

**ΒΗΜΑ**

Επιμέλεια: ΧΡΙΣΤΙΝΑ ΨΥΧΑΡΗ

**Science**

# Με το βλέμμα στ' άστρα

Το 1609 ο Γιοχάνες Κέπλερ κυκλοφόρησε το βιβλίο του «Νέα Αστρονομία», στο οποίο ερμήνευε τη φαινόμενη κίνηση των πλανητών στον ουρανό ως αποτέλεσμα της ελλειπτικής τροχιάς τους γύρω από τον Ήλιο. Το φθινόπωρο του ιδίου έτους ο Γαλιλαίος έκανε την ιστορική κίνηση: γύρισε το τηλεσκόπό του προς τον ουρανό· και από τότε όλα άλλαξαν. Με την ευκαιρία της συμπλήρωσης 400 χρόνων από αυτή την καθοριστική χρονιά η Διεθνής Αστρονομική Ένωση σε συνεργασία με την UNESCO ανακήρυξεν το 2009 Παγκόσμιο Ετος Αστρονομίας.

# Μετρώντας τα **ουράνια σώματα**

Πριν από 400 χρόνια ο Γιοχάνες Κέπλερ και ο Γαλιλαίος έθεσαν τα θεμέλια της σύγχρονης αστρονομίας

ΤΟΥ Χ. ΒΑΡΒΟΓΛΗ

Ως τις αρχές του 17ου αιώνα οι άνθρωποι παρατηρούσαν τον ουρανό μόνο με γυμνό μάτι και είχαν αναπτύξει αστρονομικές θεωρίες περισσότερο με βάση τις υποκειμενικές τους αντιλήψεις και λιγότερο με βάση τις παρατηρήσεις. Ξαφνικά σε έναν μόλις χρόνο μια επιστημονική «έκρηξη» σηματοδότησε τη γέννηση της σύγχρονης αστρονομίας. Το καλο-



κάτι πολύ σημαντικότερο από το να επιβεβαιώσουν την πλιο-  
κεντρική φύση του πλανητικού μας συστήματος. Ανοίξαν τον δρόμο στη σύγ-  
χρονη αστρονομία, η οποία, για την κατανόηση του κόσμου γύρω μας, στηρί-  
ζεται στη λεπτομερή παρατήρηση των ουράνιων αντικειμένων και όχι στην άκρι-  
τη αποδοχή φιλοσοφικών θεωριών. Με την ευκαιρία της συμπλήρωσης 400 χρόνων  
από αυτή την καθοριστική χρονιά, η Διεθνής Αστρονομική Ένωση σε συνεργασία με  
την UNESCO ανακήρυξαν το 2009 Παγκόσμιο Έτος Αστρονομίας.



# ΓΑΛΙΛΑΙΟΣ

**T**ον Σεπτέμβριο του 1608 ο Γερμανός *Χανς Λίπερχεϊ* (Hans Lipperhey), ο οποίος εργάζόταν ως κατασκευαστής γυαλιών στην Ολλανδία, ζήτησε να πάρει δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για την εφεύρεση ενός οργάνου το οποίο, κατά την περιγραφή του, «κάνει όλα τα αντικείμενα που βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση να φαίνονται σαν να ήταν κοντά».

Το αίτημά του συζητήθηκε από το ολλανδικό κοινοβούλιο στις 2 Οκτωβρίου και απορρίφθηκε, επειδή θεωρήθηκε ότι η μέθοδος κατασκευής δεν ήταν δυνατόν να κρατηθεί μυστική. Τα νέα, όμως, για τις δυνατότητες του *τηλεσκοπίου*, που ήταν το νέο αυτό όργανο, δεν άργησαν να κυκλοφορήσουν στην Ευρώπη και έφθασαν ως την Πάδοβα. Ο Γαλιλαίος, ο οποίος ήταν καθηγητής Μαθηματικών στο πανεπιστήμιο αυτής της πόλης, είχε ήδη εμπειρία στην κατασκευή επιστημονικών οργάνων ναυπιλοϊάς. Ετσι δεν δυσκολεύτηκε να κατασκευάσει ένα *τηλεσκόπιο* το οποίο στις 25 Αυγούστου 1609 επέδειξε στον Δόγη της Βενετίας *Λεονάρντο Ντονά*, παραπτώντας από το καμπαναριό του Αγίου Μάρκου τα πλοία που εισέρχονταν στο λιμάνι. Ο Δόγης θεώρησε το *τηλεσκόπιο* πολύ

σημαντική εφεύρεση, επειδόν έδινε  
ένα αξιόλογο πλεονέκτημα στον στό-  
λο της Γαλινοτάτης Δημοκρατίας της  
Βενετίας, καθώς επέτρεπε την ανα-  
γνώριση των πλοίων από μεγάλη από-  
σταση, και αντάμειψε πλουσιοπάρο-  
χα τον Γαλιλαίο.

## Τι αποκάλυψαν τα πιερολόγιά του

Ο Γαλιλαίος δεν ήταν βέβαιος ο εφευρέτης του τηλεσκόπιού, ήταν όμως σιγουρά ο πρώτος ο οποίος σκέφτηκε να στρέψει αυτό το καινούριο όργανο στον ουρανό για να παρατηρήσει με μεγαλύτερη λεπτομέρεια απ' όστι επέτρεπε το γυμνό μάτι τα αντικείμενα του πλιακού μας συστήματος, τη Σελήνη, την Αφροδίτη, τον Δία και τον ίδιο τον Ήλιο. Το πρώτο τηλεσκόπιο που κατασκεύασε είχε μεγέθυνση μόλις 3x, δηλαδή έδειχνε τα αντικείμενα τρεις φορές μεγαλύτερα από το γυμνό μάτι. Το καλοκαίρι του 1609, όμως, κατασκεύασε ένα τηλεσκόπιο με μεγέθυνση 20x, και με αυτό έκανε τις κρίσιμες παρατηρήσεις που τον οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι κέντρο του πλιακού μας συστήματος ήταν ο Ήλιος και όχι η Γη. Στην αρχή, τον Οκτώβριο του 1609, παρατήρησε τη Σελήνη και διαπίστωσε ότι έχει βουνά όπως η Γη. Λιγούς μήνες αργότερα έστρεψε το πτ-



**Ο Γαλιλαίος δείχνει στον Δόγη της Βενετίας Λεονάρδο Ντονά το πτλεσκόπιο (γκραβούρα εποχής)**

λεσκόπιο σε άλλα ουράνια σώματα και παρατήρησε ότι η Αφροδίτη έχει φάσεις όπως η Σελήνη, ότι ο Ήλιος έχει κηλίδες και ότι γύρω από τον Δία περιφέρονται τέσσερις δορυφόροι.

Ολα αυτά τα γνωρίζουμε επειδότι  
έχουν διασωθεί τα ημερολόγια του Γα-  
λιαίου, στα οποία ο μεγάλος αυτόφε-  
της παραπρήσεις του. Στις σελίδες αυ-  
τών των ημερολογίων μπορεί κανείς να  
δει σκίτσα της επιφάνειας της Σε-

λίνης με τους κρατήρες και τα βουνά της. Μπορεί επίσης να δει τις διαφορετικές μορφές της Αφροδίτης, που οποια μοιάζει άλλοτε με μισοφέγγαρος και άλλοτε με πανσέλινος, γεγονός που δεν μπορεί να ερμηνευθεί με βάση το γεωκεντρικό σύστημα του Αριστοτέλη. Τέλος, σημαντικό στοιχείο στα ημερολόγια του Γαλλαίου είναι η καθημερινή καταγραφή της θέσης τεσσάρων μικρών «αστεριών» που βρίσκονται πολύ κοντά στον Δία και είναι διατεταγμένα σε μια ευθεία που περνάει από αυτόν. Στις καταγραφές αυτές φαίνεται ότι τα τέσσερα «αστεράκια» άλλοτε βρίσκονται όλα από τη μία πλευρά του πλανήτη, άλλοτε δύο από τη μία και δύο από την άλλη και άλλοτε τρία και ένα. Ο Γαλλαίος εύκολα κατάλαβε ότι τα μικρά αυτά «αστεράκια» περιφέρονται γύρω από τον Δία και είναι στην πραγματικότητα δορυφόροι του, ουράνια σώματα ανάλογα με τον δορυφόρο του δικού μας πλανήτη, τη Σελήνη.

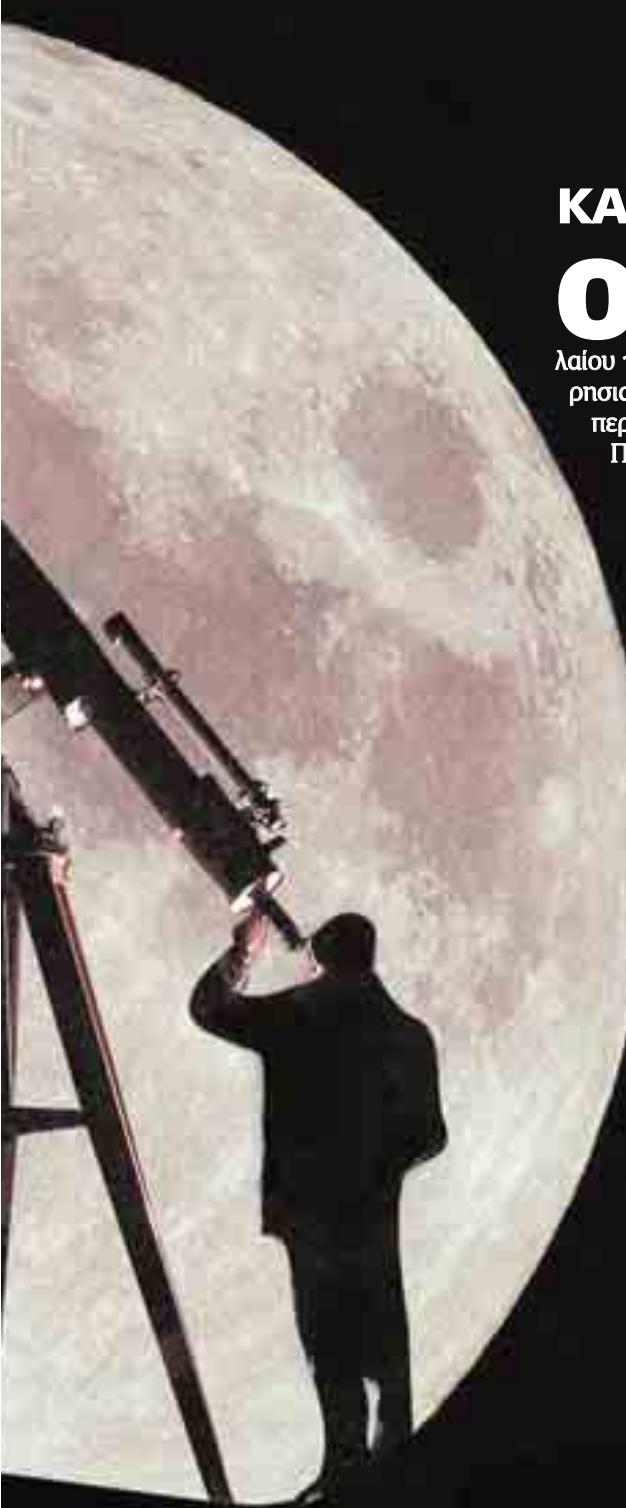
# Η ηλιοκεντρική θεωρία

Η καθεμία από τις παραπάνω παρατηρήσεις θα μπορούσε ίσως να ερμηνευθεί με βάση το γεωκεντρικό μνημέλο του πλιακού συστήματος. Για παράδειγμα, το γεγονός ότι ορισμένες

# 400 ΧΡΟΝΙΑ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ

## ΚΑΙ ΟΜΩΣ ΚΙΝΕΙΤΑΙ...

**Ο** Γαλιλαίος αναγνωρίζεται σήμερα από τους επιστήμονες ως θεμελιωτής της σύγχρονης μπχανικής, του σημαντικότερου ίσως κεφαλαίου της φυσικής, και ως πρωτοπόρος της παρατηρητικής αστρονομίας. Στο ευρύ κοινό όμως είναι περισσότερο γνωστός για τη διαμάχη του με την Παπική Εκκλησία σχετικά με την αναγνώριση της πλιοκεντρικής θεωρίας. Η Δυτική Εκκλησία είχε αναγάγει σε δόγμα τις απόψεις του Αριστοτέλη για τον κόσμο, σύμφωνα με τις οποίες κέντρο του κόσμου είναι η ακίνητη Γη. Οι αστρονομικές παρατηρήσεις του Γαλιλαίου έδειξαν την αλήθεια της πλιοκεντρικού συστήματος, η παπική εξουσία όμως έμενε προσκολλημένη στο δόγμα και δεν αποδεχόταν την προφανή αξία των παρατηρήσεων. Ετσι ο Γαλιλαίος σε μεγάλη πλοκία οδηγήθηκε σε δικαστήριο της Ιεράς Εξέτασης και, υπό την απειλή της καταδίκης του σε θάνατο για αιρετική διδασκαλία, αναγκάστηκε να αποκρύψει δημόσια την υποστήριξή του στο πλιοκεντρικό σύστημα. Σύμφωνα με την παράδοση, αφού ο Γαλιλαίος αναγνώρισε ότι η Γη είναι ακίνητη, διαβάζοντας το κείμενο που είχαν ετοιμάσει οι ιεροεξεταστές, χτύπησε το πόδι του στο πάτωμα και μουρμύρισε «*et pur si tu move*», δηλαδή «*και όμως κινείται*».



## Ο ΜΑΓΙΚΟΣ ΣΩΛΗΝΑΣ

**Α**υτό που σήμερα αποκαλούμε *τηλεσκόπιο του Γαλιλαίου* δεν είναι τίποτε περισσότερο από μισό χειρογάρι φθηνά κιάλια. Αποτελείται από έναν σωλήνα στα άκρα του οποίου έχουν τοποθετηθεί δύο φακοί: ένας αμφίκυρτος – συγκλίνων – στην πλευρά του σωλήνα που στρέφεται προς το αντικείμενο (ο αντικειμενικός φακός) και ένας αμφίκοιλος – αποκλίνων – φακός στην πλευρά του τηλεσκοπίου από την οποία παρατηρούμε (ο προσοφθάλμιος φακός). Με το τηλεσκόπιο αυτό δεν μπορούμε να πετύχουμε εύκολα μεγάλη μεγέθυνση, βλέπουμε όμως τα είδωλα όρθια, όπως είναι στην πραγματικότητα. Μερικά από τα πρώτα τηλεσκόπια του Γαλιλαίου έχουν διασωθεί και φυλάσσονται στο μουσείο του Αστεροσκοπείου Αρτσέτρι (Arcetri) της Φλωρεντίας. Ο αντικειμενικός φακός τους έχει διάμετρο μόλις μερικά εκατοστά και η ποιότητα των φακών είναι χειρότερη ακόμη και από αυτή των φθηνότερων ερασιτεχνικών τηλεσκοπίων που κυκλοφορούν σήμερα στην αγορά.



Ο Κέπλερ έμαθε για το τηλεσκόπιο και τις αστρονομικές παρατηρήσεις του Γαλιλαίου το 1610 και αποφάσισε να κατασκευάσει και ο ίδιος ένα τέτοιο όργανο. Ο Κέπλερ δεν περιορίστηκε να «αντιγράψει» το όργανο που είχε κατασκευάσει ο Γαλιλαίος, αλλά περιματίστηκε και με άλλες διατάξεις φακών. Ετσι διαπίστωσε ότι αν αντικαταστήσουμε τον αποκλίνοντα προσοφθάλμιο φακό που χρησιμοποιούσε ο Γαλιλαίος με έναν συγκλίνοντα, είναι δυνατόν να επιτύχουμε πολύ μεγαλύτερη μεγέθυνση. Αυτό το είδος τηλεσκοπίου αποκαλείται *τηλεσκόπιο του Κέπλερ* και χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα από τους αστρονόμους. Το τηλεσκόπιο του Κέπλερ έχει το ελάττωμα να δείχνει τα είδωλα ανεστραμμένα, δηλαδή ανάποδα απ' ό, τι φαίνονται με γυμνό μάτι, αλλά αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα για τους αστρονόμους, αφού ούτως ή άλλως η έννοιες «πάνω» και «κάτω» δεν έχουν ιδιαίτερη σημασία στην παρατήρηση των ουράνιων αντικειμένων. Οταν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε το τηλεσκόπιο του Κέπλερ για επίγεια παρατήρηση χρησιμοποιούμε δύο επίπεδα κάτοπτρα για να «αναστρέψουμε» την εικόνα. Με τον τρόπο αυτόν είναι κατασκευασμένα και τα σύγχρονα ακριβά κιάλια.

Από την εποχή του Γαλιλαίου και του Κέπλερ η εξέλιξη της κατασκευής και των δυνατοτήτων των τηλεσκοπίων ήταν αλματώδης, ειδικά τον τελευταίο αιώνα. Στα σύγχρονα μεγάλα τηλεσκόπια δεν χρησιμοποιούμε πια αντικειμενικούς φακούς, όπως έκαναν ο Γαλιλαίος και ο Κέπλερ, αλλά κάτοπτρα, μια ιδέα που οφείλουμε σε έναν άλλον σημαντικό επιστήμονα, τον Νεύτωνα. Τα μεγαλύτερα τηλεσκόπια σήμερα έχουν αντικειμενικά κάτοπτρα διάμετρου 10 μέτρων τα οποία συλλέγουν 1 εκατ. φορές περισσότερο φως απ' όσο συγκέντρων τα πρώτα τηλεσκόπια του Γαλιλαίου. Ετσι μας επιτρέπουν, μαζί με την εξέλιξη της τεχνολογίας πλεκτρονικής απεικόνισης των ειδώλων, να παρατηρήσουμε δεκάδες εκατ. φορές πιο αμυδρά ουράνια σώματα από αυτά που μπορούσε να παρατηρήσει με το πρώτο του τηλεσκόπιο ο Γαλιλαίος.

Από την εποχή του Γαλιλαίου και της Κατασκευής της Αρμονίας των Σφαιρών

## ΓΙΟΧΑΝΕΣ ΚΕΠΛΕΡ

### Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΤΗΣ ΑΡΜΟΝΙΑΣ ΤΩΝ ΣΦΑΙΡΩΝ

**Ο** Γιοχάνες Κέπλερ ήταν ένας γερμανός αστρονόμος, σύγχρονος του Γαλιλαίου. Από μικρός είχε δείξει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την Αστρονομία, αλλά η προσβολή του σε νεαρή πλοκία από ευλογιά των άφρος με εξασθενημένη όραση. Ετσι περιορίστηκε η ικανότητά του για αστρονομικές παρατηρήσεις και αναγκάστηκε να στραφεί προς τη θεωρία. Σπούδασε στο Πανεπιστήμιο της Τυβίνγης (Tübingen) της Γερμανίας, όπου διδάχθηκε και τις δύο θεωρίες για τη δομή του πλανητικού μας συστήματος, τη γεωκεντρική και την πλιοκεντρική. Από τα φορητικά του χρόνια είχε πεισθεί για την αλήθεια της δεύτερης και βρήκε την ευκαιρία να την υποστηρίξει με τη βοήθεια παρατηρήσεων όταν τον κάλεσε στην Πράγα ως βοηθό ο μεγάλος παρατηρητικός αστρονόμος Τύχων (Tycho Brahe). Την εποχή εκείνη δεν υπήρχαν ακόμη τηλεσκόπια, αλλά ο Τύχων ήταν έχαστηκά ικανός παρατηρητής και είχε συγκεντρώσει έναν μεγάλο όγκο αξιόπιστων παρατηρήσεων της θέσης των πλανητών στον ουρανό. Με βάση αυτές τις παρατηρήσεις, ο Κέπλερ κατέληξε κατ' αρχάς στους δύο από τους τρεις νόμους του για την κίνηση των πλανητών γύρω από τον Ήλιο, τους οποίους και δημοσίευσε το καλοκαίρι του 1609 στο βιβλίο του «Νέα Αστρονομία».



Προσωπογραφία του Κέπλερ

Ηλιο και, σύμφωνα με τον δεύτερο, η ταχύτητα κίνησης των πλανητών στις τροχιές τους δεν είναι σταθερή αλλά αυτοί κινούνται πιο γρήγορα όταν πλησιάζουν τον Ήλιο και πιο αργά όταν απομακρύνονται. Μερικά χρόνια αργότερα δημοσίευσε και τον τρίτο νόμο του, ο οποίος αποκαλείται και *αρμονικός νόμος*, σύμφωνα με τον οποίο το τετράγωνο της χρονικής περιόδου που χρειάζεται ένας πλανήτης για να ολοκληρώσει μια πλήρη περιφορά γύρω από τον Ήλιο είναι ανάλογο του κύβου της απόστασής του από τον Ήλιο. Επομένως όσο μεγαλύτερη είναι η τροχιά του τόσο λιγότερες περιφορές ολοκληρώνει στο ίδιο χρονικό διάστημα, και επομένως τόσο χαμηλότερη συχνότητα έχει. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο Κέπλερ ήταν ένας από τους τελευταίους επιστήμονες της «μεσαιωνικής» εποχής, σε αντίθεση με τον Γαλιλαίο, ο οποίος ήταν ένας από τους πρώτους επιστήμονες της «σύγχρονης» εποχής. Επομένως δεν εκπλήσσεται κανείς από την απόψη του Κέπλερ ότι οι αποστάσεις των πλανητών από τον Ήλιο ήταν τέτοιες ώστε ο καθένας να «παίζει» μια μουσική νότα ανάλογη με τη συχνότητα περιφοράς του γύρω από τον Ήλιο και όλοι μαζί να παράγουν αυτό που ονόμαζε *αρμονία των σφαιρών*. Πενήντα χρόνια μετά τον θάνατό του, ο Νεύτωνας έδειξε ότι ο τρίτος νόμος του Κέπλερ, όπως άλλωστε και οι άλλοι δύο, είναι απλές συνέπειες της παγκόσμιας έλξης.

τους τελευταίους επιστήμονες της «μεσαιωνικής» εποχής, σε αντίθεση με τον Γαλιλαίο, ο οποίος ήταν ένας από τους πρώτους επιστήμονες της «σύγχρονης» εποχής. Επομένως δεν εκπλήσσεται κανείς από την απόψη του Κέπλερ ότι οι αποστάσεις των πλανητών από τον Ήλιο ήταν τέτοιες ώστε ο καθένας να «παίζει» μια μουσική νότα ανάλογη με τη συχνότητα περιφοράς του γύρω από τον Ήλιο και όλοι μαζί να παράγουν αυτό που ονόμαζε *αρμονία των σφαιρών*. Πενήντα χρόνια μετά τον θάνατό του, ο Νεύτωνας έδειξε ότι ο τρίτος νόμος του Κέπλερ, όπως άλλωστε και οι άλλοι δύο, είναι απλές συνέπειες της παγκόσμιας έλξης.

## ΠΩΣ ΝΑ ΦΤΙΑΞΕΤΕ ΤΟ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟ ΤΟΥ ΓΑΛΙΛΑΙΟΥ

**Ε**νας από τους βασικούς στόχους του Πλαγκόσμιου Ετους Αστρονομίας είναι να δοθεί στον μέσο πολίτη η δυνατότητα να κοιτάξει τον ουρανό μέσα από ένα τηλεσκόπιο. Σήμερα είναι πολύ εύκολο, για όποιον έχει στοιχειώδη επιδεξιότητα, να κατασκευάσει ένα γαλιλαικό τηλεσκόπιο. Το μόνο που χρειάζεται είναι δύο φακοί και ένας σωλήνας από χαρτόνι. Λεπτομερείς οδηγίες κατασκευής μπορεί να βρεις κανείς στο Διαδίκτυο, π.χ. στην ιστοσελίδα του Πλανεπιστημίου Rice των ΗΠΑ: <http://galileo.rice.edu/lib/student-work/astronomy96/mtelescope.html>.

Ετοιμα «κιτ» κατασκευής τηλεσκοπίων μπορείτε να βρείτε και στα εξειδικευμένα καταστήματα.



## ΤΟΥ Α. ΓΑΛΔΑΔΑ

Μόλις είχαν παντρευτεί. Ήταν 1890 και ο αστρονόμος Τζορτζ Χέιλ ανέβασε τη νύφη στην κορυφή του όρους Χάμιλτον, στην Καλιφόρνια, αλλά τα βράδια αντί να κοιτάζουν μαζί τα άστρα αυτός την παρατούσε για να τα κοιτάζει μόνος του μέσα από το τηλεσκόπιό του. Οι άλλοι, ο γνωστός αστρονόμος Μπέρναρντ Λόβελ (Bernard Lovell) και οι δύο βοηθοί του ήταν παντρεμένοι και τον Σεπτέμβριο του 1947 βάζουν γυναίκες και παιδιά να κάνουν εργόχειρο με ένα πλέγμα ανοξείδωτο, λεπτό και πυκνό που έπρεπε να απλωθεί επάνω σε παραβολικό πάτο με διάμετρο 70 μέτρων. Ήθελαν να κατασκευάσουν ένα ραδιοτηλεσκόπιο.

Πιο πριν, ο Γκρότε Ρέμπερ, στα 28 του, το 1938 στο Ιλινόι, εργαζόταν σε ένα κατάστημα φτιάχνοντας ραδιόφωνα. Το απόγευμα τελειώνοντας τη δουλειά του πήγαινε σπίτι, έτρωγε, έπεφτε για λίγο ώπων και λίγο πριν από τα μεσάνυχτα ήταν έξω, με ένα πιάτο μεταλλικό των τριών μέτρων να μαζεύει ραδιοσήματα από τον νυχτερινό ουρανό μέσα στην ποσυχία, μακριά από τις ενοχλητικές αναφλέξεις των αυτοκινήτων και τις παρεμβολές τους. Στις έξι το πρωί επέστρεψε κάνοντας άλλα 45 χιλιόμετρα για να βρεθεί κατ' ευθείαν στη δουλειά του. Ετοι ίμως απέδειξε κάτι που είχε αγνοθεί πιο πριν: ότι πολλά ουράνια σώματα στέλνουν ραδιοσήματα. Δεκέμβριος του 1993. Δύο ημέρες και δύο νύχτες οι επιβάτες του διαστημικού λεωφορείου προσπαθούσαν να πλησιάσουν το τηλεσκόπιο Hubble για να το διορθώσουν. Ήταν το όνειρο των αστρονόμων να υπάρχει ένα τηλεσκόπιο έξω από την ατμόσφαιρα της Γης και να στέλνει καθαρές εικόνες.

Παρ' όλο που μόνο η σχεδίασή του είχε απαιτήσει 20 ολόκληρα χρόνια, όταν τον Απρίλιο του 1990 μπήκε σε τροχιά αποδείχθηκε ότι είχε χίλια ελαττώματα και πιο πολύ απ' όλα ότι «έβλεπε» τα άστρα και τους γαλαξίες σαν ένας μύωπας που είχε ξεχάσει τα γυαλιά του. Μία ολόκληρη εβδομάδα επισκευών χρειάστηκε για να διορθωθούν οι βλάβες του Hubble, αλλά μετά αποδείχθηκε ότι άξιζε τον κόπο. Οι άνθρωποι απέδειξαν ότι μπορούν να επισκευάσουν αντικείμενα στο χάρο του Διαστήματος και να ρίχνουν διεισδυτικές ματιές στα βάθη του χρόνου.



# Από τα γυαλιά στο τηλεσκόπιο Hubble

Η εξέλιξη των τηλεσκοπίων από την εποχή που ο Γαλιλαίος παρατηρούσε μέσα από ένα σωλήνα τον ουρανό ως τα πλέον σύγχρονα διαστημικά μάτια της ανθρωπότητας

**E**τος 1609. Τετρακόσια χρόνια πριν. Κακοπληρωμένος και απογοητευμένος αλλά ακόμη φιλόδοξος, ο ιταλός καθηγητής των Μαθηματικών στο Πανεπιστήμιο της Πάδοβας πήγε για μία εβδομάδα επίσκεψη σε φίλους στη γειτονική Βενετία. Και εκεί έφθασαν ως εκείνον οι φήμες για την ολλανδική εφεύρεση, κάτι γυαλιά χάρη στα οποία απομακρυσμένα αντικείμενα μπορούσε να τα δεις τόσο καλά σαν να ήταν δίπλα σου. Παράτησε τις βόλτες και ξαναγύρισε όσο πιο γρήγορα μπορούσε θέλοντας να δοκιμάσει με ποιον συνδυασμό φακών θα μπορούσε να καταφέρει το ίδιο. Θα μιλήσουν πολύ και πολλοί γ' αυτόν μέσα στο 2009. Ο Γαλιλαίος δεν ήταν ο εφευρέτης του τηλεσκοπίου. Ένας Ολλανδός, ο Χανς Λίπερσι, κατασκευαστής γυαλιών, τον Οκτώβριο του 1608 παραπήρωντας το παιχνίδι δύο παιδιών στο μαγαζί του κατάλαβε ότι συνδυάζοντας δύο φα-

κούς και κοιτάζοντας με το ζευγάρι αυτό τον ανεμοδείκτη της γειτονικής εκκλησίας φαινόταν μεγαλύτερος αν κρατούσε του φακούς σε μια ορισμένη απόσταση μεταξύ τους. Αρχισε να βάζει τους φακούς μέσα σε έναν σωλήνα και να πουλάει το σύστημα, προσπαθώντας εν τω μεταξύ και να κατοχυρώσει την ευρεσιτεχνία του. Κάποιος πωλητής είχε φθάσει ως την Πάδοβα με την καινούργια εφεύρεση. Ο Γαλιλαίος ξενύχτησε δοκιμάζοντας συνδυασμούς φακών και τελικά με έναν επιπεδόκυρτο στη μία άκρη και έναν επιπεδόκυρτο στην άλλη έφερνε κοντά μακρινές εικόνες, και μάλιστα όχι ανεστραμμένες. Τελειοποίησε τη συσκευή του και ξαναβρέθηκε στη Βενετία, αυτή τη φορά για να την πουλήσει στους ανθρώπους του λιμανιού, οι οποίοι ξετρελάθηκαν φυσικά, αφού θα μπορούσαν να διακρίνουν πολύ πιο νωρίς τα πλοία καθώς αυτά πλησιάζαν και να πάρουν τα μέτρα τους ανάλογα με το αν αυτά ήταν

απλά εμπορικά ή, το χειρότερο, εχθρικά.

Η μικρή ίμως κίνηση που αποδείχθηκε τεράστια για όλη την ανθρωπότητα ήταν όταν έστρεψε το τηλεσκόπιο προς τον ουρανό. Δεν έχει σημασία που οι άνθρωποι απογοητεύθηκαν αντικρίζοντας τη ρυπανσμένη και γεμάτη κρατήρες επιφάνεια της Σελήνης, ενώ ως τότε τη φαντάζονταν σαν καλυμμένη από γυαλιστερό και ακριβό αστικένιο ύφασμα. Ήδη το 1610 προχώρησαν στην ανακάλυψη των δορυφόρων του Δία και είχαν πλέον αρχίσει να επεκτείνουν με το τηλεσκόπιο το βλέμμα τους. Ως τότε, με τις πανοπλίες είχαν αυξήσει την αντοχή του σώματος στα χτυπήματα και στη συνέχεια η εξέλιξη των ανθρώπων στη Γη θα μπορούσε να περιγραφεί μέσα από τις διάφορες προεκτάσεις του σώματός τους που ξαφνικά πετύχαιναν. Με τα μικροσκόπια, με τα πυροβόλα όπλα, με τα αυτοκίνητα, με τα αεροπλάνα. Με το τηλεσκόπιο όμως έγινε το πιο αποτελεσματικό άλμα, αφού καταφέραμε να

αγκαλιάσουμε σχεδόν το Σύμπαν και ξετρελαθήκαμε.

## Ο συνδυασμός των φακών

Οι άνθρωποι είχαν απελευθερωθεί από την «εξωσωματική» πλατανική αντίληψη ότι βλέπουμε κάτι επειδή το μάτι εκπέμπει ακτίνες που συναντούν κάπου ενδιάμεσα στον αέρα τις αντίστοιχες ακτίνες από το άλλο σώμα, και είχαν βεβαιωθεί ότι ο διαδικασία της άρασης συμβαίνει μέσα στο μάτι. Στο τηλεσκόπιο τοποθετήθηκαν δύο φακοί. Ο ένας, ο μεγάλος, να στρέφεται προς το αντικείμενο της παρατήρησης και να συγκεντρώνει το φως στην εστία του και από εκεί να φθάνει στον άλλο, τον μικρότερο, τον προσφθάλμιο, όπου τοποθετείται το μάτι μας. Η επιτυγχανόμενη μεγέθυνση από το σύστημα βγαίνει αν διαρέσουμε την απόσταση φακού - εστίας του μεγαλύτερου με την αντίστοιχη απόσταση του μικρότερου. Την ίδια στιγμή οι φακοί αυτοί λόγω της καμπυλόπτωτάς τους εμφάνιζαν τις εικό-

# 400 ΧΡΟΝΙΑ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ

2



νες των παραπτούμενων αντικειμένων με χρωματικά σφάλματα και κάποιες παραμορφώσεις. Αυτό έκανε τους κατασκευαστές της εποχής διψασμένους για αποτελέσματα, να φτιάχνουν κάπι πελώρια τηλεσκόπια, με φακούς 28 εκατοστών σε ύψος, ελάχιστη καμπυλότητα αλλά εστιακές αποστάσεις κοντά στα 70 μέτρα, και να στηρίζουν τους τεράστιους σωλήνες τους με τη βοήθεια τροχαλιών, σχοινιών και πολυάριθμων βοηθών.

Αυτό όμως δεν μπορούσε να τραβήξει πολύ πιο πέρα και γρήγορα οι ανήσυχοι παραπτούτες των άστρων άρχισαν να σκέπτονται, αντί για φακούς που δύσκολα φτιάχνονται, άλλες γυάλινες επιφάνειες επαργυρώμένες γιατί αυτές αντανακλούν σε μεγάλο ποσοστό το φως. Βλέπετε, περιέχουν θάλασσες από χαλαρά συνδεδεμένα με τον πυρήνα τους πλεκτρόνια, τα λεγόμενα ελεύθερα. Αυτά δέχονται τις δονήσεις της ακτινοβολίας του φωτός όταν προσπίπτει στη μεταλλική επιφάνεια και μπαίνονται σε παλαική κίνηση την εκπέμπουν πίσω, ενώ στο

γυαλί του φακού χάνεται και αρκετή ακτινοβολία στο εσωτερικό του. Γι' αυτό γρήγορα οι άνθρωποι πέρασαν και στις ανακλαστικές μεταλλικές επιφάνειες που τους επέτρεπαν να παρακολουθούν ακτινοβολίες από τα αστρικά σώματα με οποιαδήποτε συχνότητα. Ορατό φως, υπεριώδες, ακτίνες Χ. Αρκεί η μεταλλική επιφάνεια να έχει το γνωστό μας σχήμα όλων των κλασικών πάτων που ονομάζεται παραβολοειδές. Ας θυμηθούμε ότι η έλλειψη είναι ένα σχήμα με δύο ιδιαίτερα σημεία στο εσωτερικό του, τις εστίες. Αν φτιάχουμε ένα πιάτο λοιπόν στο σχήμα της έλλειψης και βάλουμε μια φωτεινή πηγή στη μία εστία, όλες οι φωτεινές ακτίνες φρεύγονται από εκεί και χτυπώνται πρώτα στο εσωτερικό της έλλειψης θα συγκεντρωθούν στην άλλη εστία.

## Το «πιάτο» έκανε τη διαφορά

Αν τώρα φανταστούμε ότι η μία εστία αρχίζει να απομακρύνεται από την άλλη, η αντίστοιχη έλλειψη αρχί-

ζει να μεγαλώνει, γίνεται όλο και πιο ανεπισθητικό καμπυλότητά της, και αν η μία εστία φθάσει στο άπειρο έχουμε άνοιγμα της έλλειψης και παίρνουμε μια παραβολή. Άρα, ακολουθώντας αντίστροφη πορεία, σκεφτόμαστε ότι για να συγκεντρώσουμε όλο το φως από ένα μακρινό άστρο στην εστία ο αντικειμενικός φακός που συναντήσαμε και στο συμβατικό τηλεσκόπιο πρέπει να έχει σχήμα παραβολοειδές, να είναι ένα πιάτο που όσο πιο μεγάλο είναι το άνοιγμά του τόσο περισσότερες ακτίνες θα συγκεντρώνει.

Δύο είναι τα μεγάλα πλεονεκτήματα του τηλεσκοπίου με πιάτο σε σχέση με αυτό με τους δύο φακούς. Το πιάτο μπορεί να στηριχτεί στο πίσω μέρος του πολύ στέρεα διότι οι ακτίνες έρχονται και πέφτουν μπροστά και τα όργανα υποδοχής βρίσκονται στην εστία. Αντίθετα, οι φακοί μπορούν να στηριχτούν μόνο σε δύο σημεία επάνω και κάτω, άρα δεν μπορούν να γίνουν οσοδήποτε μεγάλοι και πλατείς. Επίσης η εστία στην πα-

ρουσιάζει τα ελαστιώματα των φακών που διαθλούν, σπάζουν δηλαδή, τις ακτίνες των χρωμάτων σε διαφορετικές γωνίες και έτσι εμφανίζεται στην εστία ένα χρωματικό πρόβλημα το οποίο χαλάει κάπως τις εικόνες που παίρνουμε από το παραπτούμενο αντικείμενο. Από την άλλη, στο πιάτο, επειδή στην εστία πάντα υπάρχει κάτι, ο παραπτοπής ή μηχανήματα καταγραφής, κόβεται ένα μέρος των ακτίνων και γι' αυτό πολλοί πρότειναν διάφορες λύσεις από τα πρώτα ακόμη χρόνια αυτής της τεχνολογίας, όπου με εσωτερικούς φακούς πακτινοβολία οδηγείται μακριά από τον άξονα του τηλεσκοπίου.

## Το σφάλμα της οριακής γωνίας

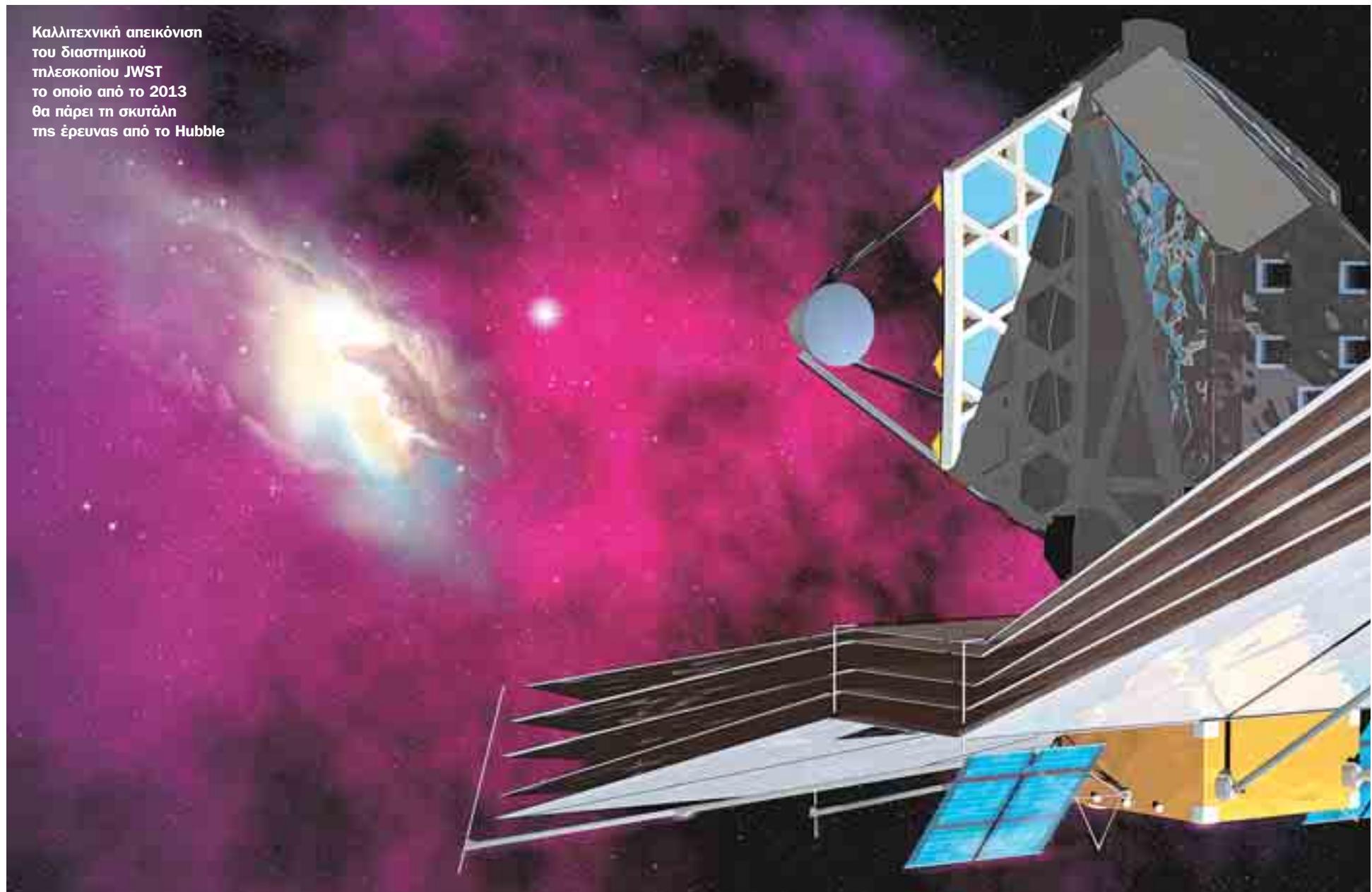
Σε όλους πάντως αυτούς τους τύπους η ύπαρξη ατμοσφαιρικού αέρα γύρω από τη Γη δημιουργεί προβλήματα όταν προσπαθούμε να δούμε και να φωτογραφίσουμε δύσκολους στόχους μέσα στο Σύμπαν. Οχι μόνο οι φωτογραφίες δεν είναι πολύ καθαρές, αλλά υπάρχει και το γνωστό όριο της γωνίας που σχηματίζουν οι ακτίνες από δύο εκ διαμέτρου αντίθετα σημεία ενός νομίσματος των 50 λεπτών του ευρώ τοποθετημένου σε απόσταση περίπου 3.200 μέτρων από το τηλεσκόπιο. Αν δηλαδή μέσα στο αχανές Διάστημα ακτίνες από δύο διαφορετικά άστρα καθώς φθάνουν σ' εμάς εδώ στη Γη δεν σχηματίζουν γωνία μεγαλύτερη από αυτή την οριακή, τότε τα βλέπουμε σαν να είναι ένα και έχουμε σφάλμα. Αυτό βέβαια δεν στάθηκε εμπόδιο στους ανθρώπους, γιατί βρήκαν χίλιους τρόπους να το ξεπέρασουν. Συνεχώς δημιουργούνται νέα τηλεσκόπια που δεν ανιχνεύουν μόνο τις ακτινοβολίες τις ορατές στο μάτι, ενώ κατασκευάζονται νέα, πιο δυνατά, στέλνοντας στον αργό θάνατο τα πιο παλιά και πιο αδύναμα!

Έχουμε τηλεσκόπια με διάμετρο 100 μέτρων (στη Γερμανία) και άλλα, όπως στο Αρεσίμπο του Πουέρτο Ρίκο, με διάμετρο 300 μέτρων(!) σκαμμένα στο χώμα, στην κορυφή ενός βουνού. Η ραδιοαστρονομία ψάχνει τις διαστημικές ακτινοβολίες πολύ πέρα από το ορατό με συχνότητες από 10 MHz ως 300 GHz. Τα ραδιοτηλεσκόπια για αυτές τις ακτινοβολίες, επειδή έχουν το πρόβλημα ότι εκτός από τα κύματα που φθάνουν σταλμένα από μια πηγή στο Διάστημα πιάνουν και άλλα δημιουργημένα εδώ από την αναπόφευκτη συνάντηση των πραγματικών κυμάτων (φαινόμενο συμβολής), για να αποφύγουν αυτή την ανεπιθύμητη συμβολή συνδυάζονται δύο δύο ή και πολύ περισσότερα. Άλλοι πάλι αστρονόμοι ψάχνουν πέρα από το ερυθρό, την ακτινοβολία του υπερερυθρού που εκπέμπει κάθε σώμα με κάποια θερμοκρασία, αλλά επειδή οι υδρατμοί απορροφούν το μεγαλύτερο μέρος της πρέπει να γίνονται οι παραπτήσεις από σκάφη σε τροχιά ή με τηλεσκόπια στις κορυφές πανύψηλων βουνών.

Οι αστρονομικές παραπτήσεις έχουν γίνει πλέον κινούμενη άμμος. Καινούργιες προτάσεις για δυνατότερα τηλεσκόπια με νέα υλικά και με πιο ευφάνταστους τρόπους λειτουργίας κατακλύζουν τα γραφεία των πολιτικών. Κατασκευές όπως αυτή του Hubble θεωρούνται ήδη ζεπερασμένες και θα αποσυρθούν: τα τηλεσκόπια αποδειχθηκαν μηχανές που γεννούν γρήγορα.



Καλλιτεχνική απεικόνιση  
του διαστημικού  
τηλεσκοπίου JWST  
το οποίο από το 2013  
θα πάρει τη σκυτάλη  
της έρευνας από το Hubble



## JWST, ο αρχαιολόγος του Σύμπαντος

Η NASA έχει ήδη έτοιμο το διαστημικό τηλεσκόπιο που θα αντικαταστήσει το γερασμένο Hubble.

■ Ο επικεφαλής σχεδιασμού νομπελίστας **Τζον Μάρερ** αναλύει τους στόχους του εγχειρήματος

### ΤΟΥ ΤΑΣΟΥ ΚΑΦΑΝΤΑΡΗ

**T**ον Ιούνιο του 2007 ένας παράδεινος δορυφόρος «προσγειώματος» στο Δουβλίνο της Ιρλανδίας, Είχε στο πάνω μέρος ένα πρωτόγνωρο κυψελωτό κάτοπτρο, το μέσον τέσσερα παράλληλα στρώματα από σιλικονώμα αλουμινόφιλα και στο κάτω μέρος του μια διάταξη από πέντε φωτοβολταϊκά πάνελ. Ήταν... των εξωγήινων;

Ο περίεργοι που ειχαν την πιτουριάνη να διαβάσουν την επειγηματική πινακίδα στο πλάι πληροφορούνταν ότι όχι μόνο πρερχόταν από το Goddard Space Flight Center της αμερικανικής NASA, αλλά και στη δενή τανατάρια ένα πρότιμα σε φυσικό μέγεθος. Ο αυθεντικός δορυφόρος δεν μπήκε στη φάση υλοποίησης παρά έναν χρόνο μετά, τον Ιούλιο του 2008, για να πετάξει οριστικά στο Διάστημα το 2013. Θα είναι το νέο δορυφορικό τηλεσκόπιο, το James Webb Space Telescope (JWST), το οποίο θα παρέτασε την έρευνα του Hubble. Αυτή τη φορά η προσπάθεια της ευρωπαϊκής ESA και της καναδικής CSA.

**Τι το καινούργιο:**  
Οπικεφαλής σχεδιασμού του ίδιου

εγχειρήματος είναι ο νομπελίστας αστροφυσικός της NASA **Τζον Μάρερ** (John Mather), τον οποίο γνωρίζαμε από κοντά τον Ιούλιο στις Διαλέξεις Ωλάνιον 2008 του ΓΠΕ. Στο ερώτημα «τι το καινούργιο», ο περίφημος επιστήμονας απαντά με ενθουσιωδός: «Όλοι ήθελαν έναν διάδοχο του τόσο επιτυχόμενου Hubble, σε βαθμό που αναδείχθηκε εθνικό περιφερειακό για της ΗΠΑ. Οταν αρχίσαμε να τον σχεδιάζουμε, οικείθικαμε ότι έχουμε μια διεθνή σημασία για το τι συνέβη από τη Μεγάλη Έκρηξη ωστός της άρχονταν να διαμορφώνονται τα πρώτα αστέρια. Άλλα από τότε και μετά – αφότου άρχισαν να οχηματίζονται οι γαλαξίες – δεν έχουμε μια κανονικής θεωρία για τη συνέβαση. Χρειαζόμαστε λοιπόν έναν αρχαιολόγο του Σύμπαντος που θα σαρώσει το φασί του παρελθόντος για να μας δώσει τη λεπτομέρεια. Το Hubble πήγε από τον πλανητικό συμβούλιο σε μια πλειστοκόπια, με ένα κύριο κάτοπτρο διαμέτρου 2 μέτρων. Η μισά του στο Σύμπαν σάρωνται μήκη κύματος του οπτικού και του περιβάλλοντος φωτός, τώρα κρίναμε ότι χρειάζομαστε ένα πολύ σιχυρότερο πλειστοκόπιο που θα σάρωνε το υπόλοιπο φάσμα, το υπέρυθρο. Ο κύριο λόγος αυτής της επιλογής πήναται τα μακρινά ουράνια σώματα απομακρύνονται με πολύ μεγάλες ταχύτητες, με απο-



Ο πρωτεύτης τού James Webb Space Telescope, νομπελίστας Τζον Μάρερ

**Χρειαζόμαστε  
ένα τηλεσκόπιο που  
θα σαρώσει το φασί<sup>1</sup>  
του παρελθόντος  
για να μας δώσει  
τις λεπτομέρειες**



τέλεομα το φασί τους να φθάσει σε εμάς «μετατοπισμένο» σε μακρότερα μέτρα κύματος – στο κόκκινο τημάτιο του φάσματος». «Η έργαση του πιπέριου φωτός προσφέρει επίσης για το διόραστρο μέσα από τα ενοχλητικά σύννεφα σκόνης, που συνήθως τυλίγουν αστέρια και πλανήτες στη φάση δημιουργίας τους. Ανίστροφα, όμως, το πιπέριο φωτός από διαπεράντην ατμόσφαιρα πρητής της Γης. Η λύση πολύ σημαντική στην ιστορία της NASA θα μας επιτρέψει να ανανεώσουμε αρκετές φορές τη θητεία του – όπως συνέβη και με το Hubble. Εκτός από αυτό... χρειασόμαστε και τύχη: Χρειασόμαστε ανθρώπους που θα φέρουν όλα τα κοντινά πλανητικά συστήματα για να μας κατευθύνουν στους βέλτιστους στόχους. Από εκεί και μετά, αν συνεχίσουμε να είμαστε τυχεροί, ίσως μπορέσουμε να μάθουμε κάτι για την ατμοσφαιρική χημεία των πλανητών και (με τον κατάλληλο μικρό πλανήτη «στόχο») ίσως μάθουμε για την οργανική χημεία ενός σώματος παρόμοιου με τη Γη μας».

Επίδεις με πολύ μεγάλες παραμέτρους τύχης, λοιπόν. Σε πέντε χρόνια, όταν έλθει η ώρα της εκτόξευσης, θα σταυρώνουμε όλοι τα δάχτυλα... a.kafantaris@gmail.com

## 400 ΧΡΟΝΙΑ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ

Ηλιακά συστήματα και νέοι πλανήτες δημιουργούνται συνεχώς στις γενονές του Σύμπαντος. Αν σε κάποιον πλανήτη από αυτούς υπάρχει ή μπορεί να δημιουργηθεί ζωή, υπάρχει η ελπίδα να τον εξερευνήσουμε;



## Το Διάστημα μπορεί να περιμένει

Ο έλληνας ερευνητής της NASA και μέλος της Ακαδημίας Αθηνών **Σταμάτης Μ. Κριμίζης** μιλάει στο «Βήμα»

### ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΗ ΣΤΟΝ ΤΑΣΟ ΚΑΦΑΝΤΑΡΗ

**Ο θραβευμένος  
καθηγητής  
Θεωρεί ότι  
η «κατάκτηση»  
του Κόκκινου  
Πλανήτη είναι  
ο πιο εφικτός  
στόχος με βάση  
τις σπουρεινές  
τεχνολογικές  
μας δυνατότητες**

Τις 4 Οκτωβρίου του 1957 η εκτόξευση του πρώτου γήινου δορυφόρου – του σοβιετικού Σπουτνικ – άλλαξε τον ρόλο του ανθρώπου από εκείνον του επίγειου παραπρεπτή σε εκείνον του πιπάμενου εξερευνητή του Διαστήματος. Τώρα, μισόν αιώνα μετά, έχουμε αποκτήσει μια τελείως διαφορετική γνώση δύονταν υπάρχονταν έων από την ατμόσφαιρά μας. Οι ανακαλύψεις διαδέχονται τη μία την άλλη, η διαστημική μας επιστήμη και τεχνολογία καλπάζουν, αλλά το ερώτημα παραμένει: Θα μπορέσουμε να εποικίσουμε νέους κόσμους ή είμαστε για πάντα δεμένοι με τη μοίρα της Γης; Ρωτήσαμε για όλα αυτά τον διαπρεπέστερο Ελλήνα στην ιστορία της NASA, τον βραβευμένο καθηγητή του Πανεπιστημίου Johns Hopkins, πρώτον διευθυντή του Applied Physics Laboratory, μέλος της Ακαδημίας Αθηνών και εθνικό μεταπολεμικό ρεκόρ: και οι επάλληλες που μαζί με τη Γη υπάρχουν στο πλανήκ μας σύστημα έχουν εξερευνηθεί με ρωμποτικά διαστημόπλοια που φέρουν συσκευές σχεδιασμένες από τον ίδιο!

Στο γραφείο του κ. Κριμίζη, στο νεόδμητο κτίριο ερευνών της Ακαδημίας στου Γουδή, μας ξετύλιξε όλον τον καμβά του χάρτη των



Επάνω, ο κ. Σταμάτης Κριμίζης (Dr. Tom Krimigis), ο οποίος είναι κάτοχος ενός παγκόσμιου ρεκόρ: και οι επάλληλες που μαζί με τη Γη υπάρχουν στο πλανήκ μας σύστημα έχουν εξερευνηθεί με ρωμποτικά διαστημόπλοια που οποία φέρουν συσκευές του

διαστημικών εξερευνήσεων. Με τη βοήθεια δύονταν μας είπε, συνθέσαμε τις φωτιδες του που ακολούθουν. Επειτα όμως από τη διάγνωση των «διαστημικών περιφραγμένων μας», ρωτήσαμε τον δρά Κριμίζη για το προφανές: Εχουμε κάνει βήματα στον εντοπισμό εξωγήινων πολιτισμών; Μας απάντησε: «Το πρώτο βήμα επικοινωνίας μέσω των διαστημοπλοίων μας έγινε με την ενσωμάτωση μιας πλάκας στον Pioneer 10, όπου απεικονίζονταν ανατολικά ένας άνδρας και μία γυναικα. Πολύ πιο εκτεταμένό ήταν το επόμενο βήμα, με τους Voyager: Και τα δύο διαστημόπλοια που απέριμουν από τότε έναν χρυσό δίσκο, με χαρτεπισμούς σε 54 γλώσσες της Γης, ήχους ζώων στον πλανήπτη, τη φάλαινα, 90 λεπτά μουσική, 180 φωτογραφίες ανθρώπων, ζώων και τοπίων, που σκοπού έχουν να πληροφορήσουν κάποιους πολιτισμούς για την ημέρα του ανθρώπουντος ειδούς εδώ στη Γη. Η πληροφορία στον δίσκο αυτόν είναι κωδικοπιεμένη σε φωτιδες της Αριθμών και έχουν επιστρέψει στη Γη μετά την επιστροφή των πλανητών της Σύμπαντος. Η διέσιτη προτάθηκε από τον Καρλ Σαγάν (Carl Sagan), αστρονόμο από το Πανεπιστήμιο Cornell, ο οποίος πίστευε ακράδαντα στην πιθανότητα ύπαρξης ζωής στα δύο Voyager». ➢➤

&gt;&gt;&gt;

- Εσείς, προσωπικά, πιστεύετε στην ύπαρξη εξωγήινων; Έχετε δεδομένα που να στοιχειοθετούν την ύπαρξή τους;

«Μαθηματικά, είναι εύλογο να υπάρχουν. Εχουν υπάρξει προσπάθειες να γίνει ποσοτικός υπολογισμός της πιθανότητας ύπαρξης άλλων πολιτισμών στο Σύμπαν, με την πρώτη από αυτές εκείνη του Drake (1962), ο οποίος κατέστρωσε την επονομαζόμενη «εξίσωση Drake». Υπό συγκεκριμένες υποθέσεις η εξίσωση αυτή προβλέπει ότι μπορεί να υπάρχουν από 1 ως 10 πολιτισμοί σε μια ακτίνα 50 ετών φωτός από τη Γη. Προσεγγιστικά, 50 έτη φωτός είναι 470 τρισ. χλμ. Ωστόσο στα τόσα χρόνια που ασχολούμαστε με τα του Διαστήματος πρέπει να πω ότι δεν έχω δει ποτέ σαφείς ενδείξεις για ύπαρξη τέτοιου εξωγήινου πολιτισμού. Θα συνεχίσουμε να ψάχνουμε».

-Πολύς λόγος γίνεται για τους «εξωπλανήτες» και τις πιθανότητες ύπαρξης ζωής εκεί. Υπάρχει ελπίδα να τους εξερευνήσουμε;

«Όντως, ιδίως μετά τις πρόσφατες ανακαλύψεις – όπως αυτή του συμπατριώτη μας Paul Kalas – το ενδιαφέρον ανανεώθηκε. Άλλα για να βρούμε τα όρια της ρομποτικής εξερεύνησης πρέπει να λάβουμε υπόψη το επίπεδο σημερινής τεχνολογίας, μελλοντικές βελτιώσεις και τα τεχνολογικά όρια των διαστημικών πτυχιών συστημάτων. Το πλησιέστερο στον Ήλιο μας αστρικό σύστημα είναι το α-Κενταύρου, σε απόσταση 4,35 ετών φωτός (41 τρισ. χλμ.). Αν υπήρχε κάποιο διαστημόπλοιο που μπορούσε να ταξιδέψει με την ταχύτητα του φωτός, θα μπορούσε κάποιος να συζητήσει για την πιθανότητα ενός μετ' επιστροφής ταξιδιού σε πιθανώς φιλόξενους πλανήτες σε αυτό το αστρικό σύστημα. Συγκεκριμένα, αν μπορούσαμε να κατασκευάσουμε ένα διαστημόπλοιο που θα ταξιδεύει με το 1% της ταχύτητας του φωτός (300.000 χλμ./δευτερόλεπτο) θα χρειαζόταν 435 χρόνια για να φθάσει στον α-Κενταύρου. Τέτοιες ταχύτητες είναι απίθανο να είναι διαθέσιμες στο ορατό μέλλον».

-Αρα... πιένει στα όρια του εφικτού;

«Είναι τα ταξίδια μετ' επιστροφής προς τους κοντινούς πλανήτες εκείνα που θα πρέπει να μας απασχολούν, εφόσον οι επανδρωμένες αποστολές εξερεύνησης με ανθρώπινα πληρώματα είναι ο υπέρτατος σκοπός για την ανθρωπότητα. Ο πιο πιθανός προορισμός πλανήτη που είναι σχετικά φιλόξενος είναι ο Αρης.

## ΤΑ VOYAGER ΤΑΞΙΔΕΥΟΥΝ ΣΤΟΝ ΓΑΛΑΞΙΑ

**M**ετά τη διάβασή του από τον πλανήτη Ποσειδώνα, το Voyager 2 κατευθύνθηκε νοτίως της ελειπτικής, ενώ το Voyager 1 κατευθύνθηκε προς το βόρειο τμήμα της πλιόσφαρας. Ετσι ξεκίνησε μια νέα αποστολή με το όνομα «Voyager Interstellar Mission» (Διαστρική Αποστολή Voyager) με την προσμονή ότι ένα ή και τα δύο αυτά διαστημόπλοια θα προσεγγίσουν τελικά τον μεσοαστρικό χώρο. Τα Voyager συνέχισαν να κάνουν ανακαλύψεις, όπως η διάβαση του ορίου της πλιακής απόσφαιρας (κρουστικό κύμα παύσης). Το Voyager 1, ευρισκόμενο σε απόσταση 16,6 δισ. χλμ., είναι το πιο μακρινό από τον Ήλιο ανθρώπινο κατασκεύασμα ως σήμερα.

Αναμένεται ότι τα δύο διαστημόπλοια θα προσεγγίσουν τον εντελώς ανεπτρέαστο από τον πλιακό άνεμο μεσοαστρικό χώρο, σε περίπου 10 χρόνια. Και τα δύο έχουν αρκετή ισχύ ώστε να συνεχίσουν τη λειτουργία τους τουλάχιστον ως το έτος 2020. Θα αρχίσουν τότε να περιπλανώνται μέσα στον γαλαξία μας. Το Voyager 1 θα φθάσει στον AC+793888 του αστερισμού της Καμπλοπάρδαλης σε περίπου 40.000 χρόνια. Το Voyager 2 εντωμεταξύ κινέται προς την κατεύθυνση του Σείριου, στον οποίο αναμένεται να φθάσει σε περίπου 296.000 χρόνια. Οι αποστάσεις των κοντινότερων αστέρων είναι πραγματικά τεράστιες και τα Voyager, ανκαι αποτελούντα πιο προηγμένα διαστημόπλοια του 20ού αιώνα, κινούνται με συγκριτικά χαμηλή ταχύτητα (περίπου 17 χλμ. /sec ή περίπου 61.200 χλμ. /ώρα).

Μια εντυπωσιακή φωτογραφία από το Χάσμα της Ηχούς στον πλανήτη Άρη, όπου έχουν εντοπιστεί μεγάλες ποσότητες νερού.

Αν και η επανδρωμένη αποστολή στον Κόκκινο Πλανήτη είναι ο μεγαλύτερος στόχος της NASA, το ταξίδι προς αυτόν δεν θα είναι καθόλου εύκολο καθώς θα χρειαστούν περίπου 1.000 ημέρες

# «Αμεσος στόχος τα ταξίδια στους κοντινούς πλανήτες»

Ενα τυπικό ταξίδι προς αυτόν τον πλανήτη θα χρειαζόταν περίπου 1.000 ημέρες, συμπεριλαμβανομένης της ενός έτους παραμονής στην επιφάνεια του πλανήτη για το ανθρώπινο πλήρωμα. Οι περιορισμοί μιας τέτοιας αποστολής είναι σημαντικοί και δεν έχουμε ακόμη βρει λύ-

σεις, αλλά είναι πιθανό ότι επανδρωμένες αποστολές προς τον Άρη θα πραγματοποιηθούν μέσα στα επόμενα 50 χρόνια. Μεγαλύτερης διάρκειας ταξίδια – π.χ. προσεδάφιση στο φεγγάρι του Δία, Ευρώπη – θα απαιτήσουν σημαντικά πιο προηγμένη τεχνολογία. Το προφα-

νές στην περίπτωση του δορυφόρου Ευρώπη είναι ότι βρίσκεται μέσα στις ζώνες ραδιενέργης ακτινοβολίας του Δία, όπου η σωματιδιακή ακτινοβολία θα μπορούσε να αποθέσει θανάσιμη δόση μέσα σε μόνο μερικές ώρες σε μη κατάλληλη προστατευμένους αστροναύτες. Φυσικά, σή-

μερα γνωρίζουμε ότι συγκεκριμένοι τύποι βακτηρίων έχουν αναπτύξει τη δυνατότητα να επισκευάζουν τον γενετικό τους κώδικα (DNA) ύστερα από βλάβη λόγω ακτινοβολίας κι έτσι μπορούν να επιζήσουν ακόμη και κάτω από ψηλά επίπεδα ακτινοβολίας.

## ΟΙ ΠΛΑΝΗΤΕΣ ΤΗΣ ΓΕΙΤΟΝΙΑΣ ΜΑΣ

**Ω**ς και λιγότερο από 15 χρόνια πριν, η γνώση μας σχετικά με το Σύμπαν ήταν τέτοια ώστε γνωρίζαμε μόνο τους πλανήτες εκείνους οι οποίοι περιφέρονται γύρω από το τοπικό μας αστέρι, τον Ήλιο. Σήμερα γνωρίζουμε ότι υπάρχουν τουλάχιστον 333 εξωτιλιακούς πλανήτες και 29 πολυπλανητικά συστήματα, σχεδόν όλα από τα οποία ανακαλύφθηκαν τα τελευταία 10 χρόνια. Οι πλανήτες είναι μεγάλα σώματα σε τροχιά γύρω από τον Ήλιο. Οι πρώτοι έξι, στο πλιακό μας σύστημα,

ήταν αρκούντως φωτεινοί ώστε να είναι ήδη γνωστοί από την αρχαιότητα. Τώρα βλέπουμε ότι υπάρχουν πολλά αντικείμενα που περιφέρονται σε τροχιές γύρω από τον Ήλιο, ακόμη και σε τεράστιες αποστάσεις, συμπεριλαμβανομένου του πιο προσφατου σημαντικού νανοπλανήτη, της Εριδος, σε απόσταση που ανέρχεται στις 98 AU (1 AU=150 εκατ. χλμ.). Πιο πέρα υπάρχει το νέφος του Όρτ, με αντικείμενα ποικίλου μεγέθους, πηγή των περισσοτέρων από τους κομήτες που εμφανίζονται

περιστασιακά στο εσωτερικό πλανητικού σύστημα. Απ' όλους αυτούς, ονομάζουμε «εσωτερικούς πλανήτες» τους τέσσερις εκείνους που βρίσκονται σε απόσταση από 58 ως 228 εκατ. χλμ. από τον Ήλιο, δηλαδή τους Ερμή, Αφροδίτη, Γη και Άρη. Υπάρχει ομοιότητα μεταξύ της Γης και της Αφροδίτης στο μέγεθος, καθώς επίσης και στην πυκνότητα. Ωστόσο αξιοσημείωτη διαφορά εντοπίζεται στη διακύμανση της θερμοκρασίας: Η επιφάνεια της Αφροδίτης βρίσκεται στη σταθερή

θερμοκρασία των 462 βαθμών Κελσίου, ενώ εκείνη της Γης κυμαίνεται από το ελάχιστο των -99 τον χειμώνα, στους πόλους, ως το μέγιστο των 58 βαθμών Κελσίου, στον Ιοπμεριόν. Άλλα εντυπωσιακά στοιχεία είναι η απουσία απόσφαιρας στον Ερμή, η εξαιρετικά πυκνή απόσφαιρα της Αφροδίτης και η υποτοπιώδης απόσφαιρα του Άρη. Η σύνθεση των ατμοσφαιρών επίσης διαφέρει σημαντικά μεταξύ των τεσσάρων αυτών πλανητών. Μικρές ποσότητες νατρίου στον Ερμή, κυριαρχία του διοξειδίου του άν-

# ΤΟ ΧΡΟΝΙΚΟ ΤΩΝ ΕΞΕΡΕΥΝΗΣΕΩΝ

**1957:** Η περιπέτεια της εξερεύνησης των πλανητών ξεκινά, με την εκτόξευση του δορυφόρου Sputnik.

**1962:** Κοντινή διάβαση του διαστημοπλοίου Mariner-2 από τον πλανήτη Άφροδίτη.

**1962:** Ακολουθούν αλλεπάλληλες αποστολές Mariner, ως και εφέτος.

**1972:** Αρχίζει η εξερεύνηση του Δία και εξωπλανητών, με τα Pioneer 10 και 11.

**1975:** Κοντινή διάβαση του Ερμή από το Mariner 10 και, εφέτος, από το διαστημόπλοιο Messenger.

**1977:** Ξεκινά το επικό ταξίδι των διαστημόπλοιων Voyager 1 και 2.

**1979:** Τα Voyager φθάνουν στον Δία και, το 1980 και το 1981, στον Κρόνο.

**1986:** Το Voyager 2 φθάνει στον Ουρανό και, το 1989, στον Ποσειδώνα.

**2000:** Το διαστημόπλοιο Ulysses καταγράφει την αντιστροφή των πόλων του μαγνητικού πεδίου του Ήλιου.

**2008:** Το διαστημόπλοιο Phoenix επιβεβαιώνει οριστικά την ύπαρξη νερού στον Άρη.

**Σήμερα:** Τα δύο Voyager έχουν περάσει το κρουστικό κύμα παύσης (Termination Shock), δηλαδή την οριακή επιφάνεια όπου η διαφράγματος εκτονούμενη πλιακή ατμόσφαιρα (πλιακός αέρας) συγκρούεται με το μεσοαστρικό υλικό, σε μια απόσταση περίπου 15 δισ. χλμ. από τη Γη.

**Ο περιφημός «δίσκος  
προς τους εξωγήινους»  
του Καρλ Σαγκάν,  
που ενσωματώθηκε  
στους δύο Voyager**

θρακα στην ατμόσφαιρα της Αφροδίτης, κυριαρχία του αζώτου στη Γη αλλά με ένα πολύ σημαντικό ποσοστό οξυγόνου και, τελικά, διοξείδιο του άνθρακα, λίγο άζωτο και ίχνη από αργό στην ατμόσφαιρα του Αρη. Είναι επίσης αξιοσημείωτο ότι η Γη έχει το ισχυρότερο μαγνητικό πεδίο από τους τέσσερις πλανήτες, ενώ σχεδόν μπορεί να μαγνητικό πεδίο μετρήθηκε στην Αφροδίτη και ένα πολύ ασθενές στην περίπτωση του Ερμή και του Αρη.

Η προφανής ερώτηση είναι πώς εί-

Ισως μέσα στα επόμενα περίπου 50 χρόνια να υπάρξουν φαρμακευτικές αγωγές ικανές να επισκευάζουν το ανθρώπινο DNA, σε τέτοιον βαθμό ώστε το συγκεκριμένο εμπόδιο να παρακαμφθεί».

- Υπάρχει, επομένως, κάποιο συ-

ναι δυνατόν τρεις από τους τέσσερις εσωτερικούς πλανήτες, δηλαδή η Αφροδίτη, η Γη και ο Άρης, να βρίσκονται στην ίδια γενικά περιοχή του πλιακού συστήματος, προφανώς ξεκινώντας από παρόμοια αρχική κατάσταση ως προς τη σύνθεση και τα χαρακτηριστικά της επιφάνειάς τους, καταλήγοντας ωστόσο σε μια τελική κατάσταση τόσο έντονα διαφορετική για καθέναν από τους τρεις. Είναι ξεκάθαρο ότι η Αφροδίτη είναι ένα ακραίο παράδειγμα παγκόσμιας θέρμανσης (φαινόμενο του θερμοκηπί-

**μπέρασμά σας που θα λειτουργούσε  
ως μίνυμα προς εμάς, τους απλούς  
θεατές αυτών των εξερευνήσεων;**

«Είναι εμφανές από τα προπ-  
γούμενα ότι οποιαδήποτε προσε-  
χής εξερευνηση, πόσο μάλλον με-  
τακίνηση μεγάλου αριθμού αν-  
θρώπων από τη Γη προς άλλους

ου), με μια ατμόσφαιρα ουσιαστικά αποτελούμενη μονάχα από διοξείδιο του άνθρακα, χωρίς καθόλου νερό. Στην πραγματικότητα τα σύννεφα στην ατμόσφαιρα της Αεροδίπτης περιλαμβάνουν σταγονίδια θειεικού οξεώς, του οποίου ιστού τα διαφραστικά αποτελέσματα όλοι γνωρίζουμε πολύ καλά (όξινη βροχή). Ο Αρπης είχε νερό στην επιφάνειά του στο παρελθόν, όπως είναι εμφανές από τα πολλά άνυδρα ρυάκια, καθώς επίσης και από τον υδραντίνο πάγο στο βόρειο και νότιο πολικό «ππλικό». Το νερό ωστόσο, το

πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος, είναι προς το παρόν μη εφικτή. Αρα, είναι καλό να συνειδητοποιήσουμε όλοι μας ότι ο ενθουσιασμός μας από τις ανακαλύψεις στο Διάστημα δεν μπορεί να αντισταθμίσει τις απογοητεύσεις μας απ' όσα συμβαίνουν στη Γη.

Τα προβλήματά μας βρίσκονται εδώ και εδώ πρέπει να τα αντιμετωπίσουμε! Η διαφυγή προς άλλα ουράνια αντικείμενα, κοντινά ή μακρινά, δεν αποτελεί ορατή λύση για τουλάχιστον μερικές χιλιετίες, αν όχι δεκάδες χιλιετίες».

a.kafantaris@gmail.com

παρουσία νερού στα πολικά «πιπίκια» του Αρη είναι γνωστή από τις ώρχες της δεκαετίας του '70, από φασματοσκοπικές μετρήσεις του διαστημόπλοιου Mariner. Τότε απο- αλύφθηκε η ύπαρξη του σε διάφορες περιοχές του πλανήτη και, αρ- ότερα, εντοπίστηκε εντός 10 εκα- στών από την επιφάνειά του, με μετρήσεις από το διαστημόπλοιο της NASA Οδύσσεια, ενώ τελικά ταυτο- οιέθηκε χρημικά μετά την προσε- άφιση του διαστημόπλοιου Φοίνιξ, της 25 Μαΐου του 2007.

## ΤΗΣ ΛΑΛΙΝΑΣ ΦΑΦΟΥΤΗ

**O**ταν το 1609 ο Γαλιλαίος έστρεψε το άρτι ανακαλυφθέν τηλεσκόπιο για πρώτη φορά προς τον ουρανό, το σώμα στο οποίο εστίασε την προσοχή του ήταν ο Αρης. Ήταν ο πρώτος άνθρωπος που είδε τον γειτονικό μας πλανήτη από τόσο κοντά. Λίγο αργότερα θα έγραψε σε έναν φίλο του: «Δεν τολμώ να δηλώσω ότι κατόρθωσα να παρατηρήσω τις φάσεις του. Παρ' όλα αυτά, αν δεν κάνω λάθος, νομίζω ότι βλέπω πως δεν είναι απόλυτα στρογγυλός».

Την ίδια χρονιά ο Γιοχάνες Κέπλερ, βασιζόμενος στις εξαιρετικές μετρήσεις του δασκάλου του, Τύχο Μπράχε, διετύπωσε τους δύο πρώτους νόμους του για την κίνηση των πλανητών, υπολογίζοντας ότι ο Αρης έχει ελλειπτική τροχιά.

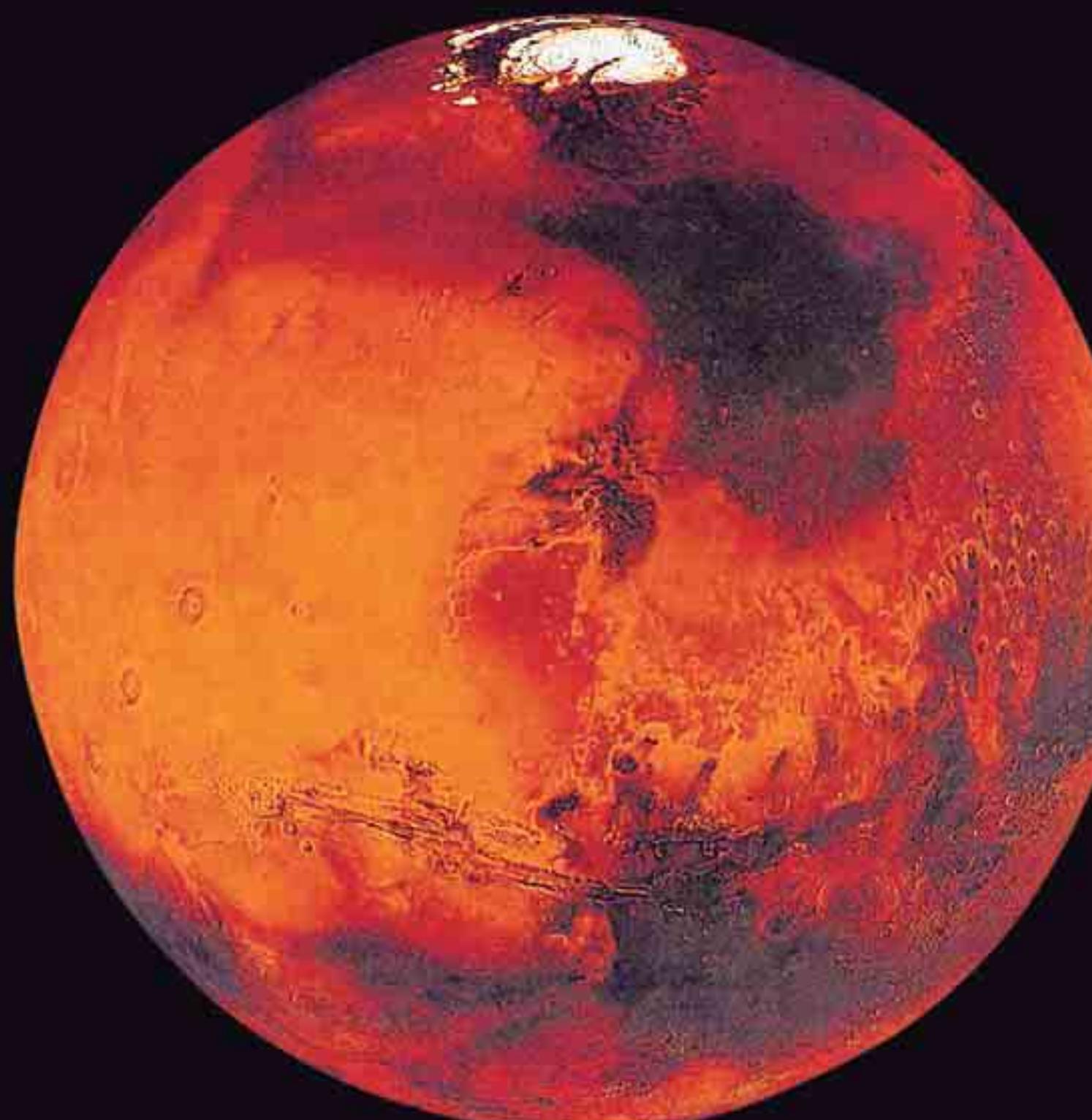
Οι δύο στιγμές αποτελούν ορόσημα στην ιστορία της Αστρονομίας. Μιόσ ρεπόσιου σε μέγεθος από τη Γη, ο Κόκκινος Πλανήτης πήρε το όνομα του θεού του πολέμου, της φωτιάς και της καταστροφής από το χρώμα που δίνει το οξείδιο του σιδήρου στην επιφάνειά του και από την εποχή των Βαβυλωνίων ως σήμερα εξήπτε με ποικίλες αποχρώσεις την επιστημονική περιέργεια αλλά και τη λαϊκή φαντασία.

**Η τρέλα των Αρειανών**

«Ο Αρης έχει εξελιχθεί σε ένα είδος μυθικής αρένας στην οποία προβάλλουμε τις γύνες ελπίδες και τους φόβους μας» έγραψε ο διάσημος αμερικανός αστρονόμος και συγγραφέας Καρλ Σαγκάν. Η βασικότερη τέτοια ελπίδα και φόβος μαζί ήταν – και εξακολουθεί να είναι – το ενδεχόμενο της ύπαρξης ζωής, μιας ζωής διαφορετικής και ενδεχομένως εχθρικής απέναντι μας.

Προς τα τέλη του 19ου αιώνα η Γη κατελήφθη από την «τρέλα των αρειανών καναλιών». Το 1877 ο Τζοβάνι Σκιαπαρέλι παρουσίασε έναν χάρτη του πλανήτη όπου κατέγραφε, μεταξύ άλλων, αύλακες στην επιφάνειά του. Παρ' ότι ο ιταλός αστρονόμος δεν μίλιούσε για τεχνητές κατασκευές αλλά για φυσικούς σχηματισμούς, ένα λάθος της μετάφρασης έκανε τη φιλολογία για την ύπαρξη ενός νοήμονος αρειανού πολιτισμού να ξεκινήσει. Ενισχυμένη από παρατηρήσεις και ερμηνείες του Πέρσιβαλ Λόουελ και άλλων διακεκριμένων επιστημόνων της εποχής, θα οδηγούσε στον «πυρετό του Αρη», ο οποίος θα διαρκούσε και για μεγάλο μέρος του 20ού αιώνα.

Η διερεύνηση του ενδεχομένου ύπαρξης ζωής – και νερού, που αποτελεί το βασικό στοιχείο της – ήταν ένας από τους κύριους στόχους όλων των διαστημικών αποστολών που άρχισαν τη δεκαετία του 1960. Δεκάδες σοβιετικά, αμερικανικά, ευρωπαϊκά και ιαπωνικά διαστημικά οχήματα κάθε είδους και μορφής έχουν ξεκινήσει



**Ο πυρετός του Αρη έχει κυριεύσει τους επιστήμονες αφού ο γειτονικός πλανήτης κρύβει απαντήσεις σε ερωτήματα που αφορούν και τη ζωή στη Γη**

# Εμπρός, Mars

έκτοτε από τη Γη με προορισμό τον γειτονικό πλανήτη. Σχεδόν τα δύο τρίτα από αυτά έχουν αποτύχει ή έχουν καταστραφεί χωρίς να ολοκληρώσουν – πολλές φορές προτού καν αρχίσουν – την αποστολή τους, συντρώντας τον μύθο της «κατάρας του Αρη» και γεννώντας ένα από τα πιο παλιά αστεία του προσωπικού της NASA για το «μεγάλο γαλαξιακό φάντασμα» που καταβροχθίζει τα «αρειανά» διαστημόπλοια.

**Σημαντικές ανακαλύψεις**

Η επιτυχία – παρά τα προσκόμια – των πρόσφατων αποστολών της Αμερικανικής Διαστημικής Υπηρεσίας έρχεται μάλλον να δώσει τέλος σε όλη αυτή τη μυθολογία. Τα τελευταία χρόνια μάθαμε πολλά για τον Αρη, είδαμε φωτογραφίες από το «σκουριασμένο» και άγονο τοπίο του και αρχίσαμε να συμφιλιώ-

νόμαστε με την ιδέα ότι ίσως σύντομα θα τον επισκεφθούμε.

Οι δύο πιο σημαντικές ανακαλύψεις για το παρόν και το παρελθόν του σημειώθηκαν μέσα στο 2008 από το αμερικανικό ρομπότ Phoenix που προσεδαφίστηκε τον Μάιο κοντά στον βόρειο πόλο του με αποστολή να διερευνήσει αν ο πλανήτης διαθέτει τα απαραίτητα συστατικά για την ύπαρξη μικροβιακής ζωής. Αρχικά προγραμματισμένο να διαρκέσει μόνο τρεις μήνες, το Phoenix «κράτησε» τελικώς πέντε, συνεχίζοντας να στέλνει στοιχεία, ώσπου σίγουρα τον περασμένο Νοέμβριο. Δεν κατόρθωσε να εντοπίσει τα οργανικά μόρια που θεωρούνται απαραίτητα για τη ζωή (η ανίχνευση κάποιων υπερχλωρικών ενώσεων με τις οποίες τρέφονται ορισμένα μικρόβια χρήζει επανεξέτασης). Η αποστολή του θα μείνει όμως στην Ιστορία για-

τί πρόσφερε στους επιστήμονες σημαντικές γνώσεις που θα τους βοηθήσουν να διερευνήσουν περαιτέρω αν ο Κόκκινος Πλανήτης φιλοξένησε ποτέ ή εξακολουθεί να φιλοξενεί κάποιας μορφής ζωντανούς οργανισμούς.

Ο πρώτος θρίαμβος σημειώθηκε τον Ιούνιο. Το στατικό ρομπότ, αφού προηγουμένως είχε αντιχνεύσει ψήνηματα παγωμένου νερού στον αρκτικό κύκλο του Αρη, πήρε ένα δείγμα από το έδαφός του, το «πότισε» με γήινο νερό και ανέλυσε τη σύστασή του. Παρά τις αντίθετες προβλέψεις των ειδικών, το αρειανό χώμα αποδείχθηκε αλκαλικό και όχι όξινο, με περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά όπως το μαγνήσιο, το νάτριο, το κάλιο και το χλώριο – δηλαδή καθ' όλα φυλικό για τη ζωή. «Είναι σαν το χώμα που έχετε στην αυλή σας» είχε δηλώσει χαρακτηριστικά ο επικεφαλής του πειράματος

**Σαμ Κουνάβις.** «Θα μπορούσε κανείς να καλλιεργήσει σπαράγγια».

**«Γευτήκαμε αρειανό νερό»**

Αν και δεν μπορούμε να ξέρουμε με κάθε βεβαιότητα αν κάποτε υπήρξαν λαχανόκηποι στον Αρη, αυτό το οποίο γνωρίζουμε πλέον πάστη αμφιβολίας είναι ότι ο γειτονικός μας πλανήτης διαθέτει νερό, τουλάχιστον στην παγωμένη μορφή του. Αναλύοντας δείγμα πάγου από βάθος μερικών εκατοστών κάτω από την επιφάνεια του αρκτικού κύκλου του, το Phoenix επιβεβαίωσε τον περασμένο Ιούλιο τις υποψίες των ειδικών. «Είχαμε αποδείξεις για τον πάγο από πριν, από τις παρατηρήσεις του Odyssey και τα ψήνημα που είχε ανιχνεύσει το Phoenix τον προπογόνο μήνα» δήλωσε περιχαρής ο υπεύθυνος των σχετικών ερευνών Γουλιάμ Μπόλιντον. «Τώρα όμως μπορούμε

# 400 ΧΡΟΝΙΑ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ

# ΠΟΣΟ ΜΑΣ ΜΟΙΑΖΕΙ

- Η ατμόσφαιρα του Αρη είναι αραιή και αποτελείται κατά 95% από διοξείδιο του άνθρακα, 3% άζωτο και 1,6% αργό, ενώ περιέχει ίχνη οξυγόνου, υδρατμών και ευγενών αερίων. Η ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνειά του είναι μικρότερη από το 1% της ατμοσφαιρικής πίεσης στη Γη, ενώ η βαρύτητά του φθάνει περίπου το 38% της βαρύτητας του πλανήτη μας.

■ Το γεγονός όπι ο άξονας του Αρη έχει παρόμοια κλίση με τον άξονα του πλανήτη μας τού προσδίδει επισχές παρόμοιες με αυτές της Γης. Μόνο που, επειδή το έτος του ισοδυναμεί με δύο δικά μας, η διάρκειά τους είναι διπλάσια. Η μέση θερμοκρασία του πλανήτη κυμαίνεται γύρω στους -50 βαθμούς Κελσίου. Το καλοκαίρι φθάνει ως και τους 20 βαθμούς, τον χειμώνα όμως μπορεί να πέσει στους -140. Οι ακραίες θερμοκρασίες κάνουν το διοξείδιο του άνθρακα να παγώνει και να σχηματίζει ξηρό πάγο στην επιφάνειά του.

■ Η διάμετρος του Αρη είναι περίπου η μισή από τη διάμετρο της Γης, αλλά η μορφολογία του εδάφους του, με τους τεράστιους κρατήρες, τα σβησμένα ποραίστεια, τα φαράγγια και τους πολικούς πάγους, παρουσιάζει εντυπωσιακά μεγέθη. Το όρος Ολυμπός, με υψόμετρο 26 χλμ. και έκταση περίπου όσο η Βρετανία, είναι το υψηλότερο βουνό στο πλανήτη μας σύστημα. Το Valles Marineris, με μήκος περίπου 4.000 χλμ. – ίσο περίπου με το μήκος της Ευρώπης – και βάθος 7 χλμ., είναι το μεγαλύτερο φαράγγι στο σύστημά μας.

■ Ο Αρης έχει δύο «φεγγάρια». Οι δορυφόροι του ονομάζονται Φόβος και Δείμος και από την επιφάνεια του πλανήτη φαίνονται πολύ διαφορετικοί από τη δική μας Σελήνη. Επειδή έχουν ακανόνιστο σχήμα, οι ειδικοί πιστεύουν ότι πρόκειται για αστεροειδής που «παγιδεύτηκαν» από τον πλανήτη.



Η κάμερα υψηλής ανάλυσης του δορυφόρου Mars Explorer που βρίσκεται σε τροχιά γύρω από τον Αρη φωτογράφισε την περιοχή Echus Chasma (το Χάσμα της Ηχούς), μήκους 100 χλμ. και πλάτους 10 χλμ., που θεωρείται ότι ήταν κάποτε μια από τις μεγαλύτερες περιοχές με πηγές νερού και τροφοδοτούσε την Kasei Valles

*να πούμε ότι για πρώτη φορά αγγί-  
ξαμε και γευτήκαμε αρειανό νερό».*

Εξαίτιας της χαμπλής ατμοσφαιρικής πίεσης το νερό δεν μπορεί να υπάρχει στην επιφάνεια του Αρη σε υγρή μορφή, με εξαίρεση ίσως τα μεγάλα υψόμετρα – ας μην ξεχνάμε ότι ο αρειανός Ολυμπός, με ύψος 26.000 μέτρων, διαθέτει την υψηλότερη κορυφή στο πλιακό μας σύστημα – και για πολύ σύντομες περιόδους. Στην παγωμένη μορφή του όμως φαίνεται να είναι άφθονο στις πολικές περιοχές του: η NASA υπολόγισε ότι, αν έλιωναν μόνο οι πάγοι που καλύπτουν τον νότιο πόλο του, το νερό που θα απελευθέρωναν θα ήταν αρκετό για να καλύψει ολόκληρη την επιφάνεια του πλανήτη με βάθος 11 μέτρων. Οι υπολογισμοί αυτοί όμως αμφισβητούνται και έτσι το ζήτημα χρήζει περαιτέρω ερευνών.

Οι ειδικοί υποπτεύονται επίσης ότι ο Αρης διαθέτει μεγάλες ποσότητες νερού παγιδευμένες κάτω

# Η ΕΛΛΑΣ ΣΤΟΝ ΡΥΘΜΟ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΙΩΝ

**Τ**ια τη διοργάνωση των εθνικών μας εκδηλώσεων στο Ετος της Αστρονομίας, έχουν ενεργοποιηθεί τρεις συντονιστικοί φορείς: η Εθνική Αστρονομική Επιτροπή (από πλευράς του κράτους), η Ελληνική Αστρονομική Εταιρεία (ως κλαδικός εκπρόσωπος των αστρονόμων) και ο διαδικτυακός κόμβος «Αστρονομία 2009» - [www.astronomy2009.gr](http://www.astronomy2009.gr) – (ως πύλη επικοινωνίας των εκδηλώσεων). Πέραν του συντονισμού, τις επί μέρους δράσεις θα διοργανώσουν όλοι οι ευαίσθητοποιημένοι φορείς, από ερευνητικά ιδρύματα, αστεροσκοπεία και πλανητάρια ως τον κάθε ερασιτεχνικό σύλλογο αστρονομίας και μεμονωμένο ερασιτέχνη αστρονόμο.

Ετσι, το αρχικό πρόγραμμα εθνικών εκδηλώσεων που μας γνωστοποιήθηκε – χωρίς να αποκλείεται η διεύρυνσή του – περιλαμβάνει τα εξής:

- Ηεναρκτήρια εκδήλωση στην Ελλάδα για το Παγκόσμιο Ετος Αστρονομίας 2009 σχεδιάζεται από την ελληνική οργανωτική επιτροπή για το τέλος Ιανουαρίου και θα πραγματοποιείται στο **Πλανητάριο του Ευγενίδειου Ιδρύματος**.

Το ίδιο το Πλανητάριο του Ευγενίδειου υλοποιεί εκτεταμένο πρόγραμμα εκπαιδευτικών και εκλαϊκευτικών δραστηριοτήτων, το οποίο περιλαμβάνει νέες παραστάσεις το Ινστιτούτο Αστρονομίας και Αστροφυσικής του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, ετοιμάζει σειρά ανοικτών εκδηλώσεων για το ευρύ κοινό.

● Το Μέγαρο Μουσικής Αθηνών, σε συνεργασία με το Γαλλικό Ινστιτούτο Αθηνών και την Ευρωπαϊκή Εταιρεία

χνις, μαθητικούς διαγωνισμούς και δραστηριότητες επικοινωνίας με το ευρύ κοινό. Για τα παραπάνω θα συνεργαστεί και με άλλους οργανισμούς, όπως το Μέγαρο Μουσικής, το Ινστιτούτο Αστρονομίας και Αστροφυσικής και το Ινστιτούτο Διαστημικών Εφαρμογών και Τηλεπισκόπησης του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών. Παράλληλα, προετοιμάζονται παραγωγές τηλεοπτικού προγράμματος και DVD με θέματα αστρονομικού ενδιαφέροντος.

● **Η Ελληνική Αστρονομική Έταιρεια** έχει προχωράσει στην

Πλανητικών Μελετών (Europlanet), προγραμματίζει εκδηλώσεις στρογγυλής τραπέζης, διαλέξεις, εκθέσεις και συναυλίες.

● **Η Εταιρεία Αστρονομίας και Διαστήματος**, με έδρα τον Βόλο, σχεδιάζει εκδηλώσεις και δραστηριότητες για την προώθηση της αστρονομίας στο κοινό. Αντίστοιχες εκδηλώσεις διοργανώνονται από την Αστρονομική Εταιρεία Βορείου Αιγαίου «Γαλιλαϊος» στη Μυτιλήνη.

• Η Ελληνική Αστρονομία πετάει εχειγόνωρησε στην εκπόνηση προγράμματος εκδηλώσεων στις μεγάλες πόλεις της Ελλάδας, το οποίο αναμένεται να επεκταθεί και να καλύψει όλη τη χώρα με ομιλίες και εκδηλώσεις, καθώς και με παρουσιά στα μέσα μαζικής ενημέρωσης.

Τον Σεπτέμβριο του 2009, στο πλαίσιο του 9ου Πανελλήνιου Συνεδρίου της Ελληνικής Αστρονομικής Εταιρείας (το οποίο θα πραγματοποιηθεί στην Αθήνα από τις 20 ως τις 24 Σεπτεμβρίου), θα γίνουν σχετικές εκδηλώσεις, καθώς και μία ημερίδα για εκπαιδευτικούς.

● **Το Αστεροσκοπείο του Αριστοτελείου Πλανεπιστήμου Θεσσαλονίκης**, σε συνεργασία με τον Ομιλο Φίλων Αστρονομίας της Θεσσαλονίκης, σχεδιάζει σειρά εκδηλώσεων για την προώθηση της αστρονομίας στην πόλη.

- Το Κέντρο Διάδοσης Επιστημών και Μουσείο Τεχνολογίας της Θεσσαλονίκης Νότιος έχει προγραμματίσει μια Επίσημη Εγκαίωνση στην Σίνη στις 20 Ιανουαρίου.

για το Παγκόσμιο Έτος Αστρονομίας τις εξής εκδηλώσεις: Γαλαλαίος, ο πρωτόπορος της Αστρονομίας (11.1.2009), Παρουσίαση και διανομή υλικού για προβολή στα σχολεία (22.1.2009), Η Αστρονομία στην αναγεννησιακή τέχνη (9.2.2009), Η Αστρονομία στην αρχαία Αίγυπτο, 40 χρόνια από την πρώτη προσελίνωση, 400 χρόνια παρατήρησης της Σελήνης με τηλεσκόπιο (29.5.2009).  
● Το Κέντρο Ερευνών Αστρονομίας της Ακαδημίας Αθηνών

• ΤΟΚΕΥ φρεγκονάν ή φρεγάς, της, ικανότατης, ικανών θα διοργανώσει ομιλίες ανοικτές στο κοινό στο κεντρικό κτίριο της Ακαδημίας Αθηνών.

ορυκτών – όπως ο αιματίτης και ο

γκαρτίτης – που χρειάζονται υψηλό νερό για τον σχηματισμό τους.

## Η αποστολή του 2030

Το αν ο Αρης είχε κάποτε νερό ή όχι είναι ένα σημείο ζωτικής σημασίας για το κατά πόδαν υπόρξει ποτέ «κατοικήσιμο». Αν εξαιρέσουμε κάποιες περιθωριακές θεωρίες που μη λάνε για «εξωτικές» μορφές εξωγήινης ζωής με μια χημεία εντελώς διαφορετική από αυτή που γνωρίζουμε στον πλανήτη μας, στο μεγαλύτερο μέρος της η αναζήτηση της ζωής σε άλλους πλανήτες βασίζεται στην υπόθεση ότι αυτή θα έχει αναπτυχθεί σε ένα περιβάλλον παρόμοιο με αυτά της Γης, με το νερό ως βασικότερη

συστατικό του.  
Εκτός από το γεγονός ότι η ατμόσφαιρά του είναι πολύ αραιή για την υποστήριξη της ζωής, ο Αρης δεν διαθέτει μαγνητικό πεδίο και είναι γεωλογικά νεκρός, αφού έχει χάσει

προ πολλού την τεκτονική των πλακών που ανακυκλώνει ζωτικά συστατικά από το εσωτερικό προς την επιφάνειά του. Ακόμη και αν η ρύθμιση να γεννηθεί με τη βοήθεια του νερού στο αλκαλικό και θρεπτικό έδαφός του, θα ήταν πολύ δύσκολο να επιβιώσει στις σκληρές και εχθρικές συνθήκες του πλανήτη, σε οποίος βάλλεται από τις υπεριάδεις ακτίνες και τις μαγνητικές καταιγίδες και, την περίοδο του χειμώνα, ψύχεται ακόμη και στους -140 βαθμούς Κελσίου.

Σε μια διαρκή αναζήτηση απαντήσεων, ο Αρης αποτελεί αντικείμενο διερεύνησης περισσότερο από κάθε άλλον πλανήτη στο ηλιακό μας σύστημα. Τρία μη επανδρωμένα διαστημόπλοια – τα αμερικανικά Mars Odyssey και Mars Exploration Reconnaissance και το ευρωπαϊκό Mars Express – βρίσκονται αυτή τη στιγμή σε τροχιά γύρω του, ενώ το ρομπότ Opportunity εξακολουθεί

αν και γερασμένο, να εξερευνά την επιφάνειά του. Μέσα στο 2009 η Κίνα και η Ρωσία θα στείλουν κοινή αποστολή στον Φόβο, τον έναν από τους δύο δορυφόρους του.

Το 2011 η NASA ετοιμάζεται να προσεδαφίσει ένα βελτιωμένο ρομπότ, το Mars Science Laboratory, ενώ η Ευρωπαϊκή Διαστημική Υπηρεσία σχεδιάζει να στείλει το πρώτο της ρομποτικό όχημα, το ExoMars, για τη διερεύνηση οργανικών μορίων. Την ίδια χρονιά η NASA θα θέσει σε τροχιά ένα τρίτο μη επανδρωμένο διαστημόπλοιο, το MAVEN, το οποίο θα εξετάσει σωματίδια που διαφεύγουν από την ατμόσφαιρά του για να διαπιστώσει αν κάποτε ο πλανήτης διέθετε υγρό νερό. Η μεγάλη στιγμή όμως τοποθετείται στα τέλη της δεκαετίας του 2030: τόσο οι Ήνωμένες Πολιτείες, διά στόματος του προέδρου Τζορτζ Μπους, όσο και η Ευρώπη φιλοδοξούν ως τότε να στείλουν εκεί τους πρώτους ανθρώπους.

# Βροχή αστρονομικών εκδηλώσεων

Διεθνείς οργανισμοί προσφέρουν στο κοινό τον... ουρανό με τ' άστρα μέσα από πλήθος δραστηριοτήτων

ΤΟΥ ΤΑΣΟΥ ΚΑΦΑΝΤΑΡΗ

**E**να επείγον μήνυμα εστάλη στις αστρονομικές ενώσεις όλου του πλανήτη στις 20 Δεκεμβρίου 2007. Το κείμενο άρχιζε: «Νωρίς το πρωί σήμερα η 62η Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών ανακήρυξε το έτος 2009 ως το Διεθνές Έτος Αστρονομίας (IYA 2009). Η αίτηση στον ΟΗΕ είχε γίνει από την Ιταλία, την πατρίδα του Γαλιλαίου, και είχε αρχικά προταθεί από τη Διεθνή Αστρονομική Ένωση και την UNESCO». Η συνέχεια του μηνύματος ήταν ένα προσκλητήριο για συντονισμένη δράση σε παγκόσμια κλίμακα, που θα έφερνε το αντικείμενο και τα επιτεύγματα της αστρονομίας στο ευρύ κοινό. Το IYA 2009 θα εκδηλωθεί σε όλα τα επίπεδα: διεθνή, εθνικά, περιφερειακά και τοπικά. Οι περισσότερες από τις εκδηλώσεις θα διοργανωθούν τοπικά και θα βασίζονται κυρίως στους τοπικούς ερασιτέχνες και επαγγελματίες αστρονόμους. Ωστόσο ένα διεθνές δίκτυο από συνεργόμενα οργανωτικά σώματα θα έγχυνθεί περι διασπορά των καλύτερων ιδεών και πρακτικών. Η Διεθνής Αστρονομική Ένωση (IAU) ίδρυσε μια ομάδα εργασίας για να συντονίσει τις όλες δράσεις.



Μια τελετή στα μέσα Ιανουαρίου στην έδρα της UNESCO στο Παρίσι θα δώσει το εναρκτήριο λάκτισμα για μια σειρά εκδηλώσεων σε κάθε γωνιά της Γης. Ωστόσο υπάρχουν ήδη 11 διεθνείς δράσεις ενεξελίξει, που είναι προστές σε όλους όσοι γνωρίζουν στοιχεώδη αγγλικά. Τις παρουσιάζουμε:

## 100 Ωρες Αστρονομίας

(100 Hours of Astronomy - [www.100hoursof astronomy.org](http://www.100hoursof astronomy.org))

Οι «100 Ωρες Αστρονομίας» θα καλύψουν το χρονικό διάστημα από την Πέμπτη 2 Απριλίου ως και την Κυριακή 5 Απριλίου. Το διάστημα αυτό περιλαμβάνει δύο εργάσιμες (σχολικές) ημέρες, που είναι ιδανικές για μαθητές και καθηγητές, και δύο ημέρες στο Σαββατοκύριακο, που είναι ιδανικές για οικογένειες. Η Σελήνη βρίσκεται στο πρώτο τέταρτο στις 2 Απριλίου, δηλαδή σε μια καλή ημέρα για παρατηρήσεις νωρίς το απόγευμα ολόκληρο το Σαββατοκύριακο αυτό.

## Το Γαλιλαιοσκόπο

(The Galileoscope - [www.astronomy2009.org/globalprojects/cornerstones/galileoscope/](http://www.astronomy2009.org/globalprojects/cornerstones/galileoscope/))

Το βασικό αυτό πρόγραμμα θέλει να μοιραστεί αυτή την παρατηρησιακή και προσωπική εμπειρία με όσο το δυνατόν περισσότερους σε όλον τον κόσμο. Η ομάδα εργασίας αναπτύσσει ένα απλό, προσιτό και εύκολο στη χρήση του τηλεσκόπιο, το οποίο θα μπορεί να μοιραστεί σε εκατομμύρια. Το ιδανικό θα ήταν καθένας που θα πάρει μέρος στον εορτασμό του Διεθνούς Έτους Αστρονομίας (IYA 2009) να μπορέσει να πάρει σπίτι του ένα από τα μικρά αυτά τηλεσκόπια.

Οι τοπικές οργανωτικές ομάδες θα αναζητήσουν χορηγούς στην περιοχή τους, οι οποίοι θα δεχθούν να συνεισφέρουν οικονομικά στον σκοπό αυτόν με αντάλλαγμα τη διαφήμισή τους πάνω στα τηλεσκόπια.

## Κοσμικό Ημερολόγιο

(Cosmic Diary - [www.cosmiceddiary.org](http://www.cosmiceddiary.org))

Ο πρώτος στόχος του Κοσμικού Ημερολογίου είναι να συστήσει ένα ιστολόγιο (blog), όπου μια ομάδα αστρονόμων θα μπορεί να συζητήσει τη δουλειά, τη ζωή και τα χόμπι τους, την ιδιά ώρα που εκλαίκευντον την επιστήμη στο ευρύ κοινό. Το επόμενο βήμα του θα είναι να παρουσιάσει ένα Βιβλίο Κοσμικού Ημερολογίου και ένα αντίστοιχο ντοκυμαντέρ.

## Η Πύλη προς το Σύμπαν

(The Portal to the Universe - [www.portaltotheuniverse.org](http://www.portaltotheuniverse.org))

Η Πύλη προς το Σύμπαν θα επιτρέψει μια καινοτόμο πρόσβαση στις πηγές των αστρονομικών πολυμέσων και θα μεγιστοποιήσει τη χρήση τους. Στις πηγές αυτές περιλαμβάνονται νέα, εικόνες, βίντεο, γεγονότα κτλ., καθώς και η επεξεργασία τους με συνεργατικά εργαλεία του Web 2.0. Η δράση

του προγράμματος διοργανώνεται από την ομάδα της ESA για το δορυφορικό τηλεσκόπιο Hubble, η οποία θα διαθέσει ανθρώπινο δυναμικό για την κατασκευή της πύλης και οικονομική υποστήριξη για το ένα ή τα δύο πρώτα χρόνια της λειτουργίας της.

## Είναι και Εκείνη μια Αστρονόμος

(She is an Astronomer)

Ο σκοπός του προγράμματος αυτού είναι να διαλύσει τις προκαταλήψεις για τότε «ο αστρονόμος είναι γένους αρσενικού» και να δώσει χρήσιμες πληροφορίες σε γυναίκες επαγγελματίες ή ερασιτέχνες αστρονόμους, σε φοιτήτριες και γενικά σε όσους ενδιαφέρονται για το πρόβλημα της ισότητας των δύο φύλων στην επιστήμη. Ελπίζει ότι με την παροχή των πληροφοριών αυτών θα αυξηθεί το ενδιαφέρον των νέων γυναικών όσουν αφορά τη μελέτη και την επιδίωξη σταδιοδρομίας στην αστρονομία.

## Συνειδητοποίηση του Σκοτεινού Ουρανού

(Dark Skies Awareness - [www.darkskiesawareness.org](http://www.darkskiesawareness.org))

Η ανήχυνση των άστρων χωρίς σκοτεινό ουρανό είναι... υποβρύχιο ψάρεμα χωρίς μάσκα! Γ' αυτόν την Διεθνής Αστρονομική Ένωση συνεργάζεται με το Εθνικό Οπτικό Αστρονομικό Αστεροσκοπείο των ΗΠΑ, τη Διεθνή Ομοσπονδία Σκοτεινού Ουρανού (Dark - Sky Association) και άλλους εθνικούς και διεθνείς εταίρους, προκειμένου να μας εκπαιδεύσει στη διαφύλαξη του σκοτεινού ουρανού, αλλά και στην προστασία του περιβάλλοντος. Στις δράσεις του προγράμματος περιλαμβάνονται παγκόσμιες μετρήσεις της σκοτεινότητας του ουρανού σε διάφορα μέρη και από χιλιάδες πολίτες και επιστήμονες με τη χρήση τόσο των γυνών ματιών τους όσο και με ψηφιακούς μετρητές της ποιότητας του ουρανού. Επίσης, θα περιλαμβάνει «αστροπάρτι», νέες τεχνολογίες φωτισμού, τέχνες και αφηγήσεις, υγεία και οικοσυστήματα.

## Αστρονομία και Παγκόσμια Κληρονομιά

(Astronomy and World Heritage)

Η UNESCO και η Διεθνής Αστρονομική Ένωση εργάζονται από κοινού για να πραγματώσουν μια συνεργασία στην έρευνα και στην εκπαίδευση ως τμήμα του προγράμματος της UNESCO «Astronomy and World Heritage». Η πρωτοβουλία αυτή έχει σκοπό την αναγνώριση και προώθηση των επιτεύγμάτων της επιστήμης μέσω του συσχετισμού τους με μορφολογικά στοιχεία της Γης. Στο πλαίσιο αυτό θα αναδειχθούν τα αρχιτεκτονικά μνημεία, περιοχές ή μορφές τοπίων που σχετίστηκαν με τις παρατηρήσεις του ουρανού στη διάρκεια της ιστορίας του ανθρώπου γένους ή σχετίζονται με την αστρονομία με κάποιον άλλο τρόπο.

## Πρόγραμμα Γαλιλαίος για την Εκπαίδευση των Διδασκόντων

(Galileo Teacher Training Programme)

Ο σκοπός του προγράμματος αυτού είναι να δημιουργήσει τους προσβευτές του Γαλιλαίου, οι οποίοι με τη σειρά τους θα εκπαιδεύσουν «εκπαιδευτές διδασκόντων» και «διδάσκοντες». Στο πρόγραμμα περιλαμβάνεται η διαδικτυακή χρήση των εργαστηρίων και των διδακτικών εργαλείων, για να διδάξουν θέματα ρομποτικών οπτικών τηλεσκοπίων, ραδιοτηλεσκοπίων, φωτογραφικών μηχανών δικτύου, αστρονομικών ασκήσεων, πηγών άλλων επιστημών, επεξεργαστών εικόνας και «ψηφιακών συμπάντων» (πλανητάρια σε υπολογιστή ή στο Διαδίκτυο).

## Συνειδητοποίηση του Σύμπαντος

(Universe Awareness - [www.unawe.org](http://www.unawe.org))

Η συνειδητοποίηση του Σύμπαντος (UNAWE) είναι μια διεθνής δράση που προτίθεται να εμπνεύσει τα μειονεκτικά παιδιά με την ομορφιά και το μεγαλείο του Σύμπαντος. Το πρόγραμμα κάνει δυνατή την ανταλλαγή ιδεών και υλικών σε όλον τον κόσμο μέσα από δίκτυα και διεπιστημονικά εργαστήρια. Παράλληλα τονίζει την πολυπολιτισμική προέλευση της αστρονομίας και την αδελφότητα όλων των ανθρώπων του πλανήτη μας κάτω από τον ίδιο ουρανό.

## Από τη Γη στο Σύμπαν: Μια Εκθεση Αστρονομικών Εικόνων

(From Earth to the Universe - [www.fromearthtotheuniverse.org](http://www.fromearthtotheuniverse.org))

Το πρόγραμμα αυτό θα δημιουργήσει και θα διευκολύνει εκθέσεις αστρονομικών φωτογραφιών σε όλον τον κόσμο στη διάρκεια του IYA 2009. Ο κύριος στόχος της προσπάθειας αυτής είναι να φέρει τις εικόνες του Σύμπαντος σε ένα ευρύτερο κοινό με έκθεση σε όχι και τόσο συνηθισμένους χώρους. Εκτός, δηλαδή, από την παρουσίαση των φωτογραφιών σε «παραδοσιακά» μέρη, όπως επιστημονικά κέντρα και πλανητάρια, θα αξιοποιήσουν και τοποθεσίες όπως δημόσια πάρκα, σταθμοί μετρό, μουσεία τέχνης, δημόσιες γκαλερί και εμπορικά κέντρα.

## Αναπτύσσοντας την Αστρονομία σε όλον τον Κ