



ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΑΔΟΥ
ΝΕΟ ΨΗΦΙΑΚΟ ΠΛΑΝΗΤΑΡΙΟ

Οδηγός Παράστασης

ΤΟ ΒΙΑΙΟ ΣΥΜΠΑΝ

ΔΙΟΝΥΣΗΣ Π. ΣΙΜΟΠΟΥΛΟΣ
Διευθυντής Ευγενιδείου Πλανηταρίου





ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Νέο Ψηφιακό Πλανητάριο

Οδηγός Παράστασης

ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ ΣΥΜΠΛΗΝ

ΔΙΟΝΥΣΗΣ Π. ΣΙΜΟΠΟΥΛΟΣ

Διευθυντής Ευγενιδείου Πλανηταρίου

ΑΘΗΝΑ

2008





ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος	6
Εισαγωγή	9
Βροχές Διαπτόντων	11
Ουράνιες Βολίδες	15
Η Γη στο Στόχαστρο	19
Η Βία στο Ηλιακό μας Σύστημα	23
Ηλιακές Καταιγίδες	27
Αστρικές Εκρήξεις	31
Γαλαξιακές Συγκρούσεις	35
Η Μεγάλη Έκρηξη	39
Οι Πρώτες Στιγμές της Δημιουργίας	43
Τα Πρώτα Βήματα του Σύμπαντος	47
Οι Πρώτες Αναλαμπές στο Σύμπαν	51
Τα Πρώτα Άστρα	55
Αστρική Εξέλιξη	59
Η Στάχτη των Άστρων	63
Εξωηλιακοί Πλανήτες	67
Αναζητώντας μια Νέα Γη	71
Επίλογος	75
Ενδεικτική Βιβλιογραφία	78
Συντελεστές Παράστασης	79







ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Κάθε μέρα που περνάει ο ουρανός φαίνεται ίδιος, με τη σταθερότητα και την ακρίβεια ενός αξιόπιστου ρολογιού, αφού κάθε πρωί ο Ήλιος ανατέλλει στην Ανατολή και δύει στη Δύση, ενώ τις νύχτες τα αιώνια άστρα, αγκυροβολημένα στον τεράστιο θόλο του, παραμένουν, λες και είναι στερεωμένα στις προαιώνιες τροχιές τους, πάντα πιστά και αναλλοίωτα. Ιδιαίτερα τις νύχτες τα πάντα μοιάζουν γαλήνια και ειρηνικά! Η προσωποποίηση μιας ήρεμης, αστροφωτισμένης νύχτας! Κι όμως, το τι βλέπουμε δεν είναι παρά μια οφθαλμαπάτη! Γιατί, στην πραγματικότητα, ανάμεσα στ' άστρα, δεν θα βρούμε ένα ήρεμο και αναλλοίωτο Σύμπαν, αλλά αντίθετα εντυπωσιακές αποδείξεις για το αντίθετο: αδυσώπητες δυνάμεις ζωής και θανάτου διεγείρουν την ύλη μέσα σε αμείλικτα καμίνια αστρόσκονης, μετατρέποντάς την σε φλεγόμενους ήλιους, που κι αυτοί με τη σειρά τους καταστρέφονται σε πύρινα ολοκαυτώματα. Μια συνεχής δημιουργία και καταστροφή, σ' ένα πραγματικά Βίαιο Σύμπαν, που παρεμπιπτόντως αποτελεί και το θέμα της ομώνυμης νέας παράστασης του Ευγενιδείου Πλανηταρίου.

Ο Οδηγός που κρατάτε στα χέρια σας δεν αποτελεί παρά μία απλή παρουσίαση του θέματος αυτού, στα χνάρια των παρόμοιων Οδηγών που εκδόθηκαν στα πλαίσια των προηγούμενων παραστάσεων του Πλανηταρίου, αφού το σενάριο μιας παράστασης και η αφήγησή της, καθώς και ο Οδηγός που τις συνοδεύει, δεν αποτελούν παρά μια σύντομη και εκλαϊκευμένη παρουσίαση των θεμάτων στα οποία αναφέρονται κι όχι μία πλήρη «πανεπιστημιακή διατριβή».

Ο ρόλος του Νέου Ευγενιδείου Πλανηταρίου, όπως έχει διαμορφωθεί σήμερα, είναι ιδιαίτερα ζωτικός, αφού έχει ως στόχο τη βελτίωση της ποιότητας της επιστημονικής επιμόρφωσης του κοινού της χώρας μας. Πρόκειται για ένα επιστημονικό κέντρο με τη σημαντική αποστολή να διαφωτίσει το ευρύ κοινό (μικρούς και μεγάλους) για τη φύση και τα αποτελέσματα των επιστημονικών ερευνών και των τεχνολογικών επιτευγμάτων. Γιατί το Νέο Ευγενίδειο Πλανητάριο διαθέτει όλες τις δημιουργικές και τεχνικές δυνατότητες που παρέχουν σήμερα τα σύγχρονα οπτικοακουστικά μέσα και οι νέες τεχνολογίες, συνδυάζοντάς τις προκειμένου να αφηγηθεί την ιστορία της επιστήμης μ' έναν συναρπαστικό τρόπο.

Με τα νέα συστήματα του Πλανηταρίου οι παραστάσεις του μετατρέπονται σε πολύπλοκες θεατρικές παραγωγές που στηρίζονται στη συμμετοχή των

θεατών και στο κέντρισμα των αισθήσεών τους. Οι επισκέπτες φεύγουν από το Πλανητάριο συνεπαρμένοι από τη συμμετοχή τους σε ένα «πανηγύρι αισθήσεων» χωρίς να συνειδητοποιούν άμεσα ότι απέκτησαν νέες γνώσεις ως αποτέλεσμα της εμπειρίας τους αυτής. Οι σωστές άλλωστε παρουσιάσεις δεν κάνουν δι-άλεξη ή μονόλογο, αλλά αντίθετα οφείλουν να συγκινούν και να ενθουσιάζουν το θεατή. Η αλλαγή προσέγγισης είναι απαραίτητη, καθώς ο μέσος άνθρωπος, έχοντας εκτεθεί σε παρόμοιου είδους αλλαγές στα άλλα μέσα επικοινωνίας είναι απαιτητικός στον τρόπο με τον οποίο γίνεται η παρουσίαση και των επιστημονικών θεμάτων. Γιατί ο σύγχρονος θεατής απαιτεί ψυχαγωγία, ψυχική ανάταση, αλλαγή και πάνω απ' όλα συμμετοχή και προσωπικό κέντρισμα.

Η προώθηση του νέου αυτού τρόπου παραστάσεων είναι αναγκαία σε μια εποχή που τα οπτικοακουστικά μέσα αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα της καθημερινής μας ζωής. Η ποικιλία των παρουσιαζόμενων θεμάτων είναι επίσης απαραίτητο να προσαρμόζεται συνεχώς στις ανάγκες και στις απαιτήσεις των επισκεπτών του. Οι δυνατότητες που έχει το Νέο Ευγενίδειο Πλανητάριο είναι, θεωρητικά τουλάχιστον, απεριόριστες και με την πάροδο του χρόνου θα χρησιμοποιηθούν στο μέγιστο δυνατό βαθμό, επεκτείνοντας τη βάση του ρεπερτορίου του, ενώ συγχρόνως θα καταβληθεί προσπάθεια προσέλκυσης και νέων επισκεπτών, χωρίς όμως να απομακρυνθεί από τον πραγματικό του σκοπό ως μέσο επιμόρφωσης και διάδοσης των φυσικών επιστημών και των νέων γνώσεων τόσο στους νέους όσο και στους μεγαλύτερης ηλικίας επισκέπτες του.

Επειδή όμως ο χώρος αυτός διαθέτει από τη φύση του μεγάλη προσαρμοστικότητα προσπαθούμε να τον εκμεταλλευτούμε στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό και σε όσο το δυνατόν περισσότερους κλάδους. Η διεπιστημονική χρήση του Πλανηταρίου θα προσελκύσει έτσι ένα πολύ μεγαλύτερο ακροατήριο από ό,τι θα μπορούσαν να προσελκύσουν τα επιστημονικά προγράμματα από μόνα τους. Έχει άλλωστε επισημανθεί ότι τα απλά ψυχαγωγικά προγράμματα αυξάνουν σημαντικά το ακροατήριο και των επιμορφωτικών προγραμμάτων. Η νέα αυτή χρήση του Πλανηταρίου ως κέντρο πολυδιάστατων οπτικοακουστικών μέσων δεν επηρεάζει αρνητικά τους πρωταρχικούς του σκοπούς, αλλά αντίθετα τους προωθεί ακόμη πιο πολύ ενθαρρύνοντας τη συμμετοχή και όσων φυσιολογικά δεν θα το επισκέπτονταν.

Κλείνοντας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά, για μια ακόμη φορά, τους συναδέλφους του Εκδοτικού Τμήματος του Ιδρύματος Ευγενίδου οι οποίοι επιμελήθηκαν τον Οδηγό αυτό.

Διονύσιος Π. Σιμόπουλος
Διευθυντής Ευγενιδείου Πλανηταρίου



U r b i et O r b i

Εισαγωγή

Στην πρόσκαιρη ζωή μας πάνω στη Γη τίποτε δεν μας φαίνεται τόσο μόνιμο και σταθερό όσο τ' άστρα στον ουρανό. Χρόνια και χρόνια τώρα, τα ίδια άστρα, στους ίδιους αστερισμούς, λαμπυρίζουν σταθερά και αξιόπιστα όσο και ο Ήλιος. Με ελάχιστες μόνο εξαιρέσεις, τα άστρα που βλέπουμε τα βράδια στον ουρανό, έχουν παραμείνει σταθερά, στην ίδια θέση, επί χιλιάδες χρόνια.

Στις καλές, άλλωστε, αλλά και στις κακές μας στιγμές, βρίσκουμε πάντοτε παρηγοριά στο σταθερό φως που ρίχνουν τα άστρα και στο συναίσθημα ότι υπάρχει τάξη στο Σύμπαν. Τα πάντα εκεί πάνω μοιάζουν αναλλοίωτα, γαλήνια και ειρηνικά! Κι όμως, όλα όσα βλέπουμε δεν είναι παρά μια καλοστημένη απάτη! Γιατί αν επιχειρούσαμε ένα ταξίδι ανάμεσα στ' άστρα, δεν θα βρίσκαμε ένα ήρεμο και αναλλοίωτο Σύμπαν, αλλά θ' ανακαλύπταμε απτές αποδείξεις για το αντίθετο: μια συνεχή δημιουργία και καταστροφή, σ' ένα εξαιρετικά «Βίαιο Σύμπαν»!

Πάρτε για παράδειγμα τις φυσικές καταστροφές που μπορούν ν' αλλάξουν από τη μια μέρα στην άλλη το μέλλον της Γης. Γιατί η βία στο Σύμπαν δεν περιορίζεται στο από-

μακρο μόνο Διάστημα, αλλά μερικές φορές εμφανίζεται, ακόμη και στο άμεσο περιβάλλον μας, με την οργή μιας καταιγίδας με θυελλώδεις βροχές, την αιφνίδια έκρηξη ενός ηφαιστείου, τη μανία ενός κυκλώνα ή την καταστροφική ενέργεια ενός τυφώνα.

Παρόλο, λοιπόν, που ο σημερινός άνθρωπος ζει σε μια εποχή γεμάτη με θαυμαστά επιτεύγματα είναι πολλοί αυτοί που πιστεύουν ότι μέσα σε μερικές δεκάδες χρόνια οι κλιματολογικές συνθήκες του πλανήτη μας θα έχουν αναστατωθεί σε βαθμό ανυπολόγιστων επιπτώσεων για τη ζωή στη Γη, αφού ήδη η ρύπανση, αλλά και η μόλυνση του περιβάλλοντος από την αλόγιστη χρήση ουσιών, έχουν κυριολεκτικά «βραχυκυκλώσει» τις φυσικές διαδικασίες ανακύκλησης. Με άλλα λόγια η φύση είναι αδύνατον πλέον να μας προστατέψει από τον ίδιο μας τον εαυτό.

Η λύση φυσικά δεν είναι εύκολη και απαιτεί μιαν αλλαγή νοοτροπίας, αφού, όπως υποστηρίζουν πολλοί ερευνητές: *«η περιβαλλοντική κρίση είναι κρίση του σύγχρονου πολιτισμού και των αξιών του»*. Γι' αυτό *«ο άνθρωπος οφείλει να διαιπτεύσει τον αγώνα μεταξύ τεχνολογίας και φύσης, ώστε να βρεθεί η χρυσή τομή για ένα πιο ενοίκιο μέλλον»*.



Βροχές Διαπτόντων

Στο Διάστημα τα πράγματα είναι πολύ πιο βίαια απ' ό,τι στη Γη. Πάρτε για παράδειγμα τους κομήτες. Οι άνθρωποι πίστευαν ότι οι κομήτες ήταν κακοί οιωνοί, προάγγελοι δυσάρεστων γεγονότων. Σήμερα όμως, γνωρίζουμε ότι οι κομήτες δεν είναι παρά κομμάτια πάγου και πετρωμάτων που περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο, πολύ πιο πέρα από τις τροχιές των πλανητών του Ηλιακού μας Συστήματος. Εάν κάποιος απ' αυτούς μπει σε τροχιά που τον οδηγεί κοντά στη θερμότητα του Ήλιου, τότε η παγωμένη του επιφάνεια εξαερώνεται, σχηματίζοντας μια τεράστια ουρά σωματιδίων σκόνης μήκους δεκάδων εκατομμυρίων χιλιομέτρων.

Γνωρίζοντας όμως το τι είναι οι κομήτες δεν σημαίνει ότι δεν μπορούν να μας δημιουργήσουν προβλήματα. Ευτυχώς, όμως, οι περισσότεροι κομήτες μάς προσπερνούν χωρίς συνήθως να δημιουργούν κάποιο πρόβλημα στον πλανήτη μας. Πολλά όμως από τα σωματίδια της ουράς τους συγκρούονται με τη γήινη ατμόσφαιρα δημιουργώντας μερικές φορές ακόμη και **Βροχές Διαπτόντων**.

Οι αναλαμπές δηλαδή που βλέπουμε κάθε βράδυ στον ουρανό, και τις οποίες ο λαός μας αποκαλεί **πεφταστέρια**, δεν είναι παρά μικρά σωματίδια ύλης, μικρότερα και από κόκκους άμμου, τα οποία αναφλέγονται από την τριβή τους στην ατμόσφαιρα της Γης. Εκατό περίπου τόνοι τέτοιων

υλικών πέφτουν καθημερινά πάνω στη Γη αφού στο διαπλανητικό χώρο υπάρχουν τρισεκατομμύρια τρισεκατομμυρίων παρόμοια υπολείμματα υλικών που προέρχονται από διάφορες πηγές. Μερικά είναι απομεινάρια από την εποχή που γεννήθηκε το Ηλιακό μας Σύστημα, ενώ άλλα προέρχονται από τις συγκρούσεις διάφορων μεγαλύτερων αντικειμένων, όπως είναι οι **αστεροειδείς**.

Κάθε χρόνο, για παράδειγμα, γύρω από την 17η Νοεμβρίου, δεκάδες φωτεινά πεφταστέρια στολίζουν τον ουρανό κάθε ώρα. Είναι η ετήσια επίσκεψη μιας ροής σωματιδίων που σχηματίζουν τη **Βροχή των Λεοντιδών**. Η βροχή αυτή ονομάζεται έτσι, επειδή τα μετέωρα αυτά φαίνονται ότι προέρχονται από την κατεύθυνση του αστερισμού του Λέοντα και οφείλονται στα σωματίδια που έχει αφήσει πίσω του ο κομήτης Τεμπλ-Τατλ. Κατά τη διάρκεια του έτους υπάρχουν φυσικά και άλλες παρόμοιες βροχές, όπως για παράδειγμα η **Βροχή των Περσίδων** στις 12 Αυγούστου, που ονομάζεται έτσι επειδή τα μετέωρα φαίνονται ότι προέρχονται από τον αστερισμό του Περσέα.

Οι βροχές αυτές συμβαίνουν επειδή κατά τη διέλευσή τους από τη Γη οι κομήτες αφήνουν πίσω τους διάφορα μικρά σωματίδια σκόνης, τα οποία είναι «σχετικά συγκεντρωμένα» σε ομάδες και τέμνουν πολλές φορές την τροχιά της Γης. Όταν η Γη συναντάει μια τέτοια ομάδα σωματιδίων



τα έλκει και τότε αυτά εισέρχονται στην ατμόσφαιρά μας με ρυθμό 40 έως 70 αντικειμένων την ώρα. Σε εξαιρετικές όμως περιπτώσεις ο ρυθμός αυτός μπορεί να ξεπεράσει ακόμη και τα 1000 μετέωρα την ώρα, οπότε λέμε ότι έχουμε μια **καταιγίδα διαπτώτων**. Φυσικά, κανένα από αυτά τα μετέωρα δεν καταφέρνει να φτάσει στην επιφάνεια της Γης αφού, όπως είπαμε, είναι μικρότερα και από κόκκο άμμου.

Αυτό που συμβαίνει σε τέτοιες περιπτώσεις είναι ότι, καθώς η Γη μας περιφέρεται στην τροχιά της γύρω από τον Ήλιο με μια ταχύτητα 110.000 km/h, πέφτει ακάθεκτη πάνω στα σύννεφα των σωματιδίων που έχει αφήσει πίσω του ο κομήτης Τεμπλ-Τατλ. Τα μικροσκοπικά αυτά σωματίδια, με βάρος μικρότερο του ενός γραμμαρίου, προσκρούουν στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιράς μας σε ύψος 100 km περίπου και αναφλέγονται. Η ανάφλεξη αυτή ionίζει τα γύρω στρώματα της ατμόσφαιρας σχηματίζοντας έτσι

μια φωτεινή σφαίρα 2-3 m που κινείται με ταχύτητα 30 έως 60 km/s. Αυτή τη φωτεινή σφαίρα βλέπουμε από τη Γη και την ονομάζουμε διάπτωτα, μετέωρο ή πεφταστέρι. Κάθε ημέρα που περνάει πάνω από 20 τόνοι λεπτής διαστημικής σκόνης πέφτουν στην επιφάνεια της Γης χωρίς καν να το καταλάβουμε.

Η μεγαλύτερη καταιγίδα διαπτώτων που παρατηρήθηκε ποτέ ήταν η Καταιγίδα των Λεοντιδών στις 12 προς 13 Νοεμβρίου του 1833 όταν τα μετέωρα έμοιαζαν με πυροτεχνήματα με μία ροή δεκάδων μετεώρων κάθε δευτερόλεπτο που διήρκεσε επί ώρες. Ένας ιστορικός μάλιστα το 1878 την θεώρησε ως ένα από τα 100 πιο σημαντικά γεγονότα των ΗΠΑ. Πολλές ξυλογραφίες έχουν απεικονίσει το γεγονός με μεγάλη επιτυχία. Αρκετοί μάλιστα κοινωνιολόγοι αποδίδουν στο ουράνιο αυτό φαινόμενο την εξάπλωση της θρησκοειμανίας που επηρέασε τα επόμενα χρόνια την κοινωνική εξέλιξη και το σύγχρονο χαρακτήρα των ΗΠΑ.

Το 1799 η βροχή αυτή είχε παρατηρηθεί από τον Πρώσο επιστήμονα Αλεξάντερ φον Χούμπολτ που βρισκόταν στη Βενεζουέλα. Σύμφωνα με την περιγραφή του ολόκληρος σχεδόν ο ουρανός καλύφτηκε από φωτεινά μετέωρα που απείχαν μεταξύ τους όσο το διπλάσιο μέγεθος της Πανσελήνου. Σύμφωνα μάλιστα με τις αφηγήσεις των Νοτιοαμερικανών ιθαγενών το ίδιο φαινόμενο είχε παρατηρηθεί και το 1766. Άλλες προηγούμενες αναφορές εντοπίστηκαν το 1863 από τον Χιούμπερτ Νιούτον, καθηγητή του Πανεπιστημίου του Γέιτλ, με ενδείξεις για ιδιαίτερα μεγάλες καταγίδες διαπτόντων τα έτη 902, 934, 967, 1037, 1202, 1366 και 1533 μ.Χ.

Η εμφάνιση των Λεοντιδών το 1866 έφτασε τους 5.000 διάπτοντες την ώρα, ενώ το 1867 ο ρυθμός έπεσε στους 1.000 την ώρα. Αντίθετα το 1899 η βροχή των Λεοντιδών ήταν απογοητευτική, όταν ξαφνικά τον επόμενο χρόνο (15-16 Νοεμβρίου 1900) ο ρυθμός ανέβηκε και πάλι στους 1.000 διάπτοντες την ώρα. Τα επόμενα όμως χρόνια τα ίχνη του κομήτη Τεμπλ-Τατλ χάθηκαν και θεωρήθηκε ότι είχε μάλλον διαλυθεί μέχρις ότου επανεμφανίστηκε και πάλι το 1965 όταν προσπέρασε την τροχιά της Γης σε απόσταση λίγο μεγαλύτερη απ' αυτήν της Σελήνης. Ένα χρόνο αργότερα, στις 17 Νοεμβρίου 1966, στις κεντρικές και δυτικές Ηνωμένες Πολιτείες δεκάδες χιλιάδες διάπτοντες στόλισαν και πάλι το νυχτερινό ουρανό για είκοσι τουλάχιστον λεπτά με ρυθμό 200.000 (55 το δευτερόλεπτο) έως 1.000.000 (280 το δευτερόλεπτο) διαπτόντων κάθε ώρα. Μία προσεκτική ανάλυση το 1994 υπολόγισε ότι ο πραγματικός ρυθμός δεν υπερέβη τους 15.000 διάπτοντες την ώρα (5 το δευτερόλεπτο), οι οποίοι όμως συγκρούονταν με τα ανώτερα στρώματα της γήινης ατμόσφαιρας με ταχύτητα 71 km/s (255.000 km/h).

Το πάχος της ροής των σωματιδίων που αφήνει πίσω του ο κομήτης υπολογίζεται ότι φτάνει τα 35.000 km. Παρόλα αυτά οι παλαιότερες παρατηρήσεις της Βροχής των Λεοντιδών δεν μας επιτρέπουν να κάνουμε επακριβείς προβλέψεις για το μέλλον.





Ουράνιες Βολίδες

Το Νοέμβριο του 2004, καθώς νύχτωνε, λίγο μετά τις 6, ένα φαντασμαγορικό ουράνιο φαινόμενο αναστάτωσε κυριολεκτικά εκατοντάδες παρατηρητές σ' όλη την Ελλάδα. Όλοι τους περιέγραφαν το ίδιο ακριβώς φαινόμενο, και οι περισσότεροι απ' αυτούς ήσαν βέβαιοι ότι το φλεγόμενο εκείνο ουράνιο αντικείμενο είχε συγκρουστεί με την επιφάνεια της Γης μερικά μόλις χιλιόμετρα πιο μακριά. Επρόκειτο φυσικά για ένα αρκετά συνηθισμένο φαινόμενο που ονομάζεται βολίδα και παρόλη τη θεαματική του εμφάνιση δεν πρέπει να υπερβαίνει σε βάρος τα μερικά κιλά.

Η ονοματολογία που χρησιμοποιούμε για τα μικρά αυτά αντικείμενα εξαρτάται από την ακριβή θέση τους στο Διάστημα. Τα διάφορα μικρά κομμάτια, με διάμετρο σωματιδίου σκόνης μέχρι μερικά μέτρα, που περιφέρονται στο διαπλανητικό Διάστημα, ονομάζονται **μετεωροειδή**. Όταν αυτά τα αντικείμενα εισέρχονται στη γήινη ατμόσφαιρα, σχηματίζουν, λόγω της τριβής τους, μια λαμπερή ουρά. Όσα από αυτά εξαερώνονται, ονομάζονται **μετέωρα**, ενώ τα μεγαλύτερα, που καταφέρνουν να φτάσουν μέχρι την επιφάνεια της Γης, σχηματίζοντας μικρούς ή μεγάλους κρατήρες, ονομάζονται **μετεωρίτες**.

Όταν τέτοιου είδους αντικείμενα εισέρχονται στη γήινη ατμόσφαιρα οι ταχύτητές τους κυμαίνονται από 36.000 έως

και 250.000 km/h. Στη συνέχεια επιβραδύνονται και η ταχύτητά τους μειώνεται σε μερικές εκατοντάδες χιλιόμετρα την ώρα, για να καταλήξουν στην επιφάνεια της Γης με ένα χαρακτηριστικό σάλπισμα. Εν τούτοις τα πολύ μεγάλα κομμάτια επιβραδύνονται ελάχιστα και γι' αυτό δημιουργούν κρατήρες. Τα πετρώδη, φυσικά, μετεωροειδή, με διάμετρο μέχρι 10 m, εκρήγνυνται κατά τη διάρκεια της πτώσης τους στη γήινη ατμόσφαιρα πριν φτάσουν στην επιφάνεια της Γης, ενώ η ενέργεια που εκλύεται είναι ανάλογη με την έκρηξη πέντε ατομικών βομβών τύπου Χιροσίμα.

Οι μετεωρίτες χωρίζονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με τις φυσικές και χημικές τους ιδιότητες:

α) Τους **σιδηρούχους μετεωρίτες**, οι οποίοι αποτελούνται κυρίως από σίδηρο και νικέλιο, και αναγνωρίζονται από την υψηλή τους πυκνότητα και τη λιωμένη τους εμφάνιση.

β) Τους **πετρώδεις μετεωρίτες**, οι οποίοι αποτελούνται από πυριτικά άλατα χαμηλής πυκνότητας και τέλος

γ) τους μετεωρίτες, οι οποίοι περιλαμβάνουν **μικρά κομμάτια πετρωμάτων μέσα σε σίδηρο**.

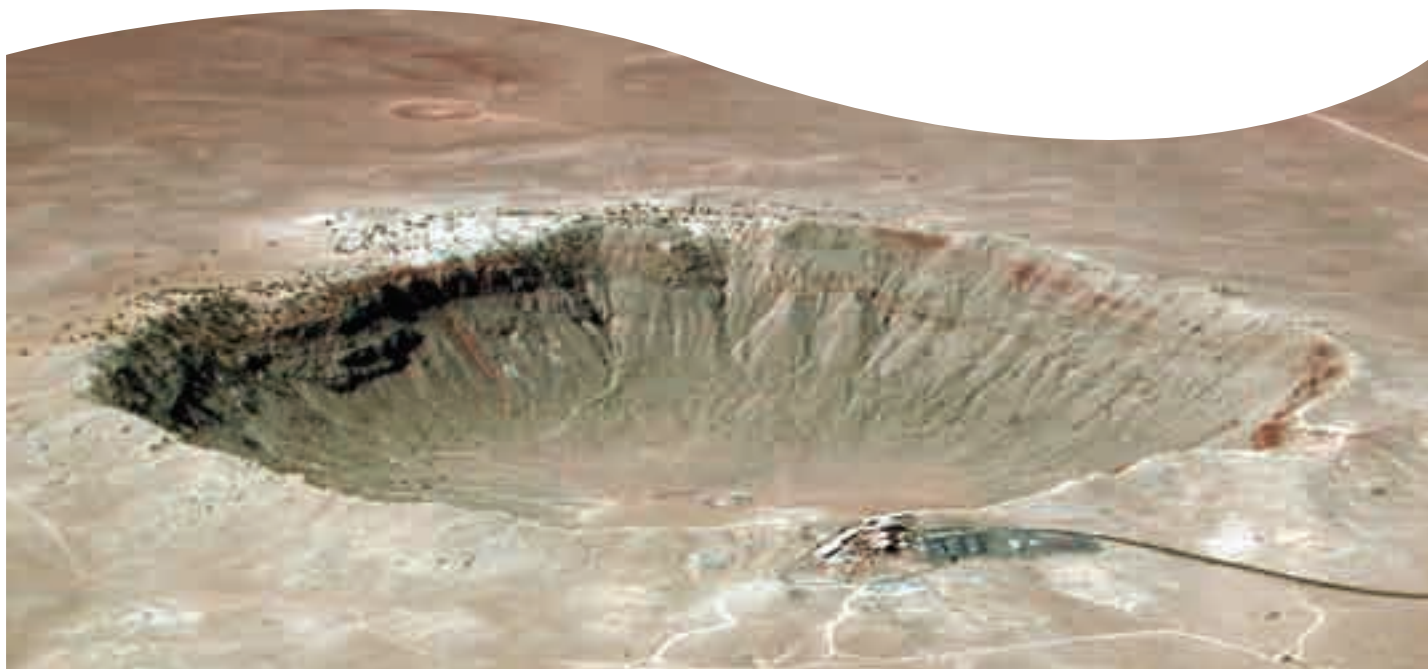
Τα κομμάτια, όμως, των σιδηρούχων μετεωριτών, πολλές φορές φτάνουν μέχρι τη Γη. Μία πτώση ενός σιδηρού μετεωρίτη, 10 m, στην ανατολική Σιβηρία στις 12 Φεβρουαρίου 1947, έσπειρε μια περιοχή δύο περίπου τετραγωνι-

κών χιλιομέτρων με κομμάτια, που, συνολικά, ζύγιζαν 150 περίπου τόνους, ενώ το μεγαλύτερο που βρέθηκε είχε βάρος 1.741 kg. Στην περιοχή αυτή βρέθηκαν 200 περίπου κρατήρες, εκ των οποίων οι 102 είχαν διάμετρο μεγαλύτερη από ένα μέτρο, ενώ ο μεγαλύτερος απ' αυτούς είχε διάμετρο 26,5 m.

Τα τελευταία 100 χρόνια έχουν καταγραφεί πτώσεις μετεωριτών πάνω σε 53 σπίτια, οκτώ αυτοκίνητα, τρία ζώα και τέσσερεις ανθρώπους! Έχει καταγραφεί επίσης ότι το 1650 ένας μετεωρίτης χτύπησε το πόδι ενός Μιλανέζου μοναχού, ο οποίος τελικά πέθανε από την αιμορραγία. Το 1954 ένας μετεωρίτης 4 kg περίπου τραυμάτισε ελαφρά μία γυναίκα στην Αλαμπάμα των ΗΠΑ, ενώ στην Ινδία ένας άλλος μετεωρίτης έσπασε το χέρι ενός άντρα. Πιο πρόσφατα, το 1991, ένας μικρός μετεωρίτης 500 περίπου γραμμαρίων πέρασε «ξυστά» από το αυτί ενός 13χρονου στην Ινδιάνα των ΗΠΑ. Η πιθανότητα όμως να είστε εσείς ο επόμενος στόχος ενός τέτοιου αντικειμένου είναι μία στις 150 τρισεκατομμύρια!

Στις αρχές Ιουλίου του 2006, στις 7:25 το πρωί, ένας αστεροειδής με μέγεθος 400 m περίπου προσπέρασε τη Γη σε απόσταση 432.000 km, σε απόσταση δηλαδή λίγο μεγαλύτερη από την απόσταση της Σελήνης από τη Γη. Με ταχύτητα 64.000 km/h ο αστεροειδής αυτός, που φέρει την κωδική ονομασία 2004XP14, θα μπορούσε δυνητικά να δημιουργήσει τρομερές καταστροφές εάν συγκρουόταν με τον πλανήτη μας. Άλλωστε δεν είναι ούτε ο πρώτος ούτε φυσικά κι ο τελευταίος επικίνδυνος αστεροειδής που διασχίζει την τροχιά της Γης μας τα τελευταία χρόνια. Η στατιστική μάς λέει ότι η Γη συγκρούεται με έναν αστεροειδή μεγαλύτερο από ένα χιλιόμετρο, μία ή δύο φορές κάθε ένα εκατομμύριο χρόνια, ενώ πτώσεις αστεροειδών, με μέγεθος σαν αυτόν που ίσως να αφάνισε τους δεινόσαυρους, αναμένονται μία φορά κάθε 100 εκατομμύρια χρόνια.

Η γήινη ατμόσφαιρα φυσικά μπορεί να μας προστατέψει αρκετά από την εισβολή αντικειμένων με διάμετρο μέχρι 50 m, αφού μία τέτοια σύγκρουση θα έχει τοπικές μόνο συνέπειες. Από τους αστεροειδείς όμως που διασχίζουν την



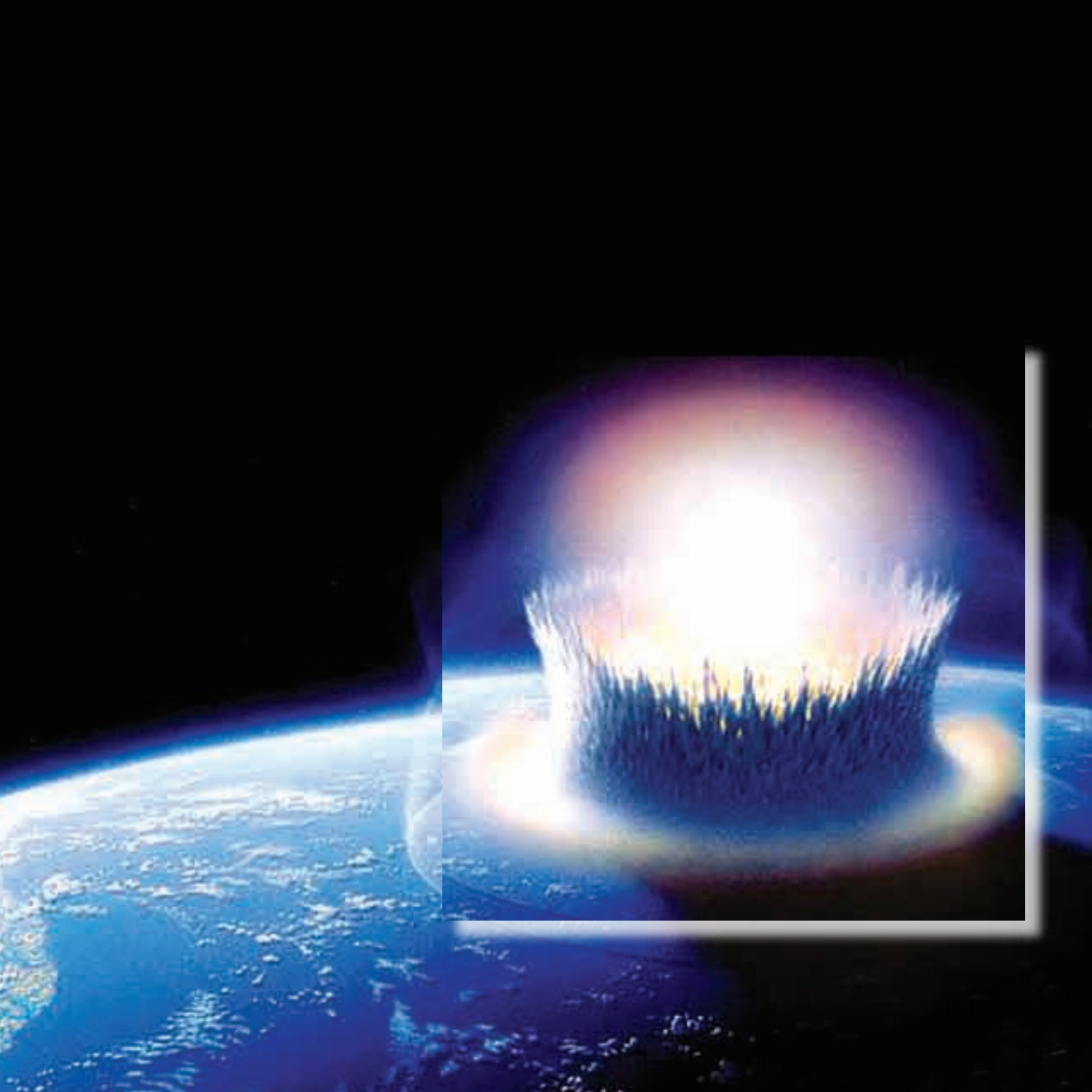


τροχιά της Γης υπάρχουν συνολικά 500.000 με διάμετρο από 50 έως 100 m και άλλοι 200.000 με διάμετρο πάνω από 100 m, ενώ 500 έως 1.000 περίπου απ' αυτούς έχουν μέγεθος μεγαλύτερο από ένα χιλιόμετρο. Κι όμως, εμείς γνωρίζουμε σήμερα την ύπαρξη μερικών εκατοντάδων μόνον απ' αυτούς, παρόλο που κάθε χρόνο ανακαλύπτουμε στη γειτονιά μας δεκάδες νέους αστεροειδείς.

Ένα ειδικό πρόγραμμα της NASA για την καταγραφή των επικίνδυνων αυτών αστεροειδών υπολογίζεται ότι θα μπορέσει, μέχρι το 2020, να καταγράψει το 90% των εξωγήινων πιθανών επιδρομέων. Οι πιθανότητες όμως σύγκρουσης μ' έναν πολύ μεγάλο αστεροειδή στα επόμενα ένα εκατομμύριο χρόνια είναι περίπου 0,5%. Μία τέτοια φυσικά σύγκρουση θα έχει τη δυνατότητα να εξοντώσει το ένα τέταρτο του παγκόσμιου πληθυσμού. Γι' αυτόν το λόγο οι διάφορες διαστημικές υπηρεσίες καταστρώνουν ήδη διάφορα σχέδια για την τοποθέτηση σε γήινη τροχιά

ενός δορυφόρου-φρουρού, προκειμένου να καταγράψει σε τρισδιάστατες έγχρωμες απεικονίσεις ένα δισεκατομμύριο άστρα, γαλαξίες και άλλα ουράνια αντικείμενα. Με το δορυφόρο αυτό θα μπορούμε να εντοπίσουμε εγκαίρως οποιοδήποτε αντικείμενο που θα μπορούσε να απειλήσει με σύγκρουση τη Γη μας.

Σήμερα, πάντως, πιστεύουμε ότι η διαστημική τεχνολογία μπορεί να μας προφυλάξει από μία τέτοια καταστροφή. Αρκεί να έχουμε μια έγκαιρη προειδοποίηση, που θα μπορούσε να μας δοθεί από την καταγραφή των τροχιών των πιθανών αυτών επιδρομέων. Στην περίπτωση αυτή, θα είχαμε την άνεση να προετοιμαστούμε ανάλογα, με την αποστολή προς τον επερχόμενο εισβολέα ενός πυραύλου ή μιας συστοιχίας πυραύλων, που θα μπορούσαν να του δώσουν ένα αρκετά μεγάλο «σπρώξιμο» αλλάζοντάς του έτσι την επικίνδυνη πορεία.



Η Γη στο Στόχαστρο

Σήμερα πλέον γνωρίζουμε ότι τα άστρα, οι πλανήτες, ακόμα και οι γαλαξίες βρίσκονται διαρκώς σε κίνηση από την ισχυρή και αέναη παρουσία της δύναμης της βαρύτητας. Μερικές φορές μάλιστα τα αντικείμενα αυτά συγκρούονται μεταξύ τους. Αυτό μπορεί να ακούγεται ανησυχητικό, αλλά οι συγκρούσεις μπορεί να είναι και χρήσιμες, όπως αυτή που δημιούργησε τη Σελήνη. Μέχρι τώρα υπήρχαν φυσικά πολλές θεωρίες για τη γέννηση του δορυφόρου μας, ενώ πρόσφατα οι επιστήμονες πρότειναν μία ακόμη.

Αν μπορούσαμε να ταξιδέψουμε πίσω στο χρόνο, πριν από 4,5 δισεκατομμύρια χρόνια, θα βλέπαμε τη Γη μας σε μικρή ηλικία ως έναν πλανήτη που ακόμη σχηματιζόταν. Τις πρώτες εκείνες ημέρες, το Ηλιακό μας Σύστημα ήταν γεμάτο με τεράστια διαστημικά βράχια, μερικά με μέγεθος πλανήτη και με τροχιές που τα έφερναν πολύ κοντά στη Γη με αποτέλεσμα πολλές φορές τα πλανητικά αυτά σώματα να συγκρούονται μεταξύ τους. Αυτό άλλωστε έγινε και με τη Γη πριν από περίπου 4,5 δισεκατομμύρια χρόνια με ένα αντικείμενο στο μέγεθος του Άρν.

Η σύγκρουση που δημιούργησε τη Σελήνη λίγο έλειψε να καταστρέψει τελείως τη Γη, εκτοξεύοντας τα λιωμένα υλικά της στο Διάστημα. Τα περισσότερα από τα πετρώματα αυτά επέστρεψαν και πάλι πίσω στον κατεστραμμένο

πλανήτη μας, ενώ τα υπόλοιπα παρέμειναν σε τροχιά αφού η δύναμη της βαρύτητας τα εμπόδισε να απομακρυνθούν από την επιρροή της Γης. Καθώς τα ακανόνιστα αυτά βράχια περιφέρονταν γύρω της, η δύναμη της βαρύτητας τα ανάγκαζε να συγκρούονται μεταξύ τους και να συγχωνεύονται σχηματίζοντας όλο και πιο μεγάλα κομμάτια. Κι έτσι σε λιγότερο από ένα μήνα, όσο απίστευτο κι αν φαίνεται, σχηματίστηκε η Σελήνη. Χρειάστηκε, δηλαδή, ένας μόνο μήνας για το σχηματισμό του Φεγγαριού.

Είναι πράγματι παράξενο ότι αυτή η πανέμορφη σφαίρα στο νυχτερινό ουρανό σχηματίστηκε από μια βίαιη σύγκρουση. Κι όμως έτσι έγινε. Για χίλιους δυο λόγους, η σύγκρουση βοήθησε στη γέννηση της ζωής στον πλανήτη μας και προκάλεσε την κλίση που έχει ο άξονάς του, δίνοντάς μας έτσι τις διάφορες εποχές, ενώ η βαρυτική έλξη της Σελήνης προκαλεί ακόμη και σήμερα τις παλίρροιες. Δεν έχουν όμως όλες οι συγκρούσεις τα ίδια αποτελέσματα. Μία από τις συγκρούσεις αυτές μάλιστα, αποτέλεσε το σημαντικότερο παράγοντα για την αλλαγή της πορείας της ζωής πάνω στη Γη.

Όλα ξεκίνησαν από εκεί έξω, στην περιοχή όπου οι αστεροειδείς περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο. Οι περισσότεροι από τους αστεροειδείς αυτούς περιφέρονται σε μια ζώνη που βρίσκεται ανάμεσα στις τροχιές του Άρν και του

Δία, ενώ μερικοί βρίσκονται ακόμα πιο κοντά. Υπάρχει μία μόνο πιθανότητα στο εκατομμύριο ένας μεγάλος αστεροειδής να χτυπήσει κάποια στιγμή τη Γη. Πριν όμως από 65 εκατομμύρια χρόνια, ένας αστεροειδής το πέτυχε. Είχε διάμετρο 12 km, και ταξίδευε με ταχύτητα 65.000 km/h με κατεύθυνση τη Γη. Όχι όμως τη Γη που ξέρουμε σήμερα, αλλά πολύ πριν την εμφάνιση των ανθρώπων, όταν οι δεινόσαυροι ήταν ακόμη οι κυρίαρχοι του πλανήτη μας. Δυστυχώς, όμως, γι' αυτούς όλα αυτά σύντομα άλλαξαν.

Ο αστεροειδής χτύπησε σ' ένα σημείο όπου σήμερα βρίσκεται το Μεξικό. Η σύγκρουση δημιούργησε μια μπάλα φωτιάς που κατέκαψε τα πάντα γύρω της. Τα λιωμένα από τη σύγκρουση πετρώματα εκτοξεύτηκαν στο Διάστημα. Καθώς όμως τα υλικά αυτά ξανάπεσαν στη Γη, η ατμόσφαιρα

υπερθερμάνθηκε, ενώ τα καυτά θραύσματα βομβάρδισαν κυριολεκτικά τον πλανήτη μας. Τα πάντα πυρπολήθηκαν. Για μια ώρα, η θερμοκρασία της Γης έφτασε τους 250° C, τόσο ζεστή όσο κι ένας φούρνος. Καπνός και αποκαΐδια γέμισαν την ατμόσφαιρα.

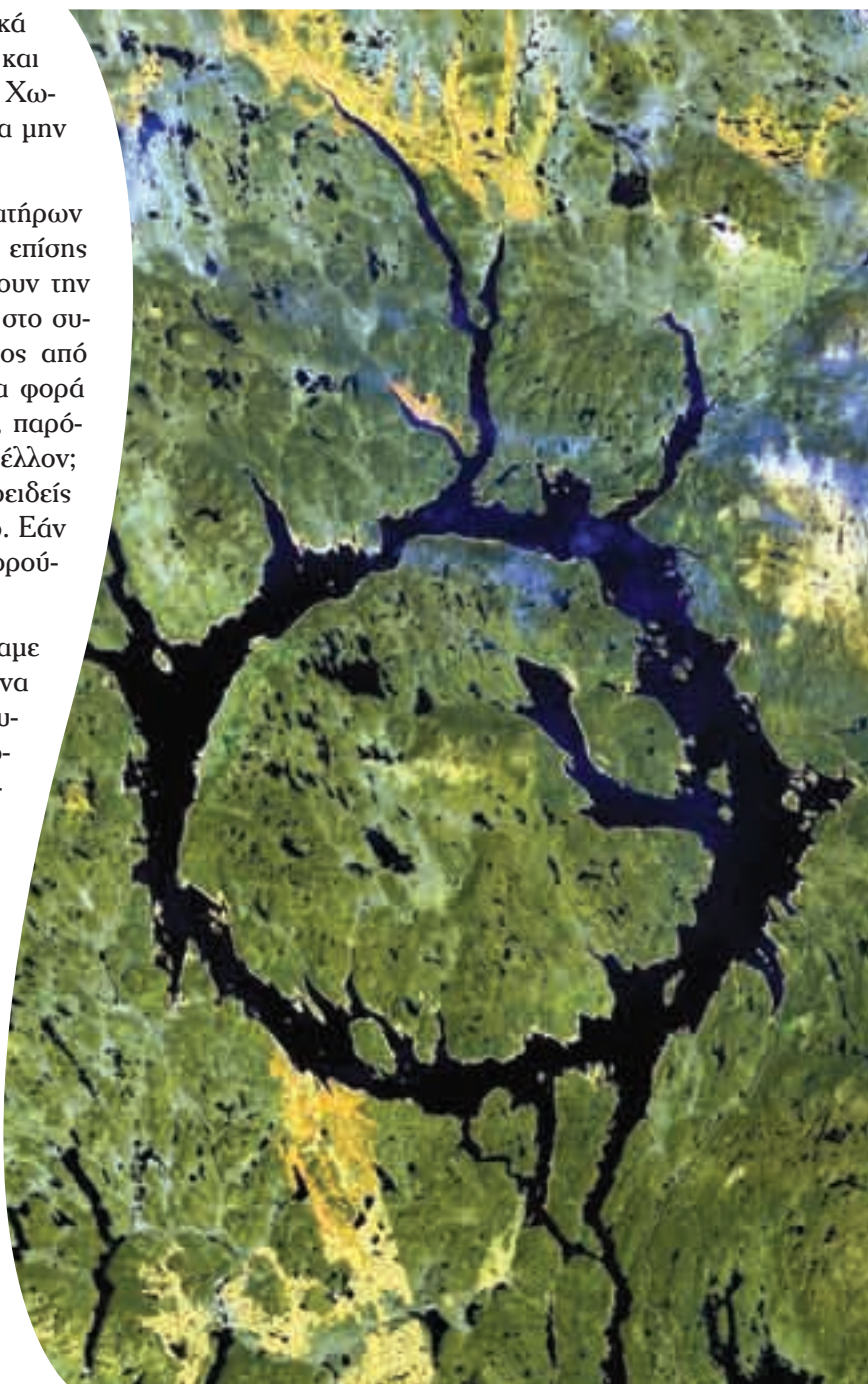
Για έξι μήνες, επικράτησε απόλυτο σκοτάδι και τα περισσότερα φυτά δεν μπορούσαν να αναπτυχθούν. Εκτός από την άμεση μαζική καταστροφή που προκλήθηκε από τη σύγκρουση οι εκρήξεις ηφαιστειών που επακολούθησαν και η συνεχώς μεταβαλλόμενη στάθμη της θάλασσας, εξάλειψαν σχεδόν τα τρία τέταρτα των ειδών ζωής πάνω στη Γη. Η εποχή των δεινοσαύρων είχε φτάσει πια στο τέλος της. Η ζωή όμως είναι ανθεκτική κι έτσι υπήρξαν επιζώντες. Μερικοί δεινόσαυροι τα κατάφεραν και εξελίχθηκαν τελι-

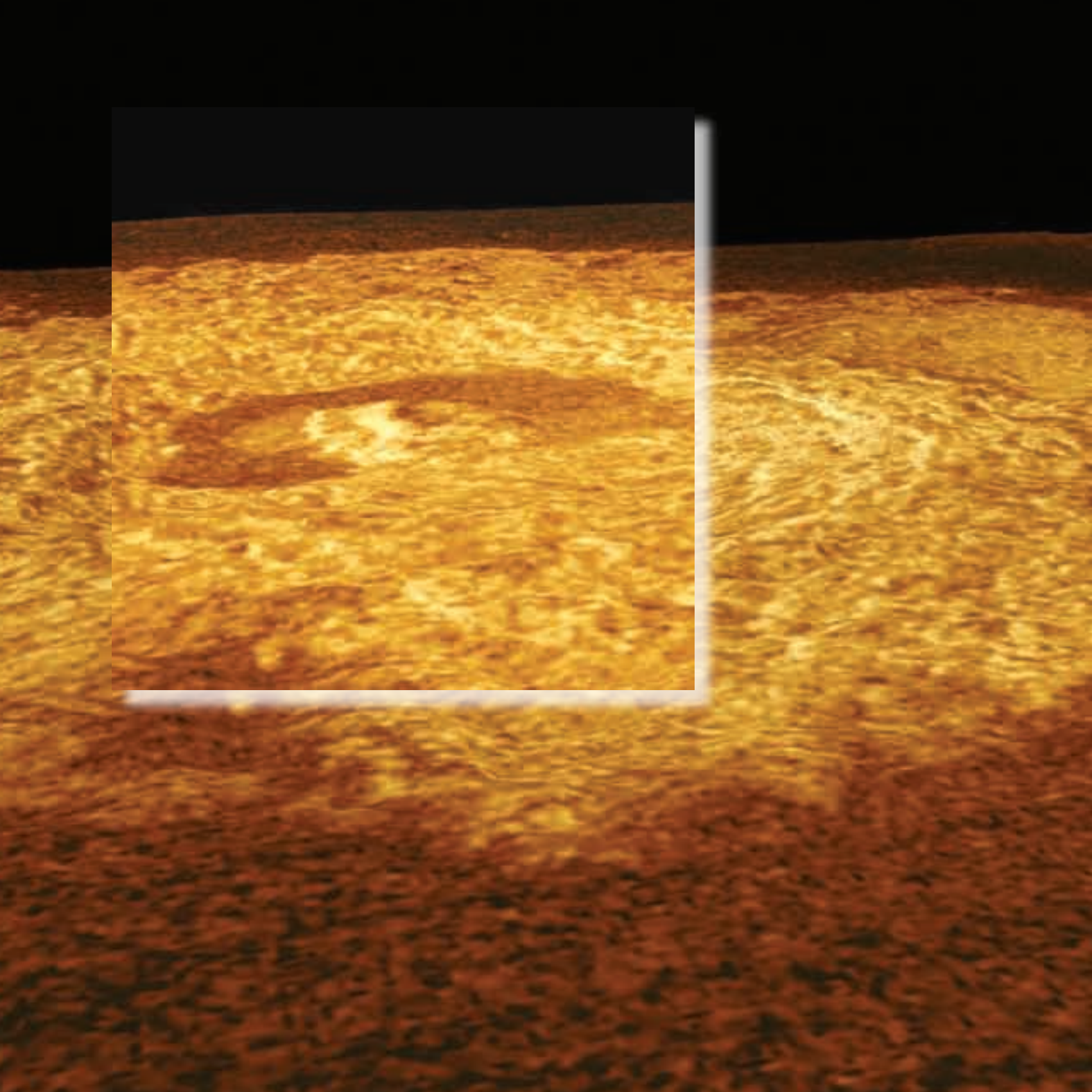


κά στα πουλιά που γνωρίζουμε σήμερα. Μερικά θηλαστικά κατάφεραν επίσης να επιβιώσουν και έτσι είχαν την ευκαιρία να εξελιχθούν κι αυτά. Χωρίς μάλιστα αυτήν τη σύγκρουση ίσως εμείς να μην υπήρχαμε σήμερα.

Τα τελευταία χρόνια οι μετρήσεις των κρατήρων που υπάρχουν στη Γη και τη Σελήνη, καθώς επίσης και ο αριθμός των αστεροειδών που διασχίζουν την τροχιά του πλανήτη μας, μας έχουν οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι μικροί αστεροειδείς, με μέγεθος από 100 έως 1.000 m, συγκρούονται με τη Γη μία φορά κάθε 250.000 χρόνια. Θα μπορούσαν, άραγε, παρόμοιες συγκρούσεις να επαναληφθούν και στο μέλλον; Η απάντηση, δυστυχώς, είναι ναι! Οι αστεροειδείς άλλωστε εξακολουθούν να υπάρχουν εκεί έξω. Εάν κάποιος ερχόταν προς το μέρος μας τι θα μπορούσαμε να κάνουμε;

Με την ανατίναξή του δεν θα καταφέραμε πολλά πράγματα, αφού θα δημιουργούσαμε ένα πλήθος διαστημικών βράχων οι οποίοι θα κατευθύνονταν και πάλι προς το μέρος μας. Θα μπορούσαμε όμως να χρησιμοποιήσουμε τη δύναμη της βαρύτητας για να αλλάξουμε την τροχιά του αστεροειδή. Κάτι τέτοιο θα μπορούσε να γίνει με την τοποθέτηση ενός διαστημοπλοίου δίπλα στον επερχόμενο αστεροειδή, η μικρή βαρυτική έλξη του οποίου θα επαρκούσε για να αλλάξει την τροχιά του, βγάζοντάς τον ελάχιστα εκτός πορείας. Μπορεί να χρειάζονταν πολλά χρόνια, αλλά αργά και σταθερά, ο αστεροειδής θα μετατοπιζόταν σε μια λίγο διαφορετική τροχιά για να καταλήξει τελικά εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά από τη Γη. Μερικές εκατοντάδες χιλιόμετρα δεν είναι πάρα πολλά, αλλά θα είναι αρκετά για να παραμείνουμε ασφαλείς. Αυτήν τη στιγμή, η απλή αυτή ιδέα είναι ό,τι καλύτερο υπάρχει για να προστατέψει τον πλανήτη μας από τους εξωγήινους αυτούς εισβολείς.





Η Βία στο Ηλιακό μας Σύστημα

Παντού, σ' όλους τους πλανήτες και τους δορυφόρους του Ήλιου βρίσκουμε ατράνταχτες αποδείξεις του πρωταρχικού εκείνου βομβαρδισμού. Οι κρατήρες και τα άλλα χαρακτηριστικά της Σελήνης, είναι το πλησιέστερο σε μας μουσείο που απεικονίζει θεαματικά τον πρωτόγονο εκείνο βομβαρδισμό. Πιο μακριά, η επιφάνεια του πλανήτη Ερμή (όπου η θερμοκρασία στη διάρκεια της ημέρας είναι τόσο μεγάλη, ώστε να λιώνει ακόμη και μέταλλα) είναι κυριολεκτικά βλογοιοκομμένη από τον ίδιο βομβαρδισμό. Και οι αποδείξεις συνεχίζονται. Στην Καλιστώ, τον τέταρτο σε μέγεθος δορυφόρο του Δία, οι κρατήρες βρίσκονται σχεδόν ο ένας πάνω στον άλλον. Το ίδιο και στον Άρη και στους δύο παραμορφωμένους του δορυφόρους: το Δείμο και τον Φόβο. Ακόμη και σήμερα η Γη μας φέρνει πάνω της τα σημάδια παρόμοιων συγκρούσεων. Όχι φυσικά του πρωταρχικού βομβαρδισμού, αλλά συγκρούσεων κατοπινών, με τεράστια μετέωρα, αστεροειδείς και κομήτες.

Η βιαιότητα όμως δεν σταματάει με τους απρόσκλητους διαστημικούς μας επισκέπτες. Η Γη μας είναι ένας συνεχώς εξελισσόμενος κόσμος, όπου αδυσώπητες δυνάμεις έχουν επανειλημμένα αναμορφώσει τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της επιφάνειάς της. Γι' αυτό όταν μιλάμε για τη Γη πρέπει να καταλάβουμε καλά ότι δεν μιλάμε απλά για ένα

ήσυχο νησί στον ωκεανό του διαστήματος, αλλά για έναν πραγματικά δυναμικό ζωντανό οργανισμό, που μέσα στο χρόνο αλλάζει συνεχώς, αργά, αλλά ασταμάτητα.

Πριν από 200 περίπου εκατομμύρια χρόνια, οι στεριές της Γης σχημάτιζαν μια μόνο ήπειρο που οι επιστήμονες ονομάζουν **Παγγαία**. Αργότερα, σιγά-σιγά το έδαφος της Παγγαίας άρχισε να κομματιάζεται. Οι βυθοί των ωκεανών και οι ήπειροι που σχηματίζουν το φλοιό της Γης, ο οποίος λέγεται **λιθόσφαιρα**, και που στηρίζονται πάνω στο μαλακό στρώμα του πύρινου εσωτερικού της, βρίσκονται σε συνεχή κίνηση. Παρόλο που οι ήπειροι μοιάζουν ακίνητοι στους πληθυσμούς που τις κατοικούν, μετακινούνται περισσότερο από 2,5 cm κάθε χρόνο. Καμιά φορά όμως, οι δύο πλάκες, όπως στο ρήγμα Σαν Αντρέας της Καλιφόρνιας, τρίβονται μεταξύ τους πλάγιως ή με λοξή κίνηση. Όμως συχνά μπλοκάρουν κι έτσι δημιουργείται τρομερή πίεση που όταν χαλαρώσει απότομα δημιουργεί δυνατούς σεισμούς.

Σ' άλλες περιοχές, όπως στην Ιαπωνία, η άκρη μιας τεκτονικής πλάκας προχωράει σιγά-σιγά κάτω από μια άλλη προκαλώντας ηφαιστειακή δραστηριότητα και δονήσεις. Κατά μήκος της ωκεάνιας οροσειράς του Ατλαντικού, μέσα από ρωγμές στο βυθό, εκτοξεύονται πετρώματα σε ρευστή κατάσταση και μάγμα που γρήγορα στερεοποιούνται σχηματίζοντας νέο φλοιό. Καθώς οι γεωλογικές δυνάμεις

τείνουν να δημιουργήσουν μια νέα τοπογραφία, έτσι και οι δυνάμεις του νερού, της βροχής και του ανέμου παλεύουν να την παραμορφώσουν. Οι μεγάλες καταιγίδες για παράδειγμα, με τις κατακλυσμιαίες τους βροχές και τους καταστροφικούς ανέμους διαβρώνουν το έδαφος τροφοδοτώντας νέους ποταμούς, που με την πάροδο του χρόνου δημιουργούν παράξενες χαράδρες και απόκρημνους γεωλογικούς σχηματισμούς.

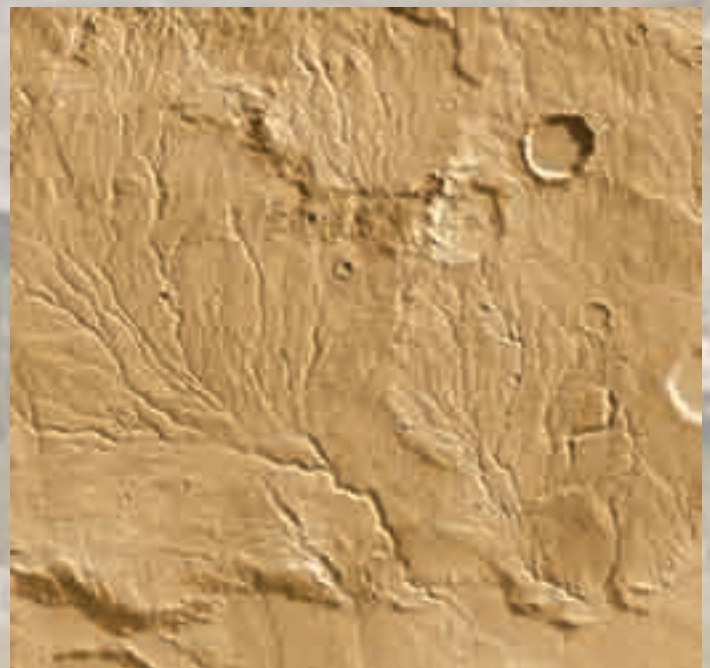
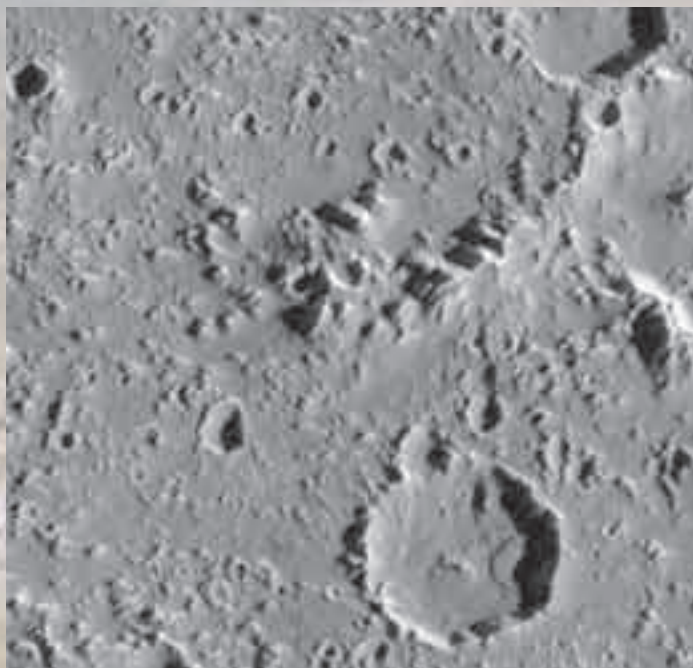
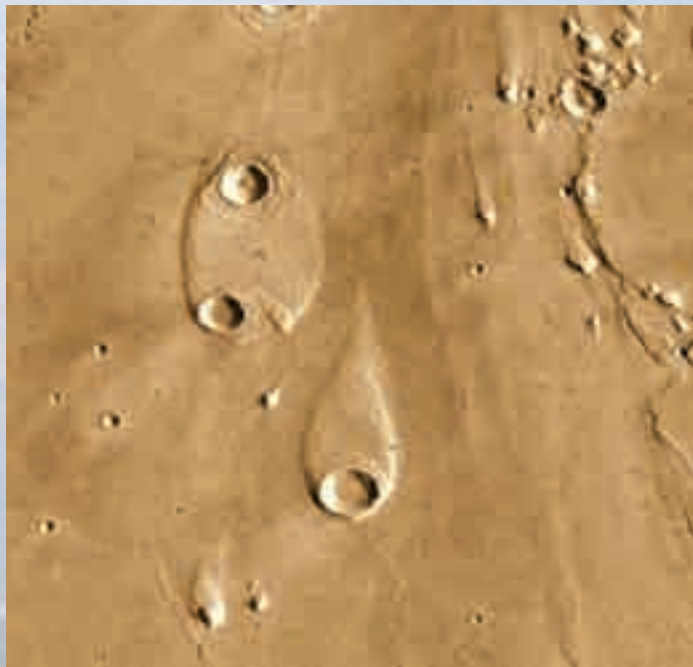
Αλλά και οι άλλοι πλανήτες έχουν το δικό τους μερίδιο στις βίαιες και πανίσχυρες γεωλογικές και μετεωρολογικές διαδικασίες που τους διέπουν. Ο μικροσκοπικός πλανήτης Άρης, για παράδειγμα, παρόλο που έχει το μισό μέγεθος της Γης, παρουσιάζει μια πλουσιότητα συλλογή απίστευτων χαρακτηριστικών. Ο άλλος πλανητικός σύντροφος της Γης στο Διάστημα, η Αφροδίτη, καλύπτεται συνεχώς από θανατηφόρα κυριολεκτικά σύννεφα. Η ατμόσφαιρά της αποτελείται σχεδόν εξ ολοκλήρου από διοξείδιο του άνθρακα με διάσπαρτα σταγονίδια συμπυκνωμένου θειικού οξέος. Στη συννεφιασμένη αυτή ατμόσφαιρα οι αστραπές βρίσκονται στην ημερήσια διάταξη, η θερμοκρασία φτάνει τους 500°C , ενώ η ατμοσφαιρική πίεση ξεπερνάει κατά 90 φορές τη γήινη.

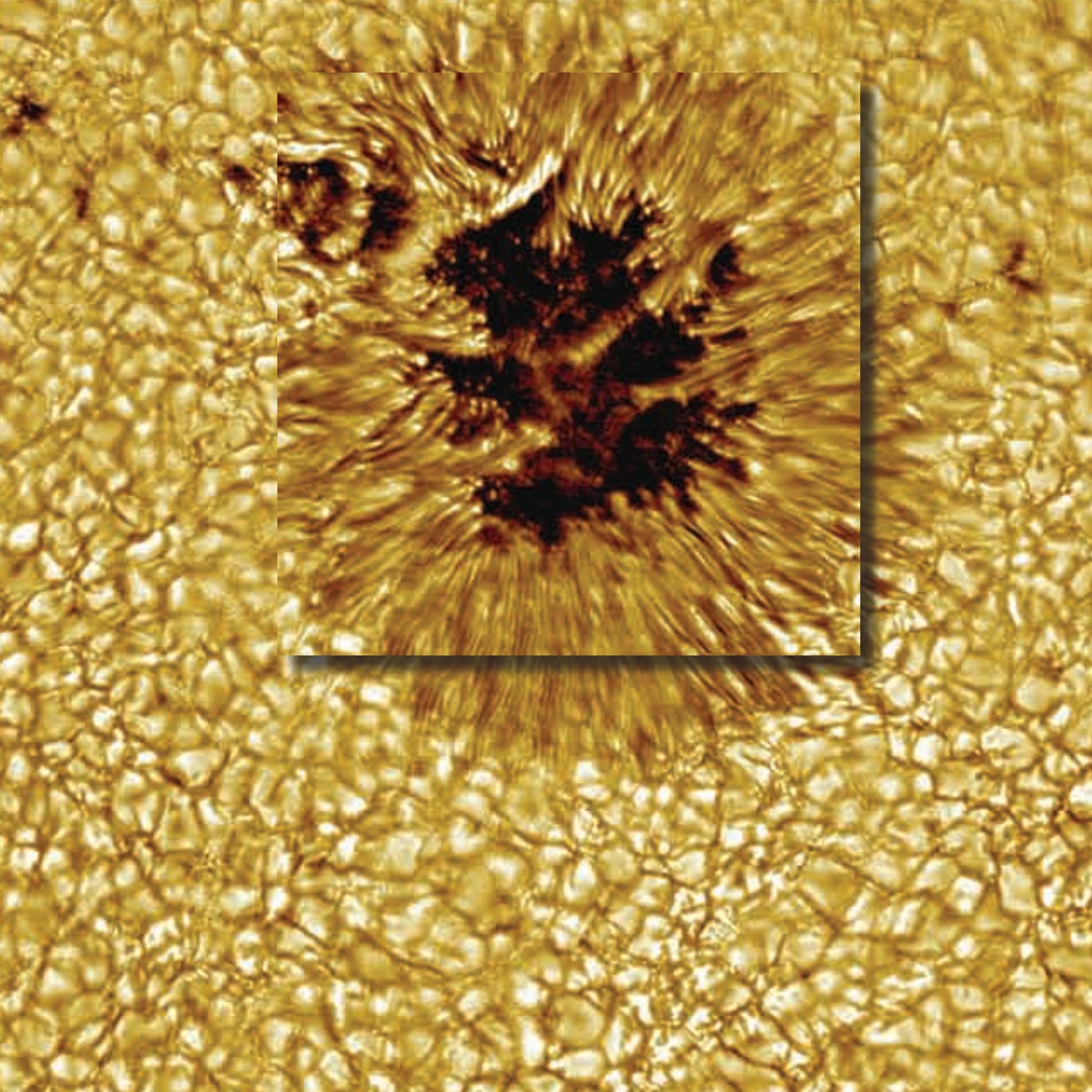
Σχεδόν 800 εκατομμύρια χιλιόμετρα μακριά από τον Ήλιο, βρίσκουμε το μεγαλύτερο πλανήτη του Ηλιακού μας Συστήματος, το Δία. Οι πολύχρωμες ζώνες που τον περιβάλλουν είναι στην πραγματικότητα οι κορυφές των τεράστιων νεφών της ατμόσφαιράς του που εκτείνονται σε βάθος χιλιάδων χιλιομέτρων. Η θερμοκρασία στα σύννεφα αυτά ξεπερνάει τους -100°C , ενώ στο εσωτερικό φτάνει τους $+30.000^{\circ}\text{C}$. Η τεράστια αυτή θερμότητα καθώς ανέρχεται προς τα πάνω, συνδυάζεται με τη γρήγορη περιστροφή του Δία και δημιουργεί καιρικές καταστάσεις απίστευτης έντασης και βίας. Ένα από τα πολλά χαρακτηριστικά του νεφικού συστήματος του Δία, η κόκκινη κηλίδα, θεωρείται ότι είναι η κορυφή μιας τεράστιας καταιγίδας στην επιφάνειά του. Με μέγεθος κατά τρεις φορές μεγαλύτερο από τον πλανήτη μας, η κόκκινη κηλίδα παρατηρείται συνεχώς, τα τελευταία 300 τουλάχιστον χρόνια.

Σε μέγεθος, σε φυσική κατάσταση αλλά και στη δυναμική φύση της ατμόσφαιράς του, ο όμορφος δακτυλιοφόρος πλανήτης Κρόνος μοιάζει πολύ με τον Δία. Ακόμη και τα δακτυλίδια του, που από μακριά μοιάζουν με πρότυπο πρεμίας και χάρης, είναι στην πραγματικότητα τόπος δυναμικής και βίαιης δραστηριότητας. Αποτελούνται από τρισεκατομμύρια παγωμένα κομμάτια και σωματίδια σε μια συνεχή κατάσταση συγκρούσεων, ενώ περιφέρονται γύρω από τον Κρόνο με ταχύτητα που αγγίζει τα 80.000 km/h . Επιπλέον στα δακτυλίδια του ανακαλύφθηκαν και ορισμένα μυστηριώδη ακτινοειδή χαρακτηριστικά, τα οποία εκτινάζονται με την ταχύτητα μιας σφαίρας.

Σ' ολόκληρο όμως το Ηλιακό μας Σύστημα δεν υπάρχει άλλος κόσμος τόσο πολύ γοητευτικός όσο σε έναν από τους δορυφόρους του Δία, την Ιώ. Περιφερόμενη πολύ κοντά στη βαρυτική δύνη του γιγάντιου πλανήτη, η Ιώ είναι εκτεθειμένη σε παλιρροϊκές δυνάμεις, πιο έντονες από οπουδήποτε αλλού στο Ηλιακό μας Σύστημα, με αποτέλεσμα τα υλικά του εσωτερικού της να μην έχουν στερεοποιηθεί ποτέ και να παραμένουν συνεχώς σε ρευστή κατάσταση, έτοιμα να ξεχυθούν μέσα από το λεπτό φλοιό της, εκρηγνύόμενα στο απόλυτο σχεδόν κενό του διαστήματος. Ο δορυφόρος αυτός συνεχώς αναποδογυρίζει κυριολεκτικά τον εαυτό του: Τα μέσα-έξω!

Όλα όμως αυτά συμβαίνουν εδώ, στη δική μας κοσμική γειτονιά. Ποια άλλα βίαια γεγονότα κρύβονται άραγε εκεί έξω; Το Ηλιακό μας Σύστημα έχει ήδη σταθεροποιηθεί αρκετά κι έτσι δεν ανησυχούμε για μια ενδεχόμενη σύγκρουση ενός άλλου πλανήτη με τη Γη μας. Άλλου είδους συγκρούσεις όμως μας επηρεάζουν καθημερινά. Μερικές από τις πιο σημαντικές συγκρούσεις σχετίζονται με τον Ήλιο μας. Μην ανησυχείτε όμως. Η Γη δεν πρόκειται να συγκρουστεί με τον Ήλιο στο άμεσο μέλλον, αφού η τροχιά μας είναι σταθερή και θα παραμείνει έτσι για δισεκατομμύρια ακόμη χρόνια. Αλλά κάθε είδος ζωής στον πλανήτη μας εξαρτάται άμεσα από τις συγκρούσεις που συμβαίνουν στο εσωτερικό του Ήλιου.





Ηλιακές Καταιγίδες

 Ἡλιος είναι ένα άστρο όπως όλα τα άλλα που βλέπουμε στο νυχτερινό ουρανό. Είναι όμως πιο κοντά και γι' αυτό μας φαίνεται διαφορετικός από τα υπόλοιπα άστρα, σαν μια ήρεμα φωτισμένη χρυσή σφαίρα. Ο Ἡλιος, όμως, κάθε άλλο παρά ήρεμος είναι. Οι σκοτεινές περιοχές στην επιφάνειά του ονομάζονται **ηλιακές κηλίδες**. Κάθε μία απ' αυτές έχει το μέγεθος περίπου της Γης. Οι ηλιακές κηλίδες είναι σκοτεινές γιατί είναι οι πιο «δροσερές» περιοχές του Ἡλίου με θερμοκρασίες που δεν ξεπερνούν τους 3.700° C, ενώ οι υπόλοιπες περιοχές του έχουν διπλάσια σχεδόν θερμοκρασία.

Η ενέργεια του Ἡλίου, όπως και των υπόλοιπων άστρων, δημιουργείται από τις συγκρούσεις μικροσκοπικών σωματιδίων που ονομάζονται **πρωτόνια**. Κάθε δευτερόλεπτο, μυριάδες πρωτονίων στον πυρήνα του Ἡλίου συγκρούονται και συγχωνεύονται, απελευθερώνοντας αδιανόητες ποσότητες ενέργειας. Το μεγαλύτερο ποσοστό αυτής της ενέργειας εκπέμπεται από τον Ἡλιο ως φως. Ένα μέρος της όμως αποχωρίζεται από τον Ἡλιο ως μια συνεχής ροή φορτισμένων σωματιδίων που ονομάζεται **Ηλιακός Άνεμος**, ο οποίος διατρέχει το Ηλιακό μας Σύστημα με ταχύτητα που υπερβαίνει το 1.500.000 km/h, ενώ υπάρχουν λιγότερο συχνές, αλλά ταχύτερες ηλιακές καταιγίδες

οι οποίες εκτοξεύονται κι αυτές προς το Διάστημα.

Ο Ηλιακός Άνεμος εκτοξεύεται συνεχώς προς όλους του πλανήτες του Ηλιακού μας Συστήματος και είναι τόσο ισχυρός, ώστε θα μπορούσε να εξαλείψει μεγάλο τμήμα της ανώτερης ατμόσφαιρας του πλανήτη μας, αφανίζοντας μεγάλες ποσότητες νερού και αλλάζοντας δραματικά την εξέλιξη της ζωής πάνω στη Γη. Ευτυχώς όμως, η Γη προστατεύεται από μια αόρατη, φυσική ασπίδα, τη **μαγνητόσφαιρα**, που ξεκινάει από τον πυρήνα του πλανήτη μας, κάνοντάς τον να συμπεριφέρεται σαν ένας τεράστιος μαγνήτης έλκοντας μερικά αντικείμενα και απωθώντας κάποια άλλα. Καλυμμένη μ' αυτό το κουκούλι, η Γη είναι προφυλαγμένη από τον Ηλιακό Άνεμο, αν και μερικά σωματίδια καταφέρνουν να διαπεράσουν το μαγνητικό αυτό εμπόδιο και να φτάσουν τελικά στο Βόρειο και στο Νότιο Πόλο. Τα αποτελέσματα είναι εντυπωσιακά: εκπληκτικές, σπινθηροβόλες κορτίνες φωτεινών χρωμάτων, το **Βόρειο** και το **Νότιο Σέλας**.

Το Σέλας σχηματίζεται ως εξής: Όταν τα φορτισμένα σωματίδια από τον Ἡλιο φτάσουν στη Γη αποκρούονται από τη γήινη μαγνητόσφαιρα και κατευθύνονται προς τους μαγνητικούς της πόλους όπου αιχμαλωτίζονται και εξαναγκάζονται να μεταπηδάνε από τη μια πολική περιοχή στην άλλη επιταχυνόμενα συγχρόνως σχεδόν με την ταχύτητα

του φωτός. Μ' αυτήν την ταχύτητα κινούμενα συγκρούονται με τα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, κι έτσι τα σωματίδια του ηλιακού ανέμου, που γεννήθηκαν στα έγκατα του Ήλιου, διοχετεύουν τελικά την ενέργειά τους πάνω από τους πόλους του πλανήτη μας. Η αλληλοεπίδραση αυτή του Ηλιακού Ανέμου και του γήινου μαγνητικού πεδίου είναι ο λόγος για την εμφάνιση του ωραιότερου από τα παιχνίδια της φύσης, όταν σχηματίζουν τις μυστηριώδεις φωτεινές παραστάσεις που αποτελούν το Βόρειο και το Νότιο Σέλας σε ύψος που κυμαίνεται από 100 έως 1.000 km, ενώ τα διάφορα χρώματα που παρατηρούνται εξαρτώνται από τα χημικά στοιχεία της ιονόσφαιρας, με τα οποία συγκρούονται τα φορτισμένα ηλιακά ηλεκτρόνια.

Το Σέλας είναι ένα φαινόμενο αρκετά συνηθισμένο στις περιοχές γύρω από τους δύο μαγνητικούς πόλους του πλανήτη μας αν και μερικές φορές, σε περιόδους ιδιαίτερα έντονης ηλιακής δραστηριότητας, εμφανίζεται και σε νοτιότερες περιοχές, όπως η Ελλάδα. Στις αρχές του Απριλίου 2000, για παράδειγμα, ο ουρανός της βόρειας Ελλάδας πήρε μία βαθυκόκκινη απόχρωση που οφειλόταν σ' αυτό ακριβώς το φαινόμενο που οι Ρωμαίοι ονόμαζαν **pluvia sanguinea** ή **βροχή αίματος**. Ακόμη και ο Αριστοτέλης (384-322 π.Χ.) φαίνεται ότι είχε παρατηρήσει μία τέτοια εμφάνιση το 344 π.Χ. και το παρομοίασε με φλόγες στον ουρανό, ενώ ακόμη νωρίτερα ο Αναξιμένης (570-500 π.Χ.) και ο Ξενοφάνης (560-470 π.Χ.) είχαν προσπαθήσει να μελετήσουν το ίδιο φαινόμενο με επιστημονικό τρόπο δίνοντάς του μία φυσική εξήγηση.

Εκτός όμως από την ομορφιά του Σέλαος, η εμφάνιση των ηλιακών καταιγίδων μπορεί να δημιουργήσει και μεγάλα προβλήματα. Στη σύγχρονη εποχή των ηλεκτρονικών συσκευών, των τεράστιων ηλεκτρικών δικτύων και των δορυφόρων που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τη Γη η μελέτη των ηλιακών καταιγίδων καθίσταται όχι μόνο απαραίτητη, αλλά και επιτακτική. Διακόσιοι τουλάχιστον επικοινωνιακοί δορυφόροι βρίσκονται σήμερα σε γεωσύγχρονη τροχιά και μία μεγάλη μαγνητική καταιγίδα θα αύξανε σημαντικά την ταχύτητα των επερχόμενων ηλεκτρονίων,





πρωτονίων και ιόντων που θα μπορούσαν δυνητικά να χτυπήσουν τους δορυφόρους αυτούς και να βραχυκυκλώσουν τα ηλεκτρονικά τους κυκλώματα θέτοντάς τους εκτός λειτουργίας. Το απλούστερο πρόβλημα που μπορεί να παρουσιαστεί είναι η ηλεκτρικά αρνητική φόρτιση του δορυφόρου που θα χτυπηθεί από εκατοντάδες ή και χιλιάδες βολτ με αποτέλεσμα τη λανθασμένη μετάδοση πληροφοριών.

Επί πλέον σε περιόδους αυξημένης ηλιακής δραστηριότητας μπορεί να παρουσιαστούν προβλήματα και στα επίγεια ηλεκτρικά δίκτυα, αφού κατά τη διάρκεια έντονων μαγνητικών καταιγίδων τα ηλεκτρικά ρεύματα που δημιουργούνται σε ύψος 100 km μπορεί να φτάσουν τις μερικές εκατοντάδες χιλιάδες αμπερ. Αυτό επηρεάζει τις ηλεκτρικές και τηλεφωνικές γραμμές τόσο, όσο μεγαλύτερη είναι η έκταση ενός δικτύου, έτσι ώστε να έχουμε την υπερφόρτωση του δικτύου με εκατοντάδες ή και χιλιάδες βολτ. Τα ρεύματα αυτά μπορούν να ενεργοποιήσουν διάφορα αυτόματα συστήματα και να προκαλέσουν ηλεκτρικά «μπλακάουτ» σε μεγάλες περιοχές όπως συνέβη στις μεσοδυτικές ΗΠΑ τον Οκτώβριο του 1980 και τον Απρίλιο του 1981.

Μία τέτοια καταιγίδα μπορεί να καταστρέψει επίσης και τους τεράστιους ηλεκτρικούς μετασχηματιστές όπως έγινε στις 19 Δεκεμβρίου 1980. Το βράδυ εκείνο ένας μεγάλος μετασχηματιστής 735.000 βολτ στον Καναδά χρειάστηκε να αντικατασταθεί, πράγμα που επαναλήφθηκε και τον Απρίλιο του 1981. Παρόμοια προβλήματα όμως παρουσιάστηκαν και το Μάρτιο του 1989 με εκτεταμένα ηλεκτροδοτικά προβλήματα που απλώθηκαν από την Καλιφόρνια μέχρι τη Σουηδία, ενώ ολόκληρη η περιοχή του Κεμπέκ στον Καναδά βυθίστηκε στο σκοτάδι για δέκα περίπου ώρες. Έτσι τα τελευταία χρόνια η επισταμένη μελέτη των ηλιακών καταιγίδων με ειδικά όργανα στο Διάστημα, όπως αυτά που μεταφέρουν οι διαστημοσυσσκευές Οδυσσέας και SOHO, μας έχουν οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι ο ενδεκαετής κύκλος της ηλιακής δραστηριότητας και οι ηλιακές καταιγίδες είναι ένα φαινόμενο που χρειάζεται συνεχή και επισταμένη μελέτη.



Αστρικές Εκρήξεις

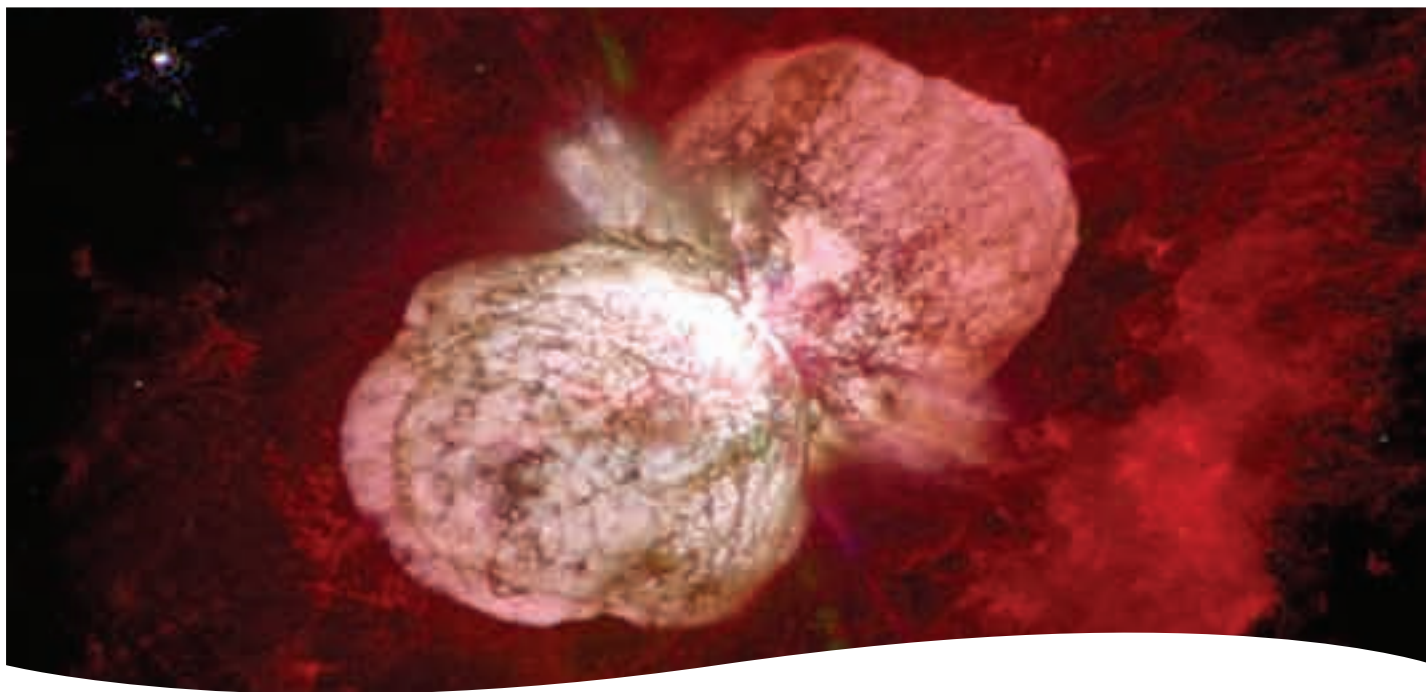
Πέρα όμως από το Ηλιακό μας Σύστημα η βία εμφανίζεται παντού. Πάρτε για παράδειγμα το θάνατο των άστρων. Μερικά άστρα εκτοξεύουν ολόκληρη την εξωτερική τους ατμόσφαιρα, καλύπτοντας έτσι κάθε πιθανό πλανήτη γύρω τους μ' ένα φωτεινό πέπλο διαστελλόμενης αστροσκονης. Αλλού πάλι βρίσκουμε δύο ή και περισσότερα άστρα να κατακυλάνε παρέα μέσα στο αχανές Διάστημα. Αν η απόσταση μεταξύ τους είναι μεγάλη τότε καθένα από αυτά θα εξελιχθεί με το δικό του τρόπο, χωρίς καμία σχεδόν αλληλεπίδραση. Αλλά αν τα άστρα αυτά είναι κοντά το ένα στο άλλο, η κατάσταση αλλάζει και οδηγεί σε θεαματικές συνέπειες.

Οι γαλάζιοι υπεργίγαντες είναι τα πιο μεγάλα άστρα στο Σύμπαν και επιπλέον τα πιο λαμπερά. Λάμπουν, μετατρέποντας τα πυρηνικά τους υλικά σε ενέργεια, στα βάθη του εσωτερικού τους. Η ενέργεια αυτή δίνει μια προς τα έξω ώθηση, δημιουργώντας έτσι μια αντίθετη στη βαρύτητα δύναμη, που αντισταθμίζει την προς τα μέσα πίεση. Λόγω της τεράστιας μάζας τους, οι γαλάζιοι αυτοί υπεργίγαντες καταναλώνουν τα πυρηνικά τους καύσιμα με ταχύτατο ρυθμό. Τα άστρα αυτά, μεταστοιχειώνουν πρώτα το πιο άφθονο από τα χημικά τους στοιχεία, το υδρογόνο, σε ήλιο. Στη συνέχεια μεταστοιχειώνουν το ήλιο σε άνθρακα, τον άνθρακα σε οξυγόνο κ.ο.κ., με τη δημιουργία όλο και πιο πολύπλο-

κων χημικών στοιχείων, ενώ σε κάθε τέτοια μεταστοιχείωση απελευθερώνεται ενέργεια, η οποία κάνει το άστρο να επιζεί λάμποντας.

Όταν όμως το άστρο αυτό έχει μεταστοιχειώσει όλα τα χημικά στοιχεία μέχρι και το σίδηρο, έχει φτάσει πια στο κρίσιμο εκείνο σημείο των αλυσιδωτών του αντιδράσεων, όπου αντί να απελευθερώνεται ενέργεια, αντίθετα απορροφάται. Το αποτέλεσμα εδώ είναι το ίδιο με το να ανοίξουμε απότομα έναν τεράστιο πυροσβεστήρα στο εσωτερικό του άστρου. Μ' αυτόν τον τρόπο η πηγή ενέργειας που μέχρι τότε παρείχε την πίεση, η οποία συγκρατούσε φουσκωμένο ολόκληρο αυτό το τεράστιο άστρο, ενάντια στην αδυσώπητη δύναμη της ίδιας του της βαρύτητας, ξαφνικά σταματάει να υπάρχει. Μέσα σε δευτερόλεπτα, τα εξωτερικά στρώματα του άστρου αρχίζουν να καταρρέουν προς το εσωτερικό του με μια επιτάχυνση που πλησιάζει την ταχύτητα του φωτός, συγκρούονται με τον πυρήνα του άστρου και εκτοξεύονται προς τα έξω με μια καταστροφική έκρηξη που ονομάζεται **Σουπερνόβα**.

Για μερικές μέρες αυτό το άστρο θα λάμπει με τη λαμπρότητα ολόκληρου του Γαλαξία μας. Ένα μόνο άστρο θα φωτίζει τους ουρανούς με τη συνδυασμένη ενέργεια εκατό δισεκατομμυρίων ήλιων, καθώς μέχρι και το 90% της μάζας του διασκορπίζεται στο γύρω Διάστημα. Αυτό που



απομένει πίσω, στο κέντρο αυτού του ολοκαυτώματος, είναι πραγματικά άξιο ιδιαίτερης προσοχής. Αν τα πυρηνικά λείψανα του άστρου που εξερράγη δεν υπερβαίνουν σε ποσότητα τη μιάμιση φορά τη μάζα του Ήλιου, τότε το άστρο αυτό συστέλλεται και με την πάροδο του χρόνου μετατρέπεται σε άσπρο νάνο με μέγεθος ίδιο σχεδόν με το μέγεθος της Γης. Σ' ένα τέτοιο άστρο η ύλη είναι συμπιεσμένη τόσο πολύ, ώστε μια κουταλιά αυτής της ύλης ζυγίζει τόσο, όσο και ένα αυτοκίνητο.

Αν πάλι, ότι απέμεινε από την καρδιά του άστρου, υπερβαίνει σε ποσότητα τη μιάμιση φορά τη μάζα του Ήλιου, τότε η εσωτερική δύναμη της βαρύτητας συμπέζει τον κεντρικό πυρήνα σε μια αφάνταστη πυκνότητα. Ως αποτέλεσμα έχουμε τη δημιουργία μιας μικροσκοπικής σφαίρας με διάμετρο 20 km περίπου που ονομάζεται **άστρο ουδετερονίων** ή, πιο απλά, **Πάλσαρ**. Μια κουταλιά της ύλης αυτού του αντικειμένου, θα υπερέβαινε σε βάρος τους 250 εκατομμύρια τόνους. Το γρήγορο αναβόσβημα ενός πάλ-

σαρ μοιάζει μ' έναν τεράστιο κοσμικό φάρο που εκπέμπει ενέργεια, αναγκασμένο να παραμένει στο ίδιο σημείο και να περιστρέφεται μαζί με το άστρο, λόγω της τεράστιας δύναμης του μαγνητικού του πεδίου. Τα αντικείμενα αυτά περιστρέφονται εκατοντάδες φορές κάθε δευτερόλεπτο, εκτοξεύοντας στο Διάστημα τεράστιες ποσότητες ακτινοβολίας.

Έχει υπολογιστεί ότι στο Γαλαξία μας, κατά μέσον όρο, συμβαίνει μια έκρηξη σουπερνόβα μια φορά κάθε 300 χρόνια. Έτσι ο Γαλαξίας μας, καθώς και οι άλλοι γαλαξίες, θα πρέπει να μοιάζουν με εσωτερικούς θόλους που δημιουργήθηκαν από τις εκρήξεις παλαιών σουπερνόβα. Με τη βοήθεια των υπερσύγχρονων τηλεσκοπίων, οι αστρονόμοι έχουν αποκαλύψει τις τελευταίες δεκαετίες τα απομεινάρια πολλών τέτοιων σουπερνόβα. Κι όμως, σ' όλα αυτά τα απομεινάρια των αστρικών θανάτων, βρίσκουμε το δώρο της ζωής! Στις εκρήξεις αυτές των σουπερνόβα, όλα τα πλούσια και πολύπλοκα χημικά στοιχεία που δημιουργήθηκαν στα βαθιά απρόσιτα μονοπάτια της καρδιάς των

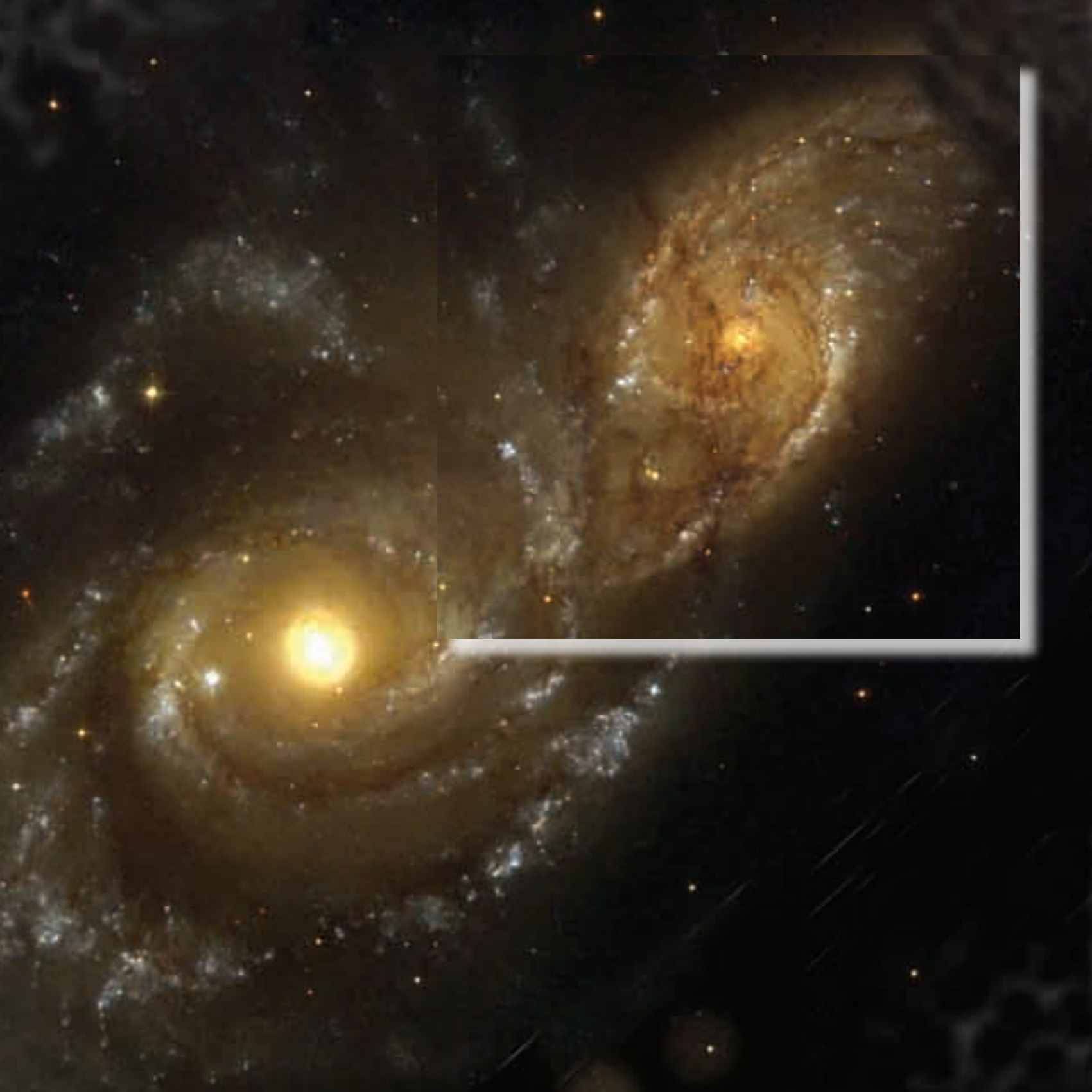
άστρων, εκτοξεύονται βίαια στο Διάστημα. Ανακατεμένα χημικά στοιχεία, το υδρογόνο και το οξυγόνο, ο άνθρακας και το άζωτο, όλων των ειδών τα μέταλλα και όλα τα άλλα στοιχεία διασκορπίζονται στο διαστρικό χώρο.

Με μεγάλες ταχύτητες, ωθούμενα από την αρχική έκρηξη που τα εκτόξευσε, ξεχύνονται παντού. Σαν γιγάντιες κοσμικές μπουλντόζες μαζεύουν και σπρώχνουν οτιδήποτε βρουν μπροστά τους, σπέρνοντας με βαρύτερα στοιχεία τα νεότερα νεφελώματα που συναντούν στο διάβα τους. Με την ταχύτητα που έχουν, συμπιέζουν τα υλικά των νεφελωμάτων αυτών αυξάνοντας έτσι τη θερμοκρασία και την πυκνότητά τους και ωθούν τη βαρύτητα να μετατρέψει το χάος σε τάξη και να προετοιμάσει έτσι την επόμενη γενιά

αστροδημιουργίας. Σ' αυτήν λοιπόν την παραμορφωμένη τοιχογραφία αερίων και σκόνης, και ανάμεσα στα σκελετωμένα απολειφάδια αρχέγονων άστρων, που έχουν από καιρό ξεψυχήσει, βρίσκονται τα στοιχεία και οι συνθήκες εκείνες που είναι αναγκαίες για τη γέννηση νέων άστρων, νέων πλανητών και νέων ειδών ζωής.

Πέρα όμως από τα μεμονωμένα εκρηγνύόμενα άστρα, τις νόβες και τις σουπερνόβες, υπάρχουν και άλλες βίαιες δυνάμεις, κι άλλα βίαια φαινόμενα, των οποίων η ύπαρξη συγκριτικά εκμηδενίζει όλα όσα προηγήθηκαν. Σήμερα, οι επιστήμονες συγκεντρώνουν απτές αποδείξεις που μας αποκαλύπτουν ότι το κέντρο του τεράστιου Γαλαξία μας είναι ένας τόπος απίστευτης βιαιότητας.





Γαλαξιακές Συγκρούσεις

Η Γη βρίσκεται σε απόσταση 27.000 περίπου ετών φωτός από το κέντρο του Γαλαξία μας. Σε απόσταση 20.000 ετών φωτός από μας, παρατηρήσαμε ένα τεράστιο νέφος υδρογόνου που κατευθύνεται προς τα έξω με ταχύτητα 50 km/s σαν να είχε εκτοξευθεί από μια γιγάντια έκρηξη. Τέλος τα όργανά μας φτάνουν στα διεισδυτικά τους όρια, όπου συναντάμε μια πραγματική ασπίδα ακτινοβολίας που περιβάλλει το γαλαξιακό πυρήνα. Τι άραγε βρίσκεται στο κέντρο; Ποια να ήταν άραγε η αιτία που είχε ως αποτέλεσμα την αυτοεκμηδενιστική ανάφλεξη της καρδιάς του Γαλαξία και την εκπομπή τεράστιων ρευμάτων ύλης προς το Ηλιακό μας Σύστημα, με την ταχύτητα των 100 km/h;

Οι επιστήμονες μάς λένε ότι αν μπορούσαμε να κρυφοκοιτάξουμε μέσα από την αδιαπέραστη αυτή ασπίδα της ακτινοβολίας, θα βλέπαμε ένα πελώριο αντικείμενο, τον τάφο εκατομμυρίων άστρων, ένα χώρο όπου υλικά πέντε εκατομμύρια φορές περισσότερα από την ύλη του Ήλιου έχουν καταρρεύσει και έχουν συμπιεστεί από τη βαρύτητα σε τέτοιο σημείο ώστε τίποτε, ούτε κι αυτό ακόμη το φως, να μην μπορεί να δραπετεύσει, δηλαδή μια τεράστια γαλαξιακή **Μαύρη Τρύπα**.

Σε άλλες περιοχές του ουρανού τα ραδιοτηλεσκόπια μάς έχουν αποκαλύψει κι άλλους παράξενους γαλαξίες,

που μοιάζουν να έχουν, με κάποιον τρόπο, εκτοξεύσει τεράστιες «γλώσσες» υλικών από το κέντρο τους. Σε μερικές περιπτώσεις μάλιστα υπάρχουν αρκετές ποσότητες υλικών στις γλώσσες αυτές για να δημιουργήσουν εκατομμύρια άστρα. Η πελώρια αυτή ποσότητα ύλης έχει εκτοξευτεί σε απόσταση εκατοντάδων χιλιάδων ετών φωτός και με ταχύτητα χιλιάδων χιλιομέτρων το δευτερόλεπτο. Το κλειδί μιας τέτοιας τεράστιας πηγής ενέργειας βρίσκεται στα **κβάζαρ**, τα αστρόμορφα αντικείμενα που ανακαλύφθηκαν στις αρχές της δεκαετίας του '60 και σήμερα θεωρούνται ότι αποτελούν τους πυρήνες ενεργών γαλαξιών με τεράστιες αρχέγονες Μαύρες Τρύπες. Αυτά, τα πιο απόμακρα αντικείμενα στο Σύμπαν, φαίνονται να εκπέμπουν, ενέργεια τόσο, όσο 1.000 γαλαξίες μαζί, και παρόλα αυτά η ακατανόητη αυτή ποσότητα ενέργειας παράγεται σε ένα χώρο που δεν υπερβαίνει σε μέγεθος το Ηλιακό μας Σύστημα.

Αλλά, ακόμη και πέρα από τα τέρατα αυτά των γαλαξιακών πυρήνων, κάθε γαλαξίας αποτελείται από δεκάδες ακόμη δισεκατομμύρια άστρα, τρισεκατομμύρια πλανήτες, καθώς και τεράστιες ποσότητες αερίων και σκόνης. Τα περισσότερα άστρα στους γαλαξίες βρίσκονται τόσο μακριά το ένα από τ' άλλο, που είναι δύσκολο να συγκρουστούν. Υπάρχουν βέβαια και ορισμένες σπάνιες εξαιρέσεις. Στα περίχωρα του Γαλαξία μας για παράδειγμα, βρίσκουμε τα



σφαιρωτά σμήνη, όπου τα άστρα από τα οποία αποτελούνται είναι τόσο πολύ στριμωγμένα το ένα κοντά στο άλλο, ώστε μερικές φορές κάποιο απ' αυτά μπορεί να συγκρουστεί με κάποιο άλλο. Κάτι τέτοιο είναι φυσικά ασυνήθιστο, αφού ακόμα κι εδώ τα άστρα συγκρούονται μια φορά κάθε εκατό χιλιάδες χρόνια. Οι γαλαξίες, όπως και κάθε τι στο Σύμπαν, βρίσκονται σε διαρκή κίνηση και οι συγκρούσεις μεταξύ τους είναι αναπόφευκτες.

Ο δικός μας Γαλαξίας βρίσκεται ήδη σε μια πορεία σύγκρουσης με τον πλησιέστερο μεγάλο μας γείτονα, το γαλαξία της Ανδρομέδας. Οι δύο αυτοί μεγάλοι γαλαξίες θα στροβιλιστούν μεταξύ τους σ' έναν γεμάτο χάρη κοσμικό χορό, γλιστρώντας ο ένας δίπλα στον άλλο για να απομακρυνθούν στη συνέχεια. Τα άστρα και οι πλανήτες αυτών των γαλαξιών δεν πρόκειται να συγκρουστούν, γιατί απέχουν πολύ μεταξύ τους, αυτά όμως που σίγουρα θα συγκρουστούν είναι τα αέρια και η σκόνη που υπάρχουν στο εσωτερικό κάθε γαλαξία. Και από τις συγκρούσεις αυτές θα γεννηθούν αναρίθμητα άστρα και πλανήτες. Τελικά, δισεκατομμύρια χρόνια από σήμερα, ο δικός μας Γαλαξίας κι αυτός της Ανδρομέδας θα σχηματίσουν έναν τεράστιο νέο γαλαξία. Οι γαλαξιακές άλλωστε συγκρούσεις είναι ένα συνηθισμένο φαινόμενο στη ζωή όλων των γαλαξιών, αφού ακόμα κι ο δικός μας Γαλαξίας σχηματίστηκε από συγκρούσεις που έγιναν στο παρελθόν με άλλους μικρότερους γαλαξίες. Χωρίς αυτές τις συγκρούσεις, ο Γαλαξίας μας δεν θα υπήρχε. Και πιθανότατα, ούτε κι εμείς.

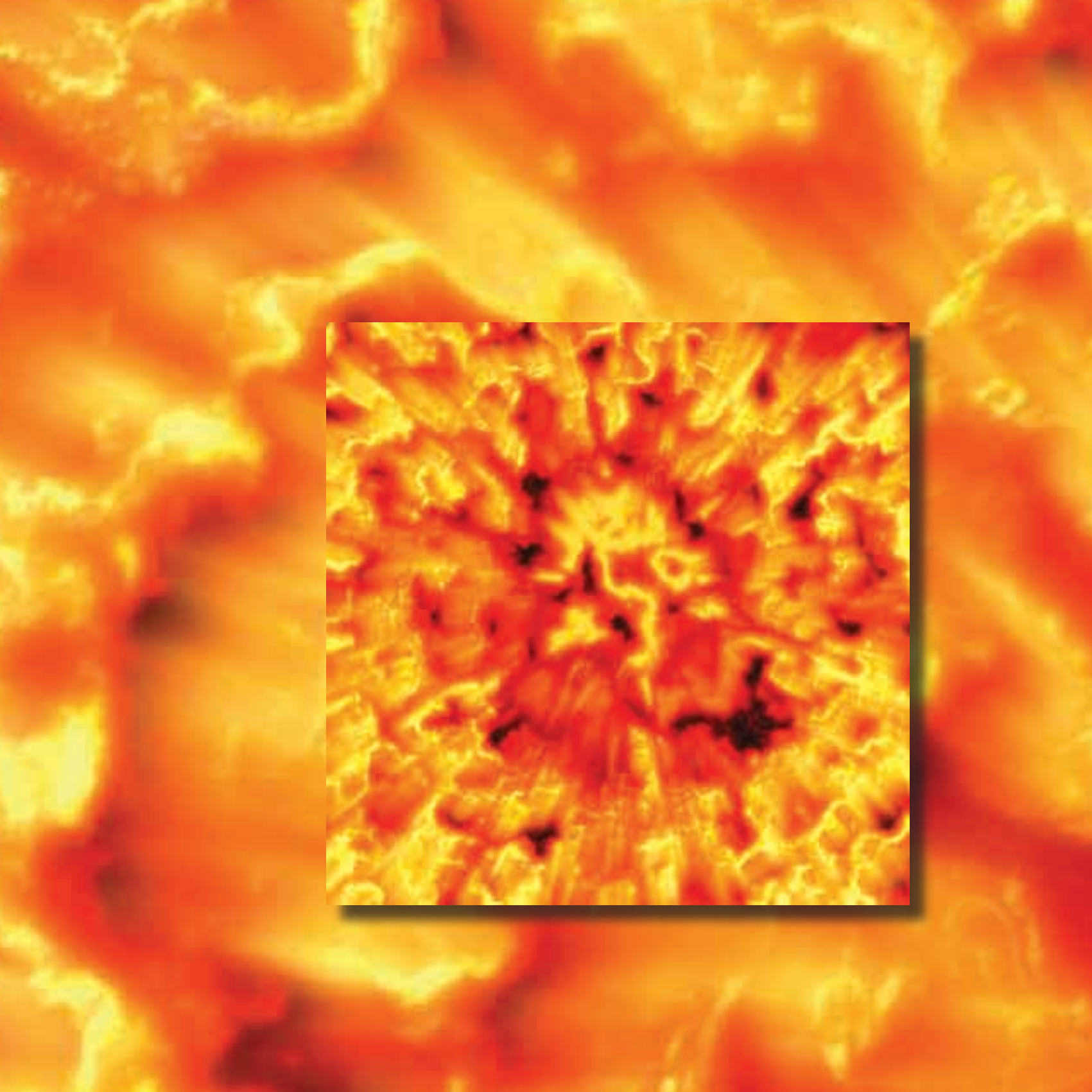
Με όλες αυτές τις έρευνες μεταφερόμαστε όχι μόνο στο χώρο, αλλά και στο χρόνο και προσπαθούμε να διερευνήσουμε έτσι τις διαδικασίες που οδήγησαν στη γένεση των πρώτων άστρων και των πρώτων γαλαξιών. Τον Νοέμβριο του 2005 για παράδειγμα, μια ομάδα αστρονόμων με τη βο-

ήθεια του Διαστημικού Τηλεσκοπίου Σπίτζερ ανακοίνωσε ότι, από παρατηρήσεις που έκανε προς την κατεύθυνση του αστερισμού του Δράκοντα, κατόρθωσε να καταγράψει υπέρυθρη ακτινοβολία, η οποία προερχόταν κατά πάσα πιθανότητα από τα πρώτα άστρα που γεννήθηκαν στο Σύμπαν. Φυσικά είναι πολύ δύσκολο προς το παρόν να υπολογιστεί με ακρίβεια πότε ακριβώς γεννήθηκε το πρώτο άστρο στο Σύμπαν, αλλά οι νέες ανακαλύψεις μας προϊδεάζουν ότι η γέννηση αυτή ίσως να έγινε πολύ νωρίτερα απ' ό,τι υπολογιζόταν θεωρητικά.

Άλλες πάλι παρατηρήσεις που έγιναν το 2005 από τα Διαστημικά Τηλεσκόπια Σπίτζερ (στο υπέρυθρο τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος) και Χαμπλ (στο ορατό τμήμα), καθώς και από τα δύο τεράστια οπτικά τηλεσκόπια Κεκ (με κάτοπτρα διαμέτρου 10 m) στην κορυφή του Όρους Μάουντ Κέα της Χαβάης, μας πληροφόρησαν ότι τα αρχαιότερα άστρα που έχουν εντοπιστεί μέχρι τώρα στο Σύμπαν γεννήθηκαν περίπου 700 εκατομμύρια χρόνια μετά τη γέννηση του Σύμπαντος. Το φως από τα αρχαιότερα αυτά άστρα εντοπίστηκε στο νότιο αστερισμό της Καμίνου, σε απόσταση 13 δισεκατομμυρίων ετών φωτός μακριά από τη Γη και σε περιοχές που περιλάμβαναν περισσότερα αέρια υλικά απ' ό,τι περιλαμβάνει ο Γαλαξίας μας σήμερα.

Γνωρίζουμε επίσης σήμερα ότι τα κβάζαρ και οι γαλαξίες απομακρύνονται συνεχώς από μας κι επειδή όσο μακρύτερα κοιτάμε στο Διάστημα τόσο πιο πολύ βλέπουμε στο παρελθόν, δεν θα 'ταν άραγε λογικό να υποθέσουμε ότι το Σύμπαν είχε μια υπερβίαιη και υπέρθερμη γέννηση; Η απάντηση σε τέτοιου είδους ερωτήσεις βρίσκεται στη θεωρηση που έχουμε σήμερα για τη γέννηση του Σύμπαντος με μια **Μεγάλη Έκρηξη**, μια έκρηξη που πραγματικά ήταν το «άκρον άωτον» της βίας που επικρατεί στο Σύμπαν.





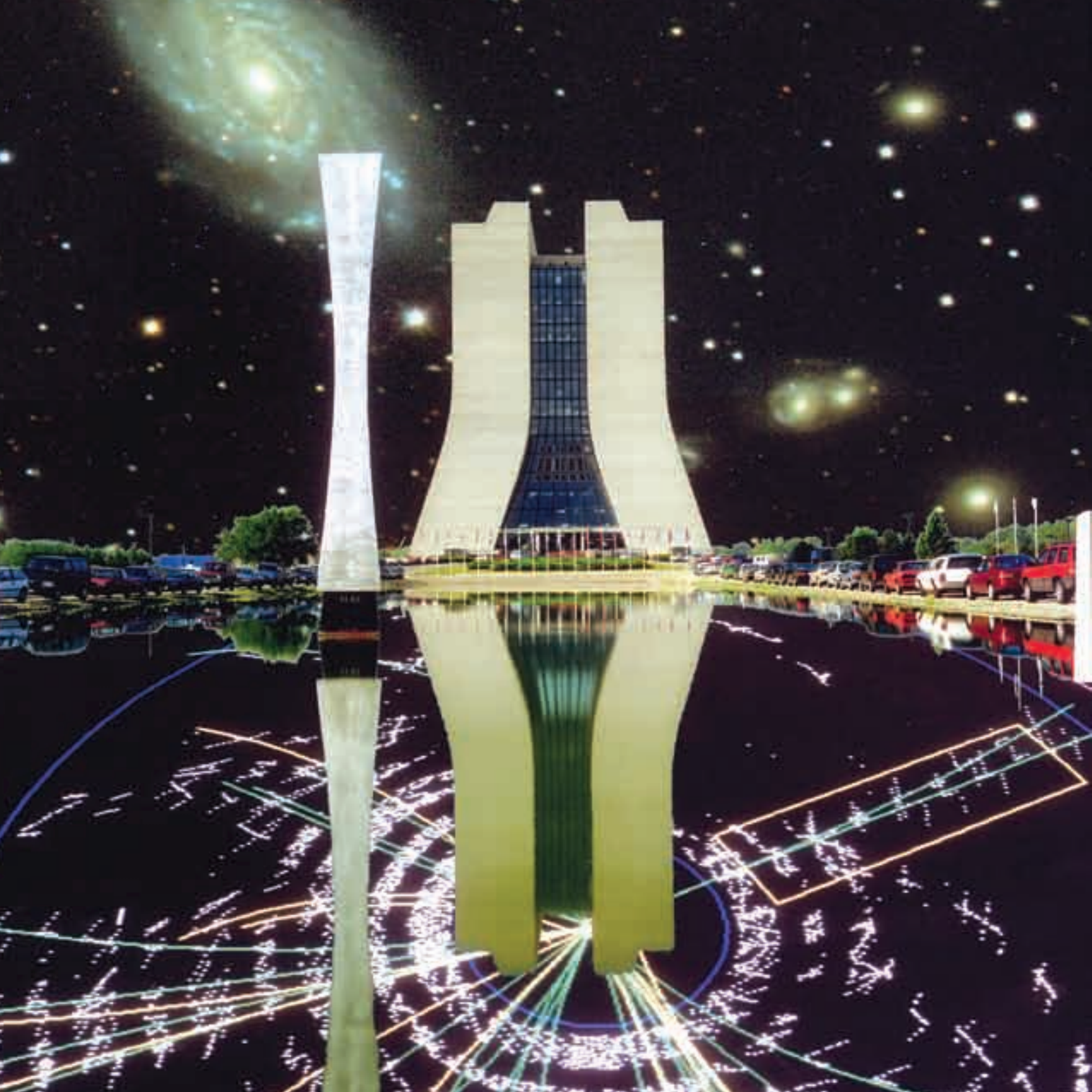
Η Μεγάλη Έκρηξη

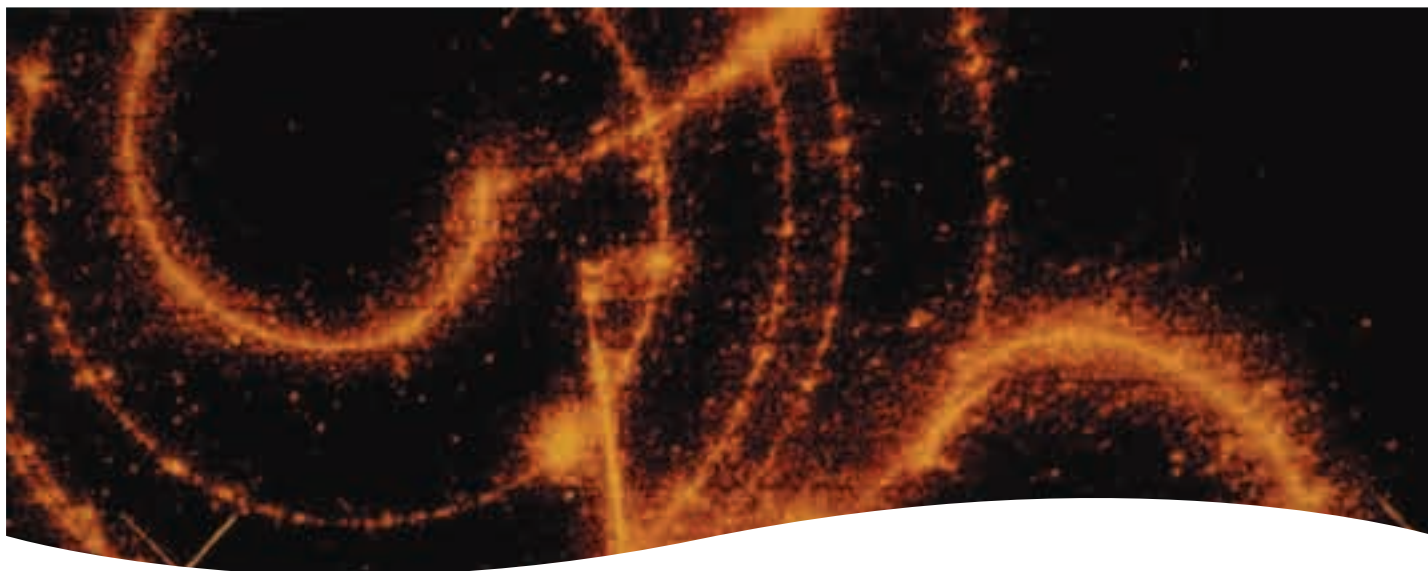
Το πρώτο σύγχρονο μοντέλο για το Σύμπαν προτάθηκε στις αρχές του περασμένου αιώνα από τον Άλμπερτ Αϊνστάιν (1879-1955), ο οποίος πίστευε ότι το Σύμπαν πρέπει να είναι στατικό αν και οι εξισώσεις του έδειχναν το αντίθετο. Γι' αυτό, το 1917 ο Αϊνστάιν θεώρησε ότι θα έπρεπε να προσθέσει στις εξισώσεις αυτές έναν πρόσθετο παράγοντα, τον οποίο ονόμασε **Κοσμολογική Σταθερά**, και η οποία συμβολιζόταν με το ελληνικό γράμμα “λάμδα”. Με την προσθήκη, λοιπόν, της σταθεράς αυτής οι εξισώσεις του Αϊνστάιν παρουσίαζαν ένα σφαιρικό, κλειστό Σύμπαν τεσσάρων διαστάσεων. Όμως το 1922 ο Ρώσος μαθηματικός Αλεξάντερ Φρήντμαν (1888-1925) απέδειξε ότι η κοσμολογική σταθερά δεν χρειαζόταν στις εξισώσεις του Αϊνστάιν.

Το 1927, ένας άγνωστος τότε Βέλγος ιερέας και μαθηματικός, ο Ζωρζ Λεμέτρ (1894-1966), έθεσε τα θεμέλια της σύγχρονης αντίληψης που έχουμε για τη γέννηση του Σύμπαντος όταν 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 Έντουνι Χαμπλ επιβεβαίωσε τη θεώρηση του Λεμέτρ όταν 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. Οι περισσότεροι μάλιστα κοσμολόγοι πιστεύουν σήμερα ότι πριν από 14 περίπου δισεκατομμύρια χρόνια όλο το Σύμπαν ήταν συμπιεσμένο σε μία μοναδική υπέρπυκνη μάζα ενέργειας, που ο Λεμέτρ ονόμαζε **Κοσμικό Άτομο**.

Είκοσι χρόνια αργότερα, ο Ρωσο-αμερικανός θεωρητικός φυσικός Τζωρτζ Γκάμοφ (1904-1968) και οι Αμερικανοί συνεργάτες του, Ραλφ Άλφερ και Ρόμπερτ Χέρμαν, έθεσαν τις σύγχρονες βάσεις της θεωρίας της Μεγάλης Έκρηξης, όταν, μεταξύ άλλων, υπολόγισαν ότι αν πραγματικά το Σύμπαν προήλθε από μια Μεγάλη Έκρηξη θα έπρεπε να μπορούμε να εντοπίσουμε τα λείψανά της ως μια διάχυτη ακτινοβολία μικροκυμάτων με θερμοκρασία 5 περίπου βαθμών Κέλβιν, 5 δηλαδή βαθμών πάνω από το απόλυτο μηδέν. Και πράγματι, το 1964 οι Αμερικανοί ερευνητές Άρνο Πενζιας και Ρόμπερτ Ουίλσον ανακάλυψαν ότι η Γη μας βομβαρδίζεται συνεχώς από μια τέτοια ακτινοβολία χαμηλής θερμοκρασίας τριών περίπου βαθμών Κέλβιν. Η ανακάλυψη αυτή χάρισε στους ερευνητές αυτούς το Βραβείο Νόμπελ Φυσικής (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 θεωρίας αυτής το 1989 εκτοξεύτηκε το τροχιακό αστεροσκοπείο COBE, το οποίο μέτρησε τις απειροελάχιστες διαφοροποιήσεις στη θερμοκρασία των μικροκυμάτων που κατακλύζουν τη Γη μας από παντού. Χάρη στην ερευνητική αυτή εργασία οι κύριοι συντελεστές της έλαβαν το Βραβείο Νόμπελ Φυσικής του 2006. Το 2003, ένας ακόμη πιο ευαίσθητος ερευνητής, η διαστημοσυσκευή WMAP, μας αποκάλυψε ένα λεπτομερέστερο πορτρέτο του εμβρυακού Σύμπαντος, όπως ήταν 380.000 χρόνια μετά τη Μεγάλη Έκρηξη, δείχνοντάς μας ξεκάθαρα ότι η ομοιομορφία του νεαρού Σύμπαντος διαφοροποιούταν θερμοκρασιακά στο βαθμό που υπολόγιζε η θεωρία, μια βασική δηλαδή και αναγκαία προϋπόθεση για την επαλήθευση του μοντέλου της γένεσης με μία Μεγάλη Έκρηξη.

Αν και όχι τέλεια, η Θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης είναι σήμερα ένα πλήρες, μαθηματικά θεμελιωμένο μοντέλο, που δημιουργήθηκε με τη βοήθεια των δύο μεγάλων θεωριών του 20ού αιώνα, της **Γενικής Σχετικότητας** και της **Κβαντομηχανικής** και συμπληρώθηκε τα τελευταία χρόνια με τις θεωρίες του **Πληθωρισμού** και των **Υπερχορδών**. Το μοντέλο μάλιστα αυτό επεξηγεί ικανοποιητικά

πολλές από τις παρατηρήσεις και τα πειράματα που έχουν διεξαχθεί μέχρι τώρα.

Η Γενική Σχετικότητα είναι η πιο όμορφη θεωρία της Φυσικής και μας περιγράφει με έναν πολύ «κομψό» τρόπο τη συμπεριφορά της βαρύτητας στο Σύμπαν, αφού σύμφωνα με τον Αϊνστάιν η δύναμη της βαρύτητας έχει την ικανότητα να παραμορφώνει έντονα τη γεωμετρία του χωρόχρονου, που με απλά λόγια σημαίνει ότι *ο χώρος λέει στην ύλη πώς να κινείται και η ύλη στο χώρο πώς να παραμορφώνεται*. Η Κβαντομηχανική από την άλλη πλευρά είναι πολύ πιο παράξενη, γιατί όλη αυτή η θεώρηση του μικρόκοσμου βασίζεται στις πιθανότητες και στην απροσδιοριστία των γεγονότων, κάτι τελείως έξω από τις καθημερινές μας εμπειρίες και την κοινή λογική. Χωρίς όμως την ύπαρξη του θεωρητικού υπόβαθρου της Κβαντομηχανικής δεν θα υπήρχε καμία από τις χιλιάδες των ηλεκτρονικών συσκευών που διαθέτουμε σήμερα: τα κινητά τηλέφωνα και οι υπολογιστές, τα λείζερ στην ιατρική, στην επικοινωνία και στην ψυχαγωγία και οι χιλιάδες άλλες παρόμοιες εφαρμογές. Χρησιμοποιούμε δηλαδή την Κβαντομηχανική καθημερινά, είτε το γνωρίζουμε είτε όχι, είτε την καταλαβαίνουμε είτε όχι.



Οι Πρώτες Στιγμές της Δημιουργίας

Είναι φυσικά πάρα πολύ δύσκολο να εκτιμήσουμε σήμερα το «γιατί» γεννήθηκε το Σύμπαν. Εν τούτοις, με βάση τις τεράστιες θερμοκρασίες που επικρατούσαν στις πρώτες στιγμές της γέννησής του, έχουμε κατορθώσει να συγκεντρώσουμε αρκετά στοιχεία από παρατηρήσεις, πειράματα και θεωρητικές εκτιμήσεις που μπορούν να μας αποκαλύψουν το «πώς» και το «πότε» της γένεσης. Γιατί οι σύγχρονοι κοσμολόγοι δεν είναι παρά οι αρχαιολόγοι του Σύμπαντος που οδηγήθηκαν τις τελευταίες δεκαετίες στο πάντρεμα δύο διαφορετικών ειδικοτήτων: της Αστροφυσικής, που μελετάει το μέγα-κοσμο και της Πυρηνικής Φυσικής, που αντίθετα μελετάει το μικρόκοσμο. Αυτή όμως η σύνδεση μάς δίνει τη βάσιμη ελπίδα ότι μπορούμε να περιγράψουμε με αρκετή βεβαιότητα και λεπτομέρεια τα βήματα που ακολούθησαν μετά τη γέννηση του Σύμπαντος όταν, στη διάρκεια των 10 πρώτων λεπτών της ζωής του, αυτό πέρασε από διάφορα στάδια και υπέστη περισσότερες αλλαγές απ' ό,τι στα 14, περίπου, δισεκατομμύρια χρόνια που πέρασαν ως σήμερα.

Έτσι η αποκρυπτογράφηση των στοιχείων που έχουμε σήμερα μπορεί να μας περιγράψει ικανοποιητικά τον τρόπο, με τον οποίο εξελίχτηκε το Σύμπαν όλα αυτά τα χρόνια και ιδιαίτερα τις πρώτες, σημαντικότερες, στιγμές της ύπαρξής του, όταν σε μια ακατανόητη πραγματικά κατάσταση

και ένα περιβάλλον που περιελάμβανε δέκα αντί των σημερινών τεσσάρων διαστάσεων του χωρόχρονου, η περίφημη εξίσωση του Αϊνστάιν ($E=mc^2$) ήταν ο κυρίαρχος και αμφίδρομος τρόπος ζωής, όπου η δημιουργία της ύλης και η εξαϋλώσή της βρισκόταν σε «θερμική ισορροπία», με ίσα ποσά ενέργειας, σωματίδια ύλης και αντιύλης.

Φυσικά όταν μιλάμε σήμερα για τις απόψεις των σύγχρονων κοσμολόγων σχετικά με τη 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. Παρόλα αυτά, τα σύγχρονα μοντέλα έχουν την ικανότητα να προβλέπουν ορισμένες ιδιότητες του Σύμπαντος, οι οποίες μπορούν να επαληθευτούν ή όχι από τις αστρονομικές παρατηρήσεις και τα πειράματά μας στους επιταχυντές των υποατομικών σωματιδίων.

Είναι ευνόητο, επίσης, ότι κανείς δεν μπορεί να γνωρίζει σήμερα τι υπήρχε πριν από τη Μεγάλη Έκρηξη γιατί ο χρόνος και ο χώρος δεν είχαν οντότητα. Υπήρχε μόνο ο κοσμικός πυρήνας, ο αρχικός εκείνος «σπόρος» των απεριόριστα μικρών διαστάσεων, που περιέκλειε μέσα του το σπέρμα μιας ολόκληρης οικουμένης, είτε πρόκειται για μια

πραγματική «μοναδικότητα», μια «ανώμαλη ιδιομορφία» με τεράστια πυκνότητα και θερμότητα, είτε το «τίποτα», είτε τέλος μια ολάκερη αλληλουχία προϋπάρχοντων συμπάντων, όπου το δικό μας Σύμπαν δεν είναι παρά το ένα από έναν «άπειρο» αριθμό διαστελλόμενων συμπάντων.

Γιατί τα πάντα που βλέπουμε σήμερα να υφίστανται στο Σύμπαν, ο χρόνος και ο χώρος, η ενέργεια και η ύλη, τα πάντα, για μας τουλάχιστον, αρχίζουν με τη Μεγάλη Έκρηξη. Έτσι δεν έχει κανένα νόημα, προς το παρόν τουλάχιστον, να μιλάει κανείς για γεγονότα που συνέβησαν πριν από την Ώρα Μηδέν, γιατί πριν απ' αυτήν τη στιγμή δεν υπάρχει ροή του χρόνου. Θα 'ταν σαν να ρωτούσαμε τι υπάρχει βόρεια από το Βόρειο Πόλο. Η Ώρα Μηδέν είναι η στιγμή της εκκίνησης, από την οποία προέρχονται τα πάντα.

Κατά τη διάρκεια των πρώτων στιγμών της Μεγάλης Έκρηξης οι θερμοκρασίες ήταν τόσο τεράστιες, ώστε δεν μπορούσαν να δημιουργηθούν τα άτομα των χημικών στοιχείων και το Σύμπαν ήταν γεμάτο με μια σκοτεινή υπέρθερμη ποσότητα ενέργειας. Στα πρώτα τρισεκατομμυριοστά του πρώτου δευτερολέπτου ήταν που δημιουργήθηκαν ορισμένα σωματίδια ύλης (κουάρκ) και αντιύλης (αντικουάρκ). Το κακό όμως με τα σωματίδια της αντιύλης είναι ότι όταν έλθουν σε επαφή με τα σωματίδια της ύλης αλληλοεξαϋλώνονται μετατρέποντας σε ενέργεια. Έτσι, όταν ένα ηλεκτρόνιο (ύλη) συναντηθεί με ένα ποζιτρόνιο (αντιύλη) η εξαϋλώσή τους παράγει δύο φωτόνια ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας γάμα.

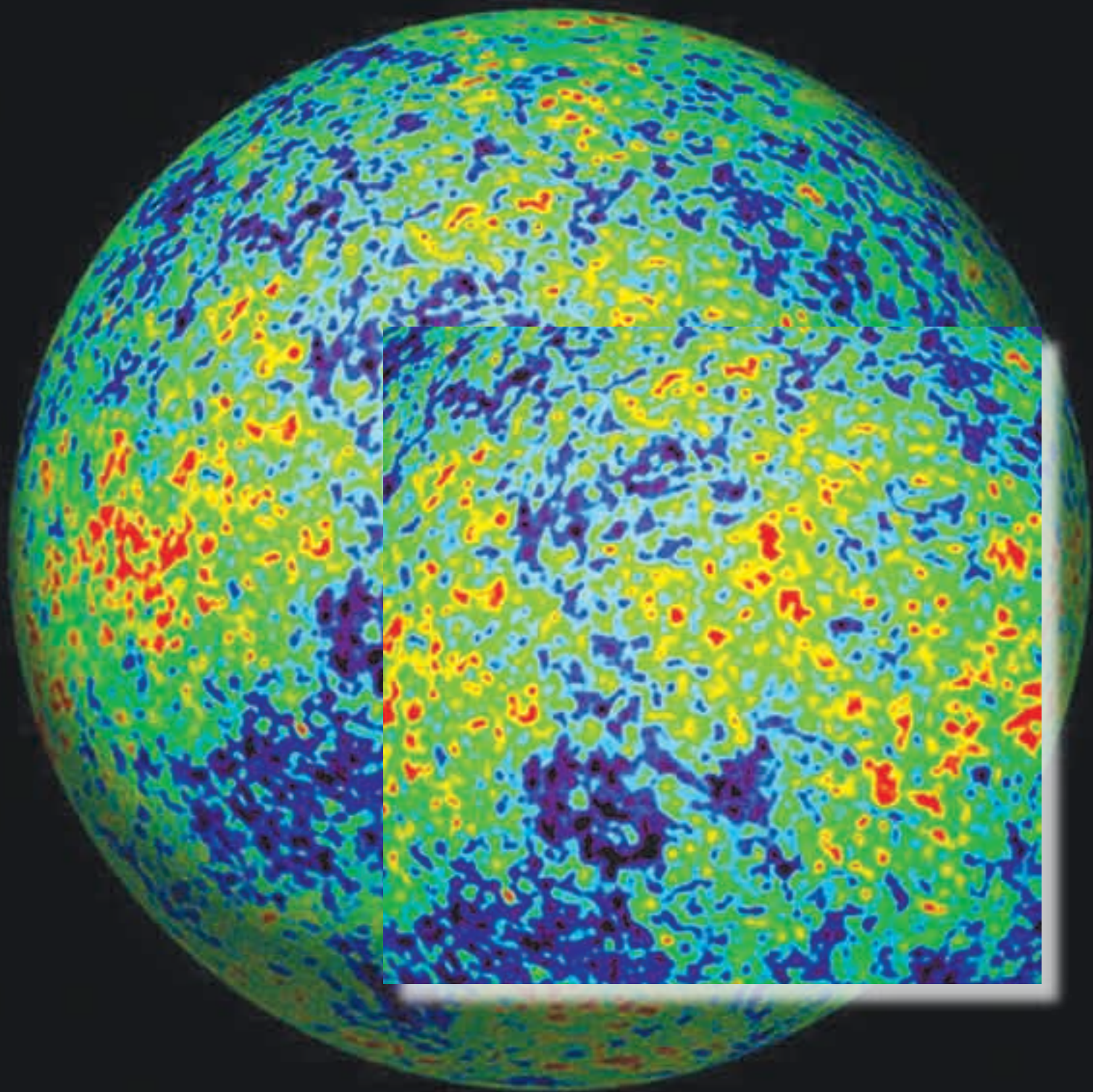
Αν λοιπόν το Σύμπαν αποτελούταν από ίσες ποσότητες ύλης και αντιύλης πολύ σύντομα δεν θα υπήρχε τίποτε άλλο εκτός από ενέργεια, αφού ύλη και αντιύλη θα αλληλοεξαϋλώνονταν αμέσως μόλις θα έρχονταν σε επαφή. Φυσικά κάτι τέτοιο δεν είναι σωστό, γιατί το Σύμπαν αποτελείται αποκλειστικά σχεδόν από ύλη κι αυτό γιατί στην αρχική εκείνη διαδικασία της γένεσης είχαμε τη δημιουργία 10^{87} κουάρκ (η μονάδα ακολουθούμενη από 87 μηδενικά) και σχεδόν ίσο αριθμό αντικουάρκ, με μια ελάχιστη άνιση πα-

ραγωγή, αφού για κάθε 300.000.000 αντικουάρκ είχαμε την παραγωγή, ενός επί πλέον κουάρκ.

Αυτή η ελάχιστη ασυμμετρία ύλης και αντιύλης έχει κάνει το Σύμπαν, στο οποίο κατοικούμε σήμερα, ένα Σύμπαν ύλης και όχι αντιύλης. Γιατί αμέσως μόλις εμφανίζονταν τα διάφορα κουάρκ και αντικουάρκ αλληλοεξαϋλώνονταν μετατρέποντας σε ενέργεια, αφήνοντας όμως πίσω τους το ένα πλεονάζον κουάρκ. Επί πλέον την ίδια περίοδο τα λεπτόνια και τα αντιλεπτόνια εξελίχθηκαν στα διάφορα μετέπειτα είδη τους όπως είναι τα ζεύγη ηλεκτρονίων-ποζιτρονίων και νετρίνων-αντινετρίνων. Με τη συνεχή όμως πτώση της θερμοκρασίας οι συγκρούσεις των σωματιδίων ελαττώθηκαν, ενώ όσες συνέβαιναν έγιναν λιγότερο βίαιες με αποτέλεσμα τη δημιουργία λιγότερων σωματιδίων με μικρότερη μάζα. Έτσι, όταν το Σύμπαν είχε ηλικία ενός τρισεκατομμυριοστού του δευτερολέπτου (10^{-12}) η περαιτέρω πτώση της θερμοκρασίας του στους 10^{16} °C, το ενεργειακό «πλάσμα» του Σύνπαντος, περιελάμβανε περισσότερα από 100 διαφορετικά είδη σωματιδίων ύλης και αντιύλης.

Στο ένα εκατομμυριοστό του δευτερολέπτου μετά τη Μεγάλη Έκρηξη (10^{-6} μ.Μ.Ε.), όταν η θερμοκρασία του Σύνπαντος έπεσε κάτω από τους 10 τρισεκατομμύρια βαθμούς Κελσίου (10^{13}), τα ελεύθερα κουάρκ φυλακίστηκαν για πάντα κάτω από την επίδραση των μποζονίων της ισχυρής πυρηνικής δύναμης, όπως προβλέπει άλλωστε και η θεωρία της Κβαντικής Χρωμοδυναμικής (QCD). Την εποχή εκείνη λοιπόν σχηματίστηκαν όλα τα αδρόνια που υπάρχουν σήμερα στο Σύμπαν, όπου τα αδρόνια είναι η συλλογική ονομασία των σωματιδίων, που αποτελούνται από ζεύγη κουάρκ, όπως τα μεσόνια ή τριάδες κουάρκ, σαν τα πρωτόνια και τα νετρόνια. Όλα τα πρωτόνια και τα νετρόνια που υπάρχουν σήμερα στο Σύμπαν αποτελούν τα παγωμένα απολιθώματα της γένεσής του, γιατί όλα αυτά γεννήθηκαν καθώς η θερμοκρασία του έπεφτε μέχρις ότου φτάσει να έχει τη θερμοκρασία που μετράνε σήμερα οι διαστημοσυσκευές μας και η οποία είναι μικρότερη από 5 βαθμούς πάνω από το απόλυτο μηδέν.





Τα Πρώτα Βήματα του Σύμπαντος

Μια νέα διαστημοσυσκευή του Ευρωπαϊκού Διαστημικού Οργανισμού φέρει την ονομασία **Planck**, προς τιμήν του Γερμανού φυσικού Μαξ Πλανκ, ο οποίος το 1900 απέδειξε ότι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία εκπέμπεται σε μικρά πακέτα ενέργειας που ονόμασε **κβάντα**. Στόχος της διαστημοσυσκευής αυτής ήταν να συλλέξει τα λείψανα της μικροκυματικής ακτινοβολίας υποβάθρου με μεγαλύτερη ευαισθησία απ' αυτήν με την οποία την είχαν καταγράψει προηγούμενες διαστημοσυσκευές. Οι μέχρι σήμερα πάντως έρευνες έχουν επιβεβαιώσει το γεγονός ότι αμέσως μετά την πρώτη περίοδο της πληθωριστικής διαστολής του Σύμπαντος δημιουργήθηκε ένα άγνωστο είδος ενέργειας, που γι' αυτό ονομάζεται **Σκοτεινή Ενέργεια**, και ένα άγνωστο είδος ύλης, που ονομάζουμε **Σκοτεινή Ύλη**, που αποτελούν το 73% και το 23% αντίστοιχα των συστατικών του. Αντίθετα το είδος της ύλης και της ενέργειας που αναγνωρίζουμε και μπορούμε να «δούμε» σήμερα αποτελεί το 4% μόνο των συστατικών του.

Τα τελευταία επίσης χρόνια οι παρατηρήσεις ορισμένων διαστημοσυσκευών μάς έχουν δώσει απτές πλέον αποδείξεις ότι στις πρώτες δεκάδες χιλιάδες χρόνια μετά τη Μεγάλη Έκρηξη, το Σύμπαν παρέμενε μια αδιαφανής διαστελλόμενη σφαίρα που αποτελούταν από ηλεκτρόνια,

πρωτόνια και πυρήνες ηλίου σε μια υπέρθερμη κατάσταση. Η κατάσταση αυτή σκέδαζε οποιαδήποτε ακτινοβολία η οποία, ακόμη και σήμερα, μας εμποδίζει να πληροφορηθούμε τα όσα συνέβαιναν την περίοδο εκείνη. Είτε έτσι όμως είτε αλλιώς, 380.000 χρόνια μετά τη Μεγάλη Έκρηξη η θερμοκρασία του Σύμπαντος είχε πέσει στους 3.000°C, 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 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 στους χώρους μεταξύ των ατόμων, δημιουργώντας πλέον μια κοσμική διαφανή 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 ορισμένες πρόσφατες εκτιμήσεις

μπορεί να μας οδηγήσουν, σε μερικές ίσως δεκαετίες, να πάρουμε πληροφορίες ακόμη και από εκείνη την «αδιαφανή» περίοδο της εξέλιξης του Σύμπαντος.

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 κατέντησε να είναι σήμερα κυριολεκτικά η σκιά του αρχικού της εαυτού με αποτέλεσμα η θερμοκρασία της που μας βομβαρδίζει συνεχώς να μην υπερβαίνει τους $2,7^{\circ}\text{C}$ πάνω από το απόλυτο μηδέν ή τους -270°C .

Τη διαφανή πλέον σφαίρα του νεογέννητου Σύμπαντος, όπως ήταν 380.000 χρόνια μετά τη Μεγάλη Έκρηξη, κατόρθωσε να «φωτογραφήσει» στις αρχές της δεκαετίας

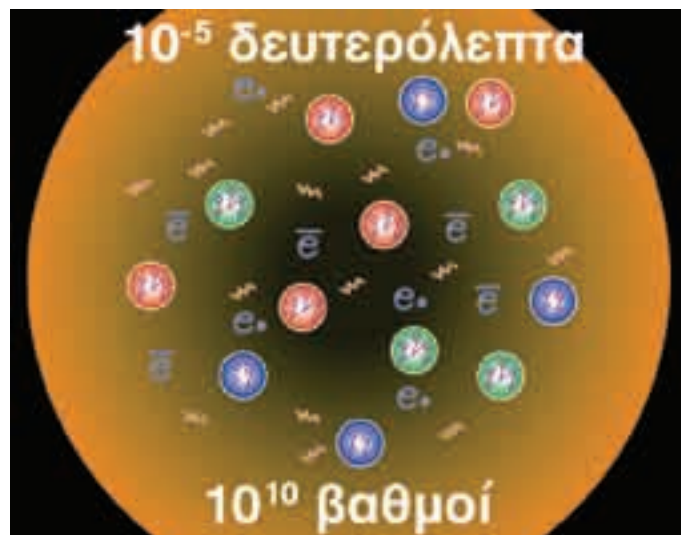
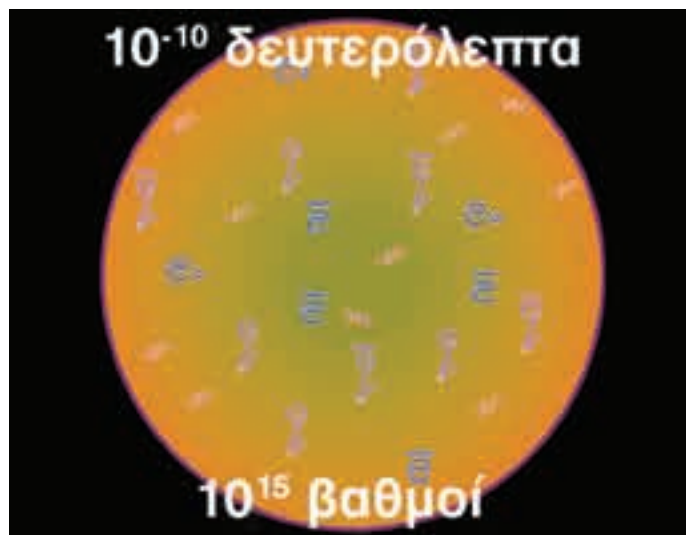
του '90 η διαστημοσυσκευή COBE και μια δεκαετία αργότερα η διαστημοσυσκευή WMAP, με τη μορφή της διάχυτης ακτινοβολίας μικροκυμάτων. Το κύριο όμως επίτευγμα των διαστημοσυσκευών αυτών ήταν ότι, στη σχεδόν ομοιόμορφη πυκνότητα που επικρατούσε στο νεαρό Σύμπαν, κατόρθωσαν να διαπιστώσουν την ύπαρξη ορισμένων συγκεντρώσεων μεγαλύτερης πυκνότητας, που έχουν αφήσει την υπογραφή τους με τη μορφή «κυματισμών» μικροσκοπικών θερμοκρασιακών διαφοροποιήσεων (με μέγεθος μερικών εκατομμυριοστών του ενός βαθμού Κελσίου). Οι διαφοροποιήσεις αυτές ήταν όμως αρκετά μεγάλες για να δημιουργήσουν αργότερα τις συγκεντρώσεις ύλης, από τις οποίες προήλθαν οι γαλαξίες.

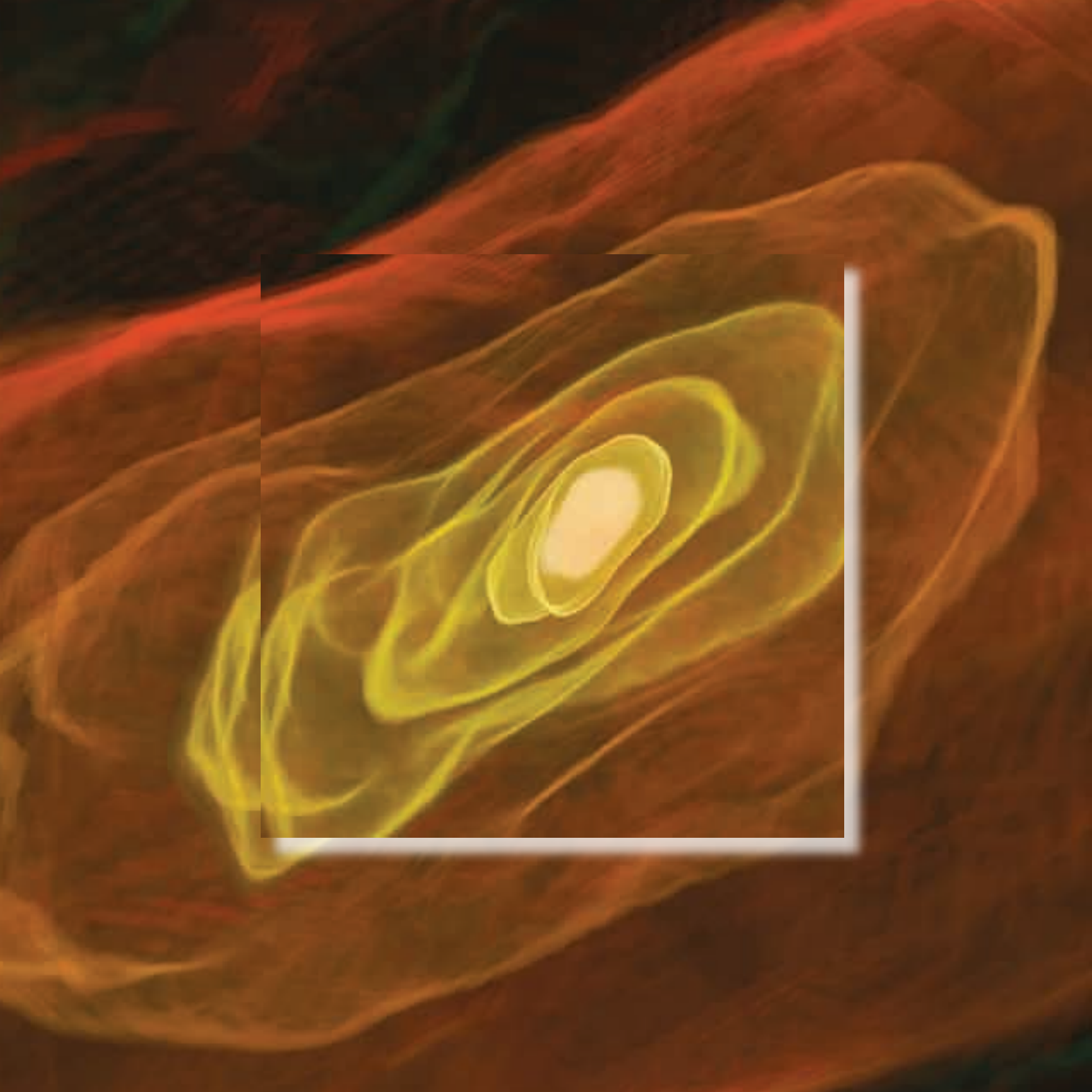
Στα δέκα εκατομμύρια χρόνια η πυκνότητα της ύλης ήταν ένα εκατομμύριο φορές μεγαλύτερη από ό,τι είναι σήμερα, περιλαμβάνοντας ένα περίπου άτομο υδρογόνου ανά



κυβικό εκατοστόμετρο. Υπήρχε δηλαδή η ίδια πυκνότητα ύλης με την πυκνότητα που επικρατεί σήμερα στους γαλαξίες, που σημαίνει ότι την εποχή εκείνη δεν ήταν δυνατόν να υπάρξουν οι γαλαξίες με τη σημερινή τους μορφή, αν και ακόμη δεν έχει ξεκαθαρίσει πλήρως ο τρόπος με τον οποίο έγινε η αρχέγονη εκείνη διάσπαση των αερίων για τη δημιουργία τους. Οι απόψεις πάντως που επικρατούν σήμερα ανάμεσα στους κοσμολόγους περιλαμβάνουν την ύπαρξη τοπολογικών παραμορφώσεων ή ακόμη και την ύπαρξη κοσμικών χορδών. Κάτω από την αδύνατη, αλλά επίμονη πίεση της βαρύτητας, το ομοιογενές Σύμπαν άρχισε να «διασπάται», ενώ τμήματα αερίου υδρογόνου άρχισαν να συμπυκνώνονται γύρω από τα πρωταρχικά «ραγίσματα» του χωρόχρονου που «κρυσταλλοποιήθηκαν» στη διάρκεια του πρώτου μικρο-δευτερολέπτου, σχηματίζοντας έτσι τους «σπόρους» που έγιναν αργότερα γαλαξίες.

Από την άλλη πάλι πλευρά έχουμε τις κοσμικές χορδές που ίσως να δημιουργήθηκαν κατά τη διάρκεια της **Εποχής του Πληθωρισμού** (10^{-35} του πρώτου δευτερολέπτου). Οι κοσμικές αυτές χορδές πάλλονταν με ρυθμό που πλησίαζε την ταχύτητα του φωτός παράγοντας μ' αυτόν τον τρόπο βαρυτικά κύματα. Η εκπομπή αυτή των βαρυτικών κυμάτων θα μπορούσε με διάφορους τρόπους να απωθήσει τα αέρια υλικά του Σύμπαντος και να τα υποχρεώσει να δημιουργήσουν σε ορισμένες περιοχές συγκεντρώσεις ύλης, ενώ σε άλλες σφαιρικές περιοχές δεν απέμεναν σχεδόν καθόλου υλικά. Θα μπορούσαν επίσης οι κοσμικές αυτές χορδές να χρησιμεύσουν και σαν ένα είδος «μαγνήτη», που ίσως να προσέλκυαν την ύλη γύρω τους σχηματίζοντας τεράστια νέφη αερίων τα οποία αποτέλεσαν οιγά-οιγά τους σπόρους για τη δημιουργία των αρχικών φωτογαλαξιών και αργότερα των πρώτων άστρων.





Οι Πρώτες Αναλαμπές στο Σύμπαν

Πριν από 30 περίπου χρόνια οι αστρονόμοι διαφωνούσαν ως προς το αν σήπνη με άστρα μεγάλης πυκνότητας, μαύρες τρύπες ή ακόμα και αντικείμενα μεγέθους πλανητών ήταν τα πρώτα αντικείμενα στο Σύμπαν. Η ποικιλία αυτών των υποθέσεων οφείλεται στο γεγονός ότι η θερμική αστάθεια του αρχέγονου αερίου και η δυνατότητά του για χημικές αντιδράσεις είναι δύσκολο να υπολογιστούν αναλυτικά. Πρόσφατες όμως προσομοιώσεις από μια ερευνητική ομάδα του Κέντρου Αστροφυσικής Σμιθσόνιαν, στο Πανεπιστήμιο του Χάρβαρντ, έδειξαν τον τρόπο με τον οποίο οι διακυμάνσεις της πυκνότητας στο νεαρό Σύμπαν θα μπορούσαν να οδηγήσουν στο σχηματισμό των προ-γαλαξιακών νεφών αερίου με ένα μοναδικό άστρο στο κέντρο τους. Οι ίδιες αυτές προσομοιώσεις προβλέπουν επίσης, ότι κανένα άλλο αστρικό αντικείμενο δεν θα μπορούσε να δημιουργηθεί πριν αυτό, το πρώτο άστρο, πεθάνει με μια έκρηξη σουπερνόβα.

Φυσικά, στις πρώτες στιγμές της ζωής του, το Σύμπαν βρισκόταν σε μια μεταβατική φάση, κατά την οποία το υπέρθερμο πλάσμα (ύλη σε πλήρως ιονισμένη κατάσταση) έδωσε τη θέση του στη Σκοτεινή Ύλη και τη Σκοτεινή Ενέργεια και σε ουδέτερες αέριες συγκεντρώσεις ελαφρών στοιχείων, κυρίως υδρογόνου και ηλίου. Η ακτινοβολία του

αρχέγονου εκείνου πλάσματος είναι αυτό που παρατηρείται σήμερα ως **Κοσμική Ακτινοβολία Μικροκυμάτων** ή **Ακτινοβολία Υποβάθρου**. 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.

Επίσης, τα πρώτα άστρα θα πρέπει να αποτελούνταν μόνο από τα δύο στοιχεία που γεννήθηκαν μαζί με το Σύμπαν, δηλαδή το υδρογόνο και το ήλιο. Δεν υπήρχαν μαγνητικά πεδία, διαστημική σκόνη ή κοσμικές ακτίνες, αφού το Σύμπαν ήταν γεμάτο κυρίως με αόρατη σκοτεινή ύλη και ενέργεια και μόλις 4% κανονική βαρυονική ύλη. Απλοποιείται έτσι η φυσική διαδικασία του σχηματισμού των άστρων συγκριτικά με την παρούσα κατάσταση, αφού οι βασικές φυσικές διαδικασίες που έγιναν τότε εμπεριέχουν κυρίως διάφορες μορφές υδρογόνου και ηλίου μόνο.

Σύμφωνα με τις παρατηρήσεις της κοσμικής ακτινοβολίας μικροκυμάτων, που έκανε η διαστημοσυσκευή WMAP, στις πρώτες φάσεις του το Σύμπαν δεν ήταν ομογενές. Περίπου, όμως, 13 εκατομμύρια χρόνια μετά τη γέννησή του, δημιουργήθηκαν μικρές διακυμάνσεις στην κατανομή της ύλης, οι οποίες ήταν καταλυτικές για την περαιτέρω εξέλιξή του. Μετά από 100 εκατομμύρια χρόνια, μια απειροελά-

χιστη στιγμή στην κοσμολογική κλίμακα, αυτές οι μικρές συμπυκνώσεις άρχισαν να έλκουν τη 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, το οποίο ονομάζεται **πρωτο-γαλαξιακό νέφος**.

Περίπου 40 εκατομμύρια χρόνια αργότερα, ο πυρήνας αυτού του νέφους μεγάλωσε και απέκτησε 100 φορές περισσότερα υλικά απ' όσα έχει ο Ήλιος μας. Άτομα υδρογόνου συμπιέστηκαν και θερμάνθηκαν, βρέθηκαν πολύ κοντά και ενώθηκαν για να σχηματίσουν μόρια υδρογόνου. Ο εκφυλισμός των μαζικών νετρίνων επιτάχυνε το σχηματισμό του μοριακού αυτού υδρογόνου, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός μοριακού νέφους, κάτι σαν αυτά που βλέπουμε στο Γαλαξία μας σήμερα, που θεωρείται ότι ήταν ο πρόδρομος για τη δημιουργία των άστρων. Το νέφος αυτό θα πρέπει να ήταν θερμότερο από τα σημερινά μοριακά νέφη με αποτέλεσμα η θερμική πίεση να είναι πολύ πιο σημαντική, για το σχηματισμό του πρώτου άστρου, απ' όσο είναι σήμερα.

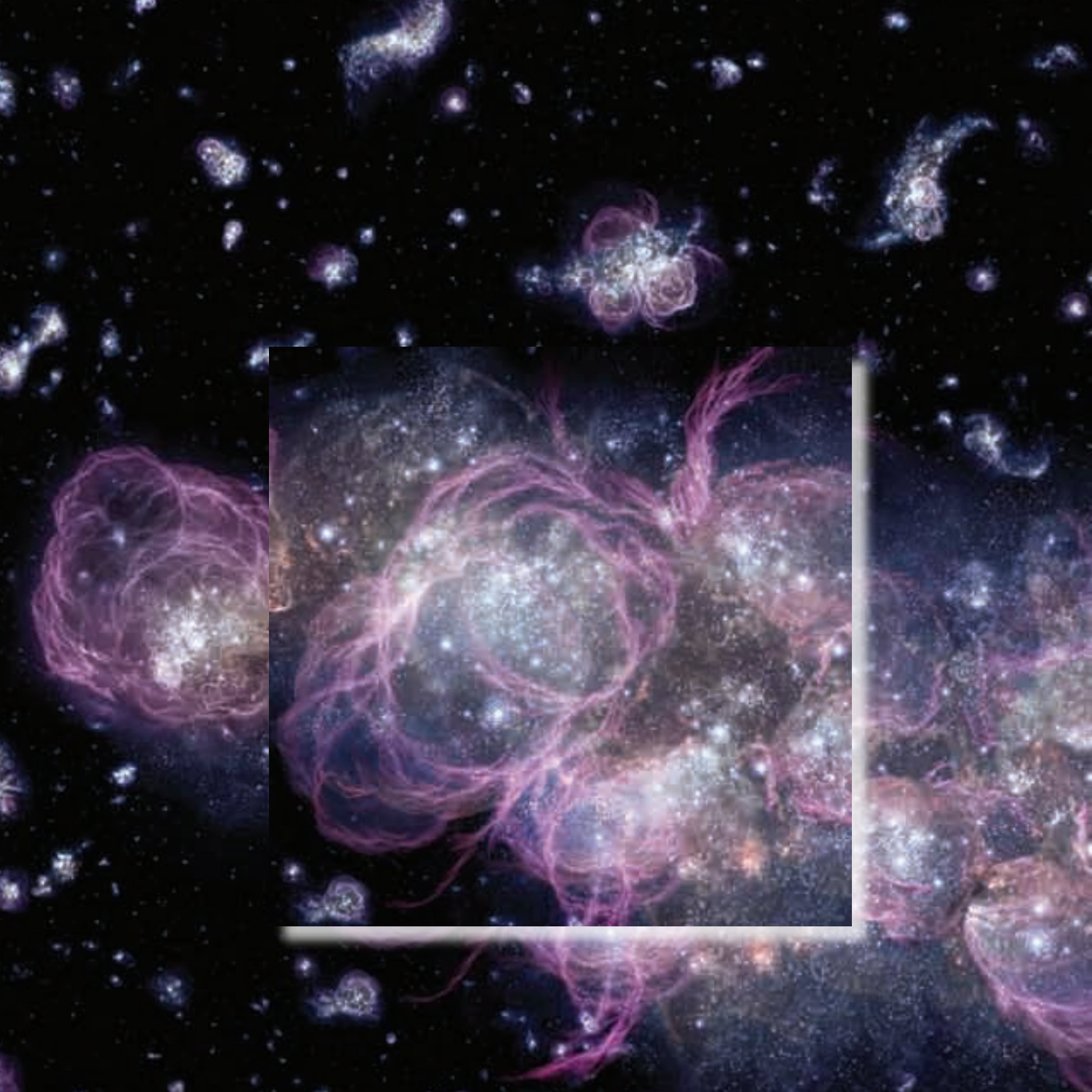
Στο κέντρο αυτού του νέφους δημιουργήθηκε μια κεντρική συμπύκνωση, με μάζα παρόμοια με αυτήν του Ήλιου. Γύρω της υπήρχε αρκετό αέριο, ικανό να δημιουργήσει 200 ακόμα τέτοια αντικείμενα. Όμως, λόγω της βαρύτητάς του, η κατάρρευση του υλικού στο νέφος προς την κεντρική συμπύκνωση έγινε τόσο γρήγορα, ώστε δημιουργήθηκε μόνο ένα πρωτοάστρο. Αυτό το τεράστιας μάζας πρωτοάστρο καταβρόχθισε όλα τα υλικά του περιβάλλοντός του και δεν άφησε κανένα περιθώριο για τη δημιουργία κάποιου άλλου παρόμοιου αντικειμένου εκεί κοντά, λόγω της ισχυρής και ταχύτατης έλξης που ασκούσε. Έτσι, μεγάλωσε και έγινε ένα άστρο χωρίς καθόλου βαρέα στοιχεία. Η τελική μάζα του πρώτου εκείνου άστρου υπολογίζεται ότι έφτανε τις 300 ηλιακές μάζες.

Οι μέχρι τώρα έρευνες μάς οδηγούν στο συμπέρασμα ότι όταν οι συνθήκες ήταν ώριμες, όταν δηλαδή τα διάφορα αέρια νέφη είχαν, με κάποιον τρόπο, συμπιεστεί σε αρκετά μεγάλη πυκνότητα, μια ξαφνική και απότομη γένεση ενός τεράστιου αριθμού άστρων φώτισαν σαν πυροτεχνήματα το γεμάτο σκοτάδι Σύμπαν. Πριν από εκείνη την περίοδο, πριν δηλαδή από τη δημιουργία των πρώτων άστρων, είναι δύσκολο να μελετήσουμε το Σύμπαν, αφού στη διάρκεια του Κοσμικού Μεσαίωνα τα πάντα ήσαν χαμένα στο σκοτάδι.

Κι όμως, ορισμένοι ερευνητές θεωρούν ότι μπορούμε να μελετήσουμε το απέραντο αυτό σκοτάδι εντοπίζοντας τις σκιές των πρώτων ατόμων που δημιουργήθηκαν τότε, από τη Μικροκυματική Ακτινοβολία Υποβάθρου που εκπέμπεται από τότε που το Σύμπαν είχε ηλικία 380.000 ετών, όταν έγινε για πρώτη φορά η σύνδεση πρωτονίων και ηλεκτρονίων και η δημιουργία ουδέτερου υδρογόνου. 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.

Για να είναι όμως δυνατή η απορρόφηση της μικροκυματικής ακτινοβολίας από το υδρογόνο η θερμοκρασία του πρέπει να είναι μικρότερη από τη θερμοκρασία της ακτινοβολίας. Αυτού του είδους οι συνθήκες υπήρχαν μόνο όταν το Σύμπαν είχε ηλικία μεταξύ 20 και 100 εκατομμυρίων ετών, στις αρχές δηλαδή του Κοσμικού Μεσαίωνα. Μ' αυτήν τη μέθοδο είναι δυνατός ο εντοπισμός περιοχών 1.000 φορές καλύτερης ανάλυσης από την ανάλυση που είχε ο WMAP, να εντοπίσουμε δηλαδή περιοχές με έκταση 300 μόνο ετών φωτός. Αλλά οι παρατηρήσεις αυτές θα πρέπει να γίνουν με μια νέα γενιά ραδιοτηλεσκοπίων.





Τα Πρώτα Άστρα

Σήμερα, οι παρατηρήσεις που γίνονται, σε συνεργασία με τα θεωρητικά μας μοντέλα και τα αποτελέσματα των διαφόρων εξομοιωτών, μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι τα πρώτα άστρα όντως πρέπει να δημιουργήθηκαν πριν από 13,2 έως 13,5 δισεκατομμύρια χρόνια, δηλαδή από 200 έως 500 εκατομμύρια χρόνια μετά τη γέννηση του Σύμπαντος, φωτίζοντας έτσι το σκοτάδι που επικρατούσε στη διάρκεια του Κοσμικού Μεσαίωνα. Οι μελέτες αυτές, μας πληροφορούν επίσης ότι τα πρώτα αυτά άστρα πρέπει να ήταν γιγάντια με μάζα εκατοντάδες φορές μεγαλύτερη από τη μάζα του Ήλιου μας.

Τα πρώτα εκείνα άστρα γεννήθηκαν στο εσωτερικό των πρώιμων νεφελωμάτων με μια πολύχρονη και αρκετά πολύπλοκη διαδικασία. Κάτω από ορισμένες συνθήκες ένα τέτοιο νεφέλωμα, με διάμετρο πολλών ετών φωτός και υλικά ένα εκατομμύριο φορές περισσότερα απ' όσα έχει ο Ήλιος μας, διασπάστηκε με αποτέλεσμα μία ή περισσότερες από τις περιοχές αυτές να αρχίσουν μιαν αργή, αλλά σταθερή συστολή κάτω από τη δύναμη της βαρύτητας των υλικών, από τα οποία αποτελούνταν. Μετά την πάροδο μερικών εκατομμυρίων ετών η θερμοκρασία στο κέντρο του άρχισε σταδιακά να αυξάνεται εκπέμποντας τεράστιες ποσότητες υπέρυθρης ακτινοβολίας. Έτσι άρχισαν, επίσης, και οι θερ-

μοπυρρικές αντιδράσεις που μετέτρεπαν το υδρογόνο σε ήλιο σηματοδοτώντας τη γέννηση των πρώτων άστρων του Σύμπαντος, που με τη λάμψη τους τερμάτισαν μια περίοδο αδιαπέραστου σκοτους για το Σύμπαν.

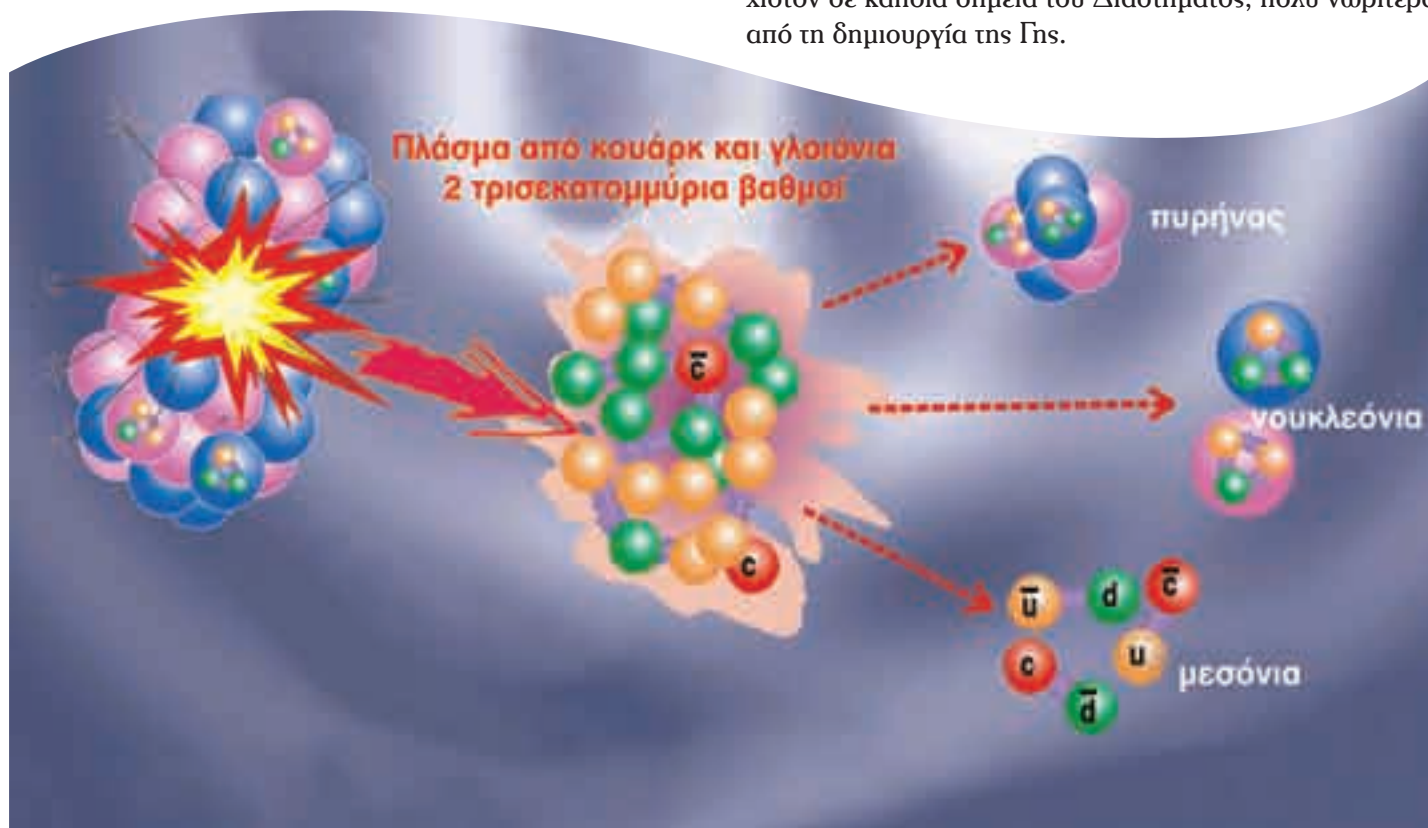
Τα πρώτα άστρα έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη του πρώιμου Σύμπαντος γιατί χάρη σ' αυτά το Σύμπαν απέκτησε τις πρώτες ποσότητες βαρέων στοιχείων. Η ακτινοβολία τους, η κινητική τους ενέργεια, λόγω των εκρήξεων και τα προϊόντα πυρηνοσύνθεσης που δημιουργούνταν στον πυρήνα τους, καθώς και στη διάρκεια των σουπερνόβα εκρήξεών τους, καθόρισαν τις συνθήκες για τη δομή και τη δημιουργία των άστρων των επόμενων γενεών. Γιατί τα άστρα είναι πυρηνικά εργοστάσια που μετατρέπουν τα ελαφρύτερα στοιχεία, όπως είναι το υδρογόνο και το ήλιο, σε όλο και βαρύτερα στοιχεία, όπως είναι το άζωτο, ο άνθρακας και ο σίδηρος.

Στους πυρήνες των πρώτων άστρων η θερμοκρασία και η πυκνότητα αυξήθηκαν τόσο πολύ, ώστε να αρχίσουν οι διάφορες πυρρικές αντιδράσεις. Κι έτσι τα πρώτα άστρα δημιουργήσαν τα πρώτα βαρέα στοιχεία. Πρακτικά, δηλαδή, όλα τα βαρέα στοιχεία, από τον άνθρακα μέχρι το ουράνιο, τα στοιχεία από τα οποία δημιουργήθηκαν πολύ αργότερα οι στερεοί πλανήτες και η ζωή, συντέθηκαν σ' αυτά τα πρώτα άστρα. Λόγω της τεράστιας μάζας τους, τα πρώτα άστρα

«κατανάλωσαν» τα καύσιμά τους πολύ γρήγορα, σε μερικά εκατομμύρια χρόνια μετά τη γέννησή τους και κατέληξαν σε ένα εντυπωσιακό θάνατο με μια έκρηξη σουπερνόβα, εμπλουτίζοντας έτσι το Σύμπαν με βαρέα στοιχεία.

Οι παρατηρήσεις του Διαστημικού Τηλεσκοπίου Χαμπλ μας δείχνουν μεγάλες ποσότητες σιδήρου σε πολύ απομακρυσμένα και μεγάλης ηλικίας κβάζαρ. Η διαδικασία δημιουργίας του σιδήρου απαιτεί χρόνο της τάξης των 500 ή 800 εκατομμυρίων ετών. Γι' αυτό οι διάφοροι ερευνητές πιστεύουν ότι ο σίδηρος που εντοπίστηκε, δημιουργήθηκε στις πρώτες γενιές άστρων που σχηματίστηκαν πολύ σύντομα μετά τη Μεγάλη Έκρηξη. Επομένως, ο σίδηρος αυτός αντιστοιχεί στις «στάχτες» που απέμειναν από τις εκρήξεις των σουπερνόβα στις πρώτες γενιές των άστρων.

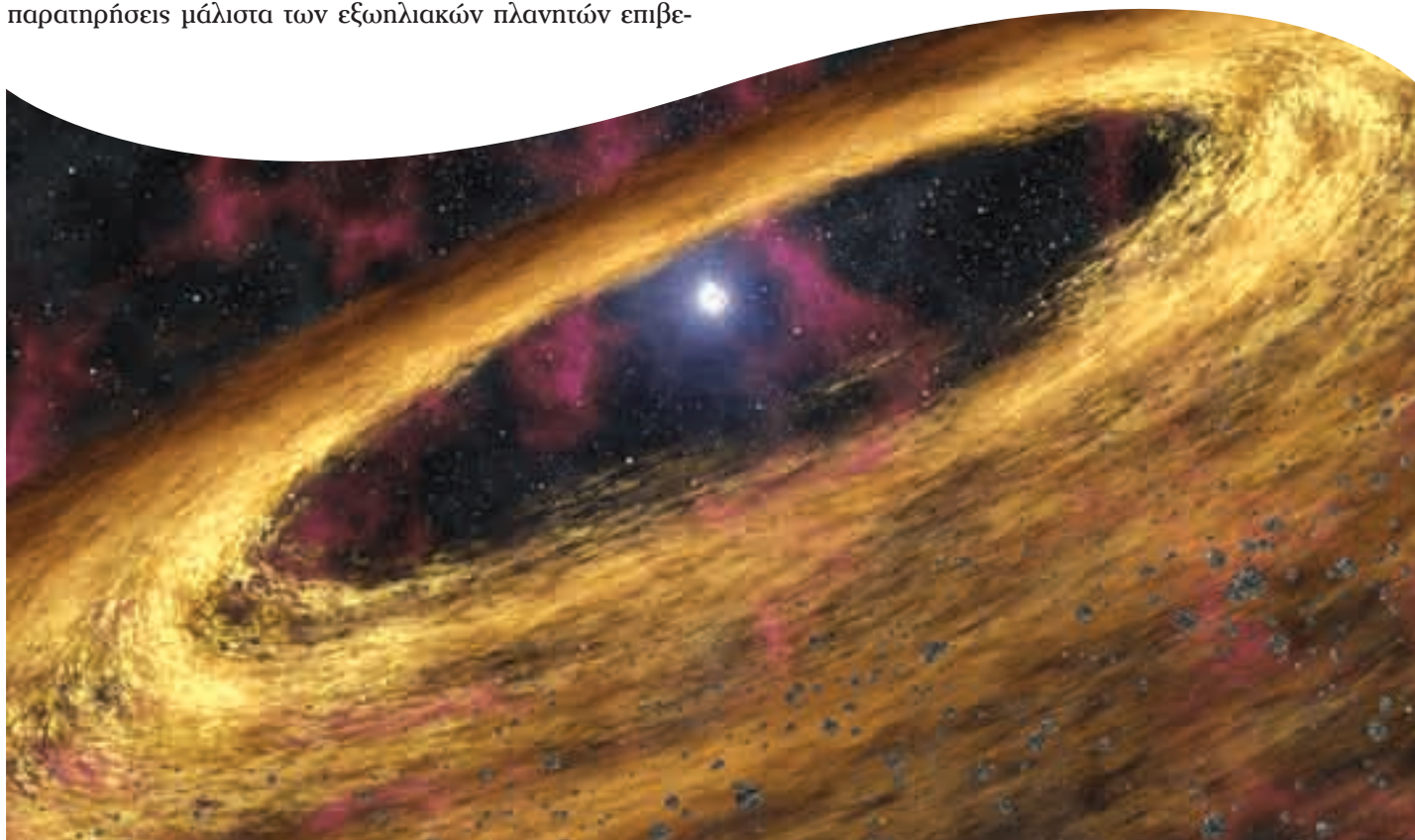
Οι αστροφυσικοί πιστεύουν ότι χρειάστηκαν πολλές γενιές άστρων, κάθε μία δημιουργούμενη από τα υπολείμματα των εκρηκτικών θανάτων των προηγούμενων γιγάντιων άστρων, προκειμένου να δημιουργηθούν οι ποσότητες των χημικών στοιχείων που υπάρχουν στο Σύμπαν. Στοιχεία βαρύτερα από το υδρογόνο και το ήλιο εμφανίζονται ακόμα και σε άστρα που δημιουργήθηκαν όταν το Σύμπαν είχε μόνο το 10% της σημερινής του ηλικίας. Έτσι τα πρώτα βαρέα στοιχεία θα πρέπει όχι μόνο να συντέθηκαν, αλλά και να απελευθερώθηκαν και να διανεμήθηκαν στο μεσογαλαξιακό Διάστημα στις πρώτες εκατοντάδες εκατομμύρια χρόνια μετά τη γέννηση του Σύμπαντος. Η παρουσία του σιδήρου και όλων των ελαφρύτερων στοιχείων τόσο νωρίς στην ιστορία του Σύμπαντος, υποδεικνύει ότι βασικά συστατικά των πλανητών και της ζωής ήταν παρόντα, τουλάχιστον σε κάποια σημεία του Διαστήματος, πολύ νωρίτερα από τη δημιουργία της Γης.

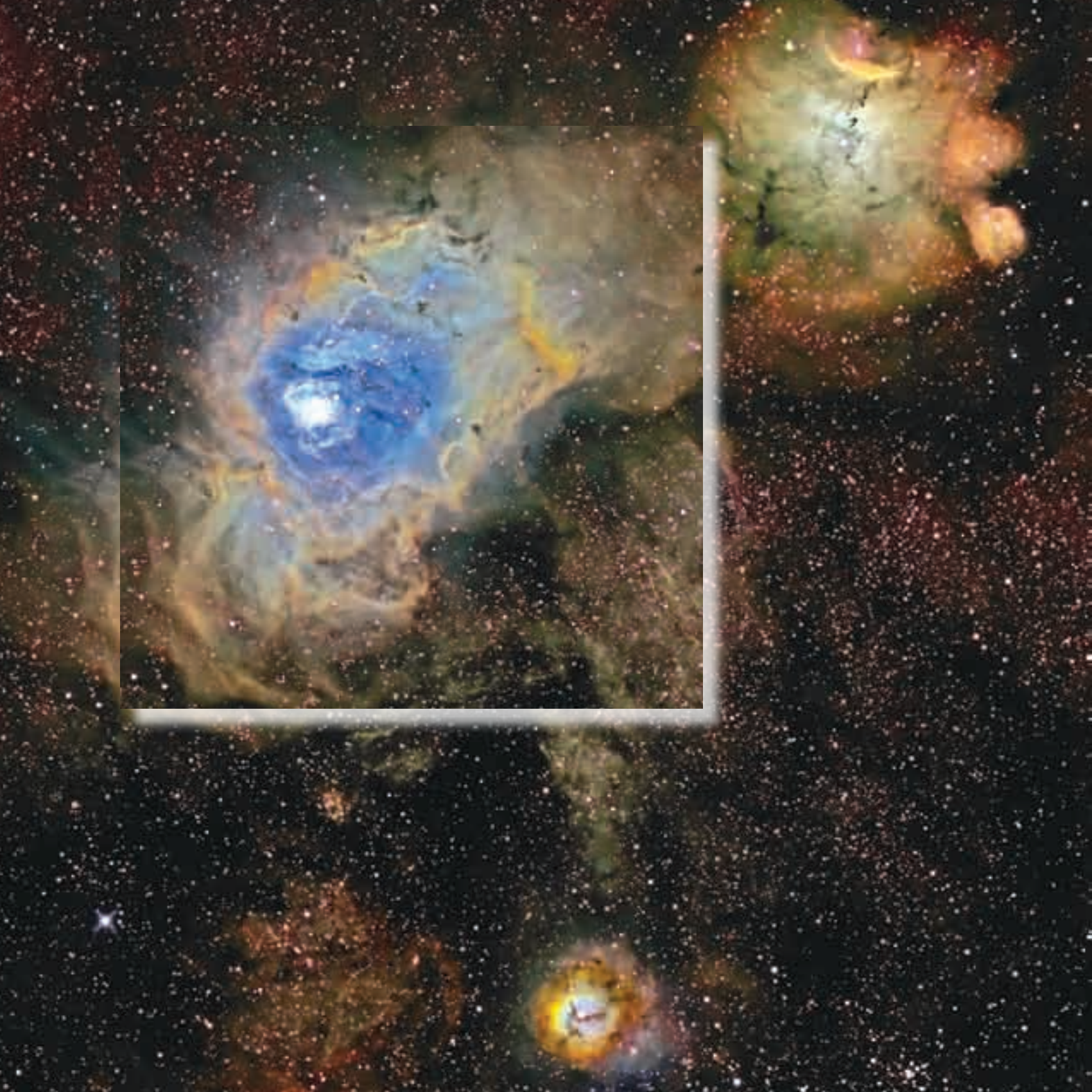


Τα πρώτα άστρα δεν μπορούσαν, φυσικά, να διαθέτουν πλανήτες γιατί δεν περιλάμβαναν τα απαραίτητα χημικά στοιχεία γι' αυτού του είδους τη δημιουργία. Οι έρευνες που έχουν διεξαχθεί μας πληροφορούν επίσης ότι ακόμη και αν ορισμένα άστρα δεύτερης γενιάς είχαν μεγέθη, μάζες και θερμοκρασίες όπως του Ήλιου μας, εν τούτοις δεν μπορούσαν ούτε αυτά να δημιουργήσουν βραχώδεις πλανήτες, γιατί τα βαριά στοιχεία υπήρχαν τότε σε πολύ μικρές ποσότητες. Η δημιουργία των βραχωδών πλανητών κατέστη δυνατή μόνο μετά από πολλές γενιές άστρων, που εμπλούτισαν τα διαστρικά νεφελώματα με τις κατάλληλες ποσότητες βαρέων στοιχείων για την εμφάνιση τέτοιων πλανητών και τη γέννηση της ζωής, που εκ των πραγμάτων πρέπει να είναι ένα πρόσφατο φαινόμενο στο Σύμπαν. Οι παρατηρήσεις μάλιστα των εξωηλιακών πλανητών επιβε-

βαιώνουν ότι όσο μικρότερες ποσότητες βαρέων στοιχείων έχει ένα άστρο τόσο πιο μικρή είναι και η πιθανότητα να υπάρχουν πλανήτες γύρω απ' αυτό το άστρο.

Τα πρώτα εκείνα άστρα, ένα για κάθε πρωτογαλαξιακή μάζα, που έλαμψαν στο Σύμπαν, χαρακτηρίζονται ως άστρα πληθυσμού III, ενώ τα άστρα των πληθυσμών I και II αποτελούν τους γνωστούς τύπους άστρων που βλέπουμε τη νύχτα. (Στον πληθυσμό I ανήκουν τα νεαρότερα άστρα που μοιάζουν με τον Ήλιο μας, ενώ στον πληθυσμό II ανήκουν τα γηραιότερα και πιο σπάνια). Μετά τη δημιουργία των πρώτων άστρων ακολούθησε η εμφάνιση των πρώτων γαλαξιών και η ανάπτυξη των υπέρπυκνων μαύρων τρυπών, που εξελίχθηκαν στα αντικείμενα τα οποία ονομάζουμε σήμερα **κβάζαρ**.





Αστρική Εξέλιξη

Το πιο σημαντικό στοιχείο στη ζωή και στην εξέλιξη ενός άστρου καθορίζεται από την ποσότητα της μάζας που περιλαμβάνει. Ακόμη και η εμφάνιση των άστρων στον ουρανό εξαρτάται από την ποσότητα της ύλης που περιλαμβάνουν τη στιγμή που γεννιούνται. Μερικά άστρα γεννιούνται με λιγοστό υδρογόνο, λάμπουν αμυδρά με αδύνατο φως, έχουν μία κοκκινωπή φαιά απόχρωση και επιφανειακή θερμοκρασία 3.000 °C. Άστρα όπως ο Ήλιος μας, έχουν περισσότερα υλικά, είναι θερμότερα και λάμπουν στους 6.000 °C μ' ένα έντονο κιτρινωπό φως. Μερικά άλλα πάλι, έχουν πολλαπλάσια υλικά απ' ό,τι ο Ήλιος, είναι κυανόλευκα, με θερμοκρασία 20.000 °C και λάμπουν με την ένταση ενός εκατομμυρίου Ήλιων.

Όσο κι αν ψάξουμε δεν πρόκειται να βρούμε άστρα με μάζα μικρότερη από το ένα δέκατο περίπου των υλικών που έχει ο Ήλιος μας. Γιατί απλούστατα απαιτείται μία ελάχιστη ποσότητα αρχικών αερίων υλικών, τα οποία όταν συμπυκνωθούν, δημιουργώντας ένα πρωτοάστρο, θα πρέπει να έχουν αρκετά ισχυρή βαρυτική δύναμη. Η δύναμη αυτή απαιτείται για την αύξηση της θερμοκρασίας στους δέκα εκατομμύρια βαθμούς Κελσίου, επιτρέποντας έτσι την έναρξη των θερμοπυρηνικών αντιδράσεων (της μετατροπής δηλ. του υδρογόνου σε ήλιο), στον πυρήνα του νεο-

σχηματιζόμενου άστρου.

Ούτε πρόκειται όμως να βρούμε και άστρα με μάζα μεγαλύτερη κατά 50 περίπου φορές της μάζας του Ήλιου, για τον ακριβώς αντίθετο λόγο. Η βαρυτική δηλαδή δύναμη των συμπυκνωμένων αερίων του πρωτοάστρου θα ήταν τόσο μεγάλη, ώστε η κεντρική θερμοκρασία του να φτάνει τους εκατοντάδες εκατομμύρια βαθμούς, με αποτέλεσμα η πίεση της ακτινοβολίας να είναι μεγαλύτερη από την πίεση της βαρύτητας και το άστρο να μην μπορεί έτσι να σχηματιστεί. Υπάρχουν φυσικά και οι εξαιρέσεις σε ορισμένες ειδικές περιπτώσεις. Η μάζα πάντως του κάθε άστρου δεν καθορίζει την εμφάνιση μόνο που έχει όταν γεννηθεί. Καθορίζει επίσης και το τι είδους άστρο θα γίνει, πόσα χρόνια θα ζήσει, πώς θα είναι στη γεροντική του ηλικία και τέλος πώς θα πεθάνει. Όλα εξαρτώνται από την ποσότητα της μάζας που διαθέτει.

Ένα άστρο ενηλικιώνεται όταν η πίεση της βαρύτητας των εξωτερικών του στρωμάτων εξισορροπείται από την πίεση της ακτινοβολίας και της ενέργειας η οποία παράγεται στον πυρήνα του από τις θερμοπυρηνικές αντιδράσεις που μετατρέπουν το υδρογόνο σε ήλιο. Έτσι το άστρο αυτό παραμένει σε ισορροπία όσο καιρό η «καύση» του υδρογόνου είναι η μοναδική θερμοπυρηνική αντίδραση που εκτελείται στον πυρήνα του. Η περίοδος αυτή της ωριμότητας

ενός άστρου, διαρκεί το μεγαλύτερο μέρος της ζωής του και ονομάζεται από τους αστρονόμους **Κύρια Ακολουθία**.

Όταν ένα νέο άστρο σταθεροποιηθεί και μπει στο «δρόμο» του, η μάζα του θα του καθορίσει πόσα χρόνια θα ζήσει σταθερά, πόσα χρόνια δηλαδή θα παραμένει στην Κύρια Ακολουθία. Τα μικρά κοκκινωπά άστρα, που είναι και τα πιο πολυάριθμα, έχουν αυτό το χρώμα γιατί είναι σχετικά τα πιο κρύα άστρα. Είναι αυτό που λέμε κόκκινοι νάνοι, με διάμετρο μόλις το ένα τέταρτο της διαμέτρου του Ήλιου. Θα μπορούσαν δηλαδή να χωρέσουν άνετα στην απόσταση μεταξύ Γης και Σελήνης. Τα άστρα αυτά έχουν μόλις το ένα δεκάκις χιλιοστό της λαμπρότητας του Ήλιου και είναι τόσο αμυδρά, ώστε κανένα τους δεν φαίνεται από τη Γη χωρίς τη βοήθεια τηλεσκοπίου.

Παρόλη όμως την αμυδρότητα και την απλότητά του, ένα μικρό κόκκινο άστρο θα επιζήσει περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο είδος άστρου. Επειδή είναι μικρό οι θερμοπυρηνικές του αντιδράσεις εκτελούνται αργά, και γι' αυτό λάμπει αμυδρά. Θα χρειαστεί πάρα πολύς καιρός να παρέλθει ώστε να εξαντλήσει το καύσιμο υδρογόνο του. Τα μικρά κόκκινα άστρα μπορούν να λάμπουν για δεκάδες δισεκατομμύρια χρόνια χωρίς καμία εμφανή αλλαγή. Αντίθετα οι τεράστιοι γαλάζιοι γίγαντες είναι άστρα πλούσια σε υλικά και γι' αυτό ιδιαίτερα σπάταλα. Οι θερμοπυρηνικές τους αντιδράσεις εκτελούνται με ταχύτατο ρυθμό, με αποτέλεσμα να ακτινοβολούν τεράστιες ποσότητες ενέργειας μέσα σε λίγο χρόνο. Γι' αυτό άλλωστε και η ζωή τους δεν πρόκειται να διαρκέσει πολύ.

Ένα άστρο με υλικά 25 ηλιακών μαζών, για παράδειγμα, τα σπαταλάει γρήγορα λάμποντας 80.000 φορές πιο έντονα απ' ό,τι ο Ήλιος με θερμοκρασία 35.000 °C. Γι' αυτό η ζωή ενός τέτοιου άστρου στην Κύρια Ακολουθία (στην περίοδο δηλ. της ωριμότητάς του) δεν διαρκεί περισσότερο από 3 εκατομμύρια χρόνια. Στην άλλη άκρη, ένα άστρο με το 1/2 της μάζας του Ήλιου είναι πολύ πιο συντηρητικό και δαπανά το «καύσιμο» υδρογόνο του με μεγάλη «τοιγκουνιά», με αποτέλεσμα να λάμπει 40 φορές λιγότερο έντονα απ' ό,τι

ο Ήλιος έχοντας επιφανειακή θερμοκρασία 4.000 °C. Ένα τέτοιο άστρο θα ζήσει σταθερά, στην Κύρια Ακολουθία, επί 200 δισεκατομμύρια χρόνια. Στο στάδιο της ωριμότητάς του η καύση του υδρογόνου είναι η κύρια θερμοπυρηνική αντίδραση που συμβαίνει στην καρδιά ενός άστρου. Η μετατροπή όμως του υδρογόνου σε ήλιο δεν είναι η μοναδική θερμοπυρηνική αντίδραση που μπορεί να συμβεί. Κι εδώ πάλι η ποσότητα της ύλης που περιλαμβάνει ένα άστρο είναι ο βασικός συντελεστής για την έναρξη μιας νέας αλυσίδας θερμοπυρηνικών αντιδράσεων.

Η ευτυχισμένη δηλαδή περίοδος της ωριμότητας ενός άστρου δεν θα διαρκέσει για πάντα. Γιατί όταν ο' ένα άστρο η περιεκτικότητα του πυρήνα σε υδρογόνο πέσει κάτω από το 1%, η κεντρική «καύση» παύει σχεδόν ολοκληρωτικά. Μ' αυτόν τον τρόπο η **υδροστατική ισορροπία** που επικρατούσε ανατρέπεται. Το βάρος των εξωτερικών στρωμάτων του άστρου συμπιέζει το κέντρο, με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του πυρήνα. Η βαρύτητα των εξωτερικών στρωμάτων υπερνικάει την πίεση της εσωτερικής ακτινοβολίας κι έτσι ο αστρικός του πυρήνας θερμαίνεται περισσότερο απ' ό,τι προηγούμενως.

Σ' αυτό το σημείο τα εξωτερικά στρώματα υδρογόνου, γύρω από τον πυρήνα, υπερθερμαίνονται αυξάνοντας έτσι το ρυθμό των εκεί θερμοπυρηνικών αντιδράσεων. Η αυξανόμενη όμως θερμοκρασία του πυρήνα θερμαίνει σιγά-σιγά όλο και πιο πολύ το «κέλυφος» υδρογόνου που το περιβάλλει. Σε μικρό σχετικά χρονικό διάστημα η θερμοκρασία στο «κέλυφος» αυτό φτάνει τους 4 εκατομμύρια βαθμούς Κελσίου πυροδοτώντας τις θερμοπυρηνικές αντιδράσεις του εκεί ευρισκόμενου υδρογόνου. Η καινούργια αυτή εκροή ενέργειας σπρώχνει τα εξωτερικά στρώματα του άστρου προς τα πάνω μετατρέποντάς το σιγά-σιγά σε κόκκινο γίγαντα. Αυτή τη φάση, με την ίδια διαδικασία, θα την περάσουν όλα τ' άστρα οποιαδήποτε κι αν είναι η μάζα τους. Γιατί το στάδιο του «κόκκινου γίγαντα» είναι η αρχή του τέλους για κάθε άστρο.





Η Στάχτη των Άστρων

Όταν ένα άστρο αρχίσει να μετατρέπεται σε κόκκινο γίγαντα ο πυρήνας του είναι ανενεργός και αποτελείται κυρίως από ήλιο. Σ' αυτό το σημείο οι θερμοπυρηνικές αντιδράσεις του υδρογόνου έχουν περιοριστεί μόνο στο κέλυφος των στρωμάτων που περιβάλλουν τον πυρήνα αυτόν. Όσο μεγαλύτερη όμως είναι η μάζα ενός κόκκινου γίγαντα τόσο μεγαλύτερη είναι και η θερμοκρασία που δημιουργείται στον πυρήνα του. Στους κόκκινους γίγαντες που έχουν μάζα πάνω από το 1/2 του Ήλιου μας η θερμοκρασία του πυρήνα αυξάνει ραγδαία. Έτσι, όταν η κεντρική αυτή θερμοκρασία φτάσει τους 100 εκατομμύρια βαθμούς Κελσίου, τα άτομα του ηλίου «πιάνουν φωτιά». Αρχίζουν δηλαδή οι θερμοπυρηνικές αντιδράσεις που μετατρέπουν το ήλιο σε βηρύλλιο και αμέσως μετά σε άνθρακα.

Σε άστρα με ακόμη μεγαλύτερη μάζα και με την ίδια διαδικασία της σύντηξης, οι θερμοπυρηνικές αντιδράσεις στο κέντρο τους συνεχίζονται, με αποτέλεσμα την επανάληψη του ίδιου κύκλου: **καύση, συστολή του πυρήνα λόγω βαρύτητας, αύξηση της θερμοκρασίας, σύντηξη των υλικών του πυρήνα** και πάλι από την αρχή. Μ' αυτόν τον τρόπο το υδρογόνο μετατρέπεται σε ήλιο, το ήλιο σε βηρύλλιο και άνθρακα κ.ο.κ. σε οξυγόνο, νέον, μαγνήσιο, πυρίτιο, φωσφόρο, αργό, ασβέστιο έως και το 26^ο χημικό

στοιχείο το σίδηρο. Στη συνεχή τους δηλαδή πάλη ενάντια στη βαρύτητα, τ' άστρα «καίνε» διαδοχικά τη «στάχτη» τους, τα προϊόντα δηλαδή της καύσης, των προηγούμενων θερμοπυρηνικών αντιδράσεων. Πρόκειται όμως για μία πάλη που, όπως είπαμε, αργά ή γρήγορα θα χάσουν. Γιατί όλα τ' άστρα κάποια μέρα θα πεθάνουν. Θα πεθάνουν ακριβώς επειδή λάμπουν.

Το στάδιο του κόκκινου γίγαντα για κάθε άστρο που ζει στο Σύμπαν, αποτελεί το προτελευταίο κεφάλαιο της ζωής του. Σ' αυτό το στάδιο, ένα άστρο βρίσκεται στον προθάλαμο του θανάτου του. Ενός θανάτου που θ' αφήσει πίσω του ένα από τρία μόνο πιθανά «λείψανα» ανάλογα με τη μάζα που έχει. Άστρα με λιγότερα υλικά από τέσσερεις ηλιακές μάζες θα μετατραπούν σε άσπρους νάνους. Άστρα με 4 έως 25 ηλιακές μάζες θα μετατραπούν σε πάλσαρ ή άστρα νετρονίων. Και άστρα με ακόμη μεγαλύτερες μάζες θα καταλήξουν να γίνουν μαύρες τρύπες.

Όταν ένα άστρο της πρώτης κατηγορίας (με λιγότερα υλικά από τέσσερεις ηλιακές μάζες), γίνει κόκκινος γίγαντας, μπαίνει σε μία περίοδο αστάθειας. Η βαρυτική του δύναμη δεν είναι ικανή να συγκρατήσει τα εξωτερικά του στρώματα, τα οποία αποχωρίζονται σιγά-σιγά και διαφεύγουν στο διάστημα. Τα αέρια αυτά στρώματα αποχωρώντας σχηματίζουν ένα διαστελλόμενο κέλυφος, το οποίο



στα τηλεσκόπιά μας φαίνεται σαν ένας δακτύλιος αερίων. Οι αστρονόμοι των περασμένων αιώνων, με τα μικρά τους τηλεσκόπια νόμιζαν ότι τα αντικείμενα αυτά έμοιαζαν με πλανήτες, γι' αυτό και τα ονόμασαν **πλανητικά νεφελώματα**. Τα διαστελλόμενα αέρια των πλανητικών νεφελωμάτων περιλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος της αρχικής μάζας ενός άστρου, και καθώς αποχωρίζονται απ' αυτό, αφήνουν πίσω τους, αποκαλύπτοντάς τον συγχρόνως, το γυμνό υπερθερμασμένο πυρήνα του. Ο πυρήνας αυτός αποτελείται από άνθρακα και οξυγόνο, που είναι τα κατάλοιπα, η «στάχτη», των θερμοπυρηνικών αντιδράσεων του πλίου. Αντικρίζουμε δηλαδή το «πώμα» του αρχικού άστρου, που έχει φτάσει πια στο τέλος του.

Παρόλο όμως που ο πυρήνας αυτός έχει πάψει να παράγει ενέργεια (μιας και οι θερμοπυρηνικές αντιδράσεις στο κέντρο του έχουν σταματήσει τελείως), εκπέμπει τεράστιες ποσότητες υπεριώδους ακτινοβολίας, ενώ η επιφανειακή του θερμοκρασία αγγίζει τους 100.000 °C. Η μεγάλη όμως αυτή θερμότητα οφείλεται στην τρομαχτική συμπίεση των υλικών του που έχουν περιοριστεί σε μία σφαίρα με το μέγεθος της Γης μας. Το αρχικό μας δηλαδή άστρο έχει μετατραπεί σ' έναν άσπρο νάνο, που ακτινοβολεί ένα έντονο γαλαζόλευκο φως από μία επιφάνεια 16.000 φορές μικρότερη από την αρχική του. Τα διαστελλόμενα αέρια του κελύφους που περιβάλλει πλέον τον νεοαποκαλυφθέντα άσπρο νάνο «ερεθίζονται» από την υπεριώδη ακτινοβολία του και λάμπουν.

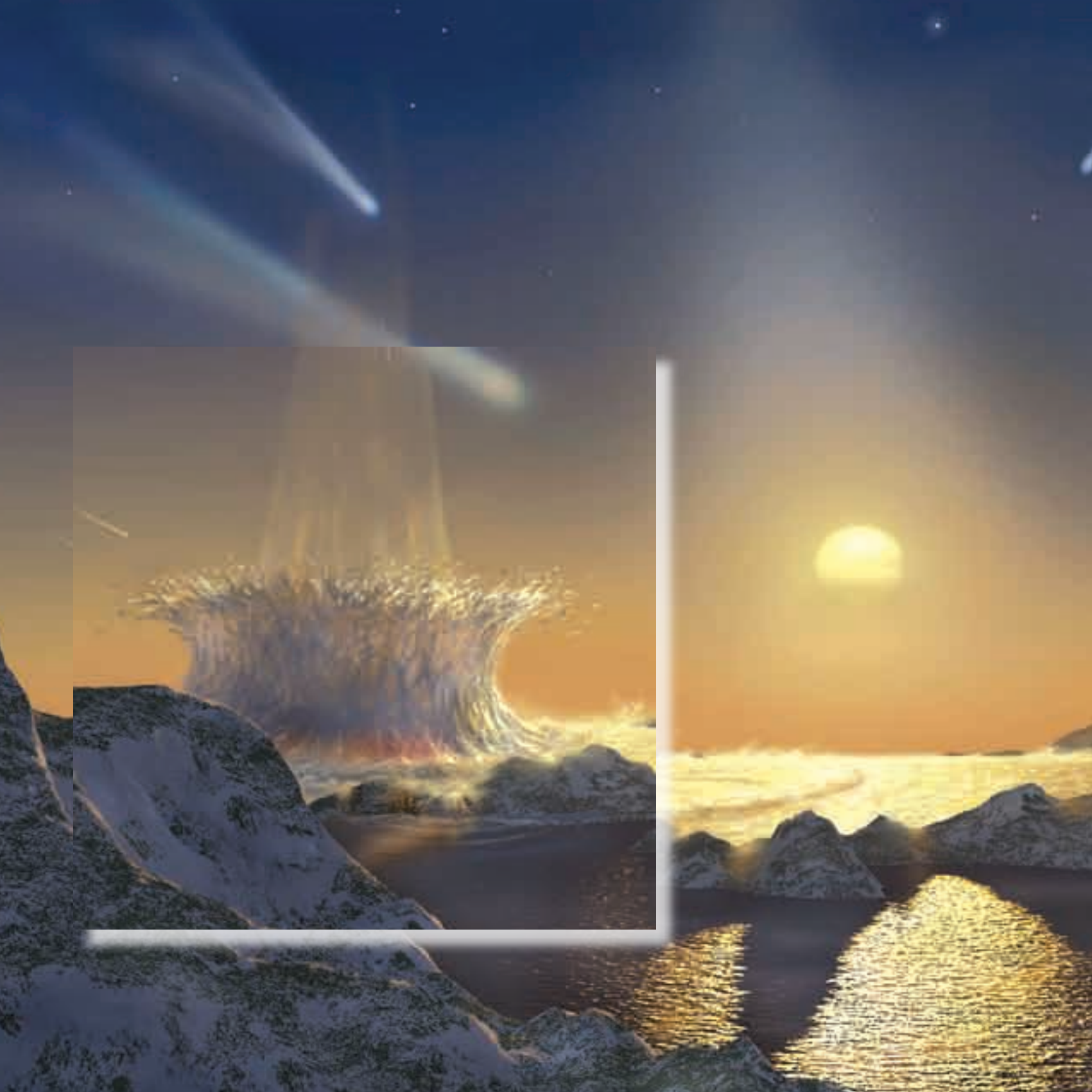
Χίλια μόνο πλανητικά νεφελώματα έχουν ανακαλυφθεί μέχρι τώρα γιατί η διάρκεια της ζωής τους είναι σχετικά μικρή. Μέσα σε 50.000 χρόνια τα αέρια αυτά διασκορπίζονται στο διάστημα, παύουν να «ερεθίζονται» από τον κεντρικό τους άσπρο νάνο και δεν φαίνονται πια από τα τηλεσκόπιά μας. Έτσι στα τελευταία 60 χρόνια με τη βοή-

θεια της Κβαντομηχανικής και της Θεωρίας της Σχετικότητας έχει δημιουργηθεί ένα ικανό θεωρητικό υπόβαθρο που επεξηγεί την εξέλιξη αυτών των άστρων. Σ' αυτήν μάλιστα τη μελέτη σημαντικότητα ήταν η προσφορά του Ινδοαμερικανού αστροφυσικού S. Chandrasekhar (Νόμπελ Φυσικής 1983), ο οποίος υπολόγισε ότι το μέγιστο όριο της μάζας ενός άστρου νάνου, που προς τημή του ονομάζεται **Όριο Chandrasekhar**, δεν μπορεί να υπερβαίνει τις 1,4 ηλιακές μάζες. Όσο μάλιστα πιο μεγάλη είναι η μάζα του τόσο πιο μικρή είναι και η διάμετρος του άστρου νάνου. Το μικρό όμως μέγεθος, σε συνδυασμό με τη μεγάλη σχετική μάζα, έχει ως αποτέλεσμα η βαρύτητα που επικρατεί στην επιφάνειά του να είναι κατά 200.000 φορές μεγαλύτερη της γήινης.

Ψηλά στο βόρειο ουρανό, στην περιοχή που διαφεντεύεται από τον αστερισμό της Μεγάλης Άρκτου, υπάρχει ένα από τα πιο γνωστά πλανητικά νεφελώματα. Το πλανητικό αυτό νεφέλωμα, λόγω της μορφής που έχει, ονομάζεται νεφέλωμα **Κουκουβάγιας** ή NGC 3587 και βρίσκεται σε απόσταση 2.000 ετών φωτός από τη Γη. Σε πρόσφατη ανακοίνωση μιας ομάδας αστρο-



φυσικών από το Πανεπιστήμιο του Ιλλινόις, το Ινστιτούτο Αστροφυσικής των Καναρίων Νήσων και του Κολεγίου Γουίλιαμς παρουσιάστηκε το πρώτο εμπεριστατωμένο μοντέλο της δημιουργίας των διαφόρων χαρακτηριστικών της εμφάνισης και της εξέλιξής του. Αν και οι δομές των πλανητικών νεφελωμάτων εξαρτώνται από πολλούς και διαφορετικούς παράγοντες, σήμερα γνωρίζουμε ότι και ο Ήλιος μας, σε πέντε περίπου δισεκατομμύρια χρόνια, θα έχει κι αυτός την ίδια τύχη. Οπότε και η ζωή στον πλανήτη μας θα πάρει κι αυτή αναγκαστικά ένα τέλος. Θα μπορέσουν άραγε οι απόγονοί μας, σε κάποιον απόμακρο μελλοντικό χρόνο, να επιζήσουν; Κι αν ναι, πάνω σε ποιον πλανήτη άραγε θα βρουν μια **Νέα Γη** κι ένα νέο καταφύγιο;



Εξωηλιακοί Πλανήτες

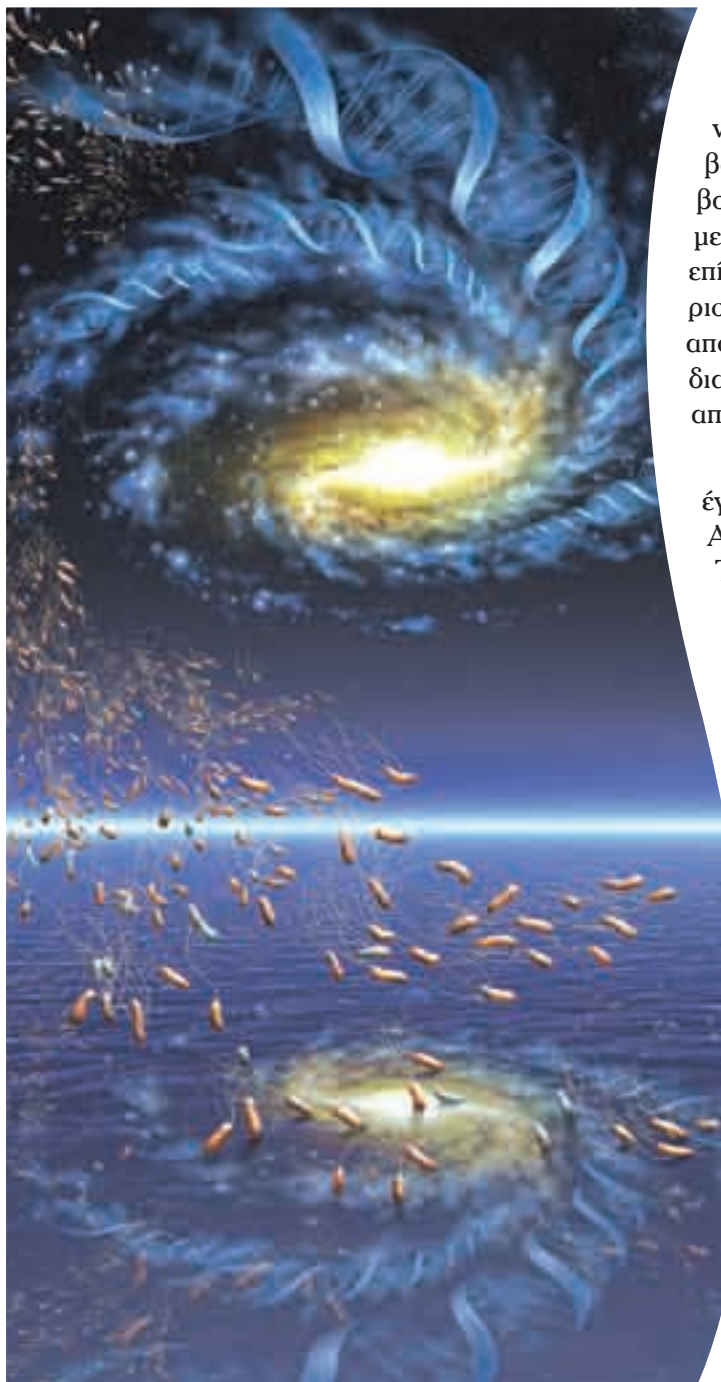
Το 1995 ένας Ελβετός αστρονόμος παρακολούθουσε το άστρο 51 στον αστερισμό του Πήγα-σου, ένα άστρο που μοιάζει πάρα πολύ με τον Ήλιο και βρίσκεται στη γειτονιά μας αφού η απόστασή του από εμάς δεν υπερβαίνει τα 50 έτη φωτός. Το τηλεσκόπιό του είχε διάμετρο κατόπτρου λίγο μικρότερη των δύο μέτρων, ήταν δηλαδή ένα σχετικά μικρό τηλεσκόπιο, αλλά παρόλα αυτά οι παρατηρήσεις εκείνες ήσαν αυτές που εντόπισαν για πρώτη φορά έναν πλανήτη έξω από το Ηλιακό μας Σύστημα. Ήταν ο πρώτος εξωηλιακός πλανήτης. Πρόκειται για έναν πλανήτη με το ήμισυ της μάζας του Δία, του μεγαλύτερου από τους πλανήτες του Ηλιακού μας Συστήματος, αλλά ενώ η περιφορά του Δία γύρω από τον Ήλιο διαρκεί 12 γήινα χρόνια στην περίπτωση του νέου πλανήτη η περιφορά του διαρκεί τέσσερεις μόνον ημέρες. Ήταν μια ανακάλυψη χωρίς προηγούμενο.

Κι έτσι, μέσα στον επόμενο χρόνο της πρώτης εκείνης ανακάλυψης, οι έρευνες εντόπισαν δέκα ακόμη πλανήτες. Έκτοτε κάθε μήνας που περνάει προσθέτει όλο και πιο πολλούς νέους εξωηλιακούς πλανήτες. Μέχρι την Άνοιξη του 2007 πάνω από 210 πλανήτες έχουν ανακαλυφθεί σε άστρα που βρίσκονται στην άμεση γειτονιά μας, σε απόσταση δηλαδή μέχρι 300 έτη φωτός. Ο μικρότερος από τους πλανήτες αυτούς έχει μάζα πέντε φορές μεγαλύτερη από τη

μάζα της Γης μας, ενώ η μάζα των περισσότερων απ' αυτούς είναι πολλαπλάσια της μάζας του Δία. Παρόλα αυτά κανένας από τους εξωηλιακούς αυτούς πλανήτες δεν έχει φωτογραφηθεί μέχρι τώρα απ' ευθείας αφού οι περισσότεροι από αυτούς είναι ένα δισεκατομμύριο φορές αμυδρότεροι από τα άστρα, γύρω από τα οποία βρίσκονται.

Σήμερα, 60 περίπου αστεροσκοπεία και αστροφυσικά κέντρα σ' ολόκληρο τον κόσμο ασχολούνται, μεταξύ των άλλων, και με έρευνες για την ανακάλυψη εξωηλιακών πλανητών με τη βοήθεια οργάνων στην επιφάνεια της Γης. Θα ήταν ουτοπικό φυσικά να υποθέσουμε ότι θα μπορούσαμε να πάρουμε θεαματικές φωτογραφίες τέτοιων πλανητών από την επιφάνεια της Γης μας. Εντούτοις μπορούμε να ανακαλύψουμε εξωηλιακούς πλανήτες με τη βοήθεια έμμεσων μεθόδων, που βασίζονται στον εντοπισμό της επίδρασης που έχουν οι πλανήτες αυτοί πάνω στο μητρικό τους άστρο. Τέτοιου είδους εντοπισμός όμως είναι ιδιαίτερα δύσκολος γιατί απλούστατα απαιτείται τρομερή ακρίβεια στις μετρήσεις αυτές.

Μία διερεύνηση των πρώτων εξωηλιακών πλανητικών συστημάτων εντόπισε ότι το 20% των συστημάτων αυτών βρίσκονται σε τροχιά διπλών ή πολλαπλών άστρων. Τα 26 από τα 131 εξωηλιακά πλανητικά συστήματα της μελέτης αυτής αποδείχτηκε ότι 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 μόνον άστρα, αλλά ότι οι πλανήτες μπορούν να επιβιώσουν κάτω από μια ποικιλία περιβαλλόντων. Τα αποτελέσματα παρόμοιων ερευνών θα μας βοηθήσουν να εξάγουμε χρήσιμες πληροφορίες για τον τρόπο, με τον οποίο γεννιούνται οι πλανήτες, ενώ θα μας βοηθήσουν επίσης να ανακαλύψουμε με ποιον τρόπο η ύπαρξη ενός ή περισσότερων άστρων σε ένα σύστημα μπορεί να βοηθήσει ή να αποτρέψει τη δημιουργία πλανητών, αλλά και με ποιον τρόπο διαμορφώνονται τα τροχιακά χαρακτηριστικά των πλανητών από την παρουσία περισσότερων του ενός άστρων.

Η πρώτη ανακάλυψη πλανήτη γύρω από ένα διπλό άστρο έγινε τον Οκτώβριο του 2002 από τους αστρονόμους του Αστεροσκοπείου Μακντόναλντ στο Τέξας με τη βοήθεια του Τηλεσκοπίου Χάρλαν Σμιθ. Μια ομάδα αστρονόμων του Πανεπιστημίου του Τέξας μελετούσε επί 15 περίπου χρόνια το άστρο γάμα στον αστερισμό του Κηφέα, σε απόσταση 45 ετών φωτός από τη Γη. Πρόκειται για ένα διπλό άστρο και οι παρατηρήσεις των αστρονόμων απέδειξαν την ύπαρξη ενός πλανήτη διπλάσιου σχεδόν σε μέγεθος από τον πλανήτη Δία να περιφέρεται γύρω από το μεγαλύτερο άστρο του ζεύγους. Το κύριο άστρο του ζεύγους έχει υλικά 1,6 φορές περισσότερα από τα υλικά του Ήλιου και λάμπει 12 φορές πιο έντονα απ' ό,τι ο Ήλιος μας. Ο πλανήτης του που περιφέρεται γύρω του βρίσκεται σε ανάλογη απόσταση Άρν-Ήλιου και χρειάζεται 2,5 περίπου χρόνια για μια πλήρη περιφορά. Αντίθετα το δεύτερο άστρο είναι ένας κόκκινος νάνος με ελάχιστη φωτεινότητα που περιφέρεται κι αυτό γύρω από το μεγαλύτερο άστρο μια φορά κάθε 70 χρόνια.

Το 2005 το τηλεσκόπιο Κεκ 1 στην κορυφή του Μόνα Κέα στη Χαβάη εντόπισε έναν πλανήτη να περιφέρεται γύρω από ένα τριπλό αστρικό σύστημα που βρίσκεται σε απόσταση 149 ετών φωτός προς την κατεύθυνση του αστερισμού του Κύκνου. Η μάζα των άστρων αυτών είναι παρόμοια με τη μάζα του δικού μας Ήλιου, ενώ ο νέος πλανήτης περιφέρεται γύρω από το ένα εκ των

άστρων μία φορά κάθε 3,3 ημέρες. Το άλλο αστρικό ζευγάρι περιφέρεται σε πιο μακρινή απόσταση μια φορά κάθε 25,7 χρόνια, ενώ μεταξύ τους τα δύο άστρα του ζευγαριού περιφέρονται το ένα γύρω από το άλλο μία φορά κάθε 156 ημέρες. Η θέα του ουρανού από τον πλανήτη αυτόν ή μάλλον από κάποιον από τους δορυφόρους του, αφού ο εξωηλιακός αυτός πλανήτης είναι ένας αέριος γίγαντας, θα πρέπει να είναι πραγματικά εντυπωσιακή.

Στις αρχές Απριλίου του 2007 ανακοινώθηκε για πρώτη φορά η ανακάλυψη υδρατμών στην ατμόσφαιρα ενός εξωηλιακού πλανήτη, ο οποίος βρίσκεται σε απόσταση 150 ετών φωτός από τη Γη προς την κατεύθυνση του αστερισμού του Πήγασου. Πρόκειται για έναν πλανήτη που από το 1999 ήταν γνωστό ότι περιφέρεται γύρω από ένα άστρο, το οποίο είναι καταλογραφημένο με τον κωδικό HD209458. Αν και σύμφωνα με τα μοντέλα που έχουμε, για τη δημιουργία και την εξέλιξη των εξωηλιακών πλανητικών συστημάτων, προβλέπεται και η ύπαρξη υδρατμών στην ατμόσφαιρα των πλανητών αυτών, μέχρι τώρα δεν είχαμε μία άμεση επιβεβαίωση των εκτιμήσεων αυτών. Γιατί κάτι τέτοιο είναι ιδιαίτερα δύσκολο να γίνει, αφού οι εξωηλιακοί πλανήτες που έχουμε ανακαλύψει μέχρι τώρα δεν έχουν παρατηρηθεί άμεσα, αλλά

η παρουσία τους εντοπίζεται από την επίδραση που έχουν πάνω στο μητρικό τους άστρο. Στην περίπτωση όμως του πλανήτη αυτού οι ειδικοί επιστήμονες που τον ανακάλυψαν βοηθήθηκαν και από το γεγονός ότι η Γη μας βρίσκεται σε τέτοια θέση σε σχέση με τη θέση του παρατηρούμενου άστρου, ώστε μπορούν να βλέπουν τον πλανήτη αυτόν να περνάει μπροστά από το άστρο του δίδοντάς τους έτσι την ευκαιρία να μελετήσουν την ατμόσφαιρά του.



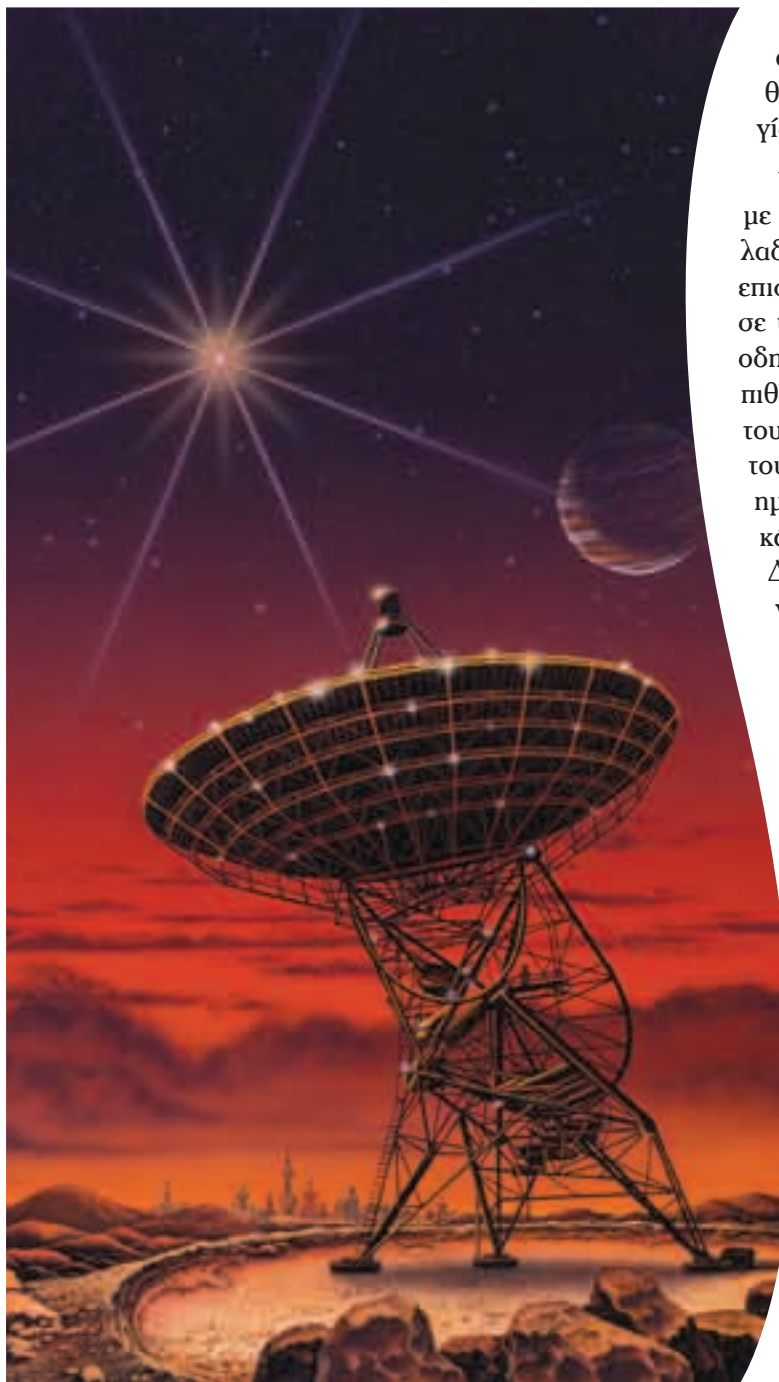
Αναζητώντας μια Νέα Γη

Σύμφωνα με τις σύγχρονες αντιλήψεις της επιστήμης, για να είναι ένας πλανήτης «κατοικήσιμος» απαιτείται η ύπαρξη ορισμένων γεωφυσικών, γεωχημικών και αστροφυσικών προϋποθέσεων. Με βάση μία μόνο από τις προϋποθέσεις αυτές, που αφορούν στα γενικά αστροφυσικά χαρακτηριστικά των άστρων, ορισμένοι επιστήμονες κατάρτισαν έναν κατάλογο 17.000 άστρων από τα 120.000 άστρα του καταλόγου **Ήππαρχος**, τα οποία θα μπορούσαν δυνητικά να διαθέτουν κατοικήσιμους πλανήτες. Αυτό σημαίνει ότι στην αναζήτησή μας για την ύπαρξη ζωής θα πρέπει να περιοριστούμε μόνο σε άστρα με επιφανειακή θερμοκρασία από 3.500 έως 7.500 °C γιατί μόνο αυτού του είδους τα άστρα μπορούν να ζήσουν μερικά τουλάχιστον δισεκατομμύρια χρόνια, ώστε να δοθεί στους πιθανούς πλανήτες τους η ευκαιρία να αναπτύξουν ζωή πάνω τους. Ένα κατάλληλο άστρο, όμως, θα πρέπει επίσης να διαθέτει και κάποιον ή κάποιους πλανήτες στην ενονομαζόμενη «κατοικήσιμη ζώνη», γιατί μόνο στην επιφάνεια των πλανητών αυτών είναι δυνατή η ύπαρξη νερού σε υγρή κατάσταση, αφού στο είδος ζωής που γνωρίζουμε το υγρό νερό είναι το απαραίτητο συστατικό για τη δημιουργία και τη συντήρησή της.

Στις 24 Απριλίου του 2007, μια ομάδα επιστημόνων

εντόπισε την παρουσία ενός τρίτου πλανήτη γύρω από το άστρο Gliese 581. Πρόκειται για έναν μεταβλητής φωτεινότητας «κόκκινο νάνο» φασματικού τύπου M, ένα άστρο με μάζα το ένα τρίτο της μάζας του Ήλιου και επιφανειακή θερμοκρασία 3.500 °C. Έχει ηλικία 4,3 δισεκατομμυρίων ετών, όταν το Ηλιακό μας Σύστημα έχει ηλικία 4,6 δισεκατομμυρίων ετών. Βρίσκεται σε απόσταση 20,4 έτη φωτός (193 τρισεκατομμύρια χιλιόμετρα) από τη Γη μας και προς την κατεύθυνση του αστερισμού του Ζυγού. Η απόσταση αυτή σημαίνει ότι μία από τις διαστημοσυσκευές που διαθέτουμε σήμερα θα χρειαζόταν περίπου 450.000 χρόνια για να φτάσει μέχρι εκεί!

Ο πλανήτης αυτός έχει διάμετρο 1,5 φορά τη διάμετρο της Γης και μάζα πέντε φορές μεγαλύτερη από τη μάζα της. Γι' αυτό και η βαρύτητα στην επιφάνειά του θα είναι 2,2 φορές μεγαλύτερη από της Γης, που σημαίνει ότι ένας άνθρωπος 80 κιλών θα ζυγίζει εκεί 175 περίπου κιλά. Πρόκειται για το μικρότερο πλανήτη, από τους 210, που έχει ανακαλυφτεί μέχρι τώρα (Απρίλιος 2007) και ο οποίος περιφέρεται γύρω από το μητρικό του άστρο σε απόσταση 11 εκατομμυρίων χιλιομέτρων. Από την επιφάνεια του πλανήτη αυτού το άστρο θα φαινόταν στον παρατηρητή αρκετές φορές μεγαλύτερο απ' ό,τι φαίνεται ο Ήλιος από τη Γη.



Λόγω της χαμηλής θερμότητας που εκπέμπει το άστρο αυτό και της μικρής απόστασης που τους χωρίζει, η μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια του πλανήτη αυτού υπολογίζεται πως θα πρέπει να κυμαίνεται από 0 έως 40 °C.

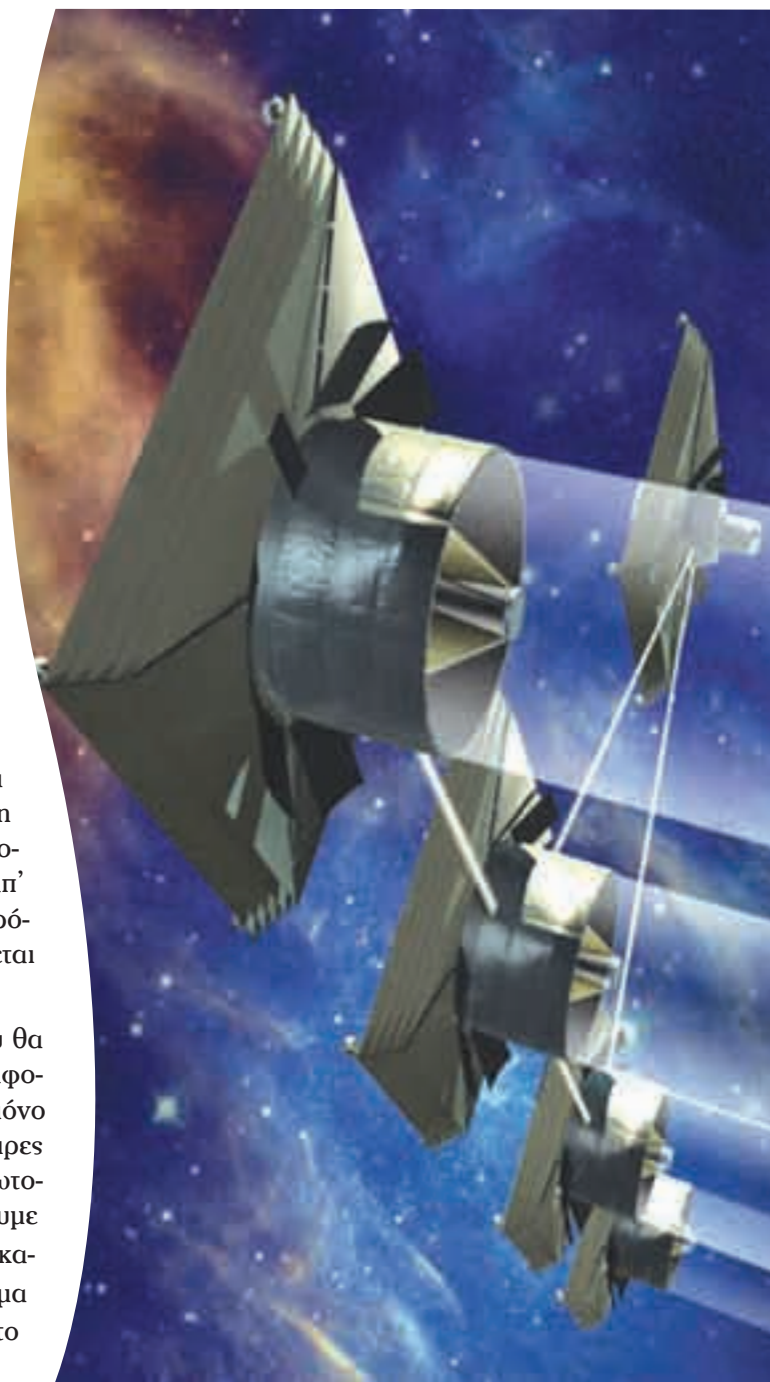
Όλα αυτά σημαίνουν ότι πρόκειται για έναν πλανήτη με στερεά επιφάνεια, όπως της Γης και του Άρν, είναι δηλαδή ένας βραχώδης πλανήτης, κι αν υπάρχει νερό στην επιφάνεια αυτή, τότε το νερό αυτό θα πρέπει να βρίσκεται σε υγρή κατάσταση, παρόλο που ορισμένες ενδείξεις μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι ίσως να είναι περισσότερο πιθανό η επιφάνειά του να μοιάζει μ' αυτήν του Γανυμήδη, του μεγαλύτερου δορυφόρου του Δία. Επίσης η διάρκεια του έτους του νέου αυτού πλανήτη είναι μικρότερη των 13 ημερών, πράγμα που σημαίνει ότι οι εποχές του αλλάζουν κάθε τρεις περίπου ημέρες, κι έτσι αν ζούσαμε εκεί τη μία Δευτέρα θα είχαμε καλοκαίρι και την άλλη χειμώνα. Είναι, φυσικά, γεγονός ότι πρόκειται για τον πρώτο από τους εξωηλιακούς πλανήτες, ο οποίος βρίσκεται στην επονομαζόμενη «κατοικήσιμη ζώνη» του μητρικού του άστρου. Έτσι, είναι πιθανόν πάνω σ' αυτόν τον πλανήτη να έχει δημιουργηθεί και κάποιο είδος ζωής. Τίποτε όμως δεν είναι βέβαιο, αφού πολλά εξαρτώνται από το είδος της ατμόσφαιρας που διαθέτει, κάτι που δεν μπορούμε ακόμη να προσδιορίσουμε.

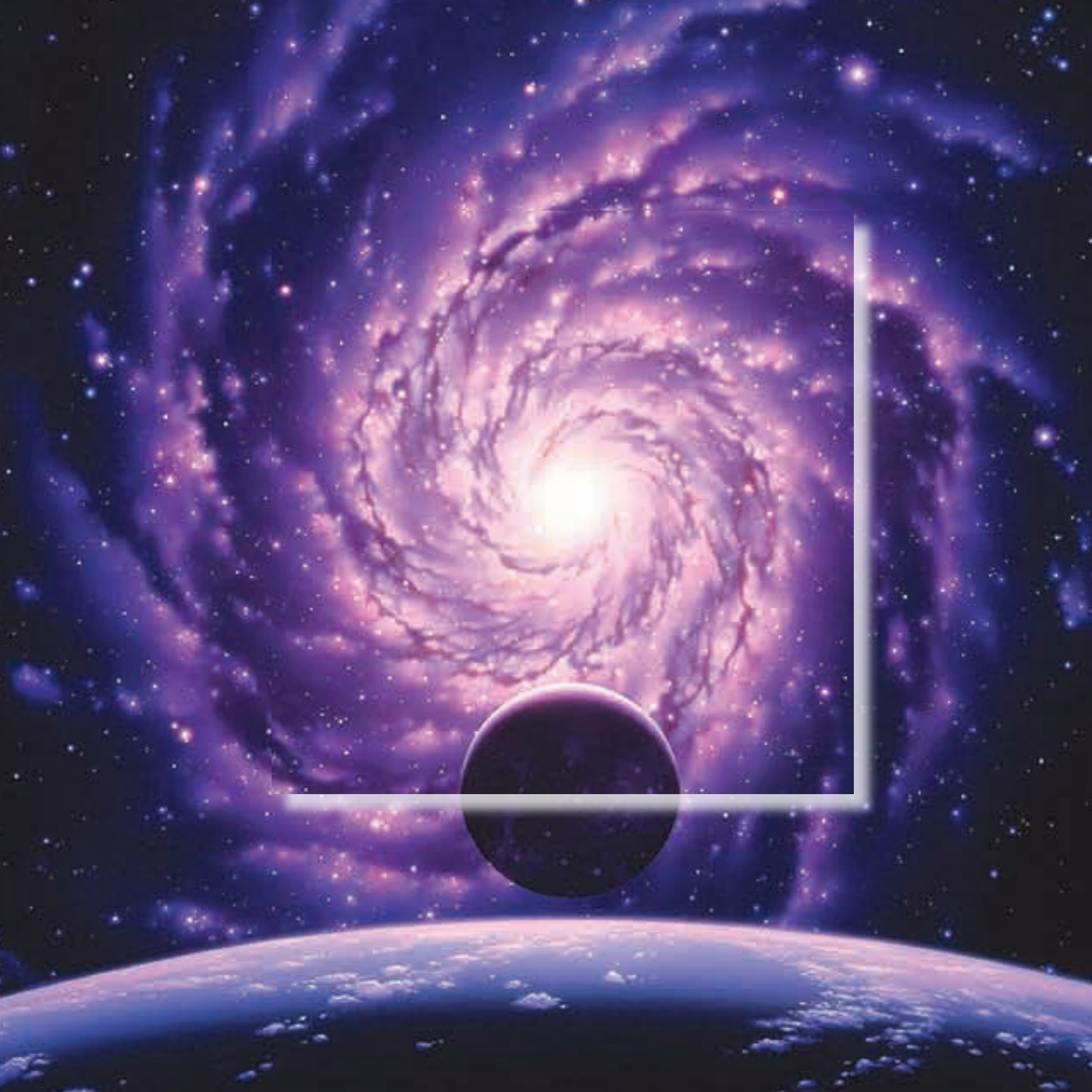
Επί πλέον λόγω της μικρής του απόστασης από το μητρικό του άστρο οι παλιρροϊκές δυνάμεις πάνω στον πλανήτη αυτόν θα είναι 400 φορές μεγαλύτερης έντασης από τις αντίστοιχες δυνάμεις που δέχεται η Γη μας από τη Σελήνη. Έτσι είναι πιθανό ο πλανήτης αυτός να έχει τη μία του πλευρά στραμμένη συνεχώς προς το μητρικό του άστρο με αποτέλεσμα η πλευρά αυτή να υπερθερμαίνεται, ενώ η αντίθετη να είναι παγωμένη και να βρίσκεται συνεχώς στο σκοτάδι. Σε μια τέτοια περίπτωση, όμως, μόνο στη διαχωριστική ζώνη ημέρας και νύχτας θα μπορούσε να έχει δημιουργηθεί ένα αποδεκτό για την ύπαρξη ζωής κλίμα. Θα αναρωτιέστε όμως: διαθέτουμε άραγε τα απαραίτητα όργανα,

ώστε να μπορέσουμε να εντοπίσουμε την ύπαρξη ζωής και σε κάποιον άλλον απόμακρο πλανήτη; Δυστυχώς η απάντηση προς το παρόν είναι αρνητική.

Σε μερικά, όμως, χρόνια τα πράγματα θα αλλάξουν δραματικά, αφού ήδη έχουν δρομολογηθεί οι διαδικασίες για την αποστολή στο Διάστημα ορισμένων διαστημοσυσκευών που θα έχουν τη δυνατότητα να εντοπίσουν και να φωτογραφήσουν πλανήτες στο μέγεθος της Γης μας. Τον Ιούνιο του 2008, για παράδειγμα, σχεδιάζεται η αποστολή της διαστημοσυσκευής Κέπλερ από τη NASA. Πρόκειται για ένα τηλεσκόπιο 95 cm, το οποίο θα διαθέτει ένα από τα πιο ευαίσθητα φωτόμετρα με σκοπό να μελετήσει 100.000 άστρα της Κύριας Ακολουθίας σε μια περίοδο τεσσάρων ετών. Η έρευνά του έχει ως στόχο να αποδείξει ότι τα περισσότερα άστρα της Κύριας Ακολουθίας έχουν βραχώδεις πλανήτες στην «κατοικήσιμη ζώνη» των άστρων αυτών, ενώ κατά μέσον όρο δημιουργούνται δύο βραχώδεις πλανήτες στο μέγεθος της Γης στην περιοχή από 0,5 έως 1,5 Αστρονομικές Μονάδες (Αστρονομική Μονάδα είναι η απόσταση Γης-Ήλιου, ίση με 150 εκατομμύρια χιλιόμετρα περίπου). Στη διάρκεια των μελετών της η διαστημοσυσκευή αυτή 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 τη Γη και διάμετρο που θα κυμαίνεται από το 80% του μεγέθους της Γης και άνω.

Θα πρέπει, λοιπόν, να περιμένουμε τις μελέτες που θα διεξάγουν στη διάρκεια της επόμενης δεκαετίας οι διάφορες ειδικές διαστημοσυσκευές για να μπορέσουμε, όχι μόνο να μελετήσουμε με μεγαλύτερη ευκρίνεια τις ατμόσφαιρες χιλιάδων εξωπλανητικών πλανητών, αλλά και να τους φωτογραφήσουμε. Τότε θα μπορέσουμε άνετα να εντοπίσουμε εκατοντάδες πλανήτες σαν τη Γη μας και ίσως επίσης κατορθώσουμε να απαντήσουμε και στο μεγάλο ερώτημα για το αν η Γη μας είναι ο μοναδικός πλανήτης με το προνόμιο της ζωής.





Επίλογος

Είναι γεγονός ότι τα τρισεκατομμύρια των πλανητών που βρίσκονται εκεί έξω γεννήθηκαν μ' έναν τρόπο παρόμοιο μ' αυτόν που γέννησε τους πλανήτες του δικού μας Ηλιακού Συστήματος, αλλά και τη Γη μας. Με έναν τρόπο δηλαδή που σήμερα γνωρίζουμε ότι ήταν ιδιαίτερα βίαιος, αφού στα πρώτα στάδια της εξέλιξής του η επιφάνεια του νεογέννητου πλανήτη μας βρισκόταν σε θερμογενή, ημίρρευστη κατάσταση, ενώ από τον ουρανό, χιλιάδες μικρά και μεγάλα μετέωρα, βομβάρδιζαν συνεχώς, από τη μian άκρη στην άλλη, το νεαρό μας πλανήτη. Η επιφάνεια της Γης μετατράπηκε τότε σε πεδίο μάχης γεμάτο συντρίμια, βάραθρα και κρατήρες επί κρατήρων.

Αλλά και κάτω από την επιφάνειά της η Γη άλλαζε. Διάφορα ραδιενεργά στοιχεία, που σήμερα βρίσκονται αιχμαλωτισμένα στο εσωτερικό της, απελευθέρωναν πυρηνικά σωματίδια, παράγοντας μ' αυτόν το τρόπο θερμότητα που έλιωνε τα έγκατα της Γης. Από τις σχισμές του φλοιού, τα λιωμένα βράχια άνοιγαν δρόμο προς τα πάνω, ξεπηδώντας στην επιφάνειά της σαν ηφαίστεια και διασκορπίζοντας ολόγυρα λάβα και καυτά αέρια αλλάζοντας έτσι το τοπίο συνεχώς.

Τα πρώτα αυτά βίαια στάδια της εξελικτικής πορείας της Γης μας ακολούθησαν κι άλλα πολύ πιο βίαια. Κι όμως όλα αυτά και όλα όσα αναφέραμε μέχρι τώρα δεν ήσαν παρά μερικά μόνο παραδείγματα της βίας που υπάρχει σ' ένα καταπληκτικό και δυναμικό Σύμπαν. Η βία αυτή έχει δημιουργήσει πολλά από όσα εμείς θεωρούμε ως δεδομένα, όπως: το φωτεινό φεγγάρι, τη θερμότητα και το φως του Ήλιου, τις μεταβαλλόμενες εποχές, τα κύματα που σκάνε στην αμμουδιά. Η βία αυτή έφερε το τέλος της εποχής των δεινοσαύρων και άλλαξε τελείως το χάρτη του Κόσμου, ανασχηματίζοντας τους γαλαξίες και δημιουργώντας νέα άστρα και νέους κόσμους.

Εμείς οι άνθρωποι καταλαμβάνουμε ένα απειροελάχιστο μόνο κομμάτι του απέραντου και συνεχώς εξελισσόμενου κοσμικού τοπίου. Μερικές φορές, μάλιστα, φαίνεται ότι δεν είμαστε παρά απλοί ταξιδιώτες σ' ένα σύντομο ταξίδι. Είμαστε όμως εξερευνητές που προσπαθούμε να κατανοήσουμε κάπως τη συνεχώς μεταβαλλόμενη φύση του Κόσμου. Και δεν γνωρίζουμε τι πρόκειται να μας αποκαλύψει στο μέλλον η απεριόριστη αυτή περιέργειά μας, σ' ένα Σύμπαν που σχηματίζεται και ανασχηματίζεται σε μία ιστορία βίαιων κοσμικών διαστάσεων.





ΕΠΟΙΚΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΓΙΑ ΠΑΙΔΙΑ

- Ασίμοφ, Ισαάκ, (μετ.: Γιάννης Κρητικός), *Κβάζαρς, πούλζαρς και μαύρες τρύπες*, εκδόσεις Κέδρος, 1988.
- Μάιλς, Λάιζα και Αλασταϊρ, Σμιθ, (σύνταξη: Τζούντυ Τέιτσελ, μετ.: Δήμος Αυγερινός), *Το πλήρες βιβλίο για την αστρονομία και το διάστημα*, Πατάκης, 2000.
- Beaumont, Emilie & Marie - Renee Pimont, (εικονογράφηση: S. Alloy [και ά.], μετάφραση: Ιωάννα Παπαγεωργίου, *Εικόνες από το διάστημα*, Μοντέρνοι Καιροί, 1999.
- Couper, Heather & Nigel Henbest, (απόδοση στα ελληνικά: Δημήτρης Θεοδωρακάτος), *Ανακαλύπτω το σύμπαν*, Ερευνητές, 1994.
- Stacy, Tom, (εικονογράφηση: Peter Bull and Sebastian Quigley, μετάφραση: Δημήτρης Λιάλιαρης, Νικόλαος Δουφεξόπουλος), *Ήλιος, αστέρια & πλανήτες*, Αφοί Παγουλάτοι, 1992.

ΓΙΑ ΕΝΗΛΙΚΕΣ

- Δανέζης, Μάνος & Θεοδοσίου, Στράτος, *Η κοσμολογία της νόησης : εισαγωγή στην κοσμολογία*, Δίαυλος, 2003.
- Δανέζης, Μάνος & Θεοδοσίου, Στράτος, *Το σύμπαν που αγάπησα : εισαγωγή στην αστροφυσική*, Δίαυλος, 1999.
- Σιμόπουλος, Διονύσης, *Ο θάνατος των άστρων*, Ερευνητές, 1997.
- Σιμόπουλος, Διονύσης, *Μαύρες τρύπες*, Ίδρυμα Ευγενίδου, 2006.
- Hartmann, William K., *In the stream of stars : the soviet/american space art book*, Workman, 1990.
- Petersen, Carolyn Collins, John C. Brandt, *Visions of the cosmos*, Cambridge University Press, 2003.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ

Σενάριο-Σκηνοθεσία
Επιστημονική Επιμέλεια
Διονύσης Π. Σιμόπουλος

Ελληνική Αφήγηση
Χρήστος Σιμαρδάνης

Αγγλική Αφήγηση
Dunkan Skinner

Μουσική Σύνθεση και Παραγωγή
Πέτρος Χατζηγεωργίου

Sound Design & Μείξη Ήχου
Αναστάσιος Κ. Κατσάρης

Διεύθυνση Παραγωγής
Michael Daut
Διονύσης Σιμόπουλος

Τεχνική Διεύθυνση
Μάνος Κιτσώνας

Μοντάζ Εικόνας
Παναγιώτης Δ. Σιμόπουλος

Επιστημονικοί Συνεργάτες
Αλέξης Δεληβοριάς
Βάλια Λύρατζη

Επιμέλεια Αφήγησης
Φώτης Πετρίδης

Προγραμματισμός Αυτοματισμών
Μάνος Κιτσώνας
Φίλιππος Λούβαρης
Γιώργος Μαυρίκος
Χρήστος Χρηστογιώργος

Τεχνικοί Παραγωγής
Φίλιππος Λούβαρης
Γιώργος Μαυρίκος
Χρήστος Χρηστογιώργος

Διαφάνειες & Γραφικά
Μάριος Παρίσης

Εικονική Πραγματικότητα
3D Animation

Art FX
Ιωάννης Βαμβακάς

Evans & Sutherland
Digital Theater Division
Salt Lake City, Utah, USA
Michael Daut

Minds and Bytes
Αλέξανδρος Αραπαντώνης

Burke Baker Planetarium
Houston, Texas, USA

Mirage 3D
Robin Sip

Sky Skan, Inc.
Nashua, N.H., USA

American Museum of Natural History

Σκηνοθετική Επιμέλεια
Carter Emmart

Διεύθυνση Παραγωγής
Christopher Scollard

Εικονική Πραγματικότητα
Erik Wesselak
Ryan Wyatt
Betty W. Lee
Bill Bourdeau
Robin Canup
Eiichiro Kokubo
Don Davis
Charles Goodrich
Timothy Guild
Salvador Hernandez
Jon Genetti
Syun Akasofu
John Robert Manes

Bill Brody
Orion Lawlor
Paula Vargas
Galen Gisler
Michael Gittings
Robert Greene
Robert Weaver
Oktay Ahiska
C. R. Scotese
Mark McKenna
Jarrod Hurley
Michael Shara
James Lombardi
R. Brent Tully
Yuexing Li
Mordecai-Mark Mac Low

Επιστημονικοί Σύμβουλοι
John Dubinski
Jack G. Hills
Todd Hoeksema
Piet Hut
Bernard V. Jackson
Jay Melosh
William McKinnon
Elizabetta Pierazzo
Pat Reiff
Orville Chris St. Cyr
Karel Schrijver
Russell L. Schweickart
Alison Sills
Steven Soter
Paul Steinhardt
Carolyn Sumners

Cello
Δημήτρης Γούζιος
Oboe & Cor Anglais
Δημήτρης Σιδέρης
Clarinet
Βαγγέλης Τόμπρος

Διεύθυνση Λειτουργίας
Πάννης Αποστολίδης
Κώστας Πανταζόπουλος

Τεχνική Υποστήριξη
Γιώργος Τσεσμελής
Λουκάς Αρμπιλιάς
Άρης Νουκάκης

Χειριστές-Τεχνικοί Πλανηταρίου
Χριστόδουλος Χαλικιόπουλος
Γιάννης Χειράκης
Δώρος Πιδόπουλος

Γραμματεία-Κρατήσεις-Ταμείο
Νάντια Σινοπούλου
Σπυριδούλα Χαλικιοπούλου
Μυρτώ Δευτεραίου
Γιώργος Παππούς
Ταρσίτσα Χρηστίδη

Διεύθυνση Επικοινωνίας
Γλυκερία Ανυφαντή

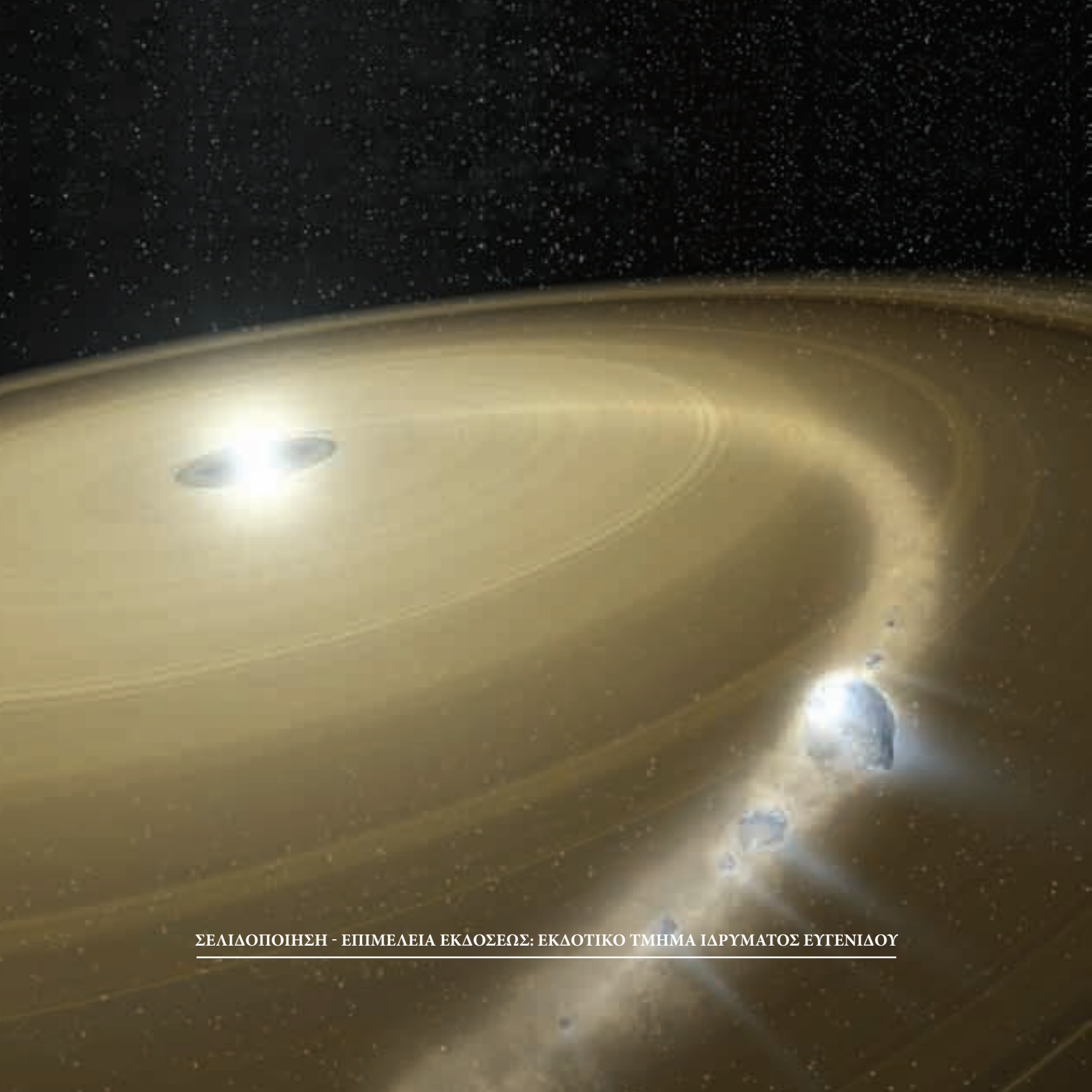
Δημόσιες Σχέσεις
Εύη Γαρδίκη
Νίκος Θωμαΐδης
Πένυ Θωμοπούλου
Ναυσικά Πολενάκη
Πωλίνα Τριανταφύλλου

Ηχοληψία
StarGazer Audio
Ιδρύματος Ευγενίδου

Αναπαραγωγή Ήχου
6.1 Surround Sound 40.000 w

Συστήματα Παρουσίασης
Digital Sky 2
Digistar 3

Παραγωγή
Ίδρυμα Ευγενίδου
© 2008



ΣΕΛΙΔΟΠΟΙΗΣΗ - ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΕΚΔΟΣΕΩΣ: ΕΚΔΟΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Στην πρόσκαιρη ζωή μας πάνω στη Γη τίποτε δεν μας φαίνεται τόσο μόνιμο και σταθερό όσο τ' άστρα στον ουρανό. Χρόνια και χρόνια τώρα, τα ίδια άστρα, στους ίδιους αστερισμούς, λαμπυρίζουν σταθερά και αξιόπιστα όσο και ο Ήλιος. Με ελάχιστες μόνο εξαιρέσεις, τα άστρα που βλέπουμε τα βράδια στον ουρανό, έχουν παραμείνει σταθερά, στην ίδια θέση επί χιλιάδες χρόνια. Τα πάντα εκεί πάνω μοιάζουν αναλλοίωτα, γαλήνια και ειρηνικά! Κι όμως, όλα όσα βλέπουμε δεν είναι παρά μια καλοστημένη απάτη! Γιατί αν επιχειρούσαμε ένα ταξίδι ανάμεσα στ' άστρα, δεν θα βρίσκαμε ένα ήρεμο και αναλλοίωτο Σύμπαν, αλλά θ' ανακαλύπταμε απτές αποδείξεις για το αντίθετο: μια συνεχή δημιουργία και καταστροφή, σ' ένα εξαιρετικά «Βίαιο Σύμπαν»!



Λεωφ. Συγγρού 387 - 17564 Π. Φάληρο, τηλ. 210 9469600, fax: 210 9430171, e-mail: puplic@eugenfound.edu.gr, <http://www.eugenfound.edu.gr>

