάδα έχει βάλει ως στόχο την διεκδίκηση του επόμενου βραβείου Νόμπελ που θα απονεμηθεί για την Αστρονομία των Νετρίνων με την λειτουργία ενός υπερσύγχρονου και πρωτοποριακού ερευνητικού έργου με την ονομασία NESTOR (Neutrino Extended Submarine Telescope with Oceanographic Research). Από το 2003 το NESTOR λειτουργεί ως μέρος του Ινστιτούτου Αστροσωματιδιακής Φυσικής του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, με διευθυντή του τον καθηγητή του Πανεπιστημίου Αθηνών Λεωνίδα Ρεσβάνη. Η λειτουργία του Ινστιτούτου καταδεικνύει την θέληση της χώρας μας να αποτελέσει, στα αμέσως επόμενα χρόνια, το επίκεντρο της παγκόσμιας επιστημονικής πρωτοπορίας στην εφαρμογή της Αστρονομίας νετρίνων, διεκδικώντας την πόντιση του υποβρύχιου Τηλεσκοπίου Νετρίνων διαστάσεων Κυβικού Χιλιομέτρου (KM3NeT) 48 χιλιόμετρα ανοιχτά της Πύλου.

Έξω από την Σφακτηρία υπάρχει μια μεγάλη πεδιάδα σε βάθος 3.000 m, λίγο πέρα κάτω μια άλλη 4.500 m και λίγο πιο πέρα το φρέαρ των Οινουσών με βάθος 5.200 m, που είναι το βαθύτερο σημείο της Μεσογείου. Σ' αυτές τις περιοχές γίνεται προσπάθεια να αποκαλυφθούν τα μυστικά του Σύμπαντος, από το Ινστιτούτο NESTOR, με την πόντιση εκεί του πιο «παράξενου τηλεσκοπίου». Πρόκειται για το περίφημο τηλεσκόπιο νετρίνων το οποίο θα αποτελείται από 50 περίπου δωδεκαόροφους «πύργους», με συνολικό ύψος μεγαλύτερο από τον πύργο του Άιφελ και σε απόσταση 150 m μεταξύ τους. Το δάπεδο κάθε ορόφου θα έχει σχήμα εξαγώνου με ευαίσθητους φωτοπολλαπλασιαστές στην κάθε του γωνία, που θα ανιχνεύσουν τη φωτεινή λάμψη (ακτινοβολία Τσερένκοβ) όταν κάποιο νετρίνο αλληλεπιδράσει με τα άτομα του νερού της θάλασσας. Στο κέντρο του εξαγώνου μία σφαίρα από τιτάνιο θα περικλείει τα πολύπλοκα ηλεκτρονικά του πειράματος που θα δέχονται τα σήματα των ανιχνευτών και με ένα καλώδιο οπτικών ινών πρωτοποριακής τεχνολογίας θα μεταδίδονται στην στεριά. Ήδη η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει κατ' αρχήν εγκρίνει την πόντιση στην Μεσόγειο του KM3NeT, ωστόσο, εκτός από την Ελλάδα, υπάρχουν δύο ακόμα διεκδικητές: η Ιτα-

λία στην περιοχή του Κάπο Πασέρο νότια από την Κατάνια της Σικελίας (NEMO), και η Γαλλία στην θαλάσσια περιοχή ανοιχτά της Τουλόν (ANTARES). Η τελική επιλογή της περιοχής θα γίνει από το αρμόδιο συμβούλιο υπουργών Ανταγωνιστικότητας της Ε.Ε..

Η εξελικτική πορεία της αναζήτησης των νετρίνων ξεκίνησε (όπως συμβαίνει συνήθως στην επιστημονική έρευνα), με την θεωρητική πρόβλεψη της ύπαρξής τους το 1930 από τον Αυστριακό φυσικό Wolfgang Pauli (1900-1958), αφού σε όλες τις παρατηρήσεις που είχαν γίνει σε ισότοπα που απέβαλαν ένα ή περισσότερα ηλεκτρόνια καταμετρήθηκε μια ποσότητα «χαμένης ενέργειας». Σύμφωνα όμως με τον νόμο της διατήρησης της ενέργειας, κάτι τέτοιο είναι απαράδεκτο. Γι' αυτό ο Pauli πρότεινε ότι η χαμένη αυτή ενέργεια μεταφερόταν από κάποιο «αόρατο» μέχρι τότε σωματίδιο που δεν διέθετε καμιά παρατηρήσιμη ιδιότητα. Ένα τέτοιο σωματίδιο αντιδρά με την ύλη τόσο αδύναμα, ώστε αν μια ροή αυτών των σωματιδίων περνούσε μέσα από έναν ωκεανό νερού πάχους 160 ετών φωτός (1.500 τρισεκατομμύρια km) θα σταματούσαν τα μισά μόνον απ' αυτά. Χωρίς ηλεκτρικό φορτίο, και χωρίς οποιαδήποτε υπολογίσιμη μάζα το θεωρητικό σωματίδιο του Pauli ήταν «ένα τίποτα που όμως ήταν κάτι». Ένα κάτι που έτρεχε με την ταχύτητα του φωτός και μετέφερε την ως τότε χαμένη ενέργεια των πυρηνικών αντιδράσεων.

Όταν το 1932 ανακαλύφθηκε το ουδέτερο νετρίνιο, ο Ιταλός φυσικός Enrico Fermi ( 1901-1954 ) πρότεινε το ουδέτερο σωματίδιο του Pauli να ονομαστεί neutrino (νετρίνο) που στα Ιταλικά σημαίνει «μικρό νετρίνιο». Μ' αυτόν τον τρόπο το σωματίδιο-φάντασμα απέκτησε ένα όνομα, αλλά χρειάστηκε να περάσουν πάνω από δύο δεκαετίες για να αποκτήσει και παρατηρήσιμη υπόσταση. Η παρατήρηση έγινε τελικά το 1956 από τους Αμερικανούς φυσικούς Clyde L. Cowan Jr. και Frederick Reines, οι οποίοι τοποθέτησαν τις πειραματικές τους συσκευές δίπλα σ' έναν πυρηνικό αντιδραστήρα που εξέπεμπε μια πυκνότερη ροή αντινετρίνων. Το πείραμα πέτυχε, και η ύπαρξη του αόρατου σωματιδίου είχε πλέον αποδειχτεί.

Την ίδια περίοδο ο καθηγητής Raymond Davis Jr. είχε τοποθετήσει μια δική του συσκευή συλλογής νετρίνων σε ένα εγκαταλελειμμένο ορυχείο χρυσού στην Νότια Ντακότα, 1.500 m κάτω από το έδαφος. Η τεράστια αυτή δεξαμενή ήταν γεμάτη με 100.000 γαλόνια ενός υγρού που χρησιμοποιείται στον καθαρισμό των ρούχων και περιλαμβάνει το χημικό στοιχείο χλώριο. Σύμφωνα με τους υπολογισμούς του Davis το χλώριο κι ένα από τα νετρίνα που προέρχονται από τον Ήλιο θα μπορούσαν να σχηματίσουν ένα ραδιενεργό άτομο του χημικού στοιχείου αργόν μια φορά στο τόσο, αφού τα νετρίνα δεν αντιδρούν εύκολα με τίποτα. Μ' αυτήν λοιπόν την συσκευή ο Davis κατόρθωσε στα επόμενα 15 χρόνια να συγκεντρώσει συνολικά 2.000 άτομα αργόν. Η εργασία αυτή οδήγησε τον Davis στο Βραβείο Νόμπελ Φυσικής του 2002.

Τα πειράματα του Davis στην δεκαετία του '60 επιβεβαίωσαν ότι ο Ήλιος παράγει νετρίνα, με την διαφορά ότι η καταμετρηθείσα ποσότητα ήταν το ένα τρίτο της ποσότητας που προέβλεπε η θεωρία. Το αίνιγμα αυτό των ηλιακών νετρίνων έδωσε την ευκαιρία σε άλλους επιστήμονες να μελετήσουν το πρόβλημα σε διάφορα πειράματα. Μεταξύ των πειραμάτων αυτών είναι και του, επίσης βραβευθέντα με το Νόμπελ Φυσικής 2002, Ιάπωνα καθηγητή Masatoshi Koshiha, αρχικά αυτά που έκανε σε τεράστιες δεξαμενές με την ονομασία Καμιοκάντε και αργότερα τα πειράματα του Σούπερ Καμιοκάντε. Οι δεξαμενές αυτές είναι εκτεταμένες πειραματικές συσκευές περιστοιχισμένες από φωτοευαίσθητους ανιχνευτές που μεταξύ των άλλων έχουν ως σκοπό τον εντοπισμό των μικροσκοπικών αυτών σωματιδίων της ύλης. Η τοποθέτησή τους σε υπόγεια σπήλαια έγινε για να προστατεύονται από τον συνεχή καταγίγισμό των κοσμικών ακτίνων.

Όταν ένα από τα επερχόμενα νετρίνα συγκρουστεί μ' ένα από τα ηλεκτρόνια των ατόμων που αποτελούν τα μόρια του νερού, το επιταχύνει και το αναγκάζει να εκπέμψει μία γαλαζωπή ανταύγεια που ονομάζεται ακτινοβολία Τσερένκοβ. Συγχρόνως όταν ένα αντινετρίνο ηλεκτρονίου αντιδράσει μ' ένα πρωτόνιο του νερού σχηματίζει ένα νετρόνιο και

ένα ενεργοποιημένο ποζιτρόνιο που εκπέμπει το ίδιο είδος ακτινοβολίας. Μ' αυτόν τον τρόπο οι φωτοπολλαπλασιαστές των δεξαμενών συλλαμβάνουν την εμφάνιση της ακτινοβολίας και με χιλιάδες καλωδιώσεις μεταφέρουν την παρατήρηση στους κεντρικούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές, όπου καταγράφεται σε ειδικές μαγνητοταινίες. Τέτοιου είδους «συσκευές» είναι αυτό που αποκαλούμε σήμερα «τηλεσκόπια» νετρίνων.

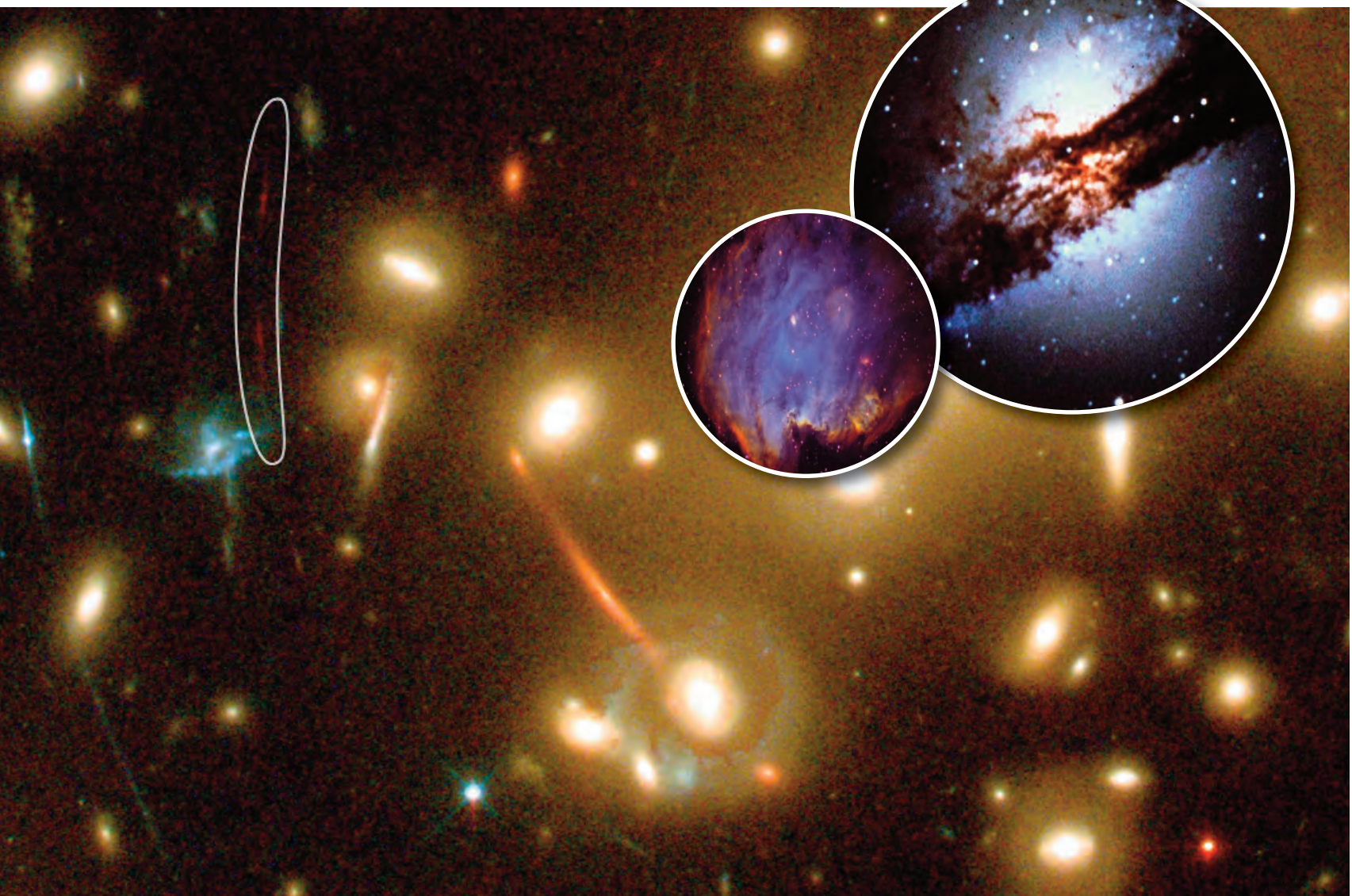
Έκτοτε η μελέτη των νετρίνων μας αποκάλυψε ότι υπάρχουν τρία είδη νετρίνων (σε ζεύγη ύλης και αντιύλης). Το πρώτο από τα τρία ζεύγη νετρίνων είναι συνδεδεμένο με τα ηλεκτρόνια, το δεύτερο με τα μίονια, και το τρίτο με τα σωματίδια ταυ. Τα τελευταία 15 περίπου χρόνια πέντε τουλάχιστον διαφορετικά πειράματα στην Ιαπωνία, την Αμερική, τον Καναδά, την Ρωσία και την Ιταλία ανακάλυψαν ότι τα νετρίνα έχουν την δυνατότητα να αλλάζουν «μορφή» μεταξύ των τριών ειδών τους και σ' αυτό το γεγονός οφειλόταν και η παρατηρηθείσα αρχικά «έλλειψη» των ηλιακών νετρίνων. Το 2001, μάλιστα, πειράματα που έγιναν στο Sudbury Neutrino Observatory απέδειξαν ότι τα ηλιακά νετρίνα στον δρόμο τους προς τις πειραματικές συσκευές της Γης «μεταμορφώνονται» σε άλλα είδη νετρίνων, όπως ακριβώς προέβλεπε και η θεωρία των Ρώσων επιστημόνων Bruno Pontecorvo και Vladimir Gribov που είχαν διατυπώσει από το 1969.

Τα νετρίνα δεν παρεμποδίζονται σχεδόν από τίποτα. Διασχίζουν άστρα, πλανήτες και τρισεκατομμύρια τρισεκατομμυρίων χιλιόμετρα διαστρικών νεφελωμάτων χωρίς να συγκρουστούν με τίποτα. Έτσι τα τρισεκατομμύρια τρισεκατομμυρίων νετρίνο που έφτασαν μέχρι τον πλανήτη μας, από την σουπερνόβα έκρηξη του SN1987-A, τον Φεβρουάριο του 1987 στον γειτονικό μας γαλαξία Μεγάλο Νέφος του Μαγγελάνου, διέσχισαν όλο το πάχος της Γης μας συνεχίζοντας ακάθεκτα το δρόμο τους στο Διάστημα. Από τα αναρίθμητα αυτά νετρίνα, η δεξαμενή στο Οχάιο κατέγραψε 8, ενώ άλλα 11 κατέγραψε η δεξαμενή της Ιαπωνίας. Ένα σύνολο 19 μόνο νετρίνων από τα εκατοντάδες τρισεκατομμύρια που πέρασαν από τις δύο δεξαμενές.

Στην συσκευή της Ιαπωνίας η εμφάνιση των 11 νετρίνων και αντινετρίνων καταγράφηκε σε μία περίοδο 13 sec, ενώ στην συσκευή του Οχάιο τα 8 νετρίνα κατεγράφησαν σε διάστημα 6 sec. Έτσι όταν οι μαγνητοταινίες αυτές εξετάστηκαν αργότερα, οι 19 καταγραφές εντόπισαν την στιγμή της έκρηξης και επιβεβαίωσαν τα θεωρητικά μας μοντέλα που προέβλεπαν ότι η κατάρρευση των σουπερνόβα δημιουργεί άστρα νετρονίων, καθώς επίσης και την ακριβή θερμοκρασία που επικρατεί στο κέντρο της έκρηξης.

Η προσπάθεια του τηλεσκοπίου νετρίνων NESTOR είναι μέρος της συνεχιζόμενης αναζήτησής μας να κατανοή-

σουμε το Σύμπαν. Οι έρευνες που θα κάνει και οι ανακαλύψεις που αναμένονται δεν θα είναι παρά απλές ενδείξεις όλων όσων μπορούμε να μάθουμε για το Σύμπαν. Γιατί όπως τόσο χαρακτηριστικά λέει και ο κ. Ρεσβάνης «προσπαθούμε να ανοίξουμε ένα καινούργιο παράθυρο, και να κοιτάξουμε σε μια γειτονιά του Σύμπαντος που ποτέ κανείς έως τώρα δεν είχε την δυνατότητα να κοιτάξει». Τα «μάτια» του NESTOR θα είναι τα μάτια ολόκληρης της ανθρωπότητας: αιώνες ονείρων, δεκαετίες σχεδιασμών και μια υπερσύγχρονη τεχνολογική προσπάθεια θα επιτρέψουν, ελπίζουμε, σ' όλα αυτά τα όνειρα να γίνουν πραγματικότητα.



## Σύντομο Χρονικό

- 1609** – Το τηλεσκόπιο του Γαλιλαίου
- 1611** – Ο Κέπλερ προτείνει αλλαγές στην τοποθέτηση των φακών
- 1667** – Ίδρυση του Αστεροσκοπείου των Παρισίων (πρώτο)
- 1668** – Κατασκευή του κατοπτρικού τηλεσκοπίου του Νεύτωνα
- 1673** – Το μεγάλο τηλεσκόπιο Machina Coelestis του Γιόχαν Εβέλιου
- 1675** – Ίδρυση του Αστεροσκοπείου Γκρήνουϊτς στο Λονδίνο
- 1684** – Το μεγάλο τηλεσκόπιο Astroscorium Compendiaria του Κριστιαν Χόιχενς
- 1789** – Το μεγάλο κατοπτρικό τηλεσκόπιο (12,2 m) του Γουίλιαμ Χέρσελ
- 1842** – Ίδρυση του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών
- 1844** – Ίδρυση του πρώτου αμερικανικού Αστεροσκοπείου στο Χάρβαρντ
- 1845** – Το κατοπτρικό τηλεσκόπιο Λεβιάθαν του Πάρσονσταουν
- 1850** – Η πρώτη φωτογράφιση ενός άστρου (Βέγας στο Χάρβαρντ)
- 1858** – Η πρώτη φωτογράφιση κομήτη (Ντονάτι)
- 1894** – Ίδρυση του Αστεροσκοπείου Λόουελ στην Αριζόνα
- 1897** – Αποπεράτωση Αστεροσκοπείου Γιέρκς
- 1905** – Ίδρυση του Αστεροσκοπείου στο όρος Γουίλσον
- 1917** – Αποπεράτωση του κατοπτρικού τηλεσκοπίου των 2,54 m στο όρος Γουίλσον
- 1931** – Πρώτη παρατήρηση ραδιοκυμάτων από τον Γιάνσκι
- 1948** – Αποπεράτωση του κατοπτρικού τηλεσκοπίου των 5 m στο όρος Γουίλσον
- 1961** – Αποπεράτωση του ραδιοτηλεσκοπίου των 64 m στο Παρκς της Αυστραλίας
- 1976** – Αποπεράτωση του κατοπτρικού τηλεσκοπίου των 6 m στην Ρωσία
- 1989** – Το τηλεσκόπιο Νέας Τεχνολογίας (NTT) στην Χιλή (ESO)
- 1990** – Εγκατάσταση σε τροχιά του Διαστημικού Τηλεσκοπίου Χαμπλ
- 1992** – Αποπεράτωση του τηλεσκοπίου Κεκ I των 10 m στη Χαβάη
- 1997** – Έναρξη εγκατάστασης του τετραπλού τηλεσκοπίου VLT στην Χιλή (ESO)
- 1999** – Εγκατάσταση σε τροχιά του Διαστημικού Τηλεσκοπίου ακτίνων Χ Τσάντρα
- 2001** – Ολοκλήρωση εγκατάστασης των ραδιοτηλεσκοπίων VLT
- 2001** – Εκτόξευση του δορυφόρου WMAP
- 2003** – Εκτόξευση του διαστημικού αστεροσκοπείου Σπίτζερ
- 2006** – Εκτόξευση του διαστημικού ανιχνευτή εξωπλανητών COROT
- 2009** – Ταυτόχρονη εκτόξευση των διαστημικών αστεροσκοπίων Χέρσελ και Πλανκ



## Τα Μεγαλύτερα Επίγεια Τηλεσκόπια και Ραδιοτηλεσκόπια

### ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΑ

Όνομα	Αστεροσκοπείο	Διάμ. m.	Λειτουργ.
Μεγάλο Τηλεσκόπιο Καναρίων	Λα Πάλμα, Κανάριοι Νήσοι	10,4	2009
Κέκ Ι	Μόνα Κέα, Χαβάη	9,8	1991
Κεκ ΙΙ	Μόνα Κέα, Χαβάη	9,8	1996
VLT (4 X 8,2 m.)	Ευρωπαϊκό Νότιο Αστεροσκοπείο, Παρανάλ, Χιλή	16,4	2001
SALT (South African Large Telescope)	Νότιος Αφρική	9,2	2005
Χόμπυ-Εμπερλυ Φασματοσκοπικό	Μακ Ντόναλντ, Όρος Φοουκς, Τέξας	9,2	1997
Large Binocular Telescope	Μάουντ Γκράχαμ, Αριζόνα	2x8,4	1997
Σουμπαρού	Εθνικό Αστεροσκοπείο Ιαπωνίας, Μόνα Κέα, Χαβάη	8,3	1999
VLT 1 (Antu)	Ευρωπαϊκό Νότιο Αστεροσκοπείο, Παρανάλ, Χιλή	8,2	1998
VLT 2 (Kueyen)	Ευρωπαϊκό Νότιο Αστεροσκοπείο, Παρανάλ, Χιλή	8,2	1999
VLT 3 (Melipal)	Ευρωπαϊκό Νότιο Αστεροσκοπείο, Παρανάλ, Χιλή	8,2	2000
VLT 4	Ευρωπαϊκό Νότιο Αστεροσκοπείο, Παρανάλ, Χιλή	8,2	2001
Τζέμινι Βορρά	Μόνα Κέα, Χαβάη	8,1	1999
Τζέμινι Νότου	Χιλή	8,1	2001
Πολλαπλών Κατόπτρων MMT	Όρος Χόπκινς, Αριζόνα	6,5	1994
Μαγγελάνος Ι	Λας Καμπάνιας, Χιλή	6,5	2000
Μαγγελάνος ΙΙ	Λας Καμπάνιας, Χιλή	6,5	2002
LZT	Βρετανική Κολομβία Καναδά	6,1	2003
Μπαλσόι	Ζελενσκάγια, Ρωσία	6,0	1976

## ΡΑΔΙΟΤΗΛΕΣΚΟΠΙΑ

Όνομα	Διάμ. m.	Εγκαταστ.
Arecibo Observatory (NSF-Cornell)	305	Πόρτο Ρίκο
ATCA	6 X 22 m.	Αυστραλία
Effelsberg Radio Observatory (Max Planck Institute)	100	Γερμανία
Green Bank Telescope (1999)	100	Δ. Βιργινία
LMT	50	Μεξικό
Millimeter Array	36 X 6 m	Χιλή
NRAO Very Large Array	27 X 25 m.	Νέο Μεξικό
Jodrell Bank (Nuffield Radio Astronomy Laboratory)	76	Αγγλία
Parkes Radio Telescope	64	Αυστραλία
Very Long Baseline Array	10 X 25 m.	ΗΠΑ



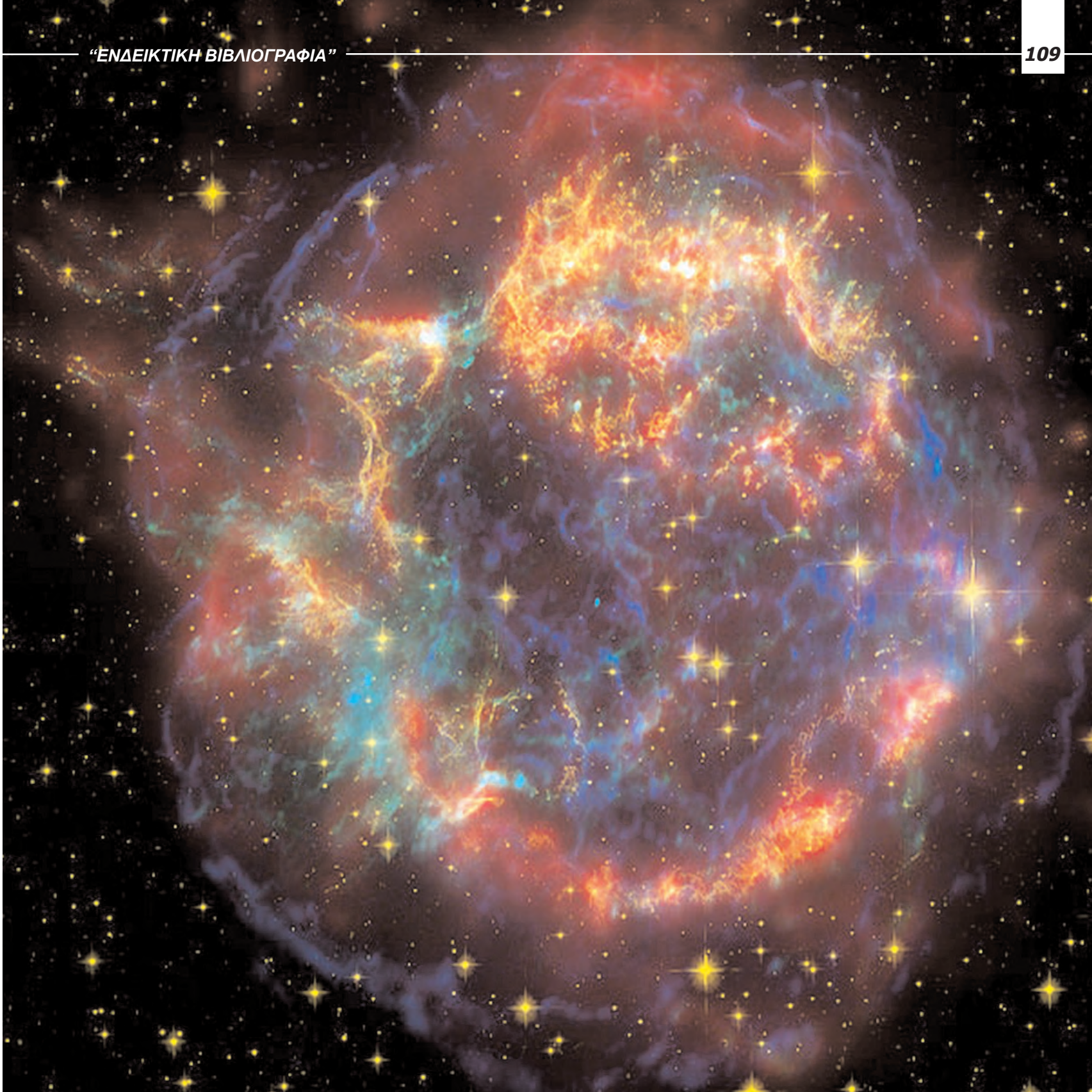
## Τα Κυριότερα Διαστημικά Αστεροσκοπεία

Όνομα	Συμμετέχουσες Χώρες	Μήκος Κύματος	Εκτόξευση
SAS-1 (Uhuru)	ΗΠΑ	Ακτίνες Χ	1970
ΟΑΟ-3 Κοπέρνικος	ΗΠΑ	Υπεριώδες	1972
SAS-2	ΗΠΑ	Ακτίνες γ	1972
SAS-3	ΗΠΑ	Ακτίνες Χ	1975
HEAO-1	ΗΠΑ	Ακτίνες Χ	1977
IUE	ΗΠΑ - Ευρώπη	Υπεριώδες	1978
HEAO-2 Einstein	ΗΠΑ	Ακτίνες Χ	1978
HEAO-3	ΗΠΑ	Ακτίνες γ	1979
EXOSAT	Ευρώπη	Ακτίνες Χ	1983
IRAS	Ολλανδία-Αγγλία-ΗΠΑ	Υπέρυθρο	1983
GINGA	Ιαπωνία	Ακτίνες Χ	1987
COBE	ΗΠΑ	Μικροκύματα	1989
HIPPARCOS	Ευρώπη	Οπτικό	1989
GRO Compton	ΗΠΑ (G.O.)	Ακτίνες γ	1991
GAMMA	Ρωσία	Ακτίνες γ	1990
HUBBLE	ΗΠΑ – Ευρώπη (GO)	Οπτικό, Υπεριώδες	1990
ROSAT	Γερμανία, ΗΠΑ	Ακτίνες Χ	1990
SOHO	Ευρώπη	Ήλιος	1995
EUVE	ΗΠΑ	Υπεριώδες	1992

Όνομα	Συμμετέχουσες Χώρες	Μήκος Κύματος	Εκτόξευση
ASCA	Ιαπωνία	Ακτίνες Χ	1993
ASTRO-D	Ιαπωνία, ΗΠΑ	Ακτίνες Χ	1993
ISO	Ευρώπη	Υπέρυθρο	1995
RXTE	ΗΠΑ	Ακτίνες Χ	1995
XTE	ΗΠΑ	Ακτίνες Χ	1996
AXAF-Chandra	ΗΠΑ (G.O.)	Ακτίνες Χ	1999
FUSE	ΗΠΑ, Ευρώπη	Υπεριώδες	1999
XMM-Newton	Ευρώπη	Ακτίνες Χ	1999
SOFIA	ΗΠΑ	Υπέρυθρο	2000
WMAP	ΗΠΑ	Μικροκύματα	2001
INTEGRAL	Ευρώπη-ΗΠΑ-Ρωσία	Ακτίνες γ	2002
GALEX	ΗΠΑ	Υπεριώδες	2003
SIRTF-SPITZER	ΗΠΑ (G.O.)	Υπέρυθρο	2003
SWIFT	ΗΠΑ	Ακτίνες Χ & γ, υπεριώδες	2004
COROT	Γαλλία-Ευρώπη	Εξωγήινοι πλανήτες	2006
KEPLER	ΗΠΑ	Εξωγήινοι πλανήτες	2009
HERSCHEL	Ευρώπη	Υπέρυθρο	2009
PLANCK	Ευρώπη	Μικροκύματα	2009
WISE	ΗΠΑ	Υπέρυθρο	2009

## Ενδεικτική Βιβλιογραφία

- Cesarsky, Catherine, *Η περιπέτεια του σύμπαντος από τον Γαλιλαίο ως σήμερα*, Αθήνα: Δημοσιογραφικός Οργανισμός Λαμπράκη / Ελευθεροτυπία, [2009].
- Charles, Philip A. και Seward, Frederick D., *Exploring the X-ray universe*, Cambridge: Cambridge University Press, 1995.
- Christensen, Lars Lindberg, Fosbury, R. A. E. και Hurt, Robert, *Hidden universe*, Weinheim, Germany: Wiley / VCH, 2009.
- Δανέζης, Μάνος και Θεοδοσίου, Στράτος, *Το σύμπαν που αγάπησα: εισαγωγή στην αστροφυσική*, Αθήνα: Δίαυλος, 1999.
- Dyson, Marianne J., *Space and astronomy: decade by decade*, New York: Facts On File, 2007.
- Fischer, Daniel και Duerbeck, Hilmar *Hubble: a new window to the universe*, New York: Springer / Copernicus, 1996.
- Fischer, Daniel και Duerbeck, Hilmar, *Hubble revisited: new images from the discovery machine*, New York: Springer / Copernicus, 1998.
- Kerrod, Robin, *Διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble: ο καθρέφτης του σύμπαντος*, Αθήνα: Σαββάλας, 2003.
- Mitton, Jacqueline, *Αστέρια και πλανήτες*, Αθήνα: Σαββάλας, 2005.
- Moore, Patrick, *Eyes on the universe: the story of the telescope*, London, Berlin: Springer, 1997.
- Petersen, Carolyn Collins και Brandt, John C. *Visions of the cosmos*, Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
- Σιμόπουλος, Διονύσης Π., *Η βιογραφία του σύμπαντος*, Αθήνα: Ερευνητές, 2008.
- Sharpe, Mike, *Space: the ultimate frontier*, Surrey, UK: Taj Books, 2006.
- Tucker, Wallace και Tucker, Karen, *Revealing the universe: the making of the Chandra X - ray Observatory*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 2001.
- Watson, Fred, *Stargazer: the life and times of the telescope*, Cambridge: Da Capo, 2005.



## Οι Συντελεστές της Παράστασης

σενάριο - σκηνοθεσία

**ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΣΙΜΟΠΟΥΛΟΣ**

πρωτότυπη μουσική

**ARIADNE MACKINNON-ANDREW**

ενορχήστρωση & εκτέλεση

**ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ Κ. ΚΑΤΣΑΡΗΣ**

επιστημονική επιμέλεια

**ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ Π. ΣΙΜΟΠΟΥΛΟΣ**

κείμενο αφήγησης - επιστημονικός συνεργάτης

**ΑΛΕΞΗΣ ΔΕΛΗΒΟΡΙΑΣ**

τεχνική διεύθυνση πλανηταρίου

**ΜΑΝΟΣ ΚΙΤΣΩΝΑΣ**

ελληνική αφήγηση

**ΜΑΚΗΣ ΡΕΥΜΑΤΑΣ**

αγγλική αφήγηση

**ΤΟΜ ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ**

post-production video supervisor

**ΓΙΩΡΓΟΣ ΜΑΥΡΙΚΟΣ**

σχεδιασμός & μείξη ήχου

**ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ Κ. ΚΑΤΣΑΡΗΣ**

τεχνική υποστήριξη

**ΦΙΛΙΠΠΟΣ ΛΟΥΒΑΡΗΣ**

**ΧΡΗΣΤΟΣ ΧΡΗΣΤΟΓΙΩΡΓΟΣ**

graphic design

**ΜΑΡΙΟΣ ΠΑΡΙΣΗΣ**

**ΕΥΓΕΝΙΑ ΣΤΑΒΑΡΗ**

τεχνικοί i-Werks

**ΛΟΥΚΑΣ ΑΡΜΠΙΛΙΑΣ**

**ΑΡΗΣ ΝΟΥΚΑΚΗΣ**

computer graphics & 3D animation services

**ART FX**

Αθήνα

**CARNEGIE SCIENCE CENTER**

Pittsburgh, Pennsylvania

**DANIEL M. SOREF PLANETARIUM**

Milwaukee, Wisconsin

**EUROPEAN SOUTHERN OBSERVATORY**

Munich, Germany

**EVANS & SUTHERLAND**

Salt Lake City, Utah

**IMILOA ASTRONOMY CENTER OF HAWAII**

Hilo, Hawaii

**INTERSTELLAR STUDIOS**

Chico, California

**MIRAGE 3D**

Hague, Netherlands

**NATIONAL SPACE CENTER**

Leicester, United Kingdom

post-production video services

**ΕΥΓΕΝΙΔΕΙΟ ΠΛΑΝΗΤΑΡΙΟ**

post-production audio services

**STARGAZER AUDIO**

θερμές ευχαριστίες

**EUROPEAN SPACE AGENCY**

**NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION**

συστήματα προβολής & παρουσίασης

**SKY-SKAN DEFINITI**

**EVANS & SUTHERLAND DIGISTAR 3**

**FULLDOME 360**

παραγωγή

**ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ**

© 2011





**Καλλιτεχνικός Σχεδιασμός & Σελιδοποίηση Οδηγού Παράστασης: Ευγενία Στάβαρη & Μάριος Παρίσης**

Από την πρώτη στιγμή που οι πρώτοι μας πρόγονοι περπάτησαν όρθιοι στην Γη ξεκίνησε και η ερωτική μας σχέση με τον ουρανό. Τα μάτια μας, αν και περιορισμένα να βλέπουν τα λαμπρότερα μόνον άστρα της νύχτας, ήταν για χιλιάδες χρόνια τα μοναδικά αστρονομικά όργανα που διαθέταμε. Με την εφεύρεση, όμως, του τηλεσκοπίου, πριν από 400 χρόνια, τα πράγματα άλλαξαν τελείως κι έκτοτε οι νέες ανακαλύψεις διαδέχονται η μία την άλλη. Στην παράσταση αυτή περιγράφεται η πορεία της εξέλιξης των τηλεσκοπίων από τον Γαλιλαίο μέχρι τα Γιγάντια Τηλεσκόπια του σήμερα και του αύριο, τόσο στην επιφάνεια της Γης όσο και στο Διάστημα, με σκοπό να περιγραφούν οι μέθοδοι και τα μέσα που χρησιμοποιούν οι αστρονόμοι και αστροφυσικοί στην προσπάθειά τους να διερευνήσουν τα μυστικά του Σύμπαντος.

**( Παραγωγή: Ίδρυμα Ευγενίδου, 2011 )**

