

# ΤΟ ΧΡΟΝΙΚΟ ΤΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΑΝΑΚΑΛΥΨΕΩΝ



**ΠΡΩΤΟ ΤΕΥΧΟΣ**

**65° ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

**ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΕΚΔΟΣΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ Ε. ΦΙΤΣΙΑΛΗΣ**

**ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ ΕΚΔΟΣΗΣ: ΑΝΝΕΤΑ ΣΤΑΜΕΛΟΥ**

**Όπως μια λάμψη στο σκοτάδι,  
εμφανιστήκαμε για μια στιγμή μέσα  
από τη σκοτεινή ανυρπαξία της  
αείποτε δίχως αισθήσεις ύλη, για να  
εκπληρώσουμε τις απαιτήσεις της  
Λογικής και να δημιουργήσουμε μια  
ζωή αντάξια των εαυτών μας και του  
Σκοπού που αμυδρά μόνο  
συναισθανόμαστε.**

*Αντρέι Ζαχάρωφ*

**ΟΜΑΔΑ ΜΑΘΗΤΩΝ ΠΟΥ ΒΟΗΘΗΣΑΝ ΣΤΗΝ ΕΚΔΟΣΗ**

**Γ ΤΑΞΗ**

ΜΥΡΤΩ ΚΑΛΑΪΤΖΗ--ΧΡΥΣΟΥΛΑ ΔΟΥΛΑ-- ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΤΖΑΒΕΛΛΑ  
ΜΑΝΩΛΗΣ ΕΛΓΚΑΛΙ --ΣΤΕΦΑΝΟΣ ΓΚΙΑΤΑΣ--ΑΝΘΗ ΤΣΟΛΙΑ  
ΑΡΓΥΡΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛΙΔΗΣ--ΒΑΣΙΛΗΣ ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΣ  
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΒΟΥΚΑΛΗΣ--ΕΙΡΗΝΗ ΑΝΕΥΛΑΒΗ  
ΤΖΑΝΗΣ ΠΑΛΙΟΥΔΑΚΗΣ--ΑΣΗΜΙΝΑ ΚΟΜΙΝΗ--ΑΓΓΕΛΟΣ ΦΛΕΒΑΣ  
ΕΥΘΥΜΙΑ ΚΑΡΑΧΑΛΙΟΥ--ΧΡΗΣΤΟΣ ΝΤΑΤΣΗΣ--ΧΡΗΣΤΟΣ ΦΡΑΓΚΟΣ  
ΙΩΑΝΝΗΣ ΒΛΑΣΤΑΡΑΣ--ΧΡΗΣΤΟΣ ΑΞΑΡΛΗΣ--ΕΙΡΗΝΗ ΤΣΙΜΟΥ  
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΥ--ΜΑΡΙΑ ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΥ  
ΧΡΙΣΤΙΝΑ ΑΛΕΞΙΟΥ--ΧΡΙΣΤΙΝΑ ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗ--ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΒΛΑΧΟΣ  
ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΚΑΡΑΠΑΝΟΣ--ΕΛΙΣΑΒΕΤ ΜΑΚΡΗ

**Β ΤΑΞΗ**

ΑΡΤΕΜΗ ΓΚΙΩΝΗ--ΔΗΜΗΤΡΑ ΔΟΥΛΑ--ΕΡΑΣΜΙΑ ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ

**ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΔΑΚΤΥΛΟΓΡΑΦΗΣΗΣ ΤΟΥ ΚΕΙΜΕΝΟΥ, ΕΓΙΝΕ ΑΠΟ ΤΟΝ ΜΑΘΗΤΗ  
ΧΡΗΣΤΟ Γ. ΦΙΤΣΙΑΛΗ ΤΗΣ ΣΤ' ΤΑΞΗΣ ΤΟΥ 2<sup>ου</sup> ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ  
ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗΣ.**

**“ΑΝΟΙΧΤΕ ΜΑΣ ΔΙΑΠΛΑΤΑ ΤΗΝ ΠΟΡΤΑ, ΕΤΣΙ ΩΣΤΕ ΝΑ ΜΠΟΡΕΣΟΥΜΕ ΝΑ ΚΟΠΑΞΟΥΜΕ ΞΕΚΑΘΑΡΑ ΤΟ ΑΜΕΤΡΗΤΟ ΑΣΤΡΙΚΟ ΣΥΜΠΑΝ... ΔΕΙΤΕ ΜΑΣ ΟΛΟΥΣ ΑΥΤΟΥΣ ΤΟΥΣ ΑΛΛΟΥΣ ΚΟΣΜΟΥΣ ΚΑΙ ΑΝΟΙΧΤΕ ΜΑΣ ΤΟΥΣ ΝΕΟΥΣ ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ... ΑΠΟΔΕΙΞΤΕ ΜΑΣ ΠΩΣ ΟΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΟΛΩΝ ΑΥΤΩΝ ΤΩΝ ΚΟΣΜΩΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΑΓΛΕΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ... ΔΙΔΑΞΤΕ ΜΑΣ ΜΙΑ ΠΛΑΤΥΤΕΡΗ ΓΝΩΣΗ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ”.**

*«Έκκληση του Τζιορντάνο Μπρούνο προς τους επιστήμονες του μέλλοντος, λίγο καιρό πριν πεθάνει πάνω στην πυρά της Ιεράς Εξέτασης, στη Ρώμη του 1600 μ.Χ.»*

**Α**πό την πρώτη στιγμή που οι πρωτόγονοι άνθρωποι περπάτησαν όρθιοι, ξεκίνησε και η ερωτική μας σχέση με τον ουρανό. Τα μάτια μας, περιορισμένα να βλέπουν μόνο τα λαμπρότερα άστρα της νύχτας, ήταν για χιλιάδες χρόνια τα μοναδικά αστρονομικά όργανα που διαθέταμε. Αυτό όμως δεν μας εμπόδισε καθόλου να αναρωτιόμαστε και να στοχαζόμαστε τις ρίζες μας. Έτσι καθένας από τους ανθρώπινους πολιτισμούς είχε την δική του ιστορία και εκτίμηση για όλα όσα έβλεπε εκεί πάνω.

Συνεπώς οι αρχαίοι λαοί, νάνοι μπροστά στο αχανές σύμπαν, πίστευαν ότι το σκοτάδι της νύχτας οφειλόταν σ' ένα μαύρο χιτώννα, με τον οποίο οι θεοί τους σκέπαζαν κάθε βράδυ τον ουράνιο θόλο. Ένας χιτώννας, όμως, ο οποίος, από την πολλή χρήση, ήταν γεμάτος τρύπες, μέσα από τις οποίες περνούσε το φως του ήλιου. Και οι τρύπες αυτές ήταν για τους αρχαίους τα άστρα του ουρανού. Πίστευαν μάλιστα ότι αν κατόρθωναν να σκαρφαλώσουν στην κορυφή ενός πανύψηλου βουνού θα τους ήταν δυνατό να φτάσουν και να αγγίξουν αυτές τις μικροσκοπικές τρύπες.

Σήμερα, φυσικά, γνωρίζουμε ότι τα άστρα δεν είναι τρύπες στον ουρανό και ότι για να τα φτάσουμε και να τα αγγίξουμε, θα έπρεπε να είχαμε απίστευτα μεγάλα χέρια. Το πλησιέστερο σ' εμάς άστρο είναι ο ήλιος, σε απόσταση 150 εκατομμυρίων χιλιομέτρων, ενώ το αμέσως επόμενο, που στην πραγματικότητα είναι ένα τριπλό σύστημα άστρων με την ονομασία άλφα Κενταύρου, βρίσκεται σε απόσταση 44 τρισεκατομμυρίων χιλιομέτρων. Επειδή, όμως, οι αριθμοί αυτοί είναι τόσο μεγάλοι, ώστε να χάνουν ουσιαστικά τη σημασία τους, ας τους κοιτάξουμε από μια άλλη σκοπιά του χρόνου που θα χρειαζόμαστε για να φτάσουμε μέχρι εκεί. Αν ταξιδεύαμε με ένα διαστημόπλοιο ταχύτητας 50.000 χιλιομέτρων την ώρα, θα φτάναμε στη σελήνη σε 8 ώρες, στον ήλιο σε 125 ημέρες και στον άλφα του Κενταύρου σε 92.880 χρόνια!!!

Το πιο απόμακρο αντικείμενο που έχουμε παρατηρήσει, βρίσκεται τόσο μακριά από εμάς, ώστε το φως του, τρέχοντας με την ταχύτητα του φωτός (300.000 χιλιόμετρα το δευτερόλεπτο), χρειάζεται 12,6 δισεκατομμύρια χρόνια για να φτάσει από εκεί που είναι μέχρι τη γη μας.

Γι' αυτό, παρ' όλο που ίσως να δυσκολευόμαστε κάπως να το πιστεύουμε, είναι γεγονός ότι μπορούμε να δούμε το μακρινό παρελθόν όλων όσων βλέπουμε, γιατί απλούστατα όλα όσα παρατηρούμε στον ουρανό έχουν ήδη συμβεί. Λόγω του χρόνου που χρειάζεται η εικόνα κάθε ουράνιου αντικειμένου για να έρθει σε εμάς, βγάζουμε το συμπέρασμα ότι βλέπουμε και μελετάμε... αναμνήσεις! Κατά κάποιο, δηλαδή, τρόπο ο έναστρος ουρανός δεν είναι παρά ένα είδος μηχανής του χρόνου. Όσο πιο μακριά βλέπουμε μέσα στο σύμπαν, τόσο πιο πολύ εισχωρούμε στο παρελθόν. Γι' αυτό, όταν τα διαστημικά μας αστεροσκοπεία καταγράφουν τις αδύνατες ακτινοβολίες που έρχονται από τους απόμακρους γαλαξίες και τα κβάζαρ, απομακρυνόμαστε όχι μόνο στο χώρο αλλά και στο χρόνο.

Ο Βέγας απέχει 26 έτη φωτός από τη γη μας. Έτσι, ένας σημερινός 26χρονος μπορεί να δει απόψε πως ήταν το άστρο αυτό την ημέρα που γεννήθηκε, ενώ το φως που θα φτάσει απόψε από τον Ντένεμπ άρχισε το ταξίδι του πριν από 1675 χρόνια, όταν ο Μέγας Κωνσταντίνος θεμελίωνε στο αρχαίο Βυζάντιο, την πόλη που πήρε το όνομα του.

Στη σύγχρονη λοιπόν εποχή κάθε μέρα που περνάει ανακαλύπτουμε όλο και πιο πολλά για το μεγαλειώδες σύμπαν που μας περιβάλλει, γιατί σήμερα η σύγχρονη τεχνολογία έχει αντικαταστήσει τα σύγχρονα όργανα των προγόνων μας και τους μεγάλιθους των μνημείων τους με τα μεγατηλεσκοπεία του Πάλομαρ, του Καυκάσου και της Χαβάης. Οι σιδερένιοι θόλοι των σύγχρονων επίγειων αστεροσκοπειών, ανοίγοντας, ανακαλύπτουν στα τηλεσκοπεία και τα άλλα αστρονομικά όργανα τα υπέροχα του αινιγματικού Σύμπαντος, στο οποίο ζούμε.

Είναι ένα Σύμπαν όπου αντικείμενα, φαινόμενα και δυνάμεις συνδυάζονται σε ένα κοσμικό δράμα, του οποίου τη γλώσσα μόλις και μετά βίας αρχίσαμε κάπως να κατανοούμε πρόσφατα, τις τελευταίες μόλις δεκαετίες. Με τη βοήθεια των σύγχρονων οργάνων οι αστρονόμοι και οι αστροφυσικοί προσπαθούν να αποκαλύψουν τα μυστικά της φύσης, για να δώσουν απαντήσεις στα ερωτηματικά που περιβάλλουν την προέλευσή μας και για να γίνουν μάρτυρες του εξελισσόμενου δράματος των ουρανών, που ξετυλίγεται μπροστά τους. Ένα δράμα, που έχει σκηNIKό το Σύμπαν, ηθοποιούς τα φαινόμενα του ουρανού και σενάριο την ιστορία της Φύσης. Είναι ένα έργο πολύχρονο και κοπιαστικό, γεμάτο συναρπαστικές περιπέτειες, θριάμβους και απογοητεύσεις.

Τα εξασκημένα μάτια των ειδικών ερευνητών ψάχνουν καθημερινά τον νυχτερινό ουρανό, διψασμένα για όλο και περισσότερες γνώσεις. Πόσα είναι τα άστρα του ουρανού και γιατί αναβοσβήνουν; Από τι άραγε αποτελούνται; Πότε και πως γεννήθηκαν; Οι σύγχρονοι αστρονόμοι και αστροφυσικοί από τα ερευνητικά τους εργαστήρια μας λένε παράξενα πράγματα. Μας μιλάνε για

απόμακρες περιοχές, όπου στο χωνευτήρι των εκρηγνυόμενων Σουπερνόβα δημιουργούνται τα υλικά για τη δημιουργία νέων άστρων, πλανητών και αυτής ακόμα της ζωής. Μας μιλάνε για άστρα που είναι δεμένα μεταξύ τους σε απίστευτους χορογραφικούς συνδυασμούς βαρυτικών έλξεων.

Μας μιλάνε για μικροσκοπικά άστρα-νάνους, που περιστρέφονται δεκάδες ή εκατοντάδες φορές το δευτερόλεπτο, ενώ ένα κουταλάκι από τα υλικά τους ζυγίζει 1 δισεκατομμύριο τόνους. Μας μιλάνε για μυστηριώδη μικροσκοπικά αντικείμενα, που όμως λάμπουν με την φωτεινότητα 10 τρισεκατομμυρίων ήλιων. Μας μιλάνε για ενεργούς γαλαξίες που εκτινάσσουν τεράστιες ποσότητες υλικών από τα κέντρα τους με απίστευτες ταχύτητες. Μας μιλάνε για τρύπες στο διάστημα, που σκίζουν παραμορφωτικά το χωροχρόνο, καταβροχθίζοντας συγχρόνως ύλη, ενέργεια και φως σαν αχόρταγες διαστημικές ρουφήχτρες. Ακούγοντας τις παραδοξολογίες αυτές, η κοινή λογική αναγκάζεται να αναφωνήσει ``Αδύνατον! Δεν είναι δυνατόν να υπάρχουν τέτοια πράγματα!``. Και όμως υπάρχουν, και οι αστροφυσικοί μας τα έχουν ήδη δείξει. Τα τηλεσκόπια των σύγχρονων αστεροσκοπείων, σκαρφαλωμένα πάνω σε ψηλές βουνοκορφές, παρακολουθούν καθημερινά τα απόμακρα ουράνια αντικείμενα μεγεθύνοντάς τα και δείχνοντας κυρίως περισσότερο φως από αυτά. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε και αντικρίζουμε αντικείμενα που θα μας ήταν αλλιώς αόρατα, ενώ οι εδικοί επιστήμονες ατενίζουν ένα πραγματικό πανόραμα των απόμακρων παράξενων αντικείμενων που γεμίζουν το Σύμπαν. Ένα πάλι είδος τηλεσκοπίων, το ραδιοτηλεσκόπιο, συγκεντρώνει σήματα και ακτινοβολίες που μας δίνουν πράγματα αόρατα στα μάτια μας. Τα τεράστια πιάτα τους μοιάζουν με τεράστια αυτιά που αφουγκράζονται τους ψιθύρους των απόμακρων γαλαξιών, τις συγκεντρώσεις εκείνες των δισεκατομμυρίων άστρων, μέσα στις οποίες εκτυλίσσεται το δράμα του ουρανού.

Οι περισσότερες από τις συγκεκριμένες ακτινοβολίες εμποδίζονται από την ατμόσφαιρα για να φτάσουν στη γη. Τα τελευταία όμως 35 χρόνια έχουν αλλάξει τελείως, χάρη στους απογόνους του Σπούτνικ, που έχουν τοποθετηθεί ως τροχιακά αστεροσκοπεία πάνω από τη γήινη ατμόσφαιρα. Από αυτή την νέα θέση τους, τα όργανα των διαστημικών αστεροσκοπείων έχουν ανοίξει πλέον διάπλατα τα μυστικά του σύμπαντος στους γήινους αστρονόμους. Μεταμορφωμένο από το μαγικό ραβδί της ψηφιακής τεχνολογίας, το ανθρώπινο μάτι μπορεί να δει εικόνες πέρα από το φάσμα του ορατού φωτός και ο νους μπορεί να ελέγξει και να κατευθύνει τα σύγχρονα τηλεσκόπια σε χώρους απρόσιτους από το φυσικό σώμα. Οι καινούργιες εικόνες που δημιουργήθηκαν με τη βοήθεια των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών ανακάλυψαν κρυμμένα μυστικά και φαινόμενα πρωτόγνωρα, που έφεραν επανάσταση στην ανθρώπινη γνώση. Λίγα χρόνια πριν από το 2001, όλο αυτό το σύστημα των ενισχυτών και επεξεργαστών της ανθρώπινης όρασης αποκτά μια διάσταση που κανείς προηγούμενα δεν είχε ονειρευτεί. Στην εποχή του INTERNET όλα τα επιτεύγματα της αστρονομίας είναι διαθέσιμα σε εκατομμύρια ανθρώπους, που μέσα από την οθόνη του υπολογιστή τους μπορούν να αντικρίσουν τα

θαύματα του σύμπαντος να μάθουν και να δουν τις τελευταίες ανακαλύψεις των αστρονόμων αλλά και να γίνουν συμμετοχοί στην εξερεύνηση του διαστήματος, όπως στην περσινή αποστολή στον Άρη, όταν τετρακόσια εκατομμύρια χρήστες επισκέφτηκαν το δικτυακό τόπο της NASA για να ταξιδέψουν στον Άρη μέσα από τις κάμερες του Pathfinder.

<<Πάντες του ειδένε ορέγονται φύση>>. Είναι άλλωστε γεγονός ότι από όλα τα όντα στην γη, μόνο εμείς διερωτώμεθα τι κάνει τον ήλιο να λάμπει, γιατί το ουράνιο τόξο ακολουθεί την καταιγίδα, με πιο τρόπο τα πουλιά πετάνε. Έτσι μας μαγεύουν οι εικόνες που μεταφέρουν βαθιά στο νου δεδομένα για να απαντηθούν τα μεγάλα μας ερωτήματα. Η αναζήτηση της γνώσης είναι στην φύση του ανθρώπου.

Για αυτό δεν πρέπει να ξεχνάμε ποτέ το μάθημα που μας δίδαξε η ιστορία της επιστήμης, ότι δηλαδή δεν είμαστε σε θέση να προβλέψουμε τις συνέπειες μιας επιστημονικής ανακάλυψης, όπως ο Πυθαγόρας δεν μπορούσε να προβλέψει τον κόσμο των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών, όταν μιλούσε για τα μαθηματικά του θεωρήματα. Κάθε πρόσθετο κομμάτι γνώσης για το Σύμπαν, οσοδήποτε περίεργο, άσχετο ή αφηρημένο και αν φαίνεται στην αρχή, καταλήγει σε κάποια πρακτική εφαρμογή άμεσα ή έμμεσα, αργά ή γρήγορα. Με τρόπο συνεχή, το πάθος για τη μάθηση παραμερίζει τα καθιερωμένα δόγματα κάθε εποχής, για να αναζητήσει την αλήθεια που βρίσκεται πέρα από αυτά. Γιατί ακόμη η παραμικρή αύξηση των ανθρώπινων γνώσεων αποκαλύπτει ολοένα και περισσότερο πόσο απέραντος είναι ο χώρος της γνώσης. Όπως λέει και ο ποιητής: <<“Το τι έχουμε μάθει μέχρι τώρα είναι σαν μια χούφτα γης...Το τι έχουμε να μάθουμε ακόμη είναι σαν ολάκερο τον κόσμο”>>.

Για αυτό άλλωστε ο σημερινός επιστήμονας όταν κοιτάζει τα άστρα από τη Γη, δεν αντικρίζει έναν εχθρικό και άδειο κόσμο. Βλέπει αντίθετα την υπόσχεση ενός πανέμορφου ταξιδιού προς την Ιθάκη των γνώσεων.

### **ΑΝΟΙΓΟΝΤΑΣ ΝΕΟΥΣ ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ**

Δέκα χρόνια μετά την έκκληση του τζιορντάνο μπρούνο, ο Γαλιλαίος, (<http://www.es.rice.edu/ES/humsoc/Galileo>) έστρεψε το απλοϊκό του τηλεσκόπιο στον ουρανό και παρατήρησε ότι οι πλανήτες συγκρινόμενοι με τα άστρα, φαίνονται σαν δίσκοι. Έβγαλε, λοιπόν, σωστά το συμπέρασμα ότι επρόκειτο για σφαιρικά αντικείμενα όπως η γη που απλώς αντανάκλυσαν το ηλιακό φως. Με το μικρό του τηλεσκόπιο κατόρθωσε να δει τέσσερις από τους δορυφόρους του Δία και της φάσεις της Αφροδίτης χωρίς όμως να μπορέσει να ξεχωρίσει οποιαδήποτε λεπτομέρεια της επιφάνειάς της.

Τα μεγαλύτερα και καλύτερα τηλεσκόπια που ακολούθησαν μας αποκάλυψαν όλο και περισσότερες λεπτομέρειες του πλανητικού μας συστήματος. Παρ' όλα αυτά, έως τα μέσα του αιώνα μας, ακόμη και τα πιο μεγάλα τηλεσκόπια που διαθέταμε στη γη μας έδειχναν τους πλανήτες σαν μικρές πολύχρωμες σφαίρες, όχι μόνο λόγω των αποστάσεων που μας χωρίζουν από αυτούς, αλλά και γιατί η ατμόσφαιρα μας θάμπωνε ενοχλητικά τις φωτογραφίες που παίρναμε από την επιφάνεια του πλανήτη μας.

Η καλύτερη εικόνα του Ερμή την εποχή εκείνη, μας έδειχνε μια όμορφη σφαίρα, άγνωστη και μυστηριώδη. Εξίσου μυστηριώδης ήταν και η Αφροδίτη, αν και πολλοί επιστήμονες της εποχής την θεωρούσαν ως το ιδανικότερο μέρος για την φιλοξενία ζωής. Ο Άρης πάλι μας έδειχνε μερικές ενδιαφέρουσες αλλά ασαφείς λεπτομέρειες, η συζήτηση όμως για την ύπαρξη τεχνικών καναλιών στην επιφάνειά του ήταν ακόμη ζωντανή σε μερικούς ελάχιστους κύκλους.

Ο Δίας παρουσίαζε μεν μια όμορφη εικόνα του εαυτού του, οι δορυφόροι του όμως δεν ήταν παρά απλές φωτεινές κουκίδες.

Ο Κρόνος, πιστεύονταν ότι ήταν ο μόνος πλανήτης με δαχτυλίδια, ενώ ο Ουρανός και ο Ποσειδώνας δεν ήταν παρά απλές και μικροσκοπικές γαλαζοπράσινες σφαίρες.

Τέλος, ο Πλούτωνας ήταν τόσο απομακρυσμένος, ώστε ακόμη και το μέγεθος του υπολογιζόταν ότι είναι 1.500 χιλιόμετρα μεγαλύτερο απ' ό,τι είναι στην πραγματικότητα. Και όλα αυτά πριν από μισό αιώνα!

Ποιος θα μπορούσε να μαντέψει ότι στα τέλη του αιώνα μας οι γνώσεις του ανθρώπου για τη σελήνη και τους πλανήτες θα είχαν αυξηθεί ένα δισεκατομμύριο φορές; Ποιος θα μπορούσε άραγε να υποπτευθεί ότι οι άνθρωποι αυτοί ζούσαν σε μια εποχή που θα γινότανε κάποτε θρύλος; Μια εποχή που η ανθρωπότητα θα την θυμάται για πάντα ως την πιο απίστευτη εποχή εξερευνήσεων που έχει ποτέ γνωρίσει ο άνθρωπος;

Τις τελευταίες δεκαετίες, με την βοήθεια των διαστημοσυσκευών μας, κατορθώσαμε να εξερευνήσουμε όλους τους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος (εκτός από τον Πλούτωνα) και 60 περίπου από τους δορυφόρους τους. Γι' αυτό δεν υπάρχει αμφιβολία ότι χάρη στις εξερευνητικές αποστολές, πολλά από τα προβλήματα που μας απασχολούσαν για την σύσταση και την προέλευσή τους έχουν ήδη διευκρινιστεί με αρκετές λεπτομέρειες. Με τις εξερευνήσεις μάλιστα αυτές 70 διαφορετικοί μεταξύ τους κόσμοι μας έχουν αποκαλύψει μια μεγάλη ποικιλία χαρακτηριστικών, που αποδεικνύουν καθαρά τη βίαιη φύση των αρχικών σταδίων της εξέλιξης του Ηλιακού μας συστήματος και τις συγκρούσεις του με τους αστεροειδείς.

Δεν υπάρχει λοιπόν αμφιβολία ότι τις τελευταίες δεκαετίες μάθαμε τόσα πολλά για το Ηλιακό μας Σύστημα όσα δεν είχε γνωρίσει ο άνθρωπος σε ολόκληρη την Ιστορία του πολιτισμού του. Το καταπληκτικό αυτό επίτευγμα το οφείλουμε στα παράξενα και διαστημικά ρομπότ που έχουμε στείλει στο διάστημα. Χάρη στα αποτελέσματα των ερευνητικών αυτών εξορμήσεων είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε λεπτομέρειες που προηγουμένως δεν μπορούσαμε ούτε καν να φανταστούμε. Γιατί ακόμη και μέχρι πρόσφατα τα καλύτερα τηλεσκόπια που διαθέταμε στη γη, μας έδειχναν τους πλανήτες σαν μικρές πολύχρωμες σφαίρες, όχι μόνο λόγω των αποστάσεων που μας χωρίζουν από αυτούς, αλλά και γιατί η ατμόσφαιρα θάμπωνε ενοχλητικά τις φωτογραφίες που παίρναμε από την επιφάνεια του πλανήτη μας. Σήμερα οι πτήσεις των διαστημικών λεωφορείων (<http://www.hq.nasa.gov/osf/shuttle/>) έχουν γίνει πια ρουτίνα. Η επιδιόρθωση δορυφόρων στο διάστημα και η εμπειρία

μας συνεχώς πολλαπλασιάζεται, ενώ επί πλέον τα αστρονομικά παρατηρητήρια σε τροχιά γύρω από την γη μας έχουν αλλάξει τελείως και τον τρόπο τον οποίο αντιμετωπίζουμε όχι μόνο το σύμπαν γενικότερα, αλλά και τα διάφορα αντικείμενα που το αποτελούν, αφού με την βοήθεια τους μπορούμε να δούμε πολύ περισσότερα πράγματα από ότι οι προηγούμενες γενιές.

Γιατί πίσω από τα μάτια μας έχουμε σήμερα την σύγχρονη γνώση. Μια γνώση που κατακτήθηκε σιγά-σιγά χάρη στους απογόνους του Σπούτνικ ([http://www.pbs.org/newshour/forum//october97/sputnik\\_10-13.html](http://www.pbs.org/newshour/forum//october97/sputnik_10-13.html)) που κατόρθωσαν να μας αποκαλύψουν πολλά από τα υπέροχα μυστικά του Σύμπαντος. Και όλα αυτά σε μια προσπάθεια αναζήτησης της προέλευσης και της εξέλιξης μας και του κόσμου πάνω στον οποίο γεννηθήκαμε.

Τα "ΑΠΟΛΛΩΝ", τα "ΠΑΪΟΝΙΕΡ", τα "ΜΑΡΙΝΕΡ", τα "Βόγιατζερ", και δεκάδες άλλα διαστημικά οχήματα ανήκουν πια στην Ιστορία. Ενώ η Σελήνη και η πλανήτες, λιγότερο μυστηριώδεις από πριν και πιο ελκυστικοί, μας προσκαλούν σε θαυμάσιους καινούργιους κόσμους, που ανοίγουν μπροστά μας νέους ορίζοντες. Γιατί η εξερεύνηση του διαστήματος τα τελευταία χρόνια μας παρουσίασε δεκάδες παράξενους νέους κόσμους με τρομαχτικές καταιγίδες, πολλαπλά φεγγάρια, δηλητηριώδης ατμόσφαιρες και παγωμένες επιφάνειες. Κόσμους διαφορετικούς από το δικό μας αν και όλοι τους έχουν ένα κοινό σημείο με μας, γιατί μοιραζόμαστε τον ίδιο 'Ηλιο, και υπακούμε στους ίδιους φυσικούς νόμους.

Ο κόσμος μας έχει τελικά κάποια μοναδικότητα. Γιατί, από όλους όσους ξέρουμε, είναι ο μόνος πλανήτης που συντηρεί ζωή πάνω στην επιφάνειά του. Έτσι, αν μη τι άλλο, η εξερεύνηση των άλλων κόσμων μας έδωσε την ευκαιρία να διαπιστώσουμε πόσο πολύ ανάγκη έχουμε τον δικό μας. Γιατί η γη δεν είναι ένας οποιοσδήποτε πλανήτης. Είναι ο δικός μας πλανήτης, είναι το σπίτι μας και όπως λέει κι ο ποιητής: "Δεν θα πάψουμε ποτέ την εξερεύνηση. Και το τέλος όλων των εξερευνήσεων μας θα είναι να φτάσουμε εκεί από όπου ξεκινήσαμε και να γνωρίζουμε τον τόπο αυτό για πρώτη φορά".

### **ΟΙ ΕΛΛΗΝΕΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΟΙ**

Οι πρώτοι αστρονόμοι παρακινήθηκαν στις παρατηρήσεις τους από περιέργεια για τις κινήσεις των ουρανίων σωμάτων και οι προσπάθειες τους να κατασκευάσουν μια φυσική εικόνα-μοντέλο του συστήματος αυτού τους απασχόλησε επί αιώνες. Οι κινήσεις των πλανητών αποτέλεσαν την πηγή και το πεδίο δοκιμών των πιο φυσικών και μαθηματικών θεωριών και η εργασία των πρώτων αστρονόμων έχει αποδώσει σήμερα πολλαπλάσιους καρπούς. Με αυτό τον τρόπο γεννήθηκε η επιστημονική μέθοδος που εξελίχτηκε σιγά-σιγά σε ένα πανίσχυρο εργαλείο της σύγχρονης έρευνας, αν και οι αρχαίοι Έλληνες φιλόσοφοι δεν διέθεταν ούτε τηλεσκόπια, ούτε διαστημόπλοια, ούτε κομπιούτερ.

Αξίζει να ξεκινήσει κανείς την περιπλάνηση του στην Ιστορία της αστρονομίας από την περιοχή που περιλαμβάνει τα κείμενα της αρχαίας

φιλοσοφικής σκέψης για το ουράνιο στερέωμα, τη μελέτη του οποίου θεωρούσαν ως την κατεξοχήν ενασχόληση με τα αιώνια πράγματα και τους νόμους τους.

(<http://www.stcloud.msus.edu/~physcrse/astr106/doc.html>)

Οι βασικές ιδέες του Πλάτωνα (427-343 π.χ.) για τις κινήσεις των πλανητών, βοήθησαν έναν από τους μαθητές του, τον Εύδοξο (408-355 π.χ.) να δημιουργήσει ένα αξιόλογο σύστημα με σφαίρες, που οδηγούσε ακόμη και στις περιστασιακές οπισθοδρομικές κινήσεις των πλανητών. Σύμφωνα με το σύστημα αυτό, κάθε πλανήτης βρισκόταν πάνω σε μια μικρότερη σφαίρα, η οποία σε μια άλλη ακόμη μικρότερη και ούτω καθ' εξής. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιούσε συνολικά 27 συνολικά σφαίρες. Κατοπινί φιλόσοφοι πρόσθεσαν και άλλες σφαίρες, ώστε να καταστήσουν το σύστημα αυτό πιο ακριβές. Έτσι την εποχή του Αριστοτέλη (384-322 π.χ.) ο αριθμός των σφαιρών είχε αυξηθεί στις 55.

(<http://quark.angelo.edu/~msonntag/physics1301/greeks.htm>)

Ας επικεντρώσουμε τώρα την προσοχή μας στους πιο πρακτικούς και συστηματικούς αρχαίους Έλληνες αστρονόμους, όπως παρουσιάζονται στον παραπάνω σπουδαίο, προς την πληρότητα του, τόπο web. Ο πρώτος πραγματικά σημαντικός παρατηρησιακός αστρονόμος ήταν ο Ήππαρχος, ο οποίος έζησε περίπου στο 150 π.χ. και σήμερα θεωρείται πατέρας της αστρονομίας. Ο Ήππαρχος κατόρθωσε να υπολογίσει την διάρκεια του έτους με ακρίβεια που υστερούσε πέντε μόνο λεπτά και ανακάλυψε την κίνηση του ουράνιου πόλου (την μετάπτωση των ισημεριών), αν και δεν κατόρθωσε να την εξηγήσει. Ο Ήππαρχος ήταν επίσης ο εφευρέτης του αστρολάβου, ενός οργάνου παρατήρησης και υπολογισμού, που παρέμεινε σε χρήση για πολύ καιρό ακόμη και μετά την εποχή του Κολόμβου, ο οποίος τον χρησιμοποίησε στα εξερευνητικά του ταξίδια στον Νέο Κόσμο.

Ο Ήππαρχος (<http://asrosun.tn.cornell.edu/courses/astro201/hipparchus.htm>) ήταν επίσης και ένας διακεκριμένος μαθηματικός, που ανακάλυψε και καθιέρωσε ένα καινούργιο κλάδο μαθηματικών, την τριγωνομετρία, και ο πρώτος που υπολόγιζε τις εκλείψεις με έναν αυστηρά μαθηματικό τρόπο. Μεταξύ των άλλων κατέγραψε τις θέσεις και την φωτεινότητα περισσότερων από 1.000 άστρων και βελτίωσε την υπάρχουσα στην εποχή του θεωρία της κίνησης των πλανητών, απορρίπτοντας το σύστημα των σφαιρών και αντικαθιστώντας το με ένα σύστημα κύκλων, κάτι που είχε προτείνει παλαιότερα και ο Απολλώνιος. Με τη βοήθεια των παρατηρήσεων που έκανε, ο Ήππαρχος συμπέρανε ότι κάθε πλανήτης κινείται ακολουθώντας την περιφέρεια ενός κύκλου, ενώ το κέντρο αυτού του κύκλου εκκινείτο στην περιφέρεια ενός δεύτερου κύκλου.

Η άποψη του Αυτή βασίστηκε στην αντίληψη που είχαν οι φιλόσοφοι της εποχής εκείνης, οι οποίοι πίστευαν ότι η ομοιόμορφη κίνηση ήταν μια αναγκαιότητα που επέβαλε η φύση και ότι η σφαίρα και ο κύκλος ήταν τα ιδανικά γεωμετρικά σχήματα. Με δεδομένο ότι η φύση δεν θα μπορούσε παρά να είναι τέλεια, όλοι οι αρχαίοι φιλόσοφοι τοποθετούσαν την γη στο

κέντρο των σφαιρών ή των κύκλων τους. Ο Ήππαρχος όμως διαχώρισε τη θέση του από τις απόψεις αυτές εισάγοντας ένα κύκλο, του οποίου το κέντρο δεν είναι η γη. Έτσι κατόρθωσε να εξηγήσει την φαινόμενη ανόμοια κίνηση του Ήλιου και της Σελήνης και ταυτόχρονα να διατηρήσει την ομοιομορφία της κίνησης σε κυκλικές τροχιές. Όλες οι αρχαίες κοσμολογίες ξεκινούσαν από την κατανοήσιμη έννοια ότι η γη ήταν ακίνητη και βρισκόταν στο κέντρο του Σύμπαντος. Επίσης όλες, βασισμένες στην ανθρώπινη αντίληψη και όραση, προϋπόθεταν ότι τα άστρα ήταν καρφωμένα σε ένα στερεό ουρανό που γυρνούσε γύρω από μια ακίνητη, σταθερή γη, η οποία αποτελούσε έτσι το κέντρο του Σύμπαντος.

Ριζικά διαφορετική ήταν όμως η θεώρηση του Αρίσταρχου από την Σάμο (310-230): ``Αρίσταρχος ο Σάμιος υποτίθεται τα μεν απλανέα των άστρων και τον ήλιον μένειν ακίνητα, τα δε γαν περιφέρεσθαι περί τον ήλιον κατά κύκλου περιφέρειαν``. Η Γη δηλαδή δεν είναι το κέντρο του κόσμου, όπως το ήθελαν οι κάτοικοί της, αλλά μια μηδαμινή σφαίρα που περιφέρεται γύρω από τον ήλιο. Η θαυμάσια και απλή εξήγηση στο ηλιοκεντρικό σύστημα του Αρίσταρχου παραμερίστηκε σύντομα, γιατί δεν συμφωνούσε με την κοινή λογική ενός γεωκεντρικού συστήματος. Το πολυπλοκότερο μάλιστα από τα γεωκεντρικά συστήματα δημιουργήθηκε από τον Κλαύδιο Πτολεμαίο στην Αλεξάνδρεια το 2<sup>ο</sup> μ.Χ. αιώνα.

(<http://www-groups.dcs.stand.ac.uk/~history/Mathematicians/Ptolemy.html>)

Ο Πτολεμαίος ήταν βασικά ένας θεωρητικός ερευνητής που στήριξε τις απόψεις του σε μεγάλο βαθμό στις παρατηρήσεις και τα στοιχεία που είχε κάνει ο Ήππαρχος. Είναι γνωστός κυρίως για το μεγάλο του έργο, τη ``Μεγάλη Μαθηματική Σύνταξη``

<http://www.ncsa.uiuc.edu/SDG/Experimental/vatican.exhibit/exhibit/full-images/d-mathematics/math17.gif>, γνωστή και ως Αλμαγεσθή (από την ονομασία που της έδωσαν οι Άραβες), η οποία περιείχε τις εργασίες πολλών Ελλήνων αστρονόμων, καθώς και τις δικές του μελέτες σε 13 συνολικά τόμους.

Ο Πτολεμαίος αφιέρωσε πολύ χρόνο στην μελέτη και την βελτίωση της θεωρίας για την κίνηση των πλανητών μέσω ενός πολύπλοκου συστήματος κύκλων και επικύκλων και κατόρθωσε να περιγράψει τις πλανητικές κινήσεις με απόκλιση ίση με το 1/3 της διαμέτρου της Σελήνης. Το μόνο εμπόδιο στην ακόμη μεγαλύτερη ακρίβεια του συστήματος του ήταν η πολυπλοκότητα της χρήσης ενός μεγαλύτερου αριθμού δευτερευόντων κύκλων. Για αυτό ο Πτολεμαίος θεωρείται μέχρι σήμερα ο κλασικός υποστηρικτής της γεωκεντρικής θεωρίας των πλανητικών κινήσεων. Ο Πτολεμαίος είχε φυσικά ενδιαφερθεί για τις κινήσεις των πλανητών, και όχι μόνο για τις θέσεις τους στο διάστημα.

Έτσι, ενώ αυτός είχε τοποθετήσει λίγο πολύ για ευκολία του-τη Γη στο κέντρο των διαγραμμάτων του, πολλοί θεώρησαν την σχέση αυτή ως την απόλυτη και μοναδική αλήθεια και αισθάνονταν απόλυτα ικανοποιημένοι με την άποψη ότι η γη μας παρουσιαζόταν ως το κεντρικό και το πιο σπουδαίο

σημείο του σύμπαντος. Από τότε λοιπόν η επίσημη άποψη ήταν ότι όσα είχαμε να μάθουμε για το Σύμπαν ήταν ήδη γνωστά. Για αυτό και κάθε αντίθετη άποψη ήταν για αυτούς ιδιαίτερα ενοχλητική

Και όσοι διαφωνούσαν και πίστευαν στην ``αμαρτωλή`` περιφορά της γης γύρω από τον Ήλιο, καίγονταν ζωντανοί στην φωτιά της κάθαρσης.

### **Η ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ ΤΗΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ**

Επί 1.400 χρόνια ``η Καθολική Ευρώπη κλωσούσε ευτυχισμένη το αβγό του γεωκεντρισμού, κι ως ήταν κλούβιο``, αφού το βάρος του της αυθεντίας του Πτολεμαίου κυριάρχησε πάνω στην επιστημονική σκέψη του ανθρώπου για τα επόμενα 1.500 χρόνια. Η Γη εθεωρείτο το κέντρο του Σύμπαντος και οι ελάχιστοι που πρότειναν ιδέες, που αργότερα αποδείχτηκαν πιο σωστές, δεν ήταν παρά μεμονωμένες φωνές βωόντων εν τη ερήμω.

Και τότε, μέσα σε σχετικά μικρό διάστημα, ολόκληρος ο κλάδος της αστρονομίας και όλης της επιστήμης, επαναστατικοποιήθηκε από την εμφάνιση αρκετών μεγαλοφυών ανθρώπων.

### **ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΚΟΠΕΡΝΙΚΟΣ**

([http://es.rice.edu/ES/humsoc/Galileo/Things/copernican\\_system/html](http://es.rice.edu/ES/humsoc/Galileo/Things/copernican_system/html))

Ο πρώτος από τους φημισμένους αστρονόμους της Αναγέννησης ήταν ο Νικόλαος Κοπέρνικος, ένας Πολωνός κληρικός και αστρονόμος ο οποίος γεννήθηκε το 1473, και περισσότερο από όλα τον ενδιέφερε η θεωρία παρά η παρατήρηση των ουρανίων σωμάτων. Λίγο πριν από τον θάνατο του, το 1543, δημοσίευσε το μεγάλο του έργο ``De Revolutionibus Orbium Celestium``, (Περί των Ουρανίων Κινήσεων)

(<http://www.bj.uj.edu.pl/bjmanus/revol/titlpage.html>)

Το βιβλίο αυτό είναι στην πραγματικότητα μια συλλογή από επιχειρήματα υπέρ της ιδέας που είχε προτείνει πρώτος ο Αρίσταρχος από την Σάμο πριν από 1.800 χρόνια, ότι ο Ήλιος και όχι η Γη είναι το κέντρο των πλανητικών κινήσεων. Ο Κοπέρνικος θεωρούσε το γεωκεντρικό σύστημα υπερβολικά πολύπλοκο, για αυτό υποστήριζε το πιο απλό ηλιοκεντρικό σύστημα, με την γη να περιστρέφεται γύρω από τον άξονα της μια φορά την ημέρα, και να περιφέρεται γύρω από τον ήλιο μια φορά τον χρόνο.

Ο Κοπέρνικος ήταν και αυτός πεπεισμένος για την αναγκαιότητα της ομοιόμορφης κίνησης και έτσι κατέφυγε και αυτός στους κύκλους και επίκυκλους του Πτολεμαίου, αλλά κατόρθωσε να ξεπεράσει σε ακρίβεια το παλαιότερο σύστημα, χρησιμοποιώντας 34 μόνο κύκλους σε σύγκριση με τους 79 που είχε ανάγκη το γεωκεντρικό σύστημα. Η μόνη ουράνια διάκριση που απέμενε στην γη ήταν το γεωκεντρικό μονοπάτι που διάβαινε κάθε μήνα η Σελήνη.

Η θεωρία του Κοπέρνικου δεν έγινε αμέσως αποδεκτή γιατί το βάρος της γνώμης 19 αιώνων, οι ενδείξεις της καθημερινής εμπειρίας και οι κρατούσες θρησκευτικές απόψεις, ήταν ενάντια στο νέο σύστημα. ``Όταν ο ετοιμοθάνατος Κοπέρνικος κράτησε στα τρεμάμενα χέρια του το πρώτο αντίτυπο του έργου του ``Περί των Ουρανίων Κινήσεων``, η ιερά Εξέταση πρέπει να αισθάνθηκε

ιδιαίτερη λύπη γιατί δεν πρόλαβε να κάψει ζωντανό τον ``αιρετικό`` συγγραφέα που ισχυριζόταν με τόση ασέβεια ότι η Γη κινείται γύρω από τον Ήλιο. Κι έτσι η παλιά Πτολεμαϊκή θεωρία εξακολουθούσε να ακμάζει και στη διάρκεια ακόμη και του 17<sup>ου</sup> αιώνα. Στον πρόλογο του βιβλίου του ο Κοπέρνικος έγραφε: ``Στην αρχή ανακάλυψα στον Κικέρωνα ότι ο Ικέτας πίστευε στην κίνηση της Γης, και από ένα απόσπασμα του Πλουτάρχου έμαθα ότι και άλλοι Έλληνες αστρονόμοι είχαν την ίδια άποψη..``. Ήταν μια άποψη απλή, που πολεμήθηκε με πάθος. Και αν ο φυσικός θάνατος πρόλαβε να γλιτώσει τον Κοπέρνικο από φωτιά, δεν έγινε το ίδιο και για το έργο του, που ``παραδόθηκε στο ανάθεμα και στις φλόγες του θρησκευτικού φανατισμού``. Παρ' όλα αυτά χρειάστηκαν ακόμα 2 γενιές προτού η μάχη, κάτω από πίεση πολιτικών και θρησκευτικών ανακατατάξεων, ανάψει για τα καλά. Σήμερα ο Κοπέρνικος θεωρείται μία από τις πιο αξιοθαύμαστες μορφές της αστρονομίας. ``Είναι ο πρώτος Ευρωπαίος που ελευθέρωσε το πνεύμα του από τα κατακάθια των αστρολογικών αντιλήψεων και άπλωσε αδελφικά το χέρι του στον Ήππαρχο της Ρόδου και τον Αρίσταρχο από την Σάμο``.

### **ΤΖΙΟΡΝΤΑΝΟ ΜΠΡΟΥΝΟ**

[http://services.csi.it/~gbruno/engl/home\\_en.htm](http://services.csi.it/~gbruno/engl/home_en.htm)

<http://es.rice.edu/ES/humsoc/Galileo/People/bruno.html>

Λίγα χρόνια μετά τον θάνατο του Κοπέρνικου, ο κόσμος άρχισε να αφυπνίζεται με την βοήθεια ενός αξιόλογου φιλόσοφου και δασκάλου :του Τζιορντάνο Μπρούνο (1548-1600).

Το Διαδίκτυο έχει δώσει σε αυτόν τον πρωτοπόρο την θέση που του αξίζει. Ο Μπρούνο έχει επηρεαστεί ιδιαίτερα από το νεοδιατυπωμένο κοσμολογικό σύστημα του Κοπέρνικου. Θεώρησε όμως ότι ο Κοπέρνικος δεν είχε προχωρήσει αρκετά. Γιατί το γεγονός ότι τα άστρα φαίνονται ακίνητα, ενώ οι πλανήτες και η Γη εκινούνται, σήμαινε για αυτόν ότι τα άστρα ήταν εκατοντάδες ή και χιλιάδες φορές πιο μακριά από τους πλανήτες. Για να είναι τα άστρα ορατά σε τέτοιες αποστάσεις θα έπρεπε να είναι αφάνταστα λαμπρά. Τόσο λαμπρά όσο και ο ήλιος. Έτσι τώρα, όχι μόνο η Γη είχε υποβαθμιστεί στο επίπεδο ενός απλού πλανήτη, αλλά και ο ίδιος ο ήλιος δεν ήταν παρά ένα λίγο-πολύ κοινό άστρο.

Έτσι ο Μπρούνο, ο λογοτέχνης και δάσκαλος, άρχισε να κλονίζει την ευαίσθητη δομή της αρχαίας κρυστάλλινης σφαίρας των άστρων, που μέχρι τότε περιέκλειε ασφυκτικά τα όρια του Σύμπαντος γύρω από την Γη μας. Φυσικά ο Μπρούνο δεν ήταν αστρονόμος και δεν έκανε παρατηρήσεις. Ήταν φιλόσοφος, και την εικόνα του για το Σύμπαν την δημιούργησε με το μυαλό του. Όπως θα έκανε ο Γαλιλαίος αργότερα, ο Μπρούνο διατύπωσε τις ιδέες του σε έναν διάλογο μεταξύ δυο απόμων με διαφορετικές απόψεις. ``Πως είναι δυνατό να είναι το Σύμπαν άπειρο;`` ρωτούσε ο ένας από τους δυο χαρακτήρες του Μπρούνο. ``Πως είναι δυνατό να είναι το Σύμπαν πεπερασμένο;`` ανέτεινε ο άλλος χαρακτήρας του. Και ο διάλογος συνεχιζόταν : ``Μπορείς να αποδείξεις το πεπερασμένο του Σύμπαντος; Τι είναι αυτή η

διαστολή προς τα έξω, Ποιο είναι το όριο, Μίλα πιο συγκεκριμένα. Μας κράτησες πολύ καιρό σε αγωνία`.

Και ο Μπρούνο μέσα από τους χαρακτήρες του διαλόγου του συνεχίζει :`Ο άνθρωπος δεν μπορεί να αντιληφθεί την έννοια του άπειρου. Καμιά από τις αισθήσεις του δεν τον βοηθάει. Όποιος όμως αρνηθεί τα φαινόμενα που δεν μπορεί να καταλάβει, τότε πρέπει να αρνηθεί και την ίδια του την ύπαρξη. Αν ο κόσμος είναι Πεπερασμένος και αν δεν υπάρχει τίποτα μετά από αυτόν, σας ερωτώ :Που είναι ο κόσμος;Που είναι το Σύμπαν;Μου φαίνεται γελοίο να παραδεχτώ ότι δεν υπάρχει τίποτα πέρα από τους ουρανούς`. Για τις ανορθόδοξες αυτές απόψεις του ο Τζιορντάνο Μπρούνο παραδόθηκε στους ιεροεξεταστές, και κήκε ζωντανός, στη Ρώμη του 1600 μ.Χ.

### **ΤΥΧΩΝ ΜΠΡΑΧΕ**

<http://www.mhs.ox.ac.uk/tycho/index.htm>

Ένας από τους σημαντικότερους παρατηρησιακούς αστρονόμους που έζησαν ποτέ, γεννήθηκε το 1546 και ήταν ο μεγαλύτερος γιος ενός Δανού αριστοκράτη. Ο Τύχων Μπράχε σπούδασε σε τρία διαφορετικά πανεπιστήμια, όπου η αστρονομία και τα μαθηματικά απετέλεσαν τα ιδιαίτερα ενδιαφέροντα του. Παρά το δύστροπο χαρακτήρα του γρήγορα αναγνωρίστηκε σαν ένας σπουδαίος αστρονόμος. Το γεγονός αυτό προκάλεσε το ενδιαφέρον του βασιλιά Φρειδερίκου του 2<sup>ου</sup> της Δανίας, ο οποίος έχτισε για αυτόν ένα πλήρες αστεροσκοπείο.

Ο Τύχων εργάστηκε στο αστεροσκοπείο του Χβεν για 20 χρόνια, κάνοντας παρατηρήσεις πολύ ανώτερες σε ακρίβεια και ποσότητα από όλες όσες είχαν γίνει στο παρελθόν, και οι οποίες έμειναν αξεπέραστες μέχρι την ανακάλυψη του τηλεσκοπίου. Σχεδίασε και κατασκεύασε όργανα που δεν είχαν χρησιμοποιηθεί ποτέ μέχρι τότε, και επινόησε νέους τρόπους και μεθόδους παρατηρήσεων. Όπως και ο Ήππαρχος, ο Τύχων κατέγραψε τη θέση 1.000 περίπου άστρων και πραγματοποίησε ένα μεγάλο αριθμό παρατηρήσεων των θέσεων των πλανητών και της Σελήνης, ανακαλύπτοντας πολλές άγνωστες μέχρι τότε ανομοιομορφίες στις κινήσεις αυτές. Έκανε επίσης σπουδαίες παρατηρήσεις για τους κομήτες, και ήταν ο πρώτος που απέδειξε ότι δεν βρισκόταν μέσα στην ατμόσφαιρα της γης αλλά πολύ μακριά από αυτήν.

### Ο Τύχων

(<http://turnbull.dcs.stand.ac.uk/~history/Mathematicians/Brache.html>)

έδειξε ενδιαφέρον και για τις αντιθέσεις μεταξύ του Πτολεμαϊκού και του Κοπερνίκειου συστήματος και έκανε παρατηρήσεις ειδικά σχεδιασμένες για την επαλήθευση του Ηλιοκεντρικού Συστήματος. Υπέθεσε λοιπόν ότι, αν η Γη γύριζε γύρω από τον Ήλιο, τα κοντινά άστρα θα άλλαζαν θέση, όταν παρατηρούνταν από τις αντίθετες πλευρές της τροχιάς αυτής. Αυτή η μετατόπιση θα έπρεπε να ήταν παρατηρήσιμη ως μια φαινόμενη κίνηση των πλησιέστερων άστρων σε σχέση με τα απόμακρα και αμυδρότερα. Σήμερα η μετατόπιση αυτή ονομάζεται ``παράλλαξη`` και χρησιμεύει για τον καθορισμό της απόστασης των άστρων. Όταν όμως ο Τύχων προσπάθησε να μετρήσει

την παράλλαξη των άστρων δεν μπόρεσε να παρατηρήσει καμιά απολύτως κίνηση.

Το σύστημα του όμως, παρά την λογική του, δεν έγινε ποτέ του ευρύτερα αποδεκτό και σύντομα παραμερίστηκε καθώς οι αποδείξεις της ορθότητας του ηλιοκεντρικού συστήματος πολλαπλασιάζονταν συνεχώς. Μετά τον θάνατο του Φρειδερίκου του 2<sup>ου</sup> όμως, ο Τύχων έπεσε στην δυσμένεια της κυβέρνησης και τελικά πήγε στην Πράγα, όπου βρήκε ένα νέο προστάτη στο πρόσωπο του αυτοκράτορα Ροδόλφου του 2<sup>ου</sup>. Δύο χρόνια αργότερα ο Τύχων πέθανε, αφήνοντας πίσω του ένα πλούτο στοιχείων παρατήρησης στα χέρια του νεαρού βοηθού του Γίochan Κέπλερ.

### ΓΙΟΧΑΝ ΚΕΠΛΕΡ

<http://csep10.phys.utk.edu/astr161/lect/history/kepler.html>

Ο Γίochan Κέπλερ, παρ' ότι προερχόταν από φτωχή οικογένεια, έλαβε μια πάρα πολύ καλή παιδεία και είχε αρχίσει ήδη να διδάσκει στο πανεπιστήμιο του Γκρατς από το 1594 σε ηλικία 23 ετών. Δεν ήταν παρατηρητής, αλλά ένας εξαιρετος θεωρητικός που έστρεψε την προσοχή του στη βελτίωση της ακρίβειας του Κοπερνίκειου Συστήματος πεπεισμένος ότι υπήρχε κάποιος βασικός φυσικός νόμος ή μια ομάδα νόμων, που καθόριζαν τις κινήσεις των πλανητών. Κανένας άνθρωπος στον κόσμο εκείνη την εποχή δεν ήταν πιο κατάλληλος από τον Κέπλερ για να αναλύσει τις παρατηρήσεις του Τύχωνα. Με αυτό το σκεπτικό επικέντρωσε, πρώτα απ' όλα, το ενδιαφέρον του στην τροχιά του Άρη και ακολουθώντας τα βήματα [παλαιότερων αστρονόμων κατασκεύασε ένα πολύπλοκο σύστημα κύκλων και επικύκλων, οι οποίοι αντιπροσώπευαν τις παρατηρήσεις του Τύχωνα με απόκλιση μικρότερη από το 1/4 της διαμέτρου της Σελήνης.

Ο Κέπλερ ([http://www.physics.gmu.edu/classinfo/astr103/CourseNotes/mtn\\_kepl.htm](http://www.physics.gmu.edu/classinfo/astr103/CourseNotes/mtn_kepl.htm)) πίστευε ότι οι παρατηρήσεις του Τύχωνα δεν ήταν δυνατόν να έχουν ένα τόσο μεγάλο λάθος. Έτσι, αντί να κάνει το σύστημα ακόμη πιο πολύπλοκο, στην προσπάθεια του να το βελτιώσει, το έκανα ακόμη πιο απλό, εγκαταλείποντας την ιδέα της κυκλικής κίνησης. Σήμερα είναι τόσο δύσκολο να κατανοήσουμε πόσο επαναστατικό ήταν το επιχείρημα του Κέπλερ να εισαγάγει στις κινήσεις των πλανητών την έλλειψη, καθώς όλοι οι αστρονόμοι στην εποχή του Πλάτωνα πίστευαν ότι οι κινήσεις των πλανητών πρέπει να είναι αποτέλεσμα του συνδυασμού κυκλικών κινήσεων.

Μετά από μακρές και επίμονες δοκιμές διαφόρων υποθέσεων, ο Κέπλερ έκανε δυο βασικές διαπιστώσεις: πρώτον ότι ο Άρης κινείται σε μια έλλειψη, με τον ήλιο σε μια από τις δυο εστίες και δεύτερον ανακάλυψε τον νόμο που καθορίζει την ταχύτητα με την οποία ο Άρης κινείται στα διάφορα τμήματα της τροχιάς του. Οι δυο νόμοι του Κέπλερ δημοσιεύτηκαν το 1609, ενώ λίγο αργότερα απέδειξε ότι οι δύο αυτοί νόμοι έχουν ισχύ και για όλους τους άλλους πλανήτες.

Με τους δυο αυτούς νόμους, που ήταν αποτέλεσμα οκτώ χρόνων εργασίας, ο Κέπλερ μπορούσε να εξηγήσει άνετα τις κινήσεις του Άρη με μηδαμινά σχεδόν λάθη. Το γεγονός αυτό ήταν μια τεράστια πρόοδος και όχι απλά μια βελτίωση των παλαιότερων θεωριών. Δεν ήταν δηλαδή μια ακόμη θεωρία,

αλλά μια ακριβής και απλής περιγραφής της πραγματικής πορείας του πλανήτη στο διάστημα. Δέκα χρόνια αργότερα, ύστερα από επίμονη μελέτη, ο Κέπλερ ανακάλυψε εκτός από τους δυο πρώτους του νόμους και ένα τρίτο νόμο, που αφορούσε τις σχέσεις μεταξύ των κινήσεων των πλανητών. Έτσι, οι κινήσεις των πλανητών έγιναν κατανοητές και περιγράφηκαν με ακρίβεια, ενώ οι λανθασμένες απόψεις του παρελθόντος απορρίφθηκαν με βάση την ακρίβεια των παρατηρήσεων του Τυχώνα και τα σωστά συμπεράσματα που αποκόμισε από αυτές η ιδιοφυία του Κέπλερ.

### **ENTMOYNT XALEΪ**

<http://es.rice.edu/ES/hunsoc/Galileo/Catalog/Files/halley.html>

Οι γενιές των επιστημόνων που εξελίχθηκαν μετά την αναγέννηση είδαν το όλο πρόβλημα των πλανητικών κινήσεων ως μια πραγματική πρόκληση. Ένας από αυτούς, ο Έντμουτ Χάλεϊ, προσπάθησε επίμονα να ανακαλύψει ποια ήταν η δύναμη στην οποία οφειλόταν η κίνηση των πλανητών. Ο Χάλεϊ ενδιαφερόταν και για τους κομήτες και πίστευε ότι ίσως και αυτά τα σώματα κινούνται γύρω από τον Ήλιο σε ελλείψεις, σύμφωνα με τους νόμους του Κέπλερ. Γνωρίζουμε φυσικά ότι, αν η τροχιά ενός πλανήτη είναι κυκλική, τότε η δύναμη που τον κινεί κατευθύνεται προς τον Ήλιο και πρέπει να ποικίλλει αντιστρόφως ανάλογα με την απόστασή του. Δεν ήταν όμως σε θέση να επεκτείνει την αρχή αυτή και στις ελλειπτικές τροχιές. Τον Αύγουστο του 1684 ο Χάλεϊ αποφάσισε να επισκεφτεί τον Νεύτωνα στο Κέιμπριτζ και να τον συμβουλευτεί πάνω στο πρόβλημα αυτό.

### **ΙΣΑΑΚ ΝΕΥΤΩΝ**

<http://128.163.113.57/cover.html>

Ο Νεύτων ήταν ένας μεγάλος μαθηματικός και έδειχνε ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τα αστρονομικά προβλήματα της εποχής του. Έτσι η απάντηση του ήταν άμεση: η καμπύλη που διαγράφει ένας κομήτης ή ένας πλανήτης, αν η κεντρική δύναμη που ασκείται πάνω του ποικίλει αντιστρόφως ανάλογα με το τετράγωνο της απόστασής του, πρέπει να είναι μια έλλειψη. Ο Νεύτων είπε στον Χάλεϊ ότι είχε ήδη βρει τις αποδείξεις για την ορθότητα της λύσης του προβλήματος αυτού, αλλά δεν τις είχε διαθέσιμες την στιγμή εκείνη. Του υποσχέθηκε ότι θα του τις έστελνε αργότερα. Η σημαντικότερη εργασία του Νεύτωνα, που δημοσιεύτηκε το 1687 με έξοδα του Έντμουτ Χάλεϊ, περιείχε τα στοιχεία του πρώτου βιβλίου της φημισμένης του μελέτης "Principia", που θεμελιώνει τον Παγκόσμιο Νόμο της Βαρύτητας. Σύμφωνα με το νόμο αυτό το κάθε σωματίδιο ύλης στο Σύμπαν έλκει κάθε άλλο σωματίδιο, με μια δύναμη, η οποία είναι ανάλογη με την μάζα των σωματιδίων και αντιστρόφως ανάλογη με το τετράγωνο της μεταξύ τους απόστασης. Αυτό σημαίνει ότι, αν η μάζα του ενός από τα δύο σώματα διπλασιαστεί, θα διπλασιαστεί επίσης και η δύναμη έλξης μεταξύ τους. Εάν όμως διπλασιαστεί η απόσταση μεταξύ τους, η δύναμη της έλξης μεταξύ τους θα μειωθεί στο μισό της προηγούμενης

ισχύος της. Η φύση της έλξης αυτής δεν εξηγήθηκε ποτέ και ο Νεύτων ήταν προσεκτικός στο να αναφέρει απλά και μόνο ότι τα σώματα συμπεριφέρονται σα να αλληλο-έλκονται με αυτόν τον τρόπο.

Ο Παγκόσμιος Νόμος της Βαρύτητας έχε τεράστια σημασία για τη μετέπειτα εξέλιξη της αστρονομίας. Ο Νεύτων μας έδειξε ότι οι τρεις νόμοι του Κέπλερ για την κίνηση των πλανητών μπορούσαν να προκύψουν με μαθηματικό τρόπο από την δική του θεωρία, η οποία δεν εξηγούσε μόνο τις κινήσεις των πλανητών, αλλά και πολλά άλλα φαινόμενα όπως οι παλίρροιες και οι ισημερίες (που είχε ανακαλύψει ο Ήππαρχος πριν από 1.800 χρόνια). Η ουράνια μηχανική μελετήθηκε έκτοτε πιο εντατικά και οι κατοπινοί μαθηματικοί σημείωσαν μεγάλες προόδους εφαρμόζοντας τους νόμους του Νεύτωνα.

Ο Νεύτων θεωρείται ως ο μεγαλύτερος επιστήμονας όλων των εποχών. Συνείσφερε πολύ και στα μαθηματικά και στην φυσική, και ο νόμος της βαρύτητας που διατύπωσε είναι ίσως το μεγαλύτερο άλμα που έγινε ποτέ στην φυσική επιστήμη. Παρά την φήμη του και την ιδιοφυΐα του παρέμεινε πάντοτε ένας απλός και ταπεινός άνθρωπος. ``Δεν γνωρίζω πως φαίνομαι στον κόσμο`` έγραφε ``αλλά στον εαυτό μου μοιάζω με ένα μικρό παιδί που παίζει στην παραλία και απασχολείται βρίσκοντας κάττου-κάττου ένα πιο ομαλό βότσαλο ή ένα όμορφο κοχύλι από τα συνηθισμένα, ενώ μπροστά του απλώνεται ανεξερεύνητος ο απέραντος ωκεανός``.

<http://home.cern.ch/m/mcnab/www/n>

### **ΟΙ ΚΟΝΤΙΝΟΙ ΑΓΝΩΣΤΟΙ**

Το 1772 ένας καθηγητής με το όνομα Τίπους στο Βίπτενμπεργκ επισήμανε την καταπληκτική συμμετρία στις αποστάσεις της τροχιάς των 6 τότε γνωστών πλανητών (συμπεριλαμβανόμενη φυσικά και της Γης μας). Χρησιμοποιώντας μια σειρά αριθμών που αυξάνονταν προοδευτικά μπόρεσε να εντοπίσει τις αποστάσεις των πλανητών από τον Ήλιο με εντυπωσιακή ακρίβεια. Άρχισε με μια γεωμετρική πρόοδο που είχε ως βάση τον αριθμό 3, ενώ κάθε επόμενος αριθμός ήταν το διπλάσιο του προηγούμενου. Τελικά, δημιούργησε την σειρά 0,4-0,7-1,0-1,6-2,8-5,2 και 10,0 που προσδιορίζει με πάρα πολύ καλή προσέγγιση τις σχετικές αποστάσεις κάθε πλανήτη από τον Ήλιο. Η λογική γεωμετρική πρόοδος του Τίπου για την θέση που είχαν οι τροχιές των πλανητών έπεισε πολλούς επιστήμονες ότι υπάρχει πράγματι μια άμεση μαθηματική σχέση που καθορίζει τις θέσεις των πλανητών στο Ηλιακό Σύστημα. Κανένας φυσικά δεν ήξερε ποια ήταν η σχέση αυτή ή ποια ήταν η σημασία της, αλλά ήταν βέβαιοι ότι η σειρά αυτή πρέπει να σήμαινε κάτι. Ένας Γερμανός καθηγητής, ο Γιόχαν Έλερτ Μπόντε εντυπωσιάστηκε περισσότερο από όλους από την μαθηματική σειρά Τίπους.

Ο Μπόντε ασχολήθηκε εκτεταμένα σε τέτοιο βαθμό, που η απλή αυτή μαθηματική σχέση έγινε γνωστή ως Νόμος του Μπόντε, παρά το γεγονός ότι δεν ήταν μια ανακάλυψη του Μπόντε, αλλά ούτε και νόμος με την επιστημονική έννοια του όρου. Ο Τίπους και ο Μπόντε γνώριζαν φυσικά ένα Ηλιακό Σύστημα με 6 μόνο πλανήτες, για αυτό δεν μπορούσαν να

κατανοήσουν τι σήμαινε ο αριθμός 2,8 στην πρόοδο που μελετούσαν. Μήπως ήταν άραγε ένα βασικό λάθος στην σειρά των αριθμών του Τίπιους ή μήπως υπήρχε ένας άγνωστος πλανήτης που καταλάμβανε την θέση του αριθμού 2,8 στο Ηλιακό Σύστημα ; Η πίστη στο νόμο του Μπόντε προκάλεσε πολλούς να αρχίσουν αμέσως την έρευνα για τον άγνωστο πλανήτη.

### **Η ΑΝΑΚΑΛΥΨΗ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ ΟΥΡΑΝΟΥ**

<http://seds.lpl.arizona.edu/nineplanets/nineplanets/uranus.html>

Στις 13 Μαρτίου 1781 ο Ουίλιαμ Χέρσελ

(<http://www.physics.gmu.edu/classinfo/astr103/CourseNotes/ECText/Bios/herschel.htm>) ανακάλυψε με το τηλεσκόπιο του ένα μικρό πρασινωπό στίγμα. Στην αρχή νόμισε ότι ήταν κάποιος κομήτης που θα σχημάτιζε την ουρά του καθώς θα πλησίαζε στον Ήλιο. Δεν κινήθηκε ποτέ προς τον Ήλιο και έτσι ο Χέρσελ συμπέρανε ότι ήταν πλανήτης, ο πρώτος που ανακαλύφθηκε με τηλεσκόπιο. Ο νέος πλανήτης ονομάστηκε Ουρανός προς τιμήν του αρχαίου Έλληνα θεού. Επειδή ο νόμος του Μπόντε πρόβλεπε μια απόσταση 19.6 φορές μεγαλύτερη από την απόσταση Γης-Ηλίου ως την επόμενη πλανητική θέση πέρα από τον Κρόνο και επειδή ο Ουρανός ταίριαζε απόλυτα στην θέση αυτή, πολλοί άνθρωποι το θεώρησαν ως απόδειξη ότι ο νόμος του Μπόντε ήταν σωστός και ήταν περισσότερο από ποτέ πεπεισμένοι ότι ο πλανήτης που προέβλεπε τον αριθμό 2,8 του Μπόντε πρέπει σίγουρα να υπάρχει. Η έρευνα για την ανακάλυψη του πλανήτη, του οποίου η τροχιά προσδιοριζόταν από τον νόμο του Μπόντε ότι πρέπει να βρίσκεται στον Άρη και τον Δία εντατικοποιήθηκε και κράτησε 20 χρόνια. Έτσι, την πρώτη νύχτα του 19<sup>ου</sup> αιώνα (1 Ιανουαρίου 1801), ένας Ιταλός αστρονόμος στο Παλέρμο της Σικελίας, ο Ιησουίτης μοναχός Τζιουζέππε Πιάτσι, ενώ εργαζόταν στην προετοιμασία ενός αστρικού καταλόγου, ανακάλυψε ένα νέο άστρο ογδούου μεγέθους στον αστερισμό του Ταύρου, το οποίο παρουσίαζε μια κίνηση προς την δύση. Ο Πιάτσι πίστευε τότε ότι είχε ανακαλύψει κάποιον περίεργο κομήτη, χωρίς ουρά και κεφαλή, και παρακολούθησε την κίνηση του μέχρι της 11 Φεβρουαρίου, οπότε αρρώστησε σοβαρά και εγκατέλειψε τις παρατηρήσεις του. Όταν τα νέα για την ανακάλυψη του Πιάτσι έφτασαν στον Μπόντε στο Βερολίνο, το ουράνιο αυτό αντικείμενο βρισκόταν υπερβολικά κοντά στον Ήλιο για να παρατηρηθεί.

### **ΟΙ ΝΕΟΤΕΡΕΣ ΑΝΑΚΑΛΥΨΕΙΣ**

<http://www.yalr.edu/~Klheller/gauss.html>

Ο Μπόντε, που πίστευε ότι ήταν ο υποθετικός του πλανήτης, φοβήθηκε τότε ότι θα χάνονταν τα ίχνη του, οπότε στο κρίσιμο αυτό σημείο εμφανίστηκε ένας νεαρός μαθηματικός, ο Καρλ Φρήντριχ Γκάους, στο πανεπιστήμιο του Μπράνσβικ, ο οποίος χρησιμοποιώντας μια πανίσχυρη μέθοδο υπολογισμού πλανητικών τροχιών πρόβλεψε τις μελλοντικές θέσεις του ουράνιου αντικειμένου. Οι υπολογισμοί του Γκάους για την τροχιά που ακολουθούσε το άγνωστο ουράνιο σώμα που πρώτος ανακάλυψε ο Πιάτσι επαληθεύτηκαν, παρά τον άσχημο καιρό που επικρατούσε, όταν το αντικείμενο αυτό εντοπίστηκε και από τον Όλμπρες στη Βρέμη. Ο Πιάτσι του έδωσε τότε το όνομα Δήμητρα προς τιμή της προστάτιδας της Σικελίας. Την

άνοιξη του 1802 ο Όλμπρες ανακάλυψε στην ίδια περιοχή έναν άλλο αστεροειδή, (χαρακτηρισμό που δόθηκε στα σώματα αυτά από τον Χέρσελ) ενώ μετέπειτα έρευνες απέδειξαν ότι υπάρχουν χιλιάδες τέτοια αντικείμενα. Ο Όλμπρες πρότεινε τότε ότι οι αστεροειδής, ίσως να αποτελούν τα κομμάτια ενός κατεστραμμένου πλανήτη, γεγονός που εξηγούσε εύκολα την τροχιά του.

Η απόδειξη της κοινής τους προέλευσης δεν αποδείχτηκε ποτέ. Εάν υπήρξε πραγματικά ένας πλανήτης-πρόγονος των αστεροειδών, τότε αυτός θα έπρεπε να ήταν μικρότερος ακόμα και από την Σελήνη. Η αποτελεσματικότητα της τροχιακής και βαρυτικής θεωρίας του Νεύτωνα αποδείχτηκε περίτρανα το 1846, όταν ορισμένες κινήσεις επιβεβαίωσαν τη θεωρητική εξήγηση της ανώμαλης κίνησης του Ουρανού. Το λάθος στην κίνηση του μέχρι το 1845 έφτανε το 1/100 της διαμέτρου της Σελήνης. Όσο μικρό και ασήμαντο φαίνεται το λάθος αυτό, απαιτούσε εν τούτοις μια εξήγηση. Η εξήγηση δόθηκε τελικά από δυο μαθηματικούς αστρονόμους, τον Τζον Κάουτς Άνταμς στη Βρετανία και τον Ούρμπεν Λεβεριέ στη Γαλλία, οι οποίοι εργάζονταν ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο.

Σε ηλικία 20 ετών, όταν ήταν ακόμα φοιτητής στο Κέιμπριτζ, Τζον Κ. Άνταμς έδειξε ενδιαφέρον για την κίνηση του Ουρανού και αποφάσισε ότι πρέπει να υπάρχει και άλλος, άγνωστος μέχρι τότε πλανήτης, πέρα από την τροχιά του Ουρανού και ότι η βαρυτική έλξη αυτού ανάγκαζε τον Ουρανό να ξεφεύγει από την προβλεπόμενη πορεία του. Ύστερα από δυο χρόνια μελέτης, ο Άνταμς κατόρθωσε να περιγράψει την τροχιά του υποτιθέμενου πλανήτη και να προβλέψει σε ποιο σημείο του ουρανού θα μπορούσε να εντοπιστεί. Τα στοιχεία αυτά τα έδωσε ο καθηγητής Τσάλις, διευθυντή του αστεροσκοπείου του Κέιμπριτζ και στο διευθυντή του αστεροσκοπείου του Γκρήνουιτς στις 21 Οκτωβρίου 1845.

Στη Γαλλία ο Ούρμπεν Λεβεριέ, αντίθετα με τον Άνταμς, ήταν ήδη ένας γνωστός και αναγνωρισμένος μαθηματικός και αστρονόμος. Όπως ο Άνταμς έτσι και αυτός πρόβλεψε την ύπαρξη ενός πλανήτη πέρα από τον Ουρανό. Στις 18 Σεπτεμβρίου του 1846 ο Λεβεριέ έγραψε στον Γκάλε του αστεροσκοπείου του Βερολίνου δίνοντας του λεπτομερές οδηγίες για την τοποθεσία που έπρεπε να ψάξει για το νέο πλανήτη. Το γράμμα έφτασε στο Βερολίνο στις 28 Σεπτεμβρίου 1846 και τη νύχτα εκείνη, 6 μέρες πριν ο Τσάλις ανακαλύψει στην Αγγλία τον νέο πλανήτη, ο Γκάλε ύστερα από εργασία μισής ώρας, ανακάλυψε πρώτος το νέο πλανήτη. Σήμερα, τόσο ο Άνταμς όσο και ο Λεβεριέ μοιράζονται εξίσου την τιμή της ανακάλυψης του Ποσειδώνα.

Η ανακάλυψη του Ποσειδώνα εδραίωσε ακόμη περισσότερο το νόμο του Νεύτωνα για τη βαρυτική έλξη, αλλά ο νόμος αυτός δεν μπόρεσε να εξηγήσει απόλυτα την κίνηση του πλανήτη Ερμή. Ο Λεβεριέ προσπάθησε να εξομαλύνει τις παρατηρούμενες ανωμαλίες υποθέτοντας την ύπαρξη ενός ακόμα πλανήτη μεταξύ Ήλιου και Ερμή, αλλά σήμερα γνωρίζουμε ότι τέτοιος πλανήτης δεν υπάρχει. Επίσης γνωρίζουμε ότι το πρόβλημα βρισκόταν στην ίδια θεωρία του Νεύτωνα, η οποία παρά την επιτυχία της σε άλλες περιπτώσεις, στην περίπτωση του Ερμή δεν ισχύει. Τελικά, για να εξηγηθούν

οι ανωμαλίες της κίνησης του Ερμή ήταν απαραίτητος ένας νέος νόμος.

### **Ο ΝΟΜΟΣ ΤΗΣ ΣΧΕΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΛΜΠΕΡΤ ΑΙΝΣΤΑΙΝ**

<http://physics.syr.edu/courses/modules/LIGHTCONE>

Ο Αϊνστάιν αποφάσισε να δει τον κόσμο από μια προοπτική διαφορετική από ότι μέχρι τότε κάτι που απέδωσε εκπληκτικά αποτελέσματα. Έτσι, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η ύλη σχετίζεται με τον χώρο καμπυλώνοντας τον με τέτοιο τρόπο, ώστε να παραμορφώνει την τροχιά του Ερμή. Επειδή ο Ήλιος βρίσκεται στο κέντρο του Ηλιακού Συστήματος, η τεράστια μάζα του παραμορφώνει τις τροχιές όλων των πλανητών, με ακόμη μεγαλύτερη παραμόρφωση της τροχιάς του. Ούτε αυτό ήταν το τέλος του πλανήτη χ. Γύρω στα 1900 οι αστρονόμοι άρχισαν να παρατηρούν ότι ο Ποσειδώνας ξέφευγε από την προβλεπόμενη τροχιά του.

Ακόμα και μετά την ανακάλυψη του η τροχιά του Ποσειδώνα δεν μπορούσε να υπολογιστεί με απόλυτη ακρίβεια και παρέμεινε ένα απειροελάχιστο μεν, αλλά παρ' όλα αυτά, υπαρκτό λάθος στον υπολογισμό της. Αυτοί την φορά δυο Αμερικάνοι αστρονόμοι προσπάθησαν να λύσουν το πρόβλημα υποθέτοντας την ύπαρξη ενός ακόμη αγνώστου πλανήτη, του οποίου η βαρυτική έλξη προκαλούσε ανωμαλίες στην τροχιά του Ποσειδώνα. Τα γεγονότα που επακολούθησαν ανηγράφουν σχεδόν τη διαδικασία της ανακάλυψης του Ποσειδώνα.

### **ΟΙ ΤΕΛΕΥΤΑΙΟΙ ΠΛΑΝΗΤΕΣ**

<http://www.flandrau.org/lowell.html>

Ο Πέρσιβαλ Λόουελ, ιδρυτής και διευθυντής του αστεροσκοπείου Λόουελ στην Αριζόνα υπολόγισε μια τροχιά από την οποία θα μπορούσαν να προβλεφθούν οι θέσεις του νέου πλανήτη. Δημοσίευσε την εργασία του το 1915 και προγραμμάτισε μια φωτογραφική έρευνα για το νέο πλανήτη, αλλά πέθανε πριν προλάβει να την πραγματοποιήσει.

Οι έρευνες συνεχίστηκαν στο αστεροσκοπείο Λόουελ και στις 23 Ιανουαρίου 1930, ένας νεαρός ερασιτέχνης αστρονόμος που εργαζόταν ως βοηθός στο αστεροσκοπείο, ο Κλάϊντ Τόμπο, ύστερα από εξέταση περισσότερων του μισού εκατομμυρίου φωτογραφιών, εντόπισε ένα αντικείμενο που παρουσίαζε την προβλεπόμενη κίνηση. Ύστερα από εντατική παρακολούθηση του αντικειμένου αυτού επί δύο μήνες, ανακοινώθηκε τελικά η ανακάλυψη του νέου πλανήτη που ονομάστηκε Πλούτων, στις 13 Μαρτίου 1930, ημερομηνία που συνέπεσε με την 75<sup>η</sup> επέτειο της γέννησης του Πέρσιβαλ Λόουελ, και την 149<sup>η</sup> της ανακάλυψης του Ουρανού.

Το πιο εντυπωσιακό όμως στοιχείο σε όλη αυτή την ιστορία είναι ότι τελικά ο Πλούτωνας διαθέτει πολύ μικρή μάζα για να μπορέσει να επηρεάσει βαρυτικά τον Ποσειδώνα. Οι υποτιθέμενες όμως ανωμαλίες στην τροχιά του, χάρη στις οποίες έγινε και η έρευνα για την ανακάλυψη του νέου πλανήτη, ήταν στην πραγματικότητα ανύπαρκτες και οφείλονταν σε λανθασμένους υπολογισμούς της επίδρασης των άλλων πλανητών πάνω του. Η μέθοδος του Λόουελ ήταν μεν σωστή, αλλά τα στοιχεία πάνω στα οποία στήριξαν τους υπολογισμούς τους ήταν λανθασμένα. Το γεγονός ότι ο νέος πλανήτης

βρέθηκε εκεί ακριβώς όπου υπέδειξαν τα λανθασμένα στοιχεία, οφείλονταν καθαρά και μόνο σε μια εκπληκτική σύμπτωση.

### **ΕΚΑΤΟΜΜΥΡΙΑ ΓΑΛΑΞΙΕΣ**

Το 1750 ένας ερασιπέχνης αστρονόμος, ο Τόμας Ράιτ, δημοσίευσε μια θεωρία περί Σύμπαντος και του Γαλαξία μας μέσα σε αυτό. Οι ιδέες του απέκτησαν γρήγορα περισσότερο κύρος, λόγω της υποστήριξης που έδειξε σε αυτές ο μεγάλος Γερμανός φιλόσοφος Ιμάνιουελ Καντ (1724-1804). Οι Ράιτ και ο Καντ υποστήριζαν ότι ο γαλαξίας μας, που δίνει την εντύπωση ενός φωτισμένου ποταμού πάνω στο νυχτερινό ουρανό, ήταν ένας μόνο από τους κόσμους-νησιά που ήταν διάσπαρτα στο Σύμπαν. Υποστήριζαν ότι όλα τα άστρα που μας είναι ορατά ανήκουν στο δικό μας Γαλαξία.

Έτσι, για πρώτη φορά σχεδιάστηκε από τον άνθρωπο η εικόνα του δικού μας κόσμου, στη μορφή ενός αντικειμένου σε σχήμα φακού, όπως όταν δυο πιάτα ενώνονται μεταξύ τους πρόσωπο με πρόσωπο. Σε αυτή την δομή ο Ήλιος ήταν τοποθετημένος κοντά στο κέντρο του. Οπότε εξηγείται και η όψη του φωτεινού ποταμού που μας δίνεται, όταν από το επίπεδο του γαλαξία κοιτάξουμε γύρω μας. Αν αντίθετα κοιτάξουμε πάνω ή κάτω, από το γαλαξιακό επίπεδο, τα άστρα λιγοστεύουν, γιατί προς τις κατευθύνσεις αυτές ο "φακός" είναι λεπτότερος. Όλες αυτές οι υποθέσεις που έκαναν οι δυο άντρες βασίστηκαν ομολογουμένως σε λίγες μόνο παρατηρήσεις, απετέλεσαν την βάση από την οποία προχώρησε ο Ουίλιαμ Χέρσελ.

Ο Χέρσελ ήταν μουσικός και σε νεαρή ηλικία, το 1757, μετακόμισε από το Ανόβερο στο Λονδίνο. Σε ηλικία 35 χρονών αγόρασε ένα βιβλίο αστρονομίας και έκτοτε έγινε ένθερμος θιασώτης της επιστήμης του ουρανού, κάνοντας μερικές από τις πιο σπουδαίες ανακαλύψεις στην αστρονομία στα τέλη 18<sup>ου</sup> και στις αρχές του 19<sup>ου</sup> αιώνα. Στη διάρκεια της σταδιοδρομίας του ασχολήθηκε με την κατασκευή 200 περίπου από τα μεγαλύτερα τηλεσκόπια της εποχής του, με τα οποία επιδόθηκε στο δύσκολο και φιλόδοξο έργο της ουράνιας χαρτογράφησης με τη βοήθεια της αδελφής Καρολαίν.

Διαλέγοντας 683 περιοχές του ουρανού καλά διαχωρισμένες μεταξύ τους και κάνοντας την απαραίδεκτη, για την εποχή μας, υπόθεση ότι τα άστρα έχουν την ίδια λαμπρότητα και απέχουν εξίσου το ένα από το άλλο, κατάληξε στο συμπέρασμα ότι ο αριθμός των καταμετρημένων άστρων προς μια δεδομένη κατεύθυνση θα είναι ανάλογος προς το πάχος του Γαλαξία μας στην κατεύθυνση αυτή. Η εσφαλμένη αυτή εντύπωση οδήγησε και στο εσφαλμένο αποτέλεσμα, που δημοσίευσε το 1875, ότι ο Ήλιος βρίσκεται στο κέντρο του Γαλαξία αφού προς οποιαδήποτε κατεύθυνση και αν κοιτάξουμε, ο αριθμός των άστρων μικραίνει, όσο αυξάνεται και η απόστασή τους από τον Ήλιο. Ο Χέρσελ ανακάλυψε επίσης ότι τα πλεονεκτήματα άστρα βρίσκονταν στο επίπεδο του Γαλαξιακού φακού, ενώ τα λιγότερα στις κατευθύνσεις που ήταν κάθετες σε αυτό το επίπεδο. Το Γαλαξιακό πάντως μοντέλο του Χέρσελ επικράτησε καθ' όλη τη διάρκεια του 19<sup>ου</sup> αιώνα και μέχρι τη στιγμή που γεννήθηκε η σύγχρονη αστρονομία.

Στη διάρκεια της χαρτογράφησης του ο Χέρσελ ανακάλυψε εκατοντάδες νέα νεφελώδη αντικείμενα διασκορπισμένα παντού. Εντυπωσιασμένος από τις

πρώτες του εντυπώσεις ασχολήθηκε αργότερα πιο εντατικά και επί επτά ολόκληρα χρόνια με την ανακάλυψη και χρονογράφιση 2.000 νέων νεφελωδών αντικειμένων. Την εργασία αυτή του πατέρα του συνέχισε επί δεκαετίες και ο γιος του ο Τζον ο οποίος το 1864 δημοσίευσε το ``Γενικό Κατάλογο Νεφελωιδών, ο οποίος συμπεριλάμβανε 5.079 αντικείμενα. Δεκαεπτά χρόνια μετά τον θάνατο του Τζον Χέρσελ, ο κατάλογος του αναδομήθηκε και επεκτάθηκε, ώστε το 1895 δημοσιεύτηκε ο ``Νέος Γενικός Κατάλογος`` (NGC=New General Catalog) τον οποίο ακολούθησαν δυο ``Παραρτήματα`` (IC=Index Catalogs).

Οι κατάλογοι αυτοί περιλαμβάνουν 15.000 συνολικά νεφελώδη αντικείμενα: νεφελώματα αερίων και σκόνης, αστρικά σμήνη και νεφελοειδείς, των οποίων όμως η φύση αποτελούσε από αιώνες αντικείμενο διαφωνιών και αντεγκλήσεων. Ένα πρόβλημα που χρειάστηκε να περάσουν δύο αιώνες, προτού βρεθεί η λύση του. Είναι πάντως γεγονός ότι και σήμερα χρησιμοποιούμε τους αριθμούς των καταλόγων αυτών, για να προσδιορίσουμε τα περισσότερα από τα θαυμάσια στολίδια του ουρανού.

(<http://ireland.iol.ie/~mcgibbon/birr.html>)

Το 1850, ο Ουίλιαμ Πάρσονς, τρίτος κόμης του Ρος στην Ιρλανδία, κατασκεύασε το μέχρι τότε μεγαλύτερο τηλεσκόπιο στον κόσμο, που ονομάστηκε ``Λεβάθιαν του Παρσονστάουν`` (Λεβάθιαν είναι η ονομασία ενός τεράστιου θαλάσσιου τέρατος που περιγράφεται με λεπτομέρεια στο βιβλίο του Ιώβ στην Παλαιά διαθήκη). Με το τηλεσκόπιο αυτό που είχε μήκος 16 μέτρων και διάμετρο κατόπτρου που έφτανε σχεδόν τα 2 μέτρα, ο Πάρσονς επεδόθη στη μελέτη των νεφελωιδών. Τα παράξενα αυτά αντικείμενα, πολλά από τα οποία είχαν χαρτογραφηθεί από τον Γάλλο Σαρλ Μεσσιέ και τους πατέρα (Ουίλιαμ) και υιό (Τζον) Χέρσελ στους καταλόγους των ουράνιων αντικειμένων, δεν φαίνονταν να είναι ούτε αστρικά σμήνη (ανοιχτά ή σφαιρωτά), αλλά ούτε και νεφελώματα αερίων και σκόνης. Η φύση των νεφελωιδών αποτελούσε για αιώνες αντικείμενο διαφωνιών και αντεγκλήσεων. Το τεράστιο όμως τηλεσκόπιο του Πάρσονς κατόρθωσε να του αποκαλύψει μια ξεχωριστή σπειροειδή μορφή, που είχαν ορισμένοι από τους νεφελωειδής. Έτσι οδηγήθηκε στο συμπέρασμα ότι οι νεφελωειδής αυτοί να ήταν στην πραγματικότητα μεμονωμένα και ξεχωριστά κοσμικά νησιά, απόμακρες δηλαδή αστρικές πολιτείες, όπως είχαν άλλοτε υποστηρίξει και οι Ράιτ και Καντ 100 χρόνια αργότερα.

Το 1917, περισσότερο από έναν αιώνα μετά την εργασία του Ουίλιαμ Χέρσελ που είχε οδηγήσει στο μοντέλο του γαλαξιακού δίσκου με τον Ήλιο στο κέντρο του, ο Αμερικανός αστρονόμος Χάρλοου Σάπλεϊ (1885-1972).

([http://antwarp.gsfc.nasa.gov/htmltest/gifcity/shapley\\_obit.html](http://antwarp.gsfc.nasa.gov/htmltest/gifcity/shapley_obit.html)) εξέταζε την κατανομή των σφαιρωτών σμηνών. Μερικές από αυτές τις τεράστιες και πυκνές συλλογές άστρων περιέχουν ένα εκατομμύριο μέλη. Χρησιμοποιώντας το τηλεσκόπιο των 2,5 μέτρων του αστεροσκοπείου του όρους του Γουίλσον στη Καλιφόρνια, ο Σάπλεϊ άρχισε να παρατηρεί 69 από τα τότε γνωστά σφαιρωτά σμήνη, και το πρώτο πράγμα που τον εντυπωσίασε ήταν το ότι, περιέργως, τα σμήνη αυτά δεν φαίνονταν διασκορπισμένα στον ουρανό. Τα

περισσότερα τα έβρισκε στον καλοκαιρινό ουρανό και προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση, ενώ το 1/3 περίπου από αυτά ήταν μαζεμένο γύρω από τον αστερισμό του Τοξότη, που δεν αποτελεί παρά μόνο το 2% μόνο της ουράνιας έκτασης.

Χρησιμοποιώντας τα μεταβλητά άστρα, όπως είναι οι Κηφίδες, στα σμήνη αυτά, ο Σάπλεϊ υπολόγισε τις αποστάσεις τους καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι βρίσκονται στην επιφάνεια μιας νοητής σφαίρας της οποίας το κέντρο ετοποθετείτο στην κατεύθυνση του αστερισμού του Τοξότη. Ήταν επίσης λογικό ότι τα σφαιρωτά σμήνη, σαν αντικείμενα μεγάλης μάζας, θα έπρεπε να περιφέρονται γύρω από το κέντρο του γαλαξία, έτσι ακριβώς όπως το Ηλιακό μας Σύστημα οι πλανήτες, περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο. Έτσι ο Σάπλεϊ υπολόγισε ότι το κέντρο των σφαιρωτών σμηνών, το πιθανό κέντρο του γαλαξία μας, πρέπει να ήταν σχεδόν 50.000 έτη φωτός μακριά από τον Ήλιο.

Αργότερα ανακαλύφτηκε ότι το μέγεθος αυτό ήταν λίγο υπερβολικό, εξαιτίας της διαστημικής σκόνης και αερίων που απορροφούν μέρος του φωτός από τα μακρινά σμήνη. Παρ' όλα αυτά η εργασία του Σάπλεϊ μας είχε δώσει μια ξεκάθαρη εικόνα του Γαλαξία μας και των άστρων που φαίνονται στον νυχτερινό ουρανό, σε πλήρη όμως αντίθεση με το Γαλαξιακό μοντέλο που επικρατούσε ως τότε και ήθελε τον Ήλιο στο κέντρο. Συνεπώς ο Ήλιος μας θα έπρεπε να βρίσκεται πολύ μακριά από το κέντρο, ενώ ο Γαλαξίας μας θα έπρεπε να είναι διπλάσιος σε μέγεθος.

Με την ραγδαία εξέλιξη της φωτογραφικής τέχνης και τη βοήθεια του τεράστιου για την εποχή εκείνη τηλεσκοπίου των 2,5 μέτρων στο Όρος Ουίλσον στην Καλιφόρνια, ο αστρονόμος Έντουιν Χάμπλ

(<http://www.nor.com.au/users/gaiaguys/hubble/htm>)

κατόρθωσε να φωτογραφήσει μεμονωμένα άστρα στους σπειροειδής νεφελειδής, επιβεβαιώνοντας την άποψη ότι επρόκειτο για απόμακρους αστρικούς κόσμους έξω από τον δικό μας Γαλαξία. Πόσο απόμακρα ήταν αυτά τα κοσμικά νησιά;

Για να βρει την απάντηση σε αυτή την ερώτηση, ο Έντουιν Χάμπλ χρησιμοποίησε μια μέθοδο που είχε ανακαλύψει μερικά χρόνια νωρίτερα μια από τις πρώτες γυναίκες αστρονόμους.

Η Ενριέτα Λίβιτ στο αστεροσκοπείο του Χάρβαρντ στις αρχές τις δεκαετίας του 1910

(<http://www.pbs.org/wgbh/aso/databank/entries/baleav.html>)

ανακάλυψε μια πολύ ενδιαφέρουσα κατηγορία άστρων μεταβλητής φωτεινότητας που ονομάστηκαν Κηφίδες, γιατί το πρώτο άστρο αυτού του είδους που ανακαλύφτηκε ήταν το άστρο Δέλτα στον αστερισμό του Κηφέα. Τα άστρα του είδους αυτού πάλλονται με ένα σταθερό ρυθμό και με μια περιοδικότητα που είναι ανάλογη με την φωτεινότητα τους. Τα μεγαλύτερα και λαμπρότερα άστρα αυτά πάλλονται αργά, ενώ τα μικρότερα και αμυδρότερα πάλλονται γρήγορα. Η παλμική αυτή κίνηση είναι μια ρυθμική διαστολή και συστολή των ασυνήθιστων αυτών άστρων, κάτι σαν το τύπο μιας πελώριας καρδιάς.

Τα άστρα λοιπόν αυτά είναι σαν να τα κρατάνε ταμπέλες διαφημίζοντας την λαμπρότητα τους. Όταν η φαινομενική λαμπρότητα συγκριθεί με αυτήν που αναφέρει η ταμπέλα του, η απόσταση του μπορεί να υπολογιστεί εύκολα, όπως περίπου κάνουμε και εμείς ασυνείδητα, όταν βλέπουμε τα φώτα των επερχόμενων αυτοκινήτων. Οι μεταβλητοί δηλαδή Κηφίδες είναι σαν φάροι μέσα στο χάος του διαστήματος. Μόλις μάθουμε την περίοδο των παλμών τους οι αποστάσεις τους μπορεί να υπολογιστούν εύκολα.

Αυτό έκανε και ο Έντουιν Χάμπλ. Μόλις φωτογράφησε τους μεταβλητούς Κηφίδες στο νεφελοειδή του αστερισμού της Ανδρομέδας, ανακάλυψε ότι βρίσκονταν πάνω από δυο εκατομμύρια έτη φωτός μακριά μας. Οι νεφελοειδής αποδείχτηκαν ότι είναι αυτόνομοι και απόμακροι γαλαξίες, τεράστιες αστρικές πολιτείες σαν τον δικό μας Γαλαξία με δεκάδες δισεκατομμύρια άστρα ο καθένας. Με τον ίδιο λοιπόν τρόπο που η ηλιοκεντρική άποψη του Κοπέρνικου είχε επαναστατικοποιήσει την αντίληψη της θέσης που είχε η Γη μας στο Ηλιακό Σύστημα, έτσι και η καταπληκτική άποψη του Έντουιν Χάμπλ επαναστατικοποιήσει την άποψη που είχαμε για τη θέση μας στο Σύμπαν. Γιατί η ανακάλυψη του Χάμπλ μας απεκάλυψε μέσα σε μια νύχτα ότι το Σύμπαν ήταν πολύ πιο τεράστιο από ότι μπορούσαμε να φανταστούμε μέχρι τότε.

Σήμερα στα αστροφυσικά μας εργαστήρια, με την βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών, ανακαλύψαμε ότι ο Γαλαξίας μας είναι ένας σπειροειδής Γαλαξίας 200 περίπου δισεκατομμυρίων άστρων, τα περισσότερα από τα οποία συγκεντρώνονται σε έναν γιγάντιο δίσκο. Παρ' όλα αυτά οι σπείρες που τον περιβάλλουν είναι αρκετά πιο φωτεινές από ότι ο δίσκος του, γιατί φωτίζονται από νέα λαμπερά άστρα που γεννήθηκαν σχετικά πρόσφατα στις σπείρες αερίων και σκόνης που είναι διασκορπισμένα στις σπείρες αυτές.

Ο γαλαξιακός δίσκος αντίθετα περιβάλλεται από ένα σφαιρικό φωτοστέφανο που αποτελείται από ηλικιωμένα αμυδρά άστρα και με διάσπαρτα εδώ κι εκεί σφαιρωτά σμήνη αρχέγονων άστρων. Όλα αυτά τα άστρα περιφέρονται γύρω από το γαλαξιακό κέντρο. Μαζί τους και ο Ήλιος μας, που χρειάζεται 250 εκατομμύρια χρόνια, για να συμπληρώσει μια πλήρη γαλακτο-κεντρική τροχιά. Στα πέντε δισεκατομμύρια χρόνια, από τότε που γεννήθηκε ο Ήλιος, το Ηλιακό μας Σύστημα έχει κάνει αυτή την τροχιά 20 περίπου φορές.

Ολάκερος ο Γαλαξιακός δίσκος έχει διάμετρο 100.000 ετών φωτός που σημαίνει ότι μια ακτίνα φωτός, τρέχοντας με ταχύτητα 300.000 χιλιομέτρων το δευτερόλεπτο, χρειάζεται 100.000 χρόνια για να διασχίσει το Γαλαξία από τη μίαν άκρη στην άλλη. Ο Ήλιος μας βρίσκεται περίπου στο 1/3 της απόστασης από το κέντρο προς τα άκρα του Γαλαξιακού δίσκου και ανάμεσα σε δυο από τους βραχίονες του Γαλαξία μας. Αυτή μας η θέση μέσα στο Γαλαξία προσδιορίζει και όλα όσα βλέπουμε από την Γη μας στο νυχτερινό ουρανό.

Όταν κοιτάζουμε στο επίπεδο του Γαλαξιακού δίσκου μπορούμε να διακρίνουμε την μεγάλη μάζα των νεφελωμάτων και των άστρων που τον αποτελούν. Όταν κοιτάζουμε προς τα πάνω ή προς τα κάτω του δίσκου, διακρίνουμε λίγα σχετικά άστρα. Η φωτεινή λοιπόν λωρίδα που φαίνεται στον

ουρανό, η ``Γαλαξιακή Οδός`` δεν είναι τίποτε άλλο από το επίπεδο του δίσκου του Γαλαξία μας, όπως αυτός φαίνεται από τη δική μας σκοπιά στο εσωτερικό του. Υπάρχουν και άλλες όψεις του Γαλαξία μας, που φαίνεται να παρουσιάζουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον.

Πρόκειται για μια εικόνα συναρπαστικών γεγονότων και δεδομένων, ανάμικτων με απίστευτα φαινόμενα, περίεργα αινίγματα, και πανοραμικές φωτογραφίες που έστειλαν πίσω στη γη μας οι διάφορες διαστημοσυσσκευές μας. Σήμερα είμαστε στη θέση να σας παρουσιάσουμε τις υπέροχες αυτές εικόνες των ερευνών μας. Γιατί, χωρίς αμφιβολία, και σε μεγάλο βαθμό, η τεχνολογία είναι αυτή που κάνει πραγματοποιήσιμα τα σύγχρονα όνειρα της ανθρωπότητας. Και η ίδια αυτή τεχνολογία είναι ο κύριος βοηθός των σύγχρονων αστρονόμων και αστροφυσικών στη διαμόρφωση των απόψεων τους για το Σύμπαν. Γιατί με τις σύγχρονες συσκευές και τα σύγχρονα μέσα του 20ού αιώνα, οι αστρονόμοι έχουν δημιουργήσει μοναδικές μεθόδους για την κατανόηση του Σύμπαντος. Η λειτουργία άλλωστε των τροχιακών αστεροσκοπείων, τα τελευταία 35 χρόνια, επιβεβαίωσε και διευκρίνισε πολλά από τα προβλήματα που είχαμε σχετικά με την δημιουργία και την εξέλιξη του.

### **BIG BANG**

(<http://www.phy.syr.edu/courses/modules/SETI/TUTORIAL/bigbang.html>)

Το πρώτο στοιχείο στη σύγχρονη αυτή αντίληψη για το Σύμπαν ανακαλύφθηκε από τον αστρονόμο Έντουιν Χάμπλ δεκαετία του 1920, όταν απέδειξε ότι τα φάσματα που έστελναν οι Γαλαξίες έδειχναν μια μετατόπιση προς το ερυθρό τμήμα του. Σύμφωνα, όμως, με το φαινόμενο Ντόπλερ, τα αντικείμενα που δείχνουν μετατόπιση προς το ερυθρό απομακρύνονται από εμάς, ενώ όσα δείχνουν μετατόπιση προς το μπλε τμήμα μας πλησιάζουν.

Αυτό έκανε τον Χάμπλ να διαπιστώσει ότι ζούμε σ' ένα Σύμπαν που συνεχώς διαστέλλεται. Πράγμα που σημαίνει ότι στο παρελθόν οι Γαλαξίες ήταν πιο κοντά ο ένας στον άλλο απ' ό,τι είναι σήμερα και ότι κάποια εποχή ήταν όλοι συμπυκνωμένοι σε μια μάζα που ``εξερράγη``.

Επιπλέον, αν γνωρίζουμε την απόσταση ενός Γαλαξία, καθώς και την ταχύτητα με την οποία απομακρύνεται, μπορούμε να υπολογίσουμε επίσης και τον χρόνο που χρειάστηκε, για να φτάσει στην απόμακρη αυτή θέση του. Έτσι μετρώντας τις αποστάσεις και τις ταχύτητες των απόμακρων Γαλαξιών, μετράμε το ρυθμό διαστολής του Σύμπαντος και έτσι μπορούμε να ανακαλύψουμε πόσα χρόνια χρειάστηκε το Σύμπαν, για να φτάσει στο σημερινό του μέγεθος. Με άλλα λόγια, μπορούμε να ανακαλύψουμε την ηλικία του.

Αυτή είναι άλλωστε και η κύρια άποψη που έχουμε σήμερα για το Σύμπαν και για τη γέννηση του, η οποία περιλαμβάνεται στην θεωρία της ``Μεγάλης Έκρηξης``. Η θεωρία φυσικά αυτή δεν είναι και τόσο πρόσφατη. Γιατί, ακόμη και το 1929, ένας σχεδόν άγνωστος ιερέας και μαθηματικός, ο Ζορζ Λεμέτρ, ήταν ο πρώτος που έθεσε τα θεμέλια της, όταν φαντάστηκε την εποχή που το Σύμπαν ήταν συμπιεσμένο σε μια υπέρπυκνη μάζα μικρότερη σε μέγεθος

και από τον πυρήνα ενός ατόμου.

Οι κύριες φυσικά βάσεις της σύγχρονης αυτής θεωρίας(<http://www2.ari.net/home/odenwald/cosmol.html>)

τέθηκαν στην δεκαετία του 1940 από το θεωρητικό φυσικό Τζορτζ Γκάμοφ και τους συνεργάτες του Ραλφ Άλφερ και Ρόμπερτ Χέρμαν, οι οποίοι υπολόγισαν ότι, αν πραγματικά το Σύμπαν προήλθε από μια "Μεγάλη Έκρηξη", θα έπρεπε να εντοπίσουμε τα υπολείμματα της ως μια διάχυτη ακτινοβολία μικροκυμάτων με θερμοκρασία περίπου 5 βαθμών Κέλβιν, πέντε δηλαδή βαθμών πάνω από το απόλυτο μηδέν.

Και πράγματι, το 1964 οι ερευνητές Άρνο Πενζίας και Ρόμπερτ Ουίλσον των εργαστηρίων Μπελλ ανακάλυψαν ότι η Γη μας βομβαρδίζεται συνεχώς από μια τέτοια ακτινοβολία χαμηλής θερμοκρασίας 3 περίπου βαθμών Κέλβιν. Η ανακάλυψη αυτή χάρισε στους ερευνητές αυτούς το Βραβείο Νόμπελ Φυσικής και στην επιστήμη μια καινούργια ένδειξη ότι η θεωρία της "Μεγάλης Έκρηξης" ήταν κάτι περισσότερο από μια απλή θεωρία.

Για να διευκρινιστούν οι λεπτομέρειες της θεωρίας αυτής το 1989 εκτοξεύτηκε το τροχιακό αστεροσκοπείο COBE, το οποίο μπόρεσε να μετρήσει τις απειροελάχιστες διαφοροποιήσεις στη θερμοκρασία των μικροκυμάτων που κατακλύζουν τη Γη μας από παντού. Οι μετρήσεις αυτές επεξεργασμένες σε πανίσχυρους υπολογιστές δημιούργησαν μια εικόνα του Σύμπαντος όπως ήταν 300.000 χρόνια μετά την "Μεγάλη Έκρηξη", δείχνοντας μας ξεκάθαρα ότι δεν υπήρχε ομοιομορφία στο νεαρό τότε Σύμπαν, γεγονός που αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση για την επαλήθευση του μοντέλου αυτού της γέννησης.

([http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/science/mysteries\\_11/origin\\_destiny.html](http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/science/mysteries_11/origin_destiny.html))

Φυσικά όταν μιλάμε για το μοντέλο της "Μεγάλης Έκρηξης", μη φανταστείτε κάτι σαν την έκρηξη ενός δυνατού βαρελότου! Η "Μεγάλη Έκρηξη" των κοσμολόγων δεν έχει καμιά σχέση με τις εκρήξεις που γνωρίζει ο καθένας από μας, είτε είναι βαρελότα είτε βόμβα υδρογόνου. Ο όρος, μάλιστα, "Μεγάλη Έκρηξη" είναι μάλλον παραπλανητικός και καθιερώθηκε από τον καθηγητή Φρεντ Χούλ που ήταν και είναι ο κύριος πολέμιος της όλης αυτής θεωρίας για τη γέννηση του Σύμπαντος.

Με τον όρο "Μεγάλη Έκρηξη" οι σύγχρονη επιστήμονες εννοούν μια "απείρωσ" μια γρήγορη και απότομη διαστολή του Σύμπαντος από ένα μέγεθος "απείρωσ" μικρό και κάτω από συνθήκες θερμότητας μεγάλων διαστάσεων. Η γέννηση δηλαδή και η μετέπειτα εξέλιξη του Σύμπαντος είναι κατά κάποιον τρόπο το "ξεδίπλωμα" του χρόνου και του χώρου από μια κατάσταση "άπειρης" πυκνότητας και θερμότητας σε μια κρύα και τεράστια σε μέγεθος σημερινή ύπαρξη, σε ένα χώρο ο οποίος δημιουργείται καθώς το Σύμπαν διαστέλλεται.

Σήμερα γνωρίζουμε ότι όλοι οι απόμακροι Γαλαξίες φαίνονται να απομακρύνονται συνεχώς από την Γη μας, με αποτέλεσμα τη διαπίστωση ότι ζούμε σε ένα Σύμπαν που διαρκώς διαστέλλεται. Μια τέτοια όμως διαπίστωση μπορεί να μας κάνει να υποθέσουμε ότι εμείς και το Ηλιακό μας Σύστημα βρισκόμαστε στο κέντρο του Σύμπαντος. Κάτι που φυσικά δεν είναι σωστό.

Φυσικά οι Γαλαξίες δεν απομακρύνονται ο ένας από τον άλλο μέσα σ' ένα άπειρο και αδειανό χώρο μετά την αρχική εκείνη ``Μεγάλη Έκρηξη`` που το δημιούργησε, αλλά αντίθετα η διαστολή αυτή του Σύμπαντος οφείλεται στο ``ξεχείλωμα`` του ίδιου αυτού χώρου, ο οποίος συμπαρασύρει μαζί του και τους Γαλαξίες, ενώ η έκρηξη έγινε συγχρόνως σε όλα τα σημεία. Το τι σημαίνει αυτό είναι ότι δεν είναι Γαλαξίες αυτοί που κινούνται, αλλά είναι ο μεταξύ τους χώρος που μεγαλώνει (``ξεχειλώνει``). Και ενώ τίποτα το υλικό δεν μπορεί να τρέξει με μεγαλύτερη ταχύτητα από την ταχύτητα του φωτός, αυτό δεν ευσταθεί για το χώρο, ο οποίος διαστέλλεται ταχύτερα και από την ταχύτητα του φωτός. Με αυτήν λοιπόν την έννοια η ``Μεγάλη Έκρηξη``, δεν ήταν παρά μια ``έκρηξη`` αυτού τούτου του χώρου, μια τεράστιων δηλαδή διαστάσεων

διαστολή  
του

[http://www.amtp.cam.ac.uk/user/gr/public/bb\\_home.html](http://www.amtp.cam.ac.uk/user/gr/public/bb_home.html).

Φυσικά κανείς δεν μπορεί να ξέρει σήμερα τι υπήρχε πριν από τη ``Μεγάλη Έκρηξη`` γιατί χώρος και ο χρόνος 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 άπειρη πυκνότητα και θερμότητα, είτε το ``τίποτα``, είτε τέλος μια ολάκερη αλληλουχία προϋπαρχόντων Συμπάντων, όπου το δικό μας Σύμπαν δεν είναι παρά ένα από έναν ``άπειρο`` αριθμό διαστελλόμενων Συμπάντων.

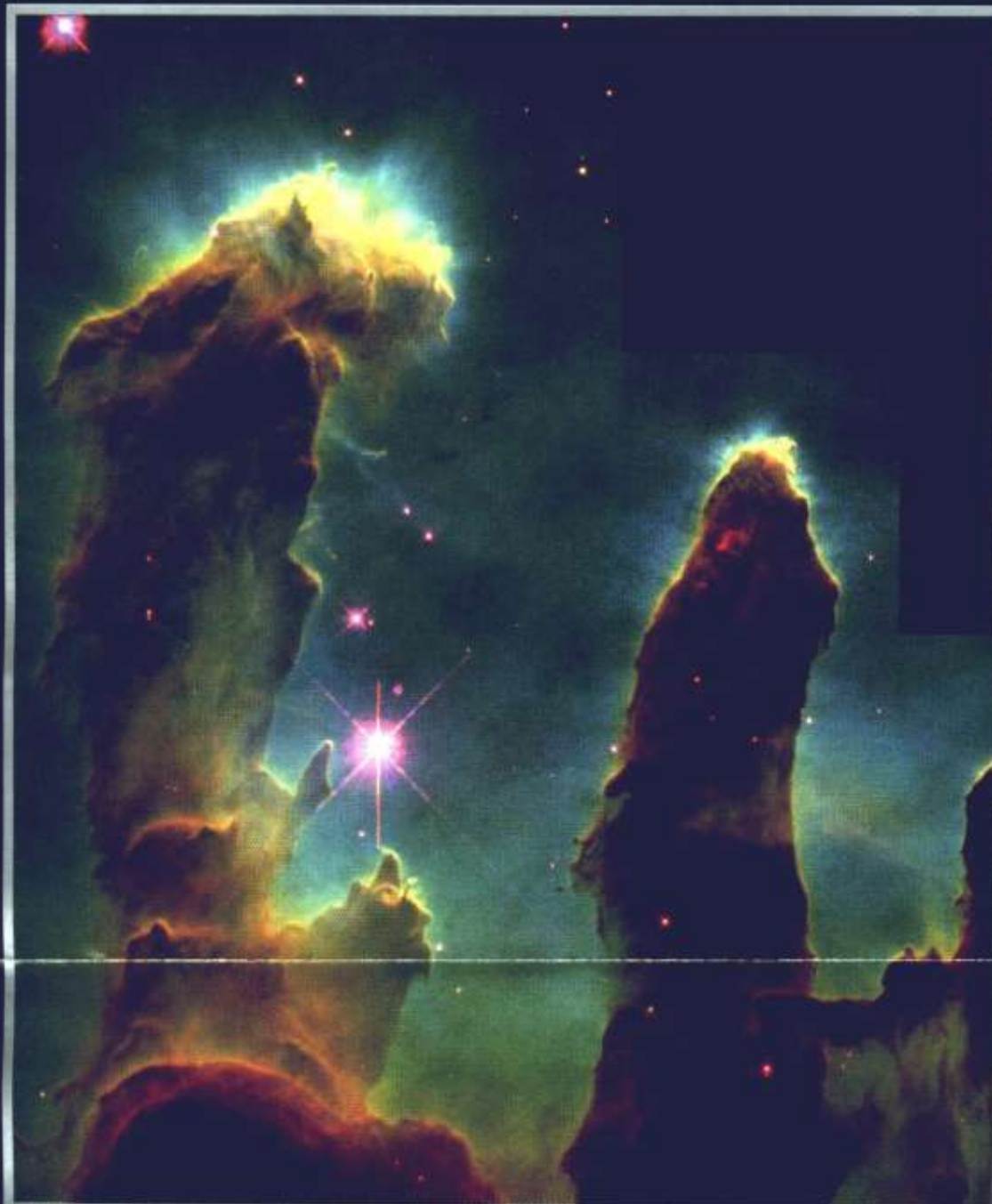
Γιατί τα πάντα που βλέπουμε σήμερα να υφίστανται στο Σύμπαν, ο χρόνος και ο χώρος, η ενέργεια και η ύλη, τα πάντα, για μας τουλάχιστον, αρχίζουμε με τη ``Μεγάλη Έκρηξη``. <http://www.flanet.net/huboluv/bigbang.html>.

Έτσι δεν έχει κανένα νόημα (προς το παρόν τουλάχιστον) να μιλάει κανείς για γεγονότα που συνέβησαν πριν από την Ώρα Μηδέν, γιατί πριν από αυτήν την στιγμή δεν υπάρχει ροή του χρόνου. Θα ήταν σαν να ρωτούσαμε τι υπάρχει βόρεια από τον βόρειο πόλο. Η Ώρα Μηδέν είναι η στιγμή της εκκίνησης, από την οποία προέρχονται τα πάντα και η οποία συνέβη πριν από 15 περίπου δισεκατομμύρια χρόνια.

Ζούμε στην τελευταία σελίδα ενός βιβλίου που γράφεται συνεχώς και ευτυχώς οι σελίδες που θα έρθουν θα είναι πιο πυκνές και πιο όμορφες. Κοιτάζοντας τα άστρα θα ανοίγουμε συνεχώς νέους ορίζοντες για την ψυχή και το νου.

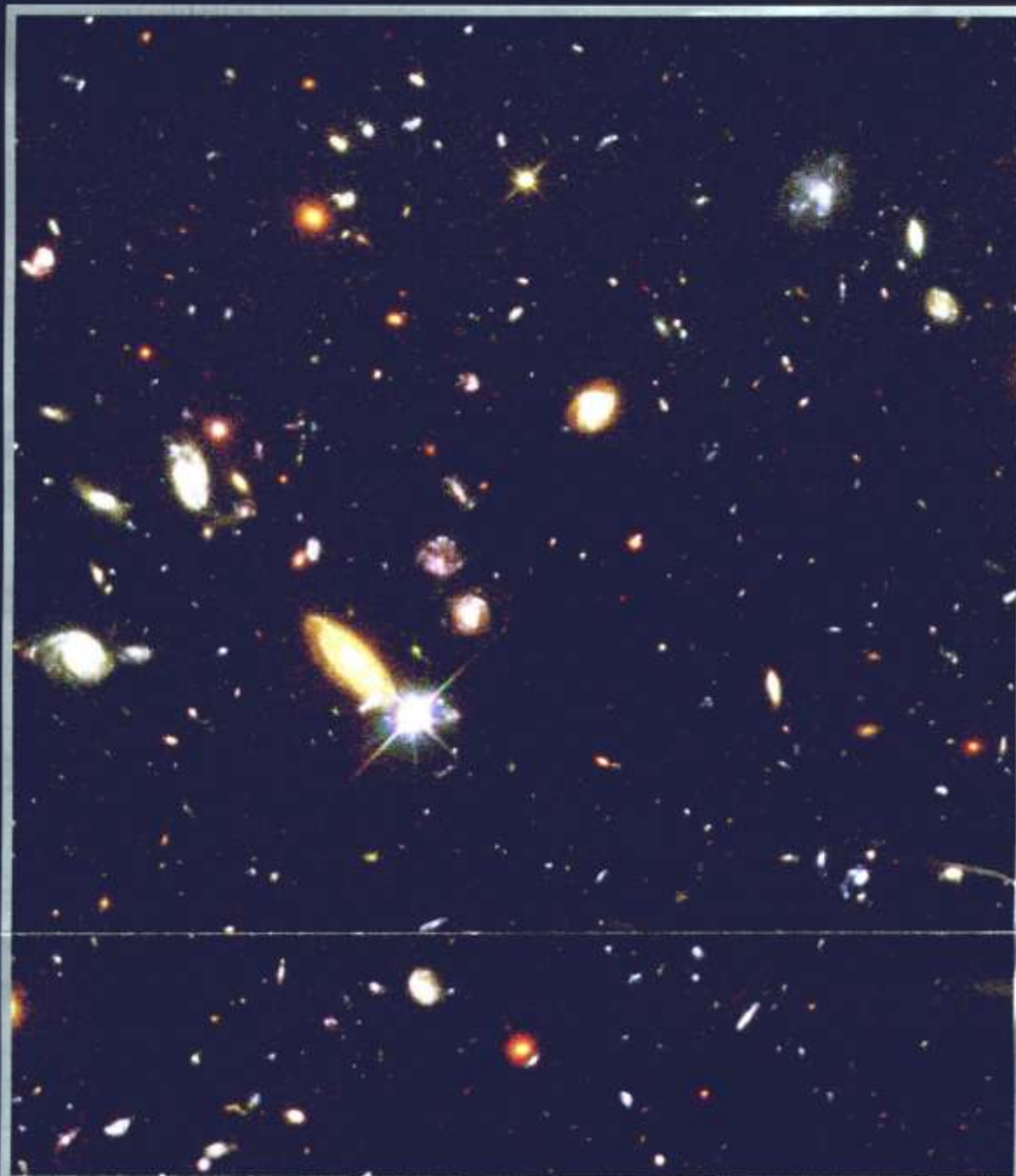
Από τον πρωτόγονο άνθρωπο μέχρι τον σημερινό αστροφυσικό, τα άστρα συνεχίζουν να ασκούν την πιο μεγάλη μαγεία. Και αν τούτες οι σελίδες σας κίνησαν την περιέργεια και το ενδιαφέρον, ανοίξτε την νύχτα το παράθυρο ή καλύτερα ανεβείτε στην κορφή ενός βουνού.

Οι φωτογραφίες προέρχονται από την NASA και το Διαστημικό Τηλεσκόπιο HUBBLE



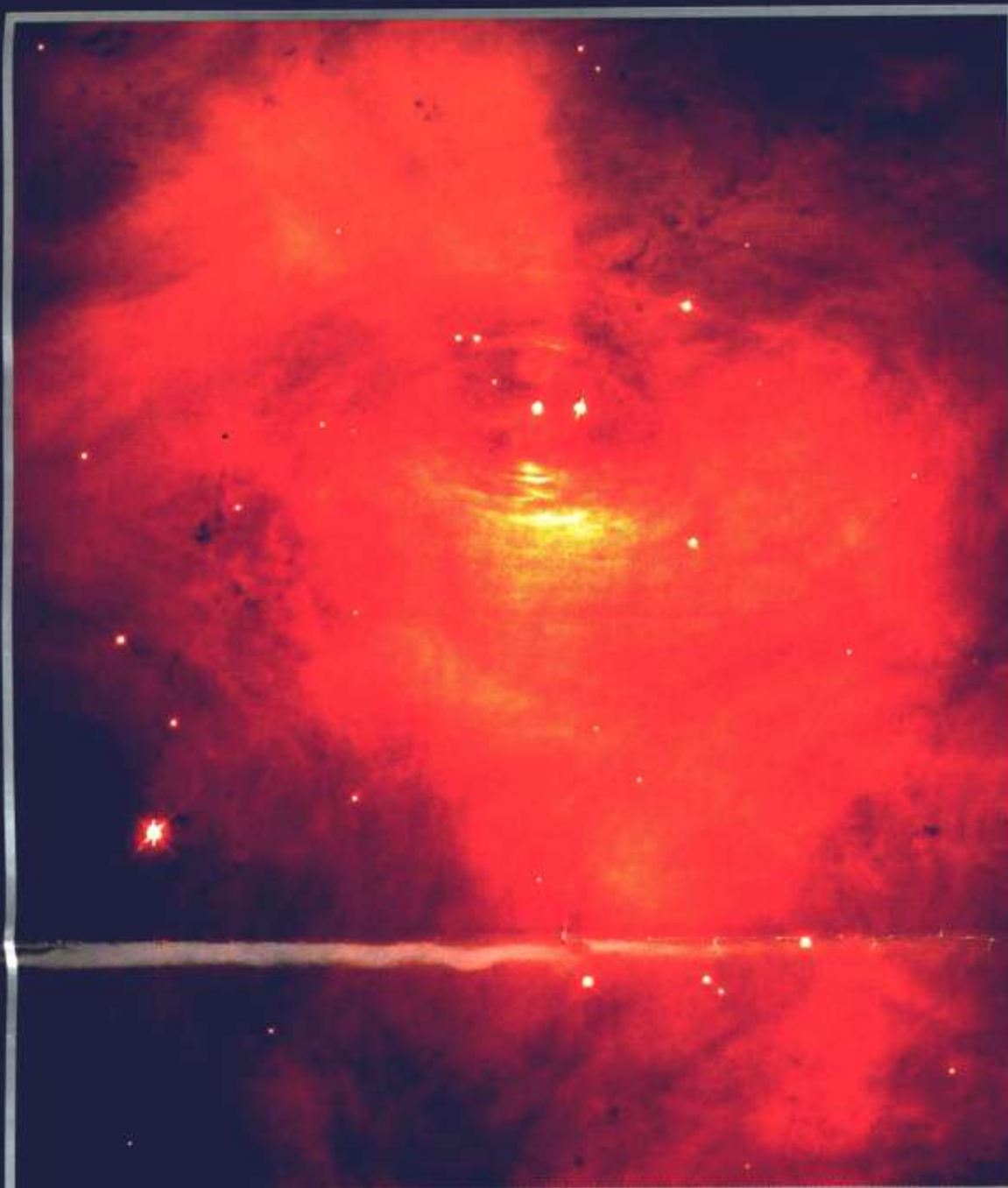
## Η ΓΕΝΝΗΣΗ ΤΩΝ ΑΣΤΡΩΝ

Εικόνες εξωτικές, που σε άλλους θυμίζουν στοιχειωμένα κάστρα και σε άλλους κοράλια του βυθού. Μοναδικές μαρτυρίες της Αστρικής Γένεσης, που συμβαίνει μόλις 7.000 έτη φωτός μακριά, στο Νεφέλωμα του Αετού, στήλες ψυχρού διαστημικού υδρογόνου, που μέσα τους παίρνουν μορφή τα έμβρυα άστρων.



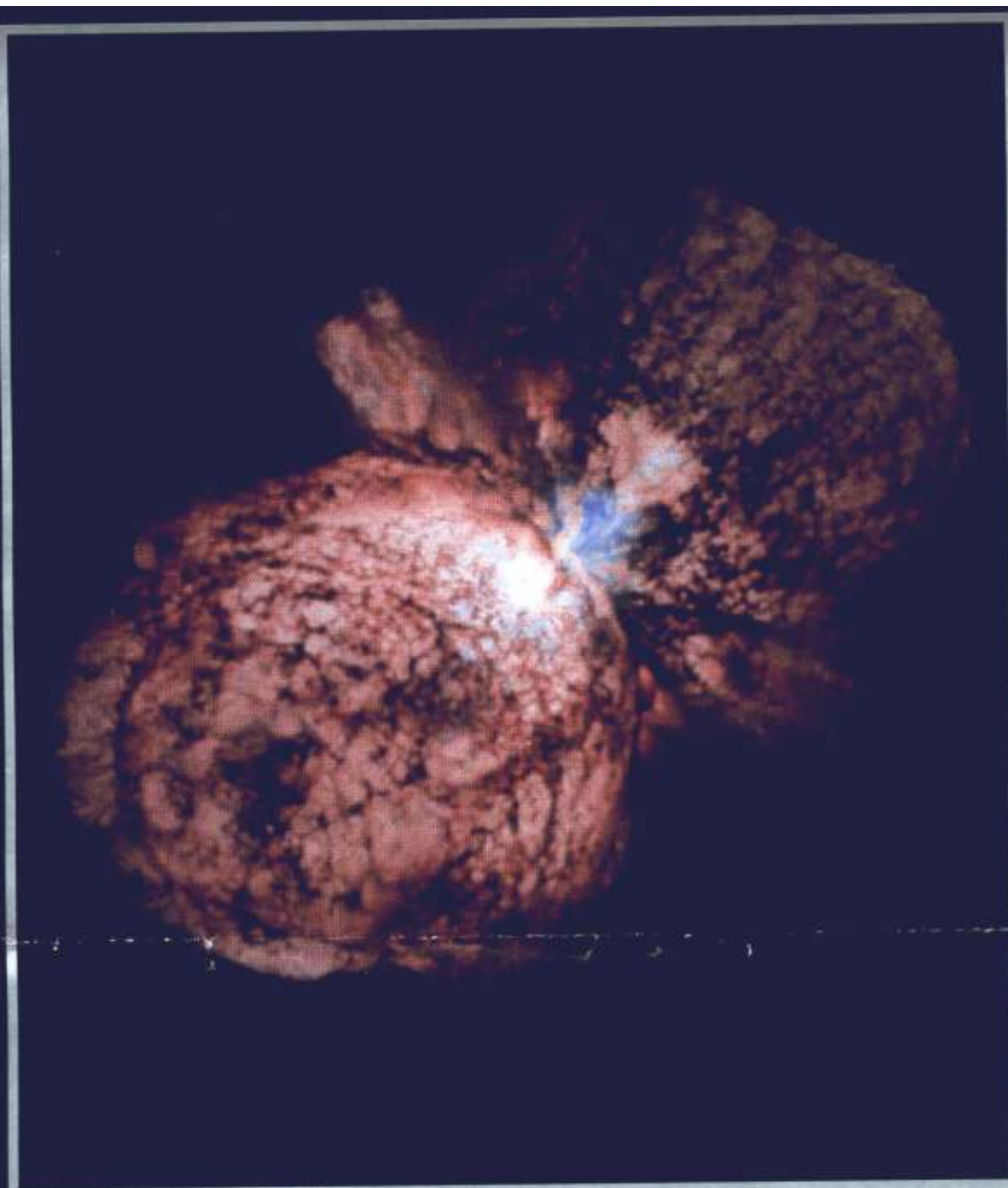
## ΣΤΗΝ ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

Μια εικόνα ηλικίας 12,6 δισεκατομμυρίων ετών. Τόσος είναι ο χρόνος που χρειάστηκε για να έλθει το φως από την πιο μακρινή γωνιά του σύμπαντος στο διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble. Εκατοντάδες άγνωστοι γαλαξίες κάθε μορφής, που μας δείχνουν μια εικόνα της εξέλιξης του σύμπαντος, μόλις ένα δισεκατομμύριο χρόνια μετά το Big Bang.



## ΑΠΟΜΕΙΝΑΡΙ ΜΙΑΣ SUPERNOVA

Στο νεφέλωμα του Καρκίνου, 10.000 έτη φωτός μακριά, αντικρίζουμε “Λείψανα άστρων με μορφές αραχνιασμένες”, μαρτυρίες μιας έκρηξης που συνέβη 900 χρόνια πριν. Στο κέντρο του νεφελώματος κρύβεται ένας Πάλσαρ, ένα ταχύτατα περιστρεφόμενο άστρο νετρονίων, με διάμετρο μόλις 10 χιλιόμετρα αλλά με μάζα μεγαλύτερη από τη μάζα του Ήλιου!



## Ο ΘΑΝΑΤΟΣ ΕΝΟΣ ΑΣΤΡΟΥ

Μία γιγαντιαία έκρηξη πριν από 150 χρόνια, με λάμψη παρόμοια με μιας Supernova, σήμανε το τέλος για το η Τρόπιδος. Οι δύο λοβοί που διακρίνονται στη φωτογραφία κινούνται με ταχύτητα 2,5 εκατομμυρίων χιλιομέτρων την ώρα και περιέχουν τεράστια μάζα σκόνης που απορροφά την μπλε ακτινοβολία και τους προσδίδει αυτό το κοκκινωπό χρώμα.



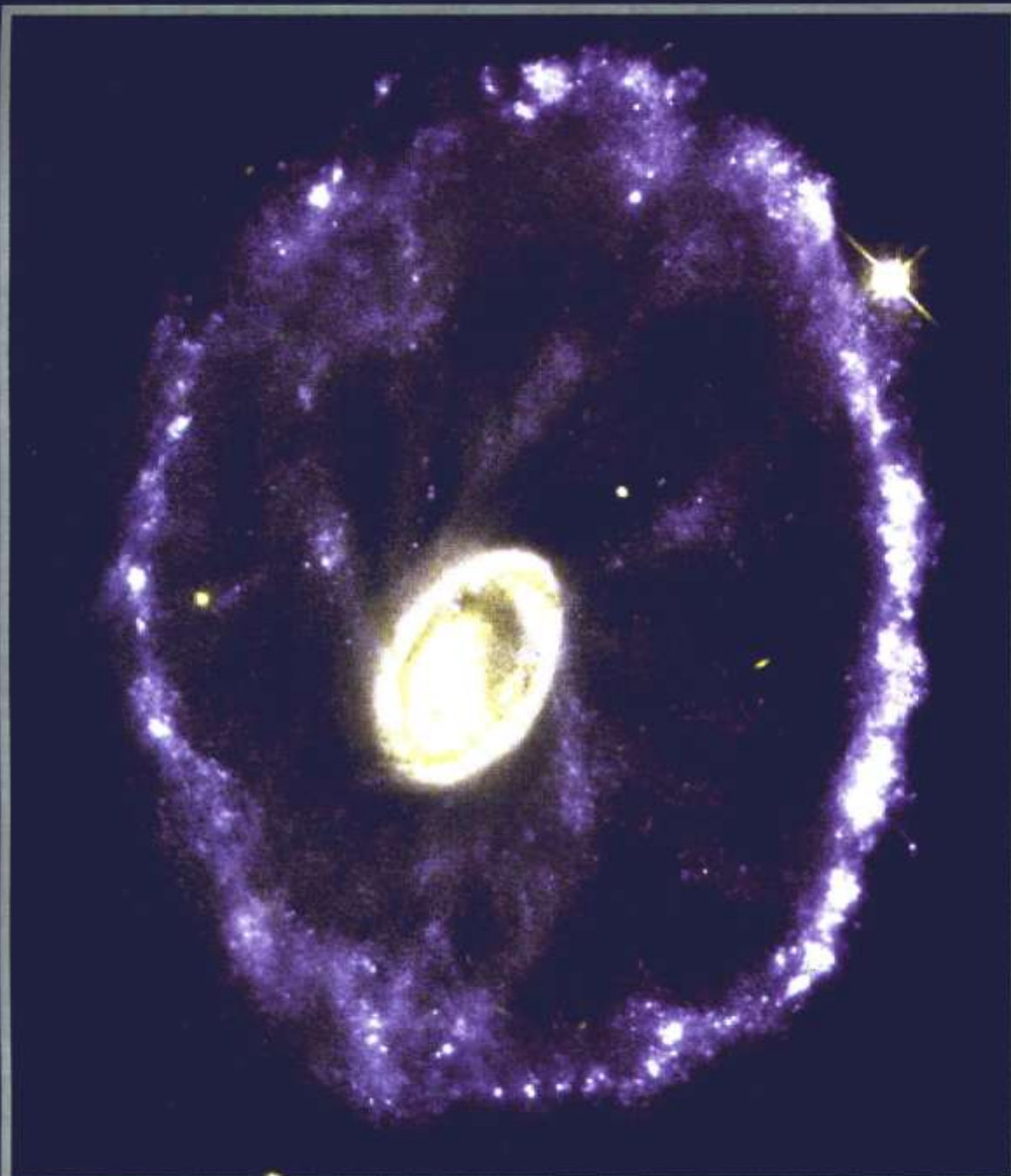
## ΣΠΕΙΡΟΕΙΔΗΣ ΓΑΛΑΞΙΑΣ

Οι σπειροειδείς γαλαξίες, όπως και ο δικός μας, χαρακτηρίζονται από βραχίονες ή σπείρες. Κάποτε ο δικός μας ήταν ο μοναδικός γνωστός γαλαξίας. Σήμερα ξέρουμε πως υπάρχουν περισσότεροι γαλαξίες στο σύμπαν από όσα άστρα έχει ο πάλαι ποτέ ένας και μοναδικός.



## ΕΛΛΕΙΠΤΙΚΟΣ ΓΑΛΑΞΙΑΣ

Οι περισσότεροι γαλαξίες δεν έχουν σπείρες αλλά ελλειπικό σχήμα και ταξινομούνται ανάλογα με την ελλειπικότητά τους με το γράμμα E, συνοδευόμενο από έναν αριθμό από 0 έως 7.



## Ο ΠΕΡΙΕΡΓΟΣ ΓΑΛΑΞΙΑΣ

Πεντακόσια εκατομμύρια έτη φωτός μακριά από εμάς, ο τροχοειδής γαλαξίας Cartwheel είναι το αποτέλεσμα μιας σύγκρουσης δυο γαλαξιών πριν από 200 εκατομμύρια χρόνια. Οι δομές, που μοιάζουν με κομήτες στο εσωτερικό του, έχουν μέγεθος μέχρι 10.000 έτη φωτός.



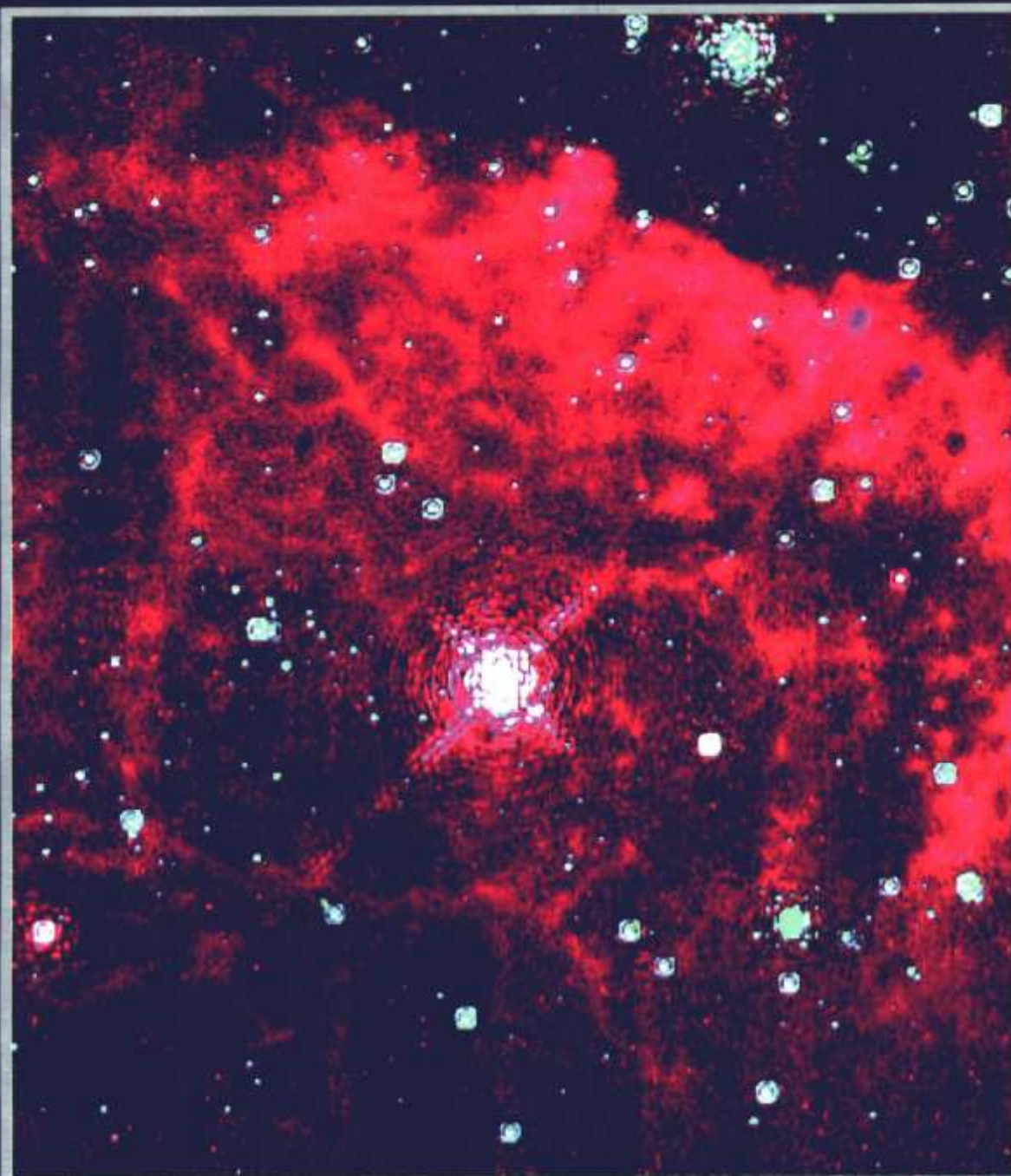
## **ΓΑΛΑΞΙΑΚΗ ΣΥΓΚΡΟΥΣΗ**

Αστρικά Πυροτεχνήματα συνοδεύουν μια σύγκρουση γαλαξιών που γεννά περισσότερα από 1.000 αστρικά σμήνη, στις "Κεραίες", 63 εκατομμύρια έτη φωτός μακριά.



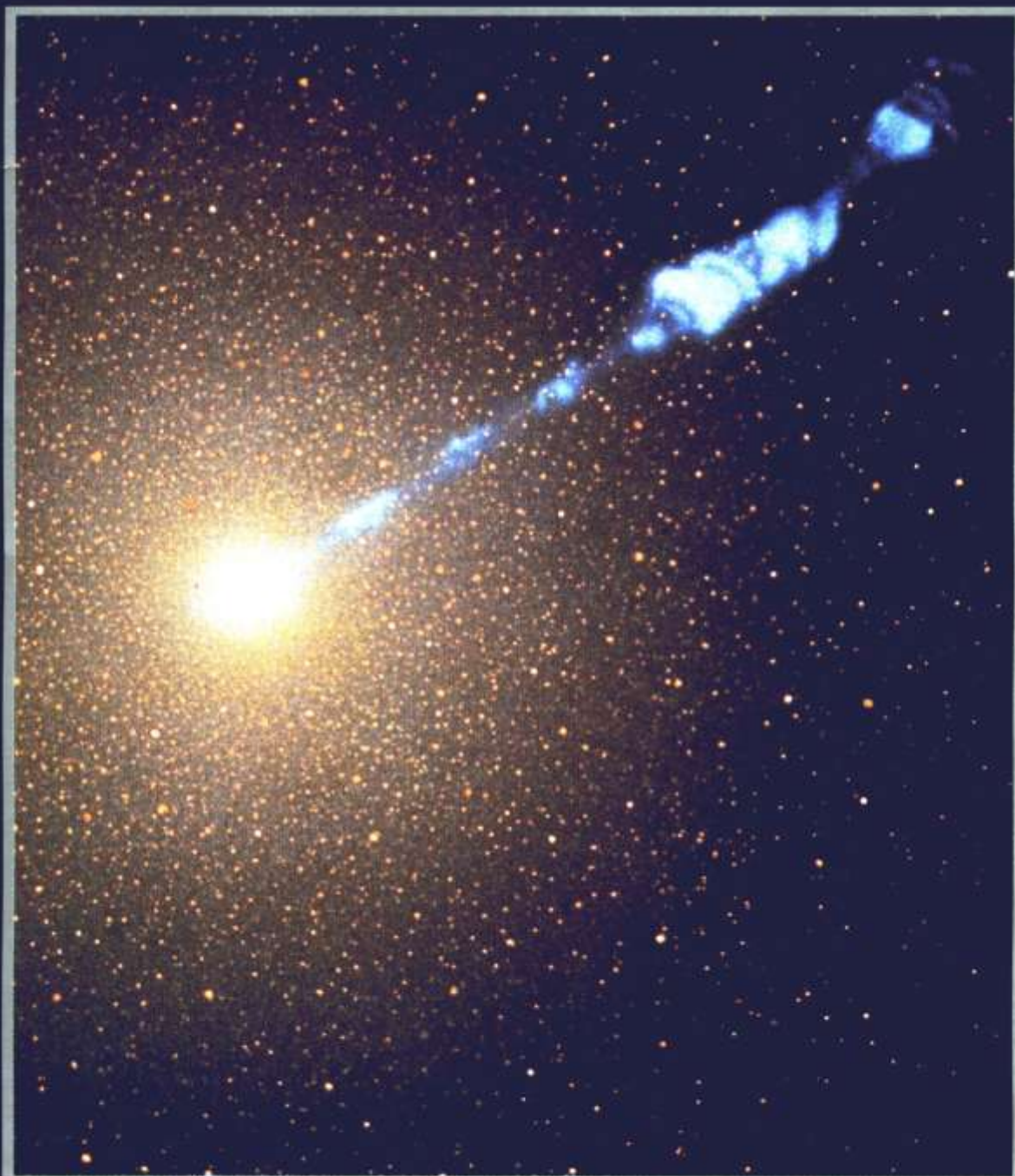
## ΑΣΤΡΟ ΝΕΤΡΟΝΙΩΝ

Ένα μοναχικό άστρο με διάμετρο μόλις 28 χιλιόμετρα, αλλά επιφανειακή θερμοκρασία 1,2 εκατομμυρίων βαθμών Κελσίου! Χαρακτηριστικά που ταιριάζουν μόνο στα υπέρπυκνα άστρα νετρονίων.



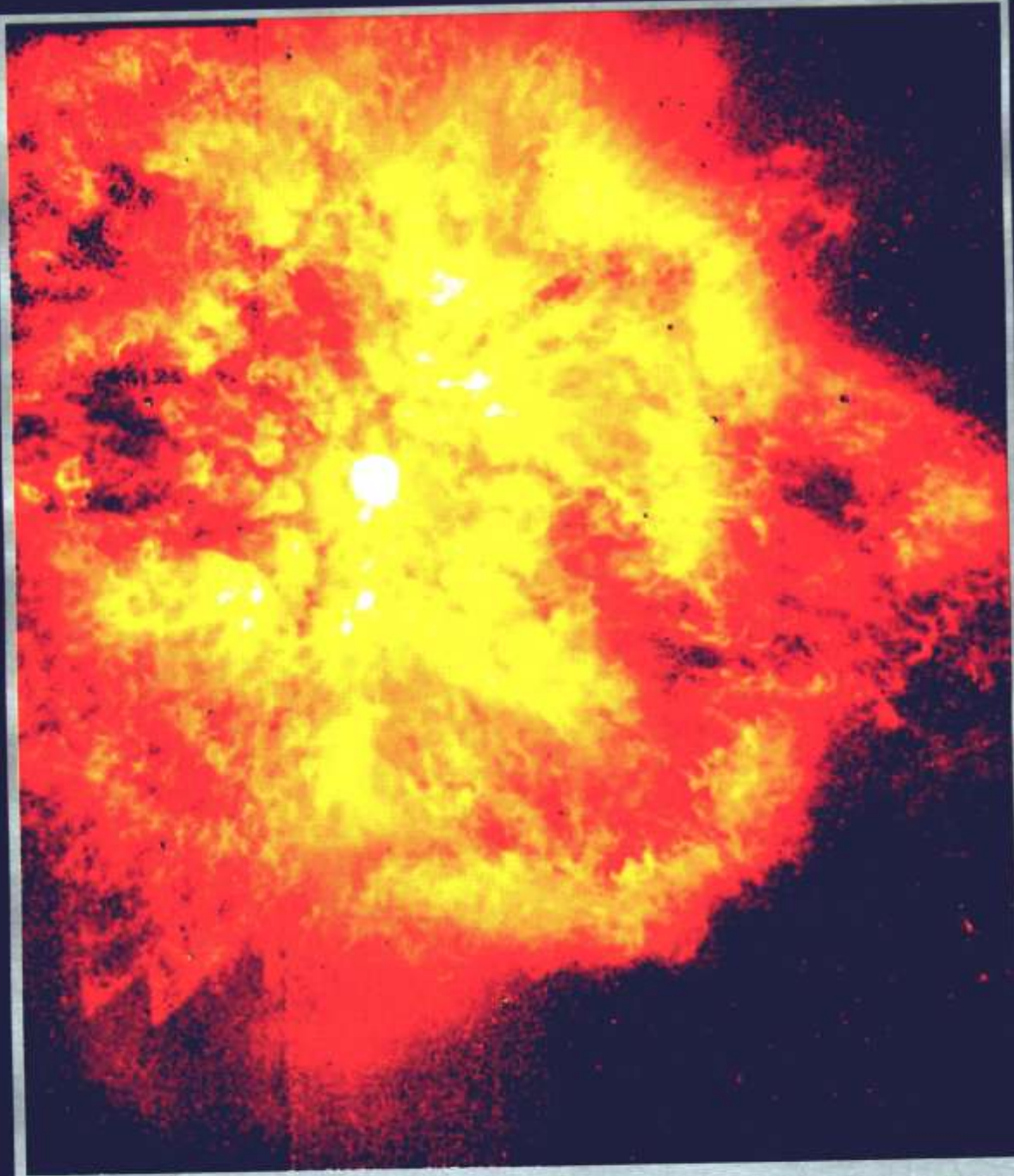
## ΤΟ ΛΑΜΠΡΟΤΕΡΟ ΑΣΤΡΟ

Εκπέμπει 10 εκατομμύρια φορές περισσότερη ενέργεια από τον Ήλιο και η ακτίνα του είναι μεγαλύτερη από την απόσταση Γης - Ήλιου. Ίσως το λαμπρότερο γνωστό άστρο, καταναλώνει την ενέργειά του με τόσο γρήγορο ρυθμό, που στο σύντομο, για τα κοσμικά δεδομένα, χρονικό διάστημα των 2-3 δισεκατομμύριων ετών θα



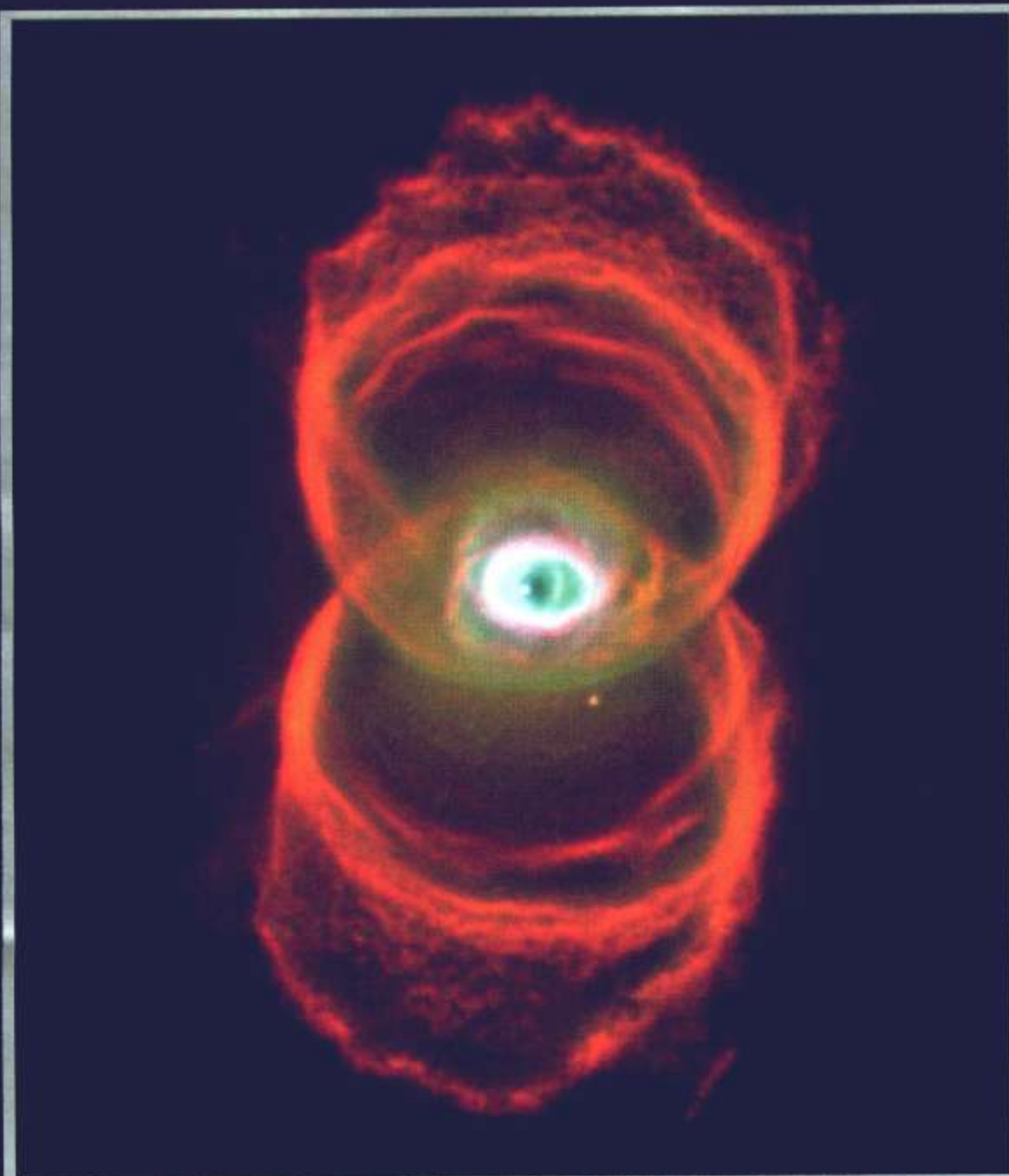
## ΜΑΥΡΗ ΤΡΥΠΑ

Ένας πίδακας φωτός ξεπηδά από ένα σύννεφο καυτών αερίων που έχουν παγιδευτεί γύρω από μια μαύρη τρύπα.



## ΦΛΕΓΟΜΕΝΗ ΣΦΑΙΡΑ

Τεράστιες μάζες καυτών αερίων εξαπολύονται στο Διάστημα από ένα υπέρθερμο άστρο τύπου Wolf-Rayet. Αυτή η σπάνια κατηγορία άστρων έχει πολύ μικρή διάρκεια ζωής.



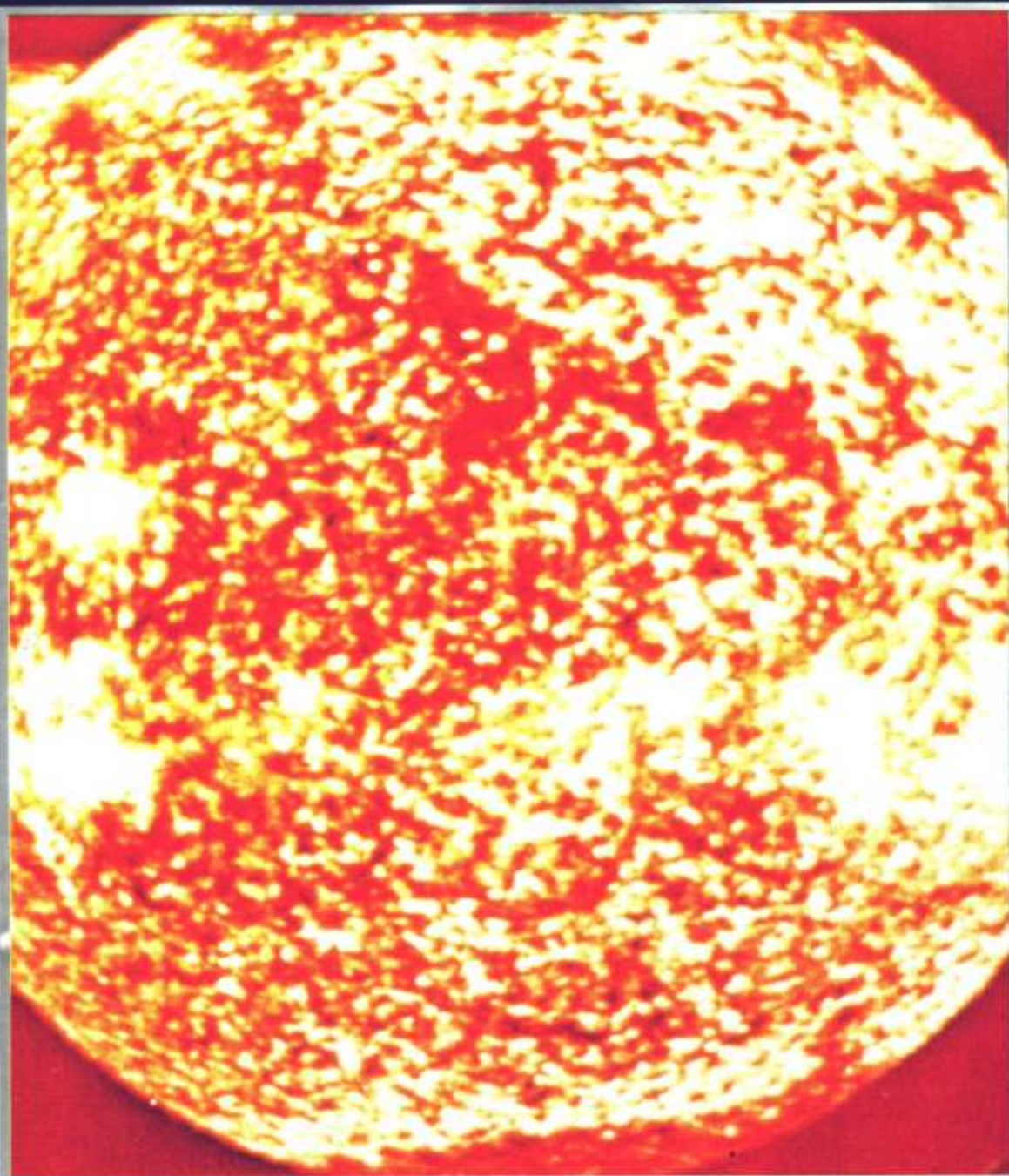
## Η ΚΛΕΨΥΔΡΑ

Ο Χρόνος μετράει ανάστροφα για το άστρο MyCn18, μόλις 8.000 έτη φωτός μακριά από εμάς. Γύρω του σχηματίζεται ένα εντυπωσιακό νεφέλωμα σε σχήμα κλεψύδρας, αποτέλεσμα της κίνησης ταχύτατων αστρικών ανέμων σε ένα σύννεφο αστρικής ύλης.



## Η ΠΟΥΛΙΑ

Ένα ανοικτό αστρικό σμήνος, οι Πλειάδες που, όπως λέει ο μύθος, μόνο οι έξι είναι φωτεινές και λάμπουν απ' την ομορφιά τους στον ουρανό, ενώ η τελευταία, η Μερόπη, μόλις που φαίνεται, κρυμμένη απ' την ντροπή της που παντρεύτηκε θνητό.



## ΤΟ ΑΣΤΡΟ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ

Ο Ήλιος μας, πηγή ζωής μα και πραγματική κόλαση στο εσωτερικό του. Τεράστιες ποσότητες ενέργειας που εκπέμπονται από τον πυρήνα προς την επιφάνεια, δημιουργούν ένα ακανόνιστο πεδίο από κόκκους με διάμετρο 1.000 χιλιόμετρα. Είναι οι κορυφές ανοδικών ρευμάτων υπερθερμασμένων αερίων, σαν φυσαλίδες ατμού σε ένα καζάνι που βράζει.



## Ο ΓΑΛΑΖΙΟΣ ΠΛΑΝΗΤΗΣ

"Ταξίδεψαν καιρό, μα τίποτα δεν βρήκαν. Τελικά διέκριναν ένα μικρό φως που ήταν η Γη... [Μα] δεν μπορούσαν καθόλου να υποψιαστούν πως εμείς και οι συγγάτοικοί μας σ' αυτόν τον πλανήτη, είχαμε την τιμή να υπάρχουμε" Βολταίρος, ΜΙΚΡΟΜΕΓΑΣ. ΜΙΑ ΦΙΛΟΣΟΦΙΚΗ ΙΣΤΟΡΙΑ (1752)

# **M** ΙΑ ΜΑΤΙΑ ΣΕ 4.000.000 ΧΡΟΝΙΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΑΝΑΚΑΛΥΨΕΩΝ

**4.000.000 π.Χ.**

Εμφανίζονται τα δίποδα είδη.

**2.000.000 π.Χ.**

Χρησιμοποιούνται λίθινα εργαλεία.

**500.000 π.Χ.**

Τιθασεύεται η φωτιά.

**200.000 π.Χ.**

Εμφανίζεται ο Homo sapiens nean-derthalensis.

**30.000 π.Χ.**

Επικρατεί ο Homo sapiens sapiens.

**20.000 π.Χ.**

Επινοείται το λυχνάρι λαδιού. Χρησιμοποιείται το τόξο και το βέλος.

**12.000 π.Χ.**

Εξημερώνονται τα ζώα.

**8000 π.Χ.**

Εμφανίζεται η γεωργία.

**7000 π.Χ.**

Χρησιμοποιούνται κεραμικά.

**6000 π.Χ.**

Χρησιμοποιούνται λινά νήματα για την κατασκευή δίχτυων.

Επινοούνται σχεδίες. Εφευρίσκεται το δρεπάνι.

**5000 π.Χ.**

Χρησιμοποιείται η άρδευση. Δημιουργούνται κλίμακες μέτρησης.

**4000 π.Χ.**

Εξάγεται χαλκός από μέταλλευμα. Επινοείται το ηλιακό ρολόι.

**3600 π.Χ.**

Ανακαλύπτεται ο ορείχαλκος.

**3500 π.Χ.**

Εφευρίσκεται η άμαξα με τροχούς. Χρησιμοποιούνται ποτάμιας λέμβοι.

Εμφανίζεται η γραφή.

**3100 π.Χ.**

Το πρώτο έθνος ενώνεται στην Αίγυπτο.

**3000 π.Χ.**

Χρησιμοποιούνται κηριά.

**2800 π.Χ.**

Χρησιμοποιείται το ημερολόγιο.

**2650 π.Χ.**

Χτίζονται λίθινα μνημεία.

**2500 π.Χ.**

Χρησιμοποιείται το γυαλί.

**2340 π.Χ.**

Ίδρύεται η πρώτη αυτοκρατορία.

**2000 π.Χ.**

Δαμάζεται το άλογο.

**1800 π.Χ.**

Αναπτύσσεται ένα σύστημα αριθμών με βάση το 60. Καθιερώνεται η εβδομάδα των επτά ημερών . Δίνονται ονόματα σε πέντε πλανήτες και σε δώδεκα αστερισμούς του ζωδιακού κύκλου. Ανακαλύπτονται χρήσεις της ζύμωσης.

**1775 π.Χ.**

Συντάσσεται ο παλαιότερος νομικός κώδικας που διασώζεται ως τις μέρες μας.

**1550 π.Χ.**

Συντάσσεται η παλαιότερη περιγραφή Θεραπευτικών μεθόδων που διασώζεται μέχρι σήμερα.

**1500 π.Χ.**

Εμφανίζεται το αλφάβητο.

**1375 π.Χ.**

Υιοθετείται ο μονοθεϊσμός.

**1200 π.Χ.**

Παρασκευάζονται βαφές ανθεκτικές στον ήλιο και στο νερό.

**1100 π.Χ.**

Οι Φοίνικες αρχίζουν εξερευνήσεις δια μέσου των Θαλασσών.

**1000 π.Χ.**

Εμφανίζεται ο χάλυβας. Αρχίζει η εποχή του Σιδήρου.

**750 π.Χ.**

Χρησιμοποιούνται αψίδες στα κτίρια.

**700 π.Χ.**

Κατασκευάζονται υδραγωγεία. Δημιουργείται ο πρώτος ζωολογικός κήπος. Βελτιώνεται το ηλιακό ρολόι.

**640 π.Χ.**

Ίδρύεται η πρώτη βιβλιοθήκη. Χρησιμοποιούνται νομίσματα.

**585 π.Χ.**

Προβλέπεται έκλειψη του ηλίου.

**580 π.Χ.**

Το ύδωρ αναγνωρίζεται ως στοιχείο.

**520 π.Χ.**

Ορίζονται οι άρρητοι αριθμοί.

**510 π.Χ.**

Σχεδιάζεται ο πρώτος ρεαλιστικός χάρτης.

**500 π.Χ.**

Πραγματοποιούνται οι πρώτες επιδρομές στον Ατλαντικό Ωκεανό. Πραγματοποιείται η πρώτη νεκροτομία σε ανθρώπινο σώμα. Χρησιμοποιείται ο άβακας. Ονοματίζεται ο πλανήτης Αφροδίτη.

**480 π.Χ.**

Προβάλλεται η λογική θεώρηση των ονείρων.

**440 π.Χ.**

Διατυπώνεται η έννοια των ατόμων.

**420 π.Χ.**

Αναζητείται η φυσική θεραπεία της επιληψίας.

**400 π.Χ.**

Εφευρίσκεται ο καταπέλτης.

**387 π.Χ.**

Ιδρύονται ανώτατες σχολές.

**350 π.Χ.**

Γίνονται νύξεις για ηλιοκεντρικό σύστημα. Περιγράφεται ένα σύστημα λογικής. Συνοψίζονται τα επιχειρήματα για τη σφαιρικότητα της Γης. Προβάλλονται πέντε στοιχεία. Ταξινομούνται τα ζώα. Σχεδιάζεται ο πρώτος ουράνιος χάρτης.

**320 π.Χ.**

Γράφεται το πρώτο συστηματικό σύγγραμμα βοτανικής.

**312 π.Χ.**

Κατασκευάζονται πλακόστρωτοι δρόμοι.

**300 π.Χ.**

Αναπτύσσεται η γεωμετρία. Παρατηρούνται οι παλίρροιες. Διακρίνονται οι αρτηρίες και οι φλέβες.

**280 π.Χ.**

Περιγράφονται μέρη του εγκεφάλου. Εκτιμάται το μέγεθος της Σελήνης και του Ηλίου. Κατασκευάζεται ο πρώτος μεγάλος φάρος.

**270 π.Χ.**

Επινόηση της κλεψύδρας.

**260 π.Χ.**

Περιγράφεται η θεωρία για τη λειτουργία του μοχλού.

**240 π.Χ.**

Εκτιμάται η περιφέρεια της Γης. Καθιερώνεται ένα πρότυπο σύστημα

μέτρησης των ετών.

**214 π.Χ.**

Αρχίζει η ανέγερση του Μεγάλου Σινικού Τείχους.

**170 π.Χ.**

Αρχίζει η χρησιμοποίηση της περγαμηνής.

**150 π.Χ.**

Υπολογίζεται η απόσταση της Σελήνης από τη Γη.

**134 π.Χ.**

Βελτιώνεται ο ουράνιος χάρτης.

**100 π.Χ.**

Επινοείται η υαλουργία με την τεχνική του φυσήματος.

**85 π.Χ.**

Εφευρίσκεται ο υδροτροχός.

**46 π.Χ.**

Καθιερώνεται το Ιουλιανό ημερολόγιο, με δίσεκτο έτος.

**25**

Ονοματίζονται οι κλιματικές ζώνες.

**50**

Γράφεται το πρώτο σημαντικό σύγγραμμα φαρμακολογίας.  
Χρησιμοποιείται η δύναμη του ατμού.

**105**

Παρασκευάζεται χαρτί.

**140**

Περιγράφεται το γεωκεντρικό Σύμπαν.

**180**

Μελετάται η λειτουργία του νωτιαίου μυελού.

**250**

Αναπτύσσεται η άλγεβρα.

**300**

Συνοψίζεται η αλχημεία. Εφευρίσκεται ο σιδερένιος αναβολέας.

**400**

Κατασκευάζεται χειράμαξο.

**537**

Κατασκευάζεται θόλος με παράθυρα.

**552**

Αρχίζει στη Δύση η σηροτροφία.

**600**

Εφευρίσκεται το άροτρο με βαρύ αναστρεπτήρα.

**673**

Επινοείται το υγρό πυρ.

**700**

Παρασκευάζεται πορσελάνη.

**750**

Μελετάται το οξικό οξύ.

**770**

Χρησιμοποιούνται τα πέταλα αλόγου.

**810**

Προστίθεται το μηδέν στο αριθμητικό σύστημα.

**850**

Ανακαλύπτεται ο καφές.

**870**

Διαπλέετε ο Αρκτικός Κύκλος.

**874**

Ιδρύεται η πρώτη μόνιμη αποικία στην Ισλανδία.

**900**

Επινοείται το περιαυχένιο του αλόγου.

**982**

Αποικίζεται η Γροιλανδία.

**1000**

Ανακαλύπτονται το Λαμπραντόρ και η Νέα Γη.

**1025**

Τίθενται τα θεμέλια της επιστήμης της οπτικής.

**1050**

Εφευρίσκεται η βαλλιστρίδα.

**1054**

Εμφανίζεται ένα νέος αστέρας.

**1066**

Εμφανίζεται ένας λαμπερός κομήτης.

**1071**

Χρησιμοποιούνται πιρούνια.

**1137**

Κατασκευάζονται επίστεφες αντηρίδες.

**1180**

Κατασκευάζονται ανεμόμυλοι στην Ευρώπη. Εφευρίσκεται η μαγνητική πυξίδα.

**1194**

Ανακαλύπτεται η Σπιτσβέργη.

**1202**

Εισάγονται στην Ευρώπη οι αραβικοί αριθμοί.

**1228**

Αρχίζει η εξόρυξη γαιάνθρακα στην Ευρώπη.

**1241**

Χρησιμοποιούνται πηδάλια στα ευρωπαϊκά πλοία.

**1249**

Εφευρίσκονται τα γυαλιά πρεσβυωπίας. Αρχίζει η χρήση της πυρίπδας στην Ευρώπη.

**1252**

Συντάσσονται οι Αλφόνσειοι Πίνακες των πλανητών.

**1269**

Περιγράφονται οι μαγνητικοί πόλοι.

**1291**

Εφευρίσκεται ο καθρέπτης.

**1298**

Εξερευνάτε η `Απω Ανατολή. Εισάγεται η ανέμη στην Ευρώπη. Εφευρίσκεται το αγγλικό τόξο.

**1300**

Ανακαλύπτεται το θειικό οξύ. Παρασκευάζεται απεσταγμένο ποτό

**1304**

Ζωγραφίζεται για πρώτη φορά ρεαλιστικά ένας κομήτης.

**1312**

Πραγματοποιείται επίσκεψη στις Καναρίους Νήσους.

**1316**

Εκδίδεται το πρώτο σύγγραμμα που ήταν αφιερωμένο στην ανατομία.

**1335**

Εφευρίσκεται το μηχανικό ρολόι.

**1346**

Εφευρίσκεται το κανόνι.

**1403**

Επιβάλλεται για πρώτη φορά καραντίνα.

**1405**

Οι Κινέζοι εξερευνούν τον Ινδικό Ωκεανό.

**1418**

Ανακαλύπτεται η Νήσος Μαδέρα.

**1427**

Ανακαλύπτονται οι Αζόρες Νήσοι.

**1436**

Χρησιμοποιείται στην τέχνη η προοπτική.

**1439**

Βελτιώνεται το πυροβολικό.

**1450**

Εφευρίσκεται το αρκεβούζιο.

**1451**

Κατασκευάζονται κοίλοι φακοί.

**1454**

Τυπώνεται η Βίβλος του Γουτεμβέργιου.

**1472**

Σχεδιάζεται η ακριβής τροχιά ενός κομήτη.

**1487**

Ανακαλύπτεται το Ακρωτήριο της Καλής Ελπίδας.

**1492**

Ανακαλύπτεται η Αμερική. Παρατηρείται η μαγνητική απόκλιση.

**1495**

Εμφανίζεται το πρώτο κρούσμα σύφιλης.

**1497**

Οι Πορτογάλοι φτάνουν στην Ινδία.

**1502**

Αναγνωρίζεται η Αμερική ως Νέος Κόσμος.

**1504**

Κατασκευάζεται το πρώτο ρολόι χειρός.

**1513**

Ανακαλύπτεται η "Νότια Θάλασσα" (Ειρηνικός Ωκεανός).

Ανακαλύπτεται η Φλόριντα.

**1519**

Η Ισπανία καταλαμβάνει το Μεξικό.

**1523**

Πραγματοποιείται ο περίπλους της Γης.

**1531**

Η Ισπανία διεκδικεί το Περού.

**1535**

Λύονται εξισώσεις τρίτου βαθμού.

**1538**

Παρατηρείται η θέση της ουράς των κομητών.

**1541**

Ευρωπαίοι αντικρίζουν τον ποταμό Μισισσιπή.

**1542**

Εξερευνάται ο ποταμός Αμαζόνιος.

**1543**

Δημοσιεύονται τα μαθηματικά του ηλιοκεντρικού συστήματος. Κυκλοφορεί εικονογραφημένο βιβλίο ανατομίας του ανθρώπου. Αρχίζει η επιστημονική επανάσταση.

**1545**

Ορίζονται οι αρνητικοί αριθμοί. Βελτιώνονται οι τεχνικές χειρουργικής.

**1551**

Συντάσσονται τριγωνομετρικοί πίνακες. Καταρτίζονται οι Πρωσικοί Πίνακες των πλανητών.

**1552**

Περιγράφεται η ευσταχιανή σάλπιγγα.

**1553**

Επιχειρείται ο διάπλους του Βορειοανατολικού Περάσματος.

**1555**

Περιγράφονται ομοιότητες ανάμεσα στους σκελετούς των Σπονδυλωτών.

**1556**

Τίθενται τα θεμέλια της επιστήμης της ορυκτολογίας. Εισάγεται ο καπνός στην Ευρώπη.

**1560**

Ιδρύεται η πρώτη επιστημονική εταιρεία.

**1565**

Αρχίζει η χρησιμοποίηση μουσκέτων.

**1568**

Παγκόσμιοι χάρτες, που βασίζονται στην μερκατορική προβολή, θέτουν τα θεμέλια της σύγχρονης γεωγραφίας.

**1572**

Παρατηρείται υπερκαινοφανής.

**1576**

Οι Ευρωπαίοι ανακαλύπτουν τη Γροιλανδία.

**1577**

Ιδρύεται το πρώτο αστρονομικό παρατηρητήριο.

**1578**

Ανακαλύπτεται το Πέρασμα του Ντρέικ.

**1581**

Μελετάται η κίνηση του εκκρεμούς. Εξερευνάται η Σιβηρία.

**1582**

Υιοθετείται το Γρηγοριανό Ημερολόγιο.

**1583**

Τίθενται τα θεμέλια της επιστήμης της υδροστατικής.

**1586**

Χρησιμοποιούνται οι Δεκαδικοί αριθμοί.

**1589**

Διεξάγονται πειράματα σχετικά με την πτώση των σωμάτων. Χρησιμοποιείται η αποκρυπτογράφηση στον πόλεμο. Επινόείται η πλεκτομηχανή.

**1590**

Εφευρίσκεται το μικροσκόπιο.

**1591**

Χρησιμοποιούνται τα αλγεβρικά σύμβολα.

**1592**

Εφευρίσκεται το θερμόμετρο. Ανακαλύπτονται τα ερείπια της Πομπηίας.

**1596**

Το Ολλανδικό εμπόριο επεκτείνεται στις Ανατολικές Ινδίες. Βρίσκεται η πηγή του ππ έως είκοσι δεκαδικά ψηφία.

**1597**

Γράφεται το πρώτο εγχειρίδιο χημείας.

**1600**

Διαπιστώνεται ότι η γη είναι ένας τεράστιος μαγνήτης.

**1603**

Μελετώνται οι φλεβικές βαλβίδες.

**1607**

Ιδρύεται η Τζέιμσταουν.

**1608**

Εφευρίσκεται το τηλεσκόπιο.

**1609**

Περιγράφονται ως ελλειπτικές οι πλανητικές τροχιές. Παρατηρείται ο Γαλαξίας με το τηλεσκόπιο. Παρατηρείται η Σελήνη με το τηλεσκόπιο.

**1610**

Ανακαλύπτονται οι δορυφόροι του Δία. Παρατηρείται η Αφροδίτη με το τηλεσκόπιο. Ανακαλύπτονται οι κηλίδες του Ηλίου.

**1612**

Ανακαλύπτεται το Νεφέλωμα της Ανδρομέδας.

**1614**

Δημοσιεύεται πίνακας των λογαρίθμων. Μελετάται ο ανθρώπινος μεταβολισμός.

**1616**

Ανακαλύπτεται ο Κόλπος του Μπάφριν. Περιπλέετε η Γη του Πυρός.

**1620**

Αρχίζουν να χρησιμοποιούνται οι ταχυδρομικές άμαξες. Περιγράφεται η επιστημονική μέθοδος.

**1621**

Μελετώνται τα μαθηματικά της διάθλασης

**1622**

Εφευρίσκεται ο λογαριθμικός κανόνας.

**1624**

Ονοματίζονται και μελετώνται αέρια

**1627**

Δημοσιεύονται οι Ροδόλφειοι Πίνακες των πλανητών. Πεθαίνει ο τελευταίος βους ο πρωτογενής.

**1628**

Δημοσιεύονται οι αρχές της κυκλοφορίας του αίματος και τίθενται τα Θεμέλια της επιστήμης της φυσιολογίας.

**1633**

Ο Γαλιλαίος αναγκάζεται από την Ιερά Εξέταση να αποκηρύξει την ηλιοκεντρική θεωρία.

**1635**

Δημοσιεύονται παρατηρήσεις για τη μαγνητική απόκλιση.

**1637**

Άλγεβρα και γεωμετρία συνδυάζονται και παράγεται η αναλυτική γεωμετρία. Διατυπώνεται το τελευταίο θεώρημα του Φερμά.

**1640**

Παράγεται κοκ από άνθρακα

**1641**

Χρησιμοποιείται το σταυρόνημα στα τηλεσκόπια.

**1642**

Γίνεται γνωστή στην Ευρώπη η δράση της κίνινης. Εφευρίσκεται η αθροιστική μηχανή. Ανακαλύπτονται νησιά του Νότιου Ειρηνικού.

**1643**

Δημιουργείται κενό με τεχνητά μέσα (το πρώτο βαρόμετρο).

**1645**

Εφευρίσκεται η αεραντλία.

**1648**

Η ατμοσφαιρική πίεση συνδέεται με το υψόμετρο. Ανακαλύπτεται η αρχή του Πασκάλ για την πίεση των υγρών.

**1650**

Εντοπίζεται ο πρώτος διπλός αστέρας. Καθορίζεται μια ηλικία της Γης με βάση τη Βίβλο.

**1651**

Ονοματίζονται κρατήρες της Σελήνης.

**1653**

Ανακαλύπτονται τα λεμφαγγεία.

**1654**

Αρχίζει η μελέτη της θεωρίας των πιθανοτήτων. Αποδεικνύεται η δύναμη της ατμοσφαιρικής πίεσης.

**1656**

Ανακαλύπτονται ο δακτύλιος και οι δορυφόροι του Κρόνου. Εφευρίσκεται το ρολόι με εκκρεμές.

**1657**

Μελετάται η πτώση των σωμάτων σε κενό.

**1658**

Ανακαλύπτονται τα ερυθρά αιμοσφαίρια.

**1659**

Ανακαλύπτεται η Μεγάλη Σύρτη στον `Αρη.

**1660**

Ανακαλύπτονται τα τριχοειδή αγγεία. Αποδεικνύεται η ύπαρξη του στατικού ηλεκτρισμού.

**1661**

Ορίζεται το χημικό στοιχείο. Διατυπώνεται η άποψη ότι θεμέλιο της υγείας είναι η ισορροπία οξέων και βάσεων.

**1662**

Ο όγκος και η πίεση των αερίων συνδέονται με τον νόμο του Μπόουλ. Ιδρύεται η Βασιλική Εταιρεία (επιστημονική ένωση).

**1664**

Παρατηρείται η Μεγάλη Ερυθρά Κηλίδα του Δία.

**1665**

Ανακαλύπτονται τα κύτταρα. Δημοσιεύεται μελέτη για την περίθλαση του φωτός. Μετρώνται οι περίοδοι περιστροφής πλανητών.

**1666**

Ανακαλύπτεται το φάσμα του φωτός.

**1668**

Διατυπώνεται ο νόμος διατήρησης της ορμής. Αποδεικνύεται ότι είναι αδύνατη η αβιογένεση. Κατασκευάζεται το πρώτο κατοπτρικό τηλεσκόπιο.

**1669**

Επινοείται ο απειροστικός λογισμός. Ανακαλύπτεται η φώσφορος. Υποστηρίζεται η άποψη ότι τα απολιθώματα είναι λείψανα οργανισμών που έζησαν στο παρελθόν. Περιγράφεται η διπλή διάθλαση. Παρατηρείται αντίδραση του αίματος με τον αέρα.

**1670**

Αναγνωρίζονται τα συμπτώματα του διαβήτη.

**1671**

Ανακαλύπτεται δεύτερος δορυφόρος του Κρόνου.

**1672**

Υπολογίζεται η απόσταση του Άρη από τη Γη.

**1675**

Υπολογίζεται η ταχύτητα του φωτός. Παρατηρούνται διαφορετικοί δακτύλιοι γύρω από τον Κρόνο.

**1676**

Παρατηρούνται μικροοργανισμοί με το μικροσκόπιο.

**1678**

Δημοσιεύεται κατάλογος με τους νότιους αστέρες. Διατυπώνεται η κυματική θεωρία του φωτός.

**1679**

Εφευρίσκεται η χύτρα ταχύτητας.

**1680**

Περιγράφεται η μηχανική των οστών-μυών.

**1681**

Πεθαίνει η τελευταία διδώ.

**1682**

Περιγράφεται η αμφιγονία στα φυτά.

**1683**

Ανακαλύπτονται τα βακτήρια.

**1684**

Το μέγεθος της Γης μετρείται με μεγαλύτερη ακρίβεια.

**1685**

Ορίζονται οι φανταστικοί αριθμοί.

**1686**

Δημοσιεύεται μελέτη των ανέμων και μετεωρολογικός χάρτης. Δημοσιεύεται η πρώτη σύγχρονη ταξινόμηση των φυτών.

**1687**

Δημοσιεύονται οι τρεις νόμοι κίνησης στο έργο Πρίνκίπια ("Αρχές") του Νεύτωνα. Διατυπώνεται ο νόμος της παγκόσμιας έλξης.

Υποστηρίζεται ότι η Γη είναι πεπλατυσμένη σφαίρα, διογκωμένη στον ισημερινό.

**1688**

Κατασκευάζονται υαλοπίνακες.

**1691**

Γίνεται η πρώτη σύγχρονη ταξινόμηση των ζώων.

**1693**

Επινοείται η υπολογιστική μηχανή. Συντάσσονται οι πρώτοι πίνακες θνησιμότητας.

**1698**

Εφευρίσκεται η αμμοκίνητη αντλία. Αρχίζει το πρώτο ωκεάνιο ταξίδι για επιστημονικούς σκοπούς.

**1699**

Ο όγκος των αερίων συσχετίζεται με τη θερμοκρασία

**1700**

Προτείνεται η χρησιμοποίηση του δυαδικού συστήματος.

**1705**

Οι τροχιές των κομητών μελετώνται λεπτομερέστερα. Προβλέπεται η επανεμφάνιση του κομήτη του Χάλεϊ. Κατανοείται ο ρόλος του αέρα στη θρέψη των φυτών.

**1706**

Χρησιμοποιούνται άμαξες με αναρτήσεις από ελατήρια. Βελτιώνεται η γεννήτρια στατικού ηλεκτρισμού.

**1707**

Εφευρίσκεται το ρολόι σφυγμού.

**1709**

Χρησιμοποιείται κοκ στην τήξη του σιδήρου.

**1710**

Σχεδιάζεται το τυρέκιο της Πενσυλβανίας.

**1712**

Εφευρίσκεται η ατμομηχανή Νιουκόμεν.

**1713**

Διαδίδονται τα νέα για τον εμβολιασμό κατά της ευλογιάς.

**1714**

Εφευρίσκεται το θερμόμετρο υδραργύρου.

**1715**

Προβλέπεται και μελετάται έκλειψη του Ηλίου.

**1718**

Ανακαλύπτεται η αστρική κίνηση.

**1722**

Ανακαλύπτεται η Νήσος τον Γάσχα.

**1728**

Εφευρίσκεται το χρονόμετρο πλοίου. Γίνεται αντιληπτό το φαινόμενο της αποπλάνησης του φωτός. Μετρείται με μεγαλύτερη ακρίβεια η ταχύτητα του φωτός. Ανακαλύπτεται ο Βερίγγιος Πορθμός. Κυκλοφορεί το πρώτο βιβλίο οδοντιατρικής.

**1729**

Ορίζονται και μελετώνται οι αγωγοί και οι μονωτές ηλεκτρισμού.

**1733**

Εφευρίσκονται οι αχρωματικοί φακοί. Μετρείται η πίεση του αίματος. Παρατηρούνται οι ομοιότητες μεταξύ ηλεκτρισμού και μαγνητισμού. Εφευρίσκεται η ιπτάμενη σαίτα αργαλειού.

**1735**

Μετρείται η διόγκωση της Γης στον ισημερινό. Βελτιώνεται η ταξινόμηση των φυτών. Προτείνεται ένα σύγχρονο σύστημα ταξινόμησης. Βελτιώνεται η περιγραφή των ανέμων.

**1736**

Κυκλοφορεί το πρώτο βιβλίο που είναι αφιερωμένο στη μηχανική.

**1737**

Ανακαλύπτεται το κοβάλτιο.

**1738**

Διατυπώνεται η κινητική θεωρία των αερίων.

**1739**

Ευρωπαίοι αντικρίζουν τα Βραχώδη Όρη.

**1740**

Ανακαλύπτεται η ύδρα.

**1742**

Επινοείται η κλίμακα Κελσίου. Διατυπώνεται η εικασία Γκόλντμπαχ. Εφευρίσκεται η θερμάστρα του Φραγκλίνου.

**1744**

Ορίζονται οι υπερβατικοί αριθμοί.

**1745**

Εφευρίσκεται η λουγδουνική λάγηνος. Ανιχνεύεται σίδηρος στο αίμα.

**1747**

Ανακαλύπτεται η θεραπεία του σκορβούτου με ορισμένη διατροφή.

**1748**

Μελετάται το φαινόμενο της ώσμωσης. Περιγράφονται τα χαρακτηριστικά του λευκοχρύσου.

**1749**

Δημοσιεύονται σκέψεις σχετικά με τη βιολογική εξέλιξη. Υποστηρίζεται η θεωρία ότι η Γη δημιουργήθηκε από την πρόσκρουση κομήτη στον Ήλιο.

**1751**

Ανακαλύπτεται το νικέλιο. Αρχίζει η έκδοση της πρώτης εγκυκλοπαίδειας.

**1752**

Εφευρίσκεται το αλεξικέραυνο. Αποδεικνύεται η χημική δράση της πέψης. Υποστηρίζεται ότι η θερμότητα είναι ένας από τους παράγοντες που συνέβαλαν στη δημιουργία της επιφάνειας της Γης.

**1754**

Εφαρμόζεται η ποσοτική ανάλυση στη μελέτη του διοξειδίου του άνθρακα.

**1755**

Ορίζεται η έννοια των γαλαξιών.

**1756**

Υποστηρίζεται ότι ισθμοί συνέδεαν τις ηπείρους.

**1758**

Ο κομήτης του Χάλεϊ επιστρέφει . Χρησιμοποιείται στη χημεία η φλογομετρική δοκιμή.

**1759**

Με τη μελέτη των ιστών τίθενται τα θεμέλια της επιστήμης της εμβρυολογίας.

**1760**

Με τη μελέτη των σεισμών τίθενται τα θεμέλια της επιστήμης της σεισμολογίας. Αρχίζει η επιστημονική μελέτη της θερμότητας. Τίθενται τα θεμέλια της επιστήμης της παθολογίας.

**1761**

Μελετάται η διάβαση της Αφροδίτης. Προτείνεται η χρησιμοποίηση της επίκρουσης ως διαγνωστικού μέσου.

**1762**

Ορίζεται η λανθάνουσα θερμότητα άνθρακα.

**1763**

Μελετάται η επικοινωνία.

**1764**

Βελτιώνεται η ατμομηχανή.

**1765**

Διατυπώνεται η θεωρία του πλουτωνισμού (της ηφαιστειακής δράσης ως παράγοντα διαμόρφωσης της επιφάνειας της Γης)

**1766**

Μελετάται το υδρογόνο. Με τη μελέτη των νεύρων τίθενται τα θεμέλια της επιστήμης της νευρολογίας.

**1768**

Αποδεικνύεται το αδύνατο της αβιογένεσης στους μικροοργανισμούς. Ανακαλύπτεται η Αυστραλία. Παρασκευάζεται το ανθρακούχο νερό.

**1769**

Βελπώνεται η ποσοτική χημεία. Εφευρίσκεται η κλωστική μηχανή.

**1770**

Ανακαλύπτεται η πηγή του Γαλάζιου Νείλου. Μελετώνται τα ωκεάνια ρεύματα. Μελετώνται τα υδατοδιαλυτά αέρια.

**1771**

Δημοσιεύεται ο κατάλογος των ουράνιων αντικειμένων(νεφελωμάτων) του Μεσσιέ. Μελετάται η χρησιμοποίηση από τα φυτά του διοξειδίου του άνθρακα.

**1772**

Διεξάγονται ποσοτικές μελέτες της καύσης. Επισημαίνεται η σχέση μεταξύ διαμαντιού και άνθρακα. Ανακαλύπτεται το άζωτο.

**1773**

Διαπλέετε ο Ανταρκτικός Κύκλος. Αναγνωρίζονται οι βάκιλοι και τα σπειρύλλια.

**1774**

Ανακαλύπτεται το οξυγόνο. Απομονώνεται το χλώριο. Ψυχοσωματικές παθήσεις θεραπεύονται με τον "μεσημερισμό" (ζωικό μαγνητισμό).

**1775**

Περιγράφεται η δράση της δακτυλίπδας.

**1776**

Γίνεται η πρώτη ταξινόμηση των ανθρώπινων φυλών.

**1777**

Χρησιμοποιείται ο ζυγός στρέψεως στη μέτρηση βαρών.

**1778**

Ανακαλύπτεται το μολυβδαίνιο. Ανακαλύπτονται τα νησιά Χαβάη.

**1779**

Μελετάται η γονιμοποίηση στους ανθρώπους. Περιγράφεται αναλυτικότερα η διεργασία της φωτοσύνθεσης.

**1780**

Μελετάται η ηλεκτρική διέγερση των μυών.

**1781**

Ανακαλύπτεται ο πλανήτης Ουρανός. Ανακαλύπτονται διπλοί αστέρες. Τίθενται τα θεμέλια της επιστήμης της κρυσταλλογραφίας. Προσδιορίζεται η κλίση του άξονα του Άρη. Βελτιώνεται η ατμομηχανή, εξέλιξη που κατέχει θέση-κλειδί στη Βιομηχανική Επανάσταση.

**1782**

Ανακαλύπτονται μεταβλητοί αστέρες εκλείψεως.

**1783**

Μελετάται η κίνηση του Ήλιου σε σχέση με τους αστέρες. Η αναπνοή περιγράφεται ως μια μορφή καύσης. Πραγματοποιείται η πρώτη πτήση με αερόστατο θερμού αέρα. Ανακαλύπτεται το βολφράμιο.

**1784**

Διατυπώνεται η άποψη ότι οι εκρήξεις ηφαιστείων επηρεάζουν τις καιρικές συνθήκες. Εφευρίσκονται οι διεσταπικοί φακοί. Ανακαλύπτεται ότι το υδρογόνο και το οξυγόνο ενώνονται και σχηματίζουν νερό. Παρατηρούνται πολικοί πάγοι στον Άρη. Δημιουργούνται αποικίες Ευρωπαίων στην Αλάσκα. Ανακαλύπτεται το τελλούριο.

**1785**

Παρατηρούνται σφαιρωτά σμήνη. Εκτιμάται ο αριθμός και το μέγεθος των αστέρων στον Γαλαξία. Διατυπώνεται η θεωρία του ομοιομορφισμού στη γεωλογία (της μεταβολής με ομοιόμορφο ρυθμό ανά τους αιώνες).

**1786**

Η κατάκτηση της κορυφής του Λευκού Όρους συντελεί στη διάδοση του αθλήματος της ορειβασίας.

**1787**

Ανακαλύπτεται ξανά η σχέση όγκου και θερμοκρασίας των αερίων. Προβάλλεται ένα πρότυπο σύστημα χημικής ονοματολογίας. Κατασκευάζεται το πρώτο εκμεταλλεύσιμο ατμόπλοιο.

**1788**

Η άλγεβρα και ο απειροστικός λογισμός χρησιμοποιούνται σε προβλήματα της μηχανικής. Πινακοποιούνται οι χημικές "συγγένειες".

**1789**

Ανακαλύπτονται δύο ακόμη δορυφόροι του Κρόνου. Ανακαλύπτονται οξέα που δεν περιέχουν οξυγόνο. Διατυπώνεται ο νόμος της διατήρησης της μάζας. Ανακαλύπτεται το ουράνιο.

**1790**

Η Βιομηχανική Επανάσταση φτάνει στην Αμερική. Επινόείται το μετρικό

σύστημα.

**1791**

Ανακαλύπτεται το ππάνιο. Ανακαλύπτεται ο ποταμός Κολούμπια.

**1793**

Εφευρίσκεται η εκκοκκιστική μηχανή. Οι φρενοβλαβείς αρχίζουν να αντιμετωπίζονται με ανθρωπιά. Περιπλέετε το Νησί Βανκούβερ.

**1794**

Δίνεται ορθολογική ερμηνεία των μετεωριτών. Ανακαλύπτονται "σπάνιες γαίες".

**1795**

Αναπτύσσεται η τεχνική της κονσερβοποίησης τροφών.

**1796**

Με τον δαμαλισμό τίθενται τα θεμέλια της επιστήμης της ανοσολογίας. Διατυπώνεται υπόθεση του νεφελώματος. Κατασκευάζεται δεκαεπτάγωνο.

**1797**

Ανακαλύπτεται το χρώμιο. Χρησιμοποιείται για πρώτη φορά το αλεξίπτωτο από άνθρωπο.

**1798**

Υπολογίζεται η μάζα της Γης. Τίθενται τα θεμέλια της επιστήμης της συγκριτικής ανατομίας. Δημοσιεύεται η ανάλυση του Μάλθους για την πληθυσμιακή πίεση. Υγροποιείται η αμμωνία. Παράγονται ανταλλακτικά εξαρτήματα μουσκέτων. Ανακαλύπτεται το βηρύλλιο.

**1799**

Διατυπώνεται ο νόμος των σταθερών αναλογιών. Μελετώνται τα γεωλογικά στρώματα. Μελετώνται οι παρέλξεις στο Ηλιακό Σύστημα. Ανακαλύπτεται η Στήλη της Ροζέτας.

**1800**

Εφευρίσκεται η ηλεκτρική συστοιχία. Το νερό διασπάται με ηλεκτρόλυση. Ανακαλύπτεται η υπέρυθρη ακτινοβολία. Επινόείται ο φωτισμός με φωταέριο. Ανακαλύπτεται το πρωτοξείδιο του αζώτου. Δημοσιεύεται μελέτη των ιστών. Επινόείται η μέθοδος σφυρηλασίας του λευκοχρύσου.

**1801**

Εφευρίσκεται ο αργαλειός Ζακάρ. Ανακαλύπτεται ο πρώτος αστεροειδής, η Δήμητρα. Ταξινομούνται τα ασπρόνδουλα και τίθενται τα θεμέλια της επιστήμης της ζωολογίας των ασπρόνδουλων. Ανακαλύπτεται η υπεριώδης ακτινοβολία. Αποδεικνύεται η ύπαρξη φωτεινών κυμάτων. Ανακαλύπτεται το νιόβιο.

**1802**

Ανακαλύπτονται και άλλοι αστεροειδείς. Ανακαλύπτεται το ταντάλιο.

**1803**

Ορίζεται η έννοια του ατομικού βάρους . Ερευνάται και γίνεται αποδεκτή η ύπαρξη μετεωριτών. Ανακαλύπτονται το δημήτριο, το όσμιο και το ιρίδιο.

**1804**

Χρησιμοποιούνται αερόστατα στην επιστημονική έρευνα. Επιδεικνύεται απμάμαξα κινούμενη σε σιδηροδρομικές γραμμές. Εξερευνάτε ο ποταμός Μιζούρι ως τις πηγές του.

**1805**

Ανακαλύπτεται η μορφίνη.

**1806**

Ανακαλύπτεται το πρώτο αμινοξύ, η ασπαραγίνη.

**1807**

Ανακαλύπτονται το νάτριο και το κάλιο. Τα ατμόπλοια αξιοποιούνται εμπορικά.

**1808**

Ανακαλύπτεται το πολωμένο φως.

**1809**

Υποστηρίζεται ότι υπάρχουν χαρακτηριστικά που μεταδίδονται κληρονομικά. Τίθενται τα θεμέλια της επιστήμης της αεροδυναμικής.

**1810**

Εκδίδεται πραγματεία για το νευρικό σύστημα. Αναγνωρίζεται το χλώριο ως στοιχείο.

**1811**

Διατυπώνεται η υπόθεση του Αβογκάντρο. Ανακαλύπτεται το ιώδιο.

**1812**

Χρησιμοποιούνται καταλύτες για τον μετασχηματισμό ουσιών. Διατυπώνεται η θεωρία του Καταστροφισμού. Τίθενται τα θεμέλια της επιστήμης της παλαιοντολογίας. Προβάλλεται η ιδέα ενός μηχανιστικού Σύμπαντος.

**1813**

Εισάγεται ένα σύστημα χημικών συμβόλων. Αρχίζει η συγγραφή εγκυκλοπαίδειας βοτανολογίας.

**1814**

Ανακαλύπτονται οι φασματικές γραμμές.

**1815**

Γίνονται πειράματα με πολωμένο φως. Μελετώνται οι οργανικές ρίζες. Διατυπώνεται η υπόθεση του Πράουτ. Βελπώνεται η κατασκευή δρόμων.

**1816**

Εφευρίσκεται το σπηθροσκόπιο.

**1817**

Απομονώνεται η χλωροφύλλη. Ανακαλύπτονται το κάδμιο, το λίθιο και το σελήνιο.

**1818**

Κυκλοφορεί πραγματεία για τα εγκάρσια φωτεινά κύματα. Προσδιορίζεται η τροχιά του κομήτη Ένκε. Δημοσιεύεται πίνακας των ατομικών βαρών.

**1819**

Η ειδική θερμότητα συσχετίζεται με το ατομικό βάρος. Το πρώτο ατμόπλοιο διαπλέει τον Ατλαντικό.

**1820**

Μελετάται το φαινόμενο του ηλεκτρομαγνητισμού. Ανακαλύπτεται η γλυκίνη. Διακρίνεται για πρώτη φορά στεριά στην Ανταρκτική. Χρησιμοποιούνται περιθλαστικά φράγματα για την παραγωγή του φάσματος του φωτός.

**1821**

Παράγεται κίνηση από ηλεκτρικές δυνάμεις. Ανακαλύπτεται το φαινόμενο Ζέεμπεκ. Υποστηρίζεται η άποψη ότι οι παγετώνες κάλυπταν πολύ μεγαλύτερη έκταση στο παρελθόν.

**1822**

Μελετάται η θερμική ροή. Συλλαμβάνεται η ιδέα του σύγχρονου υπολογιστή. Αναπτύσσεται η προβολική γεωμετρία. Ανακαλύπτονται λείψανα ιγουανόδοντος (δεινοσαύρου) . Αποκρυπτογραφούνται τα ιερογλυφικά.

**1823**

Ανακαλύπτεται υδροχλωρικό οξύ στο στομάχι νεκροτομημένων ανθρώπων. Ο λευκόχρυσος χρησιμοποιείται ως καταλύτης. Ανακαλύπτονται τα ισομερή. Υγροποιείται το χλώριο με ψύξη και πίεση. Εφευρίσκεται ο ηλεκτρομαγνήτης.

**1824**

Εφευρίσκεται το τσιμέντο Πόρτλαντ. Μελετάται η απόδοση της ατμομηχανής. Τίθενται τα θεμέλια της θερμοδυναμικής. Μετρείται με μεγαλύτερη ακρίβεια η απόσταση του Ηλίου από τη Γη. Αποδεικνύεται ότι είναι αδύνατη η αλγεβρική λύση της πεμπτοβάθμιας εξίσωσης. Ανακαλύπτεται το πυρίτιο.

**1825**

Ο ατμοκίνητος σιδηρόδρομος αξιοποιείται εμπορικά. Ανακαλύπτεται το αργίλιο. Παρατηρείται η γαστρική πέψη. Παρασκευάζονται κηριά

από λιπαρά οξέα. Σχεδιάζονται φακοί για τη διόρθωση του αστιγματισμού.

**1826**

Δημοσιεύεται σύστημα μη ευκλείδειας γεωμετρίας. Ανακαλύπτεται το βρώμιο.

**1827**

Διατυπώνεται ο νόμος του Ωμ. Κατασκευάζεται ο πρώτος στρόβιλος. Εφευρίσκεται η προωστική έλικα. Μελετώνται τα ωάρια των θηλαστικών. Τα τρόφιμα ταξινομούνται σε υδατάνθρακες, λίπη και πρωτεΐνες. Περιγράφεται η κίνηση Μπράουν.

**1828**

Παράγεται συνθετική ουρία. Επισημαίνεται η ύπαρξη νωτιαίας χορδής (νωτοχορδής) σε όλα τα έμβρυα των σπονδυλωτών. Ανακαλύπτεται το θόριο.

**1829**

Εφευρίσκεται το πρίσμα Νίκολ.

**1830**

Εφευρίσκεται το αχρωματικό μικροσκόπιο. Επινοείται η θεωρία των ομάδων στα μαθηματικά. Γίνεται αποδεκτή η θεωρία του ομοιομορφισμού.

**1831**

Επινοείται η ηλεκτρογεννήτρια. Εφευρίσκεται ο ηλεκτροκινητήρας. Εφευρίσκονται τα σπέρτα τριβής. Ανακαλύπτεται ο βόρειος μαγνητικός πόλος. Αναγνωρίζεται ο πυρήνας του κυττάρου. Ο ρυθμός διάχυσης των αερίων συνδέεται με τα μοριακά βάρη. Ανακαλύπτεται το χλωροφόρμιο. Δημοσιεύεται μελέτη για τους κυκλώνες.

**1832**

Διατυπώνονται οι νόμοι της ηλεκτρόλυσης. Ανακαλύπτεται η διάσταση.

**1834**

Εφευρίσκεται η θεριστική μηχανή. Ανακαλύπτεται η κυτταρίνη.

**1835**

Παρασκευάζεται ξηρός πάγος. Περιγράφεται το φαινόμενο Κοριολίς. Κατοχυρώνεται με ευρεσιτεχνία η εφεύρεση του περιστρόφου.

**1836**

Ανακαλύπτεται η πεψίνη. Εφευρίσκεται η ηλεκτρική συστοιχία Ντάνιελ.

**1837**

Διατυπώνεται η άποψη ότι υπήρξε εποχή παγετώνων. Η φωτοσύνθεση

συνδέεται με τη χλωροφύλλη. Αποδεικνύεται ότι είναι αδύνατη η τριχοτόμηση μιας γωνίας και ο διπλασιασμός ενός κύβου.

**1838**

Υπολογίζονται οι αποστάσεις των αστερών. Διατυπώνεται η κυτταρική θεωρία. Μελετώνται τα κύτταρα της μαγιάς. Ονοματίζεται η πρωτεΐνη. Επινόείται ο κώδικας Μορς.

**1839**

Εφευρίσκεται η φωτογραφία. Φωτογραφίζεται η Σελήνη. Παρασκευάζεται το βουλκανισμένο καουτσούκ. Εφευρίσκεται το ηλεκτρικό στοιχείο καυσίμου. Ανακαλύπτεται η Ανταρκτική. Ανακαλύπτεται η τράπεζα πάγου του Ρος. Σχεδιάζεται το πρώτο ποδήλατο. Ανακαλύπτεται το λανθάνιο.

**1840**

Τίθενται τα θεμέλια της επιστήμης της θερμοχημείας. Ανακαλύπτεται το όζον.

**1841**

Μελετάται ο υπνωτισμός. Εφευρίσκεται το αρνητικό της φωτογραφίας. Εφευρίσκεται το όπλο με επικρουστήρα. Καθιερώνεται η τυποποίηση των σπειρωμάτων στις βίδες.

**1842**

Παρασκευάζονται χημικά λιπάσματα. Παρατηρείται το φαινόμενο Ντόπλερ. Υποστηρίζεται η χρησιμοποίηση του κρανιακού δείκτη για την ταξινόμηση των ανθρώπων.

**1843**

Μετρείται το μηχανικό ισοδύναμο της θερμότητας. Ανακαλύπτεται ο κύκλος των ηλιακών κηλίδων. Επινόείται η άλγεβρα των υπερμιγαδικών αριθμών (των τετράδων). Αναπτύσσεται η ανώτερη αναλυτική γεωμετρία. Η χρήση της γέφυρας Χουήτστοουν διαδίδεται. Καθελκύεται το πρώτο υπερωκεάνιο.

**1844**

Μεταδίδεται μήνυμα με τον τηλεγράφο. Διατυπώνεται η υπόθεση για την ύπαρξη σκοτεινών συνοδών του Σειρίου και του Προκύωνος.

**1845**

Ανακαλύπτονται περισσότεροι αστεροειδείς. Ανακαλύπτονται σπειροειδή νεφελώματα. Έξι αέρια εξακολουθούν να είναι μη υδροποϊήσιμα ("μόνιμα" αέρια).

**1846**

Ο αιθέρας χρησιμοποιείται ως αναισθητικό. Ανακαλύπτεται ο Ποσειδώνας. Διατυπώνεται η υπόθεση για την ύπαρξη ενός πλανήτη

που ονομάστηκε 'Ηφαιστος. Μελετάται η επίπτωση της κρυσταλλικής ασυμμετρίας στην πόλωση τον φωτός. Ονοματίζεται το πρωτόπλασμα. Αποκρυπτογραφούνται κείμενα σφηνοειδούς γραφής. Κατοχυρώνεται με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας η εφεύρεση της ραπτομηχανής.

**1847**

Διατυπώνεται η αρχή της διατήρησης της ενέργειας. Εφαρμόζεται η απολύμανση των χεριών των ιατρών. Χρησιμοποιείται η αναισθησία στον τοκετό. Εφευρίσκεται η νιτρογλυκερίνη. Τίθενται τα θεμέλια της συμβολικής λογικής. Αρχίζει η χρησιμοποίηση του αργύρου σε αμαλγάματα για το σφράγισμα δοντιών.

**1848**

Καθιερώνεται η απόλυτη θερμοκρασιακή κλίμακα. Ανακαλύπτεται το Νεφέλωμα του Καρκίνου. Παρατηρείται μετατόπιση φασματικών γραμμών.

**1849**

Υπολογίζεται η ταχύτητα του φωτός με πείραμα στην επιφάνεια της Γης. Το όριο Ρος εξηγεί την ύπαρξη των δακτυλίων του Κρόνου. Αποδεικνύεται ότι οι νευρικές ίνες είναι εκφύσεις κυττάρων.

**1850**

Διατυπώνεται ο δεύτερος νόμος της θερμοδυναμικής. Μελετάται η υπέρυθη ακτινοβολία.

**1851**

Αποδεικνύεται η περιστροφή της Γης. Ανακαλύπτονται και άλλοι δορυφόροι του Κρόνου και του Ουρανού.

**1852**

Παρατηρείται το φαινόμενο Τζάουλ-Τόμσον. Διατυπώνεται η θεωρία για το σθένος των στοιχείων. Αποδεικνύεται ότι το γυροσκόπιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πυξίδα. Περιγράφονται οι επιπτώσεις των ηλιακών κηλίδων στο μαγνητικό πεδίο της Γης. Εφευρίσκεται ο ανελκυστήρας.

**1853**

Υπολογίζεται η ηλικία του Ηλίου. Επιτυγχάνεται η πρώτη πτήση ανεμοπτήρου. Παράγεται κηροζίνη για χρήση σε λάμπες.

**1854**

Η χολέρα συσχετίζεται με την παροχή νερού. Ανακαλύπτεται ένα υποβρύχιο υψίπεδο στο κέντρο του ωκεανού (η Μεσο-ατλαντική υφαλορράχη). Αναπτύσσεται νέα μορφή μη ευκλείδειας γεωμετρίας.

**1855**

Δίδεται αλγεβρική έκφραση στις δυναμικές γραμμές. Επινόείται ο σωλήνας Γκάισλερ. Εφευρίσκεται ο σειсмоγράφος. Επινόείται η παρασκευή πυροξυλίνης.

**1856**

Ανακαλύπτεται το γλυκογόνο. Εφευρίσκεται η υψικάμινος. Εφευρίσκεται συνθετική βαφή. Ανακαλύπτονται λείψανα ανθρώπου του Νεάντερταλ. Αναπτύσσεται η τεχνική της παστερίωσης

**1857**

Ερμηνεύεται η σύνθεση των δακτυλίων του Κρόνου.

**1858**

Δημοσιεύεται η θεωρία της εξέλιξης μέσω της φυσικής επιλογής. Αποκρυπτογραφείται η δομή των οργανικών μορίων. Τίθενται τα θεμέλια της επιστήμης της κυτταροπαθολογίας. Σχεδιάζεται το πρώτο επιτυχημένο ψυγείο. Μελετάται ο ηλεκτρισμός στο κενό.

**1859**

Πραγματοποιείται η πρώτη γεώτρηση για την άντληση πετρελαίου. Εφευρίσκεται ο συσσωρευτής. Εντοπίζονται διαφορετικές φασματικές γραμμές σε κάθε χημικό στοιχείο. Παρατηρούνται ηλιακές εκλάμψεις. Καθορίζονται τα μαθηματικά της μοριακής κίνησης των αερίων σε αναλυτική μορφή.

**1860**

Αποδεικνύεται οριστικά ότι είναι αδύνατη η αβιογένεση. Επιτυγχάνεται η σύνθεση πολλών οργανικών μορίων. Σχεδιάζεται η μηχανή εσωτερικής καύσης. Αποκαλύπτονται ηλιακές προεξοχές από φωτογραφίες του Ηλίου. Γίνεται δεκτή η υπόθεση του Αβογκάντρο. Διατυπώνονται οι πρώτες υποθέσεις για τη θεωρία μέλανος σώματος.

**1861**

Ανακαλύπτεται απολίθωμα αρχαιοπτέρυγος. Αποδεικνύεται η λειτουργία της έλικας του Μπροκά. Ανακαλύπτεται το θάλλιο.

**1862**

Δημοσιεύεται η μικροβιακή θεωρία των ασθενειών. Παρατηρείται η αμυδρός σύνοδος του Σειρίου. Ανακαλύπτεται υδρογόνο στον Ήλιο. Ανακαλύπτονται οι χλωροπλάστες. Γίνεται η ανακάλυψη των πηγών του Λευκού Νείλου. Ναυτηγούνται θωρακισμένα πολεμικά πλοία. Εφευρίσκεται το πολυβόλο. Ονοματίζεται η αιμοσφαιρίνη.

**1863**

Περιγράφονται χαρακτηριστικά του φαινομένου του θερμοκηπίου. Διατυπώνεται ο νόμος των οκτάδων για την ταξινόμηση των χημικών

στοιχείων. Προσδιορίζεται η σύσταση των αστερών. Ανακαλύπτεται το βαρβιτουρικό οξύ. Ανακαλύπτεται το Ινδία.

**1864**

Προσδιορίζεται η φύση του Νεφελώματος του Ωρίωνα.

**1865**

Γίνονται γνωστοί οι νόμοι της γενετικής του Μέντελ και τίθενται τα θεμέλια της επιστήμης της γενετικής. Κατανοείται ο βενζολικός δακτύλιος. Υπολογίζεται ο αριθμός του Αβογκάντρο. Καθιερώνεται η χειρουργική ανπισηψία. Επινοούνται οι εξισώσεις Μάξγουελ. Επινοείται η ταινία Μέμπους. Κατοχυρώνεται με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας η επινόηση της κυλινδρικής κλειδαριάς.

**1866**

Εφευρίσκεται η δυναμίτιδα. Εφευρίσκεται το κλινικό θερμόμετρο. Ανακαλύπτονται τα χάσματα Κέρκγουντ. Υποστηρίζεται ότι ο πυρήνας της Γης αποτελείται από νικέλιο και σίδηρο. Μελετάται το φάσμα ενός καινοφανούς.

**1867**

Εφευρίσκεται το ξηρό στοιχείο. Εφευρίσκεται η γραφομηχανή. Διατυπώνεται ο νόμος δράσεως των μαζών.

**1868**

Εφευρίσκεται η αεροπέδη. Ανακαλύπτεται το ήλιο. Ανακαλύπτονται σκελετοί του ανθρώπου του Κρο-Μανιόν. Ανακαλύπτεται ζωή σε μεγάλα βάθη των ωκεανών.

**1869**

Γίνεται γνωστό το περιοδικό σύστημα των χημικών στοιχείων. Ανακαλύπτεται το νουκλεϊκό οξύ. Υποστηρίζεται η ιδέα της κρίσιμης θερμοκρασίας των αερίων. Τίθενται τα θεμέλια της βιογεωγραφίας. Ανακαλύπτονται τα νησίδα του Λάνγκερχανς στο πάγκρεας. Κατοχυρώνεται με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας η παρασκευή του κελλουλοίτη. Εφευρίσκεται ο τηλεγράφος χρηματιστηρίου.

**1870**

Ανακαλύπτονται τα ερείπια της Τροίας.

**1871**

Δημοσιεύεται η θεωρία για την εξέλιξη του ανθρώπου. Χρησιμοποιούνται ξηρές φωτογραφικές πλάκες. Αναπτύσσονται νέες ποικιλίες φυτών.

**1872**

Ανακαλύπτεται το Έπος του Γιλγαμές. Τίθενται τα θεμέλια της επιστήμης της βακτηριολογίας. Φωτογραφίζεται το φάσμα ενός αστερά. Τίθενται τα θεμέλια της επιστήμης της πειραματικής ψυχολογίας.

**1873**

Διατυπώνονται πιο ακριβείς νόμοι των αερίων. Εντοπίζεται το αίτιο της λέπρας. Ορίζονται οι υπερβατικοί αριθμοί. Ανακαλύπτονται τα αιμοπετάλια.

**1874**

Ανακαλύπτεται το γάλλιο. Διατυπώνεται η άποψη ότι το άτομο του άνθρακα είναι τετραεδρικό. Ορίζονται οι υπερπτεπερασμένοι αριθμοί. Παρατηρείται ότι σε ορισμένους κρυστάλλους το ηλεκτρικό ρεύμα ρέει προς τη μία μόνο κατεύθυνση.

**1875**

Μελετάται η γονιμοποίηση στους αχινούς της θάλασσας. Εφευρίσκεται το ραδιόμετρο.

**1876**

Κατοχυρώνεται με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας η εφεύρεση του τηλεφώνου. Εφευρίσκεται ο τετράχρονος κινητήρας. Δημοσιεύονται οι αρχές της χημικής θερμοδυναμικής. Γίνεται καλλιέργεια βακτηρίων. Ονοματίζονται οι καθοδικές ακτίνες.

**1877**

Προσδιορίζονται τα μοριακά βάρη πρωτεϊνών. Υγροποιείται το οξυγόνο. Εφευρίσκεται ο φωνογράφος. Εντοπίζονται "διώρυγες" στον Άρη. Ανακαλύπτονται δορυφόροι τον Άρη.

**1878**

Ονοματίζονται ένζυμα. Μελετώνται τα στρώματα σε εποχικές αποθέσεις. Ανακαλύπτεται το υπέρβιο.

**1879**

Εφευρίσκεται το ηλεκτρικό φως. Εξηγείται η προέλευση της Σελήνης. Συντίθεται η σακχαρίνη. Ανακαλύπτεται το σκάνδιο. Ανακαλύπτονται το θούλιο, το όλμιο και το σαμάριο. Η θερμοκρασία ενός σώματος συσχετίζεται με την ακτινοβολία.

**1880**

Ανακαλύπτονται τα αίτια της ελονοσίας. Φωτογραφίζεται το Νεφέλωμα του Ωρίωνα. Κατασκευάζεται ο πρώτος σύγχρονος σειсмоγράφος. Ανακαλύπτεται το γαδολίνιο. Αίτια ασθενειών εντοπίζονται στο ασυνείδητο. Εφευρίσκεται ο ηλεκτρομηχανικός υπολογιστής. Οι καθοδικές ακτίνες φαίνεται ότι είναι φορτισμένα σωματίδια. Μελετώνται υλικά σε συνθήκες υψηλών πιέσεων. Ανακαλύπτεται το πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο.

**1881**

Εφευρίσκεται το συμβολόμετρο. Παρασκευάζεται το εμβόλιο κατά της

ασθένειας του άνθρακα. Απομονώνεται ο πνευμονιόκοκκος. Επνοούνται τα βένεια διαγράμματα.

**1882**

Μελετάται η κυτταρική διαίρεση.

Μετρείται η ταχύτητα του φωτός με μεγαλύτερη ακρίβεια. Βελτιώνονται τα περιθλαστικά φράγματα. Ανακαλύπτεται το αίτιο της φυματίωσης. Αποδεικνύεται ότι το  $\pi$  είναι υπερβατικός αριθμός.

**1883**

Κατοχυρώνεται με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας το πρώτο κράμα χάλυβα. Χρησιμοποιείται το εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα. Περιγράφεται το φαινόμενο Έντισον. Εφευρίσκεται το ρεγιόν. Μελετάται η μείωση. Προσδιορίζεται η λειτουργία των φαγοκυττάρων. Ανακαλύπτεται το αίτιο της διφθερίτιδας. Εφευρίσκεται το πολυβόλο Μαξίμ. Υποστηρίζεται η θεωρία της ευγονικής.

**1884**

Θεμελιώνεται η στατιστική μηχανική. Διατυπώνεται η θεωρία της ηλεκτρολυτικής διάστασης. Μελετάται η δομή των σακχάρων. Χρησιμοποιείται η κοκαΐνη ως τοπικό αναισθητικό. Αναπτύσσεται η χρώση των βακτηρίων. Κατασκευάζεται ο πρώτος επιτυχημένος ατμοστρόβιλος. Κατοχυρώνεται με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας η εφεύρεση της λινότυπικής μηχανής. Εφευρίσκεται ο στυλογράφος.

**1885**

Παρασκευάζεται το εμβόλιο κατά της λύσσας. Απομονώνονται οι πουρίνες και οι πυριμιδίνες. Διαχωρίζονται το πρασεοδύμιο και νεοδύμιο. Εφευρίσκεται ο μανδύας του Βέλσμπαχ. Εφευρίσκεται ο μετασχηματιστής. Κατασκευάζεται το πρώτο αυτοκίνητο που χρησιμοποιεί ως καύσιμο τη βενζίνη. Αποδεικνύεται ότι τα δακτυλικά αποτυπώματα κάθε ανθρώπου είναι μοναδικά.

**1886**

Επνοείται φθηνός τρόπος παραγωγής αλουμινίου. Ανακαλύπτεται το γερμάνιο. Απομονώνεται το φθόριο. Ανακαλύπτεται το δυσπρόσιο. Ανακαλύπτονται οι διαυλικές ακτίνες. Διατυπώνεται ο νόμος του Ραούλ. Ανακαλύπτονται στα φυτά βακτήρια που δεσμεύουν το άζωτο.

**1887**

Αποτυγχάνει το πείραμα Μάικελσον-Μόρλεϋ. Παρατηρείται για πρώτη φορά το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο. Μελετάται η αντίσταση του αέρα στα σώματα που κινούνται με μεγάλη ταχύτητα. Εφευρίσκεται το ελαστικό επίσωτρο.

**1888**

Ανιχνεύονται τα ραδιοκύματα. Διατυπώνεται η αρχή του Λε Σατελιέ. Ονοματίζονται χρωμοσώματα. Εξερευνητές διασχίζουν το παγοκάλυμμα της Γροιλανδίας. Εφευρίσκεται η φωτογραφική μηχανή Κόντακ.

**1889**

Διατυπώνεται η νευρωνική θεωρία. Απομονώνεται ο βάκιλλος του τετάνου. Εφαρμόζεται η συμβολική λογική στα μαθηματικά. Μελετάται η ενέργεια ενεργοποίησης. Ανακαλύπτονται φασματοσκοπικώς διπλοί αστέρες. Μελετάται η περιστροφή του Ερμή. Εφευρίσκεται η χορδίτιδα. Επινόείται κινηματογράφος.

**1890**

Παράγεται η αντιτοξίνη του τετάνου. Ανακαλύπτονται λείψανα του ανθρώπου της Ιάβας. Εφευρίσκεται ο φασματοηλιογράφος. Χρησιμοποιούνται για πρώτη φορά χειρουργικά γάντια.

**1891**

Ανακαλύπτεται με φωτογραφία αστεροειδής. Μετρείται η βαρυτική και η αδρανειακή μάζα. Διατυπώνεται η άποψη ότι το ηλεκτρόνιο είναι θεμελιώδης μονάδα του ηλεκτρισμού. Παράγεται ανθρακοκοροούνδιο. Βελτιώνεται το ανεμόπτερο.

**1892**

Ανακαλύπτεται ο πέμπτος δορυφόρος του Δία. Μετρείται η πίεση του φωτός. Διατυπώνεται η ιδέα για τη συστολή Φιτζέραλντ. Εφευρίσκεται το δοχείο Ντιούαρ.

**1893**

Διατυπώνεται η θεωρία της ψυχανάλυσης. Ανακαλύπτεται το αίτιο του πυρετού των βοοειδών. Το μήκος κύματος συσχετίζεται με τη θερμοκρασία. Περιγράφονται τα μαθηματικά του κυκλώματος του εναλλασσόμενου ρεύματος. Εξερευνάται ο Αρκτικός Ωκεανός.

**1894**

Ανακαλύπτεται το αργόν.

**1895**

Ανακαλύπτονται οι ακτίνες Χ. Αποδεικνύεται ότι οι καθοδικές ακτίνες είναι φορτισμένα σωματίδια. Η μάζα συσχετίζεται με την ταχύτητα. Ανακαλύπτεται ήλιο στη Γη. Αποδεικνύεται η επίπτωση της θερμότητας στον μαγνητισμό. Επινόούνται οι ραδιοκεραίες.

**1896**

Ανακαλύπτεται η ακτινοβολία του ουρανίου. Επισημαίνονται τα

νοσήματα που οφείλονται σε διαιτολογική ανεπάρκεια (στερητικά νοσήματα). Αποδεικνύεται με το φαινόμενο Ζείμαν η επίδραση του μαγνητισμού στο φως. Αποδεικνύεται ότι τα φυράματα και τα ένζυμα ταυτίζονται. Τίθενται τα θεμέλια της αρχιτεκτονικής ακουστικής.

**1897**

Ανακαλύπτεται το πρώτο υποατομικό σωματίδιο (ηλεκτρόνιο). Η ακτινοβολία συσχετίζεται με το άτομο του ουρανίου. Ανιχνεύονται οι ακτίνες άλφα και βήτα. Το νικέλιο χρησιμοποιείται ως καταλύτης. Η ελονοσία συσχετίζεται με τα κουνούπια. Εφευρίσκεται ο παλμογράφος. Κατασκευάζεται το μεγαλύτερο διαθλαστικό τηλεσκόπιο. Εφευρίσκεται ο κινητήρας ντήζελ.

**1898**

Ανακαλύπτονται το πολώνιο και το ράδιο. Ανακαλύπτονται το νέον, το κρυπτόν και το ξένο. Υγροποιείται το υδρογόνο. Ανακαλύπτεται ο ένατος δορυφόρος του Κρόνου. Ανακαλύπτεται ο πρώτος αστεροειδής που σχεδόν "ψαύει τη Γη". Ανακαλύπτεται διηθητός ιός. Ανακαλύπτονται τα μιτοχόνδρια. Μελετάται η επινεφρίνη. Καθελκύεται το πρώτο σύγχρονο υποβρύχιο.

**1899**

Ανακαλύπτεται το ακτίνιο. Χρησιμοποιούνται στη γεωμετρία έννοιες της λογικής. Επιτυγχάνεται η στερεοποίηση του υδρογόνου.

**1900**

Διατυπώνεται η κβαντική θεωρία. Μετρείται η αύξηση της μάζας σε συνάρτηση με την ταχύτητα. Προσδιορίζεται ότι τα σωματίδια βήτα είναι ηλεκτρόνια. Ανακαλύπτονται οι ακτίνες γάμμα. Ανακαλύπτεται το ραδόνιο. Διατυπώνεται η άποψη ότι τα ραδιενεργά στοιχεία μεταστοιχειώνονται. Παρατηρείται η εκπομπή ηλεκτρονίων από μέταλλα που έχουν θερμανθεί. Αρχίζει να διαμορφώνεται η έννοια της μετάλλαξης. Διακρίνονται οι ομάδες αίματος O, A, B και AB. Εντοπίζεται το αίπιο του κίτρινου πυρετού. Κυκλοφορεί το έργο του Φρόυντ «*Η ερμηνεία των ονείρων*». Απομονώνεται η θρυπτοφάνη. Μελετώνται οι ελεύθερες ρίζες. Κατασκευάζεται το πρώτο πηδαλιουχούμενο αερόστατο. Ανακαλύπτονται τα ερείπια της Κνωσού.

**1901**

Μετρείται η ραδιενέργεια. Εφευρίσκεται το ραδιόφωνο. Ανακαλύπτεται το ευρώπιο. Αντιδραστήρια Γκρινιάρ.

**1902**

Τα χρωμοσώματα συσχετίζονται με γενετικούς παράγοντες.

Ανακαλύπτεται η πρώτη ορμόνη, η εκκριματίνη. Οι νόμοι της γενετικής εφαρμόζονται σε ζώα. Μελετάται το αναφυλακτικό σοκ. Βελτιώνεται η χειρουργική τεχνική της συρραφής τραυμάτων. Γίνεται αντιληπτή η ύπαρξη ραδιενεργών σειρών. Μελετάται το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο και η σχέση του με την εκπομπή ηλεκτρονίων. Αναγνωρίζεται το στρώμα Κέννελου-Χέβισαϊντ. Αναγνωρίζονται η στρατόσφαιρα και η τροπόσφαιρα. Αποτυγχάνει προσπάθεια να επεκταθεί η εφαρμογή της συμβολικής λογικής στα μαθηματικά. Εφευρίσκεται το υπερμικροσκόπιο.

### **1903**

Πραγματοποιείται η πρώτη πτήση με αεροπλάνο. Υποστηρίζεται η άποψη ότι ο άνθρωπος μπορεί να πραγματοποιήσει ταξίδια στο διάστημα. Επινόείται το ηλεκτροκαρδιογράφημα.

### **1904**

Εφευρίσκεται ο ηλεκτρονικός ανορθωτής (η πρώτη λυχνία ραδιοφώνου). Διατυπώνεται η πρώτη θεωρία για τη δομή του ατόμου. Ανακαλύπτονται τα συνένζυμα. Χρησιμοποιείται οργανικός ιχνηθέτης. Ανακαλύπτεται η νοβοκαΐνη. Διατυπώνεται η άποψη ότι υπάρχουν δύο μεγάλα αστρικά ρεύματα. Ανακαλύπτονται οι εξωτερικοί δορυφόροι του Δία.

### **1905**

Διατυπώνεται η ειδική θεωρία της σχετικότητας. Αποδεικνύεται ο νόμος διατήρησης της μάζας και της ενέργειας. Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο συσχετίζεται με την κβαντική θεωρία. Η κίνηση Μπράουν περιγράφεται ως αποτέλεσμα μοριακού βομβαρδισμού. Προσδιορίζεται το μέγεθος των ατόμων. Η αστρική φωτεινότητα εκφράζεται σε απόλυτο μέγεθος. Διατυπώνεται η υπόθεση των πλανητοειδών. Απομονώνονται ενδιάμεσα μεταβολικά προϊόντα. Εισάγεται ο όρος ορμόνη. Επισημαίνεται η σύνδεση των χαρακτηριστικών σε ένα μοναδικό χρωμόσωμα. Επιτυγχάνονται υψηλές πιέσεις. Επινόείται ο δείκτης νοημοσύνης (τεστ IQ).

### **1906**

Επιτυγχάνεται η εκπομπή ραδιοφωνικών σημάτων AM. Εφευρίσκεται η τρίοδος λυχνία. Ανακαλύπτονται οι Τρωικοί αστεροειδείς. Τα σωματίδια άλφα συσχετίζονται με το ήλιο. Παράγονται χαρακτηριστικές ακτίνες X. Διατυπώνεται ο τρίτος νόμος της θερμοδυναμικής. Διαμορφώνεται η έννοια της βιταμίνης. Προσδιορίζεται η θέση του μαγνησίου στο μόριο της χλωροφύλλης. Αναπτύσσεται η τεχνική της χρωματογραφίας. Η παρατηρούμενη

ραδιενέργεια στον φλοιό της Γης συσχετίζεται με την ηφαιστειακή δράση.

**1907**

Εγκαινιάζεται η ραδιοχρονολόγηση. Ανακαλύπτεται το λουτέσιο. Προσδιορίζεται η μοριακή δομή των πρωτεϊνών με την παρασκευή συνθετικών πεπτιδίων. Αναπτύσσεται η χημειοθεραπεία. Χρησιμοποιούνται δροσόφυλλες για τη μελέτη της γενετικής κληρονομικότητας. Καλλιεργούνται για πρώτη φορά ιστοί. Μελετάται η εξαρτημένη αντίδραση. Εισάγεται η έννοια του χωροχρόνου.

**1908**

Με την παρατήρηση προσδιορίζεται, κατά προσέγγιση, το μέγεθος των ατόμων. Επιτυγχάνεται η υγροποίηση του ηλίου. Εφευρίσκεται ο μετρητής Γκάιγκερ. Αποδεικνύεται ότι οι ηλιακές κηλίδες υπόκεινται σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Ανακαλύπτονται οι ρικέτσιες. Επινόείται η συναρμολόγηση εν σειρά. Αναπτύσσεται η μέθοδος Χάμπερ.

**1909**

Παρασκευάζεται χημική ένωση αποτελεσματική για την καταπολέμηση της σύφιλης. Ανακαλύπτεται ο φορέας που μεταδίδει τον τύφο. Αναγνωρίζεται η ριβόζη. Εισάγεται ο όρος γονίδιο. Κατασκευάζονται νήματα βολφραμίου. Παρασκευάζεται για πρώτη φορά ο βακελίτης. Επισημαίνεται η ασυνέχεια Μοχορόβιτσιτς. Κατακτάται ο Βόρειος Πόλος.

**1910**

Παράγεται φως με νέον. Μελετώνται τα φυλοσύνδετα χαρακτηριστικά. Διευρύνεται η προσπάθεια να συνδεθούν τα μαθηματικά με τη λογική.

**1911**

Διατυπώνεται η θεωρία για τον πυρήνα του ατόμου. Τελειοποιείται ο θάλαμος νεφώσεως. Υπολογίζεται το φορτίο του ηλεκτρονίου. Ανιχνεύονται κοσμικές ακτίνες. Παρατηρείται η υπεραγωγιμότητα. Παρουσιάζεται χρωμοσωμικός χάρτης. Αναγνωρίζεται ογκογόνος ιός. Οι σεισμοί συνδέονται με τα ρήγματα. Κατασκευάζεται το πρώτο εύχρηστο υδροπλάνο. Κατακτάται ο Νότιος Πόλος. Επινόείται ο αυτόματος εκκινητήρας.

**1912**

Η φωτεινότητα των μεταβλητών Κηφειδών συσχετίζεται με την περίοδο. Μετρείται η ταχύτητα του Νεφελώματος της Ανδρομέδας. Διατυπώνεται η θεωρία της μετακίνησης των ηπείρων. Μελετάται το μοντέλο περίθλασης των ακτίνων Χ. Παρατηρούνται δύο ποικιλίες του ατόμου του νέου. Ορίζεται η έννοια των διπολικών ροπών.

Καθιερώνεται ο όρος βιταμίνες. Η υδρογόνωση του γαιάνθρακα χρησιμοποιείται για την παραγωγή βενζίνης.

### 1913

Ορίζεται η έννοια των ισοτόπων. Μετρούνται οι μεταβολές του ατομικού βάρους στον μόλυβδο. Η κβαντική θεωρία εφαρμόζεται στο άτομο. Εφευρίσκεται ο σωλήνας Κούλιτζ. Χρησιμοποιείται άζωτο στους λαμπτήρες φωτισμού. Αποδεικνύεται το φαινόμενο Σταρκ. Προσδιορίζεται η απόσταση των Νεφών του Μαγελάνου. Ανιχνεύεται η οζονόσφαιρα. Μελετώνται οι βιταμίνες Α και Β. Εξάγεται η εξίσωση Μικαέλιν-Μέντεν. Εξηγείται η γλυκόλυση.

### 1914

Αποδίδονται ατομικοί αριθμοί στα χημικά στοιχεία. Υπολογίζονται τα μήκη κύματος των ακτίνων Χ. Διατυπώνεται η άποψη ότι οι κρύσταλλοι έχουν ιοντική δομή. Μελετώνται οι ενέργειες του σωματιδίου βήτα. Μελετάται και ονοματίζεται το πρωτόνιο. Περιγράφεται η Κύρια Ακολουθία. Ανακαλύπτονται λευκοί νάνοι. Ανακαλύπτεται ο ένατος δορυφόρος του Δία. Απομονώνεται η ακετυλοχολίνη. Υποστηρίζεται η διάκριση του μανδύα από τον πυρήνα της Γης. Αναπτύσσεται ο μπεχαβιορισμός.

### 1915

Αποδεικνύεται ότι η πελλάγρα συνδέεται με τη διατροφή. Απομονώνεται η θυρεοξίνη. Ανακαλύπτονται οι βακτηριοφάγοι. Διατυπώνεται η άποψη ότι τα ηλεκτρόνια διαγράφουν ελλειπτικές τροχιές. Διατυπώνεται η υπόθεση της μετατροπής του υδρογόνου σε ήλιο.

### 1916

Εμφανίζεται η γενική θεωρία της σχετικότητας. Διαμορφώνεται η έννοια της μαύρης τρύπας. Επισημαίνεται ο ρόλος των ηλεκτρονίων στους χημικούς δεσμούς. Εφευρίσκεται ο υπερετερόδυνος δέκτης.

### 1917

Διατυπώνεται η άποψη ότι το Σύμπαν διαστέλλεται. Αποδεικνύεται η μικροκρυσταλλική περίθλαση. Χρησιμοποιείται για πρώτη φορά τηλεσκόπιο 2,54 μέτρων. Ανακαλύπτεται το πρωτακτίριο. Αναπτύσσεται η τεχνική του σόναρ.

### 1918

Υπολογίζεται η απόσταση του κέντρου του Γαλαξία από τη Γη. Ταξινομούνται οι φασματικοί τύποι των αστέρων. Χρησιμοποιούνται ραδιενεργοί ιχνηθέτες. Μελετάται η ανάπτυξη του εμβρύου.

**1919**

Εφευρίσκεται ο φασματογράφος μάζας. Προκαλείται πυρηνική αντίδραση με βομβαρδισμό σωματιδίων. Μετρείται η εκτροπή του αστρικού φωτός για να ελεγχθεί η γενική σχετικότητα. Μελετάται η επικοινωνία μεταξύ των μελισσών.

**1920**

Μετρείται η διάμετρος των αστέρων. Αμφισβητείται η απόσταση του Νεφελώματος της Ανδρομέδας. Ανακαλύπτεται ο αστεροειδής Ιδαλγός. Εγκαινιάζεται η δενδροχρονολόγηση (χρονολόγηση με βάση τους δακτυλίους των δένδρων). Υποστηρίζεται η άποψη ότι το κλίμα ακολουθεί έναν μακροχρόνιο κύκλο. Αποδεικνύεται ότι το ήπαρ θεραπεύει την αναιμία. Ανιχνεύονται αέριες μάζες στην ατμόσφαιρα.

**1921**

Απομονώνεται η ινσουλίνη. Αποδεικνύεται ότι η ακετυλοχολίνη συνδέεται χημικά με το νευρικό ερέθισμα. Αποδεικνύεται ότι η βιταμίνη D αποτρέπει τη ραχίτιδα. Απομονώνεται η γλουταθιόνη. Αναπτύσσεται το μάγνητρο. Προστίθεται τετρααιθυλιούχος μόλυβδος στη βενζίνη. Εκλαϊκούνται οι έννοιες εσωστρεφής και εξωστρεφής τύπος. Καθιερώνεται η δοκιμασία Ρόρσαχ

**1922**

Η αρχαιολογική σκαπάνη φέρνει στο φως σουμεριανά ερείπια. Άγγλοι αρχαιολόγοι εισέρχονται στον τάφο του Τουταγχαμών. Ανακαλύπτεται η βιταμίνη E. Ανακαλύπτεται η αυξητική ορμόνη. Απομονώνεται η λυσοζύμη. Ερευνάται η προέλευση της ζωής. Μετρείται η ταχύτητα του νευρικού ερεθίσματος. Διευρύνεται η θεωρία της διαστολής του Σύμπαντος.

**1923**

Αποδεικνύεται η σωματιδιακή φύση του φωτός (φωτόνια). Υποστηρίζεται ότι στα σωματίδια αντιστοιχούν υλικά κύματα. Αναπτύσσονται οι εξισώσεις Ντεμπάι-Χούκελ. Υποστηρίζεται η άποψη ότι υπάρχουν ζεύγη οξέων-βάσεων. Καθορίζεται η δομή του συνενζύμου. Παρατηρούνται Κηφείδες στο Νεφέλωμα της Ανδρομέδας. Ανακαλύπτεται το άφνιο. Επινοείται η συσκευή υπερφυγοκέντρωσης.

**1924**

Ανακαλύπτεται κρανίο αυστραλοπιθήκου. Αναπτύσσεται η στατιστική των Μπόζε-Αϊνστάιν. Ανιχνεύεται η ιονόσφαιρα. Ανακαλύπτεται το κυτόχρωμα. Προσδιορίζονται οι συνέπειες της ακτινοβολίας.

**1925**

Ορίζεται η έννοια της ενέργειας συνδέσεως. Διατυπώνεται η απαγορευτική αρχή. Ο τέταρτος κβαντικός αριθμός ερμηνεύεται ως σπιν σωματιδίου. Αναπτύσσεται η μηχανική μητρών. Υποστηρίζεται, ότι ο μαγνητισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προσέγγιση της θερμοκρασίας του απόλυτου μηδενός. Εντοπίζεται βαρυτική μετατόπιση προς το ερυθρό. Ανακαλύπτεται το ρήνιο. Παρασκευάζεται συνθετικά η μορφίνη. Απομονώνεται η παραθορμόνη. Διαπιστώνεται ότι το κυτόχρωμα περιέχει σίδηρο.

**1926**

Αναπτύσσεται η κυματομηχανική. Διαμορφώνεται η έννοια του κυματοπακέτου. Αναπτύσσεται η στατιστική Φέρμι-Ντιράκ. Διατυπώνεται η άποψη ότι ο Γαλαξίας περιστρέφεται. Εκτοξεύεται ο πρώτος πύραυλος υγρών καυσίμων. Κρυσταλλώνεται ένζυμο. Η κακοήθης αναιμία αποδεικνύεται ότι είναι νόσος που οφείλεται σε διαιτολογική ανεπάρκεια.

**1927**

Διαπιστώνεται η αρχή της απροσδιοριστίας. Αποδεικνύεται η περίθλαση ηλεκτρονίων. Μετρείται με μεγαλύτερη ακρίβεια η ταχύτητα του φωτός. Διατυπώνεται η θεωρία του κοσμικού αβγού. Η κβαντομηχανική εφαρμόζεται στους ηλεκτρονικούς δεσμούς. Ανακαλύπτεται γομφίος του συνανθρώπου του Πεκίνου. Προκαλείται μετάλλαξη της δροσόφιλας με ακτίνες Χ. Ανακαλύπτονται οι ομάδες αίματος Μ και Ν. Επινόείται ο ομιλών κινηματογράφος.

**1928**

Ανακαλύπτεται η πενικιλίνη. Προκαλείται η αντίδραση Νηλς-`Αλντερ. Περιγράφονται τα φάσματα Ράμαν. Επινόείται η θεωρία των παιγνίων. Απομονώνεται το εξουρονικό οξύ.

**1929**

Υποστηρίζεται ότι οι γαλαξίες απομακρύνονται από τη Γη. Προσδιορίζεται η σύσταση του Ηλίου. Επισημαίνεται η πηγή της ηλιακής ενέργειας. Εφευρίσκεται ο συμπτωματικός απαριθμητής. Εφευρίσκεται ο επιταχυντής σωματιδίων. Ανακαλύπτονται ισότοπα του οξυγόνου. Αναγνωρίζεται η δεσοξυριβόζη. Αναγνωρίζεται η δομή της αίμης. Απομονώνεται η οιστρόνη. Διατυπώνεται η υπόθεση για την ύπαρξη του εγγενούς παράγοντα. Επινόείται η ηλεκτροεγκεφαλογραφία. Εφευρίσκεται ο καρδιακός καθετήρας. Περιγράφονται τέσσερα στάδια της διανοητικής ανάπτυξης του παιδιού.

**1930**

Ανακαλύπτεται ο Πλούτων. Μετρείται η θερμοκρασία στην επιφάνεια της Σελήνης. Εφευρίσκεται ο στεμματογράφος. Εφευρίσκεται η κάμερα Σμιντ. Διατυπώνεται η υπόθεση για την ύπαρξη μεσοαστρικής ύλης. Διατυπώνεται η υπόθεση για την ύπαρξη αντιύλης. Αναπτύσσεται το κύκλοτρο. Κατασκευάζεται υπολογιστής ικανός να επιλύει διαφορικές εξισώσεις. Εππυγχάνεται η κρυστάλλωση της πεψίνης. Αποσαφηνίζεται η δομή της βιταμίνης Α. Συντίθενται χλωροφθοράνθρακες.

**1931**

Διατυπώνεται το θεώρημα του Γκέντελ. Επισημαίνεται η ύπαρξη του νετρίνου. Ανακαλύπτεται το δευτέριο. Ορίζεται η έννοια του συντονισμού. Απομονώνεται η ανδροστερόνη. Εφευρίσκεται το νεοπρένιο. Εφευρίσκεται το νάιλον. Προσδιορίζεται το μέγεθος των ιών. Καλλιεργούνται ιοί. Χρησιμοποιούνται στρατοσφαιρικά αερόστατα.

**1932**

Ανακαλύπτεται, το νετρόνιο. Εκφράζεται η άποψη ότι η πυρήνας του ατόμου αποτελείται από πρωτόνια και νετρόνια. Ανακαλύπτεται το ποζιτρόνιο. Προκαλείται πυρηνική αντίδραση με τον επιταχυντή σωματιδίων. Ανιχνεύονται ραδιοκύματα από το διάστημα. Εφευρίσκεται το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Διαπιστώνεται ότι το προντοζιλ θεραπεύει τις στρεπτοκοκκικές λοιμώξεις. Απομονώνεται το ασκορβικό οξύ. Αναγνωρίζεται ο κύκλος της ουρίας. Εφευρίσκεται το φιλμ πολαρόιντ. Παρασκευάζεται η κινακρίνη ως υποκατάστατο της κινίνης (ανθελονοσιακό φάρμακο)

**1933**

Επιτυγχάνεται η σύνθεση της βιταμίνης C. Μελετώνται οι μοριακές δέσμες. Η θερμοκρασία του απόλυτου μηδενός προσεγγίζεται ακόμη περισσότερο.

**1934**

Το ουράνιο βομβαρδίζεται με νετρόνια. Υποστηρίζεται ότι μεταξύ σωματιδίου βήτα και νετρίνου υπάρχει ασθενής αλληλεπίδραση. Δημιουργείται τεχνητή ραδιενέργεια. Παρατηρείται η ακτινοβολία Τσερενκόφ. Υποστηρίζεται ότι υπάρχουν υπερκαινοφανείς. Επισημαίνεται η ύπαρξη αστέρων νετρονίων. Απομονώνεται η προγεστερόνη. Εφευρίσκεται η βαθύσφαιρα.

**1935**

Ανακαλύπτεται το ουράνιο-235. Χρησιμοποιούνται ισοτοπικοί

ιχνηθέτες. Επιτυγχάνεται η κρυστάλλωση ιού. Υποστηρίζεται η ύπαρξη ισχυρής αλληλεπίδρασης στον πυρήνα του ατόμου. Απομονώνεται το σουλφανιλαμίδιο. Παρασκευάζεται συνθετικά η ριβοφλαβίνη. Απομονώνεται η κορτιζόνη. Απομονώνεται η προσταγλανδίνη. Αναπτύσσεται το ραντάρ. Περιγράφεται η εγγραφή. Καθιερώνεται η κλίμακα Ρίχτερ.

### 1936

Περιγράφεται η απορρόφηση νετρονίων. Συντίθεται η θειαμίνη. Χρησιμοποιείται η αντλία εγχύσεως.

### 1937

Δημιουργείται το τεχνητό Ανακαλύπτεται το μόνιο. Αναπτύσσεται η ηλεκτροφόρηση. Το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο υπερτερεί του οπτικού μικροσκοπίου. Εφευρίσκεται το μικροσκόπιο εκπομπής πεδίου. Κατασκευάζεται ραδιοτηλεσκόπιο. Διαπιστώνεται η ύπαρξη ριβονουκλεϊκού οξέος σε ιό. Ανακαλύπτεται ο κύκλος του κιτρικού οξέος. Η πελλάγρα θεραπεύεται με τη νιασίνη. Παρασκευάζεται εμβόλιο για τον κίτρινο πυρετό. Η μετάλλαξη συνδέεται με την εξέλιξη.

### 1938

Περιγράφεται ο μηχανισμός παραγωγής τρις ηλιακής ενέργειας. Αναπτύσσεται η τεχνική του μαγνητικού συντονισμού. Παράγεται συνθετικά η βιταμίνη Ε. Εφευρίσκεται το μικροσκόπιο αντίθεσης φάσης. Κατασκευάζεται το πρώτο εύχρηστο εικονοσκόπιο. Εφευρίσκεται η ξηρογραφία. Εφευρίσκεται το στυλό διαρκείας. Ανακαλύπτεται κοιλάκανθος.

### 1939

Ανακαλύπτεται η πυρηνική σχάση. Προτείνεται η κατασκευή πυρηνικής βόμβας. Ανακαλύπτεται το φράγκιο. Αναλύονται οι δυνατότητες να υπάρχουν αστέρες νετρονίων. Υπολογίζεται η μαγνητική ροπή του νετρονίου. Παράγεται συνθετικά η βιταμίνη Κ. Ανακαλύπτεται ο παράγοντας ρέζους. Απομονώνεται αντιβακτηριακός παράγοντας στην πενικιλίνη. Απομονώνεται αντιβακτηριακή ουσία (τυροτριχίνη) από τον *Bacillus brevis*. Αναγνωρίζεται το πρώτο ουσιώδες ιχνοστοιχείο, ο ψευδάργυρος. Αρχίζει η χρησιμοποίηση του DDT ως εντομοκτόνου. Πραγματοποιείται, η πρώτη πτήση με ελικόπτερο. Επινόείται η διαμόρφωση συχνότητας.

### 1940

Ανακαλύπτονται το ποσειδώνιο και το πλουτώνιο. Χρησιμοποιείται εξαφθοριούχο ουράνιο για τον εμπλουτισμό του ουρανίου.

Ανακαλύπτεται το άστατο. Εφευρίσκεται το βήτατρο. Ανακαλύπτεται η στρεπτομυκίνη. Επινόείται σύστημα έγχρωμης τηλεόρασης.

**1941**

Αναγνωρίζονται φωσφορικά άλατα υψηλής ενέργειας. Τελειοποιείται η πολωσιμετρία. Αρχίζει η εφαρμογή καθετηριασμού της καρδιάς. Η απόσταση του Ηλίου από τη Γη μετρείται με μεγαλύτερη ακρίβεια. Πραγματοποιείται η πτήση του πρώτου αεριοθούμενου αεροπλάνου. Προσδιορίζεται η λειτουργία των γονιδίων.

**1942**

Εγκαινιάζεται η λειτουργία του πρώτου πυρηνικού αντιδραστήρα. Παρασκευάζεται συνθετικά η βιοτίνη. Η δομή των βακτηριοφάγων απεικονίζεται σε φωτογραφία.

**1943**

Απομονώνεται η επινεφριδιοφλοιοτρόπος ορμόνη. Παράγεται LSD. Ανακαλύπτεται ο γαλαξίας Σέυφερτ. Εφευρίσκεται η αυτόνομη υποβρύχια αναπνευστική συσκευή.

**1944**

Το DNA αναγνωρίζεται ως γενετικό υλικό. Επινόείται η χρωματογραφία χάρτου. Παράγεται τεφλόν για εμπορική χρήση. Παρασκευάζεται συνθετική κινίνη. Το 2,4-D αρχίζει να χρησιμοποιείται ως φυτοφάρμακο. Διατυπώνεται μια νέα εκδοχή της υπόθεσης για τα νεφελώματα. Διατυπώνεται η θεωρία της εκπομπής ραδιοκυμάτων από το υδρογόνο. Δημιουργούνται με τεχνητό τρόπο το αμερίκιο και το κιούριο. Εκτοξεύονται τα βλήματα V-2.

**1945**

Δοκιμάζεται με επιτυχία η πρώτη αμερικάνικη ατομική βόμβα (βόμβα πυρηνικής σχάσεως). Επινόείται το συγχροκύκλοτρο. Ανακαλύπτεται το προμήθιο. Αποδεικνύονται οι μεταλλάξεις των ιών. Μελετώνται οι αεροχειμάρροι. Σχεδιάζεται τεχνητός νεφρός.

**1946**

Επινόείται ο πρώτος πρακτικός ηλεκτρονικός ψηφιακός υπολογιστής (ENIAC). Προσδιορίζεται η απόσταση της Σελήνης από τη Γη με την ανάκλαση μικροκυμάτων. Αναπτύσσεται η τεχνική του πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού. Αναγνωρίζεται η αδρεναλίνη ως διαβιβαστικό χημικό των συμπαθητικών νεύρων. Διαπιστώνεται η φυλετική αναπαραγωγή των βακτηρίων. Διαπιστώνεται η σύνθετη αναπαραγωγή των ιών. Αποδεικνύεται η δυνατότητα παραγωγής τεχνητής βροχής.

**1947**

Ανακαλύπτεται το πιόνιο. Βελτιώνεται η τεχνική χρονολόγησης με τον άνθρακα-14. Διαπιστώνεται ότι το Νεφέλωμα του Καρκίνου είναι πηγή ραδιοκυμάτων. Αναλύεται η ατμόσφαιρα του Άρη. Απομονώνεται το συνένζυμο Α. Απομονώνεται η χλωραμφαινικόλη. Διατυπώνεται η θεωρία της ολογραφίας. Εφευρίσκεται η κάμερα Λαντ. Πραγματοποιείται η πρώτη υπερηχητική πτήση. Η τηλεόραση μπαίνει στα σπίτια των Αμερικάνων.

**1948**

Εφευρίσκεται το τρανζίστορ. Εφευρίσκεται ο δίσκος μακράς διάρκειας (δίσκος LP). Διατυπώνεται η θεωρία της κυβερνητικής. Καθορίζονται οι αριθμοί των πυρηνικών στιβάδων. Διατυπώνεται η θεωρία της κβαντικής ηλεκτροδυναμικής. Περιγράφεται η θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης. Ανακαλύπτεται ο πέμπτος δορυφόρος του Ουρανού. Μελετάται η δομή των μορίων των νουκλεϊκού οξέος. Ανακαλύπτεται η κυανοκοβαλαμίνη. Διαπιστώνεται ότι η κορτιζόνη ανακουφίζει τους πάσχοντες από αρθρίτιδα. Χρησιμοποιείται για πρώτη φορά τετρακυκλίνη. Μελετάται η μεταμόσχευση ιστών. Βελτιώνεται η καλλιέργεια ιών. Επινόείται η χρωματογραφία αμύλου. Εφευρίσκεται το βαθυσκάφος.

**1949**

Ανακαλύπτεται ο αστεροειδής Ίκαρος. Ανακαλύπτεται ο δεύτερος δορυφόρος του Ποσειδώνα. Εφευρίσκεται το ατομικό ρολόι. Παράγονται το μπερκέλιο και το καλιφόρνιο. Δοκιμάζεται με επιτυχία η πρώτη σοβιετική ατομική βόμβα (βόμβα πυρηνικής σχάσης). Προσδιορίζεται το αίτιο της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας. Αποδεικνύεται η εμβρυϊκή ανοσολογική ανοχή. Αναγνωρίζονται ουσιώδη αμινοξέα. Διατυπώνεται η θεωρία της "λερωμένης χιονόμπαλας" για τη δομή των κομητών.

**1950**

Διατυπώνεται η υπόθεση για την ύπαρξη νέφους κομητών. Υπολογίζεται η διάμετρος του Πλούτωνα. Επινόεται η μηχανή Τιούρινγκ. Σχεδιάζεται ηλεκτρονικός υπολογιστής που παίζει σκάκι. Ανακαλύπτεται το ενδοπλασματικό δίκτυο. Ο άνθρακας-14 χρησιμοποιείται ως ιχνηθέτης.

**1951**

Αναπτύσσονται αναπαραγωγικοί αντιδραστήρες. Κατασκευάζεται αστρική θερμογεννήτρια. Ανιχνεύεται ακτινοβολία υδρογόνου από το μεσοαστρικό διάστημα. Συμπεραίνεται η ύπαρξη σπειροειδών

βραχιόνων του Γαλαξία μας. Ανακαλύπτεται ο δωδέκατος δορυφόρος του Δία. Διατυπώνεται η θεωρία της υπεραγωγιμότητας. Σχεδιάζεται η UNIVAC (ο γενικός αυτόματος υπολογιστής). Παρασκευάζονται με συνθετικό τρόπο στεροειδή. Απομονώνεται το ακετυλοσυνένζυμο Α. Αρχίζει η εφαρμογή της φθορίωσης του πόσιμου νερού.

### 1952

Πραγματοποιείται η δοκιμή βόμβας υδρογόνου (βόμβας πυρηνικής συντήξεως). Ανιχνεύονται το αϊνστάινιο και το φέρμιο. Ανακαλύπτονται το καόνιο και το σωματίδιο-Λ. Εκτελούνται πειραματικά για την προέλευση της ζωής. Πραγματοποιούνται μελέτες του DNA με περίθλαση ακτίνα Χ. Αναγνωρίζεται η δομή της ινσουλίνης. Μελετάται το νουκλεϊκό οξύ των ιών. Αναγνωρίζεται ο παράγοντας νευρικής ανάπτυξης. Επινοείται η ραδιοανοσοανάλυση. Επισημαίνεται ο ύπνος REM. Μελετάται το πρώτο ηρεμιστικό φάρμακο, η ρεσερπίνη. Αναπτύσσεται η αέρια χρωματογραφία. Καθιερώνεται η μέθοδος τετηγμένης ζώνης.

### 1953

Επισημαίνεται η διπλή έλικα ως δομή του DNA. Παρασκευάζονται ισοτακτικά πολυμερή. Διατυπώνεται η θεωρία των τεκτονικών πλακών. Εφευρίσκεται ο θάλαμος φυσαλίδων. Μελετώνται παράδοξα σωματίδια. Επινοείται η συσκευή μείζερ. Χρησιμοποιείται η καρδιοπνευμονική συσκευή. Συσκευή υποβοήθησης της ακοής με τη χρήση τρανζίστορ. Κατασκευάζονται φθηνότερα δοχεία ψεκασμού.

### 1954

Αρχίζει να χρησιμοποιείται το εμβόλιο Σολκ. Πραγματοποιείται η πρώτη μεταμόσχευση νεφρού. Κατασκευάζεται ο πρώτος πυρηνικός αντιδραστήρας ελεγχόμενης σχάσεως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επιτυγχάνεται η σύνθεση της οξυτοκίνης. Απομονώνονται χλωροπλάστες. Παρασκευάζεται συνθετικά η στρυχνίνη. Συλλαμβάνεται η έννοια του πολυνουκλεοτιδικού γενετικού κώδικα. Κατασκευάζονται φωτοβολτοϊκά κύτταρα. Κατοχυρώνεται με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας συσκευή ρομπότ. Κατασκευάζεται ο επιταχυντής πρωτονίων μπέβατρο. Το αντισυλληπτικό χάπι αποδεικνύεται αποτελεσματικό. Κατασκευάζονται πλαστικοί φακοί επαφής.

### 1955

Υποστηρίζεται ότι υπάρχουν ενεργοί γαλαξίες. Επιβεβαιώνεται η γέννηση αστέρων. Ανιχνεύονται ραδιοκύματα από τον Δία. Προσδιορίζεται η περιστροφή του Πλούτων. Ανιχνεύονται αντιπρωτόνια. Ανακαλύπτεται το μεντελεγέβιο. Επιτυγχάνεται η

κατασκευή συνθετικού διαμαντιού. Εφευρίσκεται το μικροσίπ πεδίου ιόντων. Σχηματίζονται νουκλειικά οξέα με τη χρησιμοποίηση ενζύμων ως καταλυτών. Προσδιορίζεται η δομή της κυανοκοβαλαμίνης.

**1956**

Ανιχνεύονται αντινετρίνα. Διατυπώνεται ο νόμος διατήρησης της ισοτιμίας. Διατυπώνεται η υπόθεση της ύπαρξης αντινετρονίων. Εφευρίσκεται το συνεχές μείζερ. Υπολογίζεται η χαμηλή θερμοκρασία της Αφροδίτης. Διαπιστώνεται ότι τα ριβοσώματα είναι έδρες παρασκευής πρωτεϊνών. Ανακαλύπτεται το μεταφορικό RNA. Προσδιορίζεται η δομή των ορμονών της υπόφυσης.

**1957**

Τίθεται σε τροχιά ο Σπούτνικ (ο πρώτος τεχνητός δορυφόρος της Γης). Κατασκευάζεται μεγάλο ραδιοηλεκτρόπιο στο Τζόρντελ Μπανκ. Περιγράφονται οι λεπτομέρειες της φωτοσύνθεσης. Μελετώνται οι γιββερελίνες στη Δύση. Ανακαλύπτεται η ιντερφερόν . Χρησιμοποιείται το εμβόλιο Σαμπίν εναντίον της πολιομυελίτιδας. Εφευρίσκεται τεχνητός βηματοδότης. Εφευρίσκεται η δίοδος σήραγγας Εσάκι. Σχηματίζεται το μποραζόν.

**1958**

Ανακαλύπτεται το φαινόμενο Μεσμπάουερ. Ανιχνεύονται ηλιακές ακτίνες Χ. Ανιχνεύεται η μαγνητόσφαιρα. Σχηματίζεται το νομπέλιο. Τελειοποιείται το μηχάνημα φωτοαντιγραφής.

**1959**

Εκτοξεύονται βολιστήρες προς την κατεύθυνση της Σελήνης. Προσδιορίζεται το σχήμα της Γης από δορυφόρο. Επιβεβαιώνεται η ύπαρξη του ηλιακού ανέμου. Προσδιορίζεται η δομή του ορίου της αιμοσφαιρίνης. Ανακαλύπτονται λείψανα του Homo Habilis. Κατασκευάζεται θάλαμος σπινθηρισμών. Διατυπώνεται νέα θεωρία για τη Χρωματική όραση.

**1960**

Κατασκευάζεται το πρώτο λέιζερ. Υποστηρίζεται πειραματικά η γενική θεωρία της σχετικότητας. Ορίζεται το πρωτότυπο μέτρο. Κατασκευάζονται ολοκληρωμένα κυκλώματα. Ανιχνεύονται σωματίδια συντονισμού. Διατυπώνεται η θεωρία διεύρυνσης του θαλάσσιου πυθμένα. Εκτοξεύεται μετεωρολογικός δορυφόρος. Προσδιορίζεται η δομή του κυκλικού AMP. Επιτυγχάνεται η σύνθεση χλωροφύλλης.

**1961**

Πραγματοποιείται η πρώτη εκτόξευση ανθρώπου στο διάστημα. Λαμβάνονται ανακλάσεις μικροκυμάτων από την Αφροδίτη .

Ανιχνεύεται η ηλιόσφαιρα. Διατυπώνεται η εικασία για την ύπαρξη των κουάρκ. Ανακαλύπτεται το λωρένσιο. Αποκωδικοποιείται περαιτέρω ο γενετικός κώδικας. Υποστηρίζεται η ύπαρξη γονιδιακών ρυθμιστών. Αρχίζει η χρησιμοποίηση ηλεκτρονικών ρολογιών.

**1962**

Πραγματοποιείται η πρώτη πτήση Αμερικανού σε τροχιά γύρω από τη Γη. Εκτοξεύεται τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος. Εκτοξεύεται βολιστήρας με κατεύθυνση την Αφροδίτη. Προσδιορίζεται η περιστροφή της Αφροδίτης. Σχηματίζονται ενώσεις ευγενών αερίων. Η θερμοκρασία του απόλυτου μηδενός προσεγγίζεται ακόμη περισσότερο. Κατασκευάζεται η πρώτη πρακτική δίοδος εκπομπής φωτός. Δημοσιοποιούνται οι επιπτώσεις της χρήσης φυτοφαρμάκων στο περιβάλλον.

**1963**

Μελετώνται τα κβάζαρ. Αρχίζει η χρησιμοποίηση του μεγαλύτερου ως τότε ραδιοτηλεσκόπιο. Χρησιμοποιούνται πύραυλοι για την ανίχνευση ακτίνων Χ από το διάστημα. Ανιχνεύονται στο διάστημα ομάδες υδροξυλίου. Πραγματοποιείται η πρώτη πτήση γυναίκας σε τροχιά γύρω από τη Γη. Παρατηρούνται μαγνητικές αντιστροφές στα ιζήματα του βυθού των θαλασσών.

**1964**

Ανιχνεύεται μικροκυματική ακτινοβολία υποβάθρου. Ανακαλύπτεται το σωματίδιο Ω. Προβάλλεται η ιδέα της συμμετρίας CPT. Προσδιορίζεται η δομή του μεταφορικού-RNA. Πραγματοποιείται η πρώτη αποστολή διαστημοπλοίου στο διάστημα με πολυμελές πλήρωμα. Σχηματίζεται το ραδερόντιο.

**1965**

Φωτογραφίζονται κρατήρες στον Άρη. Προσδιορίζεται η περιστροφή του Ερμή. Αρχίζουν οι περίπατοι στο διάστημα. Πραγματοποιείται το πρώτο διαστημικό ραντεβού. Εκτοξεύεται ο πρώτος τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος για εμπορική χρήση. Ερευνητικός βολιστήρας φθάνει στην Αφροδίτη. Παράγεται το πρώτο ολογράφημα. Αναγνωρίζονται μικροαπολιθώματα. Επιτυγχάνεται η σύνθεση πρωτεϊνών.

**1966**

Χαρτογραφείται η επιφάνεια της Σελήνης. Πραγματοποιείται η πρώτη σύνδεση διαστημικών οχημάτων.

**1967**

Ανακαλύπτονται τα πάλσαρ. Αναλύεται η ατμόσφαιρα της Αφροδίτης.

Ο αγώνας για την κατάκτηση του διαστήματος έχει τα πρώτα θύματά του. Πραγματοποιείται με επιτυχία η μεταμόσχευση καρδιάς. Παράγονται κλώνοι σπονδυλωτών. Ανακαλύπτεται το χάνιο.

**1968**

Διατυπώνεται η θεωρία της ηλεκτρασθενούς αλληλεπίδρασης. Ανιχνεύονται ηλιακά νετρίνα. Ανιχνεύονται μόρια ύδατος και αμμωνίας στο διάστημα και τίθενται τα θεμέλια της επιστήμης της αστροχημείας. Τα πάσσαρ αναγνωρίζονται ως περιστρεφόμενοι αστέρες νετρονίων. Διαστημόπλοια πραγματοποιούν τον περίπλου της Σελήνης.

**1969**

Ο άνθρωπος προσεδαφίζεται στη Σελήνη. Κοσμοναύτες περνούν από το ένα διαστημόπλοιο στο άλλο. Ανιχνεύεται οπτικό πάσσαρ. Ανακαλύπτονται μετεωρίτες στους πολικούς πάγους της Ανταρκτικής. Αποσαφηνίζεται περαιτέρω η δομή των πρωτεϊνών. Εμφυτεύεται τεχνητή καρδιά σε άνθρωπό. Αναπτύσσεται η τεχνική της αορτοστεφανιαίας παράκαμψης.

**1970**

Διατυπώνεται η θεωρία ότι οι μαύρες τρύπες "εξαερώνονται". Μελετώνται αμινοξέα από μετεωρίτες. Συντίθεται γονιδιοειδές μόριο. Αναπτύσσεται η τεχνική του ανασυνδυασμένου DNA. Ανακαλύπτεται η αντίστροφη μεταγραφάση. Προβάλλεται η μεγαβιταμινική θεραπεία. Αναπτύσσονται οι οπτικές ίνες. Κατασκευάζεται ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης. Πραγματοποιείται ομαλή προσεδάφιση βολιστήρα στην Αφροδίτη. Αστροναύτες εγκαταλείπουν το Απόλλων 13 και επιστρέφουν ασφαλείς στη Γη με τη σεληνάκατο του. Πρώτη πτήση υπερηχητικού επιβατικού αεροπλάνου.

**1971**

Χαρτογραφείται η επιφάνεια του Άρη. Πετρώματα της Σελήνης μεταφέρονται στη Γη. Τίθεται σε τροχιά ο πρώτος διαστημικός σταθμός. Παρατηρείται έμμεσα μαύρη τρύπα. Υποστηρίζεται η ύπαρξη μαύρων μικρών τρυπών. Εμφανίζεται ο υπολογιστής τσέπης.

**1972**

Επιτυγχάνεται η σύνθεση βιταμίνης B-12. Αναπτύσσεται η Θεωρία της διακοπτόμενης εξέλιξης. Μετρείται η ταχύτητα των φωτός με μεγαλύτερη ακρίβεια. Εκτοξεύεται δορυφόρος διερεύνησης των πλουτοπαραγωγικών πόρων της Γης. Τίθενται τα θεμέλια της κβαντικής χρωμοδυναμικής. Επινόείται η τεχνική της αξονικής τυπογραφίας. Εμφανίζονται οι δίσκοι λείζερ.

**1973**

Βολιστήρας που είχε εκτοξευθεί με κατεύθυνση τον Δία προσεγγίζει τον πλανήτη. Τίθεται σε τροχιά ο διαστημικός σταθμός Σκάϊλαμπ. Διατυπώνεται η θεωρία ότι το Σύμπαν δημιουργήθηκε από μια κβαντική διακύμανση. Εγκαινιάζεται η γενετική μηχανική. Διατυπώνεται η άποψη ότι και τα πρωτόνια έχουν πεπερασμένο χρόνο ζωής.

**1974**

Χαρτογραφείται η επιφάνεια του Ερμή. Υποστηρίζεται νέα θεωρία για τον σχηματισμό της Σελήνης. Ανακαλύπτεται ο δέκατος τρίτος δορυφόρος του Δία. Υποστηρίζεται ότι το φρέον καταστρέφει, πιθανότατα, το όζον. Ανιχνεύεται το σωματίδιο ταυ. Ανιχνεύονται (εμμέσως) τα κουάρκ-c. Ανακαλύπτονται λείψανα δίποδου ανθρωπίδη (Λούσυ).

**1975**

Παράγονται μικροτσιπ. Φωτογραφίζεται η επιφάνεια της Αφροδίτης. Ανακαλύπτονται οι ενδορφίνες.

**1976**

Πραγματοποιούνται πειράματα για την ανίχνευση ζωής στον Άρη. Η επιφάνεια του Πλούτωνα διερευνάται με τη μελέτη τον φάσματος του φωτός. Συνθετικό γονίδιο τοποθετείται σε ζωντανό κύτταρο. Διατυπώνεται η θεωρία των χορδών.

**1977**

Ανακαλύπτονται οι δακτύλιοι του Ουρανού. Ανακαλύπτεται ο πιο μακρινός αστεροειδής, ο Χείρων. Διατυπώνεται η υπόθεση του πληθωριστικού Σύμπαντος. Ανακαλύπτεται πάλσαρ στο Νεφέλωμα Βέλα. Σε μεγάλα βάθη των Θαλασσών ανακαλύπτεται ζωή που δεν εξαρτάται από τη φωτοσύνθεση. Μελετάται μη βακτηριακό DNA. Αναφέρεται το τελευταίο κρούσμα ευλογιάς αναφέρεται το πρώτο περιστατικό προσβολής από AIDS. Χρησιμοποιούνται οπτικές ίνες σε πειραματικά τηλεφωνικά δίκτυα. Αναπτύσσεται η τεχνική της διαστολικής αγγειοπλαστικής.

**1978**

Χαρτογραφείται με ραντάρ η επιφάνεια της Αφροδίτης. Ανακαλύπτεται δορυφόρος του Πλούτωνα. Μελετώνται τα ογκογονίδια. Προσδιορίζεται η δομή όλων των γονιδίων του ιού SV40. Γεννιέται παιδί του σωλήνα.

**1979**

Δορυφόροι του Δία παρατηρούνται από βολιστήρες. Υποστηρίζεται ότι η εξαφάνιση των δεινοσαύρων οφείλεται σε πρόσκρουση κομήτη στη Γη. Παρατηρούνται ενδείξεις ύπαρξης των γλοιονίων.

**1980**

Δορυφόροι και δακτύλιοι τον Κρόνου παρατηρούνται από βολιστήρες. Διάφορα πειράματα δείχνουν ότι τα νετρίνα ίσως να έχουν κάποια μικρή μάζα.

**1981**

Εκτοξεύεται διαστημικό λεωφορείο. Υποστηρίζεται ότι οι δακτύλιοι του Ποσειδώνα είναι ασύμμετροι.

**1982**

Ανακαλύπτεται πάλσαρ με περίοδο χιλιοστών του δευτερολέπτου. Πιθανολογείται ανίχνευση μαγνητικού μονοπόλου. Εμφυτεύεται τεχνητή καρδιά Τζάρβικ. Εμφανίζονται οι εκτυπωτές λείζερ.

**1983**

Επιβεβαιώνεται η θεωρία των ηλεκτρασθενών δυνάμεων. Ενδείξεις για ύπαρξη εξωηλιακών πλανητών. Περιγράφεται ο πυρηνικός χειμώνας.

**1984**

Η ανάλυση DNA εφαρμόζεται για τη διερεύνηση της εξέλιξης του ανθρώπου. Αναφέρονται φαιοί νάνοι.

**1985**

Εντοπίζεται τρύπα στο στρώμα τον όζοντος. Προσδιορίζονται οι επιφάνειες τον Πλούτωνα και τον Χάροντα.

**1986**

Ο πλανήτης Ουρανός εξερευνάται από βολιστήρα. Επιστρέφει ο κομήτης του Χάλλεϋ.

**1987**

Μελετάται υπερκαινοφανής στο Μεγάλο Νέφος τον Μαγελάνου. Επιτυγχάνεται υπεραγωγιμότητα υψηλότερης θερμοκρασίας σε κεραμικά υλικά.

**1988**

Ανιχνεύονται μακρινοί γαλαξίες. Η μέθοδος χρονολόγησης με άνθρακα-14 αποδεικνύει ότι είναι απάτη η σινδόνη τον Τορίνου. Φαίνεται να επιδεινώνεται το φαινόμενο θερμοκηπίου.

**1989**

Εξερευνώνται από τον βολιστήρα Βόγιατζερ 11 ο Ποσειδώνας και οι δορυφόροι του. Καταρρίπτεται ο ισχυρισμός δύο Αμερικανών χημικών ότι διεξήγαγαν με επιτυχία πείραμα ψυχρής συντήξεως. Αστρονόμοι ανακαλύπτουν ότι ο Χείρων είναι κομήτης.

**1990**

Αμερικανοί ερευνητές πραγματοποιούν σημαντική πρόοδο στη γενετική ιατρική. Τίθεται σε τροχιά το Διαστημικό Τηλεσκόπιο Χαμπλ.

**1991**

Αρχίζουν έρευνες για την φουλλερίνη του Μπάκμινστερ μιας τρίτης μορφής άνθρακα. Ο βολιστήρας Μαγγελάνος εντοπίζει σημάδια πρόσφατης ηφαιστειακής δραστηριότητας στην Αφροδίτη. Ο διαστημικός βολιστήρας Γαλιλαίος μεταδίδει τις πρώτες ασπρόμαυρες φωτογραφίες αστεροειδούς. Τίθεται σε τροχιά το Δορυφορικό Παρατηρητήριο Ακτίνων Γάμμα.

**1992**

Τα στοιχεία που μεταδίδει ο Εξερευνητής Κοσμικής Ακτινοβολίας Υποβάθρου ενισχύουν την ιδέα του πληθωριστικού Σύμπαντος και τη θεωρία της σκοτεινής ύλης. Διαπιστώνεται ο ευρύτερος ρόλος των RNA στην πρωτεϊνοσύνθεση.

**1993**

Τίθεται σε λειτουργία η Διάταξη Πολύ Μεγάλης Βάσης. Λύνεται κατά πάσα πιθανότητα το τελευταίο θεώρημα του Φερμά.

## ΟΙ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΪΣΤΟΡΙΑ (4.000.000 π.Χ. - 3500 π.Χ.)

Τα αρχαιότερα τεχνολογικά επιτεύγματα, η κατασκευή λίθινων εργαλείων και η τιθάσευση της φωτιάς έγιναν πολύ προτού εμφανιστεί, μετά από μια μακροχρόνια εξελικτική πορεία, ο *Homo sapiens sapiens* (ο σύγχρονος άνθρωπος). Η περιέργεια και η ανάγκη ωθούσαν τους ανθρωπίδες, τους προγόνους μας, να παρατηρούν και να κατανοούν τον φυσικό κόσμο για να τον χρησιμοποιούν προς όφελος τους να εξασφαλίζουν τροφή, θερμότητα και προστασία. Ο *Homo habilis*, 2.000.000 π.Χ., όχι μόνον χρησιμοποιούσε λίθινα εργαλεία, αλλά μπορούσε και να τα κατασκευάζει - κομμάτια πυρόλιθου, που τα πελεκούσε για να κάνει πιο κοφτερές τις ακμές τους ή για να οξύνει τις αιχμές τους και τα οποία χρησιμοποιούσε ως μαχαίρια, ξύστρες και αιχμές ακοντίων. Γύρω στο 500.000 π.Χ., ο *Homo erectus*, που είχε βελτιώσει τα πρώτα λίθινα εργαλεία και μπορούσε να θηρεύει μαμούθ και άλλα μεγάλα ζώα, έμαθε πώς να χρησιμοποιεί τη φωτιά. Με την τιθάσευση της φωτιάς -αυτής της ισχυρής φυσικής δύναμης- οι πρωτόγονοι άνθρωποι δεν απέκτησαν μόνο μια πηγή θερμότητας, αλλά πολύ περισσότερα πράγματα. Μπορούσαν τώρα, χάρη στη φωτιά, να κρατούν μακριά τα αρπακτικά ζώα και να προστατεύουν έτσι, την περιοχή τους, να μαγειρεύουν την τροφή τους και να στεγνώνουν δέρματα ζώων και ξύλα. Ο *Homo erectus* είναι ο πρώτος που έχτισε πρωτόγονα σπήλια. Ο σύγχρονος άνθρωπος εμφανίστηκε στην εξελικτική σκηνή γύρω στο 50.000 π.Χ. Ήδη το 20.000 π.Χ. οι άνθρωποι είχαν επινοήσει τον λύχνο και κυνηγούσαν με τόξα και βέλη. Γύρω στο 10.000 π.Χ., καθώς οι πάγοι της πιο πρόσφατης εποχής των παγετώνων άρχισαν να υποχωρούν, ο άνθρωπος είχε εγκατασταθεί σε όλα σχεδόν τα μέρη της Γης. Το 10.000 π.Χ., ο πληθυσμός της Γης ήταν τρία περίπου εκατομμύρια. Καθώς διαδίδονταν οι πρακτικές της κτηνοτροφίας και βελτιωνόταν η γεωργία, ο αριθμός των ανθρώπων άρχισε να αυξάνεται με ταχύτερους ρυθμούς και έφτασε τα πέντε εκατομμύρια το 8000 π.Χ. Από τη χρονολογία αυτή και ύστερα, δηλαδή σε μια περίοδο 10.000 ετών, αναπτύχθηκε ο πολιτισμός όπως τον γνωρίζουμε σήμερα. Η εξημέρωση των ζώων (το 12.000 π.Χ.) σήμαινε ότι οι πεινασμένοι άνθρωποι δεν ήταν πλέον αναγκασμένοι να ακολουθούν τις αγέλες των ζώων που μετακινούνταν από περιοχή σε περιοχή - μπορούσαν τώρα οι ίδιοι να αποφασίσουν πού θα εγκατασταθούν. Η καλλιέργεια

του σίτου και της κριθής (8000 π.Χ.) έδωσε στους ανθρώπους μια πρόσθετη πηγή τροφής, πέρα από τη φυτική βλάστηση κάθε τόπου, ενώ με την άρδευση (5000 π.Χ.) οι άνθρωποι κατόρθωσαν να αυξήσουν τις κατάλληλες περιοχές για καλλιέργεια. Γύρω στο 7000 π.Χ., η επινόηση της κεραμικής έδωσε στον άνθρωπο μια νέα δυνατότητα μαγειρικής: αντί να ψήνει την τροφή του στις φλόγες ή στα κάρβουνα, μπορούσε τώρα να την βράζει - και, έτσι, εμφανίστηκε το φαγητό κατσαρόλας. Τα κεραμικά σκεύη άρχισαν, κάποια στιγμή, να κατασκευάζονται με τον κεραμικό τροχό μια επινόηση που πρέπει να υπέβαλε στον άνθρωπο την ιδέα της τροχοφόρου άμαξας, η οποία εμφανίστηκε, για πρώτη φορά, γύρω στο 3500 π.Χ. Την ίδια περίπου εποχή, το άροτρο παρείχε έναν καλύτερο τρόπο προετοιμασίας του εδάφους για καλλιέργεια, ενώ οι ποτάμιες λέμβοι πολλαπλασίασαν τα μέσα και αύξησαν την ευκολία των μεταφορών. Ήδη από το 3500 π.Χ. είχε αρχίσει να χρησιμοποιείται η αρχαιότερη μορφή γραφής. Η επινόηση της γραφής είχε ύψιστη σπουδαιότητα. Στην πρώτη περίοδο, η γραφή σήμαινε ότι οι άνθρωποι μπορούσαν τώρα να τηρούν αρχεία, γεγονός που διευκόλυνε τις ανταλλαγές αγαθών και την επικοινωνία των ανθρώπων. Το πιο σημαντικό, όμως, είναι ότι η γραφή επέτρεψε να μεταβιβάζονται από γενεά σε γενεά οι συσσωρευμένες γνώσεις και ο γραπτός λόγος. Με τη γραφή τελειώνει η προϊστορία μιας κοινωνίας και αρχίζει η περίοδος της γραπτής ιστορίας της.

### **ΟΙ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟ ΚΟΣΜΟ** **(3500 π.Χ. - 475 μ.Χ.)**

Το πρώτο έθνος που διαμορφώθηκε στη Μέση Ανατολή ήταν η Αίγυπτος, μολονότι άλλοι πολιτισμοί της περιοχής ήταν οι μεγάλες δυνάμεις του αρχαίου κόσμου. Ήδη από το 3100 π.Χ., οι πόλεις-κράτη στις όχθες του Νείλου, σε ένα μήκος 800 χιλιομέτρων, είχαν την ίδια γλώσσα και τον ίδιο πολιτισμό. Την ίδια περίπου εποχή αναπτυσσόταν στην Κρήτη ο πρώτος ευρωπαϊκός πολιτισμός. Γύρω στο 2500 π.Χ. εμφανίζεται ο κινέζικος πολιτισμός στην κοιλάδα του Κίτρινου Ποταμού, ενώ την ίδια περίπου εποχή άρχισε να αναπτύσσεται η γεωργία στην Κεντρική Αμερική. Οι επιστήμες και η τεχνολογία που αναπτύχθηκαν αυτά τα πρώιμα χρόνια, και οι οποίες είχαν στην αρχή πρακτικό χαρακτήρα, ήταν: η μεταλλουργία, που αποσκοπούσε στην κατασκευή εργαλείων και όπλων, η αστρονομία, που ασχολούνταν με τον υπολογισμό του χρόνου και τη γνώση των

εποχών της σποράς και της συγκομιδής, τα μαθηματικά και η γεωμετρία, που είχαν ως αντικείμενο τους τις μετρήσεις, η ναυσιπλοία και η αρχιτεκτονική. Ένα μεγάλο άλμα επιτεύχθηκε στις επικοινωνίες γύρω στο 1500 π.Χ. με την επινόηση του αλφαβήτου ενός συνόλου συμβόλων όχι για τις ιδέες, αλλά για τους φθόγγους που σχηματίζουν τις λέξεις. Η επαναστατική αυτή μέθοδος διευκόλυνε αφάνταστα τη γραφή και την ανάγνωση. Πριν από την ακμή των Ελλήνων, στις θάλασσες της Μεσογείου δέσποζαν οι Φοίνικες. Ήδη από το 1100 π.Χ., οι Φοίνικες κατόρθωναν, χρησιμοποιώντας αστερισμούς για τον προσανατολισμό τους, να ταξιδεύουν με τα ιστιοφόρα πλοία τους ως τις περιοχές της δυτικής Μεσογείου, και ακόμη μακρύτερα. Η μέγιστη επιστημονική συνεισφορά των Ελλήνων, των οποίων ο πολιτισμός άρχισε να ακμάζει γύρω στο 800 π.Χ., ήταν η μέθοδός τους. Ερευνώντας τις γενικές αρχές που διέπουν τη λειτουργία του κόσμου, οι Έλληνες ανέπτυξαν θεωρίες που βασίζονταν μόνον σε ό,τι ήταν δυνατόν να αποδειχθεί. Αντίθετα με τους μεγάλους πολιτισμούς που είχαν προηγηθεί, οι Έλληνες διαχώρισαν την επιστήμη από τη θρησκεία και τις προλήψεις. Οι αστρονομικές έρευνές τους έδωσαν σημαντικούς καρπούς, που ξεπέρασαν κατά πολύ τις παλαιότερες γνώσεις. Οι Έλληνες ήταν οι πρώτοι που διαχώρισαν τα μαθηματικά από τις πρακτικές ανάγκες του υπολογισμού και της μέτρησης και ανέπτυξαν, σε μια περίοδο οκτώ αιώνων, τις λογικές μεθόδους της άλγεβρας και της γεωμετρίας, που αποτέλεσαν τη βάση των σύγχρονων μαθηματικών. Δεν παραμέλησαν, βέβαια, τις πρακτικές εφαρμογές. Λόγου χάριν, μεταξύ των πολυάριθμων ανακαλύψεων και εφευρέσεων του Αρχιμήδη ήταν η ερμηνεία της αρχής της άνωσης και η θεωρία για τη λειτουργία των μοχλών. Εκτός από τη διατύπωση του συστήματος της ορθολογικής σκέψης, που αποκαλούμε λογική, ο Αριστοτέλης θεωρείται πατέρας της βιολογίας. Εξέτασε και ταξινόμησε πάνω από πεντακόσια είδη του κόσμου των ζώων, ενώ ο μαθητής του Θεόφραστος πραγματοποίησε το ίδιο για έναν ανάλογο αριθμό ειδών του κόσμου των φυτών, θεμελιώνοντας τη βοτανική. Ο Έλληνας ιατρός Ιπποκράτης αποκαλείται πατέρας της ιατρικής, επειδή, τον 5ο αιώνα π.Χ., απέρριψε την ιδέα ότι οι ασθένειες είναι αποτέλεσμα θεϊκών επεμβάσεων. Οι Έλληνες ιατροί είναι οι πρώτοι που είχαν προχωρήσει σε ανατομές ανθρώπινων πτωμάτων, ήδη από το 500 π.Χ. Το 100 π.Χ., μετά την παρακμή της Ελλάδας, η Ρώμη αναδείχθηκε σε κυρίαρχη δύναμη της Μεσογείου. Οι Ρωμαίοι δεν ήταν καινοτόμοι, αλλά ασχολήθηκαν με την πρακτική αξιοποίηση των ελληνικών

γνώσεων ιδίως στη μηχανική και στις κατασκευές και, καθώς εξαπλωνόταν η Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία, διαδίδονταν οι γνώσεις αυτές. Όταν κατέρρευσε η αυτοκρατορία των Ρωμαίων, προς το τέλος του 5<sup>ου</sup> αιώνα μ.Χ., τερματίστηκε η επιστημονική έρευνα στην Ευρώπη. Είχε έλθει η ώρα του Μεσαίωνα.

### Ο ΜΕΣΑΙΩΝΑΣ (476 μ.Χ. – 1453 μ.Χ.)

Οι τεχνολογικές πρόοδοι συνεχίστηκαν και κατά τον Μεσαίωνα. Ωστόσο, το φως της καθαρής επιστημονικής έρευνας είχε γίνει πολύ θαμπό, ιδίως κατά τους πέντε πρώτους αιώνες αυτής της μακράς περιόδου που αναφέρεται συχνά ως Μεσαίωνα. Ήταν μια εποχή έντονα θεολογική, που σημαδεύονταν από την αμφιγνωμία σχετικά με τις επιστήμες, όταν τα επιστημονικά πορίσματα φαινόταν ότι έρχονταν σε σύγκρουση με τις θρησκευτικές διδασκαλίες. Η αναζωογόνηση του ενδιαφέροντος για τη θεωρητική επιστήμη, προς το τέλος της περιόδου αυτής, εξασθένησε γρήγορα, όταν ενέσκηψε ο Μαύρος θάνατος, μια τρομακτική επιδημία βουβωνικής πανώλης. Στις αρχές του έβδομου αιώνα, το κέντρο της επιστημονικής δραστηριότητας μετατοπίστηκε προς ανατολάς, όταν οι εισβολείς Μουσουλμάνοι κυρίευσαν τις ελληνιστικές πόλεις, που ήταν δεξαμενές της ελληνικής γνώσης. Οι λόγιοι Άραβες ρούφηξαν διψασμένα τις καταγεγραμμένες γνώσεις στα παλαιά βιβλία και παρήγαγαν νέο εντυπωσιακό έργο στην αστρονομία, την οπτική, την ιατρική και την αλχημεία τον πρόγονο της σύγχρονης χημείας. Προς το τέλος του Μεσαίωνα, η αρχαία γνώση που είχαν συλλέξει και διευρύνει οι Άραβες, επέστρεψε στην Ευρώπη. Για το μεγαλύτερο διάστημα του Μεσαίωνα, η αστρονομία ήταν τελείως παραμελημένη στη Δύση. Κινέζοι αστρονόμοι είχαν παρατηρήσει αρκετούς νέους αστέρες, ενώ οι Ευρωπαίοι δεν είχαν παρατηρήσει κανέναν. Από την Κίνα ήλθε στην Ευρώπη η πορσελάνη και η σηροτροφία, ενώ και άλλες τεχνολογίες που αναπτύχθηκαν αυτοτελώς στην Ευρώπη υπήρχαν ήδη στην Κίνα. Οι Κινέζοι γνώριζαν, από πολύ παλαιότερα, την προσανατολιστική ιδιότητα του μαγνητικού μεταλλεύματος, αλλά δεν είχαν αξιοποιήσει τη γνώση αυτή στη ναυσιπλοία. Όταν, το 1180, Δυτικοί θαλασσοπόροι ανακάλυψαν τον μαγνήτη, κατόρθωσαν να κατασκευάσουν ένα όργανο -την πυξίδα- που τους επέτρεπε να βρίσκουν τον προσανατολισμό τους μέσα στους ωκεανούς. Η πυξίδα έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην πορεία της ιστορίας, γιατί κατέστησε δυνατές τις μεγάλες εξερευνησεις και την ευρωπαϊκή κυριαρχία πάνω στους άλλους

πολιτισμούς. Αν και οι Βίκινγκς, πολύ ενωρίτερα, είχαν πραγματοποιήσει εντυπωσιακές ωκεάνιες επιδρομές, η μεγάλη Εποχή των Εξερευνήσεων άρχισε στην Ευρώπη στις αρχές του δέκατου πέμπτου αιώνα, όταν οι Πορτογάλοι επάνδρωσαν και εξόπλισαν πλοία τα οποία έστειλαν να ανακαλύψουν θαλάσσια οδό προς την Άπω Ανατολή. Έτσι άρχισε η μεγάλη προσπάθεια των ευρωπαϊκών δυνάμεων για την εξερεύνηση του κόσμου. Ωστόσο, το πιο εντυπωσιακό, ίσως, τεχνολογικό επίτευγμα του ύστερου Μεσαίωνα, ένα επίτευγμα στο οποίο η τεχνολογία υπηρετούσε τόσο τη θρησκεία όσο και την τέχνη, ήταν η ανέγερση των μεγάλων καθεδρικών ναών. Οι επίστεγες αντηρίδες επέτρεψαν την κατασκευή πιο ψηλών και πιο λεπτών τοίχων και το εσωτερικό των εκκλησιών μεταμορφώθηκε, χάρη στο φως που περνούσε μέσα από χρωματιστά παράθυρα. Τον δέκατο τρίτο και δέκατο τέταρτο αιώνα, αναγεννήθηκε το ενδιαφέρον για την επιστημονική έρευνα. Καταρτίστηκαν πίνακες των πλανητών υπό την αιγίδα του βασιλιά της Καστίλης Αλφόνσου Ι', που βελτίωναν τους πίνακες πλανητικών κινήσεων του Πτολεμαίου, ενώ η πειραματική εργασία στους μαγνητικούς πόλους άνοιξε έναν νέο δρόμο στην επιστημονική μεθοδολογία. Οι σπουδαστές της ιατρικής άρχισαν ξανά τις ανατομές ανθρώπινων πτωμάτων και, το 1316, εκδόθηκε σύγγραμμα που ήταν αφιερωμένο στην ανατομία. Παραταύτα, δεν ήταν κάποια πρόοδος στη θεωρητική επιστήμη ή την ιατρική αυτό που ανέσυρε την Ευρώπη από τον Μεσαίωνα και την οδήγησε στην Αναγέννηση και την Επιστημονική Επανάσταση. Η τιμή για το άλμα αυτό ανήκει σε ένα τεχνολογικό επίτευγμα: την ανακάλυψη της τυπογραφίας από τον Ιωάννη Γουτεμβέργιο το 1454.

### Η ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ ΚΑΙ Η ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ (1454 μ.Χ. – 1700 μ.Χ.)

Μολονότι η Αναγέννηση οφείλεται σε πολλούς και ποικίλους λόγους, τίποτα δεν διαδραμάτισε τόσο σημαντικό ρόλο στην αναζωογόνηση του ενδιαφέροντος για τις επιστήμες όσο η τυπογραφία, που εφευρέθηκε από τον Ιωάννη Γουτεμβέργιο το 1454. Τα έργα των αρχαίων, που είχαν προ πολλού χαθεί από τη Δύση, κυκλοφόρησαν ξανά, μεταφρασμένα τώρα από τα αραβικά στα λατινικά. Ακόμα πιο μεγάλη ώθηση στην έρευνα του φυσικού κόσμου έδωσαν βιβλία που είχαν γραφεί την εποχή εκείνη σχετικά με το πώς λειτουργεί ο κόσμος, αλλά και επιτομές δεδομένων κάθε είδους για την αστρονομία, τη βιολογία, τη βοτανική και τη μηχανική. Η άλλη μεγάλη ώθηση στην

έρευνα προήλθε από την Εποχή των Εξερευνήσεων, που εγκαινιάστηκε στις αρχές του δέκατου τέταρτου αιώνα. Ήταν προφανές ότι υπήρχαν στον κόσμο πολύ περισσότερα πράγματα από όσα γνώριζαν οι αρχαίοι. Αν και η Αναγέννηση εξακολουθούσε να είναι μια εποχή κυριαρχούμενη από την θρησκευτική αυθεντία, πολλοί επιστήμονες και φιλόσοφοι δεν ήταν πλέον ικανοποιημένοι με την κοσμοαντίληψη του Αριστοτέλη, καθώς και με αλλά στοιχεία της επιστημονικής πίστης που είχε ασπασθεί η Ρωμαιοκαθολική Εκκλησία. Αυτό έγινε με την αστρονομία και τον Νικόλαο Κοπέρνικο, που με το σύγγραμμα του «Περί των περιστροφικών κινήσεων των ουρανίων σωμάτων» (1543) εγκαινίασε την Επιστημονική Επανάσταση. Με το ηλιοκεντρικό σύστημα οι περιστροφικές κινήσεις των πλανητών γίνονταν τώρα κατανοητές, αν και η Εκκλησία εξακολουθούσε να υποστηρίζει τη γεωκεντρική θεωρία του Σίμπατος. Η επανάσταση στην αστρονομία είχε συνέχεια. Το 1572, ο Τύχο Μπράχε παρακολούθησε ένα νέο αστρο που ήταν στην αρχή πολύ φωτεινό, αλλά σιγά έσβηνε μέχρι που χάθηκε. Η παρατήρησή του αυτή έθεσε υπό αμφισβήτηση την πεποίθηση των αρχαίων ότι ο ουρανός είναι τέλειος και αμετάβλητος. Το 1609 ο Ιωάννης Κέπλερ υποστήριξε ότι οι πλανήτες κινούνται σε ελλειπτικές τροχιές γύρω από τον Ήλιο, καταφέροντας έτσι ένα ακόμη πλήγμα στις θεωρίες των αρχαίων, στις οποίες ο κύκλος αποτελούσε την τέλεια μορφή. Ο Γαλιλαίος, το έτος 1609, κατασκεύασε τηλεσκόπιο και παρατήρησε τον Γαλαξία, υποστηρίζοντας για πρώτη φορά ότι αποτελείται από αναρίθμητους αμυδρούς αστέρες. Ενδιαφερόταν επίσης για τα γήινα φαινόμενα και το 1589 απέδειξε ότι η έλξη της βαρύτητας αναγκάζει ένα σώμα που πέφτει να κατέρχεται με σταθερά αυξανόμενη ταχύτητα. Η άποψη ότι η βαρύτητα και όχι κάποια θεϊκή δύναμη είναι αυτή που κινεί το Σύμπαν, ήταν άλλη μία πρόκληση στις παραδοσιακές δοξασίες. Οι εργασίες του Ισαάκ Νεύτωνα στην οπτική, στα μαθηματικά και στη φυσική, ήταν η κορύφωση της Επιστημονικής Επανάστασης. Οι πρώτες έρευνές του γύρω από τις ιδιότητες του φωτός, τον οδήγησαν στην κατασκευή ενός βελτιωμένου τηλεσκοπίου. Κατά τη μελέτη του προβλήματος της βαρύτητας, επινόησε τον απειροστικό λογισμό, που αποτέλεσε τη βάση των ανώτερων μαθηματικών. Η ανάλυση του Νεύτωνα για τις μηχανικές δυνάμεις που διέπουν το Σύμπαν δικαίωσε τα επιστημονικά πορίσματα του Κοπέρνικου, του Τύχο Μπράχε, του Κέπλερ και του Γαλιλαίου. Την περίοδο αυτή άνοιξαν πολλά, νέα πεδία έρευνας και

προσδιορίστηκαν πολλές αρχές των φυσικών επιστημών. Έγινε αποδεκτή η αρχή της "πρώτης δημοσίευσης" σύμφωνα με αυτήν, η τιμή για μια νέα ανακάλυψη δεν ανήκει σε εκείνον που πρώτος την έκανε, αλλά σε εκείνον που πρώτος την δημοσίευσε. Στον Γαλιλαίο ανήκει η τιμή ότι πρώτος αυτός όρισε τις παραμέτρους της πειραματικής επιστήμης με τις εργασίες του για την πτώση των σωμάτων. Ο Φράνσις Μπέικον διαμόρφωσε το φιλοσοφικό πλαίσιο της επιστημονικής μεθόδου: τα επιστημονικά πορίσματα πρέπει να βασίζονται σε έναν μεγάλο όγκο συγκεκριμένων παρατηρήσεων.

### Ο ΑΙΩΝΑΣ ΤΗΣ ΛΟΓΙΚΗΣ (1701 μ.Χ.- 1780 μ.Χ.)

Από τις αρχές του δέκατου όγδοου αιώνα, η επιστήμη είχε διαχωριστεί από τη θεολογία και η έρευνα, το πείραμα και η ανακάλυψη ήταν στην ημερήσια διάταξη. Η κοινωνία είχε καταληφθεί από ευφορία, την οποία γεννούσε η σχεδόν καθολική εμπιστοσύνη στην επιστημονική μέθοδο, που ταυτίστηκε με την πρόοδο του ανθρώπου. Το ενδιαφέρον του κοινού για τη γνώση ήταν τόσο έντονο ήδη από τα μέσα του αιώνα, ώστε να καταστεί δυνατή η έκδοση της Εγκυκλοπαίδειας του Ντενί Ντιντερό - της πρώτης σύγχρονης εγκυκλοπαίδειας που εξέταζε τον κόσμο κατά τρόπο απολύτως λογικό. Ο σχεδιασμός των πειραμάτων τελειοποιήθηκε, ενώ και η γλώσσα με την οποία εκφράζονταν τα επιστημονικά συμπεράσματα έγινε περισσότερο ακριβής. Μεγαλύτερη βαρύτητα δόθηκε στην επιβεβαίωση από ανεξάρτητους ερευνητές, ενώ η εξάπλωση των επιστημονικών εταιρειών, που εμφανίστηκαν για πρώτη φορά τον δέκατο έκτο αιώνα, ενίσχυσαν τη δημοσίευση των επιστημονικών συμπερασμάτων και των πραγματειών και, γενικά, παρείχαν υποστήριξη στην ερευνητική εργασία των μελών τους. Για τις εργασίες του, οι οποίες κατέδειξαν τη σημασία των ποσοτικών μετρήσεων, ο Αντουάν-Λωράν Λαβουαζιέ θεωρείται πατέρας της σύγχρονης χημείας. Στη δεκαετία του 1770, ο Λαβουαζιέ, χρησιμοποιώντας τα πορίσματα του Τζόζεφ Πρήστλυ, προσδιόρισε ότι το οξυγόνο, το αέριο που είχε λίγο ενωρίτερα απομονωθεί, ήταν ένα από τα δύο βασικά συστατικά της ατμόσφαιρας και το βασικό στοιχείο στην καύση. Ο Τζόζεφ Μπλακ απομόνωσε το υδρογόνο και απέδειξε ότι είχε πολύ χαμηλή πυκνότητα. Τα άλλα στοιχεία που ανακαλύφθηκαν την περίοδο αυτή είναι το κοβάλτιο, ο λευκόχρυσος, το νικέλιο, το μαγγάνιο, το χλώριο και το μολυβδένιο. Ο Κάρολος Λινναίος δημοσίευσε το έργο του «Συστήματα της Φύσης», στο οποίο ταξινόμησε φυτά (και, σε μετέπειτα εκδόσεις, ζώα) με τόση

μεθοδικότητα και επιμέλεια, ώστε δίκαια ονομάστηκε πατέρας της σύγχρονης ταξινόμησης. Ο Γερμανός βοτανολόγος Γιόζεφ Γκόντλημτ Κόχλροϋτερ εξήγησε, για πρώτη φορά, το φαινόμενο της επικονίασης των φυτών το 1763, ενώ ο Ολλανδός ιατρός και πειραματιστής Γιαν Ίνγκενχους ανακάλυψε τη φωτοσύνθεση το 1779. Το 1729, ο Άγγλος πειραματιστής Στήβεν Γκρέυ, που είχε καταλήξει στο συμπέρασμα ότι ο ηλεκτρισμός είναι ρευστό, απέδειξε ότι ο ηλεκτρισμός μπορεί να μεταβιβαστεί μέσω ορισμένων υλικών, όπως είναι το γυαλί, ο σπάγκος και άλλοι αγωγοί. Οι πειραματιστές έμειναν κυριολεκτικά κατάπληκτοι όταν έμαθαν ότι ο ηλεκτρισμός μπορεί να αποθηκευθεί στη συσκευή που είναι γνωστή ως λουγδουνική λάγηνος. Το 1752, ο Βενιαμίν Φραγκλίνος ανύψωσε έναν χαρταετό στη διάρκεια καταιγίδας και απέδειξε ότι ο φυσικός ηλεκτρισμός και ο ηλεκτρισμός που παραγόταν από τη λουγδουνική λάγηνο ήταν πανομοιότυποι. Οι τεχνολογικές πρόοδοι που σημειώθηκαν την περίοδο αυτή προμήνυαν τη Βιομηχανική Επανάσταση. Η ππάμενη σαίτα, που επινοήθηκε το 1769, επέτρεψε εν μέρει την μηχανοποίηση της ύφανσης και αύξησε σημαντικά την παραγωγικότητα των εργατών της υφαντουργίας. Όταν ο Άγγλος εφευρέτης Ρίσαρντ Άρκράιτ επινόησε την κλωστική μηχανή το 1769, ακόμη και οι ανειδίκευτοι εργάτες μπορούσαν να υφαίνουν πολύ πιο γρήγορα. Το 1709, ένας Βρετανός διευθυντής χυτηρίου, ο Έιμπραχαμ Ντάρμπτ, χρησιμοποίησε για πρώτη φορά με επιτυχία την τεχνική της τήξης σιδηρομεταλλεύματος σε κλιβάνους που θερμαίνονταν με κοκ. Το 1764, ο Τζέιμς Βατ βελτίωσε την ατμομηχανή του Νιουκόμεν, η οποία είχε εφευρεθεί το 1712, κατασκευάζοντας ένα σύστημα δύο θαλάμων. Αυτό ήταν το πρώτο βήμα για την κατασκευή μιας σχετικά αποδοτικής ατμομηχανής. Ωστόσο, η επόμενη βελτίωση της ατμομηχανής του Νιουκόμεν από τον Τζέιμς Βατ ήταν εκείνη που οδήγησε την ιστορία σε μια πραγματικά νέα φάση.

### Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΟΙ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΔΕΚΑΤΟΥ ΕΝΑΤΟΥ ΑΙΩΝΑ (1781 μ.χ- 1850 μ.Χ.)

Το έτος 1781, όταν ο Τζέιμς Βατ βελτίωσε την ατμομηχανή, επινοώντας μια μηχανική διάταξη που μετέτρεπε την παλινδρομική κίνηση σε περιστροφική, εγκαινίασε μια νέα εποχή. Η ενέργεια που παραγόταν από τον ατμό σήμαινε ότι ο άνθρωπος μπορούσε τώρα να αποσυνδέσει τα μηχανήματα από τις φυσικές πηγές ενέργειας, όπως είναι ο άνεμος και το τρεχούμενο νερό. Με την περιστροφική κίνηση, οι μηχανές μπορούσαν τώρα να χρησιμοποιηθούν για να βελτιώσουν την ταχύτητα και την

αποδοτικότητα πολλών τύπων μηχανημάτων. Χτίστηκαν νέα εργοστάσια και κατασκευάστηκαν μεγαλύτερα μηχανήματα, με αποτέλεσμα να αυξηθεί και η κλίμακα της παραγωγής. Ολοένα και περισσότεροι άνθρωποι εγκατέλειπαν την ύπαιθρο και τις αγροτικές ασχολίες και εισέρεαν στα αναπτυσσόμενα αστικά κέντρα, αναζητώντας εργασία. Ένας άλλος σημαντικός τομέας τεχνολογικής προόδου ήταν οι μεταφορές, που υποστήριξαν τη βιομηχανία, επιτρέποντας την πιο γρήγορη μεταφορά μεγαλύτερου αριθμού ανθρώπων, αγαθών και πρώτων υλών. Μεγάλη πρόοδος σημειώθηκε, επίσης, στον τομέα του ηλεκτρισμού. Το 1800, ο Αλεσσάντρο Βόλτα δημιούργησε μια πρωτόγονη ηλεκτρική στήλη. Το 1820 ανακαλύφθηκε το φαινόμενο του ηλεκτρομαγνητισμού, όταν επιστήμονες παρατήρησαν ότι αγωγοί που διαρρέονται από ρεύμα αποκτούν μαγνητικές ιδιότητες. Μελετώντας το φαινόμενο αυτό, ο Άγγλος φυσικός Μάικλ Φαραντέϋ, απέδειξε ότι οι ηλεκτρικές δυνάμεις μπορούν να προκαλέσουν κίνηση και να δημιουργήσουν τις δυναμικές γραμμές. Ο ηλεκτρισμός τέθηκε στην υπηρεσία της χημείας όταν ο Βρετανός χημικός Χάμφρυ Ντάντλεϋ διοχέτευσε ηλεκτρικό ρεύμα δια μέσου χημικών ενώσεων, που δεν μπορούσαν να διασπασθούν με άλλες μεθόδους, και απομόνωσε για πρώτη φορά τα στοιχεία νάτριο, κάλιο, βάριο, στρόντιο, ασβέστιο και μαγνήσιο. Ήταν η απαρχή της ηλεκτροχημείας. Το 1789, ο Αντουάν Λαβουαζιέ διατύπωσε τον νόμο της διατήρησης της μάζας και το 1799 ο Ζοζέφ-Λουί Προυστ διατύπωσε τον νόμο των σταθερών αναλογιών, που επέτρεψε στους χημικούς να διακρίνουν τα μίγματα από τις χημικές ενώσεις. Όταν το 1803 ο Τζων Ντάλτον διατύπωσε την ατομική θεωρία του, εισάγοντας την έννοια του ατομικού βάρους, βελτίωσε την ιδέα των Ελλήνων φιλοσόφων ότι όλη η ύλη αποτελείται από μικροσκοπικά, αδιαίρετα σωματίδια. Το 1811, ο Αμεντέο Αβογκάντρο διατύπωσε την υπόθεση ότι «ίσοι όγκοι αερίων που έχουν την ίδια πίεση και την ίδια θερμοκρασία αποτελούνται από τον ίδιο αριθμό σωματιδίων». Ο Αβογκάντρο εισήγαγε τον όρο μόρια για να περιγράψει τους συνδυασμούς των ατόμων που σχηματίζουν ένα αέριο. Την εποχή αυτή, μερικές από τις σημαντικότερες εργασίες της φυσικής είχαν ως αντικείμενό τους τη φύση της θερμότητας και τη μετατροπή της σε άλλες μορφές ενέργειας. Το 1847 ο Χέρμαν φον Χέλμχολτς διατύπωσε τον πρώτο νόμο της θερμοδυναμικής, σύμφωνα με τον οποίο «η συνολική ενέργεια του Σύμπαντος είναι σταθερή». Το 1848, ο βαρόνος Κέλβιν προσδιόρισε την έννοια του απόλυτου μηδενός και υποστήριξε την ανάγκη να δημιουργηθεί μια θερμοκρασιακή κλίμακα η οποία θα άρχιζε από το σημείο αυτό. Το 1850, ο Ρούντολφ Κλαούζιους διατύπωσε τον δεύτερο νόμο της

θερμοδυναμικής, σύμφωνα με τον οποίο όλη «η ενέργεια δεν είναι εξίσου χρήσιμη και η ποσότητα της αξιοποιήσιμης ενέργειας στο Σύμπαν φθίνει σταθερά». Τρεις καινοτομίες, που επιτεύχθηκαν την περίοδο αυτή, βελτίωσαν σημαντικά τις επικοινωνίες σε όλο τον κόσμο, ίσως όσο η επινόηση του αλφαβήτου και της τυπογραφίας κατά το παρελθόν. Οι καινοτομίες αυτές ήταν το μετρικό σύστημα, το σύστημα συμβολισμού των ονομάτων των χημικών στοιχείων το οποίο έγινε κοινά αποδεκτό και η επικοινωνία μέσω τηλεγράφου.

### **ΤΕΛΗ ΤΟΥ ΔΕΚΑΤΟΥ ΕΝΑΤΟΥ ΑΙΩΝΑ** **(1851 μ.Χ.- 1894 μ.Χ.)**

Δύο μεγάλες μορφές της επιστήμης, ο Κάρολος Δαρβίνος και ο Λουί Παστέρ δεσπόζουν στα τέλη του δέκατου ένατου αιώνα. Ο πρώτος εξήγησε πώς εξελίχθηκε η ζωή στη Γη, ενώ ο δεύτερος μετέβαλε το μέλλον της ανθρωπότητας με τις ανακαλύψεις του, που όπλισαν τον άνθρωπο με την ικανότητα να αντιμετωπίσει σοβαρές ασθένειες. Μολονότι και άλλοι επιστήμονες είχαν σκεφθεί ότι κάποιες μορφές ζωής μπορεί να εξελίχθηκαν από άλλες παλαιότερες μορφές, ωστόσο ο Κάρολος Δαρβίνος ήταν ο πρώτος που διατύπωσε τη θεωρία της εξέλιξης μέσω της φυσικής επιλογής. Το βιβλίο του «η προέλευση των ειδών» (1859), με το οποίο προσείλκυσε την προσοχή του κόσμου στην εργασία του, ήταν το πιο σημαντικό επιστημονικό έργο από την εποχή που δημοσιεύθηκαν οι Αρχές του Νεύτωνα. Αν και την εποχή εκείνη δεν υπήρχαν επαρκή ευρήματα απολιθωμάτων, που θα επέτρεπαν τον σχηματισμό μιας σαφούς εικόνας για την εξέλιξη του ανθρώπινου είδους, το 1871 ο Δαρβίνος δημοσίευσε την Καταγωγή του ανθρώπου (1871) - μια εφαρμογή των αρχών της εξελικτικής θεωρίας του στο ανθρώπινο είδος. Με τα δύο αυτά συγγράμματά του, ο Δαρβίνος έθεσε τα θεμέλια μιας νέας βιολογίας, όπως ακριβώς ο Νεύτων είχε θέσει τα θεμέλια μιας νέας φυσικής. Το 1856, ο Λουί Παστέρ ανακάλυψε ότι η ήπια θέρμανση προστατεύει το κρασί από τον κίνδυνο να ξινίσει και το γάλα από τον κίνδυνο της αποσύνθεσης και στην πορεία αυτών των ερευνών του άρχισε να ενδιαφέρεται για τους μικροοργανισμούς. Το 1860, απέδειξε τον ρόλο που διαδραματίζουν οι μικροοργανισμοί στην σήψη του κρέατος. Η ώρα της μεγάλης συνεισφοράς του ήλθε το 1862, όταν δημοσίευσε ένα έργο με πλήθος δεδομένων που τεκμηριώναν τη μικροβιακή θεωρία των ασθενειών. Ήταν η απαρχή της σύγχρονης ιατρικής, διότι τώρα άνοιγε ο δρόμος για να γίνουν αποφασιστικά βήματα προς την πρόληψη και τη θεραπεία των ασθενειών. Οι πρόοδοι σε αυτόν τον τομέα υπήρξαν, πράγματι,

εντυπωσιακές: οδήγησαν σε μεγάλη μείωση της θνησιμότητας, σε διπλασιασμό της μέσης διάρκειας ζωής και σε μια πληθυσμιακή έκρηξη που υπερτριπλασίασε τον παγκόσμιο πληθυσμό από την εποχή του Παστέρ. Η μεγαλύτερη, ίσως, συνεισφορά στη χημεία, στη διάρκεια αυτής της περιόδου, έγινε από τον Νημίτρι Ιβάνοβιτς Μεντελέγιεφ, ο οποίος το 1869 συνέταξε έναν πίνακα στοιχείων, που είχαν ταξινομηθεί κατά αύξουσα τάξη ατομικού βάρους. Με την κατάταξη στις στήλες του πίνακα στοιχείων με όμοιες ιδιότητες και όμοιο σθένος, έμειναν ορισμένες θέσεις κενές, οι οποίες αντιπροσώπευαν, κατά τον Μεντελέγιεφ, στοιχεία που δεν είχαν ανακαλυφθεί ακόμη. Ο Μεντελέγιεφ προέβλεψε με ακρίβεια τις ιδιότητες των αγνώστων στοιχείων με βάση τη θέση τους στον πίνακά του - και η επιβεβαίωσή του δεν άργησε να έλθει. Στα τέλη του δέκατου ένατου αιώνα ο ηλεκτρισμός αποτέλεσε την πηγή πολλών τεχνολογικών καινοτομιών. Μεταξύ εκείνων που έθεσαν τον ηλεκτρισμό στην υπηρεσία του κοινού διακρίθηκε ο Τόμας Άλβα Έντισον. Το 1879, δύο χρόνια μετά την επινόησή του και μετά από χιλιάδες αποτυχημένα πειράματα, ο Έντισον διοχέτευσε ρεύμα σε ένα καμένο βαμβακερό νήμα -ουσιαστικά επρόκειτο για ένα σύρμα από άνθρακα- που είχε τοποθετηθεί μέσα σε έναν λαμπτήρα στον οποίο υπήρχε κενό αέρα και έτσι ο άνθρωπος μπόρεσε να νικήσει το σκοτάδι της νύχτας. Το 1889, λίγο μετά την επινόηση της κάμερας Κόντακ από τον Τζώρτζ Ήσμαν, ο Έντισον φωτογράφισε, σε μια ταινία φιλμ, ένα κινούμενο αντικείμενο σε διαδοχικές χρονικές στιγμές. Όταν πέρασε γρήγορα το εμφανισμένο φιλμ μπροστά από ένα φως που αναβόσβηνε, δημιουργήθηκε η εντύπωση της κίνησης -αυτό ήταν, ουσιαστικά, η γέννηση του κινηματογράφου, που έμελλε να εξελιχθεί σε μια γιγάντια βιομηχανία, η οποία θεωρείται τόσο απαραίτητη για τη σύγχρονη ζωή όσο και το αυτοκίνητο. Έναν χρόνο προτού εφεύρει ο Έντισον τον φωνογράφο, ο Αλεξάντερ Γκρέιαμ Μπελ αναζητούσε έναν τρόπο να μεταδίδει όχι απλώς τηλεγραφικά σήματα, αλλά την ανθρώπινη ομιλία. Επινόησε, λοιπόν, μια διάταξη που μετέτρεπε τα ηχητικά κύματα σε μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό ρεύμα, το οποίο μετατρεπόταν ξανά σε ηχητικά κύματα στο άλλο άκρο. Ο Έντισον βοήθησε να τελειοποιηθεί το τηλέφωνο, ενισχύοντας την ένταση του ήχου που μπορούσε να δεχθεί το μικρόφωνο. Μετά τις πρώτες και λιγότερο αποδοτικές μηχανές των Ζαν Λενουάρ και Νικόλαους Άουγκουστ Όππο, ο Καρλ Φρήντριχ Μπεντς κατασκεύασε, το 1885, τον πρώτο πραγματικά αποδοτικό βενζινοκινητήρα εσωτερικής καύσης. Το 1853 ο Τζωρτζ Κέιλυ έθεσε τα θεμέλια της επιστήμης της αεροδυναμικής όταν κατασκεύασε ένα ανεμόπτερο που μπορούσε να πετάξει αν και ήταν βαρύτερο από τον αέρα. Μολονότι δεν υπήρχε τότε

μηχανή τόσο ισχυρή ώστε να δώσει στο ανεμόπτερο την προώθηση που χρειαζόταν για να πετάξει, το σχήμα που σχεδίασε ο Κέιλυ είναι αυτό που επικράτησε τελικώς και έδωσε φτερά στον άνθρωπο.

### **ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΕΙΚΟΣΤΟΥ ΑΙΩΝΑ** **(1895 μ.χ- 1945 μ.Χ.)**

Οι ανακαλύψεις που πραγματοποιήθηκαν και οι θεωρίες που διατυπώθηκαν στα τέλη του δέκατου ένατου και στις αρχές του εικοστού αιώνα ενέπνευσαν σειρά ερευνών που έθεσαν υπό αμφισβήτηση τις επικρατούσες ως τότε ιδέες σε ένα ευρύ γνωστικό πεδίο από τη δομή του ατόμου έως τη δομή του Σύμπαντος. Οι έρευνες στο υποατομικό επίπεδο άρχισαν στα τέλη της δεκαετίας του 1890, με την ανακάλυψη των ακτινών Χ από τον Βίλχελμ Κόνραντ Ράιντγκεν και της ραδιενέργειας από την Μαρία και τον Πιέρ Κιουρί. Το 1900, ο Μαξ Πλανκ εγκαινίασε την εποχή της σύγχρονης φυσικής με την κβαντική θεωρία του, σύμφωνα με την οποία <η ενέργεια εκπέμπεται όχι συνεχώς αλλά σε διακριτές ποσότητες τις οποίες ονόμασε κβάντα>. Το 1905 ανήκει στον Άλμπερτ Αϊνστάιν. Μελετώντας την ταχύτητα του φωτός, ο Αϊνστάιν διατύπωσε την ειδική θεωρία της σχετικότητας, που περιγράφει την επίπτωση της ταχύτητας στη μάζα και τη ροή του χρόνου. Η ειδική θεωρία της σχετικότητας οδήγησε στην ιδέα ότι η μάζα είναι μια εξαιρετικά συμπυκνωμένη μορφή ενέργειας. Το 1916, ο Αϊνστάιν διηύρυνε τη θεωρία του σε συστήματα που κινούνται το ένα σε σχέση με το άλλο, και δημιούργησε τη γενική θεωρία της σχετικότητας. Λίγα χρόνια αργότερα, χάρη στις εργασίες του Μαξ Μπορν, του Έρβιν Σρέντινγκερ και του Βέρνερ Καρλ Χάιζενμπεργκ, εδραιώθηκε η κβαντομηχανική, που έχει χρησιμοποιηθεί με αξιοσημείωτη επιτυχία για την ερμηνεία φαινομένων της χημείας και της υποατομικής φυσικής. Οι δύο θεωρίες της σχετικότητας και η κβαντομηχανικής αποτέλεσαν τα δύο μεγάλα θεωρητικά θεμέλια της φυσικής του εικοστού αιώνα. Το 1919, ο Έρνοστ Ράδερφορντ προκάλεσε την πρώτη τεχνητή πυρηνική αντίδραση, μετατρέποντας ένα είδος ατόμου σε ένα άλλο, βομβαρδίζοντας το με υποατομικά σωματίδια. Ωστόσο, μόνο το 1939, αφού άλλοι επιστήμονες είχαν κατανοήσει ότι ο πυρήνας του ουρανίου μπορούσε να χωρισθεί στα δύο (πυρηνική σχάση), ο Λίο Σίλαρντ διέκρινε με ποιον τρόπο θα μπορούσε να προκαλέσει μια εξαιρετικά ισχυρή πυρηνική αλυσιδωτή αντίδραση, δηλαδή να κατασκευάσει μια πυρηνική βόμβα. Τον Ιούλιο του 1945 πραγματοποιήθηκε η πρώτη έκρηξη βόμβας πυρηνικής σχάσεως, που μετέβαλε την πορεία του παγκόσμιου πολέμου και της διεθνούς πολιτικής. Οι νέες θεωρίες της φυσικής και οι βελτιώσεις των τηλεσκοπίων άλλαξαν δραματικά τις απόψεις μας για τη δημιουργία

και τη δομή του Σύμπαντος. Το 1918, ο Χάρλοου Σάπλου απέδειξε ότι το Ηλιακό μας Σύστημα δεν βρίσκεται κοντά στο κέντρο του Γαλαξία μας, όπως πίστευαν ως τότε οι αστρονόμοι. Ο Έντουιν Πάουελ Χαμπλ απέδειξε, πέντε χρόνια αργότερα, ότι το μέγεθος του Σύμπαντος ήταν πολύ μεγαλύτερο από ό,τι νομίζαμε. Το 1917, ο Βίλλεμ Σίπερ, βασιζόμενος στις εξισώσεις που αποτελούσαν μέρος της γενικής θεωρίας της σχετικότητας του Αϊνστάιν, υποστήριξε ότι το Σύμπαν διαστέλλεται. Το 1927, ο Ζώρζ Ανρί Λεμαίτρ, ξεκινώντας από τη θεωρία της διαστολής του Σύμπαντος, ανέτρεξε στην αρχή του χρόνου, τη στιγμή που το "κοσμικό αυγό" εξερράγη και γέννησε το διαστελλόμενο Σύμπαν. Η ιδέα της αρχικής αυτής έκρηξης ονομάστηκε θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης. Την περίοδο αυτή σημειώθηκε αλματώδης πρόοδος στην ιατρική. Οι ερευνητές εντόπισαν τα μέσα με τα οποία μεταδίδονται διάφορες ασθένειες, όπως η ελονοσία, ο κίτρινος πυρετός και ο τύφος, και ανακάλυψαν τη θεραπεία της σύφιλης. Η ανακάλυψη, το 1935, ότι η χημική ένωση σουλφαμιλάμιο έχει αντιβακτηριακές ιδιότητες οδήγησε στη σύνθεση των σουλφαμιδίων. Το 1939, απομονώθηκε ένας ισχυρός αντιβακτηριακός παράγοντας: η πενικιλίνη. Η εφεύρεση της ραδιοκεραίας, το 1895, κατέστησε δυνατή την επικοινωνία μέσω ραδιοκυμάτων και επέτρεψε στον Γκουλιέλμο Μαρκόνι να εκπέμψει σήματα μέσω ραδιοκυμάτων από την Αγγλία στη Νέα Γη. Η εκπομπή συνεχούς σήματος που αναπαρήγε τα ακανόνιστα ηχητικά κύματα της ομιλίας και της μουσικής έγινε δυνατή το 1906 με την εισαγωγή της διαμόρφωσης πλάτους. Τέλος, η επινόηση του υπερετερόδυνου δέκτη, το 1916, επέτρεψε την κατασκευή εύχρηστων ραδιοφώνων και, έτσι, το ραδιόφωνο άρχισε πλέον να μπαίνει στα σπίτια.

### ΤΕΛΗ ΤΟΥ ΕΙΚΟΣΤΟΥ ΑΙΩΝΑ (1946 - 1993)

Στην περίοδο μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, η νέα γνώση και οι νέες τεχνολογίες άνοιξαν στους ανθρώπους δρόμους που, λίγες δεκαετίες ενωρίτερα, ανήκαν απλώς στη σφαίρα των μυθιστορημάτων επιστημονικής φαντασίας. Η εποχή του διαστήματος εγκαινιάστηκε το 1957 με την εκτόξευση του σοβιετικού δορυφόρου Σπούτνικ Ι. Όταν οι Σοβιετικοί εκτόξευσαν τον πρώτο σεληνιακό βολιστήρα Λούνικ ΙΙ το 1959, για πρώτη φορά στην ιστορία της ανθρωπότητας ένα αντικείμενο κατασκευασμένο από τον άνθρωπο έφτασε σε ένα άλλο ουράνιο σώμα. Ο Αμερικανός αστροναύτης Νηλ Άλντεν Άρμστρονγκ ήταν ο πρώτος άνθρωπος που πάτησε το πόδι του σε άλλον κόσμο εκτός της Γης, όταν

το 1969, βάδισε στην επιφάνεια της Σελήνης. Το πρώτο κατασκευασμένο από τον άνθρωπο αντικείμενο που τέθηκε σε τροχιά γύρω από έναν άλλο πλανήτη ήταν ο Μάρινερ 9, που έφτασε στον Άρη συναντώντας μια τρομερή αμμοθύελλα. Το ίδιο έτος, οι Σοβιετικοί έθεσαν σε τροχιά έναν πρότυπο διαστημικό σταθμό. Την ίδια στιγμή που ορισμένοι επιστήμονες άνοιγαν τις πύλες του διαστήματος, άλλοι επιστήμονες διερευνούσαν τη δομή της Γης και τη συγκρότηση του ανθρώπινου σώματος. Το 1953, δύο Αμερικανοί φυσικοί μελέτησαν τον φλοιό της Γης, διακρίνοντας έξι μεγάλες τεκτονικές πλάκες και πολλές μικρότερες, στα όρια των οποίων συγκεντρώνονται οι σεισμοί και τα ηφαίστεια. Η μελέτη των τεκτονικών πλακών επέφερε επανάσταση στη γεωλογία. Μερικές από τις πιο δραματικές επιστημονικές προόδους στο δεύτερο ήμισυ του εικοστού αιώνα επιτεύχθηκαν στη γενετική. Το 1944, ο Όσβαλντ Θήοντορ Έιβερν είχε αποδείξει ότι τα γονίδια των χρωμοσωμάτων αποτελούνται από δεσοξυριβονουκλεϊκό οξύ (DNA) και όχι από πρωτεΐνη. Λίγα χρόνια αργότερα, το 1953, ο Φρανσις Κρικ και ο Τζέιμς Ντιούι Γουάτσον, μελετώντας παλαιότερες φωτογραφίες περίθλασης ακτίνων Χ, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το DNA έχει διάταξη διπλής έλικας και ότι αντιγράφεται χωρίς να μεταβάλλεται η δομή του, εκτός από περιπτώσεις τυχαίων μεταλλάξεων. Περαιτέρω βήματα για την κατανόηση του γενετικού κώδικα πραγματοποιήθηκαν κατά την επόμενη δεκαετία, ενώ άλλες τεχνικές οδήγησαν στην εμφάνιση της γενετικής μηχανικής. Πολλές από τις ιατρικές θεραπείες που θεωρούνται σήμερα δεδομένες, αναπτύχθηκαν μετά το 1945. Από τα μέσα της δεκαετίας του 1950, άρχισε να σημειώνεται σημαντική πρόοδος στη μεταμόσχευση οργάνων, στα τεχνητά όργανα και σε άλλα βοηθητικά μέσα και χειρουργικές θεραπείες οργάνων. Η πρώτη επιτυχημένη μεταμόσχευση νεφρού έγινε το 1954, ενώ η ιατρική των στεφανιαίων νόσων σημείωσε σημαντική πρόοδο το 1953, όταν χρησιμοποιήθηκε η πρώτη καρδιοπνευμονική συσκευή, που επέτρεψε τις επεμβάσεις ανοιχτής καρδιάς χωρίς να διατρέχει κίνδυνο ο ασθενής. Τίποτε δεν μετέβαλε τόσο πολύ τον τρόπο που εργαζόμαστε και επικοινωνούμε στη σημερινή εποχή όσο ο ηλεκτρονικός υπολογιστής, που άρχισε να παράγεται μαζικά και να χρησιμοποιείται στη βιομηχανία στις αρχές της δεκαετίας του 1950. Η πιο σημαντική τεχνολογική πρόοδος κατά τον εικοστό αιώνα ήταν μάλλον το τρανζίστορ, μια μικρή συσκευή που μετέδιδε ρεύμα πολύ πιο αποδοτικά από ό,τι οι λυχνίες. Μέχρι το 1975, η συνεχής τεχνολογική εξέλιξη επέτρεψε τη σταθερή μείωση του μεγέθους των μικροτσιπ, επιτρέποντας την παραγωγή μικρότερων και φθηνότερων ηλεκτρονικών υπολογιστών, που άρχισαν να αγοράζονται και από

ιδιώτες. Η εμφάνιση του ηλεκτρονικού υπολογιστή και η τεχνολογία των οπτικών ινών, ενός ασύγκριτα πιο αποδοτικού μέσου μετάδοσης ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, έδωσαν τεράστιες δυνατότητες στις επικοινωνίες. Ο εικοστός αιώνας ολοκληρώνεται με το όραμα των μεγάλων λεωφόρων της πληροφόρησης, που θα ρέει σε γραφεία, σχολεία, σπίνια, και των νέων προσωπικών συσκευών που θα μας ενώνουν όλους σε ένα παγκόσμιο δίκτυο επικοινωνιών.

## ΜΕΓΑΛΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΜΕΓΑΛΑ ΕΠΙΤΕΥΓΜΑΤΑ

### ΘΑΛΗΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ

Στην ελληνική Ιωνία

γεννιέται ή επιστημονική σκέψη

Φοίβος ήταν ο ήλιος, ντυμένος με χρυσοπόρφυρη φορεσιά. Έτσι, όταν το άρμα του τέλειωνε τον καθημερινό περίπατο του στους ουρανούς, ολόκληρη η γη λουζόταν με ρόδινο φως. Ο Φοίβος κατέβαινε τότε από το άρμα του, κι εκείνοι που, με την ευλογία των Θεών, μπορούσαν να τον επισκεφτούν στο ναό του, τον έβρισκαν καθισμένο στο θρόνο του, που έλαμπε και σπιθοβολούσε από σμαράγδια. Στα δεξιά και στ' αριστερά του παραστέκονταν οι Θεοί της Ήμέρας, του Μήνα, του Έτους και τού Αιώνα. Αλλά και οι Ώρες (Έποχές) ήταν εκεί, ή μια κοντά στην άλλη, κρατώντας μεταξύ τους την ίδια ακριβώς απόσταση: ή άνοιξη, μ' ένα λουλουδένιο φόρεμα το Καλοκαίρι, στολισμένο με γιρλάντες από ξανθά στάχυα το Φθινόπωρο, με τη φορεσιά του βαμμένη από τον πορφυρό χυμό των σταφυλιών και τέλος ο Χειμώνας, σκυθρωπός, με ξεχτένιστα τ' άσπρα του μαλλιά, έκαναν συντροφιά κάθε νύχτα, ενώ ο κόσμος κοιμόταν. Το πρωί, όταν η θεά Σελήνη είχε τελειώσει το νυχτερινό της περίπατο στον ουρανό, ο Φοίβος πρόβαλε ξανά πάνω στο πύρινο άρμα του, καλπάζοντας στην απεραντοσύνη τ' ουρανού, ενώ ο κόσμος τραβούσε για τις δουλειές του.

Για όλ' αυτά δεν υπήρχαν αμφιβολίες: επί αιώνες οι άνθρωποι τα είχαν παραδεχτεί σαν κάτι που δεν επιδεχόταν συζήτηση. Όποιοδήποτε ασυνήθιστο φαινόμενο του ουρανού, όπως μια ξαφνική καταιγίδα, μια έκλειψη του ήλιου, ένα κύμα ζέστης ή μισή πλημμύρα, έβρισκε την εξήγηση του στην οργή των Θεών. Συχνά ένας άνθρωπος επηρέαζε τη μοίρα του, αλλά εντελώς χωρίς να το αντιληφθεί. Οι γέροντες διηγούνταν ιστορίες για τον κατακλυσμό, όταν, εξαιτίας της κακίας που βασίλευε στη γη και της ποταπότητας των

ανθρώπων που έδειχναν τόσο λίγο σεβασμό στους θεούς, ο Δίας, ο βασιλιάς των θεών, ελευθέρωσε τον άνεμο του Νότου με τα σύννεφα του που προμηνούσαν τη θύελλα, για να ρίξει βροχή, έδωσε το σημείο -ιστορούσαν οι γέροι- υψώνοντας κλειστή τη γροθιά του, κεραυνοί ξέσπασαν κι άνοιξαν οι ουρανοί. Το νερό ξεχύθηκε σε καταρράχτες πάνω στη γη, καταστρέφοντας κάθε συγκομιδή. Η ίριδα, η αγγελιαφόρος της Ήρας, ντυμένη με τα χρώματα του ουράνιου τόξου, κουβαλούσε πάνω στα σύννεφα υδρίες γεμάτες νερό και τις ξαναγέμιζε ολοένα. Έτσι η βροχή δεν τέλειωνε ποτέ. Τότε ο Ποσειδώνας, αδελφός του Δία και Θεός της Θάλασσας, μπήκε κι αυτός στο χορό. Ξεσήκωσε τεράστια κύματα, παλίρροιες και πλημμύρες και πολύ γρήγορα η γη έγινε ολόκληρη μία θάλασσα, μια θάλασσα χωρίς ακτές. Όλα αυτά ήταν ιστορία ιερή και απαραβίαστη. Αν κανείς ήταν τόσο τρελός ώστε να αμφιβάλλει για την αλήθεια της, ακόμα και στα κατάβαθα της σκέψης του, οι θεοί θα κατέβαιναν από τον ουρανό και θα τον τιμωρούσαν, τα παιδιά του θα του γύριζαν τις πλάτες και η γυναίκα του θα γινόταν άφαντη. Όπως συνέβη όταν ο Δίας, μεταμορφωμένος σε ταύρο, έφυγε με τη νεαρή και πανέμορφη Ευρώπη ανεβασμένη στα καπούλια του.

Γύρω στα 600 π.Χ., έγινε κάτι που μπορεί να χαρακτηριστεί μόνο σαν έκρηξη της ανθρώπινης σκέψης. Στην πόλη Μίλητο της Μικράς Ασίας, γεννήθηκε ο Θαλής και σ' αυτόν οφείλεται η έκρηξη αυτή. Η Μίλητος (στη δυτική ακτή της Καρέας, κοντά στη Σάμο), που την ίδρυσαν ίσως οι Κρήτες και την αποίκησαν Ίωνες φερμένοι από την Αττική, ήταν μεγάλο ναυτικό και εμπορικό κέντρο, η πιο πλούσια, η πιο ανθηρή από τις Ελληνικές αποικίες της Ιωνίας.

Ο Θαλής ήταν γόνος μιας από τις πιο μεγάλες οικογένειες της Ιωνίας, σε μια εποχή που οι διαφορές ανάμεσα στις κοινωνικές τάξεις, στρατιωτικούς, έμπορους, φιλόσοφους, δούλους, ήταν ίσως σημαντικότερες από τις φυλετικές διαφορές. Σ' εκείνο όμως το μικρό κράτος συνυπήρχαν άνθρωποι κάθε γλώσσας και χρώματος, που είχαν έρθει απ' όλες τις γωνιές του αρχαίου κόσμου, ο καθένας περήφανος που ανήκε σε μια τέτοια κοινότητα. Άνθρωπος με πλατύ πνεύμα, ενεργητικό χαρακτήρα και αρκετά πλούσιος, ο Θαλής ταξίδεψε στην Αίγυπτο, στο εσωτερικό της Μικράς Ασίας, στη

Χαλδαία. Αφομοίωσε έτσι τις ιδέες που οι κάτοικοι αυτών των χωρών είχαν επεξεργασθεί στη διαδρομή των αιώνων. Παρατήρησε ότι οι μύθοι για τους Θεούς και τις πράξεις τους ήταν διαφορετικοί από τους Ελληνικούς μύθους, παρ' όλο που, συχνά, η διαφορά βρισκόταν μόνο στα ονόματα. Σκόρπια όμως ανάμεσα στις ξένες αυτές ιστορίες, υπήρχαν ψιχία πληροφοριών, συμπληρωματικές γνώσεις που ο Θαλής, όταν γύρισε στην πατρίδα, άρχισε να τις συνδέει μεταξύ τους. Δεν τον παρακινούσε τόσο η αναζήτηση αφηρημένων γνώσεων, όσο η πρακτική πλευρά. Ήταν έμπορος και μηχανικός και ο τρόπος της ζωής του συνδεόταν με τα ταξίδια των πλοίων που έφταναν φορτωμένα με εμπορεύματα από τις άκριες του κόσμου. Σιγά-σιγά, έβγαλε από το μυαλό του τους Θεούς. Έτσι, μπόρεσε να κοιτάξει τον ουρανό και-κάτι που συνέβη για πρώτη φορά στην ιστορία-είδε τα άστρα σαν φυσικά αντικείμενα, πλασμένα από χώμα και φωτιά. Ήταν ο πρώτος που ανακάλυψε ότι όταν η σελήνη, που δεν είναι Θεά αλλά μόνο μία χωμάτινη μάζα, μπαίνει ανάμεσα στη γη και στον ήλιο, γίνεται έκλειψη. Δεν ξέρουμε αν προείπε την έκλειψη του 610 ή του 585 π.Χ., ξέρουμε όμως ότι αναφέρθηκε στη δυνατότητα να συμβούν τα φαινόμενα αυτά.

Κατασκεύασε χάρτες του ουρανού, δείχνοντας στους κατάπληκτους πολίτες της Μιλήτου ότι μπορούσαν οι χάρτες αυτοί να είναι πολύ χρήσιμοι για να γίνονται με περισσότερη ασφάλεια τα ταξίδια στις θάλασσες.

Πραγματικά, οι άνθρωποι είχαν χρησιμοποιήσει γι' αυτόν τον σκοπό την παρακολούθηση των άστρων, που τα έβλεπαν όμως με υποψία, σαν Θεούς απρόσιτους, αλλά με ιδιότητες ανθρώπινες, ικανά να αλλάζουν θέση ή να σκοτεινιάζουν το ένα το άλλο για να προκαλούν ναυάγια. Τώρα, στην αυγή αυτής της επιστημονικής σκέψης, όλα άλλαζαν. Τα άστρα εξακολουθούσαν να υπάρχουν, αλλά μόνο σαν φυσικές υλικές οντότητες, ανεπηρέαστες από τους θεούς. Και μπορούσε κανείς να τα χρησιμοποιήσει για πρακτικούς σκοπούς.

Η Μικρή Άρκτος π.χ. (που βέβαια, δεν ήταν αρκούδα αν και μπορούσε άριστα να της μοιάζει), αποτελούσε για τους θαλασσοπόρους, όπως το απέδειξε ο Θαλής, έναν οδηγό καλύτερο από τη Μεγάλη Άρκτο, μολονότι οι άνθρωποι

πίστευαν ότι αυτή κυβερνούσε τους ουρανοί. Μαζί με τους οπαδούς της Ιωνικής σχολής, ο Θαλής βοήθησε στην εξέλιξη της ναυσιπλοίας με την παρατήρηση των άστρων, που τη χρησιμοποιούμε ακόμα και σήμερα. Έπειτα ασχολήθηκε με μια μέθοδο που θα προσδιόρισε την απόσταση ενός πλοίου στη θάλασσα. Ως εκείνη την εποχή, οι άνθρωποι εμπιστεύονταν απλώς στις εικασίες ή στη δυνατή δράση: Ένα πλοίο, που το βλέπουμε σαν ένα μικρό αντικείμενο στον ορίζοντα, βρίσκεται πολύ μακρύτερα από ένα άλλο όμοιό του, που μας φαίνεται πιο μεγάλο. Αν έχει το μισό μέγεθος του άλλου, βρίσκεται δυο φορές πιο μακριά. Οι εικασίες φτάνουν ως εδώ μόνο. Ο Θαλής ανακάλυψε ότι, μετρώντας τις δυο γωνίες προς το πλοίο από τα άκρα μιας αποστάσεως που μετριέται πάνω στην ακτή, μπορούσε να υπολογίσει με ακρίβεια την απόσταση του πλοίου. Κατά τον ίδιο τρόπο, μπορούσε να υπολογισθεί το ύψος ενός βουνού: μετριέται η οριζόντια απόσταση στη βάση του και η γωνία η κάθετη προς την κορυφή του.

Οι ανακαλύψεις όμως του Θαλή δεν περιορίστηκαν στο χώρο των γνώσεων της γεωμετρίας και της ναυσιπλοίας, μολονότι αναφέρεται κυρίως για τη συμβολή του στις γνώσεις αυτές. Προκάλεσε μια τέτοια έκρηξη της επιστημονικής σκέψης, ώστε όλα από την αρχιτεκτονική ως το εμπόριο, αναθεωρήθηκαν, εφαρμόστηκαν κατά διαφορετικό τρόπο. Ακριβώς στην πατρίδα του την Ιωνία, οι άνθρωποι κατάλαβαν ότι οι κίονες του δωρικού ναού δεν έπρεπε αναγκαστικά να είναι κοντόχοντροι και βαριοί: οι ίδιοι κίονες, σχεδιασμένοι με επιστημονικό τρόπο, μπορούσαν να είναι ανάλαφροι, κομψοί, ωραιότατοι και το ίδιο κατάλληλοι για να στηρίξουν την οροφή. Στην Ιωνία επίσης ανακαλύφθηκε η κοπή νομισμάτων, και άρχισαν να χρησιμοποιούνται τα μέσα συναλλαγής και πίστωσης. Πολλές από τις ανακαλύψεις αυτές είχαν δοκιμαστεί ξεχωριστά και είχαν απορριφθεί σε αρχαιότερους καιρούς. Τώρα τις είχε ξανασκεφθεί και τις χρησιμοποίησε ξανά ο λαός αυτός με τη ζωηρή ευφυΐα, που τον είχε φλογίσει το πνεύμα του Θαλή.

Οι Θεοί είχαν τοποθετηθεί στη σωστή τους θέση, και ο λαός της Ιωνίας δεν τους αποκήρυξε. Οι Θεοί υπήρχαν πάντα, αλλά ο άνθρωπος είχε τον έλεγχο της μοίρας του στον κόσμο. Δεν

υπήρχε, λοιπόν, πια ανάγκη να επικαλείται κανείς τους Θεούς, να τους συμβουλεύεται ή να τους εξευμενίζει σε κάθε κρίσιμη στιγμή της ζωής. Επί χιλιάδες χρόνια οι άνθρωποι παρατηρούσαν τα φυσικά φαινόμενα και τα αντιμετώπιζαν προς όφελος τους, αλλά ανεξάρτητα το ένα από το άλλο. Τώρα, με τη γέννηση της επιστημονικής σκέψης, τα φαινόμενα συνδέονταν. Διαπιστώθηκε ότι το καθένα τους βρισκόταν πολύ συχνά σε συσχετισμό με πολλά άλλα και ότι από το γεγονός αυτό μπορούσαν να οικοδομηθούν έπιστημονικές υποθέσεις. Αν οι υποθέσεις συμφωνούσαν με τις προηγούμενες γνώσεις και ήταν λογικές, τότε αποκτούσαν κύρος: μπορούσαν ν' αποδειχθούν ή και να συναντήσουν αντίλογο. Έτσι, η πτώση της βροχής, η ζέστη, η διάρκεια της μέρας, το ύψος των βουνών, η απόσταση του ορίζοντα, το βάθος της θάλασσας, ο τόκος στο δανεισμό, όλα μπορούσε κανείς να τα εξετάσει ή να τα υπολογίσει. Το εμπόριο έγινε χίλιες φορές απλούστερο, λιγότερο επίπονο και πιο αποδοτικό, με τη χρήση του νομίσματος. Πριν από λίγο καιρό ακόμα, άλλαζαν ένα καλάθι ελιές μ' ένα ζευγάρι σαντάλια. Τώρα μπορούσε να δώσει κανείς ένα καλάθι ελιές και να πάρει ένα ασημένιο νόμισμα, που θα του χρησίμευε για ν' αγοράσει ότι ήθελε και όταν ήθελε.

Κάθε νέα ανακάλυψη, κάθε νέα θεωρία, αποδόθηκε αμέσως στον Θαλή, ακόμα και μετά το θάνατο του, τόσο είχε γίνει διάσημος, και υπάρχουν ελάχιστα μέσα στη διάθεσή μας για να βρούμε ποιες ήταν πραγματικά οι δικές του ανακαλύψεις. Μπορούμε ωστόσο να είμαστε βέβαιοι ότι ο Θαλής πρόβαλε πλήθος εξελισσόμενες αντιλήψεις, επέβαλε την επιθυμία για την αλήθεια και μια συνήθεια για τη σύνθετη και εποικοδομητική σκέψη που τον βοήθησε στο έργο του.

Έχτισε ένα γεφύρι ανάμεσα στον αρχαίο κόσμο των μύθων και στον κόσμο της λογικής: ο άνθρωπος, επιφυλακτικός στην αρχή, έχοντας το φόβο ότι το γεφύρι θα υποχωρούσε ή ότι θα τον άφηνε έξω από το χώρο της παρουσίας των Θεών του, ωστόσο το πέρασε.

Όπως είδαμε, ο Θαλής κίνησε την επιστημονική και ορθολογική σκέψη. Άλλοι, εμπνευσμένοι από το παράδειγμά του, ακολούθησαν, πάνω στον ίδιο δρόμο. Σοφοί όπως ο Αναξαγόρας και ο Εμπεδοκλής προχώρησαν περισσότερο,

ανέπτυξαν τις ιδέες του για την αστρονομία, πρόσθεσαν νέα γεωμετρικά θεωρήματα στα δικά του, ανοίγοντας το δρόμο στις δυο μεγάλες ανακαλύψεις του 5ου αιώνα π.Χ.: την ακριβή γνώση της ετήσιας κινήσεως του ήλιου στον ουρανό και τον προσδιορισμό των μουσικών διαστημάτων (την ανακάλυψη ότι κάθε νότα έχει μια ακριβή μαθηματική σχέση με τις άλλες).

Ο 5ος αιώνας ήταν ο αιώνας του Δημόκριτου, του πιο μεγάλου ίσως από τους Έλληνες επιστήμονες και τους φυσικούς φιλοσόφους.

Όπως και ο Θαλής, ο Δημόκριτος ήταν πλούσιος και ταξίδεψε πολύ. Γεννήθηκε γύρω στο 460 π.Χ. στα Άβδηρα, ελληνική αποικία στις ακτές της Θράκης. Η σκέψη του ήταν βαθύτερη από του Θαλή, αλλά λιγότερο πρόσφορη για πρακτική εφαρμογή: υποστήριξε τη θεωρία ότι ολόκληρο το σύμπαν αποτελείται από άτομα που κινούνται στο κενό. Η θεωρία αυτή επιβεβαιώθηκε, μολονότι στον εικοστό αιώνα ο άνθρωπος κατόρθωσε να φτάσει στη σχάση του ατόμου (ο Δημόκριτος υποστήριξε ότι το άτομο είναι αδιαίρετο, και αυτό σήμαινε ακριβώς η λέξη που πρώτος χρησιμοποίησε: δηλ. το μη τεμνόμενο).

Ασχολήθηκε με τη μελέτη των μικροσκοπικών αυτών σωμάτων (συγκρούονται το ένα με το άλλο, παρατηρούσε) και εξήγησε το αίσθημα της θερμότητας και του ψύχους, του γλυκού και του πικρού, ακόμα και του χρώματος, με το διαφορετικό σχήμα, βάρος και ταχύτητα των ατόμων. Υποστήριξε με ακρίβεια ότι η γη αποτελείται από τα βαρύτερα άτομα και ότι τα ελαφρότερα αποτελούν την ατμόσφαιρα που την περιβάλλει. Προχώρησε σε έρευνες για το σώμα και την ψυχή, εξαρθρώνοντας, όπως είχε κάνει ήδη ο Θαλής, όλη τη μυθολογία των Θεών, που έπαιρναν ανθρώπινα χαρακτηριστικά. Μελέτησε τη θεολογία γιατί, όπως ο Θαλής, δεν είχε αρνηθεί ποτέ την ύπαρξη των Θεών ή του ενός Θεού. Ανέλυσε τη σχέση ανάμεσα στην αντίληψη και τη γνώση και επιχείρησε να θεσπίσει έναν ηθικό κώδικα.

Ο Δημόκριτος χρειαζόταν θάρρος για να θεμελιώσει το έργο του, γιατί όταν ζούσε αντιμετώπισε μίσος και δυσπιστία.

Πολλές από τις ιδέες του προπορεύονταν κατά δυο χιλιάδες χρόνια και περισσότερο, από την εποχή του. Μερικές όμως

τις δέχτηκαν και τις ανέπτυξαν άλλοι, μετά απ' αυτόν, όπως ο Ευκλείδης και ο Αρχιμήδης, και η ελληνική επιστήμη άνθησε και εξελίχθηκε σημαντικά.

Αλλά η πρόοδος δεν κράτησε πολύ. Κάποια στιγμή, οι δυνάμεις που είχαν επιχειρήσει κάθε προσπάθεια, επί εκατοντάδες χρόνια, για να εξουδετερώσουν τη σκέψη και τα συμπεράσματα του Δημόκριτου και του Θαλή, επέτυχαν το σκοπό τους. Δημιουργήθηκε ένα κενό, δεν υπήρχαν πια άνθρωποι με ανάλογο ανάστημα κι έτσι κι οι ιδέες τους θάφτηκαν και ξεχάστηκαν,.

Η επιστήμη, που είχε πέσει σε λήθαργο κατά τον Μεσαίωνα, αφυπνίστηκε με την Αναγέννηση, αλλά αφυπνίστηκε στο σημείο όπου βρισκόταν όταν την είχαν απαρνηθεί. Οι ανακαλύψεις και οι μέθοδοι των αρχαίων ελλήνων φιλοσόφων αναβίωσαν: το ανθρώπινο γένος μπόρεσε να τις χρησιμοποιήσει και να ευρύνει τα σύνορα της σκέψης. Πολλά από τα κείμενα ανθρώπων όπως ο Δημόκριτος χάθηκαν ή καταστράφηκαν, αυτά όμως που διασώθηκαν δείχνουν, πόσο είχε προχωρήσει η σκέψη τους και ποια είναι η οφειλή μας σ' αυτούς. Πράγματι, αν μελετήσουμε τις πιο πρόσφατες θεωρίες για τη ζωή και για το σύμπαν που μας περιβάλλει, κατανοούμε ότι λίγα πράγματα άλλαξαν ριζικά μέσα σε δυο χιλιάδες χρόνια από τα πρώτα γιγαντιαία βήματα της ανθρώπινης σκέψης.

Οι Θεοί του ανθρώπου υπάρχουν ακόμη, αλλά ο Θαλής και ο Δημόκριτος και όσοι ακολούθησαν τα βήματά τους, τους απομάκρυναν από τον κόσμο της ανθρώπινης επιστήμης. Με ευγένεια αλλά και με σταθερότητα, τους βόλεψαν σ' ένα σίγουρο τόπο, στους ουραμούς.

## **Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΥ ΙΠΠΟΚΡΑΤΗ**

Ένας Έλληνας γιατρός διδάσκει ότι πρέπει να γίνεται θεραπεία του αρρώστου και όχι της αρρώστιας. «Οι παράγοντες που μας δίνουν τη δυνατότητα να διαγνώσουμε τις ασθένειες είναι, πριν απ' όλα, η φύση του ανθρώπου, γενικά και στην ατομική περίπτωση και, επί πλέον, τα χαρακτηριστικά της κάθε ασθένειας. Πρέπει λοιπόν να εξετάζουμε τον ασθενή, με τι τροφή τρέφεται, πώς του προσφέρεται η τροφή κι αν την

αφομοιώνει εύκολα ή δύσκολα. Τις συνθήκες του κλίματος και την τοποθεσία που ζει, γενικά και την ιδιαίτερη περίπτωση. Τις συνήθειές του αρρώστου, τον τρόπο ζωής του, το επάγγελμα και την ηλικία του ύστερα πρέπει να παρατηρήσουμε πώς μιλάει, πώς χειρονομεί, τις σιωπές του, τις σκέψεις του, αν κοιμάται ή αν υποφέρει από αϋπνία, τα όνειρά του: ποιος είναι ο χαρακτήρας τους και πόσο διαρκούν. Οφείλουμε να παρατηρούμε τους παροξυσμούς του, τα ούρα, τα πτύελα, τον εμετό. Οφείλουμε να ερευνούμε οποιαδήποτε αλλαγή στην εξέλιξη της αρρώστιας, πόσες φορές διαπιστώνεται η αλλαγή αυτή, ποιος είναι ο χαρακτήρας της και την ιδιαίτερη μεταβολή που οδηγεί σε μια κρίση. Πρέπει να παρακολουθούνται, εξάλλου, ο ιδρώτας, τα ρίγη, ο βήχας, τα φταρνίσματα, ο λόξυγκας, η αναπνοή, αν είναι ήρεμη ή ασθμαίνουσα. Επίσης, οι αιμορραγίες και οι αιμορροΐδες. Οφείλουμε να προσδιορίσουμε τη σημασία καθενός από τα συμπτώματα αυτά.

Λόγια που θα μπορούσαν να είχαν γραφτεί στα μέσα του εικοστού αιώνα και που επώθησαν από τον Έλληνα γιατρό Ιπποκράτη τον 5ο αιώνα π.Χ. Είναι λόγια που κανένας γιατρός δεν επιτρέπεται να ξεχνάει. Ο Ιπποκράτης ήξερε ότι δεν είναι η αρρώστια καθ' εαυτή που πρέπει να υποβληθεί σε θεραπεία, αλλά ότι η ανθρώπινη ύπαρξη και η ψυχή που στεγάζει πρέπει να εξετάζονται στο σύνολό τους. Η ίδια αρρώστια, σε δύο διαφορετικά σώματα, μπορεί να έχει πολύ διαφορετική εξέλιξη και, επομένως, να απαιτεί δύο διαφορετικές θεραπείες.

Είναι πολύ ενδιαφέρουσα η σειρά που καθορίζει ο Ιπποκράτης για την εξέταση του αρρώστου. Πρώτα χρειάζεται να εξετάζεται η «φύση» του ανθρώπου γενικά, δηλαδή η ιδιοσυγκρασία του. Επομένως και οι παράγοντες που μπορούν να διαμορφώσουν την ιδιοσυγκρασία: η κληρονομική διάθεση, το επάγγελμα, το κλίμα, η διατροφή, οι συνήθειες, ο τρόπος ζωής. Παράγοντες, που μπορεί να προκαλέσουν, επίσης, την εκδήλωση μιας αρρώστιας. Ύστερα απ' αυτό και όχι πρώτα, πρέπει να εξετάζονται τα πιο έκδηλα συμπτώματα του αρρώστου: στο αίμα, στα πτύελα, στη χολή, στα ούρα κλπ. Εξετάζεται ο άνθρωπος, όχι η αρρώστια.

Δεν θα μπορούσαμε να φανταστούμε καλύτερες συμβουλές απ' αυτές, μολονότι δόθηκαν πριν από δυόμισι χιλιάδες χρόνια. Πολλά απ' όσα έγραψε ο Ιπποκράτης –και έγραψε και σκέφτηκε πολύ– στη μακροχρόνια και γεμάτη δράση ζωή του, είναι ένας οδηγός και για σήμερα, μια βίβλος για τον ευσυνείδητο γιατρό. Ολόκληρη η ηθική της ιατρικής στηρίζεται στον όρκο του και μερικοί από τους σύντομους «Αφορισμούς» του συνοψίζουν ολόκληρο το έργο του γιατρού, με τις

επιτυχίες του, τις αποτυχίες και τους κινδύνους: «Η ζωή είναι σύντομη, η επιστήμη μακρά, οι περιστάσεις επείγουσες, η πείρα σφαλερή, η κρίση δύσκολη». Ίσως ποτέ δεν δόθηκε με τόσο λίγες λέξεις, πληρέστερος και πιο επιτυχημένος ορισμός, σχετικά με τις συνθήκες ασκήσεως του ιατρικού επαγγέλματος.

Αλλά εκείνο που διαιώνίζει στη μνήμη των ανθρώπων τη φυσιογνωμία του εξαιρετού αυτού στοχαστή είναι ο «Όρκος του Ιπποκράτη», το σημαντικότερο από τα ηθικά του κείμενα. Πολλά πανεπιστήμια ζητούν, ακόμα και σήμερα, από τους επίδοξους γιατρούς, πριν τους χορηγήσουν το πτυχίο τους, να δώσουν αυτό τον όρκο, στη μία ή στην άλλη μορφή του. Οι λέξεις μπορεί να αλλάζουν, αλλά το περιεχόμενο είναι κατά μεγάλο μέρος το ίδιο:

*<<Ορκίζομαι στον Απόλλωνα θεραπευτή, στον Ασκληπιό, στην Υγεία και σ' όλες τις θεραπευτικές δυνάμεις και καλώ μάρτυρες όλους τους θεούς και όλες τις θεές ότι θα τηρήσω αυτόν τον όρκο και την υπόσχεση με όλες μου τις δυνάμεις και τις ικανότητες>>.*

*- Θα εκτιμώ και θα σέβομαι εκείνον που μου δίδαξε αυτήν την τέχνη όχι λιγότερο από τους γονείς μου.*

*- Θα χρησιμοποιήσω τις γνώσεις μου και τις καλύτερες ικανότητες μου και κρίσεις μου για να βοηθήσω τους αρρώστους. Θα αποφεύγω πράξεις που μπορούν να βλάψουν κάποιον.*

*- Δεν θα δώσω θανατηφόρα φάρμακα, ακόμα κι αν μου το ζητήσουν, ούτε θα συμβουλέψω σ' άλλους παρόμοια πράγματα. Δεν θα δώσω σε καμιά γυναίκα τα μέσα για να αποβάλει.*

*- Θα είμαι ενάρετος και ευσυνείδητος τόσο στη ζωή όσο και στο επάγγελμα μου.*

*- Δεν θα εγχειρήσω ποτέ κανέναν, ούτε για μία κύστη, αλλά θα αφήσω το έργο αυτό στους χειρουργούς.*

*- Όταν μπω σ' ένα σπίτι ή επίσκεψη μου θα είναι για όφελος του αρρώστου και θα αποφύγω κάθε πράξη που μπορεί να βλάψει. Δεν θα καταχραστώ τη θέση μου για να έχω σαρκικές επαφές με γυναίκες ή άνδρες, είτε ελεύθεροι είναι είτε δούλοι.*

*- Οτιδήποτε δω ή ακούσω, επαγγελματικά ή ιδιωτικά, που δεν θα πρέπει να κοινολογηθεί, θα το κρατήσω μυστικό και δεν θα το πω σε κανένα.*

*- Αν κρατήσω αυτό τον όρκο και δεν τον παραβώ, ας αξιωθώ να ευτυχίσω στην ιδιωτική μου ζωή και στο επάγγελμα, κερδίζοντας την υπόληψη των ανθρώπων κάθε καιρού. "Αν παραβώ και απαρνηθώ αυτό τον όρκο, ας είναι η τύχη μου από τις χειρότερες"*

Ο Ιπποκράτης γεννήθηκε το 460 π.χ. στην Κω ένα νησί που είχε αποικισθεί από τους Δωριείς αλλά που ανέπτυξε ιωνικό πολιτισμό. Ήταν σύγχρονος του Δημόκριτου και του Θουκυδίδη. Την εποχή εκείνη, όπως μπορούμε να συμπεράνουμε από τον όρκο αυτό, η ιατρική ήταν παράδοση οικογενειακή και η οικογένεια του Ιπποκράτη, οι Ασκληπιάδες, φαίνεται ότι καταγόταν από τον Ασκληπιό, τον «έξοχο γιατρό» (αμύμονα ιητήρα) του Ομήρου. Η ομηρική παράδοση αναφέρει ότι οι γιοι του Ασκληπιού, Μαχάων και Ποδαλείριος, έγιναν γιατροί του στρατού των Ελλήνων. Πράγματι, μόνο μετά τον θάνατο του Ομήρου το όνομα του Ασκληπιού τιμήθηκε όπως το όνομα ενός θεού. Στην οικογένεια των Ασκληπιάδων οι ιατρικές γνώσεις μεταβιβάζονταν, με όσα διαβάζουμε στον όρκο, από πατέρα σε γιο, από δάσκαλο σε μαθητή. Ήταν μια ιερή παράδοση, που δεν έπρεπε να την αγνοήσει κανείς. Έτσι και ο Ιπποκράτης μορφώθηκε στο Ασκληπιείο της Κω, κι εκεί, στο γενέθλιο νησί του, απόκτησε τις ιατρικές γνώσεις.

Μια από τις πιο καταπληκτικές πλευρές των κειμένων του Ιπποκράτη είναι ότι, μολονότι πολλά από όσα έγραψε μπορεί να θεωρηθεί ότι ισχύουν και σήμερα, ανάγονται σε μια εποχή σχεδόν ολοκληρωτικής άγνοιας των λειτουργιών του ανθρώπινου σώματος. Ο Ιπποκράτης ήξερε για το σώμα και τη φυσιολογία του λιγότερα απ' όσα ξέρει ένα παιδάκι του εικοστού αιώνα (πίστευαν, τότε, π.χ. ότι οι αρτηρίες περιέχουν αέρα «πνεύμα» και μόνο από την εποχή του Γαληνού, δηλαδή εξακόσια χρόνια αργότερα, άρχισαν να παραδέχονται, αν και όχι με το σωστό τρόπο, την ιδέα της κυκλοφορίας του αίματος) αλλά, παρά την άγνοιά του, οι μέθοδοι και οι τρόποι που χρησιμοποιούσε για να πλησιάζει τον άρρωστο δεν μπορούσαν να είναι καλύτεροι.

Ο Ιπποκράτης ταξίδεψε πολύ, στην Ελλάδα και στο εξωτερικό, μαθαίνοντας πολλά, από τα ταξίδια του, και θεραπεύοντας άντρες και γυναίκες σε κάθε περιοχή του αρχαίου κόσμου. Σταματούσε για λίγο σε κάθε τόπο που επισκεπτόταν, θεραπεύοντας τους αρρώστους και μελετώντας τους κατοίκους του τόπου και τις συνήθειες τους. Στα χρόνια αυτά των ταξιδιών και της πείρας που αποκόμιζε, επεξεργάστηκε τη διδασκαλία του και κατέκτησε δίκαιη φήμη όσο ακόμα ήταν στη ζωή. Πιστεύεται ότι πέθανε το 375 π.χ. σε ηλικία ογδόντα πέντε χρόνων. Υπάρχει και μία παράδοση, ότι έζησε ως τα εκατό τριάντα. Όσα κι' αν ήταν τα χρόνια του, αφιέρωσε τη ζωή του στη θεραπεία του ανθρώπινου μηχανισμού, του σώματος και της ψυχής, και στη φροντίδα να μεταβιβάσει σε άλλους τις γνώσεις και τις

μεθόδους του. Έγραψε πάρα πολλά, και του αποδίδονται επίσης, όπως και σε πολλούς άλλους διάσημους άνδρες έργα που ποτέ δεν έγραψε. Εκείνο που προκαλεί εντύπωση είναι η μεγάλη του επιθυμία του για μάθηση, για ενημέρωση. Ήταν άνθρωπος που δεν έπαιρνε ποτέ απερίσκεπτες αποφάσεις, που δεν προχωρούσε σε βιαστικές διαγνώσεις, βασισμένες σε ένα μόνο σύμπτωμα. Πίστευε ότι ο γιατρός πρέπει να μελετά ολόκληρο τον άνθρωπο και όχι μόνο την κατάσταση της στιγμής. Ότι χρειάζεται να ξέρει και τι είχε συμβεί προηγουμένως στον άρρωστο και να προσδιορίζει με τη μεγαλύτερη προσοχή και ακρίβεια τι θα μπορούσε να του συμβεί: ανάμνηση, διάγνωση και πρόγνωση.

Όπως και άλλοι γιατροί του καιρού εκείνου, ο Ιπποκράτης έπεφτε συχνά σε σφάλματα, πράγμα όχι εκπληκτικό, όταν ληφθεί υπόψη η σύγχυση που κράτησε πολλές εκατοντάδες χρόνια. Ακόμα και μετά την ανακάλυψη, από τον Γαληνό, της κινήσεως του αίματος μέσα στο σώμα, μόλις τον δέκατο έβδομο αιώνα ο Ουίλλιαμ Χάρβεϊ ερμήνευσε σωστά την κυκλοφορία του: κατά την ελληνική αρχαιότητα, επικρατούσε ότι το αίμα αντλείται από την περιφέρεια του σώματος και ύστερα ξοδεύεται με θαυματουργικό τρόπο.

Το σημαντικότερο στον Ιπποκράτη παραμένει η μέθοδος του. Το διαγνωστικό σύστημα που αναφέρθηκε στην αρχή, δύσκολα μπορεί να γίνει καλύτερο. Μολονότι το συνέλαβε σε μια εποχή που οι άνθρωποι πίστευαν στη μαγεία, συμβουλευόνταν τα μαντεία, και προσφέρανε θυσίες και δένδρα στους θεούς για τη θεραπεία τους: όλοι, εκτός από λίγες φωτισμένες διάνοιες όπως ο Ιπποκράτης, πίστευαν σ' αυτά. Ενώ οι πολλοί ζητούσαν βοήθεια από τον Δία και τον Απόλλωνα, ο Ιπποκράτης δίδασκε ότι **«ή εξέταση τού σώματος είναι κάτι σημαντικό, πού απαιτεί καλή όραση, καλή ακοή, καλή όσφρηση, ευαισθησία στην αφή και στη γεύση και ικανότητα συλλογισμού»**. Οι τελευταίες λέξεις, που για πολλούς δεν σήμαιναν τίποτε, είναι οι σημαντικότερες. Όταν κάθε λογής θεραπευτές, καλής πίστεως αγύρτες, έκαναν επίδειξη της ικανότητάς τους να διώχνουν τα κακά πνεύματα και να εξευμενίζουν τα αγαθά, ο Ιπποκράτης καταδίκασε στα γραπτά του και στη διδασκαλία του κάθε είδους αλαζονεία. Ο γιατρός έπρεπε να είναι ήρεμος, γαλήνιος και σεμνός σε όλες τις πράξεις του. Θα ήταν επονείδιστο, έγραφε ο Ιπποκράτης, αν ύστερ' από τόσο θόρυβο, αλαζονική επίδειξη και τόσα λόγια, στο τέλος δεν προκύψει τίποτα χρήσιμο.

Ένα από τα ουσιαστικά στοιχεία της διδασκαλίας του Ιπποκράτη

είναι ότι ο γιατρός πρέπει να διαθέτει για όλους, κατά τον ίδιο τρόπο, τις ικανότητες του και να προσφέρει σε όλους την παραμυθία του. Ακόμα και στους δούλους. Εκείνος θεμελίωσε την παράδοση που συνεχίζεται και σήμερα: κανείς γιατρός δεν έχει το δικαίωμα να προσφέρεται μόνο για την εξυπηρέτηση ορισμένων ανθρώπων, αποκλείοντας τους άλλους από τις φροντίδες του.

Η άγνοια που υπήρχε στα χρόνια του Ιπποκράτη σχετικά με τις διάφορες λειτουργίες στο ανθρώπινο σώμα διαιωνίστηκε εξαιτίας του εθίμου που απαγόρευε την ανατομία των πτωμάτων και μια τέτοια άγνοια καλύπτει με ομίχλη ολόκληρο το έργο του. Η διδασκαλία του όμως ξεπερνά τη σκέψη του καιρού του και επέζησε ως τις μέρες μας. Πολλές από τις θεωρίες του, όπως η σχέση ανάμεσα στο σώμα και στο πνεύμα, έγιναν απόλυτα κατανοητές μόνο τώρα, στον εικοστό αιώνα. Παρά τις τεράστιες προόδους της ιατρικής επιστήμης και της χειρουργικής στα τελευταία διακόσια χρόνια, την ανακάλυψη της κυκλοφορίας του αίματος των αναισθητικών, των αντισηπτικών, των αντιβιοτικών, ολοένα και περισσότεροι γιατροί αρχίζουν να αντιλαμβάνονται ότι το ανθρώπινο σώμα δεν είναι μηχανή. Μπορείς να κρατήσεις έναν άνθρωπο στη ζωή με φάρμακα άλλ' αυτό είναι το μισό του ιατρικού έργου. Πρέπει να μελετήσεις τον άνθρωπο, να καταλάβεις γιατί είναι άρρωστος. Σήμερα μαθαίνουμε ότι πολύ πιο συχνά απ' όσο φανταζόμαστε, το πνεύμα, η ψυχή είναι η αιτία της αρρώστιας. Ένα παράδειγμα: μια συγκίνηση ένας ξαφνικός φόβος θα μπορούσαν να μας κάνουν να χάσουμε τη φωνή μας. "Αν έχουμε ευαίσθητο φάρυγγα και ανησυχούμε, μπορεί να χάσουμε τη φωνή μας για πάντα ή για πολύ καιρό. Αν, αντίθετα, κατορθώσουμε να ξεχάσουμε ότι έχουμε ευαίσθητο φάρυγγα, η φωνή μας θα ξαναγυρίσει με θαυματουργό τρόπο. Ο νους και το πνεύμα αποτελούν μια ενότητα.

Μάθαμε από τον Ιπποκράτη, πριν από δύομισι χιλιάδες χρόνια, ότι είναι πιο σημαντικό να προλαβαίνεις παρά να θεραπεύεις τις αρρώστιες. Υπάρχουν καλύτερα πράγματα να κάνει κανείς στη ζωή του από το να ασχολείται με θεραπείες.

## ΣΩΚΡΑΤΗΣ ΠΛΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ

Τι οφείλουμε στους μεγάλους διδασκάλους της ελληνικής φιλοσοφίας

Περισσότερο από σαράντα χρόνια, ο φιλόσοφος Σωκράτης υπήρξε μια από τις πιο γνωστές φυσιογνωμίες της Αθήνας. Το μαντείο των Δελφών τον είχε χαρακτηρίσει σοφότερο απ' όλους τους ανθρώπους κι αυτός σύχναζε στην πλατεία της αγοράς, στους δρόμους και τις παλαισטרές συζητώντας μ' όποιον συναντούσε εκεί και, με την πρόφαση ότι αναζητούσε τη γνώμη για τον εαυτό του, υποχρέωνε τους άλλους να σκέφτονται. Αυτή η φήμη σαν ακαταμάχητου συζητητή και το μεγάλο του πρόσωπο με την υπεροπτική μύτη και τα δεισδυτικά μάτια, τον έκαναν γνωστό σ' όλους τους Αθηναίους. Οι διανοούμενοι, πάλι, τον σέβονταν για τη φιλοσοφία του.

Γεννήθηκε το 469 π.Χ. και, από τα παιδικά του χρόνια ακόμα, έλεγε ότι άκουγε τις παραινέσεις «της φωνής του δαιμονίου». Οι παραινέσεις αυτές περιείχαν πάντοτε απαγορεύσεις. Από τη νεότητά του ο Σωκράτης είχε δείξει βαθύ ενδιαφέρον για τα θρησκευτικά, φιλοσοφικά και επιστημονικά προβλήματα του καιρού του. Οι φυσικές επιστήμες, οι κυριότερες τάσεις αντιπροσωπεύονταν τότε από την ιωνική σχολή, που προσπαθούσε ν' ανακαλύψει την προέλευση του σύμπαντος και τη δύναμη που το κινεί, και από μερικές δυτικές σχολές, ιδιαίτερα τους πυθαγόρειους, που πίστευαν ότι η πρώτη αρχή έπρεπε να αναζητηθεί στον Αριθμό (ο Αριθμός δηλαδή καθορίζει την αρμονία της μουσικής, τις κινήσεις του ήλιου, της σελήνης και των άστρων, τις αρχιτεκτονικές αναλογίες κλπ.). Έτσι, ο Αριθμός ταυτίζεται με κάθε τι που είναι οργανωμένο, άψογο, σωστό, καλό και ωραίο.

Φαίνεται ότι ο Σωκράτης είχε ενδιαφερθεί ιδιαίτερα για τη θεωρία του Διογένη του Απολλωνιάτη, που υποστήριζε ότι ο αέρας, σε διάφορους βαθμούς πυκνότητας, αποτελεί το υπόστρωμα του υλικού κόσμου.

Το αποτέλεσμα των παρατηρήσεών του πάνω σ' αυτές τις θεωρίες ήταν να δημιουργήσει ο Σωκράτης μια δική του θεωρία, τη θεωρία των ειδών, σύμφωνα με την οποία ο κόσμος των αισθήσεων συνδέεται με τον κόσμο των σκέψεων, χάρη στη συμμετοχή των πραγμάτων στα «είδη» ή πρότυπα, που μόνο αυτά είναι αιώνια.

Η θεωρία μπορεί να έχει πυθαγόρεια προέλευση, αλλά ο

Σωκράτης την ανέπτυξε στη λογική της πλευρά καθώς και σε ηθική βάση. Λόγου χάρη, οι δίκαιες ή θαρραλέες πράξεις θεωρούνται τέτοιες επειδή μετέχουν στο «είδος» της δικαιοσύνης και του θάρρους. Ο Σωκράτης όμως όφειλε περισσότερο στους πυθαγόρειους. Η μυστική φύση του ελκυόταν από τη θεωρία που δεχόταν την ψυχή σαν θεία αθάνατη σπίθα, φυλακισμένη στο σώμα και απελευθερωνόμενη με το θάνατο.

Ο Σωκράτης έγινε γρήγορα διάσημος στους πνευματικούς κύκλους της Αθήνας και πιστεύοντας ότι ήταν ο μόνος από τους ανθρώπους που είχε επίγνωση της άγνοιάς του, πείσθηκε ότι ήταν προορισμένος να κάνει και τους άλλους να αποκτήσουν συνείδηση της αλήθειας, για την ανθρώπινη άγνοια. Συνέχισε την αποστολή του αυτή ως το τέλος της ζωής του ασταμάτητα και επίμονα, ζητώντας αφορμή ν' ανοίγει συζητήσεις, ιδιαίτερα με τη νεολαία, φέρνοντας στο φως τις εσωτερικές αντιφάσεις των λαϊκών αντιλήψεων, προπάντων σε θέματα ηθικής και πολιτικής. Ο Αριστοφάνης, στην περίφημη κωμωδία του «Νεφέλαι», ειρωνεύεται το «μαγαζί των ιδεών» του Σωκράτη και υπαινίσσεται ότι ήταν αρχηγός μιας κοινότητας όμοιας με των πυθαγορείων. Από τα κείμενα όμως ενός από τους μαθητές του που έμελλε να ξεπεράσει το μεγαλείο του δασκάλου, μπορούμε να φανταστούμε τον Σωκράτη στο κέντρο ενός κύκλου νέων που ανήκαν στις καλύτερες οικογένειες της Αθήνας και που έτρεφαν γι' αυτόν στοργικό θαυμασμό. Για τους πιο συντηρητικούς Αθηναίους, ο Σωκράτης ήταν αντιπαθητικός, ιδιαίτερα εξαιτίας των ιδεών του, που αποκάλυπταν ότι είχε μια εποπτεία της ζωής πλατύτερη από των Αθηναίων της εποχής του, μια εποπτεία που προχωρούσε πέρα από την Αθήνα και την Ελλάδα και έβλεπε τον άνθρωπο σαν αδελφό όλων των ανθρώπων και πολίτη του κόσμου. Στις ιδέες αυτές διαφαίνεται μια έλλειψη πατριωτισμού και δεν παραξενεύει το γεγονός ότι ένα μέρος των πολιτών της Αθήνας έκανε τόσες προσπάθειες για να απαλλαγεί απ' αυτόν.

Όταν, τελικά, ο Σωκράτης οδηγήθηκε στο δικαστήριο, το 399 π.Χ. κατηγορήθηκε, μπροστά σε 501 δικαστές, για ασέβεια και για διαφθορά της αθηναϊκής νεολαίας. Εξήγησε στους δικαστές τη ζωή του και τις πράξεις του και κρίθηκε

ένοχος με πλειοψηφία 60 ψήφων. Ο κατηγορος ζήτησε την ποινή του θανάτου. Ο Σωκράτης πρότεινε να καταδικαστεί σε χρηματική ποινή: μισό τάλαντο. Οι δικαστές ήταν υποχρεωμένοι από το νόμο να διαλέξουν τη μία από τις δυο προτάσεις και διάλεξαν το θάνατο.

Ο Σωκράτης θα μπορούσε να δραπετεύσει, αλλά δε θέλησε και, ένα μήνα μετά τη δίκη, ήπια το κώνειο, τριγυρισμένος από τους αφοσιωμένους φίλους του· μαζί τους πέρασε τις τελευταίες του ώρες, συζητώντας για την αθανασία της ψυχής: «Ο θάνατος αντιπροσωπεύει είτε το μηδέν είτε τη μετάβαση της ψυχής από το ένα σώμα στο άλλο. Πρέπει λοιπόν, έλεγε, να είσαστε χαρούμενοι, βέβαιοι ότι τίποτα κακό δεν μπορεί να συμβεί στον ευσεβή άνθρωπο είτε στη ζωή είτε μετά το θάνατό του. Η ώρα του αποχωρισμού έφτασε· ο καθένας τραβάει το δρόμο του, εγώ προς το θάνατο, εσείς για τη ζωή. Ποιος δρόμος είναι ο καλύτερος, μόνο ο Θεός το ξέρει».

Ανάμεσα σ' εκείνους που παραστάθηκαν στον Σωκράτη κατά τις τελευταίες του ώρες και είχαν ακούσει τα τελευταία συνετά λόγια από το στόμα του δίκαιου όσο και θαρραλέου εκείνου ανθρώπου, ήταν και ο μαθητής του Πλάτων.

Ο Πλάτων είχε αναστατωθεί από τη μεταχείριση του Σωκράτη στη δίκη και από τις τελευταίες σκηνές στο κελί του θανάτου, όπου είχε δει την πνευματική τύφλωση και την ανανδρία διανοητικά εξαθλιωμένων ανθρώπων στην προσπάθειά τους να εξοντώνουν μια από τις μεγαλύτερες διάνοιες της εποχής.

Στην αφήγηση των τελευταίων ωρών του Σωκράτη, που δίνει στο «Συμπόσιό» του, ο Πλάτων λέει ότι ο θάνατος του δασκάλου του τον παρακίνησε να συνεχίσει την αποστολή του φίλου και μέντορά του. Από την αφήγηση καταφαίνεται ότι, αν δεν αναλάμβανε ένα τέτοιο εγχείρημα, δεν θα κατόρθωνε και ίσως δεν θα επεδίωκε να διαμορφώσει τη φιλοσοφία του, που είχε και θα εξακολουθήσει να έχει σημαντική επίδραση πάνω στην παγκόσμια σκέψη κάθε εποχής.

Όταν πέθανε ο Σωκράτης, ο Πλάτων ήταν είκοσι οχτώ χρονών. Χτυπημένος από το φοβερό περιστατικό, ένιωσε την ανάγκη να φύγει από την Αθήνα. Έτσι, πήγε στα Μέγαρα,

όπου χρησιμοποίησε τον καιρό του γράφοντας τους περίφημους «Διαλόγους» του. Κάποιος φίλος του μαθηματικός, ο Θεόδωρος, τον προσκάλεσε αργότερα στην Κυρήνη κι από κει ξεκίνησε για ένα ταξίδι στην Αίγυπτο, στη Σικελία και στις ελληνικές πόλεις της Κάτω Ιταλίας. Στη Σικελία έπεσε στη δυσμένεια του τυράννου Διονυσίου του Πρεσβυτέρου εξαιτίας του φιλελευθερισμού του και πιστεύεται ότι η ιστορία, σύμφωνα με την οποία πουλήθηκε σαν δούλος κατά διαταγή του Διονυσίου, έχει κάποια βάση. Είτε συνέβη αυτό είτε όχι, ο Πλάτων ξαναγύρισε στην Αθήνα γύρω στα 386 π.Χ.

Εδώ άρχισε να διδάσκει στο γυμνάσιο της Ακαδημίας και στους κήπους της που βρίσκονταν στον Κολωνό. Δίδασκε δωρεάν. Από το 386 π.Χ. ως το θάνατό του σε ηλικία ογδόντα ενός χρονών, το 347 π.Χ., δίδαξε χωρίς διακοπή στην Αθήνα (δε σταμάτησε τη διδασκαλία παρά μόνο για δύο επισκέψεις του στη Σικελία).

Ο Πλάτων γεννήθηκε δύο χρόνια μετά το θάνατο του μεγάλου Αθηναίου Περικλή. Ανατράφηκε σ' έναν κόσμο που κατεχόταν από την επιθυμία να διορθώσει και να αναστηλώσει το παλιό πολιτικό και κοινωνικό σύστημα της Ελλάδας. Το σύστημα αυτό είχε μεσουρανήσει στην πόλη-κράτος της Αθήνας, σε μια δημοκρατία οδηγημένη ως τις ακραίες της συνέπειες, όπου κάθε πολίτης είχε άμεση γνώμη, εκφραζόμενη με την ψήφο του, στις υποθέσεις της πόλεως.

Ο Πλάτων προσπάθησε να καταλάβει σε βάθος την ελληνική κοινωνία κι αυτή ακριβώς η επιθυμία τον έφερε, σε ηλικία είκοσι χρονών, στον κύκλο του Σωκράτη. Κατά την επιδίωξη του σκοπού αυτού θέλησε να προβάλλει, όπως είχε κάνει και ο δάσκαλός του, τις αδύνατες πλευρές της ελληνικής κοινωνίας και να προτείνει μέσα θεραπείας. Έτσι συνέλαβε ένα δικό του σύστημα φιλοσοφίας βασισμένο στη σύγχρονή του εμπειρία.

Στο χώρο της λογικής και της μεταφυσικής, ο Πλάτων στάθηκε σε ορισμένα αποτελέσματα στα οποία είχαν φτάσει οι πρόδρομοί του και ιδιαίτερα ο Σωκράτης. Ο πρώτος στόχος του ήταν να καταρρίψει μερικές λογικές θέσεις ορισμένων από τους πιο γνωστούς φιλοσόφους, π.χ. την εντελώς αρνητική θεωρία του Γοργία: δεν υπάρχει τίποτα αν

δεν υπάρχει τίποτα, δεν μπορεί να γνωσθεί, αν δεν μπορεί να γνωσθεί, δεν μπορεί να εκφραστεί με λόγια. Σ' αντίθεση με τη θεωρία αυτή, ο Πλάτων επεξεργάστηκε τη θεωρία της γνώσεως.

Με λίγα λόγια, η θεωρία της γνώσεως του Πλάτωνα στηρίζεται σε τρεις κύριες υποθέσεις. Πρώτο: είναι εύλογο να πιστεύουμε ότι ο αισθητός κόσμος αποτελείται από ξεχωριστά, μεμονωμένα πράγματα. Δεύτερο: στον κόσμο της γνώσεως έχουμε συνείδηση μιας σειράς εννοιών που διαφέρουν μεταξύ τους. Τρίτο: μερικά πράγματα του εξωτερικού κόσμου, όπως τα αντικείμενα στο χώρο, φαίνεται να έχουν μια δική τους ύπαρξη, ξεχωριστή και ανεξάρτητη από τις έννοιες (ή ιδέες) που αναφέρονται σ' αυτά.

Στα συμπεράσματά του απ' αυτές τις υποθέσεις ο Πλάτων προβάλλει μια πιο αληθινή άποψη. Πρώτο: τα πράγματα στο χώρο, μολονότι το καθένα τους είναι ξεχωριστό και ατομικό, έχουν ωστόσο ένα κοινό χαρακτηριστικό με τα άλλα πράγματα. Δεύτερο: οι πιο απλές έννοιες, κι αν ακόμα εμφανίζονται σαν ατομικές, μπορούν ωστόσο να αναγνωριστούν λιγότερο ή περισσότερο σαν όμοιες με άλλες έννοιες. Τρίτο: τα πράγματα στο χώρο δεν αντιστοιχούν μόνο στις έννοιες, αλλά και μπορούν να γνωσθούν.

Οι «επί μέρους» έννοιες και τα «επί μέρους» πράγματα είναι αυτά που είναι, γιατί, κατά κάποιον τρόπο, ενσωματώνουν μια «καθολική» μορφή. Η κύρια προσπάθεια του Πλάτωνα σ' αυτόν τον τομέα ήταν να επιχειρήσει να ερμηνεύσει τη σχέση μεταξύ «καθολικού» και «επί μέρους». Τα συμπεράσματά του συνοψίζονται σ' αυτή τη θέση: ό,τι είναι εντελώς πραγματικό μπορεί και ολοκληρωτικά να γνωσθεί ό,τι είναι απολύτως ανύπαρκτο είναι απολύτως αδύνατο να γνωσθεί.

Στον τομέα της ηθικής και της πολιτικής, ο Πλάτων ήταν ο πρώτος φιλόσοφος που πρόσφερε μια ικανοποιητική ερμηνεία των αρχών οι οποίες συγκροτούν και διέπουν τον τρόπο ενέργειας και τον χαρακτήρα. Κατά την αντίληψή του, η ηθική αξία κάθε άλλο παρά νοητικά αφηρημένα είναι. Η «δικαιοσύνη» του είναι η αρετή του καλού πολίτη.

Στην «Πολιτεία», ο Πλάτων φαντάζεται την ίδρυση μιας πόλεως που να ανταποκρίνεται σε όλες τις ανθρώπινες

ανάγκες. Αυτό που προτείνει είναι μια ουτοπία και, σαν τέτοια, η ιδανική πόλη του δέχτηκε πολλές επικρίσεις, ιδιαίτερα στους νεώτερους χρόνους. Για τη δημιουργία μιας πόλεως του τύπου αυτού, ό,τι χρειαζόταν κατά κύριο λόγο ήταν να υπάρξουν κυβερνήτες ικανοί να συνεχίσουν το έργο του ιδρυτή της και να δεχτούν τους θεσμούς και τους νόμους που εκείνος είχε προκαθορίσει. Ο αρχηγός, ο κάτοχος της πολιτικής εξουσίας, θα έπρεπε να είναι φιλόσοφος.

Στην περιγραφή ακριβώς των προσόντων που θα έπρεπε να έχει αυτός ο βασιλιάς - φιλόσοφος, ο Πλάτων εξέθεσε την ιδέα του για το αγαθό. «Αγαθό, λέει, είναι αυτό που κάθε άνθρωπος επιδιώκει να επιτύχει μέσα από την ασαφή επίγνωση της υπάρξεώς του... Η ιδέα του αγαθού είναι εκείνη που δίνει την αλήθεια στα πράγματα που ξέρουμε και γνωστική ικανότητα στο νου... Απ' αυτήν προέρχονται η γνώση και η αλήθεια, επιθυμητές και οι δύο, αλλά το αγαθό τις ξεπερνά και είναι ακόμη πιο επιθυμητό. Στο αγαθό οφείλουν και οι δύο την ύπαρξή τους, αλλά το αγαθό είναι πέρα από την ύπαρξη και την ξεπερνά σε ευγένεια και δύναμη». Η ιδέα αυτή του αγαθού είναι σύμφωνη με τη χριστιανική διδασκαλία, γιατί ο Πλάτων βρίσκει σ' αυτήν όχι μόνο το σκοπό της ζωής, αλλά το θεμέλιο και την αιτία όλης της υπάρξεως.

Η επίδραση που είχε ο Πλάτων στη μετέπειτα φιλοσοφία ως την εποχή μας, μόνο κατά προσέγγιση μπορεί να υπολογισθεί, όταν σκεφτεί κανείς τους αναρίθμητους στοχαστές και ποιητές όλων των εποχών, που εμπνεύστηκαν απ' αυτήν. Τον διαδέχτηκαν μαθητές που συνέχισαν τη διδασκαλία του. Επιφανής ανάμεσα σ' αυτούς ήταν ο Αριστοτέλης, που πρέπει να θεωρείται ο αληθινός διάδοχός του και που ανέπτυξε τον πλατωνισμό με επιστημονικότερες μεθόδους.

Ο Αριστοτέλης γεννήθηκε στα Στάγειρα της Μακεδονίας το 384 π.Χ. Δυο χρόνια πριν, ο Πλάτων είχε αρχίσει τη διδασκαλία του στην Αθήνα. Ο πατέρας του Αριστοτέλη, Νικόμαχος, ήταν γιατρός του πάππου του Μεγάλου Αλεξάνδρου, γεγονός που έμελλε να έχει σημαντική επίδραση πάνω στο μεγάλο Έλληνα κατακτητή και, μέσω αυτού, σ' ολόκληρο τον κόσμο.

Σε ηλικία δεκαεπτά χρόνων, ο Αριστοτέλης εγκαταστάθηκε στην Αθήνα και έγινε μαθητής του Πλάτωνα. Παρακολούθησε τη διδασκαλία του επί δεκαεφτά χρόνια. Στο τέλος της περιόδου αυτής άρχισε μια περιπετειώδη ζωή στη Μυσία της Μικράς Ασίας, ως το 343 π.Χ., οπότε τον κάλεσε στη Μακεδονία ο Φίλιππος για να αναλάβει την εκπαίδευση του γιου του Αλέξανδρου, που τότε ήταν δεκατεσσάρων χρονών. Επί επτά χρόνια, εκτός από σύντομες διακοπές, η βαθύτερη διάνοια της εποχής εκείνης ασχολήθηκε με την εκπαίδευση του μεγαλύτερου ανθρώπου δράσεως που υπήρξε ποτέ.

Όταν, το 334, ο Αλέξανδρος «πέρασε στην Ασία για να υποτάξει τον κόσμο», ο Αριστοτέλης γύρισε στην Αθήνα, όπου ίδρυσε την περιπατητική σχολή (που ονομάστηκε έτσι επειδή ο Αριστοτέλης δίδασκε περπατώντας) και όπου έζησε με έξοδα του βασιλικού φίλου του άλλα δώδεκα χρόνια. Όταν το 323 πέθανε ο Αλέξανδρος, ο Αριστοτέλης αποσύρθηκε στην Εύβοια για να περάσει τους τελευταίους μήνες της ζωής του.

Η βάση της φιλοσοφίας του στηρίζεται στις ιδέες του Πλάτωνα σχετικά με το μερικό και το καθολικό, αλλά η έμφαση που δίνει ο Πλάτων στο καθολικό τροποποιήθηκε βασικά από τον Αριστοτέλη. Η πεποίθηση ότι η ιδέα δεν υπάρχει παρά μόνο στα πράγματα οδήγησε τον Αριστοτέλη να κηρύξει τον πόλεμο στις ιδέες των πλατωνικών σχετικά με την πέρα από τις αισθήσεις εμπειρία. Έτσι, δημιουργήθηκε μέσα του ένα πάθος για την ακριβή και κριτική παρατήρηση. Ασχολήθηκε με κάθε κλάδο της επιστημονικής έρευνας, επιδιώκοντας να καθορίσει τα δεδομένα, να καταγράψει και να ταξινομήσει τα αποτελέσματα, παρουσιάζοντάς τα κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να αποκαλύπτουν τον πραγματικό τους χαρακτήρα και να δίνουν το υλικό από το οποίο να μπορούν να προκύψουν γενικότερες ιδέες. Υιοθέτησε τη μέθοδο αυτή για να προσεγγίσει ολόκληρο το πεδίο της γνώσεως.

Κατά κακή τύχη, χάθηκαν πολλά από τα έργα του, ξέρουμε όμως ότι περιλάμβαναν επιστολές, λόγους, ποιήματα, φιλοσοφικούς διαλόγους, πραγματείες φυσικής ιστορίας και ρητορικής. Τα έργα του που διασώθηκαν δεν έχουν πολύ προσεγγμένο λογοτεχνικό ύφος, αλλά είναι τεχνικο-ακαδημαϊκές μελέτες που παρουσιάζουν πάντοτε

σημαντικότερο ενδιαφέρον.

Τα περισσότερα από τα σωζόμενα κείμενά του είναι έργα φυσικής ιστορίας και φυσικών επιστημών. Πολλά δείχνουν τον περιορισμένο χαρακτήρα των πρώτων του ερευνών. Ωστόσο, κι από τα έργα του αυτά, ορισμένα (όπως η «Ιστορία των ζώων») έχουν εκτιμηθεί απεριόριστα από τους πιο έγκυρους σύγχρονους επιστήμονες.

Ζωτικής σημασίας είναι η τελολογική θεωρία που βρίσκουμε στο έργο του «Περί ψυχής». Υποστηρίζει σ' αυτό ότι όχι μόνο η ανθρώπινη ζωή αλλά και η ζωή των ζώων και των φυτών δεσπάζονται από μια ψυχή που κατοικεί σε κάθε ύπαρξη, που εμποδίζει τη φθορά του σώματος και καθορίζει την ανάπτυξή του προς την πληρότητα. Η αρχή αυτή, η οποία, στην υψηλότερη μορφή της, εμφανίζεται στον άνθρωπο με το λογικό του, είναι η μορφή, η κινούσα αιτία και ο σκοπός του φυσικού οργανισμού. Με την αρχή αυτή ο Αριστοτέλης ερμήνευσε την οργανική ζωή και την αύξηση σαν εξέλιξη από τη «δυνάμει ύπαρξη» στη «δρώσα ύπαρξη», θέση που συνδέει τον Αριστοτέλη με τις θεωρίες της εξέλιξης.

Ο Αριστοτέλης αντιμετώπισε όλα τα θέματα που τον απασχόλησαν με τον ίδιο επιστημονικό τρόπο με τον οποίο ερευνούσε τις φυσικές επιστήμες και την ιστορία. Ίδρυσε την «επιστήμη του συλλογισμού», που από τότε ονομάστηκε λογική. Σε έξι έργα συγκεντρωμένα κάτω από τον γενικό τίτλο «Όργανον» στηρίζεται η φήμη του σαν ιδρυτή της επαγωγικής λογικής. Κατ' αναλογία προς το «Όργανον», Ο Φράνσις Μπαίικον έγραψε το «Novum Organum» που του έδωσε τον τίτλο του ιδρυτή της επαγωγικής λογικής.

Η επίδραση του Αριστοτέλη σ' όλη τη μεταγενέστερη φιλοσοφία τον τοποθέτησε στο ίδιο βάθρο με τον Πλάτωνα. Η φιλοσοφία του κυριάρχησε στη διδασκαλία των πανεπιστημίων του Μεσαίωνα και αποτελεί ακόμα την αφετηρία για πολλές από τις πιο πρόσφατες θεωρίες, χάρη στη μεγάλη κριτική δύναμη που χαρακτηρίζει κάθε συλλογισμό του και χάρη στη μέθοδο που ακολούθησε. Η μέθοδος αυτή έφερε στη μελέτη των νεώτερων προβλημάτων ένα ρεαλιστικό πνεύμα, που η «θεωρία» στερείται από τη φύση της. Υπήρξε ο φιλόσοφος των φιλοσόφων και, μ' αυτή την έννοια, άσκησε τεράστια επίδραση σ' όλη τη μεταγενέστερη σκέψη.

## Ο Γκούτενμπεργκ κατασκευάζει το πρώτο εργαλείο μαζικής επικοινωνίας

Αυτό που διαβάζει τώρα ο αναγνώστης είναι ένα βιβλίο: ένα βιβλίο τυπωμένο. Αν ξαφνικά η τέχνη της τυπογραφίας εξαφανιζόταν, αν το βιβλίο αυτό μπορούσε να δημοσιευθεί, με υπομονετική και κοπιαστική εργασία, μόνο σε χειρόγραφο, κι αν κάθε γράμμα και κάθε λέξη που περιέχεται σ' αυτό θα έπρεπε να χαραχθεί με την πένα καλλιγραφικά, πιθανότατα ο αναγνώστης μας δε θα το διάβαζε αυτή τη στιγμή. Και αντί για τις δεκάδες χιλιάδες αντίτυπα που βγήκαν, από τις τυπογραφικές μηχανές - με μία διαδικασία τυποποιημένης παραγωγής είναι οικονομικά συμφερότερο για τον αγοραστή να εκδοθούν εκατό χιλιάδες αντί δέκα χιλιάδες αντίτυπα - θα υπήρχαν, αν υπήρχαν, όχι περισσότερα από μια δωδεκάδα αντίγραφα του βιβλίου αυτού.

Το βιβλίο θα είχε σήμερα ένα κόστος που δύσκολα θα μπορούσε να υπολογιστεί, αλλά οπωσδήποτε πολύ υψηλό. Αν δεν ήταν δυνατό να προμηθευτεί κανείς με τόση ευκολία βιβλία, εφημερίδες και περιοδικά, ποιος θα σκεφτόταν να διαβάσει, κι αν ακόμα ήξερε να διαβάσει, είχε την επιθυμία να μάθει; Θα ήταν αδιανόητη η εκπαίδευση και το σχολείο όπως τα ξέρουμε σήμερα και μέσα σε λίγα χρόνια, ο κόσμος θα ξαναγύριζε στην κατάσταση που βρισκόταν τον 14ο αιώνα.

Θα υπήρχε δηλαδή μια μικρή ομάδα προνομιούχων και λογίων που θα ήταν σε θέση να αγοράσουν ή να δανειστούν τα λίγα διαθέσιμα χειρόγραφα έργα, ενώ για όλους τους άλλους η μόρφωση θα περιοριζόταν σε αποσπασματικές γνώσεις, μεταδιδόμενες από στόμα σε στόμα. Ούτε θα μπορούσαν να υπάρχουν, λόγου χάρη, σε εκατοντάδες αντίγραφα, τα σχέδια για την κατασκευή ενός κτιρίου, ενός αεροπλάνου, ενός αυτοκίνητου κ.λ.π. Θα σώζονταν ίσως μόνο οι ποιητές, οι εκλεκτοί αυτοί που μιλούν μια γλώσσα άξια να μεταδοθεί.

Ο σημερινός κόσμος είναι κάτι που δεν μπορεί κανείς να το διανοηθεί χωρίς την τυπογραφία.

Ένα από τα λίγα ασφαλή στοιχεία που κατέχουμε σχετικά με

την καταγωγή της τυπογραφίας είναι το όνομα εκείνου που την επινόησε το όνομά του, όνομα σημαντικό, όπως θα δούμε. Είναι Γιόχαν Γκούτενμπεργκ (Ιωάννης Γουτεμβέργιος) και έζησε στη Γερμανία τον δέκατο πέμπτο αιώνα.

Η τυπογραφία, δηλαδή η αναπαραγωγή μιας εικόνας με την κατάλληλη αποτύπωση, είναι μια από τις πιο παλιές επινοήσεις του ανθρώπου. Το πρώτο βιβλίο που ξέρουμε δημοσιεύτηκε στην Κίνα πριν από έντεκα αιώνες: βρέθηκε σε μια σπηλιά του Τουνχουάνγκ, στις αρχές του αιώνα μας και είχε το σχήμα κυλίνδρου από περγαμηνή, μήκους πέντε περίπου μέτρων και πλάτους τριάντα περίπου εκατοστών, με κινέζικη χρονολογία που αντιστοιχεί στις 16 Μαΐου του 868 μ.Χ. Και δεν πρέπει να είναι το αρχαιότερο αντίτυπο: στην Ιαπωνία και στην Κορέα τυπώνονταν βουδιστικά κείμενα ήδη εκατό χρόνια νωρίτερα.

Η τέχνη της τυπογραφίας ήταν τόσο προχωρημένη στην Άπω Ανατολή ώστε το 932 μ.Χ., οι Κινέζοι άρχισαν τη δημοσίευση μιας εκδόσεως των κλασικών τους σε εκατόν τριάντα τόμους, που τελείωσε είκοσι πέντε χρόνια αργότερα. Η μέθοδός τους της «τυπογραφίας με πλάκα» είναι ανάλογη με τη χρησιμοποιούμενη σήμερα για την εκτύπωση εικόνων: στη χάραξη ολόκληρης της σελίδας (σήμερα με τη χρήση οξέων, τότε μ' ένα μαχαίρι ή ένα γλύφανο) πάνω σε μια μεταλλική πλάκα ή σε ξύλο. Η κινεζική είναι μια γλώσσα όχι αλφαβητική: αποτελείται από χιλιάδες διαφορετικούς χαρακτήρες, που ο καθένας τους αντιπροσωπεύει μιαν ιδέα διαφορετική και γι' αυτό δεν προσφέρεται αρκετά στην τυπογραφία με κινητά στοιχεία, η οποία χρησιμοποιεί τα ξεχωριστά γράμματα, συγκεντρωμένα ύστερα σε αράδες και σελίδες. Και όμως, η νέα αυτή μέθοδος, που αντιπροσώπευε μιαν επαναστατική καινοτομία, επινοήθηκε, τον ενδέκατο αιώνα, από τον κινέζο φιλόσοφο Πι-Τσενγκ, που σκέφτηκε να χρησιμοποιήσει κινητούς χαρακτήρες και απέβλεψε στη γενικευμένη εφαρμογή της μεθόδου, αλλά χωρίς επιτυχία: η εφεύρεση πέθανε μαζί με τον εφευρέτη.

Η τέχνη της τυπογραφίας έγινε γνωστή στην Ευρώπη μετά την επιστροφή του Μάρκο Πόλο και άλλων ταξιδιωτών από τις εξερευνήσεις τους στην Άπω Ανατολή, αλλά πρέπει να φτάσουμε στον δέκατο πέμπτο αιώνα και στον Γκούτενμπεργκ για να

συναντήσουμε την έκδοση βιβλίων μ' αυτή τη διαδικασία. Εκδηλώθηκε τότε ένα έντονο ενδιαφέρον γι' αυτή την ανακάλυψη και δοκιμάστηκαν τρεις διαφορετικές μέθοδοι: η κινεζική, μ' ένα κομμάτι ξύλο, χαραγμένο με το χέρι, για κάθε ξεχωριστή σελίδα, του Λώρενς Κόστερ, από το Χάαρλεμ της 'Ολλανδίας, που είχε την αρχή της στη μέθοδο του Πι-Τσενγκ και στηριζόταν επομένως στους κινητούς χαρακτήρες και τέλος, η μέθοδος που εφαρμόστηκε από τον Γιόχαν Γκούτενμπεργκ, κι αυτή με κινητούς χαρακτήρες.

Πρώτη εμφανίστηκε η τυπογραφία με συμπαγείς εγχάρακτες πλάκες και με τη μέθοδο αυτή έγιναν διάφορα έγγραφα και σφραγίδες. Ο τυπογράφος έπαιρνε την ξύλινη πλάκα του, λίγο μεγαλύτερη από τη σελίδα που ήταν για τύπωμα, και σχεδίαζε πάνω της με μελάνη τα γράμματα ανάποδα. Ύστερα, σκαλίζοντας την επιφάνεια μ' ένα κατάλληλο εργαλείο, αφαιρούσε τα κομμάτια που δεν ήταν μελανωμένα και η πλάκα ήταν έτοιμη για τύπωμα. Η διαδικασία απαιτούσε αρκετό χρόνο, αλλά με τις πλάκες αυτές μπορούσαν να τυπωθούν άπειρα αντίτυπα από μια ή περισσότερες σελίδες. Ένα από τα μειονεκτήματα μάλιστα της μεθόδου αυτής αποτελούσε το γεγονός ότι η πλάκα κρατούσε περισσότερο απ' ότι χρειαζόταν. Οι άνθρωποι που ήξεραν να διαβάζουν ήταν λίγοι και έπρεπε να περιοριστεί η έκδοση σε λίγα αντίτυπα. Όταν λοιπόν είχαν εκτυπωθεί τα αντίτυπα αυτά, οι πλάκες μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για καυσόξυλα.

Τα κινητά στοιχεία: αυτό χρειαζόταν. Μ' ένα αλφάβητο λίγο μεγαλύτερο από καμιά εικοσιπενταριά γράμματα, όπως των ευρωπαϊκών γλωσσών, θα ήταν εύκολο να σκαλιστούν πολυάριθμα αντίγραφα κάθε γράμματος και να χρησιμοποιηθούν ύστερα για να σχηματιστούν οι λέξεις και οι φράσεις των σελίδων, να τοποθετηθούν μαζί, να συγκρατηθούν ενωμένα μ' ένα περισφιγκτικό εργαλείο και να περάσουν ύστερα για εκτύπωση. Αφού τυπωνόταν ο προκαθορισμένος αριθμός των σελίδων, η σελίδα μπορούσε να διαλυθεί, για να ξαναχρησιμοποιηθούν τα στοιχεία. Η ιδέα εντυπωσίασε τον Λώρενς Κόστερ, που άρχισε ακριβώς να κατασκευάζει τα ξεχωριστά στοιχεία. Δεν είναι γνωστό αν προχώρησε ύστερα στην κατασκευή ενός καλουπιού και στη

χρησιμοποίησή του για να χύσει ένα μεγάλο αριθμό αντιγράφων του κάθε στοιχείου. Ο Γκούτενμπεργκ ήταν εκείνος που έκανε το αποφασιστικό βήμα και, καθώς κατάφερε να δημιουργήσει κάτι καλύτερο, πιο ευχάριστο αισθητικά και πιο ευανάγνωστο, το όνομά του πέρασε στην ιστορία: ο πρώτος Ευρωπαίος που χρησιμοποίησε τα κινητά στοιχεία. Με το έργο του Γκούτενμπεργκ, η τυπογραφία, όπως μας είναι γνωστή σήμερα, έγινε πραγματικότητα.

Ο Γκούτενμπεργκ γεννήθηκε στη Μαγεντία (Μάιντς) της Γερμανίας το 1398. Σε ηλικία τριάντα χρονών είχε για κάποιο λόγο εκπατριστεί στο Στρασβούργο, όπου εγκατέστησε το πρώτο τυπογραφικό πιεστήριο, πρακτική εφαρμογή της ιδέας που επεξεργαζόταν από τα παιδικά του χρόνια. Το πιεστήριο, η πρέσα, του επέτρεπε να τυπώνει τη μια σελίδα μετά την άλλη με μεγάλη ταχύτητα και οι σελίδες είχαν απaráμιλλη ομορφιά και καθαρότητα. Δεν είναι γνωστό αν όσα αποδόθηκαν στον Κόστερ, καθόλου καλά ως προς την τυπογραφική μορφή και δυσανάγνωστα, είναι πραγματικά δικό του έργο, ούτε αν ο ίδιος ήταν εκτυπωτής ή απλώς ένας χαράκτης στοιχείων. Το βέβαιο είναι ότι ο Γκούτενμπεργκ άφησε πολύ ωραία υποδείγματα του δικού του έργου.

Στο τέλος του 1444, ο Γκούτενμπεργκ ξαναγύρισε στη Μαγεντία. Εδώ, συνεταιρίστηκε μ' έναν πλούσιο χρυσοχόο, ονόματι Φουξ, άνθρωπο πολύ εύπιστο, που σε μερικά χρόνια ξόδεψε ένα σωρό χρήματα για να εφαρμοστούν στην πράξη οι ιδέες του Γκούτενμπεργκ, χωρίς να έχει κανένα όφελος. Η εταιρεία στο τέλος διαλύθηκε και ο Φουξ έκανε αγωγή στον εφευρέτη για να πάρει πίσω τα χρήματά του.

Ο Γκούτενμπεργκ, που εργαζόταν τότε στη Βίβλο του «με σαράντα δύο γραμμές» και που βρισκόταν σχεδόν στο τέλος, είδε να του κατάσχεται το τυπογραφείο για να αποζημιωθεί ο Φοξ, που συνεταιρίστηκε αμέσως με τον Πέτερ Σαίφερ, βοηθό του Γκούτενμπεργκ, και δημοσίευσε το 1456 τη μεγάλη έκδοση της Βίβλου. Ο Γκούτενμπεργκ, που δίκαια θεωρήθηκε ο δημιουργός του εκδοτικού αυτού αριστουργήματος, δεν πήρε ωστόσο καμιά αμοιβή για τον κόπο του.

Εξαφανίστηκε ύστερα για ένα χρόνο και είναι πολύ πιθανό να τύπωσε μια άλλη Βίβλο στη Βαμβέργη, προτού να ξαναγυρίσει στη Μαγεντία το 1460, όπου παρουσίασε ένα

άλλο άριστο έργο του, το "Καθολικό».

Τα βιβλία αυτά δεν έχουν μόνο τεράστια ιστορική αξία, αλλά είναι, ταυτόχρονα, και έργα τέχνης: το 1954, ένα αντίτυπο της πρώτης Βίβλου πουλήθηκε πεντέμισι περίπου εκατομμύρια δραχμές και ένα χρόνο αργότερα, μια μόνο σελίδα, απομεινάρι ενός άλλου αντιτύπου, δέκα χιλιάδες δραχμές. Ο Γκούτενμπεργκ, ωστόσο, πέθανε φτωχός, και στα τελευταία του χρόνια ζούσε με μια μικρή σύνταξη που του είχε παραχωρήσει ο αρχιεπίσκοπος της Μαγεντίας, αηδιασμένος για τις επιτυχίες που είχαν συνεχώς, με τη δική του εφεύρεση οι Φουξ και Σαίφερ. Το 1468 όταν πέθανε ο Γκούτενμπεργκ, η τυπογραφία που στηριζόταν στις επινοήσεις του, είχε πραγματοποιήσει κιόλας προόδους στην Ιταλία και στην Ελβετία και στην εικοσαετία που ακολούθησε, είχε διαδοθεί σ' όλες σχεδόν τις χώρες της Ευρώπης.

Όπως και ο Γκούτενμπεργκ, οι πρώτοι τυπογράφοι έχυναν οι ίδιοι τα στοιχεία, αλλά οι εκδοτικοί οίκοι που εμφανίζονταν ολοένα, έκριναν συμφερότερο να ειδικεύονται στο πεδίο της καθαυτό τυπογραφίας αφήνοντας σε άλλους την εργασία της κατασκευής των στοιχείων στα χυτήριά τους. Το επάγγελμα του χύτη τυπογραφικών στοιχείων ήταν σε μεγάλη εκτίμηση σ' όλη την περίοδο από τα τέλη δεκάτου έκτου αιώνα ως τις αρχές του εικοστού, όταν χάρη στις καινοτομίες που εφαρμόστηκαν στο πεδίο της μεταλλουργίας της τυπογραφίας, καθιερώθηκε η κατασκευή στοιχείων μ' ένα ειδικό μηχάνημα που ξανάχυνε ύστερα τα χρησιμοποιημένα στοιχεία.

Στους τρεις αιώνες που ακολούθησαν μετά το θάνατο του Γκούτενμπεργκ, η πρόοδος που συντελέσθηκε στην τέχνη της τυπογραφίας αναφέρεται κυρίως στο σχήμα και στην εμφάνιση των στοιχείων. Χρησιμοποιήθηκαν τα σιδερένια τυπογραφικά πιεστήρια και παραμερίστηκαν τα ξύλινα. Το πιο κουραστικό όμως μέρος του επαγγέλματος, η στοιχειοθέτηση, δηλαδή η επιλογή των ξεχωριστών τυπογραφικών στοιχείων, η συναρμολόγησή τους σε αράδες και το δέσιμό τους για να αποτελέσουν τη σελίδα και ν' ακολουθήσει η εκτύπωση, γινόταν ακόμα με το χέρι. Καταβλήθηκαν προσπάθειες για να εφευρευθούν στοιχειοθετικές μηχανές, αλλά όλες είχαν δυο σοβαρές

ατέλειες: μπορούσαν να στοιχειοθετούν με τη σωστή σειρά, να ενώνουν τα στοιχεία σε λέξεις, όχι όμως να δίνουν σ' όλες τις αράδες το ίδιο ακριβώς μήκος, ούτε να διαλύουν τις μήτρες και να ρίχνουν τα στοιχεία στις κάσες από τις οποίες ήταν παρμένα. Έτσι, ελάχιστος χρόνος και κόπος μπορούσαν να εξοικονομηθούν με τα μηχανήματα αυτά.

Τα προβλήματα λύθηκαν μόλις το 1886 με την εφεύρεση της λινότυπικής μηχανής. Το νέο μηχανήμα ήταν σε θέση να χύνει σε ενιαίο σύνολο μια αράδα στοιχείων, να τα «τετραγωνίζει» αυτόματα και να ξαναρίχνει στις κάσες της προέλευσης τους τα στοιχεία για την επόμενη χρησιμοποίησή τους. Λειτουργεί με πλήκτρα, όπως η γραφομηχανή. Παρουσίαζε όμως και μειονεκτήματα: Το σώμα και το σχήμα των διαθέσιμων χαρακτήρων ήταν περιορισμένο και η χυμένη συμπαγής αράδα των στοιχείων παρουσιαζόταν, λιγότερο καθαρή στην ανάγνωση από την αράδα τη στοιχειοθετημένη με ξεχωριστά στοιχεία. Το δεύτερο αυτό πρόβλημα λύθηκε με τη μονοτυπική μηχανή (Monotype) που έχανε τα στοιχεία ξεχωριστά το καθένα, αλλά είχε κι αυτή μια πολύ περιορισμένη κλίμακα σωμάτων και στοιχείων. Ακολούθησαν άλλες μηχανές, όπως “Intertype” και η “Typograph”, αλλά οι λινότυπικές και μονοτυπικές εξακολουθούν να παραμένουν μηχανές με ευρύτατη χρησιμοποίηση για την εκτύπωση εφημερίδων, περιοδικών και βιβλίων.

Ωστόσο, ο τυπογράφος που στοιχειοθετεί με το χέρι είναι ακόμη το πιο σημαντικό πρόσωπο. Δεν μπορεί βέβαια να συναγωνιστεί τη μηχανή στη στοιχειοθέτηση μεγάλου γραπτού κειμένου με ένα μόνο είδος στοιχείων, αλλά διατηρεί απέναντι στη μηχανή ένα σημαντικό πλεονέκτημα όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν διαφορετικά στοιχεία. Σήμερα μάλιστα που η τυπογραφία παίρνει ολοένα και πιο καλλιτεχνική μορφή, η συμβολή του στοιχειοθέτη που εργάζεται με το χέρι έχει ακόμα πιο αποφασιστική σημασία. Έργο του στοιχειοθέτη είναι επίσης η τοποθέτηση των τίτλων, των επικεφαλίδων, η διάταξη σε στήλες και σε σελίδες του υλικού που έχει συντεθεί με τη μηχανή.

Η τυπογραφία, όπως είδαμε παραπάνω, γεννήθηκε στη Γερμανία και διαδόθηκε πολύ γρήγορα σε όλες τις χώρες της

Ευρώπης, αρχίζοντας από την Ίταλία. Το 1472, δεκαέξι χρόνια μετά τη γουτεμπεργιανή Βίβλο, η τέχνη της τυπογραφίας είχε διαδοθεί σε δεκαέξι ιταλικές πόλεις και πριν από το τέλος της δεκαετίας σε άλλες τριάντα ακόμα.

Στην Ιταλία η τυπογραφία άρχισε όταν ο ισπανός καρδινάλιος κάλεσε στο Σουμπιάκο τους Γερμανούς Κόνραντ Σβέϋνχεϋμ και Άρνολντ Πάνναρτς. Το πρώτο βιβλίο που τύπωσαν οι δυο αυτοί βιοτέχνες πρέπει να ήταν το "Oe Oratore" του Κικέρωνα. το 1465. Αργότερα, εγκαταστάθηκαν και οι δυο στη Ρώμη, όπου ήδη εργαζόταν ένας άλλος γερμανός τυπογράφος, ο Ούλριχ Χάν, που εξέδωσε το 1467 τις "Meditationes" του καρδινάλιου Τορκουεμάδα.

Το 1469 ένας άλλος Γερμανός, ο Ιωάννης ο εκ Σπείρας, που είχε ίσως φύγει από τη Μαγεντία μετά τη λεηλασία του 1462, έφερε την τυπογραφία στη Βενετία εκδίδοντας τις ((*Epistolae ad familiares*" του Κικέρωνα. σε εκατό αντίτυπα. Η Βενετία είναι η πόλη όπου η νέα αυτή τέχνη άνθησε εξαρχής: στα τελευταία τριάντα χρόνια του αιώνα υπήρχαν στην πόλη αυτή 151 τυπογραφικά καταστήματα. Στο Μιλάνο, που φιγουράρει επίσης στον κατάλογο των πρώτων κέντρων της Ιταλίας όπου διαδόθηκε η τυπογραφία, το πρώτο τυπωμένο βιβλίο, για το οποίο υπάρχουν πληροφορίες, είναι του 1471 και οφείλεται ίσως στον Παμφίλο Καοτάλντι ντι Φέλτρε. Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι στο Μιλάνο εμφανίστηκε το πρώτο βιβλίο τυπωμένο ολόκληρο στα ελληνικά, τη γλώσσα δηλ. που ανακάλυπτε τώρα ξανά η ευρωπαϊκή κουλτούρα μέσα στην ουμανιστική ατμόσφαιρα, η οποία πολλά οφείλει και στην εισροή των Βυζαντινών λογίων μετά το τέλος της βυζαντινής αυτοκρατορίας. Το βιβλίο αυτό είναι μια γραμματική του Κωνσταντίνου Λαοκάρεως, που τυπώθηκε το 1476 από τον Ντιονίτζι Παραβιτσίνο. Στο Μιλάνο επίσης χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά η λέξη *Typographus*, στον πρόλογο ενός βιβλίου που τυπώθηκε το 1488.

Η τυπογραφία, μια από τις μεγαλύτερες κατακτήσεις της ανθρωπότητας έκαμε πολύ δρόμο από την εποχή του Γκούτενμπεργκ και του Παμφίλο Καστάλντι. Σήμερα, ένα μέρος τουλάχιστον από τις εργασίες της τυπογραφίας εκτελείται με φωτογραφικές μεθόδους, που με ένα αρνητικό επιτρέπουν την εκτύπωση μιας ολόκληρης σελίδας κάθε

φορά. και το επόμενο βήμα θα είναι ίσως η ολική εγκατάλειψη των χαρακτήρων για τη σύνθεση και την εκτύπωση των βιβλίων με πιο προωθημένες φωτογραφικές διαδικασίες. Αλλά όσες καινοτομίες κι αν εφαρμοστούν, μπορούμε να είμαστε βέβαιοι ότι δε θα έχουν τη σπουδαιότητα που είχε το έργο του Γκούτενμπεργκ τον 15ο αιώνα.

## ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΟΥ ΚΟΠΕΡΝΙΚΟΥ

### Η Γη παύει να είναι το κέντρο του σύμπαντος.

Κοντά στο μεγάλο βωμό της εκκλησίας της Αγία Άννας, στο πανεπιστήμιο της πολωνικής Κρακοβίας, υπάρχουν δύο επιγραφές: η μία, στα λατινικά, λέει απλά : **<<Στο Νικόλαο Κοπέρνικο, κόσμημα, τιμή και δόξα της χώρας, της γενέτειράς του και του πανεπιστημίου>>**. Η άλλη, στα πολωνικά ,εξηγεί γιατί ο Κοπέρνικος τιμάται ακόμα και σήμερα από τους επιστήμονες όλου του κόσμου, έστω κι' αν πέρασαν πάρα πολλά χρόνια από τότε που πέθανε. Σε ελεύθερη μετάφραση, η επιγραφή λέει:**<<Πρόσταξε τον ήλιο να σταματήσει κι' όταν σταμάτησε, η γη άρχισε να γυρίζει. Είναι Πολωνός, και η Πολωνία τον γαλούχησε>>**.

Από τα παμπάλαια χρόνια, οι άνθρωποι κοίταζαν κατάπληκτοι τον ουρανό.**<< Στην αρχή, λέει η Γένεση, ο Θεός δημιούργησε τον ουρανό και τη γη>>**.Και λίγο παρακάτω:**<<Ο Θεός δημιούργησε δύο μεγάλα φώτα: το μεγαλύτερο για να δεσπόζει την ημέρα, το μικρότερο για να δεσπόζει τη νύχτα και δημιούργησε, επίσης, τα άστρα. Και ο Θεός τα τοποθέτησε στο στερέωμα του ουρανού για να φωτίζουν τη γη>>**.

Έμεναν, ωστόσο, ερωτήματα που περίμεναν απάντηση. Όταν οι πρώτοι άνθρωποι έβγαιναν από τις σπηλιές τους μισοκλείνοντας τα μάτια, για να προφυλάξουν την όραση τους από τις ακτίνες του ήλιου που πρόβαλλε στην ανατολή, καταλάβαιναν ότι ο ήλιος κινείται. Δεν υπήρχαν αμφιβολίες γι' αυτό. Μπορεί να ήταν ένα λυχνάρι που το κρατούσαν ψηλά αόρατα χέρια ή μία τρύπα στο γαλάζιο στερέωμα απ' όπου περνούσε το φως ενός κάποιου ουρανού που τα περιείχε όλα, ή να ήταν ένας θεός που οδηγούσε ένα χρυσό αμάξι: το

φωτεινό άστρο μετακινιόταν.

Στην αρχή της πορείας του, όταν ήταν ακόμη κοντά στη γη κι έμοιαζε με πορτοκάλι που, πεσμένο στο νερό, ανεβαίνει σιγά-σιγά στην επιφάνεια, μπορούσε κανείς εύκολα να το παρακολουθήσει στην κίνησή του. Νάτο! είναι πιασμένο στα κλαδιά εκείνου του δέντρου. Όχι, τώρα πάει να ελευθερωθεί, ανεβαίνει. Τώρα είναι πιο ψηλά από το δέντρο. Είν' εκεί και ανεβαίνει αργά, αλλά σίγουρα, στον ουρανό. Ύστερ' απ' αυτό, το ενδιαφέρον λιγόστευε: ο ήλιος ήταν εκεί πάνω, σ' ένα οποιοδήποτε σημείο κι' έδινε φως σε όσα συνέβαιναν τη μέρα. Αν επέμενε κανείς να τον δει, δεν είχε παρά να στραφεί προς τα' κει. Ως το βράδυ. Ύστερα τον έβλεπαν, το ίδιο καλά, που έγερνε και βυθιζόταν στο σκοτάδι. Αλλά στην αντίθετη πλευρά του ορίζοντα σε τόπο διαφορετικό από εκείνον απ' όπου είχε ανατείλει, όχι εκεί που βρισκόταν το δέντρο, που ανάμεσα στα κλαδιά του τον είχαν δει να ξεπροβάλλει το πρωί.

Το άλλο πρωί ξαναπαρουσιαζόταν, όχι όμως στο ίδιο ακριβώς σημείο της προηγούμενης μέρας. Αν δεν είχε μετακινήσει κανείς το δέντρο, σήμαινε πώς είχε μετατοπιστεί ο ήλιος, κατά μερικά εκατοστά, στην πορεία του.

Τον 2<sup>ο</sup> αιώνα μ.Χ., ένας Έλληνας αστρονόμος, ο Πτολεμαίος, διατύπωσε μια δική του θεωρία. Θεωρία κάπως εκπληκτική στην πρώτη ματιά, αλλά αρκούσε η μαρτυρία των αισθήσεων για να αντιληφθεί κανείς ότι ήταν η μόνη δυνατή εξήγηση στο μυστήριο των ουρανών. Δεν υπάρχει αμφιβολία, έλεγε ο Πτολεμαίος, ότι η γη είναι μια τεράστια μάζα, τοποθετημένη ακριβώς στο κέντρο του σύμπαντος. Ο ήλιος, η σελήνη, τα' άστρα, όλα τα ουράνια σώματα περιστρέφονται αδιάκοπα γύρω από τη γη. Κι' αυτός είναι ο λόγος που, ώρα σε ώρα, αλλάζουν θέση. Εμείς είμαστε το κέντρο του σύμπαντος κι' όλα γυρίζουν χωρίς διακοπή γύρω μας, με κανονική και αμετάβλητη κίνηση που δεν σταματά ποτέ.

Το πράγμα ήταν περισσότερο από πιστευτό. Η βάση της θεωρίας φαινόταν απρόσβλητη. Κι έπειτα, κολάκευε τη ματαιοδοξία του ανθρώπου. Όλα εκείνα τα ουράνια σώματα γύριζαν ολοένα, κι αν όχι με διαταγή του ανθρώπου, τουλάχιστον προς όφελος του, σκορπίζοντας τη λάμψη τους για να φωτίζουν τη μέρα, τη νύχτα και για να δείχνουν τους

δρόμους του κόσμου. Η καλόδεκτη αυτή θεωρία δε συνάντησε σοβαρή αντίδραση επί 1400 χρόνια. Ύστερα, τον Φεβρουάριο του 1473, γεννήθηκε στην μικρή πολωνική πόλη Τόρν, στις όχθες του Βιστούλα, ο Νικόλαος Κοπέρνικος.

Σήμερα, η μικρή πόλη έχει ακμάζουσα βιομηχανία, εργοστάσια μηχανουργίας, χημικών προϊόντων και υφαντικής. Αλλά χρωστά τη δόξα της στον Κοπέρνικο. Αφού έζησε στη γενέτειρά του 18 χρόνια, ο Κοπέρνικος στάλθηκε στο αρχαίο πολωνικό πανεπιστήμιο της Κρακοβίας για να σπουδάσει αστρονομία. Τη σπούδασε σύμφωνα με την Πτολεμαϊκή αντίληψη.

Μετά την Κρακοβία, ο Κοπέρνικος πήγε στην Ιταλία για να σπουδάσει εκκλησιαστικό δίκαιο, από σεβασμό προς το θείο του Λούκα, που ήταν επίσκοπος κι' επιθυμούσε να δει τον ανιψιό του ιερέα. Ο Κοπέρνικος δεν είχε καμία πρόθεση να γίνει κληρικός και η απόφασή του δεν ήταν παρά ένας συνετός συμβιβασμός. Στο πανεπιστήμιο της Μπολόνια συνέχισε τις σπουδές του για τον ήλιο και τ' άστρα και, μαζί, μελέτησε μαθηματικά. Έτσι, στο τέλος του αιώνα, τον βρίσκουμε στην Ρώμη, όπου δίνει μαθήματα πάνω στην ύλη αυτών των επιστημών. Εκεί, το 1500, είχε την καλή ευκαιρία να παρατηρήσει μια έκλειψη της σελήνης. Στη συνέχεια, καθώς ήταν άνθρωπος με όχι συνηθισμένα χαρίσματα, φοίτησε στο πανεπιστήμιο της Πάντοβα, όπου σπούδασε ιατρική και πήρε το πτυχίο εκκλησιαστικού δικαίου.

Σε ηλικία 32 χρόνων, ο Κοπέρνικος εγκαταστάθηκε στην επισκοπή της Βάρμια, όπου έγινε γιατρός και ιδιαίτερος γραμματέας του επισκόπου, θείου του. Εδώ επιδόθηκε σε πολλαπλές ασχολίες: να παραστέκεται στους φτωχούς, να διεκπεραιώνει την αλληλογραφία του επισκόπου και ταυτόχρονα να στρατολογεί και να εκπαιδεύει στρατιώτες για την αντιμετώπιση των Ιπποτών του Τευτονικού τάγματος, που, από τη γειτονική Γερμανία επιχειρούσαν, κάθε τόσο, επιδρομές στην Πολωνία.

Εκείνη ακριβώς την περίοδο, στο Έρμελαντ, ανάμεσα στη μία μάχη και στην άλλη και στο ελάχιστο διαθέσιμο χρόνο που του άφηναν οι απασχολήσεις του γιατρού και του διαχειριστή εκκλησιαστικής περιουσίας, ο Κοπέρνικος βρήκε τον καιρό να παρατηρήσει και να διατάξει σε σύστημα τα

δεδομένα που έφεραν επαναστατικές αλλαγές στον τρόπο της σκέψεως σχετικά με το σύμπαν. Λίγο πριν το θάνατο του, που συνέβη το 1543, ενώ ακόμα ο Κοπέρνικος εργαζόταν στο Έρμελαντ, είχε εκδοθεί το βιβλίο του <<De Revolutionibus Orbium coelestium>> (*<<Περί των περιστροφών των ουρανίων σωμάτων>>*), όπου υποστηριζόταν σαφέστατα ότι η γη δεν αποτελεί το κέντρο του σύμπαντος. Ο ήλιος είναι το κέντρο ενός πλανητικού συστήματος και γύρω περιστρέφεται ένας ορισμένος αριθμός πλανητών: η γη δεν είναι παρά ένας από τους πλανήτες αυτούς, και ούτε ο μεγαλύτερος. Με λίγα λόγια, η γη δεν κατέχει κεντρική θέση και δεν είναι ακίνητη: αντίθετα, ταξιδεύει με τεράστια ταχύτητα, ακολουθώντας μια τροχιά που απέχει από τον ήλιο εκατομμύρια μίλια.

Από κάθε άποψη, η θεωρία αυτή ήταν απίστευτη. Όπως γράφει η Ντόροθι Στίμσον στο βιβλίο της για τον Κοπέρνικο και για την αργή και δύσκολη επικράτηση των ιδεών του: *<<Υπήρξε ο θρίαμβος του λογικού, της φαντασίας και, με την πλήρη ανεξαρτησία του από την αρχή της αυθεντίας, ίσως το πιο πρωτότυπο έργο που μπόρεσε να δημιουργήσει η ανθρώπινη διάνοια>>*.

Η έκδοση του βιβλίου, που εκκρεμούσε για πολύ καιρό, ήταν μια μικρή τραγωδία. Ο Κοπέρνικος, αν και τολμηρός στοχαστής και άνθρωπος με ευψυχία, γινόταν δειλός προκειμένου για τις δικές του θεωρίες. Ήταν ένας ειλικρινής πιστός και ήξερε πολύ καλά ότι η εκκλησία θα αντιδρούσε στην επαναστατική του θεωρία, για τις περιστροφές των ουρανίων σωμάτων. Και ποιος ήταν ο Κοπέρνικος που θα ανακατευόταν με τις υποθέσεις του ουρανού; Χρόνια τον τυραννούσαν αμφιβολίες, χρόνια βασανιζόταν ελέγχοντας και ξαναελέγχοντας στοιχεία και υπολογισμούς, πριν δώσει την συγκατάθεση του για τη δημοσίευση του έργου. Καθώς παραδέχεται στον πρόλογο, εξηγώντας την καθυστέρηση: *<<ο χλευασμός που, όπως μπορεί να φανταστεί κανείς, θα προκαλούσαν οι γνώμες λόγω της καινοτομίας που παρουσίαζαν, με ανάγκασε ν' αφήσω στην άκρη το βιβλίο, ενώ ήταν πια γραμμένο ολόκληρο>>*. Όμως, η πνευματική εντιμότητά του τον έκανε να αρνηθεί να γράψει, όπως τον είχαν συμβουλευσει, μια εισαγωγή που θα εξηγούσε ότι, το νέο σύστημα δεν ήταν παρά μία απλή υπόθεση, χρήσιμη για

τους υπολογισμούς του αλλά όχι αναγκαστικά αληθινή. Γερνούσε τώρα πολύ γρήγορα, η όραση του λιγόστευε και σχεδόν δεν έβλεπε πια. Έτσι, δεν μπόρεσε να διαβάσει την παρουσίαση που κάποιος, αναμφίβολα με καλές προθέσεις, έγραψε για την πρώτη έκδοση του βιβλίου του, που τυπώθηκε στην γερμανική πόλη Νυρεμβέργη.

Εξ' αιτίας ίσως της παρουσιάσεως αυτής, που ήταν τόσο αφοπλιστική, η εκκλησία παράβλεψε και δεν θέλησε, για την ώρα, να φτάσει στο βάθος των συνεπειών της θεωρίας. Αλλά το 1616, πολλά χρόνια μετά το θάνατο του συγγραφέα, με μία κάπως όψιμη βιασύνη, ενέγραψε το <<De Revolutionibus>> στον απαγορευτικό της κατάλογο, όπου έμεινε ως το 1835.

Η καθολική εκκλησία, που τόσο άργησε να αντιληφθεί τον αληθινό χαρακτήρα των ανακαλύψεων του Κοπέρνικου, ούτε επιχείρησε καν να τις καταδικάσει ή να καταδιώξει όσους υποκύπτανε στον πειρασμό να πιστεύουν σ' αυτές. Ελάχιστα ανεκτικοί υπήρξαν οι νέοι θρησκευτικοί μεταρρυθμιστές.

Ο Μαρτίνος Λούθηρος, με φλογερούς λόγους, καταδίκασε τον τρελό Πολωνό, <<τον νέο αυτό αστρολόγο, που ήθελε να ανατρέψει ολόκληρο το αστρονομικό σύστημα>>.

Ο Μαρτίνος Λούθηρος είχε δίκιο: η θεωρία αυτή, πράγματι, έφερε επαναστατικές αλλαγές σ' ολόκληρη την αστρονομία, όσο κι' αν χρειάστηκε να περάσουν 150 χρόνια, για να υιοθετηθεί από τα πανεπιστήμια και πολλές γενεές για να την αποδεχθεί ο μέσος άνθρωπος. Η ηλιοκεντρική θεωρία, που υποστηρίζει ότι ο ήλιος βρίσκεται στο κέντρο του πλανητικού μας συστήματος, σημείωνε πλήρη απομάκρυνση από τις προηγούμενες αντιλήψεις πάνω στο θέμα, κι' αν σήμερα γίνεται αποδεκτή χωρίς καμία συζήτηση, είναι ωστόσο ανεξήγητο το γεγονός, ότι τότε την αντιμετώπιζαν με φόβο, ακόμα με αποστροφή.

Ο Κέπλερ, ο Γαλιλαίος και άλλοι ακόμα θα προσθέσουν τη συμβολή τους στη θεωρία αυτή, αλλά ο Νεύτων είναι εκείνος που θα της δώσει την οριστική της μορφή. Χωρίς αυτήν, ο Κέπλερ δεν θα ήταν σε θέση ν' ανακαλύψει την ακριβή μορφή των πλανητικών τροχιών και χωρίς μια ηλιοκεντρική αντίληψη θα ήταν αδύνατη η σκέψη της παγκόσμιας έλξεως (η πολύ γνωστή ιστορία του μήλου που πέφτει στο κεφάλι του Νεύτωνα).

Αν δεν ήταν πολύ σαφές ότι κάθε ουράνιο σώμα έχει τη δική του βαρύτητα, ανάλογη με τη μάζα του, κατά ένα μέρος αντισταθμιζόμενη από τη φυγόκεντρο δύναμη που οφείλεται στην περιστροφή του ίδιου του σώματος και ότι δεν υπάρχει αλλού βαρύτητα, είναι λίγο απίθανο ότι θα μπορούσε να γίνει σκέψη για διαστημικά ταξίδια: κανένα βλήμα και κανείς δορυφόρος δεν θα μπορούσε να νικήσει μια σταθερή δύναμη βαρύτητας.

Οι ιδέες του Κοπέρνικου προχωρούσαν πολύ πιο μακριά απ' ό,τι ονομάζουμε ηλιακό σύστημα, το σύστημα δηλαδή των πλανητών που, με ή χωρίς δορυφόρους, κινούνται όλοι γύρω από τον ήλιο. Σήμερα ξέρουμε ότι ο ήλιος και το σύστημά του δεν είναι παρά μικρό μέρος ενός άπειρου σύμπαντος που έχει κι' άλλα συστήματα πολύ πιο μεγάλα, περιστρεφόμενα γύρω από άστρα πολύ μεγαλύτερα του ήλιου. Πράγματι, οι αστρονόμοι δεν χρειάστηκαν πολύ για να καταλάβουν ότι ο ήλιος είναι απλώς ένα άστρο-και όχι από τα πιο μεγάλα-που γύρω του, σε μια απόσταση 150 εκατομμυρίων χιλιομέτρων, διαγράφεται η τροχιά της γης μας.

Οι περισσότερες αστρονομικές αποστάσεις, οι αποστάσεις μεταξύ άστρων και μεταξύ συστημάτων, είναι πάρα πολύ μεγάλες για να εκφραστούν με τις συνηθισμένες μονάδες μετρήσεως. Εκφράζονται μόνο σε <<έτη φωτός>>. Το φως ταξιδεύει με ταχύτητα 300.000 χιλιόμετρα το δευτερόλεπτο. Χρειάζονται π.χ. 8,5 λεπτά για να φτάσει ως εμάς το ηλιακό φως. Είναι φανερό ότι η απόσταση που μπορεί να καλύψει το φως σ' ένα χρόνο είναι τέτοια ώστε δεν μπορούμε να την φανταστούμε κι' όμως οι αστρονόμοι βρήκαν ένα δικό τους μέτρο: το έτος φωτός. Πολλά άστρα απέχουν εκατομμύρια έτη φωτός, δηλαδή, για να φτάσει ως εμάς το φως τους πρέπει να περάσουν εκατομμύρια χρόνια. Από υπολογισμούς και υποθέσεις, ξέρουμε ότι, πράγματι, πολλά άστρα και αστερισμοί που βλέπουμε κάθε νύχτα, δεν υπάρχουν πια: έχουν καεί ή διαλυθεί πριν από χιλιάδες, ίσως εκατομμύρια χρόνια. Κι' όμως οι απόγονοί μας θα τα βλέπουν να λάμπουν στον ουρανό για πολύ καιρό ακόμα.

Ήταν, εξ' άλλου, εύκολο να χρησιμοποιηθεί η θεωρία του Κοπέρνικου για να εξηγηθεί η εναλλαγή των εποχών του έτους. Με την περιστροφή της γύρω από τον ήλιο, η γη

δημιουργεί την εναλλαγή της ημέρας με την νύχτα. Περιστρέφεται όμως με μία σταθερή κλίση 20 μοιρών και κάτι, στραμμένη προς ένα σημείο χαμένο στο διάστημα. Επομένως, θα υπάρξει μια χρονική στιγμή της ετήσιας τροχιάς, κατά την οποία, το επάνω μέρος της γης, το βόρειο ημισφαίριο, θα κλίνει προς τον ήλιο. Το ημισφαίριο αυτό θα έχει τότε καλοκαίρι. Μετά 6 μήνες, όταν η γη θα βρίσκεται από την άλλη μεριά του ήλιου, διατηρώντας πάντα την ίδια κλίση, το κάτω μέρος της σφαίρας θα είναι το περισσότερο εκτεθειμένο στον ήλιο: θα είναι τότε καλοκαίρι στο νότιο ημισφαίριο.

Πολλές θεωρίες, που ως τότε δεν τους είχε δοθεί ιδιαίτερη σημασία, αποδείχθηκαν, με βάση την ηλιοκεντρική θεωρία του Κοπέρνικου, απολύτως σωστές. Ακόμα και στον αιώνα μας, το έργο του Αϊνστάιν, που άνοιξε νέους ορίζοντες στη φυσική και στην αστρονομία, με την θεωρία της σχετικότητας, δεν έθιξε τις βάσεις της θεωρίας του Κοπέρνικου.

Όταν, κατά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, η Βαρσοβία καταστράφηκε ως τα θεμέλια της, οι Γερμανοί άφησαν άθικτο το περίφημο άγαλμα του Κοπέρνικου, η επιγραφή όμως στο βάθρο του: «Στο Νικόλαο Κοπέρνικο, οι συμπατριώτες του» αντικαταστάθηκε με μίαν άλλη που έγραφε: «Στο Νικόλαο Κοπέρνικο, το γερμανικό έθνος», σαν να μπορούσε ο μεγάλος αυτός στοχαστής να θεωρηθεί Γερμανός.

Η γενέτειρα του Τόρν είχε αποτελέσει, για πολλά χρόνια, τμήμα της ανατολικής Πρωσίας, αλλά μόνο μετά το θάνατό του. Η επιγραφή άλλαξε ξανά μετά το τέλος του πολέμου και ο Νικόλαος Κοπέρνικος παραμένει μία από τις εξοχώτερες μεγαλοφυΐες της Πολωνίας και ολόκληρου του κόσμου.

## **Ο ΓΑΛΙΛΑΙΟΣ ΚΑΙ Η ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ**

*Οι επιστήμονες μαθαίνουν να διαβάζουν χωρίς προκαταλήψεις το βιβλίο του σύμπαντος*

Ο Γαλιλαίος γεννήθηκε στην Πίζα στις 15 Φεβρουάριου 1564, από ονομαστή οικογένεια φλωρεντινής καταγωγής. Αρκετοί πρόγονοί του υπήρξαν διάσημες προσωπικότητες. Ανάμεσα τους, ο Τομμάσο ντι Μποναγιούτο, που είχε διατελέσει μέλος της δημοκρατικής κυβερνήσεως της Φλωρεντίας του 1343 και ο μάγιστρος GALILAEUS GALILEIW, φημισμένος γιατρός, που αξιωματικά είχε αποκτήσει για την οικογένεια το δικαίωμα της ταφής στη Σάντα Κρότσε. Στην εποχή όμως του γαλιλαίου, η οικογένεια είχε ξεπέσει πολύ, τουλάχιστον οικονομικά. Ο πατέρας του Βιντσέντσο, μαθηματικός βιρτουόζος του λαού του και μουσικολόγος αναγκάζεται για το λόγο αυτό να επιδοθεί στο εμπόριο και να εγκατασταθεί στην Πίζα, όπου παντρεύεται την Τζούλια Αμανάτι το 1562.

Ο Βιντσέντσο Γκαλιλέι ήταν άνθρωπος με αρκετά μεγάλη μόρφωση και με ζωηρό πνεύμα για να υπερασπίσει τις ιδέες και τις θεωρίες του. Συχνά κονταρομαχούσε με τους αντιπάλους του χρησιμοποιώντας σαν όπλο όχι την αρχή της αυθεντίας αλλά τη λογική. Αυτή η κριτική στάση θα είναι η καλύτερη κληρονομιά για τον νεαρό Γαλιλαίο. Με την ελπίδα να βελτιώσει την οικονομική κατάσταση της οικογένειας, ο Γαλιλαίος γράφτηκε το 1581 στην ιατρική σχολή του πανεπιστημίου της Πίζας. Το επάγγελμα του γιατρού ήταν πράγματι σε μεγάλη υπόληψη και κυρίως αμείβονταν καλά τότε ακριβώς ζούσε στην Πίζα ο γιατρός Ιζερόλαμο Μερκουριάλε που μόνο από την διδασκαλία του κέρδιζε δυο χιλιάδες σκούδα το χρόνο. Ο γαλιλαίος όμως διέψευσε αυτές τις ελπίδες. Κατά τις διακοπές του στη Φλωρεντία παρακολούθησε κρυφά τις παραδόσεις μαθηματικών ενός οικογενειακού φίλου του Οστίλιο Ρίτσι, πρώην μαθητή του μεγάλου αλγεβριστή Νικολό Ταρτάλια. Ο Ρίτσι μύησε τον Γαλιλαίο στο έργο του Αρχιμήδη και του μετέδωσε το πάθος του για τα μαθηματικά όχι σαν αφηρημένη επιστήμη αλλά σαν ισχυρό όργανο για την ερμηνεία της φύσεως.

Το 1583 ο Γαλιλαίος έκανε την πρώτη του ανακάλυψη. Όπως αφηγείται ο μαθητής του Βιντσέντσο Βιβιάνι στην ιστορική αφήγηση της ζωής του κύριου Γαλιλαίου, ακαδημαϊκού λυγκέως, ευγενούς φλωρεντινού, ενώ ο Γαλιλαίος βρίσκονταν στον καθεδρικό ναό της Πίζας,

παρατήρησε τις ταλαντώσεις ενός πολυελαίου από κάποιο ρεύμα αέρος και μετρώντας το χρόνο με το σφυγμό του ανακάλυψε το νόμο των ισόχρονων αιωρήσεων. Το 1585 εγκαταλείπει τις ιατρικές σπουδές και γυρίζοντας στην Φλωρεντία αφοσιώνεται στην σπουδή των μαθηματικών και της φυσικής πλατύνοντας τις γνώσεις του. Εφευρίσκει τον υδροστατικό ζυγό για την μέτρηση του ειδικού βάρους και αποδειχνει ορισμένα θεωρήματα για το κέντρο βάρους των σωμάτων. Οι εργασίες αυτές προκάλεσαν την προσοχή και την εκτίμηση επιστημόνων μεγάλου κύρους όπως του ιησουίτη Κλάβιους και του μαρκήσιου Γκουιντομπάλντο Ντέλ Μόντε. Και ακριβώς χάρη στο ενδιαφέρον του μαρκησίου ο Γαλιλαίος επέτυχε το 1589 τη θέση του Λέκτορα των μαθηματικών στο πανεπιστήμιο της Πίζας με ετήσιο μισθό εξήντα σκούδα. Από την πανεπιστημιακή έδρα της Πίζας ο Γαλιλαίος ήταν υποχρεωμένος να διδάσκει το πτολεμαϊκό σύστημα αλλά ήδη την περίοδο αυτήν γράφει μια πραγματεία μηχανικής. "De Motu". (περί κινήσεως), που απομακρύνεται από την αριστοτελική διδασκαλία και υιοθετεί την πειραματική μέθοδο. Δεν είναι αλήθεια, παρατηρεί ο Γαλιλαίος ακολουθώντας κατά ένα μέρος τις θεωρίες της πράσινης φυσικής σχολής ότι η ταχύτητα ενός σώματος είναι μεγαλύτερη σε περιβάλλον λιγότερο πυκνό «μια κύστη φουσκωμένη με αέρα κινείται ταχύτερα στο νερό παρά στον αέρα». Κυρίως όμως υποστηρίζει ότι η ταχύτητα πτώσεως είναι ίση για όλα τα σώματα, ανεξάρτητα από το βάρος τους αποδεικνύοντας τον ισχυρισμό του με τα περίφημα πειράματα του από τον πύργο της Πίζας. Κατά την αφήγησή του Βιβιάνι, τα πειράματα αυτά αποκτούν πανηγυρικό χαρακτήρα και προκαλούν το θαυμασμό των μαθητών του και ολόκληρου του ακαδημαϊκού σώματος της Πίζας. Ωστόσο και αν ακόμα δεχτούμε ότι τα πειράματα έγιναν πράγματι και δεν είναι καρπός της φαντασίας του Βιβιάνι, δεδομένου ότι όσο ακόμα ζούσε ο Γαλιλαίος, πολλοί επιστήμονες επαναλάμβαναν τα ίδια πειράματα ο Βιντσέντσο Ρανιέρι από το κωδωνοστάσιο της Πίζας, ο Ριτσιόλι και ο Γκριμάλντι από τον πύργο των Ασινέλλι της Μπολόνια είναι δύσκολο να φανταστούμε ότι είχαν εντυπωσιάσει τόσο τους πανεπιστημιακούς καθηγητές της Πίζας.

Ο Γαλιλαίος βρίσκει πράγματι στην Πίζα ένα περιβάλλον πάρα πολύ κλειστό και εχθρικό. Το μαχητικό και δηκτικό του πνεύμα τον εξωθεί συχνά σε σύγκρουση με επιφανείς συναδέλφους του και δεν διστάζει να σαρκάσει τις συνήθειες τους. Αυτό φαίνεται και από μερικούς σατιρικούς στίχους του όπου ο γαλιλαίος τονίζει την επιπολαιότητα των καθηγητών της Πίζας.

**«Όπου θεωρούν πιο έμπειρο και πιο σοφό  
τον ένα από τον άλλον ανάλογα αν φορεί  
τήβεννο από μαλλί ή από βελούδο»**

Ακόμα ο γαλιλαίος δεν θα διστάσει να ειρωνευτεί μια δήθεν εφεύρεση του μεγάλου δούκα του Λιβόρνο, Ιωάννη των Μεδίκων και η στάση του αυτή θα προκαλέσει την έντονη αντιπάθεια του ηγεμόνα. Η εχθρότητα του περιβάλλοντος και οι οικονομικές δυσχέρειες, πεθαίνει ο πατέρας του και υποχρεώνεται να αντιμετωπίσει τα βάρη της οικογένειας, τον αναγκάζουν να απευθυνθεί ξανά στον Γκουιντομπάλντο Ντελ Μόντε. Αυτός κατορθώνει να του εξασφαλίσει μια έδρα στην Πάντοβα όπου ο γαλιλαίος θα εγκατασταθεί για να διδάξει μαθηματικά τον Σεπτέμβριο του 1592.

Στο πανεπιστήμιο της Πάντοβα η ατμόσφαιρα είναι εντελώς διαφορετική από της Πίζας. Η δημοκρατία της Βενετίας στην οποία υπάγεται η Πάντοβα εξασφαλίζει στους επιστήμονες που έρχονται από όλα τα μέρη της Ευρώπης απόλυτη ελευθερία σκέψης. Στο εγκάρδιο και ενθαρρυντικό αυτό περιβάλλον ο Γαλιλαίος ζει μια έντονη και άτακτη ζωή που ταιριάζει στον εκκεντρικό χαρακτήρα του. Κατοικεί σε ένα μέτριο σπίτι μπορεί όμως να δέχεται και να φιλοξενεί συναδέλφους και φίλους και συχνάζει σε κύκλους ευγενών και διανοουμένων της Βενετίας προκαλώντας παντού το θαυμασμό για την πνευματική του ευστροφία.

Στη περίοδο αυτή δημοσιεύει για χρήση των μαθητών του μια σημαντική πραγματεία «Η επιστήμη της μηχανικής και τα οφέλη που προκύπτουν από τα μηχανικά εργαλεία» όπου εκθέτει τη θεωρία των απλών μηχανών. Γύρω στα 1597, ο Γαλιλαίος κατασκευάζει ένα στοιχειώδες θερμοσκόπιο (πρόδρομο του θερμομέτρου) για τη μέτρηση της θερμοκρασίας. Το όργανο αυτό έχει πολλά μειονεκτήματα αλλά ότι παρουσιάζει ενδιαφέρον είναι η αντίληψη του

Γαλιλαίου που θεωρεί το θερμό και το ψυχρό όχι σαν ξεχωριστές και εγγενείς ιδιότητες της ύλης αλλά σαν προϊόντων αισθήσεων. Και στον τομέα αυτόν η θέση του είναι καθαρά αντιαριστοτελική και προαναγγέλλει μερικές θεωρίες της νεώτερης φυσικής. Διδάσκει ότι η θερμότητα (δηλαδή η θερμοκρασία της νεώτερης ορολογίας) είναι μια φαντασία των αισθήσεων :

**«Τείνω να πιστεύω ότι η θερμότητα είναι αυτού του είδους και ότι τα υλικά που παράγουν μέσα μας τη θερμότητα και μας δημιουργούν την ανάλογη αίσθηση αυτά που αποκαλούμε με το γενικό όνομα ζέστη είναι ένα πλήθος από μικρότατα σωματίδια που παριστάνονται κατά διάφορους τρόπους και κινούνται με διάφορες ταχύτητες. Τα οποία συναντώντας το σώμα μας το διαπερνούν με την υπέρτατη λεπτότητα τους και το άγγιγμα τους που πραγματοποιείται με το πέρασμα τους στην ουσία μας και γίνεται αισθητό από μας είναι το αίσθημα που ονομάζουμε θερμότητα, ευχάριστο ή ενοχλητικό ανάλογα με το πλήθος και τη μικρότερη ή μεγαλύτερη ταχύτητα των ελάχιστων αυτών σωματιδίων τα οποία μας διεγείρουν και μας διαπερνούν»**

Είναι σε εμβρυϊκή μορφή η κινητική θεωρία της θερμότητας. Μέσα σε τόσον οργανισμό έργων και ερευνών (στην περίοδο αυτή γράφτηκαν πολλές μελέτες για τη μηχανική που δημοσιεύτηκαν αργότερα) μοναδική, επίμονη και έντονη ανησυχία του είναι η οικονομική του κατάσταση. Ο Γαλιλαίος πρέπει να προικίσει τις αδελφές του και να εξοφλεί τα χρέη που του φορτώνει κάθε τόσο ο αδελφός του. Ύστερα από τον δεσμό του με μια βενετσάνα τη Μαρία Γκάμπα αποκτά τρία παιδιά, τη Βιρτζίνια, τη Λίβια και τον Βιντσέντσο που πρέπει να τα συντηρήσει. Ο καθηγητικός μισθός 180 φιορίνια το χρόνο δεν του επαρκεί και τότε ο Γαλιλαίος αναγκάζεται να δίνει ιδιωτικά μαθήματα και να ανοίξει ένα εργαστήριο μηχανουργίας όπου κατασκευάζει και πουλάει με μέτρια επιτυχία πυξίδες και διαβήτες όργανα που συνεχώς τα τελειοποιεί. Παρ' όλα αυτά, δεν παραμελεί τις έρευνες του στην αστρονομία και τη μηχανική όπου σημειώνει μεγάλες προόδους. Τότε αρχίζει και την αλληλογραφία του με τον Κέπλερ. Ο γαλιλαίος του εκμυστηρεύεται ότι πιστεύει ακλόνητα στο σύστημα του Κοπέρνικου άλλα παρά τις

παροτρύνσεις του Κέπλερ να αρχίσει ανοιχτά τον αγώνα δεν δημοσιεύει τίποτα σχετικό.

Μεταξύ 1608 και 1609 κυκλοφορούν στη Βενετία φήμες για την εφεύρεση ενός οργάνου που λέγεται «κανοκιάλι» κι ύστερα από λίγο εμφανίζονται τα πρώτα δείγματα που μπορεί κανείς να τα αγοράσει «με λίγα χρήματα». Και φαίνεται πως ο Γαλιλαίος που τότε βρίσκονταν στη Βενετία, είδε κάποιο από τα όργανα αυτά. Ο ίδιος ο Γαλιλαίος παραδέχεται ότι είχε ενημερωθεί για την κατασκευή του τηλεσκοπίου από κάποιον Ολλανδό και ότι αμέσως θέλησε να κατασκευάσει και αυτός ένα τέτοιο όργανο.

*« είναι δώδεκα μήνες περίπου που πληροφορηθήκαμε ότι κατασκευάστηκε από κάποιον Φλαμανδό ένα τηλεσκόπιο. Με το όργανο αυτό τα αντικείμενα μολονότι σε αρκετή απόσταση από το μάτι τα έβλεπε κανείς ευδιάκριτα σαν να ήταν κοντινά. Και για το πραγματικά αξιοθαύμαστο αυτό αποτέλεσμα ακούστηκαν πολλά άλλοι τα πίστευαν και άλλοι όχι. Ύστερα από μερικές μέρες μου επιβεβαίωσε την πληροφορία από το Παρίσι με επιστολή του κάποιος Ιάκωβος Βαλντοβέρ ευγενής γάλλος. Η είδηση αυτή έγινε αιτία να εντείνω τις προσπάθειες μου, να αναζητήσω τους λόγους και τα μέσα με τα οποία θα μπορούσα να φτάσω και εγώ στην εφεύρεση ενός όμοιου οργάνου»*

Στις 24 Αυγούστου 1609, ωστόσο παρουσιάζοντας στο δόγη το τηλεσκόπιο που είχε κατασκευάσει ο Γαλιλαίος αποδίδει στον εαυτό του την εφεύρεση λέγοντας ότι είχε φτάσει σ αυτό το αποτέλεσμα δουλεύοντας πάνω «στις πιο άγνωστες θεωρητικές έρευνες σχετικά με την προοπτική». Στην πραγματικότητα ο Γαλιλαίος είχε πολύ λίγες γνώσεις οπτικής κι αυτό φαίνεται από όσα γράφει στο έργο του «SAGGIATORE» μιλώντας για την κατασκευή του πρώτου τηλεσκοπίου:

*«αυτή λοιπόν ήταν η θεωρητική μου βάση. Το εργαλείο θα έπρεπε να αποτελείται ή από ένα μόνο γυαλί ή από περισσότερα. Από ένα μόνο δεν μπορεί να αποτελείται γιατί το σχήμα του ή θα ήταν κυρτό δηλαδή πιο χοντρό στη μέση ή θα έπρεπε να περιέχεται ανάμεσα σε παράλληλες επιφάνειες: αυτό όμως δεν αλλοιώνει καθόλου τα ορατά αντικείμενα μεγαλώνοντας τα ή μικραίνοντας τα. Το κοίλο τα μικραίνει και*

*το κύρτο τα μεγαλώνει, βέβαια άλλα τα δείχνει αρκετά ασαφή και θαμπά. Ένα μόνο γυαλί λοιπόν δεν αρκεί για να δημιουργήσει το αποτέλεσμα. Περνώντας ύστερα στα δύο και ξέροντας ότι το γυαλί με παράλληλες επιφάνειες δεν αλλοιώνει τίποτα όπως είπα κατέληξα στο συμπέρασμα ότι το αποτέλεσμα δεν θα μπορούσε να προέρχεται ούτε από το συνταίριασμα του γυαλιού αυτού με κάποιο από τα δύο άλλα. Έτσι περιορίστηκα να δοκιμάσω το συνδυασμό των δυο άλλων, δηλαδή του κυρτού και του κοίλου, και είδα, πράγματι, ότι ο συνδυασμός αυτός μου έδινε ότι ζητούσα.»*

Οι παρατηρήσεις αυτές δεν προέρχονται βέβαια από ένα βαθύ γνώστη της οπτικής. Αλλά μπορεί κανείς να διακρίνει περισσότερο τη θέση ενός πειραματιστή που βαθμιαία και με υπομονή, βελτιώνει το όργανο της ερευνάς του. Η αξία του Γαλιλαίου δεν βρίσκεται λοιπόν στην ανακάλυψη ή τη νέα ανακάλυψη του τηλεσκοπίου αλλά στο γεγονός ότι κατανοούσε τη σημασία για τη μελέτη της αστρονομίας:

*«αφήνοντας τα πράγματα της γης στράφηκα στις ουράνιες έρευνες και πρώτα είδα μ αυτό το τηλεσκόπιο από τόσο κοντά στην σελήνη σαν να βρίσκονταν σε απόσταση μόλις δυο ημιδιαμέτρων από τη γη. Ύστερα από τη σελήνη με απίστευτη χαρά παρατήρησα πολλές φορές τα άστρα απλανή και πλανήτες. Και βλέποντας τα τόσο πυκνά άρχισα να σκέφτομαι με ποιον τρόπο θα μπορούσα να υπολογίσω τις αποστάσεις τους και τελικά τον βρήκα»*

Οι ανακαλύψεις διαδέχονται η μια την άλλη με γοργό ρυθμό, κοιτάζοντας τη σελήνη κάνει παρατηρήσεις για τα βουνά της και την ανώμαλη επιφάνεια της. Γράφει ότι τα βουνά της σελήνης ξεπερνούν σε ύψος τα 6.000 μέτρα ενώ τα βουνά της γης δεν φτάνουν τα 1.500 μέτρα(είναι πραγματικά εκπληκτική αυτή η τελευταία βεβαίωση του Γαλιλαίου που από χρόνια ζούσε σε λίγων χιλιομέτρων απόσταση από πολύ ψηλότερα βουνά). Παρατηρεί τον γαλαξία που του φαίνεται σαν ένα άθροισμα μικρότατων αστέρων. Αμέσως ύστερα, ανακαλύπτει τους δορυφόρους του Διός που κινούνται γύρω στον πλανήτη δίνοντας την εντύπωση ενός συστήματος του Κοπέρνικου σε μικρογραφία. Ο Γαλιλαίος έχει επίγνωση της σημασίας των παρατηρήσεων του και σπεύδει να τις ανακοινώσει στον επιστημονικό κόσμο δημοσιεύοντας στη

Βενετία στις 12 Μαρτίου 1610, τον SIDEREUS NUNCIUS. Η φήμη του έχει απλωθεί τώρα σε όλο τον κόσμο. Καταλαβαίνει ότι είναι η κατάλληλη στιγμή για να βελτιώσει τις οικονομικές του συνθήκες και ταυτόχρονα να εξασφαλίσει τα μέσα και την προστασία ενός ισχυρού μαικήνα για τις επαναστατικές του έρευνες. Γι αυτό ονόμασε ΠΛΑΝΗΤΕΣ ΤΩΝ ΜΕΔΙΚΩΝ τους δορυφόρους του Διός και έστειλε στον Ιουλιανό των Μεδίκων ένα από τα καλύτερα τηλεσκόπια του. Τον Ιούλιο του 1610 ονομάστηκε από τον Κόζιμο Β' των Μεδίκων πρώτος φιλόσοφος και μαθηματικός μεγάλου δουκάτου της Τοσκάνης χωρίς να έχει την υποχρέωση για την παράδοση μαθημάτων. Ύστερα από δέκα οχτώ χρόνια ευχάριστης διαμονής του εγκαταλείπει την Πάντοβα για να εγκατασταθεί στο Αρτσέρι κοντά στην Φλωρεντία.

Στην νέα του έδρα ο γαλιλαίος συνεχίζει τις αστρονομικές παρατηρήσεις. Ανακαλύπτει τις ηλιακές κηλίδες την περίεργη όψη του Κρόνου που εξαιτίας της ατέλειας του τηλεσκοπίου του φαίνεται ότι αποτελείται από τρία σώματα και παρατηρεί τις φάσεις της Αφροδίτης. Σύμφωνα με τη συνήθεια της εποχής αναγγέλλει τις τελευταίες αυτές ανακαλύψεις του με δυο αναγράμματα που στέλνει στον Κέπλερ και στον Ιουλιανό των Μεδίκων. Το ανάγραμμα για τον Κρόνο διαβάζεται έτσι ALTISSIMUM PLANETAM FERGEMINUM OBSERVAVI (παρατήρησα ότι ο υψηλότερος πλανήτης ο Κρόνος είναι τρίδυμος) ενώ το ανάγραμμα για την Αφροδίτη διαβάζεται CYNTHIA FIGURAS AEMULATUR MATER AMORUM ( η μητέρα των ερωτών, Αφροδίτη μιμείται τις μορφές της κυνθίας της σελήνης). Οι αστρονομικές ανακαλύψεις του γαλιλαίου προκάλεσαν μεγάλο θόρυβο και στην αρχή βίαιες επικρίσεις. Ο Γαλιλαίος απέδειξε την ατέλεια της ανθρώπινης φύσεως. Με ένα απλό όργανο έκαμε γνωστά πράγματα που δεν γινόταν αντιληπτά από τις αισθήσεις του ανθρώπου και τα νέα φαινόμενα(τα νέα άστρα, οι ηλιακές κηλίδες η όχι τέλεια σφαιρικότητα της σελήνης) αναιρούν την αριστοτελική διάκριση μεταξύ μιας μεταβαλλόμενης γης και ενός τέλειου και αιώνιου ουράνιου κόσμου. Κι έπειτα πώς να εξηγήσει κανείς τις φάσεις της Αφροδίτης αν όχι με το σύστημα του Κοπέρνικου. Πολλοί σοφοί και όχι μόνο άνθρωποι της εκκλησίας αρνήθηκαν ακόμα και να κοιτάξουν με το

τηλεσκόπιο από φόβο ότι θα αναγκάζονταν να διαπιστώσουν το ασύστατο των θεωριών τους. Ακόμα και ο Κέπλερ φαίνεται στην αρχή διστακτικός, γρήγορα όμως πείθεται και σε μια επιστολή του αναγνωρίζει την ακρίβεια των ανακαλύψεων του Γαλιλαίου ( VICISTI GALILAEI). Σιγά-σιγά αναγκάζονται όλοι να παραδεχτούν ότι ο Γαλιλαίος είχε δίκιο.

Το 1611 πηγαίνει στη ρώμη όπου γνωρίζεται με τον Παύλο Ε' και γίνεται δεκτός με μεγάλες τιμές από την Ακαδημία των Λυγκέων. Μετά την επιστροφή του στο Αρτσέρι εξακολουθεί να ασχολείται με τη φυσική και να γράφει μια πραγματεία για την υδροστατική και την αεροστατική DISCORSO INTRORNO ALLE COSE CHE STANNO IN SULLACQUA O C E IN QUELLA SI MUOVONO. Στο έργο του αυτό υποστηρίζει τις θεωρίες του Αρχιμήδη για την επίπλευση των σωμάτων αποδίδοντας το φαινόμενο αυτό στη διαφορά ειδικού βάρους μεταξύ των σωμάτων που επιπλέουν και του νερού. Αποδεικνύει έπειτα ότι ο αέρας έχει βάρος διαψεύδοντας τους αριστοτελικούς ακαδημαϊκούς (και συμφωνώντας με την αληθινή σκέψη του Αριστοτέλη). Για την υποστήριξη της υποθέσεως του παρουσιάζει τρία πειράματα: στο πρώτο αφού απέτυχε με θέρμανση την αραίωση του αέρα που περιέχονταν σε μια φιάλη παρατηρεί ότι η φιάλη επέπλεε καλύτερα στο νερό μετά την αραίωση. Στα άλλα δυο πειράματα εισάγει με φυσερό αέρα σε μια φιάλη και διαπιστώνει την αύξηση του βάρους της. Ο Λόγος αποτελεί σημαντικό σταθμό στην εξέλιξη της σκέψεως του Γαλιλαίου αφού για πρώτη φορά εμφανίζεται πλήρης η εφαρμογή της πειραματικής μεθόδου, σ' αντίθεση με τον γενικό εμπειρισμό των Αριστοτελικών.

Στο μεταξύ ο Γαλιλαίος προσπαθεί με επιστολές σταλμένες σε ανθρώπους της επιστήμης και ηγέτες της εκκλησίας να συμφιλιώσει τη σκέψη του Κοπέρνικου με την άγια γραφή. Αλλά δεν θα επιτύχει στην προσπάθειά του αυτή. Οι θεωρίες του Κοπέρνικου και οι ανακαλύψεις του Γαλιλαίου που τις επικυρώνουν ανησυχούν ολοένα και περισσότερο τις εκκλησιαστικές αρχές. Το 1616 η Αγία Έδρα περιέλαβε στον απαγορευτικό της κατάλογο τα βιβλία του Κοπέρνικου και απαγόρευσε στον Γαλιλαίο την διδασκαλία και τη διάδοση του ηλιοκεντρικού συστήματος. Ο γαλιλαίος αποσύρεται τότε στην έπαυλη Μπελλοσγκουάρντο στην Φλωρεντία όπου με

σχετική ηρεμία αφιερώνεται στις μελέτες του. Το 1623 όμως θα βγει από την απομόνωση του γράφοντας ένα έργο τον **SAGGIATORE (ΤΟΞΟΤΗΣ)** πραγματικό αριστούργημα μαχητικής πρόζας με στόχο τις υποθέσεις του κληρικού Γκράσσι σχετικά με τους κομήτες. Το 1624 αφού επέτυχε την παπική άδεια αφιερώνεται στην συγγραφή του **ΔΙΑΛΟΓΟΥ ΤΩΝ ΔΥΟ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ** που δημοσιεύεται στην Φλωρεντία το 1632.

Το έργο (ο πλήρης τίτλος του είναι **DIALOGO DI GALILEO GALILEI LINCEO DOVE NE I CONGRESSI DI QUATTRO GIORNATE SI DISCORRE SOPRA I DUE MASSIMI SISTEMI DEL MONDO TOLEMAICO E COPERNICANO**) αποτελείται από τέσσερις διάλογους που ο καθένας διεξάγεται φανταστικά σε μια μέρα από τρεις συνομιλητές τον **ΦΙΛΙΠΠΟ ΣΑΛΒΙΑΤΙ**, τον **ΣΙΜΠΛΙΤΣΙΟ** και τον **ΤΖΟΒΑΝ ΦΡΑΝΤΖΕΣΚΟ ΣΑΓΚΡΕΝΤΟ**. Ο Σαλβιάτι σκληρός υπέρμαχος του κεπερνικιανισμού προσωποποιεί τον ίδιο τον Γαλιλαίο ο Σιμπίτσιο φανταστικό πρόσωπο ( το όνομά του εμπνεύστηκε από κάποιον όψιμο σχολιαστή του Αριστοτέλη) είναι ο στενοκέφαλος υποστηρικτής των Πτολεμαίων θεωριών ενώ ο Σαγκρέντο αντιπροσωπεύει τον πνευματικά καλλιεργημένο άνθρωπο που παίζει το ρόλο κριτή ανάμεσα στις δύο αντιλήψεις.

Στην **ΠΡΩΤΗ ΜΕΡΑ** ο Γαλιλαίος προσπαθεί κυρίως να αποδείξει λαθεμένη τη θεωρία για το αναλλοίωτο του ουράνιου κόσμου, φέρνοντας σαν επιχειρήματα τις ανακαλύψεις των νέων άστρων τις ηλιακές κηλίδες τα βουνά και τις ανωμαλίες του εδάφους της σελήνης. Ο Σιμπλίτσιο όμως τον αντικρούει υποστηρίζοντας ότι οι ηλιακές κηλίδες είναι σκιάσεις που προκαλούνται από σώματα περιστρεφόμενα γύρω από τον ήλιο και ότι οι σκιές της σελήνης οφείλονται σε περισσότερο ή λιγότερο φωτιζόμενες ζώνες. Η **ΔΕΥΤΕΡΗ ΜΕΡΑ** αφιερώνεται σε συζητήσεις σχετικά με την κίνηση της γης και απαντώντας στις επικρίσεις των Πτολεμαίων ο Γαλιλαίος προβάλλει δύο αρχές που έγιναν βασικές για τη φυσική : την αρχή της αδρανείας και την αρχή της σχετικότητας. Η αρχή της αδρανείας είχε ήδη απασχολήσει αρκετούς επιστήμονες πριν από τον Γαλιλαίο αλλά μόνο αυτός την κατανόησε απόλυτα και μολονότι δεν

δίνει με σαφήνεια τη γενική της διατύπωση την εφαρμόζει με επιστημονική αυστηρότητα επιδιώκοντας να τη στηρίξει και στην εμπειρία: ένα επικλινές επίπεδο σε σχέση με τον ορίζοντα προκαλεί την επιτάχυνση ενός σώματος σε κάθοδο και επιβραδύνει την ανοδική κίνηση. Γι αυτό ένα σώμα που κινείται πάνω σε τελείως οριζόντιο και λείο επίπεδο δεν θα συνεχίσει την ομοιόμορφη κίνηση του εκτός αν επέμβει κάποια αιτία επιταχύνσεως ή επιβραδύνσεως. Η αρχή της σχετικότητας προβάλλεται από τον Γαλιλαίο σαν απάντηση στις αντιρρήσεις σχετικά με την γήινη περιστροφή που είχαν διατυπωθεί από πολλούς υποστηρίζονταν δηλαδή από τους Αριστοτελικούς Πτολεμαίους ότι τα μηχανικά φαινόμενα επιβεβαιώνουν πως η γη είναι ακίνητη έτσι τα αντικείμενα πέφτουν κάθετα και όχι λοξά, τα πούλια στην πτήση τους δεν μένουν πίσω σε σχέση με το έδαφος οι βολές του πυροβολικού έχουν τόσο μήκος προς τα ανατολικά και προς τα δυτικά. Στα επιχειρήματα αυτά ο Γαλιλαίος ανταποκρίνεται:

**«κλειστήκατε με μερικούς φίλους στο μεγαλύτερο διαμέρισμα κάτω από τα καταστρώματα ενός μεγάλου πλοίου και εκεί φροντίστε να έχετε μύγες πεταλούδες και αλλά τέτοια μικρά φτερωτά να υπάρχει ακόμα ένα μεγάλο δοχείο με νερό και μέσα σ' αυτό μικρά ψαράκια. Κρεμάστε επίσης ψηλά ένα μικρό κάδο που να ρίχνει σταλιά το νερό σε ένα άλλο δοχείο με στενό στόμιο τοποθετημένο χαμηλά. Κι όσο το πλοίο μένει ακίνητο παρατηρήστε προσεχτικά πως τα ιπτάμενα αυτά ζωάκια πετούν με την ίδια ταχύτητα προς όλες τις κατευθύνσεις τα ψάρια θα τα δείτε να κολυμπούν αδιακρίτως προς κάθε κατεύθυνση. Οι σταγόνες του νερού που πέφτουν θα μπουν όλες στο δοχείο που βρίσκεται από κάτω. Παρατηρήστε τα προσεχτικά όλα αυτά, θέσετε σε κίνηση το πλοίο με όση ταχύτητα θέλετε. Τότε αρκεί η κίνηση του πλοίου να είναι ομοιόμορφη και όχι ταλαντευόμενη προς τα εδώ και προς τα εκεί δεν θα παρατηρήσετε την παραμικρή αλλαγή σε όλα τα φαινόμενα που αναφέραμε. Ούτε κανένα από αυτά θα σας δώσει να καταλάβετε αν το πλοίο ταξιδεύει ή μένει ακίνητο. Απ όλη την αντιστοιχία των γεγονότων προκύπτει ότι η κίνηση του πλοίου είναι κοινή σε όλα τα πράγματα που περιέχονται σ αυτό ακόμα και στον αέρα.»**

Το απόσπασμα σε νεώτερη ορολογία σημαίνει ότι στο

εσωτερικό ενός συστήματος δεν μπορεί να καθοριστεί με μηχανικά πειράματα αν αυτό βρίσκεται σε ηρεμία ή σε ομοιόμορφη κίνηση ή ότι τα μηχανικά φαινόμενα πραγματοποιούνται με τους ίδιους τρόπους σε δύο συστήματα τα οποία κινούνται με ομοιόμορφη ευθύγραμμη κίνηση το ένα σε σχέση με το άλλο. Η σχετικότητα όπως τη βλέπει ο Γαλιλαίος εντάσσεται σήμερα σαν ειδική περίπτωση στη σχετικότητα του Αϊνστάιν.

Η ΤΡΙΤΗ ΜΕΡΑ εξαντλείται κατά μεγάλο μέρος στη συζήτηση για την περιστροφική κίνηση της γης. Ο γαλιλαίος προσπαθεί να αποδείξει ότι οι νέες ανακαλύψεις(οι φάσεις της Αφροδίτης, οι δορυφόροι του Διός κλπ.) δεν συμφωνούν με το γεωκεντρικό σύστημα ενώ το ηλιοκεντρικό τις εξηγεί και τις τεκμηριώνει τόσο από γεωμετρική όσο και από δυναμική άποψη. ΤΕΤΑΡΤΗ ΜΕΡΑ αναφέρεται εκτεταμένα στην ΠΛΗΜΜΥΡΙΔΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΜΠΩΤΗ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ.

Ο Γαλιλαίος θεωρεί εσφαλμένα ότι το φαινόμενο των παλιρροιών είναι αποφασιστικό για την εξήγηση της κινήσεως της γης. Το επιχείρημα είναι εντυπωσιακό: το νερό ενός δεξαμενόπλοιου γράφει ο Γαλιλαίος θα ανυψωθεί εξαιτίας της αδράνειας προς την πρύμνη ή προς την πλώρη με την αλλαγή της ταχύτητας του πλοίου. Αν φανταστούμε τη γη σαν ένα μεγάλο δεξαμενόπλοιο και τη θάλασσα σαν το μεταφερόμενο νερό θα μπορέσουμε να εξηγήσουμε την πλημμυρίδα και την άμπωτη με τη σύνθεση των δύο κινήσεων της γης. Ο Γαλιλαίος γνώριζε τις υποθέσεις σχετικά με την επίδραση της σελήνης στα παλιρροιακά φαινόμενα αλλά βλέπει στην μυστηριώδη αυτή δύναμη κάτι το απόκρυφο που πρέπει να αποκρουσθεί αποφασιστικά:

*«ανάμεσα σε όλους τους μεγάλους άνδρες που φιλοσόφησαν πάνω σ αυτό το θαυμαστό γεγονός περισσότερο εκπλήσσομαι για τον Κέπλερ που μολονότι είναι ελεύθερο και οξύ πνεύμα και παρά το γεγονός ότι ήταν πληροφορημένος για τις κινήσεις που αποδίδονταν στη γη αποδέχτηκε τα όσα λέγονται για επιδράσεις της σελήνης στο νερό και για απόκρυφες ιδιότητες και άλλες παρόμοιες παιδαριωδίες.»*

Μπορεί όμως να εξηγηθεί η πλάνη αυτή όταν σκεφτούμε ότι ο Γαλιλαίος ενδιαφέρονταν επίσης να προσκομίσει μια

απόδειξη ενισχυτική του ηλιοκεντρισμού αποδεδειγμένη από την αστρονομική παρατήρηση και μηχανικού χαρακτήρα.

Ο ΔΙΑΛΟΓΟΣ ΤΩΝ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ είναι έργο βασικό στην ιστορία της επιστημονικής σκέψεως. Δεν είναι μια απλή πραγματεία αστρονομίας και φυσικής αλλά ένα έργο που αναιρεί όλες τις προκαταλήψεις και τις εσφαλμένες αντιλήψεις της επιστήμης της εποχής και που δείχνοντας την αληθινή μέθοδο ερευνάς της φύσεως δίνει μια νέα εικόνα του κόσμου. Η μεγαλύτερη συμβολή του Γαλιλαίου συνίσταται ακριβώς στην πειραματική του μέθοδο έρευνας. Η σημασία του πειράματος είχε ήδη γίνει αντιληπτή πριν από τον Γαλιλαίο αρκεί να σκεφτούμε τον ίδιο τον Αριστοτέλη τον Λεονάρντο Ντα Βίντσι και τον Βάκωνα που είχε διατυπώσει θεωρητικά μια πειραματική μέθοδο η οποία ποτέ δεν εφαρμόστηκε όπου όμως τα μαθηματικά έπαιζαν πολύ μικρό ρόλο. Αλλά το έργο του Γαλιλαίου διακρίνεται για ορισμένα χαρακτηριστικά που δεν τα συναντούμε στους άλλους επιστήμονες και φιλόσοφους. Το πείραμα σε αυτόν δεν είναι συμπτωματικό γεγονός και δεν περιορίζεται σε καθαρό εμπειρισμό, το υπό εξέταση φαινόμενο ερευνάται και αναλύεται προκειμένου να κατανοήσει κανείς την κύρια πλευρά του, απομακρύνοντας τις αιτίες που προκαλούν σύγχυση. Το πείραμα επαναλαμβάνεται ωστόσο από τα δεδομένα που συγκεντρώνονται να γίνει δυνατή η ανακάλυψη ενός μαθηματικού νόμου που να συνδέει τα διάφορα εξεταζόμενα μεγέθη. Ένα σημείο πρέπει να υπογραμμιστεί στην μέθοδο του Γαλιλαίου και αυτό είναι η σημασία που αποκτούν τα μαθηματικά:

*« η φιλοσοφία είναι γραμμένη σ' αυτό το μέγιστο βιβλίο που συνεχώς βρίσκεται ανοιχτό μπροστά στα μάτια μας (εγώ το λέω σύμπαν) αλλά δεν μπορούμε να το κατανοήσουμε, αν πρώτα δεν μάθουμε να κατανοούμε τη γλώσσα και να γνωρίζουμε τους χαρακτήρες του είναι τρίγωνα κύκλοι και άλλα γεωμετρικά σχήματα, χωρίς τα οποία είναι αδύνατον να καταλάβουμε λέξη. Χωρίς αυτά είναι σαν να περιφερόμαστε μάταια σε ένα σκοτεινό λαβύρινθο.»*

Από το σύνολο των έργων του Γαλιλαίου μπορούμε να διακρίνουμε στην πρακτική εφαρμογή της πειραματικής του μεθόδου τέσσερις ξεχωριστές φάσεις. Η πρώτη φάση είναι η

κατανόηση του φαινόμενου που εξατομικεύει το φαινόμενο χωρίς να δίνει και το νόμο του. Η δεύτερη φάση είναι το **ΑΞΙΩΜΑ** δηλαδή η διαίσθηση του φυσικού νόμου που προκύπτει από την εξέταση των δεδομένων της κατανοήσεως του φαινόμενου. Η Τρίτη φάση είναι **ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΉ ΔΙΑΔΙΚΑΣΊΑ** δηλαδή ο μαθηματικός νόμος που περιγράφει όσα παρατηρήθηκαν και εξετάστηκαν. Τέλος η τέταρτη φάση ή **ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΟΚΙΜΗ** δηλαδή το πείραμα επαληθεύσεως του νόμου που ανακαλύφθηκε. Στη νεώτερη ορολογία θα μπορούσαμε να ονομάσουμε τις τέσσερις αυτές φάσεις: πειραματική παρατήρηση, υπόθεση εργασίας μαθηματικοποίηση ή λογικό συμπέρασμα τελικό πείραμα.

Ο διάλογος των μέγιστων συστημάτων εκδίδεται με το **IMPRIMATUR** (τυπωθήτω) των εκκλησιαστικών αρχών αλλά το έργο είναι πολύ επαναστατικό ανατρέπει όλη την τάξη που η εκκλησία από αιώνες υπερασπίζεται. Πρέπει λοιπόν να καταδικαστεί και ο συγγραφέας του να τιμωρηθεί. Οι εχθροί του Γαλιλαίου αναθαρρούν και κατορθώνουν να πείσουν ακόμα και τον Ουρβανό Η' ότι κάτω από το όνομα του Σιμπλίτσιο, ο Γαλιλαίος εμφανίζει τον ίδιο τον πάπα. Ο Ουρβανός Σ' εγκαταλείπει τον γαλιλαίο. Στις 12 Απριλίου 1633, ο σοφός ερευνητής διατάσσεται να εμφανιστεί μπροστά στην Ιερά εξέταση. Στις 22 Ιουνίου υποβλήθηκε σε εξαντλητικές ανακρίσεις απειλές και ταπεινώσεις, ο Γαλιλαίος απογοητευμένος τώρα και ηθικά καταπονημένος αναγκάζεται να αποκηρύξει γονατιστός ολόκληρο το έργο του. Η έσχατη αντίδραση του **ΚΑΙ ΟΜΩΣ ΚΙΝΕΙΤΑΙ** αποτελεί μύθο. Τον Δεκέμβριο του ίδιου χρόνου ο Γαλιλαίος παίρνει την άδεια να επιστρέψει στο Αρτσέρι με περιορισμένη ελευθερία. Εκεί ο Γαλιλαίος ξαναρχίζει να ασχολείται με την φυσική. Τον παρηγορούν στην μοναξιά του η κόρη του Βιρτζίνια, μοναχή Μαρία Ουρανία που ο ίδιος αυθαίρετα την είχε αναγκάσει να μπει σε μοναστήρι και ο θαυμασμός των μαθητών του Βιβιάνι Καβαλιέρι Τορριτσέλλι και αργότερα η παρουσία του γιου του Βιντσέντσο. Ο Γαλιλαίος όμως είναι τώρα πια άρρωστος κοντεύει να τυφλωθεί και το 1634 πεθαίνει η κόρη του Μαρία. Κατορθώνει να κατανίκηση τη λύπη του ξοδεύοντας όλη την ενεργητικότητα του στο έργο που θα θεωρηθεί το επιστημονικό του αριστούργημα **ΛΟΓΟΙ ΚΑΙ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΕΣ**

**ΑΠΟΔΕΙΞΕΙΣ ΓΥΡΩ ΣΕ ΔΥΟ ΝΕΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ** που εκδόθηκε στο Λέϋντεν το 1638.

Η πραγματεία είναι γραμμένη σε μορφή διαλόγου και αναφέρεται στις συζητήσεις τεσσάρων ημερών με τους είδους συνομιλητές Σαλβιάτι, Σιμπλίσιο και Σαγκρέντο. Το ύφος δεν έχει πια την πολεμική δριμύτητα του **ΔΙΑΛΟΓΟΥ ΤΩΝ ΔΥΟ ΜΕΓΑΛΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ** αλλά μια ηρεμία και επισημότητα ιδιαίτερα στο τελευταίο μέρος γραμμένο στα λατινικά. Στις δύο πρώτες ημέρες συζητούνται ποίκιλα θέματα ανάμεσα τους και το πρόβλημα αν η ταχύτητα του Φωτός είναι πεπερασμένη ή άπειρη. Ο Σαλβιάτι Γαλιλαίος υποστηρίζει ότι η ταχύτητα είναι πεπερασμένη και προτείνει ένα πείραμα για τη μέτρηση της: δυο πειραματιστές τοποθετούνται σε ορισμένη απόσταση ο καθένας μ' ένα φανάρι και σε δεδομένη στιγμή ο ένας ξεσκεπάζει το φανάρι του μόλις ο άλλος βλέπει το φως ξεσκεπάζει το δικό του φανάρι που ο πρώτος πειραματιστής θα το δει ύστερα από ορισμένο χρόνο, ο οποίος και θα μετρηθεί. Το πείραμα στην ουσία θα αποτύχει εξαιτίας της μεγάλης ταχύτητας του φωτός αλλά το γενικό σχήμα ισχύει. Πράγματι ύστερα από δυο αιώνες και πλέον ο Φιζώ και ο Φουκώ το επαναλαμβάνουν στο εργαστήριο αντικαθιστώντας τον έναν παρατηρητή μ' ένα σύστημα από καθρέφτες. Στο πρώτο αυτό μέρος του έργου γίνεται επίσης λόγος για την ακουστική (ο γαλιλαίος αναγνωρίζει ότι ο ήχος οφείλεται σε κραδασμούς ενός ελαστικού μέσου) καθώς και για την αντίσταση των υλικών (την πρώτη νέα επιστήμη).

Στις τελευταίες δυο ημέρες εισάγεται η Δεύτερη νέα επιστήμη η τοπική(δηλαδή η δυναμική). Ο Γαλιλαίος έχει επίγνωση της σημασίας των ανακαλύψεων του και έτσι αρχίζει η συγγραφή της πραγματείας: **DE SUBIECTO VETUSTISSIMO NOVISSIMAM PROMOVEMUS SCIENIAM**. Τα βάρη πέφτουν όλα με την ίδια ταχύτητα, η κίνηση τους επιταχύνεται ομοιόμορφα και υπάρχει αναλογία ανάμεσα στα διαστήματα που διανύονται και στα τετράγωνα των χρόνων που απαιτούνται για να διανυθούν. Αφού απέδειξε πόσο σωστές είναι οι διαπιστώσεις αυτές με πειράματα πάνω σε επικλινή επίπεδα ο Γαλιλαίος ασχολήθηκε με τη βαλλιστική για να αποδείξει ότι η τροχιά των βλημάτων που δεν εξακοντίζονται κάθετα είναι παραβολή.

Ο Γαλιλαίος έχει πια τυφλωθεί αλλά εργάζεται πέντε χρόνια ακόμα υπαγορεύοντας στους μαθητές του τις τελευταίες του έρευνες σχετικά με την κίνηση και βρίσκοντας επίσης τη δύναμη να ασκήσει για τελευταία φορά πολεμική κατά των αιωνίων αντιπάλων του, όλων εκείνων που αντιτάσσουν στη λογική προκαταλήψεις και θέσεις στηριζόμενες μόνο στην αυθεντία. Ο Γαλιλαίος πέθανε στις 8 Ιανουαρίου 1642.

## ΤΟ ΜΗΛΟ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ

### Η ΓΝΩΣΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΚΟΣΜΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΚΑΙ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ

Πέφτει ένα μήλο κάποιος το παρατηρεί και καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η γη το τράβηξε προς τα κάτω. Ιδού η δύναμη της βαρύτητας. Αν το ανέκδοτο είναι αληθινό, η αν αυτή ήταν η ολόκληρη η αλήθεια, κανείς δεν θα είχε ακούσει ποτέ να γίνεται λόγος για τον Ισαάκ Νιούτον. Αμέτρητοι στοχαστές είχαν δει μήλα να πέφτουν και πολλοί είχαν αποδώσει την πτώση σε κάποια δύναμη που βρίσκονταν στο εσωτερικό της γης. Κανείς όμως δεν είχε σκεφτεί, όπως ο Νεύτωνας, ότι η σελήνη θα μπορούσε να πέσει πάνω στην γη και ότι, αν αυτό δεν συμβαίνει, οφείλεται στην φυγόκεντρη δύναμη της κινήσεως της γύρω από την γη. Ούτε έχει διανοηθεί κανείς όπως ο Νεύτωνας, να υπολογίσει το μέγεθος αυτής της δυνάμεως και να διατυπώσει το νόμο της βαρύτητας με την έννοια της παγκόσμιας έλξεως, που είναι αντιστρόφως ανάλογη με το τετράγωνο της αποστάσεως ανάμεσα στα ουράνια σώματα.

Ο Νεύτων υπήρξε μια από τις πιο ολοκληρωμένες διάνοιες που είδε ποτέ ο κόσμος. Η συμβολή του στα καθαρά μαθηματικά, στην θεωρητική και την πειραματική Φυσική δεν

ξεπεράσθηκε παρά μόνο στα χρόνια του Αϊνστάιν. Βέβαια ο Αϊνστάιν τον ξεπέρασε στην θεωρητική φυσική, ο Γκάους υπήρξε ισάξιος στα καθαρά μαθηματικά και ο Ράδερφορντ, ίσως στην πειραματική φυσική, αλλά κανείς δεν τον ξεπέρασε στην κατάκτηση και των τριών επιστημών. Σε νοητική ικανότητα ίσως τον πλησίασε ο Αρχιμήδης αλλά είναι αδύνατον να συγκριθούν τα αποτελέσματα των ερευνών των δυο επιστημόνων. Κατά την Ελληνική αρχαιότητα, η επιστήμη βρίσκονταν πολύ μακριά από την δυνατότητα να προσφέρει τα δημιουργικά προβλήματα που πρόσφερε ο Νεύτωνας.

Ο Ισαάκ Νεύτων αφιέρωσε το μεγαλύτερο μέρος της τεράστιας πνευματικής του δραστηριότητας στην ιστορία, την θεολογία, την χημεία, την αλχημεία και την πολιτική. Παραιτήθηκε από την επιστημονική έρευνα σε ηλικία πενήντα τεσσάρων ετών, μολονότι, στα ογδόντα του, ήταν ακόμα σε θέση να συζητά με νεώτερους μαθητές του πως θα βελτιώνε τα περίφημα "Principia" «ΑΡΧΕΣ» και την οπτική. Οι μεγαλύτερες ανακαλύψεις του, η μέθοδος του απειροστικού λογισμού, η διατύπωση της θεωρίας της βαρύτητας και η ανάλυση του ηλιακού φωτός πραγματοποιήθηκαν σε ηλικία είκοσι τεσσάρων χρόνων. Ο Νεύτων επισκιάστηκε τελείως από τον επιστήμονα.

Είναι φανερό, ότι περισσότερο ενδιαφέρει το έργο από τον ανθρώπινο χαρακτήρα. Ίσως όμως αξίζει τον κόπο να ρίξουμε μια ματιά και στον άνθρωπο. Κατεχόταν από την επίμονη επιθυμία να τον θεωρούν ευγενή (τζέντλεμαν). Είχε, πράγματι, κληρονομήσει κάποιο κτήμα με εισόδημα μόλις τριάντα στερλίνες το χρόνο, που του έδινε όμως τα νομικά δικαιώματα και καθήκοντα του "Lord of the manor" τα άσκησε σ' όλη του τη ζωή με την πιο σχολαστική προσοχή στις λεπτομέρειες. Ακόμα και τον καιρό που συνέγραψε τα "Principia", δεν παράλειπε να ασχολείται, επίσης, και με μικροζητήματα μισθώσεων. Αγwonίστηκε ν' αποδείξει (για δική του ικανοποίηση, αν όχι άλλων) ότι συγγένευε με τον βαρονέτο σερ Τζων Νιούτον και, όταν το επέτυχε, βομβάρδιζε με φλύαρες και συγκινητικές επιστολές τον δυστυχή σερ Τζων επί πολλά χρόνια.

Εγκατέλειψε την ακαδημαϊκή ζωή, χωρίς λύπη, για να γίνει διευθυντής του νομισματοκοπείου, επειδή το αξίωμα αυτό του

πρόσφερε μια καλή κοινωνική θέση και αξιόλογο μισθό. Και όμως θα μπορούσε να έχει την ίδια θέση και το ίδιο εισόδημα αν είχε δεχτεί να γίνει πρύτανης του Τρίνιτυ Κόλλετζ η του Κινγκ'ς Κόλλετζ. Αρνήθηκε και τις δυο θέσεις επειδή η αποδοχή τους θα τον υποχρέωνε να γίνει κληρικός και είχε θρησκευτικές αμφιβολίες. Ωστόσο, ο αρχιεπίσκοπος του Καντέρμπερυ, Δρ. Τένισον, ήταν πρόθυμος να τις αγνοήσει και ευχαρίστως θα τον είχε χειροτονήσει αμέσως, δίνοντας του όλες τις απαιτούμενες προαγωγές.

Τα «Principia», που αντιπροσωπεύουν την πιο έντονη διανοητική προσπάθεια απ' όσες πραγματοποίησε ποτέ άνθρωπος, γράφτηκαν πολύ πριν αφήσει το Καίμπριτζ για το νομισματοκοπείο. Επί δυο ακαδημαϊκές περιόδους, από το 1665 ως το 1667, η πανώλης είχε προκαλέσει το κλείσιμο του πανεπιστημίου και ο Νεύτων επέστρεψε στο πατρικό του σπίτι του Γούλσθορπ στο Λινκόςάιρ όπου, ζώντας μια ήσυχη ζωή με τη μητέρα του, σ' εξοχικό περιβάλλον, βρέθηκε στην ιδεώδη κατάσταση για να αυτοσυγκεντρωθεί. Πρώτος στην ιστορία υπολόγισε το εμβαδόν που ορίζεται από μια υπερβολή και, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο του απειροστικού λογισμού, που ο ίδιος είχε ανακαλύψει, έφτασε σε ακρίβεια δεκαδικού αριθμού με πενήντα δυο ψηφία. Είχε γοητευθεί από την οπτική και ήταν ικανότατος στην επεξεργασία των φακών, με τους οποίους κατασκεύαζε τηλεσκόπια. Πρόσεξε ότι οι εικόνες που πετύχαινε ήταν συγκεχυμένες και χρωματισμένες στα άκρα, άρχισε να αναζητά τις αιτίες και έφτασε στην τεραστίως σημασίας ανακάλυψη, ότι το λευκό φως αποτελείται στην πραγματικότητα από ακτίνες όλων των χρωμάτων του «φάσματος»

Μελετώντας το φαινόμενο αυτό, κατέληξε στο συμπέρασμα, ότι ο κοινός τύπος τηλεσκοπίου, ο λεγόμενος «διαθλαστικός», δε θα μπορούσε ποτέ να δώσει καλά αποτελέσματα με όση επιμέλεια κι αν κατασκευαζόταν επειδή το φως από το παρατηρούμενο αντικείμενο (είτε πρόκειται για τη σελήνη είτε για κάποιο μακρινό άστρο) φτάνει στο ανθρώπινο μάτι περνώντας μέσα από μια σειρά φακών. Το φως από κάθε χρώμα του φάσματος παρεκκλίνει, διαθλάται, σε διαφορετικό βαθμό, γι' αυτό είναι αδύνατο να προσπέσουν ακριβώς στην εστία όλα μαζί. Αποφάσισε, λοιπόν, να ασχοληθεί με την

κατασκευή ενός τηλεσκοπίου «ανακλαστήρα» όπου το φως αντανακλάται από ένα μεγάλο κοίλο κάτοπτρο κι ύστερα από ένα επίπεδο πριν φτάσει στο μάτι χωρίς ποτέ να περνά μέσα από το γυαλί. Αποδείχτηκε αργότερα ότι μπορούν να κατασκευασθούν ειδικοί φακοί με διαφορετικά γυαλιά ικανοί να περιορίζουν σχεδόν στο μηδέν τη «χρωματική παρέκκλιση» αλλά το τηλεσκόπιο που επινόησε ο Νεύτων είναι ο πρόδρομος του γιγαντιαίου τηλεσκοπίου του όρους Πάλομαρ, στις «ΗΠΑ» του οποίου το κύριο κάτοπτρο έχει διάμετρο πάνω από πέντε μέτρα.

Σ' όλο το διάστημα που μελετούσε τον τρόπο αντικαταστάσεως του τηλεσκοπίου «διαθλάσεως» με το τηλεσκόπιο «ανακλάσεως», όλη η σκέψη του Νεύτωνα ήταν στραμμένη στα μαθηματικά προβλήματα. Εξ άλλου, είχε γοητευθεί από τη θεωρία του Κοπέρνικου, που είχε αποδείξει ότι η γη περιστρέφεται γύρω από τον ήλιο και όχι το αντίθετο. Και βρισκόταν σ' αυτό το σημείο ακριβώς όταν έπεσε το μήλο στον κήπο του Γούλσθορπ.

Μετά την επιστροφή του στο Καίμπριτζ το 1667, όταν η πανώλης βρισκόταν προς το τέλος της ο Νεύτων έγινε μέλος του ακαδημαϊκού σωματος του Τρίνιτυ Κόλλετζ. Είχε καθαρά στη σκέψη του τη θεωρία του για τη βαρύτητα, ακόμα από την εποχή του Γούλσθορπ, αλλά-πράγμα ιδιαίτερα χαρακτηριστικό της προσωπικότητάς του-δεν αποφάσιζε να της δώσει γραπτή διατύπωση. Δέχτηκε μια πανεπιστημιακή έδρα, που τον ικανοποίησε αφού του απέφερε ετήσιο μισθό εκατό στερλίνες με μόνη υποχρέωση να δίνει είκοσι τέσσερα μαθήματα το χρόνο. Είχε διατυπώσει τώρα τους νόμους του για την κίνηση: ο πρώτος όριζε ότι ένα σώμα σε κατάσταση ηρεμίας θα διατηρήσει την κατάσταση αυτή αν δεν επενεργήσει επάνω του κάποια δύναμη και ότι, επίσης, ένα σώμα σε κίνηση ευθύγραμμη θα εξακολουθήσει να κινείται κατά μήκος της ευθείας αν κάποια δύναμη δεν επέμβει.

Θεωρία που βρισκόταν σε πλήρη αντίθεση με την επικρατούσα γνώμη. Όλοι μπορούν να δουν ότι μια σφαίρα που κυλάει πάνω σ' ένα δάπεδο σταματά τελικά από μόνη της. Ο Νεύτων έδωσε τη μαθηματική απόδειξη ότι το σταμάτημα οφείλεται στην τριβή. Και ότι στην περίπτωση μιας σφαίρας που ρίχνεται στον αέρα επεμβαίνει όχι μόνο η

τριβή αλλά και η δύναμη της γήινης έλξεως.

Κατά το δεύτερο νόμο, η δύναμη μετριέται με βάση την ποσότητα σταθερής μεταβολής της κινήσεως και η πιο απλή περίπτωση είναι της βαρύτητας, όπου η δύναμη, κι επομένως η ποσότητα σταθερής μεταβολής της ταχύτητας, είναι αμετάβλητη. Η σταθερά αυτή αποδείχτηκε ότι είναι περίπου 980 εκ. και γι' αυτό, ένα σώμα σε πτώση κινείται με ταχύτητα 980 εκ. στο δευτερόλεπτο στο τέλος του πρώτου δευτερόλεπτου, με ταχύτητα  $980 \times 2 = 1960$  εκ. το δευτερόλεπτο στο τέλος του δεύτερου δευτερολέπτου, με ταχύτητα  $980 \times 3 = 2940$  εκ. το δευτερόλεπτο κ.ο.κ.

Κατά τον τρίτο νόμο η δράση και η αντίδραση είναι ίσες και αντίθετες. Η σελήνη π.χ. έλκει τη γη με την ίδια δύναμη με την οποία έλκει ο ήλιος τη σελήνη κι αυτό μπορεί να αποδειχτεί με τη μελέτη του φαινομένου των παλιρροιών. Οι νόμοι αυτοί και πολλοί άλλοι ακόμα, περιγράφονται στο βιβλίο του <<Οι μαθηματικές αρχές της φυσικής φιλοσοφίας>> (καλύτερα γνωστό με τον τίτλο <<Principia>> δεδομένου ότι γράφτηκε στα λατινικά που ήταν η γλώσσα των μορφωμένων της Ευρώπης). Το έργο, θεωρούμενο από πολλούς ως το σημαντικότερο που γράφτηκε ποτέ από επιστήμονα, χωρίζεται σε τρία <<βιβλία>> και οι νόμοι της κινήσεως αναλύονται στα πρώτο. Στο δεύτερο βιβλίο, ο Νεύτων αναφέρεται στην κίνηση μέσα σ' ένα περιβάλλον που παρουσιάζει αντίσταση, όπως στην περίπτωση ενός αντικειμένου που κινείται στο νερό. Και αφού εξηγήσει τα συναφή, σύνθετα μαθηματικά προβλήματα, εξετάζει με πολύ πρακτικό τρόπο, τα «αεροδυναμικά» ή «υδροδυναμικά» (όπως θα τα αποκαλούσαμε σήμερα) πλεονεκτήματα, δηλαδή τη μορφή που πρέπει να δοθεί σ' ένα σώμα για μειωθεί στο ελάχιστο η αντίσταση που προβάλλει στην κίνηση το περιβάλλον.

Ο θρίαμβος όμως της μεγαλοφυΐας του Νεύτωνα πρέπει να αναζητηθεί στο τρίτο βιβλίο όπου ο σοφός ερευνητής δείχνει ποια είναι η δομή του σύμπαντος, οι κινήσεις των δορυφόρων και ο τρόπος ευρέσεως της μάζας του ήλιου και των πλανητών με βάση τη μάζα της γης. Πετυχαίνει, εξ' άλλου σ' ένα καταπληκτικό εγχείρημα. Ήταν γνωστό ότι ο άξονας της γης σχηματίζει γωνία περίπου  $66^{\circ} 30'$  σε σχέση με το

επίπεδο της τροχιάς αλλά συγχρόνως ήταν γνωστό ότι η γωνία αυτή μεταβάλλεται ελαφρά χωρίς να είναι δυνατό να εξηγηθούν οι λόγοι. Ο Νεύτων απέδειξε *α) ότι η γη δεν είναι σφαίρα όπως πιστευόταν αλλά ένα <<σφαιροειδές>> με πλατυσμένους τους πόλους και β) ότι η έλξη που ασκεί ο ήλιος στο σώμα αυτό, το εξογκωμένο στο κεντρικό τμήμα του υφίσταται ελαφρές μεταβολές (που κατόρθωσε να τις υπολογίσει) όσο η γη περιστρέφεται γύρω από τον ήλιο, μεταβολές που συμπίπτουν ακριβώς με το γνωστό φαινόμενο της <<μεταπτώσεως των ισομερειών>>.*

Σ' ολόκληρη τη ζωή του ο Νεύτων ενδιαφέρθηκε σοβαρά για την οπτική και το βιβλίο του << Optiks >> (κατά την αγγλική γραφή της εποχής ) είναι κλασικό. Όπως είδαμε ανακάλυψε ότι το «λευκό» φως σχηματίζεται από ένα σύνολο χρωματιστών φώτων. Κατασκεύασε ένα πρίσμα με το οποίο συνέθεσε το φάσμα και απέδειξε ότι το ιώδες φως βρίσκεται πάντοτε σε ένα από τα άκρα και το κόκκινο στο αντίθετο άκρο. Έδειξε με ακρίβεια ποια διάθλαση αντιστοιχεί στο κάθε χρώμα: δηλαδή ότι, χωρίζοντας με ένα πρίσμα το γαλάζιο φως από το λευκό και περνώντας το από ένα δεύτερο πρίσμα το φως αυτό παραμένει πάντοτε και μόνο γαλάζιο. Εξ άλλου αν το περνούσε μαζί με όλα τα άλλα χρώματα του φάσματος γινόταν λευκό.

Ολόκληρο το έργο του Νεύτωνα (κι αυτό που έφτασε ως εμάς περικλείεται σε τρία περίπου εκατομμύρια λέξεις μολονότι ο ίδιος αρνήθηκε να διατυπώσει γραπτά μεγάλο μέρος των σκέψεων του) δείχνει την τεραστία ικανότητα του να προβάλλει το σημαντικό στοιχείο δίνοντας παράλληλα ιδιαίτερη προσοχή στις λεπτομέρειες. Είναι παράξενο ότι η απροθυμία του για συγγραφή δεν προερχόταν τόσο από μετριοφροσύνη όσο από τη σχεδόν παθολογική αποστροφή του για τις διενέξεις. Ήξερε ότι οι θεωρίες του ήταν σωστές κι αυτό του αρκούσε και δεν είχε καμία πρόθεση να αρχίσει συζητήσεις με πρόσωπα που θα μπορούσε να μη συμφωνούσαν μαζί του.

Μόνο χάρη στις επίμονες πιέσεις του μεγάλου αστρονόμου Έντουαρντ Χάλλεϋ, που συνεχώς παρότρυνε τον Νεύτωνα να δημοσιεύσει τις ανακαλύψεις του μπορούμε σήμερα να διαβάσουμε τα «principia». Ο Νεύτων συναίνεσε τελικά και

αφιέρωσε το έργο που το έγραψε σε διάστημα ενός χρόνου στη Βασιλική Εταιρεία. Πρόεδρος της εταιρείας αυτής ήταν τότε ο διάσημος ημερολογιογράφος Σάμουελ Πέπυς άνθρωπος ικανός και με επιρροή αλλά χωρίς επιστημονικές γνώσεις. Πράγμα αρκετά εκπληκτικό, το όνομα του Πέπυς φιγουράρει στην προμετωπίδα με την ίδια προβολή όπως και το όνομα του Νεύτωνα για να επισημάνει το γεγονός ότι το έργο είχε εκδοθεί με την έγκριση της εταιρείας.

Η έκδοση έγινε το 1687: τα τρία βιβλία, συγκεντρωμένα σ' ένα τόμο, κόστιζαν έξη σελίνια. Δεν ήταν ένα βιβλίο εύκολο και ο Νεύτων, που ( όπως είδαμε ) αποστρεφόταν τις διαμάχες, διαβεβαίωσε ότι το είχε γράψει σκόπιμα δυσνόητο «για να αποφύγει τις ενοχλήσεις εκείνων που έχουν ένα μικρό επίχρισμα μαθηματικών γνώσεων». Τα μαθηματικά που είχε χρησιμοποιήσει ήταν της κλασικής γεωμετρίας, υλικό αρκετά δύσκολο την εποχή εκείνη και που σήμερα λίγοι το κατέχουν. Τα ίδια αποτελέσματα μπορούν να επιτευχθούν ευκολότερα με τον απειροστικό λογισμό, που είχε ανακαλύψει ο Νεύτων, και πολλοί τείνουν να πιστέψουν ότι αυτό ήταν το όργανο έρευνάς του και ότι αργότερα έδωσε τη γεωμετρική απόδειξη, επειδή θαύμαζε τις μεθόδους των αρχαίων.

Ονομάστηκε ιππότης σε ηλικία εξήντα δυο χρονών και έζησε ακόμη είκοσι τρία χρόνια: πέθανε, πράγματι, σε ηλικία ογδόντα πέντε χρονών, στο Κένσινγκτον και θάφτηκε στο αβαείο του Ουέστμινστερ. Η νευτωνική φυσική άρχισε να διδάσκεται στα πανεπιστήμια μετά το θάνατό του, μισό αιώνα και πλέον μετά τη δημοσίευση των «Principia». Επί χρόνια, διδασκόταν μόνο στα δύο σκοτσέζικα πανεπιστήμια, του Σαίντ Άντιους και του Εδιμβούργου. Οι αποδείξεις που περιέχονταν στο βιβλίο ήταν δύσκολο να κατανοηθούν. Ο διαπρεπής μαθηματικός Ντιμόιβρ αφού αγόρασε ένα αντίτυπο του βιβλίου αποσπούσε τις σελίδες του σε μικρές δέσμες για να μπορεί να τις έχει μαζί του και να τις μελετά με την ησυχία του μόλις έβρισκε τον καιρό.

Όταν οι θεωρίες του με την τόσο νεωτεριστική ευρύτητα έγιναν επιτέλους κατανοητές βρήκαν την ομόφωνη επιδοκιμασία των επιστημόνων όλου του κόσμου. Ακόμα και ο Αϊνστάιν που επωφελήθηκε από μεγάλο μέρος της διδασκαλίας του Νεύτωνα υποστήριζε ότι ήταν ένας πυγμαίος

σε σύγκριση με τον μεγάλο αυτό σοφό του 17ου αιώνα.  
Αξίζει εδώ να αναφερθεί το δίστιχο του Πόουπ:  
«Nature and Nature's Laws hid in night:  
God said, let Newton be! And all was light»  
(«Η φύση και οι νόμοι της ήταν κρυμμένοι στο σκοτάδι  
Ο Θεός είπε «Γενηθήτω ο Νεύτων!» και όλα έγιναν φως»).

## Η ΑΤΜΟΜΗΧΑΝΗ ΤΟΥ ΒΑΤ

Η εφεύρεση που προμήθευσε την ενέργεια για τη βιομηχανική επανάσταση.

Υπήρχε πάντα και περίμενε να χρησιμοποιηθεί. Γενεές παιδιών, αλλά και ενηλίκων, παρατηρούσαν, γοητευμένοι, τον «ατμό», όπως τον έλεγαν (μολονότι δεν ήταν), να αχνίζει βγαίνοντας από το στόμιο της τσαγιέρας. Υπάρχει μια περίφημη ξυλογραφία του Τζ. Ου. Στηλ που απεικονίζει τον νεαρό Τζέιμς Βατ καθισμένο μπροστά στο τζάκι του πατρικού του σπιτιού του Γκρήνοκ, με το πηγούνι ακουμπισμένο στο χέρι. Η μητέρα του στο βάθος του δωματίου, φλυαρεί. Δεν έχει προσέξει ότι το καπάκι της τσαγιέρας ανυψώνεται από τον ατμό. Μόνο ο γάτος και ο Τζέιμς το κοιτάζουν, ενώ αχνά συννεφάκια σκορπίζονται ολόγυρα.

Και άλλα παιδάκια θα μπορούσαν να βρίσκονται σ' αυτόν τον πίνακα. Οι Ρόμπερτ Μπούλ, Έντουαρντ Σόμερσετ, Κρίστιαν Χόιγγενς, Τόμας Σείβερι, Ντενί Παπέν, Τόμας Νιουκόμην και μερικοί άλλοι, θα ήταν δυνατό να απεικονίζονται στην ίδια στάση θαυμασμού, όλοι γοητευμένοι με τις ιδιότητες του «ατμού», της εξαχνώσεως που βγαίνει από την επιφάνεια του νερού όταν βρίσκεται σε βρασμό. Όλοι αυτοί, και άλλοι, έκαναν πειράματα με ατμό. Ο Τζέιμς Βατ ήταν εκείνος που κατασκεύασε την πρώτη ικανοποιητική «ατμομηχανή».

Οι πρώτοι πειραματιστές ανακάλυψαν ότι η ουσία που σχηματιζόταν με τον βρασμό του νερού ή με άλλες μεθόδους εξατμίσεως δεν ήταν λευκή ούτε υγρή. Ήταν στεγνή, χωρίς χρώμα και διάφανη. Μόνο η ψυχρή ατμόσφαιρα του

περιβάλλοντος τη συμπύκνωση, παραγόταν το γνωστό λευκό νέφος, που όχι σωστά, ονομάζεται ατμός. Ο αληθινός ατμός-ανακάλυψαν- είχε περίεργες ιδιότητες: η σπουδαιότερη, ότι κατέχει σχεδόν 2.000 φορές το χώρο που κατείχε το νερό από το οποίο παραγόταν. Ήταν φανερό ότι αν κατόρθωνε κανείς να τον συγκρατήσει σ' ένα δοχείο, χωρίς δυνατότητα να διαφύγει, ο ατμός αυτός θα δημιουργούσε ισχυρή πίεση και χωρίς αμφιβολία θα μπορούσε να έχει χρήσιμες εφαρμογές.

Οι πρώτοι πειραματιστές ωστόσο, ενδιαφέρονταν περισσότερο για την πρακτική χρησιμοποίησή της σε συνδυασμό με τον ατμό. Ανακάλυψαν ότι, βράζοντας νερό σε μια φιάλη με ένα ρουμπινέτο στην άκρη, μπορούσαν να της αφαιρέσουν τον αέρα και να τον αντικαταστήσουν με ατμό. Ύστερα, κλείνοντας το ρουμπινέτο και ψύχοντας το δοχείο, έτσι που ο ατμός να ξαναγίνει νερό, σχηματιζόταν ένα κενό. Όταν ξανάνοιγαν το ρουμπινέτο, ο αέρας χυνόταν στο εσωτερικό με ισχυρό θόρυβο, γιατί η ατμοσφαιρική πίεση τον έσπρωχνε απότομα, να γεμίσει το κενό. Η φύση, είχε διδάξει ο Αριστοτέλης τρεις αιώνες π.Χ., απεχθάνεται το κενό και τείνει με κάθε τρόπο να το γεμίσει. Μπορούσε η ιδιότητα αυτή να χρησιμοποιηθεί για την εκτέλεση έργου;

Η δύναμη της ατμόσφαιρας αποδείχτηκε από τον γερμανό Όττο φον Γκέρικ, μ' ένα εντυπωσιακό πείραμα που εξετέλεσε στο Μαγδεμβούργο τον 17<sup>ο</sup> αιώνα. Ο φον Γκέρικ είχε κατασκευάσει δύο ημισφαίρια από χαλκό, ακριβώς όμοια, με διάμετρο τριάμισι περίπου μέτρα. Τα είχε ενώσει έτσι που να σχηματίζουν μια τεράστια σφαίρα, με έναν αεροστεγή δακτύλιο ανάμεσα στα δύο ημισφαίρια. Με μια αντλία, είχε αφαιρέσει τον αέρα από τη σφαίρα. Ύστερα, μπροστά στον αυτοκράτορα Φερδινάνδο, απέδειξε ότι χρειαζόνταν συνολικά δεκαέξι άλογα, οχτώ να τραβούν από το ένα μέρος και οχτώ από το άλλο, για να χωρίσουν τα δύο ημισφαίρια.

Στην αρχή, είχαν ζέψει ένα μόνο άλογο από την κάθε πλευρά, ύστερα δυο. Όσο και αν μαστίγωναν τα άλογα, τα δύο ημισφαίρια δεν χώριζαν. Στο τέλος, με οχτώ άλογα να τραβούν από κάθε μεριά, τα δύο ημισφαίρια χωρίστηκαν, παράγοντας δυνατό κρότο. Ο φον Γκέρικ είχε αποδείξει ότι η πίεση της ατμόσφαιρας, αν μια όμοια δύναμη δεν ενεργούσε από το εσωτερικό, κρατούσε ενωμένα τα δυο ημισφαίρια,

ωσότου τα χώρισε μια πολύ ισχυρή δύναμη. Και τότε η φύση χύθηκε μέσα, με ένα δυνατό βουητό.

Ο Ρόμπερτ Μπούλ απέδειξε ότι, στο κενό, το νερό βράζει σε θερμοκρασία κατώτερη από την κανονική. Έριξε ένα σφραγισμένο δοχείο νερό, σε θερμοκρασία λίγο κάτω από το σημείο βρασμού, κι ύστερα, αντλώντας λίγο αέρα από το δοχείο, έκανε το νερό να βράζει. Οι ορεσίβιοι επιβεβαιώνουν την ανακάλυψη. Στα ψηλά βουνά, όπου η ατμοσφαιρική πίεση είναι μικρότερη απ' ό,τι στο επίπεδο της θάλασσας, το νερό βράζει γρήγορα, αλλά κάτω από το «σημείο βρασμού» των 212 βαθμών Φαρενάιτ ή των 100 βαθμών Κελσίου. Ένα αυγό μπορεί να βράζει πολύ ώρα χωρίς να πήξει.

Ο Ντενί Παπέν απέδειξε το αντίθετο με την πρώτη «χύτρα πιέσεως», τη <<Digester>> του, για <<να μαλακώσει και να βγάλει θρεπτική ουσία από κρέατα και κόκαλα, που και η πιο οικονομία νοικοκυρά θα τα περιφρονούσε, κρίνοντας τα κατάλληλα μόνο για ένα πεινασμένο σκύλο>>. Είχε ανακαλύψει ότι, αν το νερό βράσει σε ένα δοχείο ανθεκτικό και καλά κλεισμένο, έτσι που ο ατμός, μη βρίσκοντας διέξοδο, να δημιουργήσει υψηλή πίεση, η θερμοκρασία του σημείου βρασμού ανέβαινε πολύ πάνω από τους συνηθισμένους 100 βαθμούς Κελσίου. Το κρέας και τα κόκαλα που χρησιμοποίησε ο Παπέν έβραζαν γρήγορα στην πιο υψηλή θερμοκρασία που είχε φτάσει ποτέ το νερό.

Ο Παπέν όμως, όπως και οι άλλοι, ήθελε να επιτύχει με τον ατμό του κάτι πολύ πιο χρήσιμο από μια οικονομική μαγειρική. Τελικά, δημοσίευσε το σχέδιο μιας μηχανής που αντλούσε το νερό από τα πηγάδια των ορυχείων. Η διαδικασία ήταν αργή και δύσκολη, αλλά το σύστημα λειτουργούσε. Μέσα σε έναν κάθετο κύλινδρο, που στη βάση του έβραζε νερό, ένα έμβολο σπρωχνόταν προς τα επάνω, από την πίεση του ατμού. Όταν το έμβολο έφτανε στο υψηλότερο σημείο της διαδρομής του, η μπιέλα που προεξείχε πάνω από τον κύλινδρο, συνδεόταν αμέσως -με τη χρησιμοποίηση σκοινιού και τροχαλίας- με έναν κάδο. Ύστερα αποσυρόταν η φωτιά κάτω από τον κύλινδρο: το νερό έπαυε να βράζει και ο ατμός ξαναγινόταν νερό, αφήνοντας ένα κενό. Με την πίεση της ατμόσφαιρας, στην επάνω επιφάνεια του εμβόλου, το έμβολο κατέβαινε και

ταυτόχρονα ανυψωνόταν ο κάδος του Παπέν, γεμάτος νερό, από το πηγάδι του ορυχείου. Ο κάδος μπορούσε να περιέχει περίπου 30 λίτρα νερό, αλλά χρειαζόταν ένα ολόκληρο λεπτό για να συμπληρωθεί ο κύκλος.

Ο Τόμας Σάβερν κατασκεύασε μια παρόμοια μηχανή, αλλά με τον λέβητα χωριστά. Ενώ άλλοι έβραζαν το νερό μέσα στον κύλινδρο και ύστερα συμπύκνωναν τον ατμό που αναδυόταν, πάντα μέσα στον ίδιο κύλινδρο, ο Σάβερν ξεχώρισε τις διάφορες λειτουργίες. Έτσι, δεν χρειαζόταν να μετακινήσουν τη φωτιά κάτω από τον κύλινδρο: γύριζαν ένα ρουμπινέτο, που έφερνε τον ατμό από το καζάνι.

Το πρόβλημα της αντλήσεως του νερού από τα πηγάδια, στα ορυχεία, ήταν τόσο πιεστικό, ώστε σχεδόν δεν ασχολήθηκαν με άλλες πιθανές εφαρμογές της δυνάμεως του ατμού. Η μηχανή του Σάβερν, όπως και οι προηγούμενες, χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά για άντληση: πράγματι, δεν είχε κινητά τμήματα, απλώς προσάρμοζε το κενό της στο νερό του πηγαδιού ή του ορυχείου και αναρροφούσε. Εκτελούσε τον κύκλο τέσσερις φορές το λεπτό.

Ο τελευταίος μεγάλος πρόδρομος του Τζέιμς Βατ ήταν ο Τόμας Νιουκόμν. Είχε επαναλάβει τα σχέδια του Παπέν και άλλων, χρησιμοποιώντας το κινητό έμβολο, ενώ όμως εκείνοι δημιούργησαν το κενό, αφήνοντας να κρυώσει το δοχείο ή βρέχοντας το απ' έξω με πίδακα ψυχρού νερού, ο Νιουκόμν εφάρμοσε την ιδέα ενός πίδακα ψυχρού νερού, μέσα στον κύλινδρο τώρα, με αποτέλεσμα να συμπυκνωθεί αμέσως ο ατμός χωρίς να κρυώσει ο κύλινδρος. Η ιδέα αυτή, μαζί με άλλες επινοητικές βελτιώσεις, επέτρεψε στον Νιουκόμν να κατασκευάσει ένα αρκετά πρακτικό εργαλείο. Με τη χρησιμοποίηση του χυτοσιδήρου κατασκευάστηκαν μεγάλες και ισχυρές μηχανές, που πολύ σύντομα άρχισαν να εξαγονται σ' όλο τον κόσμο. Μια απ' αυτές εγκαταστάθηκε στη Φρεν, στη Γαλλία, και λέγεται ότι, σε σαράντα οχτώ ώρες, με τη βοήθεια δύο άγγλων μηχανικών, άντλησε περισσότερο νερό απ' όσο μπορούσαν να αντλήσουν σε μια εβδομάδα, δουλεύοντας με βάρδιες νύχτα και μέρα, πενήντα άλογα και είκοσι άνθρωποι.

Ήταν όμως ακόμη απλώς μια αντλία. Η μετατροπή της αντλητικής κινήσεως πάνω και κάτω, σε κίνηση

περιστροφική, βρισκόταν ακόμα μακριά.

Ο Τζέιμς Βατ γεννήθηκε στο Γκρήνοκ, στον ποταμόκολπο Κλάυντ της Σκοτίας, το 1736. Σπούδασε στο Λονδίνο την επιστήμη της κατασκευής εργαλείων κι αργότερα γύρισε στη Σκωτία, όπου απασχολήθηκε στο επιστημονικό εργαστήριο του πανεπιστημίου της Γλασκόβης. Εδώ υπήρχε σε λειτουργία ένα μοντέλο μιας από τις πρώτες μηχανές του Νιουκόμην, και ο Βατ αφιέρωσε τις ικανότητές του στη βελτίωση της μηχανής αυτής. Ανακάλυψε ότι μπορούσαν να κατασκευαστούν τμήματά της που να προσαρμόζονται καλύτερα το ένα στο άλλο, που να κινούνται ευκολότερα, ξοδεύοντας λιγότερη θερμότητα και ατμό, αλλά αντιλήφθηκε επίσης, ότι θα ήταν προτιμότερο να ξανασκεφτεί εξαρχής το πρόβλημα.

Η θερμότητα, για την παραγωγή ατμού στις πρώτες μηχανές, ξοδευόταν άσκοπα, όταν ο ατμός που έβγαινε συμπυκνωνόταν στον κύλινδρο. Και με τις δύο μεθόδους, ο κύλινδρος κρύωνε κι έτσι η θερμότητα της επόμενης ποσότητας ατμού σπαταλιόταν στην επαφή με τα κρύα τοιχώματα. Ο Βατ κατάλαβε ότι σ' αυτό ακριβώς το σημείο έπρεπε να στρέψει την προσοχή του.

Άρχισε με τον λέβητα, που έπρεπε να γίνει πιο αποτελεσματικός: τον έκλεισε σε ένα προστατευτικό κάλυμμα από ξύλο ανθεκτικό στη θερμότητα, από μέσα περνούσαν πολλοί αγωγοί ώστε να αξιοποιηθεί μεγαλύτερη ποσότητα θερμών αερίων που παράγονται με την καύση. Έντυσε με μονωτικό υλικό του ατμοσωλήνες για να εμποδίσει τη διάχυση της θερμότητας. Έπειτα, χώρισε τον συμπυκνωτή, όπου ο ατμός, αφού είχε κινήσει το έμβολο έφτανε ακόμα ζεστός. Εδώ ο ατμός ξαναγινόταν νερό, θερμαίνοντας το νερό που ήταν έτοιμο να γίνει ατμός και ελαττώνοντας έτσι την ποσότητα της αναγκαίας θερμότητας.

Ο Βατ κατασκεύασε και κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας την πρώτη του μηχανή το 1769, για την άντληση νερού και πάλι, αλλά μόλις το 1774, ύστερα από πολλές και επίπονες προσπάθειες, κι αφού διορθώθηκαν σφάλματα, έφτασε στο επιθυμητό αποτέλεσμα. <<Η αντλία λειτουργούσε, επιτέλους καλά, έγραψε τότε στον πατέρα του, να υπακούει στους χειρισμούς καλύτερα από οποιαδήποτε

άλλη έχει κατασκευαστεί ως τώρα>>. Το 1781, πέτυχε ένα ακόμη δίπλωμα ευρεσιτεχνίας, πραγματοποιώντας κι άλλες βελτιώσεις όπως τη <<διπλή ενέργεια>>, με την εναλλασσόμενη εισαγωγή ατμού στα δύο άκρα του εμβόλου. Ο κύλινδρος έμενε θερμός, καθώς είχε κλειστή σ' ένα <<ατμοκιβώτιο>> που επικοινωνούσε με τον λέβητα και από το οποίο ο ατμός έφτανε στον κύλινδρο μέσω μιας βαλβίδας. Εκτελώντας πειράματα με το άνοιγμα και το κλείσιμο αυτής της βαλβίδας, ο Βατ πέτυχε να διακόπτει την εισαγωγή ατμού από τον λέβητα, όταν το έμβολο είχε διατρέξει μόνο ένα μέρος ολόκληρης της διαδρομής.

Απέδειξε ότι η δύναμη <<εξαπλώσεως>> του ατμού μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για επωφελείς σκοπούς: το έμβολο διέτρεχε ολόκληρη τη διαδρομή του με την εισαγωγή μιας <<μικρής κουταλιάς>> ατμού, που ήταν ελεύθερος να εξαπλωθεί.

Έφτασε τέλος να κατασκευάσει την <<περιστροφική μηχανή>>, που γνωρίζουμε σήμερα, μετατρέποντας την ευθύγραμμη κίνηση σε περιστροφική. Δυσπιστώντας στην πατροπαράδοτη πενταλιέρα του κλωστηρίου και του τόνου, επινόησε το σύστημα ενός τροχού <<δορυφόρου>> στερεωμένου σ' ένα διωστήρα (μπιέλα) στην άκρη του εμβόλου. Ο τροχός δορυφόρος περιστρεφόταν (όπως ένας πλανήτης περιστρέφεται γύρω από τον ήλιο), γύρω από έναν τροχό συνδεόμενο με τον άξονα χειρισμού. Ανακάλυψε όμως ότι η παλιά πενταλιέρα του κλωστηρίου ( που φοβόταν ότι θα ήταν πολύ αδύνατη για την μηχανή του) ήταν καλύτερη, και σε όλες τις κατοπινές μηχανές του εφάρμοσε τον στροφαλοφόρο άξονα και τον σφόνδυλο. Τον βασάνιζε ένα τελευταίο πρόβλημα, αλλά το έλυσε γρήγορα: θα ήταν χρήσιμη μια μηχανή με σταθερή ταχύτητα, ενώ η ταχύτητες της ατμομηχανής ποίκιλλαν ανάλογα με το φορτίο. Ο Βατ επινόησε τον φυγόκεντρο ρυθμιστή, με ένα σύστημα μοχλών που ελάττωνε την εισαγωγή ατμού και επομένως την ταχύτητα.

Η μηχανή του Βατ ολοκληρώνει, με τη διπλή ενέργεια, τη λειτουργία εξαπλώσεως και ο φυγόκεντρος ρυθμιστής έφερε επανάσταση στη βιομηχανία. Ήρθε ακριβώς στην κατάλληλη στιγμή, για να κινήσει τις νέες βαμβαουργικές βιομηχανίες

και να δώσει την αναγκαία ενέργεια σε μια σειρά νέων εργαλειομηχανών για την επεξεργασία του ξύλου και των μετάλλων. Συνδέοντας τον στροφαλοφόρο άξονα της μηχανής του Βατ με ιμάντες και άξονες μεταδόσεως της κινήσεως σ' ολόκληρο τον μηχανικό εξοπλισμό ενός εργοστασίου, μπορούσε κανείς να θέσει σε λειτουργία τρυπάνια, τόνους και άλλα εργαλεία με ταχύτητα και αποτελεσματικότητα που θα ήταν αδύνατο να διανοηθεί κανείς ως τότε.

Έργο των διαδόχων του Βατ, όπως ο Τζώρτζ Στήβενσον, ήταν να χρησιμοποιήσουν τη νέα αυτή πηγή ενέργειας σ' ένα όχημα κινούμενο πάνω σε τροχιές, για να σύρει άλλα οχήματα, φορτωμένα με ανθρώπους και εμπορεύματα. Αρχίζοντας το 1827 από τη <<Στόκτον εντ Ντάρλινγκτον Ραϊήλγουείς>>, την πρώτη εταιρεία, οι σιδηρόδρομοι διαδόθηκαν σ' ολόκληρη την Ευρώπη και την Αμερική, αλλάζοντας εντελώς τον τρόπο ζωής των λαών και εξουδετερώνοντας τις αποστάσεις. Η ανακάλυψη εφαρμόστηκε και για την κατασκευή ατμόπλοιοιων και οι ωκεανοί έγιναν λιμνούλες.

Σήμερα που τόσα εργοστάσια κινούνται με ηλεκτρισμό, όπως με ηλεκτρισμό λειτουργούν επίσης πλήθος συσκευές, καθώς και η ραδιοφωνία, η τηλεόραση, κ.λ.π., πρέπει να θυμηθούμε ότι το μεγαλύτερο μέρος της ηλεκτρικής δυνάμεως παράγεται με ατμό. Παρά τις προόδους της πυρηνικής ενέργειας και την κατασκευή σταθμών ηλεκτρικής ενέργειας που λειτουργούν με υδραυλική δύναμη, ο ηλεκτρισμός θα εξακολουθήσει για πολλά χρόνια να παράγεται, τουλάχιστον κατά ένα μέρος, από τον ατμό. Πολλοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής χρησιμοποιούν τους ταχείς ατμοστρόβιλους (τουρμπίνες) με ατμό υψηλής πίεσεως, που κινεί ένα εργαλείο όμοιο με υδραυλικό τροχό. Θα χρειαζονταν όμως πολύ περισσότερα χρόνια για να φτάσουμε ως το σημείο αυτό αν δεν είχε προηγηθεί ο Βατ.

Η ανακάλυψη της μηχανής αυτής, η μηχανική επανάσταση όπως χαρακτηρίστηκε, ήταν η αφετηρία της βιομηχανικής επαναστάσεως. Ήδη είχε πραγματοποιηθεί μια αλλαγή με το πέρασμα, από τις χειροτεχνικές και οικιακές μεθόδους εργασίας, στη μαζική παραγωγή του εργοστασίου. Όλα

επιταχύνθηκαν υπερβολικά με την ανακάλυψη της κινητήριας δυνάμεως του ατμού. Το κάρβουνο, σημαντικός παράγων, μετέτρεψε το νερό σε ατμό για τη μηχανή και έδωσε τη δυνατότητα να εφαρμοσθούν οι μεταλλουργικές διαδικασίες ώστε να έχουμε ισχυρότερες και ελαφρότερες μηχανές. Σε αντάλλαγμα, η ατμομηχανή έθεσε σε λειτουργία τα εργαλεία εκείνα, που επέτρεψαν την εξόρυξη από το έδαφος κάρβουνου και σιδήρου σε ολοένα μεγαλύτερες ποσότητες.

Ο ρυθμός της εξελίξεως γίνεται όλο και πιο γοργός: κατά μίαν άποψη, είναι υπερβολικά γοργός: η τεράστια αύξηση της παραγωγής, που προκάλεσε η ατμομηχανή, ξεπέρασε τις ικανότητες ελέγχου της βιομηχανικής διαδικασίας και του παγκόσμιου οικονομικού συστήματος. Είναι αλήθεια ότι άνδρες και γυναίκες συγκεντρώθηκαν σε πυκνοκατοικημένες πόλεις για να εργαστούν στα εργοστάσια και προκάλεσαν την υπέρμετρη αύξηση του πληθυσμού, με επακόλουθο τη φτώχεια. Η φτώχεια όμως και η αθλιότητα δεν ήταν το αποτέλεσμα της εφευρέσεως του Βατ, αλλά της απληστίας που την ακολούθησε: της απληστίας των βιομηχάνων και των χωρικών, των πλουσίων και των φτωχών. Αν δεν υπήρχε ο Τζέιμς Βατ, κάποιος άλλος θα είχε εφεύρει την ατμομηχανή, μερικά χρόνια αργότερα. Η μοίρα είχε <<δημιουργήσει >> τον απλό αυτό και ήρεμο Σκοτσέζο κατασκευαστή εργαλείων, τη στιγμή ακριβώς που η μηχανή του και όλα όσα ακολούθησαν θα τοποθετούσαν την Αγγλία επικεφαλής του κόσμου. Δύο παγκόσμιοι πόλεμοι κι ένα διαφορετικό διεθνές κλίμα άλλαξαν την κατάσταση, αλλά το έργο του Τζέιμς Βατ αποτελεί, ακόμα και σήμερα, μέρος της ζωής μας .

## Η ΧΗΜΕΙΑ ΤΟΥ ΛΑΒΟΥΑΖΙΕ

Η μεσαιωνική αλχημεία γίνεται επιστήμη.

Όταν ο Λαβουαζιέ άρχισε την επιστημονική του δραστηριότητα, κατά το δεύτερο ήμισυ του 18<sup>ου</sup> αιώνα, στη χημεία κυριαρχούσε ακόμα η θεωρία του φλογιστού, που είχε

διατυπωθεί, πριν εκατό περίπου χρόνια, από τον γερμανό χημικό Γκ. Σταλ. Η φλογιστική, γνωστή επίσης ως <<η υπέρτατη θεωρία>>, είχε γεννηθεί σαν μια απόπειρα ερμηνείας της καύσεως, ενός φαινομένου που, από την αρχαιότητα, προκαλούσε το ζωντανό ενδιαφέρον πολλών ανθρώπων της επιστήμης. Γιατί μερικές ουσίες καίονται και άλλες όχι; Η απάντηση των αρχαίων ήταν πολύ απλή: μόνο μερικά σώματα περιέχουν το στοιχείο φωτιά, που αναπτύσσεται στη φλόγα κατά τη διάρκεια της καύσεως. Ο Σταλ έδωσε μια νέα μορφή σ' αυτή την υπόθεση.

Υποστήριξε, πράγματι, ότι κατά την καύση, ελευθερώνεται ένα εύφλεκτο στοιχείο, ένα είδος πεμπτουσίας της φωτιάς, που ονόμασε <<φλογιστόν>>. Οι ουσίες που καίονται ευκολότερα είναι όσες περιέχουν μεγαλύτερη ποσότητα φλογιστού επίσης τα μέταλλα, όταν θερμαίνονται, παραχωρούν στον αέρα το φλογιστόν τους για να μεταμορφωθούν σε μια γαιώδη ουσία, το λεγόμενο οξειδίο του μετάλλου (η άσβεστος): Ο χρυσός και ο άργυρος δε μετατρέπονται σε οξειδίο, γιατί δεν περιέχουν φλογιστό.

Ο αέρας ο κορεσμένος από το φλογιστόν που βγήκε από το μέταλλο, χαρακτηριζόταν ως <<φλογιστοποιημένος, αέρας>> (το άζωτο), ενώ ο αέρας που έχανε το φλογιστόν ως <<αποφλογιστοποιημένος >> (το οξυγόνο)

Η φλογιστική θεωρία ήταν εντελώς εσφαλμένη και συνδεόταν με τις παλαιές ιδέες της αλχημείας. Ήδη ο Παράκελσος είχε υποστηρίξει ότι στα μέταλλα πρέπει να υπάρχει μια μυστηριώδεις γονιμότητα, από την οποία εξαρτάται η ζωή τους. Αργότερα, ο Μπέχερ διατύπωσε την υπόθεση ότι όλες οι καύσιμες ουσίες, ιδιαίτερα τα μέταλλα, περιέχουν ένα εύφλεκτο στοιχείο, που με την επενέργεια της φωτιάς, εκλύεται στον αέρα. Για τους αλχημιστές, η μεταλλική κατάσταση ήταν μια προνομιακή κατάσταση της ύλης και η απώλεια της, προκαλούμενη από την καύση, μπορούσε να πραγματοποιηθεί μόνο με την αφαίρεση ενός μέρους του μεταλλικού υλικού. Το φλογιστόν ήταν, λοιπόν, ακόμα μια θεωρία που χαρακτήριζε τον τρόπο της σκέψης των αλχημιστών. Δικαιολογημένα, ένας ιστορικός της επιστήμης ονόμασε τη φλογιστική περίοδο <<κύκνιο άσμα της αλχημείας>>.

Ωστόσο, την εποχή του φλογιστού, υπήρξαν χημικοί μεγάλης αξίας, όπως οι Κάβεντις, Σέελε, Πρίσλεϋ, που ανακάλυψαν πολλές χημικές ουσίες. Όλοι τους όμως είχαν μείνει για πολύ καιρό προσκολλημένοι στην ιδέα του φλογιστού, μολονότι είχαν παρατηρήσει ένα γεγονός αρκετό για να καταρρίψει ολόκληρη τη θεωρία: το οξειδίο που προκύπτει από την καύση του μετάλλου ήταν βαρύτερο από το ίδιο το μέταλλο (πράγματι, το μέταλλο οξειδωνόταν παίρνοντας οξυγόνο από τον αέρα), πράγμα που, για τους οπαδούς της φλογιστικής θεωρίας, δεν θα έπρεπε να συμβαίνει, αφού έλειπε από το ασβεστοποιημένο μέταλλο, το στοιχείο του φλογιστού. Για να μην εγκαταλείψουν τη θεωρία τους, έφτασαν στο σημείο να αποδίδουν στο φλογιστό μια ιδιότητα αρκετά παράξενη, δηλαδή ένα αρνητικό βάρος: το φλογιστό γινόταν λοιπόν μια αρχή ελαφρότητας, το μέταλλο ήταν λιγότερο βαρύ από το οξειδίο, επειδή του έδινε ελαφρότητα το φλογιστό. Άλλα παρόμοια χαρακτηριστικά, επίσης παράλογα, είχαν αποδοθεί στο φλογιστό, στην προσπάθεια να ερμηνευθούν μ' αυτό τα κυριότερα γνωστά χημικά φαινόμενα. Ήταν λοιπόν φανερό ότι η χημεία μπορούσε να προοδεύσει και να γίνει αληθινή επιστήμη, μόνο με την εγκατάλειψη της θεωρίας του φλογιστού: γι' αυτό, ήταν ανάγκη να αποδειχθεί το ανυπόστατό της, έργο που πραγματοποίησε, με εξαιρετικό τρόπο, ο Λαβουαζιέ.

Ο Αντουάν Λωράν Λαβουαζιέ γεννήθηκε το 1743 από οικογένεια παρισινών και είχε λάβει εξαιρετική μόρφωση. Σε ηλικία είκοσι ενός ετών ήταν ήδη διδάκτωρ της νομικής. Παράλληλα όμως, είχε επιδοθεί, νεαρότατος ακόμα, στις φυσικές επιστήμες και στη χημεία και παρακολουθούσε, γοητευμένος, τα μαθήματα που έδινε στο Παρίσι ο χημικός Ρουέλ στο "Jardin du Roi". Πολύ γρήγορα εγκατέλειψε τις νομικές μελέτες του και αφιερώθηκε στη σπουδή της χημείας: χάρη στις ενδιαφέρουσες έρευνές του, έγινε δεκτός στη παρισινή Ακαδημία των Επιστημών. Άνθρωπος πνευματώδης και καλλιεργημένος, εύστροφος και σπινθηροβόλος συζητητής, σύχναζε στους κύκλους της υψηλής κοινωνίας και λάβαινε ενεργό μέρος στη δημόσια ζωή. Ήταν, δηλαδή, ένας τύπος εντελώς διαφορετικός από

τους επιστήμονες της εποχής, που ζούσαν αποτραβηγμένοι στη μοναξιά.

Θέλοντας να εξασφαλίσει οικονομική ανεξαρτησία, δέχτηκε τη συμμετοχή του στη Ferme Generale, σαν γενικώς εκμισθωτής φόρων, επάγγελμα που του απέφερε σημαντικά εισοδήματα και τον έκανε μισητό στον παρισινό λαό. Αλλά και στους επιστημονικούς κύκλους ο Λαβουαζιέ είχε δημιουργήσει αντιπάθειες: υπερόπτης και αυταρχικός, συχνά υποτιμούσε ή αγνοούσε τις έρευνες των άλλων επιστημόνων. Σε αρκετές περιπτώσεις, ο Λαβουαζιέ κατηγορήθηκε ότι οικειοποιεί τις ανακαλύψεις των άλλων. Οι κατηγορίες αυτές, τουλάχιστον κατά ένα μέρος, έχουν κάποια βάση: Είναι βέβαιο ότι ο Πρίσλεϋ είχε ανακαλύψει το οξυγόνο πριν από τον Λαβουαζιέ και ότι του είχε ανακοινώσει την ανακάλυψή του, και φαίνεται, επίσης, ότι ο Λαβουαζιέ ήταν πληροφορημένος για τα πειράματα του Κάβεντις σχετικά με τη παρασκευή νερού από το υδρογόνο και το οξυγόνο. Αλλά είναι, επίσης αλήθεια ότι στον Λαβουαζιέ οφείλεται η σωστή ερμηνεία των φαινομένων που είχαν οδηγήσει τους δυο επιφανείς συναδέλφους του στις ανακαλύψεις τους και από την άλλη μεριά, ότι οι παράλληλες έρευνες του Λαβουαζιέ είχαν δώσει τα ίδια αποτελέσματα.

Από το 1770, ο Λαβουαζιέ επιδόθηκε σχεδόν αποκλειστικά στις μελέτες της χημείας, επιχειρώντας πρώτα από όλα να ερευνήσει το πρόβλημα της καύσεως και της ασβεστοποίησης των μετάλλων. Στην επιστημονική του δραστηριότητα βοηθήθηκε αποτελεσματικά και ενθαρρύνθηκε από την πολύτιμη συνεργασία της Καρολίν Ερσέλ, που την παντρεύτηκε το 1771. Στις έρευνες του, ο Λαβουαζιέ υιοθέτησε πάντοτε την πειραματική μέθοδο, χρησιμοποιώντας κυρίως τον ζυγό και δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στο ποσοτικό δεδομένο. Επαναλαμβάνοντας πειράματα που είχαν γίνει ήδη από άλλους χημικούς έκαψε, σε περιορισμένη και γνωστή ποσότητα αέρος, πολυάριθμες ουσίες, όπως υδράργυρος και κασσίτερο. Έτσι, έφτασε με βεβαιότητα στο συμπέρασμα ότι το οξείδιο, δηλαδή το προϊόν της καύσεως, ήταν πάντοτε βαρύτερο από το αρχικό μέταλλο και ότι η αύξηση αντιστοιχούσε στην απώλεια βάρους του αέρος. Μαθαίνοντας σε μια συνάντηση του με τον Πρίσλεϋ, για την ύπαρξη ενός

αερίου χωρίς φλογιστόν, που είχε την ιδιότητα να βοηθά την καύση, σκέφτηκε –και πολύ σωστά –ότι η ασβεστοποίηση (καύση) των μετάλλων γινόταν εις βάρους ενός μέρους του αερίου, που το ονόμασε οξυγόνο και ότι το οξείδιο αύξαινε σε βάρος, επειδή το μέταλλο κατά την ασβεστοποίηση του, απορροφούσε οξυγόνο. Για να έχει μια επιβεβαίωση της ερμηνείας αυτής, ζέσταινε τότε το οξείδιο, πετυχαίνοντας την απελευθέρωση της ίδιας ποσότητας αερίου που είχε χαθεί στην πρώτη καύση. Με το απλό αυτό πείραμα, ο Λαβουαζιέ κατέρριψε την θεωρία του φλογιστού. Η σχέση που υποστήριζαν οι οπαδοί του φλογιστού: μέταλλο = οξείδιο + φλογιστόν, αντικαταστάθηκε από την πειραματικά βεβαιωμένη κι επομένως επιστημονικά αποδεκτή σχέση: μέταλλο + οξυγόνο = οξείδιο του μετάλλου. Ο Λαβουαζιέ μπόρεσε έτσι να υποστηρίξει ότι: << το φλογιστόν του Σταλ είναι μια οντότης φανταστική και ότι η ύπαρξη της στα μέταλλα, το θειάφι και το φώσφορο, δηλαδή σε όλα τα υποκείμενα σε καύση σώματα, δεν επιβεβαιώνονται με κανέναν τρόπο: τα φαινόμενα της καύσεως εξηγούνται πολύ πιο απλά, χωρίς το φλογιστόν >>.

Εκτός από την ακριβή ερμηνεία του φαινομένου της καύσεως, ο Λαβουαζιέ επέτυχε με τα πειράματα του να αποδείξει, επίσης, ότι ο αέρας δεν μπορεί να είναι ουσία απλή, αλλά ότι πρέπει να αποτελείται από δυο αέρια: το ένα επιτρέπει την καύση, ενώ το άλλο, που το ονόμασε άζωτο αντιστοιχεί στο μη αναφλεγόμενο στοιχείο των οπαδών της θεωρίας του φλογιστού. Οι νέες ιδέες του Λαβουαζιέ δεν έγιναν αμέσως αποδεκτές. Ο ίδιος δεν είχε ψευδαισθήσεις και πράγματι έγραφε σχετικά: <<Δεν περιμένω ότι οι ιδέες μου θα υιοθετηθούν αμέσως. Ο ανθρώπινος νους συνηθίζει σε έναν ορισμένο τρόπο να βλέπει τα πράγματα κι εκείνοι που για κάποια περίοδο της ζωής τους είδαν τη φύση κάτω από μια συγκεκριμένη άποψη, δε θα προσαρμοστούν εύκολα στις νέες ιδέες >>.

Όμως, έστω και με αργό ρυθμό, οι νέες θεωρίες επικράτησαν, γιατί τα πειράματα του Λαβουαζιέ δεν άφηναν περιθώρια για αμφισβητήσεις. Φαίνεται ότι μόνο ο Πρίσλεϋ είχε μείνει με πείσμα προσκολλημένος στην ξεπερασμένη θεωρία του φλογιστού. Μελετώντας το φαινόμενο της

καύσεως, ο Λαβουαζιέ ερευνούσε παράλληλα και το πεδίο φυσιολογίας και κατόρθωσε να αποδείξει ότι η λεγόμενη ζωική θερμότητα δεν οφείλεται, όπως πίστευαν οι σύγχρονοι του, στην τριβή του αίματος που τρέχει στις φλέβες και στις αρτηρίες αλλά προέρχεται από μία βραδεία καύση, δηλαδή από μία οξειδωση του οργανισμού με την ενέργεια του οξυγόνου που προσλαμβάνεται κατά την αναπνοή, και ότι κατά την αναπνοή, επίσης αποβάλλεται ένα αέριο το διοξείδιο του άνθρακα που σχηματίζεται με την καύση. Οι εργασίες του στην φυσιολογία έμειναν ασυμπλήρωτες αλλά με τις παρατηρήσεις του, ο Λαβουαζιέ, είχε δώσει ώθηση στην βιολογία.

Παρά την έντονη επιστημονική του δραστηριότητα, ο Λαβουαζιέ έβρισκε τον καιρό να ασχολείται με την εργασία του εκμισθωτή φόρων και θέλοντας να έχει τα πρωτεία και σε αυτόν τον τομέα, καταπιάστηκε με ένα επιβλητικό έργο την κατασκευή ενός τείχινου φράγματος ολόγυρα στο Παρίσι, για να εμποδίσει τα είδη του λαθρεμπορίου να μπαίνουν στην πόλη. Το σχέδιο πραγματοποιήθηκε σε σύντομο χρονικό διάστημα, κόστισε όμως στο δημόσιο ταμείο, και επομένως στο λαό το τεράστιο ποσό των 30 εκατομμυρίων. Γενική ήταν η δυσφορία, ένας στρατάρχης της Γαλλίας, ο δούκας του Νιβερναί δήλωσε ότι ο εμπνευστής του σχεδίου θα έπρεπε να κρεμαστεί και η λαϊκή αγανάκτηση ξέσπασε σε σατιρικούς στίχους και πειράγματα. Για καλή τύχη του παρισινού λαού και της επιστήμης, ο Λαβουαζιέ ξαναγύρισε σε ασχολίες που του ταίριαζαν περισσότερο. Αφού απέδειξε ότι ο αέρας δεν είναι ένα στοιχείο, αφού μπορεί να διασπαστεί σε περισσότερα αέρια επανέλαβε τα πειράματα του Κάβεντις για την παρασκευή νερού από υδρογόνο (εύφλεκτο αέριο) και οξυγόνο (αλλά κατά την πολύ κακή συνήθεια του, αποσιώπησε το γεγονός ότι είχε προηγηθεί ο Κάβεντις) και για να έχει την απόδειξη ότι το νερό είναι σύνθετο στοιχείο, το αποσυνέθεσε, διοχετεύοντας ένα ρεύμα υδρατμού πάνω σε ρινίσματα σιδήρου τοποθετημένα σε μια σκουριασμένη κάνη τουφεκιού. Κατόρθωσε έτσι να αποδείξει, ότι από την κάνη έβγαινε υδρογόνο και παρέμενε ένα κατάλοιπο αποτελούμενο από στερεό οξείδιο, που ο ίδιος ο Λαβουαζιέ το ονόμασε οξείδιο σιδήρου: αν λοιπόν είχε σχηματιστεί ένα οξείδιο, τότε

το νερό έπρεπε να περιέχει και οξυγόνο. Αργότερα, ο Λαβουαζιέ υπολόγισε 1 προς 2 τη σχέση των δυο συστατικών του νερού. Στην αρχή της επιστημονικής του σταδιοδρομίας, ο γάλλος χημικός είχε εκτελέσει ένα άλλο σημαντικό πείραμα, σχετικό με την φάση του νερού. Κατά τους αλχημιστές, το νερό, ύστερα από βρασμό επί αρκετή ώρα, έπρεπε να αφήνει μια ορισμένη ποσότητα γαιώδους ουσία ή να μετατρέπεται βαθμιαία σε χώμα. Ακόμα και ο Νεύτων, που ανάμεσα στα άλλα ασχολήθηκε και με την χημεία, είχε την ίδια γνώμη. Ο Λαβουαζιέ, χρησιμοποιώντας το ζυγό και καθαρότατο νερό, απέδειξε ότι το γαιώδες κατάλοιπο του βρασμού προερχόταν όχι από το νερό, αλλά από το δοχείο, αφού το βάρος του κατάλοιπου αντιστοιχούσε στην απώλεια βάρους του δοχείου.

Ο Λαβουαζιέ ήταν ο πρώτος χημικός που χρησιμοποίησε συστηματικά το ζυγό. Με το απλό αυτό όργανο κατόρθωσε να προσδιορίσει πειραματικά ένα νόμο της χημείας, δηλαδή το νόμο της διατηρήσεως της μάζας. Με μετρήσεις εξαιρετικής ακρίβειας, απέδειξε ότι, σε όλες τις χημικές αντιδράσεις, το συνολικό βάρος των ουσιών που χρησιμοποιούνται κατά την διαδικασία είναι όσο πριν και μετά την αντίδραση: αν, π.χ. ένα σύνθετο διασπασθεί στα συστατικά του, αυτά συνολικά θα έχουν το ίδιο βάρος της αρχικής ουσίας.

Η σχετική ανακοίνωση του αναφέρει: << ... επειδή τίποτα δεν δημιουργείται, ούτε κατά τα τεχνητά ούτε κατά τα φυσικά φαινόμενα, μπορούμε να αναγνωρίσουμε την αρχή ότι σε κάθε φαινόμενο, η ποσότητα των πρωταρχικών στοιχείων παραμένει η αυτή πριν και μετά το φαινόμενο, ότι η ποιότητα και η ποσότητα των στοιχείων είναι ίδια και ότι συμβαίνουν μόνο αλλαγές στην μορφή. Πάνω στην αρχή αυτή θεμελιώνεται ολόκληρη η χημική πειραματική τέχνη. Είμαστε υποχρεωμένοι να παραδεχτούμε ότι υπάρχει πάντοτε μία πραγματική ισότητα ή ισοδυναμία ανάμεσα στα στοιχεία του υπό εξέταση σώματος και σε εκείνα που λαμβάνονται από το σώμα με την ανάλυση >>. Στην φύση, επομένως, << τίποτε δεν δημιουργείται και τίποτε δεν καταστρέφεται, αλλά τα πάντα μεταμορφώνονται >>. Ακόμα και σήμερα, η αρχή του Λαβουαζιέ μπορεί να θεωρηθεί ισχυρή, κυρίως μετά την απόδειξη από τον Αϊνστάιν της ισοδυναμίας ύλης και

ενέργειας. Θα αρκούσαν οι μελέτες και οι ανακαλύψεις αυτές για να δικαιολογήσουν τον χαρακτηρισμό του <<πατέρα της χημείας >> που δόθηκε στον Λαβουαζιέ. Ίσως, όμως, η δόξα του γάλλου χημικού να οφείλεται όχι τόσο στα αποτελέσματα, όσο στις μεθόδους της εργασίας του. Πράγματι, ο επιφανής αυτός ερευνητής εφάρμοσε μεθοδικά το πειραματικό σύστημα και δέχτηκε μόνο τις υποθέσεις εκείνες που μπορούσαν να επιβεβαιωθούν από το πείραμα. Επιπλέον, αντίκρισε τη φύση σαν πνεύμα ελεύθερο από κάθε προκατάληψη, κάθε ψευδοεπιστημονική ή μεταφυσική αντίληψη και είχε το θάρρος να υποστηρίξει νέες ιδέες ακόμα και αντιμετωπίζοντας την εχθρότητα της καθιερωμένης επιστήμης. Μέθοδος και στάση που θα τις ακολουθήσουν και οι μαθητές του Λαβουαζιέ και που θα υψώσουν τη χημεία στο επίπεδο της αληθινής επιστήμης.

Ο Λαβουαζιέ όμως περιόρισε τις έρευνες του στον πειραματικό τομέα: πράγματι, δεν αρκέσθηκε στην προσπάθεια για την αναγνώριση νέων ουσιών, όπως έκαναν οι περισσότεροι χημικοί της εποχής, αλλά, με μια κριτική επανεξέταση όλων των γνώσεων, θέλησε να προσδιορίσει τόσο το πεδίο έρευνας της χημείας, όσο και την έννοια της στοιχειώδους ουσίας, πλησιάζοντας στο σημείο αυτό στις ιδέες που είχε διατυπώσει ο Ρόμπερτ Μπούλ πριν από έναν αιώνα. Σκοπός της χημείας, έγραφε ο Λαβουαζιέ, είναι << να διασπάσει τα φυσικά σώματα ... και να εξετάσει καθεμιά από τις διάφορες ουσίες που αποτελούν το σύνθετο σώμα. Δεν μπορούμε να είμαστε βέβαιοι ότι αυτό που σήμερα θεωρούμε απλό (όχι αδιάσπαστο) είναι και στην πραγματικότητα τέτοιο. Μπορούμε μόνο να πούμε ότι τα διάφορα στοιχεία είναι τα τελευταία στάδια στα οποία έφτασε η χημική ανάλυση και ότι, στη σημερινή κατάσταση της επιστήμης, δεν είμαστε σε θέση να τα διασπάσουμε παραπέρα>>. Κατάρτισε έναν κατάλογο με τριάντα τρεις στοιχειώδης ουσίες, εισάγοντας όμως, ανάμεσα σε αυτές, και την θερμότητα και το φως καθώς και μερικά στοιχεία σύνθετα, που, με τα μέσα της εποχής εκείνης, δεν ήταν δυνατό να αποσυντεθούν. Σε συνεργασία με άλλους χημικούς, όπως οι Κλωντ Μπερτολλέ, Γκυτόν ντε Μορβώ και Αντουάν Φουρκρούά, διατύπωσε, επίσης, ένα νέο σύστημα επιστημονικής ονοματολογίας. Έτσι, για παράδειγμα,

καταργήθηκαν όροι όπως: κρόκος του Άρεως, βιτριόλι της Κύπρου, κρύσταλλοι της Σελήνης, φιλοσοφικό αέριο, ταρταρικό έλαιο και αντικαταστάθηκαν, αντίστοιχα, με τους όρους: οξειδίο του σιδήρου, νιτρικός άργυρος, θειικός χαλκός, οξειδίο του ψευδαργύρου, θειικό οξύ. Πήραν, δηλαδή, τα ονόματα των διαφόρων ουσιών, καθαρά χημική σημασία. Πρότεινε, εξ' άλλου, μια νέα χημική συμβολογία που, στην ποιοτική σημασία, παρέθετε και το ποσοτικό δεδομένο. Ο Λαβουαζιέ δημοσίευσε τις περισσότερες μελέτες του στο έργο του <<Traite elementaire de Chimie >>που εκδόθηκε το 1789, τη χρονιά δηλαδή που ξέσπασε η Γαλλική Επανάσταση.

Λίγα χρόνια αργότερα, στο κορύφωμα της επιστημονικής του δραστηριότητας, κατηγορήθηκε, μαζί με άλλους εκμισθωτές φόρων, ότι είχε κλέψει από την Δημοκρατία 130 εκατομμύρια, ότι είχε καταβρέξει τα καπνά για να αυξήσει το βάρος του και να κερδίσει πάνω στον εισαγωγικό δασμό τους, ότι είχε συνωμοτήσει με τους ξένους κατά της Επαναστάσεως.

Ο Λαβουαζιέ, που είχε πάντα συμπεριφερθεί με εντιμότητα, ενώ μπορούσε να δραπετεύσει, παραδόθηκε στο επαναστατικό δικαστήριο με τη σκέψη ίσως ότι η επιστημονική του αξία θα ήταν αρκετή για να τον σώσει. Ήλπιζε, επίσης, στην επέμβαση πολλών φίλων και συναδέλφων του, που είχαν τότε μεγάλη επιρροή στις επαναστατικές επιτροπές. Οι φίλοι του όμως, ανάμεσα τους υπήρχαν και πολλοί επιστήμονες αξίας ( Μπερτολλέ, Μονζ, Γκυτόν ντε Μορβώ ), τον εγκατέλειψαν ή περιορίστηκαν σε δειλές προσπάθειες για να τον σώσουν. Όταν ο Λαβουαζιέ οδηγήθηκε μπροστά στους δικαστές που θα αποφάσιζαν για την ζωή του, ο πρόεδρος του δικαστηρίου απάντησε σε αυτούς που του θύμιζαν την αξία του μεγάλου χημικού: << Η δημοκρατία δεν έχει ανάγκη από επιστήμονες. Η δικαιοσύνη πρέπει να ακολουθήσει το δρόμο της >>. Στις 8 Μαΐου 1794 εκτελέσθηκε στην λαιμητόμο, σαν υπαίτιος λιμοκτονίας του λαού, ο Αντουάν Λωράν Λαβουαζιέ ο θεμελιωτής της νεότερης χημείας. Λίγο αργότερα, ο μαθηματικός Λαγκράνζ έγραφε: << Ήταν αρκετή μία μόνο στιγμή για να πέσει ένα κεφάλι. Ένας ολόκληρος αιώνας δεν θα είναι ίσως αρκετός για να υπάρξει ένας ισάξιος >>.

## ΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΤΟΥ ΦΑΡΑΝΤΕΪΟΥ

Οι υποσχέσεις για τις σημαντικότερες πρακτικές εφαρμογές του ηλεκτρισμού

**«Ο Προμηθέας, λένε, έφερε το φως στους ανθρώπους, τον ηλεκτρισμό όμως τον οφείλουμε στον Φαραντέϋ».** Η παρατήρηση έγινε στον καιρό μας από έναν άνθρωπο που πρέπει να καταλάβαινε απ' αυτά, τον σερ Ουίλιαμ Μπράγκ, τιμημένο με το βραβείο Νόμπελ για τη φυσική καθώς και με πολλές άλλες επιστημονικές διακρίσεις.

Είναι μια καταπληκτική εφεύρεση ο ηλεκτρισμός. Χωρίς αυτόν ο κόσμος μας θα ήταν αγνώριστος, θα ήταν ένας κόσμος φωτισμένος με φωταέριο και κεριά, χωρίς τηλέφωνα, ραδιόφωνα, τηλεόραση. Ένας κόσμος οριζόντιος γιατί χωρίς το ασανσέρ, κανείς αρχιτέκτων δε θα τολμούσε να σχεδιάσει ένα οικοδόμημα ψηλότερο από τρεις ή τέσσερις ορόφους. Τα αυτοκίνητα, κι αν ακόμα είχαν εφευρεθεί, θα ήταν χωρίς μεγάλη πρακτική αξία, με κινητήρες ντήζελ και φανάρια ασετιλίνης και το γέμισμα του ρεζερβουάρ θα έπρεπε να γίνεται κοπιαστικά, με χειροκίνητη αντλία.

Θα μπορούσαμε να συνεχίσουμε και με άλλα, ατελείωτα παραδείγματα. Σχεδόν για κάθε πράγμα στον εικοστό μας αιώνα έχουμε ανάγκη από τον ηλεκτρισμό, τόσο για την κατασκευή όσο και για τη λειτουργία. Και ασφαλώς όλα αυτά τα οφείλουμε στον Μάικλ Φαραντέϋ, έναν λονδρέζο βιβλιοδέτη του 19ου αιώνα, που ενθουσιάστηκε από μια διάλεξη για τη «φυσική φιλοσοφία» και δεν ησύχασε ώσπου επινόησε τα μισά από τα πράγματα που χρησιμοποιούμε σήμερα. Τι τύπος ανθρώπου ήταν λοιπόν ο Φαραντέϋ, για να τα επιτύχει όλα αυτά;

Γεννήθηκε στο Λονδίνο το 1791, γιος ενός σιδηρουργού που είχε εγκατασταθεί εκεί, εγκαταλείποντας τις άγονες εκτάσεις του Γιορκσάιρ, σε αναζήτηση εργασίας. Δεν είχε και πολλή επιτυχία στις δουλειές του και ο νεαρός Φαραντέϋ αναγκάστηκε να εργαστεί οπουδήποτε για να συμπληρώσει το ισχνό οικογενειακό εισόδημα. Σε ηλικία δέκα εννέα χρονών, όταν δούλευε σε βιβλιοδετείο, έχασε τον πατέρα του

και την αδελφή του. Θα έμενε για πάντα βιβλιοδέτης αν ο εργοδότης του, ένας καλόκαρδος άνθρωπος, δεν τον είχε ενθαρρύνει να επωφεληθεί από τις ώρες που του έμεναν ελεύθερες μετά την εργασία του, παρακινώντας τον να άκουει διαλέξεις για τη «φυσική φιλοσοφία», δηλαδή για ότι σήμερα ονομάζουμε επιστήμη. Σε μια από τις διαλέξεις εκείνες, στο Βασιλικό Ινστιτούτο, άκουσε τον σερ Χάμφρυ Ντέιβυ. Ένιωσε τέτοιο θαυμασμό για όσα είχε ακούσει, ώστε έγραψε μια επιστολή στον μεγάλο επιστήμονα, επισυνάπτοντας κι ένα αντίγραφο από τις σημειώσεις που είχε κρατήσει στη διάλεξη που παρακολούθησε.

Ήταν μεγάλη η χαρά του, όταν την παραμονή των Χριστουγέννων του 1812 έλαβαν απάντηση από τον Χάμφρυ Ντέιβυ: «Δεν είμαι καθόλου δυσαρεστημένος από την εμπιστοσύνη που μου δείξατε, που δείχνει μεγάλο ζήλο, μνήμη και προσοχή. Θα ήθελα πολύ να σας βοηθήσω, ελπίζω ότι θα μπορέσω». Ο βοηθός του στο βασικό ινστιτούτο είχε απολυθεί επειδή είχε χτυπήσει τον κατασκευαστή των οργάνων και η θέση του προσφέρθηκε στον καταπληκτικό Φάρανταιν, με αμοιβή 25 σελίνια την εβδομάδα και μια κατοικία 2 δωματίων στη σοφίτα.

Η εργασία με τον σερ Χάμφρυ Ντέιβυ ήταν μια ενδιαφέρουσα και κοπιαστική. Ο Φαραντέϋ υπηρέτησε με εξαίρετο τρόπο τον προϊστάμενο και δάσκαλο του όχι μόνο στο Λονδίνο, αλλά και σ' ένα μεγάλο ταξίδι στην ηπειρωτική Ευρώπη, όπου ο Ντέιβυ έδωσε διαλέξεις σε πολλές πρωτεύουσες. Ο νεαρός είχε την ευκαιρία να συναντηθεί και να αποκτήσει γνωριμίες με επιστήμονες περιωπής, όπως ήταν ο Αμπέρ και ο Βόλτα, που τα ονόματά τους είχαν αρχίσει τότε να γίνονται-και παρέμειναν – διάσημα στην επιστήμη του ηλεκτρισμού. Ο Φαραντέϋ πρόσφερε άριστες υπηρεσίες στον Ντέιβυ – ένωθε άλλωστε, γι' αυτόν απεριόριστο σεβασμό – ως «φιλοσοφικός βοηθός» σε πειράματα χημείας και φυσικής. Αλλά περισσότερο τον τραβούσε η μελέτη της παράξενης αυτής ηλεκτρικής δυνάμεως πού φαινόταν να υπάρχει παντού και να προβάλλει σχεδόν από το κάθε τι, όπως τα κουνέλια απ' το καπέλο ταχυδακτυλουργού, που υπόσχονταν νέα, μαγικά επιτεύγματα, μόλις θα μάθαιναν οι άνθρωποι να την ελέγχουν.

Στην επιστροφή του από την Ευρώπη, ο Ντέυβι αύξησε τον μισθό του Φαραντέϋ σε τριάντα σελίνια την εβδομάδα, που επέτρεπαν στον νεαρό να στέλνει στη μητέρα του αρκετά χρήματα για να πληρώνει τα έξοδα της αδελφής του σ' ένα καλό σχολείο. Ρίχτηκε με μεγάλο ενθουσιασμό στην εργασία και με αίσθημα ανακουφίσεως, γιατί δεν είχε πια να υποφέρει τη Λαίδη Ντίβυ, που τον είχε μεταχειριστεί, στο ταξίδι, σαν τον πιο ταπεινό από τους υπηρέτες. Μοίραζε τον καιρό του ανάμεσα στη χημεία και τη μελέτη του ηλεκτρισμού. Στη χημεία, είχε ήδη ανακαλύψει το ανοξειδωτο ατσάλι, χωρίς ν' ασχοληθεί με τις εμπορικές δυνατότητες που πρόσφερε η ανακάλυψη, και ένιωθε ότι δεν μπορούσε να εγκαταλείψει καμιά από τις δυο επιστήμες. Αλλά το γεγονός ότι ο σερ Χάμφρυ ενδιαφερόταν, εκείνη την περίοδο, για τον ηλεκτρισμό του διευκόλυνε την εκλογή: έπρεπε να βοηθήσει τον δάσκαλο.

Το φθινόπωρο του 1820, ο δανός καθηγητής Έρστεντ είχε εκτελέσει πειράματα με βελόνες πυξίδας, κομμάτια μαγνητισμένου χάλυβος, τοποθετημένα κοντά σε σύρματα από τα οποία περνούσε ηλεκτρικό ρεύμα. Οι βελόνες, παρατήρησε ο Έρνεστ, άλλαζαν κατεύθυνση με την επίδραση του ηλεκτρικού ρεύματος, και όταν το ρεύμα διακοπτόταν, ξαναγύριζαν στην κανονική θέση του βορά-νότου. Άλλοι αποδείξανε ότι οι ατσάλινες βελόνες, που προηγουμένως μαγνητίζονταν με τριβή πάνω σε φυσικές μαγνητικές πέτρες, μπορούσαν να μαγνητιστούν και αν τις κρατούσε κανείς αρκετό χρόνο κοντά σ' ένα σύρμα, που το διαπερνούσε ηλεκτρικό ρεύμα.

Ο Φαραντέϋ κατάλαβε ότι έπρεπε να υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στο ηλεκτρικό ρεύμα και στον μαγνητισμό. Ταυτόχρονα, διαμορφωνόταν στη σκέψη του η θεωρία ότι «ο ηλεκτρισμός, οποιαδήποτε και αν είναι η προέλευση του, είναι πάντα της ίδιας φύσεως». Αυτό ίσχυε για τον ηλεκτρισμό που είχε πάρει από τον κεραυνό ο Βενιαμίν Φραγκλίνος με το καλώδιό του κρεμασμένο σ' ένα χαρταετό, για το ρεύμα της στήλης του Βόλτα, για τον «στατικό ηλεκτρισμό» που παραγόταν με την τριβή του ήλεκτρου. Καμιά από τις μορφές αυτές του ηλεκτρισμού δεν είχε πρακτική εφαρμογή. Ο Φαραντέϋ θα τα άλλαζε όλα.

Κάποτε, κρέμασε μια μικρή μαγνητική ράβδο σε μια φιάλη γεμάτη υδράργυρο, έτσι που μόνο το ένα άκρο έβγαινε στην επιφάνεια. Ύστερα συνέδεσε ένα σύρμα με έναν από τους πόλους μιας ηλεκτρικής στήλης υδραργύρου, υγρού αγωγού του ηλεκτρισμού, το λύγισε πάνω στο χείλος της φιάλης και το άφησε βυθισμένο. Με τον άλλο πόλο, συνέδεσε ένα άλλο σύρμα που το κρέμασε πάνω από το μαγνήτη, κάνοντάς το να αιωρείται μέσα στον υδράργυρο. Έτσι θα υπήρχε ένα ηλεκτρικό ρεύμα που περνούσε από τον ένα πόλο της στήλης στον άλλο, μέσω του υδραργύρου.

Έκλεισε το κύκλωμα και το άκρο του σύρματος, αιωρούμενο μέσα στον υδράργυρο, άρχισε να περιστρέφεται γύρο από την μαγνητική ράβδο. Διέκοψε τη σύνδεση και η κίνηση σταμάτησε, την αποκατέστησε και η κίνηση ξανάρχισε. Είχε τεθεί σε λειτουργία ο πρώτος ηλεκτρικός κινητήρας. Όχι ένας κινητήρας με άμεση πρακτική χρήση, εκτός αν ήθελε κανείς να ανακατώσει τον υδράργυρο. Ο Φαραντέϋ ήταν ο πρώτος που το παραδέχτηκε, αλλά ήταν ένας κινητήρας, ένα μηχάνημα με απεριόριστες δυνατότητες. Αντί όμως να το τελειοποιήσει, ο Φαραντέϋ εξακολούθησε να μελετά βαθύτερα την συμπεριφορά των ηλεκτρικών ρευμάτων κοντά σε μαγνήτες, σε σύρματα κοντά σε άλλα σύρματα, σε σύρματα κοντά σε γήινο μαγνητικό πεδίο. Ανακάλυψε ότι μπορούσε να παράγει μια κίνηση όμοια με την κίνηση του πειραματικού κινητήρα του χρησιμοποιώντας τον γήινο μαγνητισμό στη θέση μιας μαγνητικής ράβδου.

Τώρα, αφού απέδειξε στον εαυτό του ότι ένα ηλεκτρικό ρεύμα σ' ένα «μαγνητικό πεδίο» μπορεί να παράγει μηχανική χρήση, αδημονούσε να αποδείξει και το αντίθετο: ότι η κίνηση ενός σύρματος σ' ένα μαγνητικό πεδίο γεννά ηλεκτρικό ρεύμα κατά μήκος του σύρματος. Δοκίμασε πολλές φορές, συνδέοντας τις δυο άκρες του σύρματος με ένα πολύ ευαίσθητο γαλβανόμετρο που αποκάλυπτε την ύπαρξη σ' έναν ισχυρό μαγνήτη, αλλά δε συνέβη τίποτε. Ωστόσο, είχε πεισθεί ότι ήταν δυνατή η παραγωγή ρεύματος, αν βρισκόταν η πραγματική θέση. Κι όχι μόνο αυτό, αλλά και ότι η ίδια η διαδικασία «επαγωγής» θα μπορούσε να παράγει ρεύμα σ' ένα σύρμα που θα ήταν τοποθετημένο κοντά σ' ένα άλλο, από το οποίο θα περνούσε το ρεύμα μιας μπαταρίας.

Τα αποτελέσματα ήταν αρνητικά και απογοητευτικά, αλλά δεν εννοούσε να παραιτηθεί από την προσπάθειά του. Όπως έγραφε, «δεν κατόρθωνε να αποκαλύψει καμιά επαγωγή», ωστόσο, ήταν σίγουρος για μια τέτοια δυνατότητα.

Στις 29 Αυγούστου 1831, επιτέλους, το επέτυχε. Είχε πάρει ένα σιδερένιο κρίκο διαμέτρου 15 εκ. και πάχους 2,5 εκ., είχε τυλίξει μερικές σπείρες καλωδίου με μόνωση γύρω από το μισό τμήμα του κρίκου, μερικές γύρω από το άλλο μισό, είχε συνδέσει το ένα από τα καλώδια με την μπαταρία και το άλλο με το γαλβανόμετρο. Όταν συνέδεσε το καλώδιο με την μπαταρία και όταν διέκοψε τη σύνδεση, η βελόνα του γαλβανόμετρου έκαμε μικρούς κραδασμούς. Αν το ρεύμα της μπαταρίας περνούσε σταθερά ή δεν περνούσε καθόλου, η βελόνα έμενε ακίνητη. Μόνο διακοπή ή η εισαγωγή του ρεύματος (και, όπως αντιλήφθηκε, και μια αύξηση ή ελάττωση της ισχύος του) έφερνε αποτέλεσμα. Επειδή τα καλώδια είχαν μόνωση, δεν υπήρχε ηλεκτρική σύνδεση ανάμεσα στα δύο σπειρώματα, μόνο «επαγωγή».

Για τον Φαραντέϋ όλα ήταν σαφή: το ρεύμα της στήλης είχε δημιουργήσει τον μαγνητισμό στον βαρύ σιδερένιο κρίκο και ο μαγνητισμός, στη μεταβολή της καταστάσεως του, είχε παραγάγει ηλεκτρικό ρεύμα στο δεύτερο σπείρωμα. Μία ανακάλυψη μεγάλης σημασίας, αφού σ' αυτήν στηρίζεται ολόκληρη η αρχή του ραδιοφωνικού συγχρονισμού, ο χωρισμός ενός σταθμού από έναν άλλο. Την εποχή όμως εκείνη δεν είχε καμιά πρακτική χρήση. Ο Φαραντέϋ εξακολούθησε τα πειράματά του. Στο τέλος Οκτωβρίου, περνώντας μια μαγνητική ράβδο μέσα σ' ένα συμπαγές πηνίο από πολλές περιελίξεις καλωδίου, που έμοιαζαν με καρούλι μπαμπακερής κλωστής, ανακάλυψε ότι είχε παραγάγει ρεύμα. Η βελόνα του γαλβανόμετρου, που είχε συνδεθεί με τα δυο άκρα του καλωδίου κραδαζόταν έντονα κάθε φορά που κινούσε το μαγνήτη, αλλά έμενε ακίνητη όταν σταματούσε τη κίνηση του μαγνήτη. Είχε πραγματοποιήσει την «εξέλιξη του ηλεκτρισμού από τον μαγνητισμό»: την πρώτη δυναμοηλεκτρική μηχανή.

Αργότερα, ζήτησε την άδεια να εκτελέσει πειράματα με έναν μεγάλο μαγνήτη που είχε εγκαταστήσει η Βασιλική Εταιρία στο Γούλγουιτς. Τοποθέτησε ένα μεγάλο χάλκινο δίσκο πάνω

σ' ένα άξονα ανάμεσα στους δυο πόλους, με ένα συλλέκτη (απ' αυτούς που σήμερα ονομάζουμε ψήκτρες) στο κέντρο κι έναν άλλο στη περιφέρεια, έδωσε περιστροφική κίνηση στο δίσκο και το ρεύμα πέρασε. Δεν υπήρχαν αμφιβολίες ότι η νέα γεννήτρια είχε μπροστά της σπουδαίο μέλλον.

Από το 1831, ο Φαραντέϋ τελειοποίησε τον κινητήρα του και τη γεννήτριά του. Ενδιαφερόταν κυρίως για τη θεωρητική πλευρά της επιστήμης και ήταν πρόθυμος να αφήσει σε άλλους τις πρακτικές εφαρμογές, ασχολήθηκε ωστόσο με μια σχεδόν ατελείωτη σειρά ανακαλύψεων στο τομέα του μαγνητισμού και του ηλεκτρισμού τις οποίες συνόψισε σε νόμους που ισχύουν μέχρι σήμερα. Την ίδια περίοδο, μπόρεσε να συνεχίσει τα πειράματά του στη χημεία κι έγινε καθηγητής της επιστήμης αυτής στο βασιλικό Ινστιτούτο. Για μερικά χρόνια, είχε προτάσεις από εμπορικές επιχειρήσεις που ήθελαν να τον χρησιμοποιήσουν, με μεγάλες αμοιβές, ως εφευρέτη ή σύμβουλο, αλλά το 1831 αποφάσισε να αφιερώσει τη ζωή του αποκλειστικά στην έρευνα. Ανάγγειλε ότι θα σταματούσε, μαζί με τα άλλα, και τη παραγωγή του πολύτιμου οπτικού γυαλιού, που τον είχε κάμει διάσημο. Έστρεψε έτσι τα νώτα στο εμπόριο και στα μεγάλα κέρδη.

Μερικοί παρατήρησαν ότι, με την αποξένωσή του από την πρακτική και εμπορική δραστηριότητα του, ο Φαραντέϋ καθυστέρησε για 50 χρόνια τις εξελίξεις της ηλεκτροτεχνικής μηχανικής. Στο κάτω- κάτω, είχαν εφεύρει τον κινητήρα και την γεννήτρια το 1831 και χρειάστηκε να περάσουν χρόνια για να γίνουν τα πράγματα αυτά κάτι περισσότερο από απλά επιστημονικά αξιοπερίεργα. Χωρίς ωστόσο τον ζήλο του για τη θεωρητική του έρευνα, ο Φαραντέϋ δεν θα είχε ποτέ ανακαλύψει τόσα πολλά νέα πράγματα, όπως π.χ. την επιστήμη της ηλεκτρολύσεως, τη συμπεριφορά του ηλεκτρισμού στα υγρά, που επέτρεψε να μετρηθεί με πλήρη ακρίβεια η πραγματική ποσότητα ηλεκτρισμού από την ποσότητα μετάλλου αποτεθειμένου, πάνω σε ένα «ηλεκτρόδιο», μέσα σ' ένα ηλεκτρολυτικό υγρό. Οι παράξενες αυτές λέξεις, που σήμερα είναι σε κοινή χρήση, επινοήθηκαν από τον Φαραντέϋ, μαζί με τις λέξεις «κάθοδος», «άνοδος», «ανιόν», «κατιόν», «διηλεκτρικός» και πολλές άλλες, που, χωρίς αυτές, οι νεώτερες ηλεκτρονικές επιστήμες θα ήταν

βουβές. Το όνομά του αποθανατίστηκε στο «φαράντ», τη μονάδα επαγωγής. Η επαγωγιμότητα της μεταφοράς ενέργειας από ένα ηλεκτρικό κύκλωμα σε ένα άλλο, πρώτος αυτός απέδειξε με το σιδερένιο κρίκο του και χωρίς την οποία, οι ραδιοεπικοινωνίες, το ραντάρ και η τηλεόραση ή οι ακτίνες Χ δε θα είχαν πραγματοποιηθεί.

Έτσι, είναι σωστό να λέμε ότι «οφείλουμε τον ηλεκτρισμό στον Φαραντέϋ». Η ύπαρξη του ήταν γνωστή, οι άνθρωποι ονειρεύονταν ότι κάποια μέρα θα τον χρησιμοποιούσαν, αλλά ο Φαραντέϋ τον χειρίστηκε, τον μέτρησε και τον έθεσε σε λειτουργία.

## Η ΕΦΕΥΡΕΣΗ ΤΗΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑΣ

### Νιέπς, Νταγκέρ, Τάλμποτ και οι άλλοι που εγκαινιάζουν την εποχή των εικόνων

Κατά τα τέλη του 1789, ένα αμερικανικό αεροπλάνο που πετούσε από ψηλά ώστε να είναι αθέατο, φωτογράφησε την Κούβα. Ένα ανθρώπινο μάτι, από το ύψος εκείνο, δε θα είχε δει ούτε μια λεπτομέρεια, μόνο το σκούρο ισοπεδωμένο προφίλ ενός νησιού με φόντο τη θάλασσα, τους κόλπους και τα ακρωτήρια των ακτών.

Λίγα λεπτά αργότερα, όταν οι φωτογραφίες εμφανίστηκαν, επιβεβαίωσαν, χωρίς σκιά αμφιβολίας, κάτι που ως εκείνη τη στιγμή, δεν ήταν μια δυσάρεστη φήμη. Κομμάτι με κομμάτι, ώρα με την ώρα, η Σοβιετική Ένωση είχε δημιουργήσει ένα σύστημα βάσεων πυραύλων στραμμένων προς την καρδιά της Αμερικής. Μερικές είχαν ολοκληρωμένες εγκαταστάσεις, άλλες ήταν ακόμα υπό κατασκευή. Όλες είχαν κατεύθυνση προς τα βορειοδυτικά, προς το κέντρο της αμερικανικής ηπείρου και όλες βρίσκονταν σε απόσταση λίγες εκατοντάδες χιλιόμετρα από τους στόχους τους.

Η κρίση που επακολούθησε, ο τρόπος με τον οποίο λύθηκε, ανήκουν ήδη στην ιστορία. Αλλά, αν η φωτογραφική τεχνική δεν είχε πραγματοποιήσει στα εκατόν εικοσιπέντε χρόνια από τότε που επινοήθηκε, τόσο καταπληκτικές προόδους, οι βάσεις αυτές δεν θα είχαν ανακαλυφθεί ποτέ, με συνέπειες

που είναι πολύ δύσκολο να τις φανταστούμε. Πώς μπορεί η φωτογραφική μηχανή να αποκαλύψει περισσότερα απ' όσα μπορεί ν' αντιληφθεί το ανθρώπινο μάτι; Υπάρχουν τουλάχιστον δύο αιτίες υπεροχής. Πρώτα, η φωτογραφική μηχανή, που «βλέπει» μέσα από έναν ισχυρό φακό έχει ενσωματωμένη μια δική της μνήμη. Το ανθρώπινο μάτι που κοιτάζει προς το έδαφος μέσα από ένα ενσωματωμένο φακό από ύψος επτά χιλιάδων μέτρων είναι σε θέση να διακρίνει μια εγκατάσταση πυραύλων, αλλά πρόκειται για εντύπωση μιας στιγμής, ενώ το φως αλλάζει και το αεροπλάνο συνεχίζει την πτήση του. Με την εικόνα παρμένη σ' ένα φιλμ, η εγκατάσταση μπορεί να μελετηθεί με προσοχή, η εικόνα μπορεί να συγκριθεί με εκατοντάδες άλλες προηγούμενες εικόνες, παρμένες σε διαφορετικές ώρες της μέρας, κάτω από διαφορετικές γωνίες και μπορεί, τέλος, να μεγεθυνθεί με ένα φακό.

Το δεύτερο πλεονέκτημα της φωτογραφικής μηχανής είναι ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ταινίες και φίλτρα ικανά να εξασφαλίσουν την επανάληψη της εικόνας, όχι μέσω των κανονικών φωτεινών ακτινών που επηρεάζονται από τα σύννεφα και την ομίχλη, αλλά των υπέρυθρων ακτινών που υπάρχουν στο ηλιακό φως και είναι αθέατες στο ανθρώπινο μάτι. Καθώς δεν τις σκοτεινιάζουν τα σύννεφα, οι υπέρυθρες ακτίνες μπορούν να μας δώσουν μια φωτογραφική εικόνα και όταν ακόμα η ορατότητα είναι σχεδόν ανύπαρκτη. Σ' αυτό το σημείο έχει φτάσει η φωτογραφική τεχνική. Από πού όμως, ξεκίνησε;

Συνηθίσαμε να πιστεύουμε ότι η αρχή της φωτογραφίας έγινε με τον Νταγκέρ το 1839. Ο Νταγκέρ ήταν, πράγματι, ο πρώτος που τη χρησιμοποίησε για πρακτικούς σκοπούς. Από τότε που αναγγέλθηκε, τον Αύγουστο έτους εκείνου, η «νταγκεροτυπία» του, επί δώδεκα χρόνια ήταν χωρίς ανταγωνιστές. Ήταν η φωτογραφία κι ο κόσμος συνωστιζόταν στο στούντιο του Μεσιέ Νταγκέρ.

Ωστόσο, η πρώτη φωτογραφία στον κόσμο είχε τραβηχτεί δέκα τρία χρόνια πρωτύτερα, από ένα συμπατριώτη του Νταγκέρ, τον Νιέπς. Πρόκειται για μια άποψη παρμένη από το παράθυρό του, και, μολονότι η εικόνα είναι λεκιασμένη και έχει εκτραπεί από την εστία, μπορεί να αναγνωρίσει κανείς σ'

αυτήν ένα δέντρο, μian αυλή, έναν περιστερώνα. Η αρχή που εφαρμόστηκε και που ακόμα εφαρμόζεται στη φωτογραφία, το μαύρισμα, με την επίδραση του ηλιακού φωτός, ορισμένων αλάτων, του αργύρου, ήταν γνωστή από αιώνες.

Κανείς δεν ήξερε αν αυτό έπρεπε να αποδοθεί στη θερμότητα ή στο φως, αλλά το φαινόμενο παρουσιαζόταν. Ούτε είχε ενδιαφερθεί κανείς για τις πιθανές πρακτικές εφαρμογές του. Το 1727, στη Γερμανία, ο Γιόχαν Σούλτσε είχε αποδείξει ότι την αντίδραση αυτή την προκαλούσε το φως. Κατόρθωσε, με το φως του ήλιου, να σχεδιάσει το προφίλ μερικών γραμμάτων πάνω σε ένα στρώμα λευκού μίγματος από μικρούς κόκκους γύψου και νιτρικού αργύρου. Το αποτέλεσμα θύμιζε διακοσμήσεις στις τούρτες των γενεθλίων. Οι μικροί κόκκοι έγιναν σκούροι όπου έφθασε το φως και έμειναν άσπροι όπου δεν έφθασε το φως. Με την επίδραση της φωτιάς δεν συνέβη τίποτε, η θερμότητα δεν είχε καμιά σχέση με το φαινόμενο ούτε υπήρχε τρόπος να φιξαριστεί το σχέδιασμα του Σούλτσε. Μόλις το κοίταζε κανείς στο κανονικό φως, όλοι οι κόκκοι μαύριζαν.

Επί εκατό περίπου χρόνια, τίποτε το νέο δεν παρουσιάστηκε. Στο σημείο αυτό, ο Νιέπς, ενώ πειραματιζόταν για να βρει νέα συστήματα εκτυπώσεως, ανακάλυψε ότι η εικόνα που είχε πάρει από ένα «σκοτεινό θάλαμο» μπορούσε να αφήσει μian αποτύπωση πάνω σε μεταλλική πλάκα σκεπασμένη με ένα ειδικό κατράμι. Το κατράμι άσπριζε εύκολα στο δυνατό φως και ο Νιέπς ανακάλυψε κάτι ακόμα πιο σημαντικό, ότι συγχρόνως σκλήραινε. Τα μαλακά μέρη, που ήταν λιγότερο εκτεθειμένα στο φως, μπορούσαν να φύγουν με το πλύσιμο, και απόμεινε μια κακοφτιαγμένη εικόνα. Έκανε μερικά αντίγραφα ακουαφόρτε που τα είχε ποτίσει με λάδι για να τους δώσει διαφάνεια εκθέτοντάς τα στο ηλιακό φως, πάνω στην πλάκα του την επιχρισμένη με κατράμι. Ύστερα επιχείρησε την πρώτη του λήψη από τη φύση, χρησιμοποιώντας το σκοτεινό θάλαμο. Η έκθεση κράτησε οκτώ ώρες αλλά στο τέλος η εικόνα έγινε αρκετά ευδιάκριτη.

Ο Λουί Νταγκέρ εργαζόταν, στο μεταξύ, σε ανάλογη κατεύθυνση. Το 1829, όταν άκουσε για την ανακάλυψη του Νιέπς, τον κάλεσε να εργαστούν μαζί. Χρειάστηκαν οκτώ

χρόνια, -στο διάστημα αυτό ο Νιέπς είχε πεθάνει- για να καρποφορήσει η συνεργασία τους, με την πρώτη «νταγκεροτυπία». Η νταγκεροτυπία απαιτούσε μόνο είκοσι λεπτά εκθέσεως, αντί για οκτώ ώρες, και έδινε μια αρκετά ακριβή εικόνα. Ο Νταγκέρ ήταν καλλιτέχνης και η πρώτη νταγκεροτυπία είναι μια γοητευτική σύνθεση νατύρ μορτ: ένα ανάγλυφο, δυο κεφάλια ερωτιδέων, ένας πίνακας, ένα μπουκάλι κρασί. Έπειτα από δυο χρόνια, φωτογράφησε το πρώτο πρόσωπο και δημοσίευσε όλες τις λεπτομέρειες της μεθόδου του. Είχε ξαναγυρίσει από το κατράμι του Νιέπς στο άλας του αργύρου και είχε ανακαλύψει ότι μια πολύ σύντομη έκθεση, που δεν είχε ορατή επίδραση πάνω στη φωτογραφική πλάκα, μπορούσε θαυμάσια να «εμφανιστεί», έτσι που η εικόνα να γίνει καθαρή. Ανακάλυψε επίσης τις χημικές μεθόδους για τη σταθεροποίηση, το «φιξάρισμα», της εικόνας, έτσι ώστε, μια περαιτέρω έκθεση στο φως να μη μαυρίζει ολόκληρη την πλάκα.

Από το σημείο αυτό χρονολογείται η αρχή της φωτογραφίας, και στον Νταγκέρ, ίσως χωρίς να το δικαιούται απόλυτα, αναγνωρίστηκε όλη η τιμή για το γεγονός. Δεν ξέρουμε πόσο μέρος της εργασίας έγινε από τον Νιέπς, ξέρουμε όμως ότι στην Αγγλία, ο Φοξ Τάλμποτ είχε εργαστεί με διαφορετική μέθοδο και είχε πάρει μια καθαρή εικόνα του παραθύρου του εργαστηρίου του, ήδη από το 1835 και μάλιστα πάνω σε χαρτί. Μόλις η μέθοδος του Τάλμποτ τελειοποιήθηκε, η ταλμποτυπία άρχισε να κατακτά το κοινό και να εκτοπίζει τη μέθοδο του Νταγκέρ. Η εικόνα πάνω σε χαρτί κόστιζε λιγότερο από την εικόνα πάνω σε μέταλλο, και ήταν δυνατό να βγουν κόπιες πάνω σε άλλα κομμάτια χαρτιού, ενώ η νταγκεροτυπία ήταν μόνο μια για κάθε εικόνα. Η «θετική» εικόνα, με τα λευκά χαρτιά λευκά και τα μαύρα, σχηματιζόταν στο «θάλαμο», και η μεταλλική πλάκα, μετά την μετακίνηση, την εμφάνιση και το φιξάρισμα, αποτελούσε την τελική αναπαραγωγή.

Με την μέθοδο του Τάλμποτ στο σκοτεινό θάλαμο σχηματιζόταν ένα «αρνητικό», όπου τα μαύρα ήταν άσπρα και τα άσπρα μαύρα, και απ' αυτό το αρνητικό μπορούσαν να βγουν άπειρα θετικά και με μικρό κόστος.

Η φωτογραφία είναι σύνθετη εφεύρεση όπως και πολλές

άλλες. Το μουσείο της επιστήμης του Λονδίνου κατατάσσει ανάμεσα στους πατέρες της φωτογραφίας τους Νιέπς, Νταγκέρ, Φοξ Τάλμποτ, σερ Τζων Χέρσελ, Τζ. Μπ. Ρηντ, Φ. Σκοτ Άρτσε, Ρ. Λ. Μάντοξ, που ο καθένας τους έχει το μερίδιό του. Ένα όνομα που λείπει από τον κατάλογο, αλλά που ο κάτοχός του έκανε μια ανακάλυψη που έφερε την φωτογραφία κοντά στους ερασιτέχνες και έτσι πολλαπλασίασε σε τεράστια έκταση τον αριθμό εκείνων που θα εργαστούν αργότερα για την εξέλιξή της, είναι του αμερικανού Τζωρτζ Ήστμαν (της Κόντακ).

Το 1884, ο Τζωρτζ Ήστμαν έριξε στο εμπόριο το πρώτο φωτογραφικό φιλμ σε ρολό, ευκολομεταχείριστο για οποιονδήποτε αρχάριο, μολονότι έπρεπε ακόμα να τοποθετηθεί στη φωτογραφική μηχανή σε απόλυτο σκοτάδι. Επτά χρόνια αργότερα, κατασκεύασε ένα φιλμ με το οποίο μπορούσε και στο φως να εφοδιαστεί η μηχανή, και από τη στιγμή εκείνη η φωτογραφία μπήκε σε κοινή χρήση και έγινε μέσο οικογενειακής ψυχαγωγίας.

Η φωτογραφική μηχανή, προερχόμενη από το «σκοτεινό θάλαμο» που έδωσε στους προγόνους μας τόσες αθώες διασκεδάσεις, είναι απλώς αδιαπέραστο απ' το φως, μ' ένα φακό από τη μια πλευρά, μια θέση για το φιλμ στην αντίθετη πλευρά και ένα διάφραγμα ανάμεσα στα δύο. Για απλές φωτογραφίες, μπορεί και να λείπει ο φακός: ένα παιδί μπορεί να φτιάξει ένα διασκεδαστικό παιχνιδάκι μ' ένα κουτί, ανοίγοντας μια μικρή τρύπα στο σημείο που μια πιο συστηματοποιημένη μηχανή θα απαιτούσε ένα φακό.

Για να έχουμε κάτι περισσότερο από ένα παιχνίδι, χρειάζονται φακοί, κι αυτά τα κομμάτια γιαλού, φαινομενικά απλά, είναι ωστόσο τα τμήματα της φωτογραφικής μηχανής που κοστίζουν περισσότερο. Ένας απλός φακός, ένα κομμάτι γυαλιού, έχει πολλές απώλειες: από τη χρωματική παρέκκλιση ως τον αστιγματισμό, που κάνει δυνατή την ταυτόχρονη συγκέντρωση στην εστία των οριζοντίων και καθέτων γραμμών. Πολλές ατέλειες εξουδετερώνονται αν χρησιμοποιηθούν περισσότεροι φακοί ή φακοί με περισσότερα γυαλιά (καμιά φορά και μέχρι οχτώ στοιχεία) ή αν κλειστούν προσεχτικά με διαφράγματα ή φακοί, ώστε το φως να περνά από το κεντρικό τμήμα.

Τα σύγχρονα φιλμ, που δεν απαιτούν παρά ελάχιστη έκθεση στο φως (ένα δεκάκις χιλιοστό του δευτερολέπτου είναι αυτό που χρειάζεται: στον Νιέπς χρειάζονταν οχτώ ώρες) έφεραν επανάσταση στη φωτογραφία. Μπορούν να φωτογραφηθούν αντικείμενα, όπως βλήματα ενός τουφεκιού, σε τόσο γρήγορη κίνηση, που να μην τη συλλαμβάνει το μάτι. Με τα ταχύτατα όμως αυτά φιλμ χρειάζεται, ακόμα και στις φωτογραφίες των ερασιτεχνών, ένα φωτόμετρο και κάποιος τύπος «τηλεμέτρου». Για να επιτύχουμε καλές φωτογραφίες μ' ένα ορισμένο φιλμ και με μια ορισμένη φωτογραφική μηχανή, χρειάζεται σήμερα μια προσεχτική έκθεση σε σχέση με το διαθέσιμο φως, την ταχύτητα του φιλμ, τη διάσταση των φακών και μια το ίδιο προσεχτική μέτρηση της αποστάσεως ανάμεσα στο φως και στο αντικείμενο για να μπορεί να πέσει ακριβώς στην εστία και να μη βγει θολή η φωτογραφία. Σε πολλές σύγχρονες φωτογραφικές μηχανές τα στοιχεία αυτά (φωτόμετρο, τηλέμετρο) είναι ενσωματωμένα και δεν απαιτείται καμιά προσπάθεια ή επιμέλεια από το φωτογράφο. Έκθεση και εστίαση ρυθμίζονται αυτόματα.

Λίγο μετά την εισαγωγή της ασπρόμαυρης φωτογραφίας, άρχισαν οι έρευνες με το χρώμα. Μολονότι η διαδικασία είναι πιο περίπλοκη – γιατί πρόκειται στην πραγματικότητα να γίνουν τρεις ξεχωριστές και ταυτόχρονες φωτογραφίες για τα βασικά χρώματα, κόκκινο, μπλε και πράσινο, που συνδυάζονται ύστερα σε μια μόνο – η απόδοση του χρώματος έφτασε ωστόσο σ' ένα αποτέλεσμα πολύ κοντά στην τελειότητα, στη φωτογραφία όπως και στον κινηματογράφο.

Ο κινηματογράφος είναι αυτόνομη τέχνη κι επιστήμη, αξίζει όμως τον κόπο να τον αναφέρουμε εδώ. Λίγα χρόνια μετά τον πρώτο φωτογράφο, ένας, τουλάχιστον, ερευνητής αναρωτήθηκε ποιο αποτέλεσμα θα προέκυπτε αν έπαιρνε μια σειρά φωτογραφιών γοργής κινήσεως, λ.χ. τις φωτογραφίες ενός αλόγου που θα έτρεχε και ύστερα τις περνούσε μπροστά στα μάτια του όπως γίνεται με το ξεφύλλισμα μιας τράπουλας και να παραστήσει έτσι την κίνηση του αλόγου. Το πρόβλημα μελετήθηκε και για πρώτη φορά έγινε αντιληπτό ότι το άλογο που καλπάζει δεν έχει σε καμιά στιγμή και τα τέσσερα πόδια του τεντωμένα. Αυτή είναι η κύρια διαφορά ανάμεσα στις

παλιές απεικονίσεις αλόγων σε κίνηση και στις πιο πρόσφατες: ο καλλιτέχνης είδε το ίδιο πράγμα, αλλά το ερμήνευσε με διαφορετικό τρόπο.

Από τη φωτογραφική τράπουλα το βήμα ήταν μικρό ως τη μηχανή προβολής των εικόνων, της μιας μετά την άλλη, πάνω σε μια οθόνη, τόσο γρήγορα, που να δίνεται η εντύπωση της κινήσεως και ως την παραγωγή της συμπληρωματικής μηχανής λήψεως που έπαιρνε τις εικόνες με τον ίδιο ρυθμό. Όταν επιτεύχθηκε σε ικανοποιητικό βαθμό το αποτέλεσμα αυτό, το επόμενο βήμα ήταν η ταχύτατη λήψη των εικόνων και η προβολή τους σε αργό ρυθμό. Δημιουργήθηκε έτσι η προβολή με «επιβραδυντήρα», που από παιχνίδι συντροφιάς έγινε γρήγορα ουσιαστικό όργανο της επιστημονικής έρευνας: η συμπεριφορά του πίδακα ενός υγρού, η ταχύτητα ενός βλήματος μπορούσαν να αναλυθούν. Και αναστρέφοντας την πορεία, παίρνοντας εικόνες, π.χ. κάθε ώρα και προβάλλοντας τις ύστερα με γοργό ρυθμό συνέχεια, μπορούμε να δούμε να ανοίγει ένα λουλούδι μπροστά στα μάτια μας.

Η σταθερή διάσταση της κινηματογραφικής ταινίας για επαγγελματικούς σκοπούς είναι περίπου 35 mm αλλά και η φωτογραφία τείνει να χρησιμοποιήσει αυτό το μέγεθος, που αποδείχτηκε πιο πρακτικό. Μια μηχανή των 35mm είναι αρκετά μικρή κι ωστόσο επιτρέπει τη λήψη ενός μεγάλου αριθμού εικόνων με ένα μόνο ρολό ταινίας. Με την τελειοποίηση μεθόδου μεγεθύνσεως από μικρά αρνητικά δεν είναι πια αναγκαίο να γίνονται εκτυπώσεις της αρχικής διαστάσεως του αρνητικού και ένα αρνητικό των 35 mm, που στην πράξη μπορεί να μεγεθυνθεί όσο θέλουμε, δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Χωρίς αμφιβολία, ο Νταγκέρ, ο Φοξ Τάλμποτ, ο Νιέπς ή οποιοσδήποτε από τους πρωτοπόρους της φωτογραφίας θα έμενε κατάπληκτος αν έβλεπε πού οδήγησε η εφεύρεσή τους. Φωτογραφικές μηχανές λειτουργούν αυτόματα από τα αεροπλάνα, οι δορυφόροι παίρνουν λοξές και κάθετες φωτογραφίες σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα για να κατασκοπεύουν από τον ουρανό, μηχανές με ακτίνες Χ φωτογραφίζουν μέσα από τα στερεά σώματα, μηχανές με υπέρυθρες ακτίνες παίρνουν φωτογραφίες στο σκοτάδι και

κινηματογραφικές μηχανές παράγουν την κίνηση. Και ένας μακρινός ξάδελφος, αλλά με δεσμούς αίματος, η τηλεοπτική μηχανή, παίρνει εικόνες και τις στέλνει σ' ολόκληρο τον κόσμο, μέσω των δορυφόρων, αναμεταδίδοντάς τις και προβάλλοντάς τις οπουδήποτε υπάρχει ανάγκη ή επιθυμία, σε λιγότερο απ' όσο χρειαζόταν ο Νταγκέρ για να ανοίξει το διάφραγμα της μηχανής του. Πού θα φτάσουμε ακόμα;

## ΦΤΗΝΟ ΑΤΣΑΛΙ

Με τη μέθοδο του Μπέσσεμερ το ατσάλι γίνεται ένας από τους ουσιώδεις παράγοντες της σύγχρονης ζωής.

<<Έτοιμος, Μπέσσεμερ;>>

<<Έτοιμος>>.

<<Ονειρεύεστε, φίλε μου. Πέρασε μόνο μισή ώρα>>.

<<Το ξέρω πολύ καλά. Κι όμως σας βεβαιώνω ότι έγινε κιόλας. Δε μένει παρά να τραβήξουμε έξω το ατσάλι. Και, όπως θα δείτε, ατσάλι σε μεγάλη ποσότητα. Κοιτάχτε».

<<Δε θα είναι χρησιμοποιήσιμο, Μπέσσεμερ. Θα χρειαζόταν ένα χρονικό διάστημα πολύ μεγαλύτερο. Προπάντων γιατί θελήσατε να χρησιμοποιήσετε σαν πρώτη ύλη τον πιο ακατέργαστο χυτοσίδηρο που θα μπορούσε να υπάρξει.

<<Κοιτάχτε : Δε βλέπετε ότι αρχίζει να βγαίνει;>>

<<Χμ!>>

<< Σας φαίνεται παράξενο, λοιπόν;>>

<<Αρκετά, Μπέσσεμερ. Είναι τόσο λευκό, λευκό και πυρακτωμένο>>.

<<Σας ετοιμάζεται μία ακόμα μεγαλύτερη έκπληξη. Περιμένετε να κρυώσει!>>

Και η έκπληξη ήταν πραγματικά τεράστια: όχι μόνο για τον δύσπιστο θεατή που παρακολουθούσε την πρώτη αυτή δοκιμή της νέας διαδικασίας παραγωγής ασαλιού, αλλά για όλο τον κόσμο, μόλις μαθεύτηκε η απίστευτη ιστορία. Όπως έγραψε ο ίδιος τριάντα χρόνια αργότερα στην <<Αυτοβιογραφία του>>, ο Σερ Χένρυ Μπέσσεμερ είχε συναντήσει παντού <<την πιο επίμονη δυσπιστία και

υποψία>>. Ίσως, συνέχιζε ο εφευρέτης, <<θα έπρεπε να δικαιολογήσω ως ένα βαθμό τη στάση αυτή, επειδή πρότεινα να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη ακατέργαστος χυτοσίδηρος, που στοίχιζε 3 στερλίνες τον τόνο, προτιμώντας τον από τις άριστα επεξεργασμένες σουηδικές πλάκες σιδήρου που ήταν τότε σε χρήση και στοίχιζαν 15 ως 20 στερλίνες. Πρότεινα εξάλλου να αποκλεισθεί οποιοσδήποτε τύπος καυσίμων κατά τη διάρκεια της τήξεως, πράγμα που, σύμφωνα με το σύστημα μου, απαιτούσε από 25 ως 30 λεπτά της ώρας και όχι δέκα ολόκληρες ημέρες που χρειάζονταν με τις συνηθισμένες μεθόδους. Και πρότεινα ακόμα την παραγωγή πέντε τόνων ατσαλιού κάθε φορά, αντί των 40 ή 50 λιβρών που έδιναν οι μικρές φουρνιές, με τις οποίες παραγόταν όλο το ατσάλι του τύπου Σέφιλντ.

Εκείνο που πραγματικά φαινόταν ακόμα πιο απίστευτο, ήταν οπωσδήποτε το γεγονός ότι είχα προτείνει την παραγωγή πλακών χάλυβος προς 5 ή 6 στερλίνες τον τόνο αντί προς 50 ή 60>>.

Για να εκτιμηθεί σωστά η σημασία της εκπληκτικής καινοτομίας που εισήγαγε ο Χένρυ Μπέσσεμερ, το 1856, θα ήταν σκόπιμο να δούμε τι είναι το ατσάλι και πού χρησιμοποιείται.

Πριν από τέσσερις χιλιετίες περίπου, μετά τον χρυσό και το χαλκό, ο άνθρωπος άρχισε να εξάγει από το έδαφος μία νέα ουσία, σκληρή αλλά αρκετά ελατή, το σίδηρο. Σε σπάνιες περιπτώσεις το σίδηρο ήταν σχεδόν καθαρό: θραύσματα από μετεωρίτες, σώματα προερχόμενα από το άγνωστο σύμπαν και που είχαν συντριβεί πάνω στη γήινη επιφάνεια. Συνήθως ήταν <<σιδηρούχο μέταλλευμα>>, ένα υλικό όχι χρησιμοποιήσιμο στη φυσική του κατάσταση, αλλά που μπορούσε, όπως ανακαλύφθηκε γρήγορα και μάλλον συμπτωματικά, να απαλλαγεί από τις ξένες ύλες και να χρησιμοποιηθεί ύστερα από μακρά και αργή διαδικασία ψηφίσματος. Η κυριότερη ξένη ύλη που περιέχει το σιδηρούχο μέταλλευμα είναι, πράγματι, το οξυγόνο. Αν λοιπόν θερμανθεί με την παρουσία ουσιών πλούσιων σε άνθρακα, όπως το ξυλοκάρβουνο ή το <<κοκ>>, το οξυγόνο θα συνδυασθεί με τον άνθρακα και θ' αφήσει σαν κατάλοιπο σίδηρο μεγαλύτερης ή μικρότερης καθαρότητας.

Οι μέθοδοι καθαρισμού έμειναν σχεδόν οι ίδιες επί αιώνες. Έδιναν όλες ένα προϊόν μαλακό, πιο ευμεταχείριστο από την πέτρα και πιο ανθεκτικό από τον ορείχαλκο ή το χαλκό - που απείχε πολύ όμως από το ιδεώδες μέταλλο που ζητούσαν οι σιδηρουργοί. Από το υλικό αυτό κατασκευάζονταν, με κοπιαστική και υπομονετική εργασία, όπλα και εργαλεία.

Ο τύπος μετάλλου που έδινε η καμίνευση άλλαξε μόλις κατά τα μέσα του 14ου αιώνα, όταν χρησιμοποιήθηκαν φουσερά που λειτουργούσαν με υδραυλικούς τροχούς, έτσι κατορθώθηκε να υψωθεί η θερμοκρασία των φούρνων και να γίνει ενεργότερη η καύση. Και ξαφνικά, από τα καλούπια δεν έβγαινε πια μαλακό σίδηρο, σε στερεά κατάσταση, όπως το ορυκτό υλικό που έμπαινε στους φούρνους, αλλά ένα πυρακτωμένο υγρό. Μετά την ψύξη του, το υγρό αυτό μετατρεπόταν σε μία σκληρότατη και αλύγιστη ουσία: δυστυχώς όμως, ήταν εξαιρετικά εύθραυστη και δεν μπορούσε να δουλευτεί.

Ωστόσο, το υλικό αυτό, που είχε ονομασθεί <<χυτοσίδηρος>>, φαινόταν καλύτερο από το σίδηρο. Αν ήταν δυνατόν να βρουν οι άνθρωποι έναν τρόπο επεξεργασίας του, λυγίζοντας το, τροχίζοντας το, ψήνοντάς το, το μέταλλο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για ένα σωρό αντικείμενα, πολύ ανώτερα σε στερεότητα και αντοχή απ' όλα εκείνα που προσέφερε η αγορά. Το πρόβλημα λύθηκε τελικά, ύστερα από μακροχρόνιες έρευνες, όταν έγινε αντιληπτό ότι ο χυτοσίδηρος δεν ήταν ιδιαίτερη ποιότητα σιδήρου. Στη διαδικασία της χυτεύσεως σε υψηλότερη θερμοκρασία, το σιδηρομετάλλευμα όχι μόνο έχανε το υψηλό ποσοστό οξυγόνου που υπήρχε στο αρχικό μείγμα (το 30% περίπου), αλλά απορροφούσε από τα χρησιμοποιούμενα καύσιμα μια μικρή ποσότητα άνθρακος (το 4% περίπου του μείγματος που προέκυπτε), ακριβώς η μικρή αυτή ποσότητα άνθρακος αλλοίωνε ολοκληρωτικά τα χαρακτηριστικά του μετάλλου. Αν μπορούσε να μειωθεί αυτό το ελάχιστο, έστω, μέρος του άνθρακος, σκεφτόταν, θα επιτυγχανόταν ένα μείγμα με την επιθυμητή σκληρότητα και ασφαλώς όχι λιγότερο ευκολοδούλευτο από το σίδηρο. Η υπόθεση αποδείχτηκε σωστή. Ο χυτοσίδηρος μπορούσε να μετατραπεί σε σχεδόν καθαρό σίδηρο αν θερμαινόταν απλώς σ' ένα δεύτερο καμίνι,

χωρίς οποιονδήποτε τύπο κάρβουνου. Πρόσθεταν λοιπόν το καθιερωμένο ποσοστό άνθρακος και προέκυπτε ένα μείγμα αρκετά διαφορετικό από το αρχικό, πολύ μεγάλης αντοχής και ταυτόχρονα ευήλατο: το ατσάλι. Η διαφορετική δόση άνθρακος δημιουργεί διαφορετικούς τύπους ατσαλιού, που μπορούν να συμπεριληφθούν στις παρακάτω δυο μεγάλες κατηγορίες: Χάλυβες μαλακούς (από 0,04 μέχρι 0,20%) και χάλυβες σκληρούς (από 0,50 μέχρι 1,85%)

Για τον Χένρυ Μπέσσεμερ, ένα ακατάβλητο πνεύμα που αφιέρωσε τις δυνάμεις που προσπαθώντας <<να κάνει όσο γίνεται καλύτερα>> το καθετί - από τα <<επίχρυσια>> αντικείμενα ή τα χαρτόσημα ως τα τηλεσκόπια ή τα τεχνητά λουλούδια - με τον αποτελεσματικότερο και ταχύτερο και κατά το δυνατόν λιγότερο δαπανηρό τρόπο, η παραγωγή του πολυτιμότερου ατσαλιού ήταν μια πρόκληση. Σίγουρα, μπορούσε να βγει ατσάλι από τον χυτοσίδηρο με μια μόνο διεργασία: αλλά ποια;

Ο Μπέσσεμερ μελέτησε τις μεθόδους που είχαν χρησιμοποιηθεί ως τότε: χρειαζόνταν πολύ χρόνο και ήταν εξαιρετικά δαπανηρές.

«οι σουηδικές πλάκες σιδήρου, οι χρησιμοποιούμενες ως πρώτη ύλη, έγραφε ο ίδιος, στοίχιζαν από 15 ως 20 στερλίνες ο τόνος. Έπειτα, ο μετασχηματισμός του σιδήρου αυτού, που ήταν ήδη τόσο ακριβός, απαιτούσε δέκα μέρες περίπου. Χρειαζόνταν δύο ολόκληρες μέρες μόνο για τη βαθμιαία θέρμανση του φούρνου, όπου οι πλάκες του μετάλλου έπρεπε να τοποθετούνται με προσοχή μέσα σε πέτρινα καλούπια, με ένα στρώμα καρβουνόσκονη ανάμεσα στη μια πλάκα και στην άλλη. Μέσα στα καλούπια αυτά, το μέταλλο έπρεπε να παραμείνει έξι μέρες, σε πολύ υψηλή θερμοκρασία. Άλλες δυο μέρες χρειαζόνταν για να κρυώσει ο φούρνος και για να βγουν οι πλάκες στη νέα τους κατάσταση. Το ατσάλι που παραγόταν μ' αυτό τον τρόπο, το έσπαζαν ύστερα σε μικρά κομμάτια και το έχυναν σε πήλινα καλούπια, που το καθένα περιείχε όχι περισσότερο από 40 ή 50 λίβρες υλικού και κατανάλωναν από δυο ως τρεις τόνους ειδικού κάρβουνου, που κι αυτό κόστιζε πολύ, για κάθε τόνο χυμένου μετάλλου. Το ατσάλι αυτό, άριστο για να κατασκευάζονται μαχαίρια και άλλα ανάλογα εργαλεία, ήταν όμως εξαιρετικά

σκληρό και εύθραυστο, και εξαιτίας του μεγάλου κόστους, δεν μπορούσε ασφαλώς να χρησιμοποιηθεί στους χίλιους δυο τομείς όπου το σύγχρονο ατσάλι βρίσκει σήμερα γενική εφαρμογή.

Στον Μπέσσεμερ η ιδέα μιας διαφορετικής μεθόδου για την επεξεργασία του χυτοσιδήρου ωρίμασε με ένα μεγαλοφυή όσο και απλό συλλογισμό: αν στο χυμένο, σε υγρή κατάσταση, χυτοσίδηρο (-πράγμα παράξενο- ήταν εύκολο να ληφθεί: ακριβώς σε ρευστή κατάσταση έβγαινε από το φούρνο τήξεως, όπου είχε εισαχθεί το στερεό μετάλλευμα έτσι, μπορούσαν να τον χρησιμοποιήσουν πριν κρυώσει) εμφυσούσε κανείς ρεύμα αέρος, ο περισσευούμενος άνθρακας του μείγματος θα ενωνόταν γρήγορα με το οξυγόνο του αέρος και θα ξοδευόταν. Αν παρατεινόταν σε επαρκή χρόνο ή διαδικασία αυτή, αν δηλαδή ο αέρας εισαγόταν στην κατάλληλη ποσότητα, όλος ο άνθρακας θα είχε εξαφανιστεί και στο φούρνο θα έμενε μαλακός σίδηρος. Έπειτα, αν ρυθμιζόταν έτσι ώστε να διακόπτεται στην κατάλληλη στιγμή η αποβολή του άνθρακος, θα επιτυγχανόταν ένα μείγμα με την επιθυμητή σύνδεση, μαλακός σίδηρος ή υπερβολικά σκληρό ατσάλι.

Μ' ένα τέτοιο σύστημα μετατροπής του χυτοσιδήρου σε ατσάλι, ήταν εντελώς περιττή ή χρήση της καύσιμης ύλης και πραγματικά ο Μπέσσεμερ σκεφτόταν να χρησιμοποιήσει μόνο χυτοσίδηρο και αέρα. Και το πιο αξιοθαύμαστο μέρος του «τεχνάσματος» που επινόησε ήταν ακριβώς η χρησιμοποίηση του αέρα: στην ένωση του με τον άνθρακα και με άλλα ξένα συστατικά που περιέχονται στον χυτοσίδηρο, πυρίτιο, φωσφόρο, θείο, ο αέρας δημιουργούσε θερμότητα αρκετή για να ξεκινήσει και να τερματισθεί η διαδικασία μετατροπής και με ταχύτητα καταπληκτική. Για τη παροχή αέρα είναι φανερό ότι δεν υπήρχαν δυσκολίες. Όσο για το χυτοσίδηρο, ο Μπέσσεμερ θα μπορούσε ή να αξιοποιήσει αυτόν που είχε ήδη χυθεί παίρνοντας τον κατευθείαν από την υψικάμινο και αυτός θα ήταν ο καλύτερος τρόπος ή να θερμάνει σε ξεχωριστό καλούπι τον χυτοσίδηρο σε στερεά κατάσταση και να τον εισαγάγει μετά τη ρευστοποίηση του στη «χοάνη» του. Εδώ, η χημική ενέργεια του οξυγόνου που ενώνεται με τον άνθρακα και με τα άλλα στοιχεία που

αναφέραμε, θα ανύψωνε πολύ γρήγορα τη θερμοκρασία της μάζας του σιδήρου έτσι, ενώ το χυμένο μέταλλο έμπαινε στη χοάνη σε περίπου 1350 βαθμούς κι ύστερα από λίγα λεπτά έφθανε στους 1600 βαθμούς. Τα τεχνικά προβλήματα δεν έλλειπαν αλλά ο Μπέσσεμερ τα έλυσε όλα: ήταν ανάγκη οι εμφυσήσεις αέρα να εισχωρούν βαθιά σε ολόκληρη τη μάζα του μετάλλου. Έπρεπε η εισαγωγή αέρα να άρχιζε μόνο αφού όλο το χυμένο μέταλλο θα ριχνόταν στη χοάνη. Χρειαζόταν κυρίως να μπορεί κανείς να ρυθμίζει κατά βούληση το κλείσιμο και το άνοιγμα ξανά του αέρα, αφού αρχίσει η διαδικασία. Με τη λύση αυτών των προβλημάτων, η μέθοδος Μπέσσεμερ υιοθετήθηκε γρήγορα σ' όλο τον κόσμο και οι μεγάλες τυπικές «απιοειδείς» χοάνες (στρόμβοι) σε πολλές χώρες. Και μάλιστα, πράγμα που φαίνεται εκπληκτικό, οι στρόβιλοι αυτοί έγιναν πασίγνωστοι πρώτα στο εξωτερικό και ύστερα στην πατρίδα του εφευρέτη και χρειάστηκαν χρόνια για να τεθούν σε λειτουργία στην Αγγλία. Τους πρώτους φυσικά, τους χρησιμοποίησε ο ίδιος ο Μπέσσεμερ στο χαλυβουργείο του Σέφιλντ, όπου έφθασαν από κάθε χώρα οι βιομήχανοι διαφόρων κλάδων της μεταλλουργίας που, αφού παρακολούθησαν και θαύμαζαν τα νέα επιτεύγματα, αγόραζαν σε λογική τιμή το δικαίωμα εκμετάλλευσης της νέας μεθόδου (ο Μπέσσεμερ ζητούσε ποσοστά 2 στερλίνες για κάθε τόνο ατσάλι παραγόμενο με το σύστημα του). Εκτός από τα όχι ασήμαντα κέρδη, ένας άλλος σοβαρός λόγος ικανοποίησης ήταν για τον Μπέσσεμερ, στα γηρατειά του, το γεγονός ότι πολλές πόλεις αποφάσισαν να πάρουν το όνομα του: την εποχή του θανάτου του, υπήρχαν ήδη δεκατρείς πόλεις με το όνομα Μπέσσεμερ μονάχα στην Αμερική, από την Αλαμπάμα ως το Ουαϊόμινγκ.

Ο στρόμβος Μπέσσεμερ σημείωσε ένα τεράστιο βήμα προς τα εμπρός στην ιστορία της βιομηχανικής προόδου: κατορθώθηκε να παραγάγουν ατσάλι χώρες που ποτέ δεν είχαν τολμήσει να επιχειρήσουν κάτι τέτοιο, κατορθώθηκε η εκμετάλλευση του χάλυβα σε τομείς όπου κανείς δεν είχε σκεφθεί ότι μπορούσε να το χρησιμοποιήσει εξ' αιτίας του κόστους και των ιδιοτήτων που χαρακτήριζαν πρωτύτερα το προϊόν αυτό. Το νέο μέταλλο διαδόθηκε παντού και μεταμορφώθηκε μ' αυτό η όψη του πλανήτη μας. Δυστυχώς,

με το ατσάλι κατασκευάστηκαν και τα πιο ισχυρά όπλα, κανόνια, βόμβες, βλήματα και κάθε είδους καταστρεπτικά μηχανήματα. Αλλά βέβαια για όλα αυτά, δεν μπορούμε να κατηγορήσουμε τον Χένρυ Μπέσσεμερ. Ο στρόμβος Μπέσσεμερ χρησιμοποιείται και σήμερα, σε ευρεία κλίμακα, στη βιομηχανία, αλλά, με το πέρασμα των χρόνων και με την ανάπτυξη νεωτέρων θερμοχημικών μεθόδων, προστέθηκαν και άλλα συστήματα μετατροπής του χυτοσιδήρου σε ατσάλι. Η μέθοδος «της χοάνης», που έχει περιγραφεί με λεπτομέρειες αλλά όχι πολύ πειστικά από τον Μπέσσεμερ, τελειοποιήθηκε και χρησιμοποιήθηκε για να παραχθούν μικρές ποσότητες χάλυβος υψηλής ποιότητας. Η κάμιнос Ζίμενς – Μαρτέν άρχισε να χρησιμοποιείται δέκα χρόνια μετά τη μέθοδο Μπέσσεμερ και αξιοποίησε τις πολύ υψηλές θερμοκρασίες (ακόμα υψηλότερες απ' αυτές που είχαν αναπτυχθεί στον στρόμβο Μπέσσεμερ) που μπορούν να επιτευχθούν με την προθέρμανση του αέρος και του καύσιμου αερίου του εισαγομένου στην κάμινο για τον καθαρισμό του ακατέργαστου ψυχρού υλικού (συνήθως χυτοσιδήρου και θραυσμάτων). Ένα άλλο σύστημα μετατροπής είναι εκείνο που επιτυγχάνεται με την ηλεκτρική κάμινο, όπου αναπτύσσεται πολύ υψηλή, αλλά εύκολα ελεγχόμενη θερμοκρασία.

Ο κόσμος που γνωρίζουμε, με τους ουρανοξύστες, τους σιδηροδρόμους, τα πλοία, τις μηχανές, τα αεροπλάνα, δε θα υπήρχε ασφαλώς χωρίς τον στρόμβο του Μπέσσεμερ, που έφερε επανάσταση στην παραγωγή του χάλυβος και της εφαρμογής του, μετατρέποντας το σπανιότατο αυτό και πολύ δαπανηρό μέταλλο, κατάλληλο για όργανα ακριβείας, σ' έναν από τους ουσιαστικούς παράγοντες της σύγχρονης ζωής. Ποιος ήταν ο Χένρυ Μπέσσεμερ, ο δημιουργός αυτού του θαύματος;

Ο Μπέσσεμερ γεννήθηκε στις 19 Ιανουαρίου 1813, στο χωριό Τσάρλτον του Χέρτφορντσαίρ, από Άγγλους γονείς (ο ίδιος όμως παραδεχόταν ότι το επώνυμό του «Δε μοιάζει καθόλου για αγγλικό»). Όταν άρχισε να εργάζεται στο μικρό τυπογραφικό χυτήριο που ήταν εγκατεστημένο στο οικογενειακό κτήμα του πατέρα του, ο Χένρυ είχε τον καιρό και τον τρόπο να εφαρμόσει πολλές από τις ιδέες του και

γρήγορα έγινε διάσημος από τη μια ως την άλλη άκρη της Αγγλίας. Είχε κατασκευάσει, ανάμεσα σε άλλα, ένα μηχάνημα για την ακύρωση των χαρτοσήμων, που απέδιδε στο υπουργείο των οικονομικών της Αγγλίας χιλιάδες στερλίνες το χρόνο, ένα μολύβι από γραφίτη, που στοίχιζε ελάχιστα. Είχε βρει – και η ανακάλυψη αυτή τον έκανε πλούσιο πριν ακόμη συλλάβει την ιδέα της περίφημης χοάνης του - το μέσο να κατασκευάζει μια σκόνη για «επιχρύσωση», το ίδιο καλή όσο κι αυτή που κατασκευαζόταν στη Νυρεμβέργη, με μέθοδο που την κρατούσαν μυστική, η σκόνη πουλιόταν εκεί προς επτάμισι σελίνια την ουγκιά, ενώ η δική του κόστιζε κάτι περισσότερο από έξι πένες τη λίβρα (επειδή όμως δεν ήταν τρελός, την είχε πουλήσει προς ογδόντα σελίνια τη λίβρα, τιμή οπωσδήποτε μικρότερη από τη γερμανική, και είχε κερδίσει ολόκληρη την περιουσία του μέσα σε λίγους μήνες). Με τη βοήθεια των τριών κουνιάδων του, ο Μπέσσεμερ ανέπτυξε έντονη βιομηχανική δραστηριότητα επί τριάντα χρόνια κι ύστερα τους παραχώρησε το εργοστάσιο και το δικαίωμα να συνεχίσουν για λογαριασμό τους την παραγωγή της σκόνης.

Ανάμεσα στις τόσες εφευρέσεις του πρέπει να αναφερθεί και το νέο πιεστήριο για το ζαχαροκάλαμο, με πολύ πιο ικανοποιητική απόδοση απ' όλα τα σύγχρονά του, που είχε βραβευθεί από τον πρίγκιπα Αλβέρτο με χρυσό μετάλλιο. Επίσης, ένας νέος τύπος επαργυρώσεως για τους καθρέφτες, μια νέα μέθοδος κατασκευής γυαλιού, το πρώτο σύστημα ταυτόχρονης τροχοπεδήσεως των τρένων (σύστημα πολύ προχωρημένο για την εποχή του, γι' αυτό και το είχαν απορρίψει οι σιδηροδρομικές εταιρείες). Το τιμητικό αξίωμα του ιππότη που επέστρεψε στον Μπέσσεμερ να προτάσσει στο όνομά του τον επίζηλο τίτλο του «σερ», του απονεμήθηκε όταν πια είχε γεράσει, σαν ανταμοιβή για την ανακάλυψη, πριν από σαράντα έξι χρόνια, ενός νέου τρόπου ακυρώσεως, με ανεξίτηλη διαγραφή, των χαρτοσήμων, ανακάλυψη που έφερε μεγάλη ωφέλεια στο δημόσιο ταμείο. Ο Μπέσσεμερ υποστήριζε πάντοτε ότι η επινόηση αυτή, εύκολη και αποτελεσματική, να σφραγίζει την ημερομηνία με πολλές μικρές τρυπούλες, οφειλόταν στη γυναίκα του, και ήταν ευτυχής που μπόρεσε να μοιραστεί μαζί της την όψιμη τιμητική διάκριση.

## Η ΦΩΝΗ ΠΟΥ ΔΙΑΤΡΕΧΕΙ ΤΟ ΣΥΡΜΑ

Η εφεύρεση του τηλεφώνου δίνει τη δυνατότητα άμεσης επικοινωνίας από απόσταση

(ΓΚΡΑΧΑΜ ΜΠΕΛ)

Από τρεις γενεές τώρα, οι Μπελ ενδιαφέρονταν για τους ήχους της ανθρώπινης φωνής και με ένα επώνυμο σαν το δικό τους, τόσο ηχηρό και υποβλητικό (στα αγγλικά bell σημαίνει κουδούνι, καμπάνα), το ενδιαφέρον θα μπορούσε να θεωρηθεί περισσότερο από φυσικό. Ο πρώτος της οικογένειας που καλλιεργούσε τέτοια ενδιαφέροντα ήταν ο Άλεξ, ένας μπαλωματής της σκοτσέζικης πολίχνης Σαϊντ Άντριους. Ξαφνικά, ο Άλεξ είχε ανακαλύψει ότι κατείχε άριστα μιμικά και φωνητικά χαρίσματα και έτσι είχε πετάξει τα παλιά του εργαλεία για να ακολουθήσει με επιτυχία την καριέρα του ηθοποιού και του δασκάλου της απαγγελίας. Ο γιος του Άλεξ, Άλεξ Μέλβιλ, ακολούθησε το πατρικό παράδειγμα, έγινε εξαιρετος δάσκαλος της απαγγελίας και ασχολήθηκε ιδιαίτερα με τους άτυχους εκείνους, που η κωφότητά τους είχε στερήσει τη χρήση του λόγου: σαν «καθηγητής Μπελ» είχε αποκτήσει μεγάλη φήμη και από τις δύο πλευρές του Ατλαντικού.

Αλλά και ο Αλεξάντερ Γκράχαμ Μπελ, γιος του Άλεξ Μέλβιλ και εγγονός του Άλεξ του παπουτσή, είχε κληρονομήσει τα οικογενειακά χαρίσματα. Ήταν μάλιστα τόσο ικανός να ξαναδίνει τη φωνή σε όσους την είχαν χάσει από αρρώστια, κι ακόμα, ακτινοβολούσε τόση προσωπική γοητεία, ώστε όλοι τον θεωρούσαν όχι μόνο άξιο διάδοχο του πατέρα, αλλά και ασύγκριτο δάσκαλο. Κι ωστόσο, σήμερα, ο Αλεξάντερ Γκράχαμ Μπελ δεν αναφέρεται σαν καθηγητής της φωνητικής φυσιολογίας, αλλά σαν ένας από τους εφευρέτες του τηλεφώνου.

Ο Μπελ κατασκεύασε το τηλέφωνό του και πήρε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας στην Αμερική, λεπτομέρεια που μπορεί ίσως να μην αρέσει στη Σκωτία, όπου γεννήθηκε. Αλλά η ιστορία δεν παρουσιάζει τίποτε το ασυνήθιστο. Σε μικρή ηλικία, ο Άλεξ Γκράχαμ είχε αρρωστήσει σοβαρά, όπως και οι δύο αδελφοί του, που είχαν πεθάνει ο ένας ύστερα από τον άλλον,

από φυματίωση. Τρομοκρατημένος ο πατέρας, με την ιδέα μήπως και ο τελευταίος του γιος ακολουθήσει πρόωρα τους άλλους στον τάφο, έκρινε ότι ήταν καιρός να αφήσει τις ομίχλες και την υγρασία της Αγγλίας και εγκαταστάθηκε με την μικρή του οικογένεια στον Καναδά. Ήξερε καλά τον τόπο, γιατί τόσο εδώ όσο και στις Ηνωμένες Πολιτείες, είχε διδάξει και είχε δώσει πολλές αποδείξεις για τις θεραπευτικές του ικανότητες.

Το 1870 λοιπόν, οι Μπελ είχαν εγκατασταθεί στα περίχωρα της μικρής πολιτείας Μπράντφορντ και ύστερα από λίγες εβδομάδες, ο καθηγητής Μπελ βεβαιώθηκε με χαρά πόσο φρόνιμη ήταν η απόφασή του να πραγματοποιήσει αυτό το ταξίδι: ο γιος του, που οι γιατροί δεν έδιναν παραπάνω από έξι μήνες ζωή, άρχισε τώρα να παχαίνει και σιγά ο βήχας σταμάτησε. Ο Άλεξ Γκράχαμ δεν ήταν πια παιδί, ήταν είκοσι τριών χρονών. Πριν φύγει από τη Σκωτία, χάρη στην καθοδήγηση του πατέρα του, είχε πάρει δίπλωμα δασκάλου της απαγγελίας και της ορθοφωνίας. Τώρα, με τη θαυμαστή επάνοδο της υγείας του, μπορούσε επιτέλους να βλέπει με ελπίδα το μέλλον.

Ο πατέρας του, που δύσκολα αντιμετώπιζε τις πολλές υποχρεώσεις του, ζήτησε μία ημέρα από τον Αλεξάντερ να περάσει τα νότια σύνορα και να φτάσει ως τη Βοστόνη, προκειμένου να δώσει μία διάλεξη αντί για εκείνον. Ο νέος δέχθηκε και είχε τόση επιτυχία, ώστε τον συμβούλεψαν να αφήσει οριστικά τον Καναδά και να εγκατασταθεί στην αμερικάνικη αυτή πόλη σαν καθηγητής της «φυσιολογίας των φωνητικών οργάνων».

Ο Γκράχαμ Μπελ άκουσε τη συμβουλή και όταν πήγε στη Βοστόνη τακτοποιήθηκε με τον καλύτερο τρόπο. Οι γονείς κάποιου παιδιού, που, μολονότι ήταν τελείως κουφό, έκανε σημαντικές προόδους στο σχολείο του νέου δασκάλου, που του πρότειναν να εγκατασταθεί στο μεγάλο τους σπίτι για να μπορεί ο μικρός Τζώρτζ που τον λάτρευε, να βρίσκεται πάντα κοντά του, να τον παρατηρεί και να τον μιμείται σε κάθε ευκαιρία. Ο Μπελ δέχθηκε με προθυμία τη γενναιόδωρη προσφορά, που του επέτρεπε ανάμεσα στα άλλα να καλλιεργήσει ευκολότερα το χόμπι του, που όπως ήλπιζε θα μπορούσε να του αποφέρει γρήγορα μεγάλα κέρδη. Είχε

αρραβωνιαστεί μία μαθήτριά του, τη Μείμπελ Χούμπαραντ, μία χαριτωμένη αλλά κουφή κοπέλα και είχε ανάγκη από πολλά χρήματα για να παντρευτεί.

Το ελπιδοφόρο χόμπι του Μπελ ήταν ένας «πολλαπλός τηλεγράφος», μία συσκευή βασισμένη στις θεωρίες που ακολουθούσε ο ίδιος στις μελέτες του σχετικά με τη φωνή και την ακοή. Αν η συσκευή αυτή λειτουργούσε, θα μπορούσε να μεταβιβάσει ταυτόχρονα, με το ίδιο ζεύγος συρμάτων, περισσότερα μηνύματα και όχι ένα μόνο και οπωσδήποτε θα ήταν χρησιμότερη στις τηλεγραφικές εταιρείες, που θα την αγόραζαν πολύ ακριβά: η εφεύρεση αυτή θα τον έκανε πλούσιο και δεν θα υπήρχαν πια εμπόδια για το γάμο του.

Η «ηχητική» αρχή, πάνω στην οποία ο Μπελ σκόπευε να κατασκευάσει τον πολλαπλό του τηλεγράφο, προέβλεπε το «συντονισμό», διαφόρων δεκτών σε ένα μοναδικό πομπό: σε κάθε δέκτη, τα στίγματα και οι γραμμές, τα σήματα Μορς, θα στέλνονταν με ένα «μετατονισμό» διαφορετικής συχνότητας. Αν κάθε δέκτης απαντούσε αποκλειστικά στο προδιατεταγμένο μετατονισμό, θα έλεγε ότι είχε επιτευχθεί ο πολλαπλός τηλεγράφος.

Τα πειράματα ήταν ενθαρρυντικά αλλά όχι απόλυτα πειστικά. Κάτι δεν πήγαινε καλά. Στη διάρκεια ακριβώς των πειραμάτων αυτών, και ενώ εργαζόταν, μαζί με ένα νεαρό βοηθό του, τον Τόμας Ουότσον, ο Μπελ άρχισε να εξετάζει μία άλλη δυνατότητα: αν θα μπορούσαν να μεταδοθούν, με το ίδιο σύρμα που χρησιμοποιούσε ο τηλεγράφος, όχι τα σήματα Μορς, αλλά οι διάφορες νότες της ανθρώπινης φωνής. Ουρλιάζοντας στον πομπό τους, εφοδιασμένο με μία παλλόμενη μεμβράνη, οι δυο τους πετύχαιναν να ακουστεί ένας δυνατός ήχος στο δέκτη που βρισκόταν στο διπλανό δωμάτιο. Αλλά, όσο και αν προσπαθούσαν, δεν κατόρθωναν να κάνουν τον ήχο καθαρότερο: από το δέκτη έβγαινε ένα συγκεχυμένο μουρμουρητό, ακόμη και αν φώναζαν με όλη τους τη δύναμη, και αυτό ήταν όλο. Το πείσμα τους ωστόσο μεγάλωνε και πολύ σύντομα, ο Μπελ είχε ερεθιστεί με την καινούργια του ιδέα, ώστε άρχισε να παραμελεί τον πολλαπλό του τηλεγράφο. Ο υποψήφιος πεθερός του, ο κύριος Χούμπαραντ, ανησύχησε από αυτό και είπε στον Μπελ ότι, αν δεν παραιτούσε την άχρηστη τρέλα αυτού του

«ηλεκτρονικού τηλεφώνου» και δεν συγκέντρωνε τις προσπάθειές του στην άλλη εφεύρεση, θα έπρεπε να εγκαταλείψει για πάντα την ελπίδα να παντρευτεί την Μείμπελ.

Σίγουρος όμως ότι είχε φτάσει στο κατώφλι μίας νέας ανακάλυψης, ο Μπελ αντιμετώπισε με θάρρος το δίλημμα και αφιέρωσε όλες του τις προσπάθειες στο τηλέφωνο. Λίγες ημέρες αργότερα, στις 10 Μαρτίου του 1876, ο Μπελ είδε ότι είχε δίκιο. Για πολλούς μήνες δεν είχε κάνει κανένα βήμα προς τα εμπρός, ο ήχος ήταν πάντα αδύνατος και ακατανόητος όπως την πρώτη φορά που τον είχαν ακούσει. Ακόμη και εκείνο το πρωί, όπως γινόταν πάντα, ο πιστός Ουότσον προσπαθούσε να ακούσει με το αυτί κολλημένο στο δέκτη, περιμένοντας με αγωνία να ακούσει οποιοδήποτε θόρυβο. Είχαν και οι δυο τους διορθώσει πομπό και δέκτη καμιά δωδεκαριά φορές, όταν ξαφνικά, τέλεια, θαυμάσια, καθαρότατα, ακούστηκαν τα λόγια «Κύριε Ουότσον, ελάτε εδώ! Σας χρειάζομαι!»

Ο Μπελ είχε αναποδογυρίσει μία μπουτίλια με οξύ πάνω στα ρούχα του. Και επειδή δεν είχε τη δυνατότητα να αγοράσει καινούργια ήταν τρομοκρατημένος με αυτό που του συνέβη. Αν ο Ουότσον έτρεχε αμέσως από το διπλανό δωμάτιο, αν τον βοηθούσε να πάρει λίγο νερό και να το ρίξει επάνω του, ίσως το παντελόνι του θα μπορούσε ακόμη να σωθεί.

Αλλά για τον Ουότσον, οι συμφορές του Μπελ, όποιες και αν ήταν δεν είχαν σημασία εκείνη τη στιγμή, μπροστά στο μεγάλο θαύμα: η πρόσκληση του φίλου του είχε φτάσει ως αυτόν, βροντερή και καθαρή, όχι μέσα από τον αέρα αλλά μέσα από το σύρμα, είχε βγει καθαρή από το μικρό δέκτη. Ο Ουότσον όρμησε στο πλαϊνό δωμάτιο με ένα ξέσπασμα ενθουσιασμού για το απροσδόκητο γεγονός, διώχνοντας από τη σκέψη του Μπελ κάθε ανησυχία για την τύχη του κουστουμιού του. Και οι δύο άρχισαν τότε να τρέχουν από τη μία συσκευή στην άλλη, αλλάζοντας, αμοιβαία θέση και σχεδόν παίζοντας σαν παιδιά, απάγγελναν ο ένας στον άλλον, σε μία έκρηξη ευθυμίας, ποιήματα και ρεφρέν των τραγουδιών της μόδας.

Για πρώτη φορά η ανθρώπινη φωνή είχε μεταβιβαστεί μέσα από το σύρμα του τηλεφώνου. Την ίδια εκείνη νύχτα, ο

Γκράχαμ έγραψε στη μητέρα του: «10 Μαρτίου 1876. Μπορώ να πω ότι αυτή ήταν μία μεγάλη μέρα για μένα. Ξέρω ότι έφτασα, επιτέλους στη λύση ενός τεράστιου προβλήματος. Πλησιάζει η ώρα που τα σύρματα του τηλεφώνου θα τοποθετηθούν σε όλα τα σπίτια, όπως υπάρχουν σήμερα σε όλα τα σπίτια οι σωλήνες του νερού και του φωταερίου, η ώρα που οι φίλοι θα μπορούν να κουβεντιάζουν μεταξύ τους χωρίς να αφήνουν την κάμαρά τους».

Δύο χρόνια αργότερα, ο Μπελ έκανε ένα ταξίδι στην Αγγλία για να δείξει στη βασίλισσα Βικτορία την εκπληκτική του εφεύρεση. Προηγούμενως όμως, είχε ήδη καταπλήξει το πλήθος που επισκέφτηκε την έκθεση της Φιλαδέλφειας, μία εκδήλωση που είχε οργανωθεί για τον εορτασμό της πρώτης εκατονταετίας από την υπογραφή της Διακηρύξεως της Ανεξαρτησίας. Πομπός και δέκτης χωρίζονταν από εκατόν πενήντα μέτρα σύρματος: οι επισκέπτες έμεναν κατάπληκτοι όταν άκουγαν τη φωνή του Μπελ, που απάγγελλε: «Να ζει κανείς ή να μη ζει, ιδού η απορία» και ακόμη περισσότερο όταν μπορούσαν οι ίδιοι να θέσουν σε λειτουργία την απίστευτη συσκευή. Ένας από τους διάσημους επιστήμονες της εποχής, ο Σερ Ουίλιαμ Τόμσον, ο μετέπειτα Λόρδος Κέλβιν, αναπήδησε όταν άκουσε τον ήχο από τα λόγια του εφευρέτη και αναφώνησε: αυτό είναι το θαυμαστότερο από όσα είδα στην Αμερική». Και ο Ιάπωνας επισκέπτης της έκθεσης, κάποιος κύριος Ισάβα, που ρώτησε αν το μηχάνημα μιλούσε και τη γλώσσα του, ενθουσιάστηκε διαπιστώνοντας ότι πράγματι ήταν ικανό για ένα τέτοιο κατόρθωμα.

Ένας ηλεκτρομαγνήτης που συνδεόταν με ένα μεταλλικό έλασμα προσαρμοσμένο σε ευαίσθητο διάφραγμα ήταν η πρώτη τηλεφωνική συσκευή του Μπελ: η συσκευή που χρησίμευε και σαν πομπός και σαν δέκτης. Η παλμική κίνηση του λεπτού διαφράγματος από τα ηχητικά κύματα της φωνής προκαλούσε εναλλασσόμενο ρεύμα στο πηνίο που ήταν περιτυλιγμένο γύρω στο μαγνήτη. Από το μαγνήτη, μέσω του σύρματος, το ρεύμα έφτανε στον ηλεκτρομαγνήτη του δέκτη και από εκεί οι παλμικές κινήσεις περνούσαν στο αντίστοιχο διάφραγμα, έτσι που το διάφραγμα του δέκτη έπαλλε σύμφωνα ακριβώς με την παλμική κίνηση του διαφράγματος

του πομπού. Ένας συσσωρευτής κατά μήκος του κυκλώματος βελτίωνε τη λήψη από απόσταση. Οπωσδήποτε, επειδή το καθένα από τα δύο τμήματα, στα οποία κατέληγε αυτός ο υποτυπώδης μηχανισμός ήταν ταυτόχρονα πομπός και δέκτης και χρειαζόταν επομένως να μετατοπίζεται συνεχώς η συσκευή από το στόμα στο αυτί, η συνομιλία με τον πρώτο τύπο τηλεφώνου ήταν κοπιαστική.

Οι επόμενοι τύποι τηλεφώνου που κατασκεύασε ο Μπελ είχαν ξεχωριστό δέκτη από τον πομπό, ή μικρόφωνο, που έγινε αποτελεσματικό, όταν τοποθετήθηκαν κάτω από τη μεμβράνη κόκκοι άνθρακα. Σε αυτό το είδος μικροφώνου, που είναι και σήμερα σε κοινή χρήση, δύο ηλεκτρόδια από άνθρακα, το ένα σταθερό και το άλλο προσαρμοσμένο στο κέντρο ενός ευαίσθητου διαφράγματος, χωρίζονται από κόκκους άνθρακα: η παλμική κίνηση του διαφράγματος που προκαλείται από τα ηχητικά κύματα αντιχτυπάει πάνω στο πρώτο ηλεκτρόδιο και αλλοιώνει την αντίσταση των κόκκων. Όσο μεγαλύτερη είναι η συμπίεση των κόκκων, τόσο μικρότερη είναι η αντίσταση που οι κόκκοι παρουσιάζουν στη ροή του ηλεκτρισμού, έτσι ώστε το ρεύμα που παράγεται από μία μπαταρία και που αναγκαστικά περνάει μέσα από τους κόκκους αυτούς, μεταβάλλεται εκατό φορές το δευτερόλεπτο, και άλλες τόσες φορές προκαλεί αντίστοιχη παλμική δόνηση στο διάφραγμα του δέκτη.

Ο Μπελ είχε δει σωστά. Το τηλέφωνο μπήκε γρήγορα σε όλα τα σπίτια, ακριβώς όπως το νερό και το φωταέριο, για να καλύψει ένα μεγάλο μέρος της σύγχρονης ζωής. Σήμερα, το παγκόσμιο τηλεφωνικό δίκτυο, από την μία άκρη της γης ως την άλλη, συνδέει κατοικίες, νοσοκομεία, γραφεία, κοντινά ή σε πολύ μεγάλη απόσταση μεταξύ τους. Αν δεν υπήρχε η εφεύρεση Μπελ, δεν θα υπήρχαν επίσης τα ραδιοφωνικά και τηλεοπτικά δίκτυα, τα τόσο περίπλοκα, ούτε οι σταθμοί μετάδοσης των προγραμμάτων. Γιατί, αν είναι αλήθεια ότι μεγάλες τελειοποιήσεις έγιναν, με τον καιρό, στις εγκαταστάσεις επικοινωνιών, είναι επίσης αλήθεια ότι πίσω από τις ποικίλες συσκευές - τα μικρόφωνα, τα μεγάφωνα ή τους δέκτες που είχαν διαδοθεί παντού - βρίσκεται η θεωρία από την οποία ξεκίνησε ο Αλεξάντερ Γκράχαμ Μπελ. Η αξία του δεν μειώνεται στο ελάχιστο, από το γεγονός ότι και άλλοι,

πριν ή ταυτόχρονα με αυτόν, είχαν εργαστεί πάνω στην ίδια θεωρία και είχαν πάρει διπλώματα ευρεσιτεχνίας για ανάλογες συσκευές μετάδοσης ήχων: ο Αντόνιο Μεούτσι το 1871, ο Ελίσα Γκραίυ το 1876. Το όνομα του Μπελ παραμένει οπωσδήποτε συνδεδεμένο όχι μόνο με την εφεύρεση του τηλεφώνου αλλά και με τη διαίσθηση του εφευρέτη για τις τεράστιες δυνατότητες που προσέφερε το νέο μηχάνημα καθώς και με τις πρώτες πρακτικές του εφαρμογές.

Μετά την εγκατάσταση, που τη φρόντισε προσωπικά ο Μπελ στην έκθεση της Φιλαδέλφειας, του πρώτου «τηλεφωνικού σταθμού», ικανού μόνο να μεταδίδει μηνύματα από μία συσκευή σε άλλη που απείχε εκατόν πενήντα μέτρα, μέσα σε δέκα χρόνια είχαν δημιουργηθεί ήδη σταθμοί που κάλυπταν «διαμερίσματα» πολύ μεγάλα, με πολυάριθμους συνδρομητές. Η σύνδεση γινόταν μέσω του κέντρου με «κλείδες» που τις χειρίζονταν ειδικοί. Σιγά-σιγά, δημιουργήθηκαν οι αυτόματες συσκευές, οι οποίες επιτρέπουν σε οποιονδήποτε συνδρομητή να πραγματοποιήσει τη σύνδεση που θέλει, γυρίζοντας απλώς τον ρυθμιστικό δίσκο που βρισκόταν πάνω σε κάθε συσκευή. Σήμερα, μπορεί κάποιος να καλέσει απευθείας όχι μόνο τους συνδρομητές της ίδιας περιοχής αλλά και ενός ολόκληρου κράτος ή ακόμη άλλων κρατών και ηπείρων.

Εκείνο που επέτρεψε στους ασταθείς μετατοπισμούς της ανθρώπινης φωνής να υπερνικήσουν τεράστιες αποστάσεις είναι η χρησιμοποίηση των μεγαφώνων: για να μας ακούσουν δεν είναι πια απαραίτητο να διαθέτουμε τη στεντόρεια φωνή του Γκράχαμ Μπελ. Ένας μακρινός ξάδελφος του «πολλαπλού τηλεγράφου» που απασχολούσε τον εφευρέτη, όταν έπεσε συμπτωματικά, μπορεί να πει κανείς, πάνω στην «ομιλούσα μηχανή», και που είναι γνωστός σαν «πολλαπλό τηλέφωνο», ή τηλέφωνο με «ανυσματικές συχνότητες», επιτρέπει σήμερα τη μετάδοση μέσω του ίδιου ζεύγους συρμάτων, είκοσι τεσσάρων τηλεφωνικών συνδιαλέξεων, χωρίς να υπάρχει θέμα παρεμβάσεων. Αν, εξάλλου, αντί του συνηθισμένου καλωδίου χρησιμοποιηθεί ένα «ομοαξονικό καλώδιο», αποτελούμενο από δύο κυλινδρικούς ομόκεντρους αγωγούς, οι ταυτόχρονες συνδιαλέξεις μπορούν να φτάσουν τις δύο χιλιάδες

επτακόσιες. Οι περισσότερες τηλεφωνικές γραμμές είναι σήμερα υπόγειες, αλλά από την αρχή του αιώνα, οι μεγάλες πόλεις, όπως η Νέα Υόρκη, ήταν σαν κεντημένες ολόκληρες με τηλεφωνικά σύρματα.

Μία απλή μα σημαντική καινοτομία που έγινε στην αρχική συσκευή του Μπελ είναι το κουδούνι (ή καμιά φορά ένα φωτεινό μάτι) που ειδοποιεί το συνδρομητή όταν καλείται για συνδιάλεξη. Στην αρχή, το μόνο σημάδι που έδειχνε ότι είχε φτάσει ένα τηλεφώνημα ήταν το ανυπόμονο τικ-τακ που κατόρθωνε να προκαλέσει κάποιος από την άλλη άκρη του σύρματος, με οποιοδήποτε αντικείμενο, με ένα μολύβι, λόγου χάρη, που το χτυπούσε συνέχεια πάνω στον πομπό.

Όπως πολλοί άλλοι εφευρέτες, ο Γκράχαμ Μπελ υποχρεώθηκε να περιμένει πολύ, πριν κατορθώσει να έχει ένα συγκεκριμένο όφελος από την εφεύρεσή του. Οποιοσδήποτε δοκίμαζε τη χρήση του τηλεφώνου έμεινε γοητευμένος, κατάπληκτος, ενθουσιασμένος. Κανείς όμως δεν ήθελε να αντιμετωπίσει τη γιγαντιαία επιχείρηση να απλώσει χιλιάδες χιλιάδων μέτρα σύρματος, να χτίσει ένα κεντρικό σταθμό, να διαθέσει όλες τις συσκευές που χρειαζόταν για να γίνει η τηλεφωνία μία εμπορική οργάνωση. Όπως και στην περίπτωση των αδελφών Ράιτ και του αεροπλάνου τους, τελικά η Αγγλία ήταν εκείνη που ενδιαφέρθηκε για το νεωτερισμό αυτόν και ζήτησε από τον Μπελ να επιστρέψει στην πατρίδα του για να θέσει τις βάσεις ενός εθνικού τηλεφωνικού δικτύου. Ως εκείνη τη στιγμή, το μόνο υλικό όφελος του εφευρέτη ήταν τα χρήματα που πήρε για μία σειρά διαλέξεων σε διάφορες αμερικανικές πόλεις, προκειμένου να εξηγήσει στο κοινό τα γνωρίσματα και τη χρήση της συσκευής του.

Όταν, τέλος, η διοίκηση των αγγλικών ταχυδρομείων του πρότεινε να οργανώσει μία τηλεφωνική υπηρεσία σε ολόκληρη τη χώρα, ο υποψήφιος πεθερός του Μπελ έμεινε ικανοποιημένος και του επέτρεψε να παντρευτεί την κόρη του. Όση κι αν ήταν η ευτυχία του που ξαναβρέθηκε στη χώρα που είχε γεννηθεί και που μπορούσε να τη γνωρίσει και στη νεαρή γυναίκα του, ο Μπελ ένοιωθε τώρα πολύ Αμερικάνος για να επιθυμεί να παραμείνει στην Αγγλία όλη την υπόλοιπη ζωή του: αφού τελείωσε, μέσα σε λίγους μήνες, όλη την

εργασία που είχε αναλάβει, γύρισε στη Βοστώνη και το 1882 πήρε την αμερικανική υπηκοότητα.

Το βρετανικό κλίμα, ιδιαίτερα του Λονδίνου, όπου είχε εγκατασταθεί το ζεύγος Μπελ για να μπορεί ο Γκράχαμ να παρακολουθεί από κοντά τις εργασίες των τηλεφωνικών εγκαταστάσεων, ήταν ένας από τους κυριότερους λόγους που τον έκαναν να πάρει την απόφαση αυτή. Η ίδια αιτία, όπως είδαμε στην αρχή, είχε αναγκάσει τον μετέπειτα εφευρέτη του τηλεφώνου να περάσει τον ωκεανό και να αφήσει να γεννηθεί στην Αμερική ο καρπός της μεγαλοφυΐας του.

## Η ΜΗΧΑΝΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ

Θορυβώδες, βρώμικο αλλά πρακτικό γεννιέται το πιο χαρακτηριστικό μηχάνημα της εποχής μας.

Σιωπηλά, πολύ συγκεντρωμένα, κάμποσα παιδάκια κοίταζαν μια μακρινή φιγούρα. Ήταν μια ζεστή καλοκαιριάτικη μέρα, ένα ελαφρό αεράκι έρχονταν στις όχθες του ποταμού Νέκκαρ. Η Μπάντ Κάνστατ, μια μικρή γερμανική πόλη, αναπαύονταν στη γαλήνη. Ήταν το 1885. Ωστόσο και τα χαμίνια ολόγυρα, που αγωνιούσαν να σπάσουν αυτή την ηρεμία, διστάθονταν κατά κάποιο τρόπο ότι η νυσταλέα εκείνη ατμόσφαιρα θα διαλύονταν τώρα, οπωσδήποτε, και για πάντα.

Τα ποδήλατα ήταν κάτι το συνηθισμένο στη Μπάντ Κάνστατ, αλλά κόστιζαν πολύ κι αυτό ιδιαίτερα φαινόταν ακόμη πιο ακριβό από τα άλλα. Ένα μικρό πλήθος (όχι μόνο παιδιά, αλλά και πολλοί γονείς τους κοίταζαν με προσοχή στην κορυφή μιας λοφοπλαγιάς που σκαρφάλωνε απότομα από τις όχθες του Νέκκαρ) είχε συγκεντρωθεί σαν από σύμπτωση: κανείς απ' όσους βρίσκονταν εκεί δεν θα παραδέχονταν ότι είχε κάνει τόσο δρόμο μόνο και μόνο για να δει κάποιον μεσόκοπο να δοκιμάζει ένα δίτροχο όχημα. Ο χερ Νταίμλερ ξεκίνησε απότομα. Με μια επιδεξιότητα όχι συνηθισμένη για έναν άνθρωπο που είχε περάσει τα πενήντα, έκανε μερικά

βήματα με το ποδήλατο, κρατώντας το από το τιμόνι κι ύστερα, μόλις οι ρόδες άρχισαν να γυρίζουν κάπως πιο γρήγορα πάνω στην πλαγιά, πήδησε στη σέλλα κι άρχισε να κινεί τα πεντάλ. Λίγο αργότερα, όλοι τον είδαν να σκύβει από τη μία πλευρά για να ασχοληθεί με τον «κινητήρα» που είχε μοντάρει πάνω στο σασί.

Ο χερ Νταίμλερ σταμάτησε, σε μια στιγμή την ποδηλασία. Με το θόρυβο εκατό κροτίδων, βγάζοντας ένα πυκνό σύννεφο γαλαζωπού καπνού, που σχεδόν έκρυψε ποδήλατο και ποδηλάτη, ο κινητήρας άρχισε να λειτουργεί. Ένα συγκεχυμένο μουρμουρητό υψώθηκε από το πλήθος δεν καταλάβαινε κανείς τι ακριβώς γινόταν. Στην αρχή όλοι το είδαν το ποδήλατο είχε προχωρήσει με τη συνηθισμένη ταχύτητα, ωθούμενο από τη δύναμη της βαρύτητας κι από την κίνηση των πεντάλ: τώρα εξακολουθούσε να προχωρεί, μέσα σ' ένα σύννεφο σκόνης, αλλά με μια ταχύτητα τρελή, που τη συνόδευε ένας φοβερός θόρυβος.

Ύστερα από ένα λεπτό, μόλις έφτασε στο τέλος της κατηφοριάς, ο Νταίμλερ γύρισε πίσω και αντιμετώπισε άφοβα την απότομη ανηφόρα: ωστόσο, τα πόδια του έμεναν ακίνητα, σταματημένα πάνω στα πεντάλ. Ο πρώτος μοτοσικλετιστής του κόσμου είχε κατεβεί και ανεβεί το λόφο της Μπάντ Κάνστατ.

Στον Γκόττλιμπ Νταίμλερ -που το όνομα του φέρουν ακόμα και σήμερα μια γερμανική βιομηχανία, η Νταίμλερ Μπέη και μια εταιρεία κατασκευής μοτοσικλετών στην Αγγλία- αποδόθηκε η εφεύρεση του αυτοκινήτου όσο και της μοτοσικλέτας. Πάνω σ' αυτό βέβαια διατυπώνονται αντιρρήσεις. Επειδή ήταν ο πρώτος που χρησιμοποίησε κινητήρια εσωτερικής καύσεως σε όχημα, ο Νταίμλερ κέρδισε μια θέση στην ιστορία. Και πρέπει άλλωστε να θυμηθούμε ότι μετά το «μηχανοκίνητο όχημα» του, ο Νταίμλερ κατασκεύασε την πρώτη «βάρκα με κινητήρια», που εμφανίστηκε πάνω στο νερό, εμφάνιση που είχε ασφαλώς τρομοκρατήσει τους αθώους τουρίστες καθώς διασχίζανε τον Ρήνο.

Ο κινητήρας που χάρη στον Νταίμλερ διαδόθηκε τόσο πλατιά, ο κινητήρας εσωτερικής καύσεως, αντλεί την ενέργειά του από τη χρησιμοποίηση ενός καυσίμου στερεού, υγρού ή αερίου. Όπως κι εκείνος που προηγήθηκε, ο

κινητήρας με ατμό, ανήκει στην ομάδα των θερμικών κινητήρων, αλλά διαφέρει από τον άλλο κατά το ότι καύσιμο αναμειγνυόμενο με τον αέρα καίγεται στο εσωτερικό του κυλίνδρου: η κινητήρια πίεση γεννιέται από την αιφνίδια διαστολή του αέρος που προκαλεί η καύση αυτή. Ο κινητήρας εσωτερικής καύσεως μπορεί να έχει διαστάσεις μικρότερες από έναν ατμοκινητήρα και προσφέρει πολλά άλλα πλεονεκτήματα: έχει σχήμα απλό, μπορεί να ρυθμίζει αυτόματα τις διάφορες λειτουργίες του θερμικού κύκλου και να ελέγχει, πάντοτε αυτόματα, τη ροή του καυσίμου και του αέρος. Μπορεί τέλος να αρχίσει στη στιγμή να λειτουργεί, χωρίς τη μακρά προπαρασκευαστική φάση της αναφλέξεως στον λέβητα και της αργής παραγωγής ατμού. Όλα αυτά τα στοιχεία συντέλεσαν ώστε να αντικαταστήσει τον ατμοκινητήρα σε πάμπολλες περιπτώσεις.

Ο πρώτος κινητήρας εσωτερικής καύσεως κατασκευάστηκε, κατά τα φαινόμενα, τον 17<sup>ο</sup> αιώνα, από έναν ταλαντούχο Ολλανδό, τον Κρίστιαν Χούχενς. Ο Χούχενς είχε ήδη επιφέρει σημαντικές τελειοποιήσεις στα ρολόγια και στα οπτικά όργανα και είχε αφιερώσει όλες του τις προσπάθειες για να διερευνήσει με έναν τηλεσκόπιο τα μυστικά του σύμπαντος, όταν ξανάρχισε, ξαφνικά να ασχολείται με τα επίγεια: είχε συλλάβει την ιδέα να κατασκευάσει έναν κινητήρα που θα λειτουργούσε με κοινή πυρίτιδα. Ο Χούχενς στρώθηκε αμέσως στη δουλειά: πήρε έναν πλατύ κύλινδρο, εφοδιασμένο με κατάλληλο λείο έμβολο και προκάλεσε έκρηξη ωθούσε βέβαια προς τα επάνω το έμβολο και έβγαινε έξω από τον κύλινδρο μέσω μιας βαλβίδας μονής κατευθύνσεως. Το λίγο αέριο που παρέμενε μέσα στον κύλινδρο λιγόστευε σε όγκο όσο κρύωνε, και το δημιουργούμενο κενό έφερνε πίσω το έμβολο (πράγματι το έμβολο σπρωχνόταν πάλι προς τα κάτω από την ατμοσφαιρική πίεση, που επενεργούσε σ' αυτό και στο κενό). Απ' ότι μπορούμε να ξέρουμε, ο πρώτος αυτός επικίνδυνος κινητήρας δεν βρήκε καμιά πρακτική εφαρμογή: η κίνηση του έπρεπε να είναι βίαιη, θορυβώδης, ασυνεχής. Η ιδέα οπωσδήποτε αντιπροσώπευε ένα πολύ μεγάλο βήμα προς τα εμπρός.

Μετά έναν αιώνα και περισσότερο, το 1824 ο Σάμουελ

Μπράουν κατασκεύασε μια νέα παραλλαγή κινητήρα εσωτερικής καύσεως, που μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την απορρόφηση νερού. Αντί του εμβόλου που ανεβοκατέβαινε μέσα σ' ένα μεταλλικό κύλινδρο, ο Μπράουν κίνησε με την έκρηξη μια στήλη νερού, δημιουργώντας έτσι μια αντλία μεγάλης αποτελεσματικότητας. Όταν ήθελε να προκαλέσει περιστροφική κίνηση αντλούσε το νερό ως ένα ορισμένο ύψος και το χρησιμοποιούσε για να κινήσει έναν υδραυλικό στρόβιλο. Αυτός ο τύπος του μοτέρ δεν ήταν βέβαια ο πιο κατάλληλος για την κίνηση ενός οχήματος, αλλά θα ήταν διασκεδαστικό να φανταστεί κανείς κάτι τέτοιο: μια καρότσα με κινητήρα, ντεπόζιτο νερού και υδραυλικό τροχό τοποθετημένα στο πίσω μέρος.

Ο κινητήρας εσωτερικής καύσεως απέκτησε τελικά πρακτική χρησιμότητα στην παραλλαγή που κατασκεύασε το 1876 ο καθηγητής Νικόλαους Όττο. Το νέο αυτό μοντέλο λειτουργούσε μ' ένα κύκλο «τεσσάρων χρονών» σύστημα που είχε επινοηθεί μερικά χρόνια νωρίτερα, αλλά που δεν είχε δώσει ποτέ καλά αποτελέσματα ως εκείνη την στιγμή. Το βασικό διάγραμμα του κινητήρος εσωτερικής καύσεως σε τέσσερις χρόνους δεν άλλαξε πολύ από την εποχή που ο Όττο κατόρθωσε να το θέσει σε λειτουργία και προμηθεύει την κινητική ενέργεια σε πολλά από τα αυτοκίνητα μας και σε πλήθος τραίνα, πλοία και αεροπλάνα.

Στον κινητήρα που κατασκεύασε ο Όττο, ένα μείγμα αέρος και καυσίμου απορροφάται στον κύλινδρο μέσα από μια βαλβίδα πρώτη διαδρομή, καθοδική ή απορροφητική, του εμβόλου, που πρέπει να τεθεί σε κίνηση με το χέρι. Όταν το έμβολο φτάνει στο κάτω σημείο της διαδρομής του, η βαλβίδα απορροφήσεως κλείνει αυτόματα και κατά τη δεύτερη διαδρομή, ανόδου ή συμπίεσεως, το μείγμα συμπιέζεται και περιορίζεται σε μικρό χώρο στην κορυφή του κυλίνδρου (με τη συμπίεση αυτή το μείγμα γίνεται πιο εύφλεκτο, έτσι που επαρκεί μικρότερη ποσότητα καυσίμου). Στο τέλος της διαδρομής συμπίεσεως προκαλείται ηλεκτρικός σπινθήρας που επιφέρει καύση του μείγματος και η έκρηξη που γίνεται ωθεί βίαια προς το κάτω το έμβολο, στην τρίτη του διαδρομή, τη διαδρομή διαστολής ή κινητήρια. Στην τελευταία διαδρομή, την τέταρτη η διαδρομή εξαγωγής ή εκτονώσεως, το έμβολο

ανεβαίνει ξανά (ωθούμενο από μια μπιέλα και από ένα στρόφαλο που συνδέονται με τον κινητήριο άξονα και κινούνται μαζί του χάρη στην ενέργεια που παράγεται από την κινητήρια διαδρομή) και εξωθεί από τον κύλινδρο τα καμένα αέρια μέσω μιας δεύτερης βαλβίδας, της βαλβίδας εκτονώσεως που κι αυτή βρίσκεται στην κορυφή στην κορυφή του κυλίνδρου και κλείνει, πάντοτε αυτόματα, στο τέρμα της διαδρομής. Ο κινητήρας είναι τώρα έτοιμος για ένα νέο κύκλο λειτουργίας, αποτελούμενο πάλι από τέσσερις «χρόνους» ή «φάσεις»: απορρόφηση, συμπίεση, διαστολή, εξαγωγή, ή εκφόρτωση.

Επειδή, όπως είδαμε μόνο μία από τις τέσσερις φάσεις ή διαδρομές παρέχει κινητήρια δύναμη, κατά κανόνα συνδέονται με τον ίδιο άξονα περισσότεροι κύλινδροι, ρυθμισμένοι έτσι, που οι διαφορές κινητήριες φάσεις να ακολουθούν η μία από την άλλη, ρυθμικά. Στους τετρακύλινδρους κινητήρες, ένας από τους κυλίνδρους βρίσκεται πάντα σε ενεργό φάση και μπορεί έτσι να θέτει σε κίνηση τις μη παραγωγικές διαδρομές των τριών άλλων. Πρέπει, εξάλλου να αναφερθεί ακόμη ένα πράγμα: οποίος κι αν είναι ο αριθμός των κυλίνδρων ενός μοτέρ, στον πρώτο κύλινδρο πρέπει πάντα να γίνονται δύο μη ενεργές διαδρομές, μία απορροφήσεως και μια συμπίεσεως, προτού η τρίτη να παράγει κινητήρια ενέργεια. Χρειάζεται, επομένως να κινηθούν οι δύο πρώτες διαδρομές με το χέρι ή όπως συμβαίνει κατά κανόνα, σήμερα με ένα μικρό ηλεκτρικό μοτεράκι.

Το 1881, ο Ντάγκαλντ Κλέρκ σχεδίασε έναν κινητήρα εσωτερικής καύσεως με έναν κύκλο σε δύο χρόνους αντί σε τέσσερις: κάθε κάθοδος του εμβόλου είναι μια κινητήρια διαδρομή. Η διαδρομή ανόδου, είναι αντίθετα μη παραγωγική. Θεωρητικά, ο νέος αυτός κινητήρας θα έπρεπε χωρίς άλλο να είναι ανώτερος και να παρέχει διπλή ισχύ από τον κινητήρα των τεσσάρων φάσεων: στην πράξη όμως έγινε αντιληπτό ότι παρουσίαζε όχι ασήμαντα μειονεκτήματα και γι' αυτό χρησιμοποιείται σήμερα σε ειδικές περιπτώσεις, ιδιαίτερα όταν παρουσιάζεται η ανάγκη ενός μοτέρ περιορισμένων διαστάσεων για μικρότερα οχήματα, όπως οι μοτοσυκλέτες ή οι θεριστικές μηχανές. Βασικά ο κινητήρας σε δύο χρόνους

απορροφά και συμπιέζει το μείγμα κάτω από το έμβολο, όχι πάνω (οι δύο ενέργειες γίνονται στην ίδια και μόνη καθοδική διαδρομή) και ύστερα το μεταφέρει, μ' ένα «άνοιγμα διόδου», στον επάνω χώρο, όπου το μείγμα αναφλέγεται, όταν το έμβολο ξαναγυρίζει στην κορυφή του κυλίνδρου. Παρά τη μεγαλύτερη ισχύ του (σχεδόν διπλάσια) ο κινητήρας δύο φάσεων έχει λιγότερα πλεονεκτήματα από τον άλλο, των τεσσάρων φάσεων: η ικανότητα απορροφήσεως και συμπιέσεως του χώρου κάτω από το έμβολο είναι μικρή και εξάλλου επειδή το εξαντλημένα αέρια εξωθούνται από τη νέα εισροή του μείγματος, το αναπόφευκτο μικρό μέρος καμένων αερίων που προστίθεται στο μείγμα μειώνει την ισχύ της εκρήξεως.

Οι κινητήρες σε δύο χρόνους είναι εξαιρετικά απλοί μηχανισμοί, μπορούν να κατασκευαστούν με τη χρησιμοποίηση τριών μόνο κινητών τμημάτων, αλλά συνήθως αγνοούνται, για τους λόγους που είπαμε, από σχεδιαστές και κατασκευαστές. Οι πρώτοι κινητήρες εσωτερικής καύσεως τροφοδοτήθηκαν με αέριο, κυρίως με φωταέριο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς δυσκολία σε μοτέρ με αμετακίνητη βάση, αλλά είναι ελάχιστα κατάλληλο για μοτέρ που τοποθετούνται σε κινητούς μηχανισμούς, όπως ήταν λόγου χάρη, η μοτοσυκλέτα του Νταίμλερ. Αυτός ήταν ο πρώτος που χρησιμοποίησε υγρό καύσιμο, προϊόν αποστάξεως του πετρελαίου, που ο ίδιος την ονόμασε «Μπενζίνα». Η μέθοδος που επινόησε ο Νταίμλερ, να αναμείξει σ' έναν ειδικό θάλαμο, τον λεγόμενο «καρμπυρατέρ», μια μικρή ποσότητα καυσίμου με μεγαλύτερο όγκο αέρος και να απορροφήσει ύστερα μέσα στον κύλινδρο το μείγμα αυτό, ακολουθείται ακόμη στους κινητήρες που λειτουργούν με υγρά καύσιμα. Τα πολύ διυλισμένα όμως υγρά καύσιμα οι βενζίνες ήταν και είναι ακόμη πολύ ακριβά. Γι' αυτό, αρκετοί επιχείρησαν να αξιοποιήσουν λιγότερο διυλισμένα προϊόντα και λιγότερο δαπανηρά. Κανείς όμως δεν το κατόρθωσε, ωστόσο ο Ρούντολφ Ντίζελ κατασκεύασε τον κινητήρα που έχει το όνομα του και που σήμερα έχει πολύ διαδοθεί ακριβώς επειδή επιτρέπει τη χρησιμοποίηση ακατέργαστων ή βαρέων υγρών, όπως του ακάθαρτου πετρελαίου. Τα καύσιμα αυτά

δεν καίονται με ικανοποιητικό τρόπο στην ανάφλεξη που προκαλείται από ηλεκτρικό σπινθήρα, καίονται όμως άριστα και αυτόματα, όπως ανακάλυψε ο Ντίζελ, αν εισαχθούν σ' ένα θάλαμο καύσεως που έχει θερμοκρασία υψηλότερη από το σημείο αναφλέξεως τους.

Ο κινητήρας ντίζελ είναι λοιπόν κατασκευασμένος με τέτοιο τρόπο, ώστε το έμβολο ανεβοκατεβαίνοντας μέσα στον κύλινδρο, συμπιέζει με δύναμη τον αέρα που περιέχεται σ' αυτόν και φτάνει σχεδόν στο τέρμα της ανοδικής διαδρομής του πριν εισαχθεί το καύσιμο στον μικρό χώρο επάνω που προορίζεται σαν θάλαμος καύσεως. Η πολύ μεγάλη συμπίεση του αέρος αναπτύσσει μεγαλύτερη θερμοκρασία από τη θερμοκρασία του σημείου αναφλέξεως του καύσιμου, που καίεται αμέσως μόλις έρθει σε επαφή με τη μάζα του συμπιεσμένου αέρος.

Σε σύγκριση με τα μοτέρ βενζίνης, οι κινητήρες ντίζελ επιτρέπουν σημαντικές οικονομίες, επειδή καταναλώνουν λιγότερα καύσιμα και χρησιμοποιούν προϊόν λιγότερο δαπανηρό. Έχουν όμως μεγαλύτερες διαστάσεις, πολύ μεγάλο βάρος γιατί πρέπει να αντέχουν στις πολύ υψηλές συμπίεσεις του κύκλου λειτουργίας τους, αναπτύσσουν μικρότερη επιτάχυνση και δε λειτουργούν καλά στις μικρές ταχύτητες. Χρησιμοποιούμενοι ευρύτατα στα μεγάλα μεταφορικά μέσα, οι κινητήρες ντίζελ δεν έχουν την προτίμηση των αυτοκινητιστών, που τους αρέσει «να τρέχουν» όσο γίνεται περισσότερο.

Παρά τις διαδοχικές τελειοποιήσεις τους, όλοι οι τύποι κινητήρων εσωτερικής καύσεως παρουσιάζουν ακόμα μερικές ατέλειες. Μια -η πρώτη- είναι, χωρίς άλλο, ότι δεν μπορούν να λειτουργήσουν αυτόνομα, όπως είδαμε στον κινητήρα σε τέσσερις χρόνους. Το μοτεράκι που χρησιμοποιείται για το ξεκίνημα, εξυπηρετεί άριστα το σκοπό του, αλλά καταναλώνει, για τις λίγες έστω στιγμές της λειτουργίας του, μεγάλη ποσότητα ενέργειας είναι ανάγκη λοιπόν να υπάρχουν μια μπαταρία και μια γεννήτρια, που αυξάνουν το βάρος και το πολυσύνθετο της μηχανής. Μια άλλη ατέλεια είναι η περιορισμένη δυνατότητα επαρκούς ταχύτητας: σε αντίθεση με τον ατμοκινητήρα, ο κινητήρας εσωτερικής καύσεως δεν μπορεί να κινήσει ένα βαρύ φορτίο και χρειάζεται ένα περίπλοκο σύστημα από γρανάζια που να

του επιτρέπει να «γυρίζει γρήγορα δουλεύοντας αργά». Σ' ένα αυτοκίνητο π.χ., η περιορισμένη αυτή ελαστικότητα του μοτέρ απαιτεί ολόκληρη σειρά ελιγμών: για να ξεκινήσει, χρειάζεται να πάρει στροφές ο κινητήρας με ταχύτητα ίση με εκείνη που θα είχε αν το αυτοκίνητο ταξίδευε με 60 χλμ. την ώρα με την «τέταρτη», και μόνο σ' αυτό το σημείο να πιάσει την «πρώτη». Αλλά με τόσο χαμηλή ταχύτητα το αυτοκίνητο δεν μπορεί να τρέξει, ο κινητήρας δεν μπορεί να ξεπεράσει αυτόν τον δεδομένο αριθμό στροφών και χρειάζεται επομένως ν' αλλάξει ταχύτητα, ακόμη και δύο-τρεις φορές, για να μπορέσει να φτάσει την επιθυμητή. Με τον τρόπο αυτόν, δηλαδή «αλλάζοντας ταχύτητα», επιτυγχάνεται το αποτέλεσμα, ο κινητήρας να γυρίζει σχεδόν με τον ίδιο αριθμό στροφών, οποιαδήποτε κι αν είναι η ταχύτητα που θέλουμε, οποιοδήποτε κι αν είναι το «μαρσάρισμα».

Αυτή ακριβώς η ανάγκη συχνής αλλαγής ταχύτητας περιόρισε τη χρησιμοποίηση του κινητήρα εσωτερικής καύσεως στους σιδηροδρόμους: μια τέτοια αλλαγή που να μπορεί να ρυθμίζει τη «γωνιακή ταχύτητα» και το «κινητήριο ζεύγος» ενός μοτέρ ικανού να κινεί μια αμαξοστοιχία δεν θα ήταν ασφαλώς εύκολη. Οι κινητήρες ντίζελ που υπάρχουν σήμερα σε μερικά τραίνα χρησιμοποιούνται συνήθως για την παραγωγή του ρεύματος που τροφοδοτεί έναν ηλεκτρικό κινητήρα, σημαντικά πιο εύχρηστο. Είναι φανερό ότι κατά τη μεταβίβαση χάνεται πολλή από την αρχική κινητήρια δύναμη και γι' αυτό τον λόγο πολλές σιδηροδρομικές επιχειρήσεις, σε διάφορες χώρες, επενδύουν μεγάλα κεφάλαια για την ηλεκτροκίνηση των γραμμών μέσω εναέριων καλωδίων. Και ασφαλώς, όταν τελικά θα έχουν ηλεκτροποιηθεί όλες οι γραμμές, θα έχει ήδη εμφανιστεί ένας κινητήρας εσωτερικής καύσεως, ποιος ξέρει κατά τι τροποποιημένος, άλλα οπωσδήποτε πολύ πιο αποτελεσματικός.

Ο απλούστερος τύπος κινητήρα εσωτερικής καύσεως (ονομασίας που δίνεται συνήθως στους εναλλακτικούς κινητήρες δύο ή τεσσάρων φάσεων), είναι ο πύραυλος: σ' αυτόν, τα αέρια καύσεως που προωθούν το όχημα εκβάλλονται ταυτόχρονα από ένα σωλήνα τοποθετούμενο στο πίσω μέρος. Τα καύσιμα αέρια χρησιμοποιούνται, εξάλλου για να θέσουν σε κίνηση ιδιαίτερους τύπους

κινητήρων εσωτερικής καύσεως, τους αεροστρόβιλους: οι αεροστρόβιλοι χρησιμοποιούνται ήδη σε μεγάλη κλίμακα στα αεροπλάνα και θα χρησιμοποιηθούν γρήγορα, ίσως και στα άλλα κάθε είδους μεταφορικά μέσα. Μολονότι από πολλές ενδείξεις φαίνεται καθαρά ή τάση να αντικατασταθεί παντού, ακόμη και στα αυτοκίνητα, όπως έγινε με τα αεροπλάνα, ο συνηθισμένος κινητήρας εσωτερικής καύσεως, δηλαδή ο εναλλακτικός κινητήρας, πολλοί σχεδιαστές πιστεύουν ότι υπάρχουν περιθώρια για παραπέρα τελειοποιήσεις και ότι επομένως, μπορεί να παραμείνει στη ζωή για πολύ καιρό ακόμη. Ένα νέο μοντέλο, πολύ ελπιδοφόρο σχεδιάστηκε στη Γερμανία και έχει ξεπεράσει τώρα τη φάση του πειραματισμού: ο κινητήρας αυτός «με περιστρεφόμενο έμβολο» ή περιστροφικός κινητήρας Βάνκελ έχει πολύ μικρότερες διαστάσεις από ένα συνήθη εναλλακτικό κινητήρα.

Είτε εξαφανισθεί στο μέλλον είτε όχι, ο κινητήρας εσωτερικής καύσεως έχει φέρει ασφαλώς επαναστατικές αλλαγές στη ζωή των ανθρώπων της δεύτερης πεντηκονταετίας του 20ου αιώνα: καμία σύγχρονη αγροτική επιχείρηση δε θα προόδευε χωρίς τρακτέρ, οποιαδήποτε δραστηριότητα μας θα συναντούσε τεράστιες δυσκολίες χωρίς τα αυτοκίνητα, επιβατικά, φορτηγά, λεωφορεία, χωρίς τις ντιζελοκίνητες αμαξοστοιχίες των σιδηροδρόμων μας. Αν το μυστικό του κινητήρα εσωτερικής καύσεως είχε χαθεί, αν δεν είχαν μείνει ίχνη της εργασίας του Ντάιμλερ και του Όττο, θα βρισκόμαστε σήμερα σε θέση πολύ χειρότερη από τον πάππων και προπάππων μας, που έζησαν πριν ένα αιώνα. Εκείνοι δεν ήξεραν άλλα μεταφορικά μέσα εκτός από τα αμάξια με άλογα: και μολονότι μερικές φορές μπορεί να νοσταλγούμε τη γαλήνη και τη σιωπηλή ηρεμία της εποχής πριν απ' την ημέρα που ο Γκόττλιμπ Νταίμλερ ανέβηκε στη μοτοσικλέτα του, θα πρέπει να θεωρήσουμε αδύνατη τη ζωή χωρίς τον κινητήρα του.

## **ΑΚΤΙΝΕΣ Χ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΛΛΑ**

Με την ανακάλυψη του Ραίντγκεν η φυσική προσεγγίζει τα μυστικά της ύλης

Καθηγητής της φυσικής και διευθυντής του Ινστιτούτου φυσικής του Βύρτσμπουργκ της Γερμανίας, ο Βίλχελμ Κόνραντ Ραϊντγκεν ήταν άνθρωπος που δε συνήθιζε να χάνει καιρό με περίπλοκες συσκευές, όπως έκαναν πολλοί άλλοι συνάδελφοί του. Για οποιαδήποτε έρευνα, πίστευε, ένας φυσικός θα έπρεπε να χρειάζεται μόνο το σουγιά του ή, οπωσδήποτε, όχι πολύ διαφορετικά αντικείμενα.

Το φθινόπωρο του 1895, ο Ραϊντγκεν είχε αρχίσει μια νέα σειρά πειραμάτων. Πιστός στις αρχές του, είχε ετοιμάσει τον αναγκαίο εξοπλισμό μόνος του, στο εργαστήριό του, χρησιμοποιώντας όμως αυτή τη φορά εργαλεία κάπως πιο μοντέρνα από ένα απλό μαχαιράκι της τσέπης, ένα μεγάλο μεταλλικό πηνίο, χιλιάδες σπείρες από λεπτότατο σύρμα περιτυλιγμένο, που μπορούσε να αυξήσει το βολτάζ του ηλεκτρικού ρεύματος μιας μπαταρίας του, που την είχε κατασκευάσει ο ίδιος και μια δική του παραλλαγή του αεροκένου σωλήνα που είχε επινοηθεί στην Αγγλία από τον σερ Ουίλλιαμ Κρούξ.

Ο σωλήνας του Κρούξ είναι μια γυάλινη φιάλη όμοια στις διαστάσεις και στο σχήμα με κολοκύθι και περιέχει στο εσωτερικό του δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια. Ο Κρούξ είχε αποδείξει ότι, σε έναν τέτοιο σωλήνα, ένα ρεύμα ηλεκτρονίων που εκπέμπεται από το αρνητικό ηλεκτρόδιο ή «κάθοδο», έλκεται, ακόμα και μέσα από ένα σημαντικό χώρο, από το θετικό ηλεκτρόδιο ή «άνοδο» που βρίσκεται σε κάποια απόσταση. Η συμπεριφορά των ηλεκτρονίων ή καθοδικών ακτινών, όπως κατά κανόνα τις χαρακτήριζαν τότε, προκαλούσε μεγάλο ενδιαφέρον στους επιστήμονες, ανάμεσα στα άλλα, οι καθοδικές ακτίνες είχαν την ιδιότητα να καθιστούν φωτεινές, ακόμα και στο σκοτάδι, μερικές ουσίες που βρίσκονταν κατά μήκος της τροχιάς τους.

Επειδή όμως, όπως φαινόταν, οι καθοδικές ακτίνες μπορούσαν να δημιουργηθούν μόνο μέσα στο κενό, ήταν αδύνατο, τότε, να φανταστεί κανείς ποιες πρακτικές εφαρμογές θα είχαν. Εκείνο το φθινόπωρο λοιπόν, ο Ραϊντγκεν είχε αποφασίσει να ασχοληθεί με τις καθοδικές ακτίνες και γι' αυτόν το σκοπό συγκέντρωσε τα εργαλεία που είχε ετοιμάσει, με μία αντλία, δικής του πάντοτε κατασκευής, είχε αφαιρέσει από το σωλήνα

όλο τον αέρα και είχε συνδέσει με την μπαταρία μέσω του πηνίου, τα άκρα των δύο ηλεκτροδίων, που εξείχαν από το σωλήνα.

Μια μέρα, αφού έθεσε σε λειτουργία τη συσκευή του, ο Ραϊντγκεν παρατήρησε, έκπληκτος, ότι ένα μεγάλο κρυστάλλινο σώμα που το είχε αφήσει, αφηρημένα, σε μια γωνία του τραπεζιού όπου εργαζόταν, φεγγοβολούσε, σαν να είχε ανάψει κανείς μέσα ένα μικρό φως. Το κρύσταλλο, που τυχαία βρισκόταν εκεί, ήταν ένας κοινός κρύσταλλος κυανιούχου βαριολευκοχρύσου, μιας από τις ουσίες που, τοποθετημένες πάνω σ' ένα σωλήνα του Κρούξ, έπαιρναν μια ωχρή φωτεινότητα, τώρα όμως έλαμπτε ζωηρά και βρισκόταν σε απόσταση τριάντα περίπου εκατοστών από το σωλήνα που είχε κατασκευάσει ο Ραϊντγκεν. Ο ερευνητής επιχείρησε να τυλίξει το σωλήνα σ' ένα χοντρό μαύρο χαρτί, ο κρύσταλλος όμως εξακολουθούσε να φεγγοβολά. Κοπάνισε τότε τον κρύσταλλο μέσα σ' ένα γουδί και σκόρπισε τα θραύσματα πάνω σ' ένα φύλλο χαρτιού αλειμμένο με κολλητική ουσία και το κράτησε όρθιο κάθετα, και το φύλλο επίσης λαμποβολούσε σα να ήταν τζάμι που το φώτιζε ο ήλιος. Οι καθοδικές ακτίνες, που, σαν ηλεκτρόνια, έπρεπε να είναι στερεά μόρια, δηλαδή μόρια ύλης, δεν θα μπορούσαν να δημιουργήσουν ένα τέτοιο αποτέλεσμα.

Ο Ραϊντγκεν λοιπόν σκέφτηκε ότι είχε ανακαλύψει ένα νέο είδος ακτινοβολίας, κυματοειδούς τύπου, παρόμοιο με τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα του φωτός και της θερμότητας. Επειδή όμως ήθελε να ερευνήσει βαθύτερα το νέο φαινόμενο πριν εκφράσει τις απόψεις του, περιορίστηκε να ονομάσει τις ακτίνες που μόλις είχε ανακαλύψει <<ακτίνες X>>, δηλαδή ακτίνες αγνώστου φύσεως. Η ονομασία έμεινε, μολονότι τώρα ξέρουμε πολύ περισσότερα γι' αυτές, παράλληλα με τον όρο << ακτίνες Ραϊντγκεν>>, ο οποίος χρησιμοποιείται προς τιμήν εκείνου που τις ανακάλυψε. Ο Ραϊντγκεν δεν άργησε να αντιληφθεί ότι οι ακτίνες του είχαν το ενδιαφέρον χαρακτηριστικό γνώρισμα να απορροφώνται εύκολα από μερικά αντικείμενα και όχι από άλλα. Τα οστά του χεριού, για παράδειγμα, σταματούσαν εντελώς τις ακτινοβολίες, οι οποίες, απεναντίας, διαπερνούσαν άριστα τον μαλακό ιστό που βρισκόταν γύρω

από τα οστά, και μπορούσαν επίσης να επιδράσουν σ' ένα φωτογραφικό φιλμ όπως το φως, αν ακουμπούσε το χέρι του πάνω σε μια φωτογραφική πλάκα ( σκεπασμένη έτσι πού να μην τη χτυπάει το φως ), και κατεύθυνε τις ακτίνες πάνω στο χέρι του, η πλάκα παρουσίαζε, όταν ξεσκεπαζόταν, μια καθαρή φωτογραφία του χεριού. Όχι όμως τη φωτογραφία του χεριού του επιστήμονα, το χέρι που είχε αποτυπωθεί πάνω στη πλάκα ήταν μάλλον το χέρι ενός σκελετού. Πάνω στο μαύρο φόντο της πλάκας, σ' αντίθεση με το γκρίζο των μαλακών ιστών, πρόβαλλαν καθαρά μόνο οι λευκές γραμμές των οστών, και σε μια λευκή γραμμούλα ξεχώριζε το δαχτυλίδι που φορούσε ο Ραίντγκεν στο δάχτυλό του.

Ο Ραίντγκεν διαισθάνθηκε ότι στην ιατρική επιστήμη οι ακτίνες X θα πρόσφεραν ασφαλώς σημαντική βοήθεια, μολονότι αμφέβαλλε αν θα μπορούσε να χρησιμοποιηθούν για να φωτογραφίσει κανείς όλα τα εσωτερικά μέρη του σώματος, τα οστά και, το είχε δοκιμάσει, όχι όμως τα άλλα όργανα που έχουν την ίδια πυκνότητα με τους ιστούς του χεριού. Στην πραγματικότητα οι ακτίνες X αποδείχτηκαν, γρήγορα, ικανές να αποτυπώσουν την ανατομία όλων σχεδόν των ανθρώπινων οργάνων. Σιγά – σιγά, με την τελειοποίηση των ακτινολογικών συσκευών, κανένα όργανο του ανθρώπινου σώματος δεν ξέφυγε από το θαυματουργό μάτι των ακτινών. Κατορθώθηκε να μελετηθούν οι συνθήκες των πνευμόνων και να ανακαλυφθεί κάθε ίχνος ασθένειας ή ανωμαλίας. Οι επιστήμονες μπόρεσαν να δουν καθαρά την καρδιά και τις ενδεχόμενες αλλοιώσεις που παρουσιάζει μέσα στο θωρακικό κλωβό, αποτυπωμένα όλα, τέλεια, πάνω στην πλάκα. Το στομάχι και το έντερο παρουσίασαν στην αρχή κάποιο πρόβλημα, τα τοιχώματά τους ήταν λεπτά και πρόβαλλαν μικρή αντίσταση στις ακτινοβολίες, αργότερα, κάποιος ανάγκασε ένα δύστυχο ινδικό χοιρίδιο να πιει μια διάλυση μολύβδου σε σκόνη και βρήκε ότι το διάγραμμα και το σχήμα του πεπτικού οργάνου του ζώου διακρινόταν πάρα πολύ καλά στη φωτογραφία, παρμένη με τις ακτίνες X, που απορροφήθηκαν τώρα από το μόλυβδο.

Ο μόλυβδος όμως είναι δηλητηριώδης για τις ανθρώπινες υπάρξεις, το ίδιο και για τα ινδικά χοιρίδια κι αυτό ήταν ένας λόγος για να μη χρησιμοποιηθεί. Οι ερευνητές όμως δεν

απελπίστηκαν, γρήγορα ανακάλυψαν ότι το βάριο και το βισμούθιο, που δεν είναι δηλητηριώδη, μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τον ίδιο σκοπό. Πράγματι, πριν από κάθε ακτινολογική εξέταση του στομάχου ή του εντέρου, δίνεται πάντα στον άρρωστο ένας << πολτός βαρίου >>, που εξασφαλίζει την σκιαγράφιση ολόκληρου του πεπτικού συστήματος και αποκαλύπτει τις παθήσεις του.

Εκτός από την ακτινογραφική εξέταση η αποτύπωση, πάνω σε φωτογραφική πλάκα, της εικόνας των οργανικών μερών που υποβάλλονται στις ακτινοβολίες X, είναι επίσης δυνατό να γίνει, όταν θεωρηθεί αναγκαίο, πάντοτε χάρη στις ακτίνες Ραϊντγκεν και στην ανακάλυψη της φωτοβολίας ενός φύλλου χαρτιού πασπαλισμένου με <<φθορίζοντες>> κρυστάλλους, ένας άλλος τύπος εξετάσεως, η λεγόμενη <<ακτινοσκοπική>> εξέταση. Αν, πράγματι, το φωτογραφικό φιλμ αντικατασταθεί από ένα φθορίζον έλασμα (σήμερα, μια γυάλινη πλάκα) και οι ακτινοβολίες X που εκπέμπει το ειδικό μηχάνημα φτάσουν σ' αυτή την οθόνη αφού διαπεράσουν τα εσωτερικά όργανα του αρρώστου που τοποθετείται μπροστά της, ο γιατρός μπορεί να παρατηρήσει τον άρρωστο επί όσο χρονικό διάστημα του χρειάζεται, αφού του υποδείξει να γυρίσει στα πλευρά, στις πλάτες ή εμπρός και να επιτύχει έτσι μια άμεση και όχι στατική παρατήρηση, όπως είναι η <<ακτινογραφία>> των μερών που θέλει να ελέγξει.

Ο Ραϊντγκεν απέδειξε ότι οι ακτίνες X δεν ταυτίζονται με τις καθοδικές ακτίνες, αλλά ότι παράγονται απ' αυτές σαν δευτερεύον αποτέλεσμα, αν στο πέρασμα από την κάθοδο στην άνοδο οι καθοδικές ακτινοβολίες συναντήσουν ένα μεταλλικό σώμα τοποθετημένο κοντά στο σωλήνα του Κρούξ, τότε το σώμα αυτό θα εκπέμπει με τη σειρά του τις ακτίνες X. Ξεκινώντας από τη βασική αυτή διαπίστωση, ήταν εύκολο να φτάσει σε μια πρώτη τροποποίηση του σωλήνα του Κρούξ, αν παρεμβληθεί ανάμεσα στην κάθοδο και την άνοδο μια μικρή μεταλλική οθόνη, η <<αντικάθοδος >> ή αν απλώς ρυθμιστεί η άνοδος έτσι που να προσφέρει μια λοξή επιφάνεια στο ρεύμα ηλεκτρονίων που προέρχεται από την κάθοδο, από τον ίδιο το σωλήνα εκπέμπονται, σε ορθή γωνία ως προς τη ροή των ηλεκτρονίων, ακτίνες X, πολύ μεγαλύτερης ισχύος από εκείνες που εκπέμπει ένα

αντικείμενο έξω από το σωλήνα, ισχύος που είναι δυνατό να αυξηθεί αν τοποθετηθεί μια δεύτερη άνοδος πλάι στην πρώτη.

Οι σύγχρονοι σωλήνες για ακτίνες Χ, ή <<σωλήνες Ραίντγκεν >>, λειτουργούν με βάση την ίδια αρχή. Αποτελούνται, σχηματικά από μια αμπούλα χαλαζία που περιέχει δύο ηλεκτρόδια, η κάθοδος, αποτελούμενη από ένα νήμα βολφραμίου, που το θερμαίνει μια μπαταρία, εκπέμπει μια κανονική και συνεχή ροή ηλεκτρονίων τα οποία, φτάνοντας στην άνοδο, προκαλούν την εκπομπή ακτινοβολιών Χ. Η ισχύς των ακτινών, δηλαδή η ένταση και το μήκος κύματος, μπορεί να μεταβάλλεται με την ρύθμιση της θερμοκρασίας του νήματος βολφραμίου και της τάσεως που δημιουργείται μεταξύ καθόδου και ανόδου, η τάση αυτή μπορεί να φτάσει ως 100.000 βολτ.

Οι ακτίνες Χ, όπως υπέθετε ο Ραίντγκεν, είναι ηλεκτρομαγνητικά κύματα, ανάλογα στη φύση τους με τα κύματα του φωτός, αλλά πολύ μικρότερου μήκους. Εξαιτίας, ακριβώς, του πολύ μικρού μήκους των μπορούν να κυκλοφορούν ανάμεσα στα επί μέρους άτομα των περισσότερων ουσιών, πράγμα αδύνατο στα φωτεινά κύματα, που είναι <<μακρύτερα >>. Χρησιμότερες, ανυπολόγιστης αξίας για την ιατρική επιστήμη – όπως είχε προβλέψει αυτός που τις ανακάλυψε – γιατί αποκαλύπτουν τα μυστικά της εσωτερικής δομής των σωμάτων, οποιουδήποτε σώματος, οι ακτίνες Χ, πέρα από το διαγνωστικό, χρησιμοποιούνται επίσης, σε ευρεία κλίμακα, και στο θεραπευτικό πεδίο, τόσο για τη θεραπεία ορισμένων αλλοιώσεων του δέρματος, όπως η τριχοφυία, όσο και για την καταπολέμηση των όγκων. Διαπιστώθηκε πράγματι, ότι καταστρέφουν τα οργανικά κύτταρα, αλλά πλήττουν, κατά προτίμηση, τα κακοήθη και καρκινικά κύτταρα.

Οι ακτίνες Χ με τη μεγαλύτερη δεισδυτική ισχύ είναι όσες έχουν το μικρότερο μήκος κύματος, ουσιαστικά όμοιες με τις <<ακτίνες γάμα>> που εκπέμπει το ράδιο και που χρησιμοποιούνται επίσης στη θεραπεία των όγκων. Οι ακτίνες Χ και οι ακτίνες γάμα έχουν την ίδια μονάδα δόσεως, το Ραίντγκεν. Το ράδιο δεν είναι η μόνη <<ραδιενεργός>> ουσία, η ικανή δηλαδή να διασπάται αυτόματα εκπέμποντας ακτινοβολίες ποικίλης εντάσεως και εκτάσεως. Την ίδια

ιδιότητα αυτή την έχουν και άλλες φυσικές ουσίες, όπως το ουράνιο, το ακτίνιο, το θόριο κ.λ.π. και είναι δυνατό σήμερα να την αποκτήσουν με τεχνητό τρόπο και στοιχεία που δεν την έχουν από τη φύση τους. Η ανακάλυψη της φυσικής ραδιενέργειας, που συμπίπτει χρονικά με την ανακάλυψη των ακτινών X και η πιο πρόσφατη, της τεχνητής ραδιενέργειας, άνοιξαν νέες περιοχές έρευνας, που δεν αποβλέπει πάντοτε στη βελτίωση των συνθηκών της ανθρώπινης ζωής, και στην ειρηνική εξέλιξη της κοινωνίας. Οι ραδιενεργές ουσίες χρησιμοποιούνται πράγματι όχι μόνο για να μελετηθούν καλύτερα οι εσωτερικές οργανικές δομές ή για να διευκολυνθεί η ανάπτυξη βιοχημικών μεθόδων, αλλά και για την κατασκευή φονικών μέσων, όπως οι ατομικές βόμβες (βόμβα ουρανίου, βόμβα υδρογόνου), εκατομμύρια φορές ισχυρότερες από τα εκρηκτικά παλαιού τύπου. Η <<βόμβα κοβαλτίου>>, αντίθετα, με το επίσης φοβερό όνομα, είναι ένα μηχάνημα για την εκπομπή ακτινών γάμα, μία εντελώς εκσυγχρονισμένη παραλλαγή του σωλήνα που είχε χρησιμοποιήσει ο Ραϊντγκεν, τόσο τελειοποιημένη ώστε να μπορεί να παράγει, σε κόστος χαμηλό, ακτινοβολίες εντάσεως που δε θα μπορούσε κανείς πριν από λίγα χρόνια να τη φανταστεί και χρησιμοποιούμενες για τη θεραπεία των όγκων σε βάθος, όπου είναι αδύνατο να φτάσουν οι ακτίνες X.

Αλλά και στον βιομηχανικό τομέα, ολοένα και περισσότερο χρησιμοποιούνται οι ακτίνες X, που επιτρέπουν την εντόπιση των μεταλλευμάτων, την εξέταση των μεταλλικών κραμάτων (που κρίνονται ακατάλληλα, όταν έχουν γίνει λάθη παραγωγής, πριν χρησιμοποιηθούν για παραπέρα δαπανηρές επεξεργασίες), τον έλεγχο των τελειωμένων προϊόντων, που επίσης αποσύρονται από την αγορά αν κριθούν ακατάλληλα. Μπάλες του γκολφ ελαττωματικές (το υπολογιστικό μηχάνημα μπορεί ακόμα και να διαπιστώσει αν η ευθύνη για μια χαμένη παρτίδα είναι του παίκτη ή της μπαλίσσας), γυαλιά και κρύσταλλα ραγισμένα, πίνακες ρετουσαρισμένοι, θολές και σκασμένες ζωγραφίες που περνούν για αριστουργήματα μεγάλων ζωγράφων, όλα γυμνώνονται και ξεμασκαρεύονται στη στιγμή μπροστά στο αλάθητο μάτι των ακτινών X.

Δυστυχώς, κανείς από τους πρώτους που πειραματίστηκαν με τις ακτίνες Χ ή γάμμα δεν είχε αντιληφθεί ότι μπορούσαν να προκαλέσουν, σε απώτερο χρόνο, βαθιά εγκαύματα ή και κάτι χειρότερο, στο δέρμα και τους ιστούς που δέχτηκαν την ακτινοβολία κατά τις διαδικασίες του εργαστηρίου. Πολλοί από τους πρωτοπόρους ερευνητές, εξαιτίας κάποιας απροσεξίας εξετέθησαν σε αυτή την επίδραση, κατέληξαν να προσβληθούν από καρκίνο, από την αρρώστια ακριβώς που, όπως ελπίζανε, θα μπορούσαν να νικήσουν οι ακτίνες, και πολλοί από αυτούς που κατόρθωσαν να επιζήσουν υποχρεώθηκαν σε ακρωτηριασμούς των δακτύλων ή των χεριών. Οι συνέπειες της ραδιενέργειας αργούν να εκδηλωθούν. Άνδρες και γυναίκες εργάστηκαν χρόνια χωρίς καμία προστασία, πριν εμφανιστούν σε αυτούς τα συμπτώματα της φοβερής αρρώστιας, πολύ αργά πια για να θεραπευθούν. Ανάμεσα στα θύματά της πρέπει να αναφερθεί η Μαρία Κιουρί, από τους πρώτους μελετητές της ραδιενέργειας. Πέθανε <<δηλητηριασμένη>> από το ράδιο.

Το 1914, όταν ξέσπασε ο πρώτος παγκόσμιος πόλεμος, ο Βίλχελμ Ραίντγκεν ήταν καθηγητής στο Μόναχο. Την εποχή εκείνη, του είχαν αποδοθεί πολλές διακρίσεις από την κυβέρνηση της Βαυαρίας και μπορούσε να προσθέσει στο επίθετό του το τόσο επιθυμητό μόριο <<φον>>. Η υγεία του όμως είχε αρχίσει να κλονίζεται όπως και η υγεία της γυναίκας του, που έγινε διάσημη γιατί η ακτινογραφία του χεριού της, πολύ πιο καθαρή από τη δική του – είναι η πρώτη που έχει διασωθεί. Ο επιστήμων ήταν φοβερός πατριώτης και ίσως παρακαλούσε το Θεό να καταστρέψει τους εχθρούς της χώρας του, αλλά δεν έδειχνε διατεθειμένος να βοηθήσει προσωπικά και πρακτικά τον ίδιο. Στη Γαλλία, λίγα μίλια πίσω από το μέτωπο, η Μαρία Κιουρί οδηγούσε ακούραστη το νοσοκομειακό της αυτοκίνητο, εφοδιασμένο με ακτινογραφικό εξοπλισμό και χρησιμοποιούσε τους σωλήνες του Ραίντγκεν για τη θεραπεία των τραυματιών, σώζοντας από το θάνατο Γάλλους στρατιώτες και Γερμανούς αιχμάλωτους. Ο Ραίντγκεν, αντίθετα, γέρος και κουρασμένος, κλείστηκε καρτερικά στην απομόνωση και άφηνε να χρησιμοποιήσουν και να τελειοποιήσουν την ανακάλυψή του.

Πάντα απομονωμένος, ο Ραίντγκεν εξακολούθησε και μετά

τον πόλεμο να απέχει από κάθε δημοσιότητα (είχε τιμηθεί αρκετά, το 1901 του απονεμήθηκε το βραβείο Νόμπελ), προτιμώντας να επιδοθεί ήσυχος σε άλλες σημαντικές έρευνες, ηλεκτρομαγνητική περιστροφή του πολωμένου φωτός, σχέσεις των ειδικών θερμοκρασιών των αερίων, αγωγή της θερμότητας μέσω των κρυστάλλων. Πέθανε στο Μόναχο το 1923, σε ηλικία εβδομήντα οχτώ χρονών.

Η ανακάλυψη του Ραϊντγκεν είχε μια σημασία τόσο επαναστατική ώστε είναι δύσκολο να απαριθμήσει κανείς όλες τις συνέπειες. Αν η ιατρική και η χειρουργική ήταν οι πρώτες επιστήμες όπου έγινε αισθητή η επίδρασή της, γρήγορα το κομμάτι εκείνο του κρυστάλλου, που φωτοβολούσε πάνω σε ένα τραπέζι εργασίας, αναστάτωσε ολόκληρο το χώρο των γνώσεων της φυσικής. Έπρεπε να έρθει ο Άλμπερτ Αϊνστάιν και η ακόμα πιο επαναστατική θεωρία του της σχετικότητας για να πραγματοποιηθεί ένα άλμα προς τα εμπρός της ίδιας σημασίας. Σε νοσοκομεία, σε εργαστήρια, σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις, ακτινοβολούν άπειρα μηχανήματα τα οποία προήλθαν από τα εργαλεία που είχε κατασκευάσει ο Ραϊντγκεν. Αν και προσφέρουν πολύ περισσότερα από τις αδύναμες ακτινοβολίες που επιτεύχθηκαν εκείνο τον Οκτώβριο του 1895, κανένα δεν μπορεί να αποσπάσει τα πρωτεία από τον μικρό εκείνο σωλήνα που φώτισε ξαφνικά άγνωστους και απέραντους ορίζοντες.

## Ο ΜΑΡΚΟΝΙ ΚΑΙ Η ΑΣΥΡΜΑΤΟΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Οι τηλεπικοινωνίες με τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα αλλάζουν τις διαστάσεις του κόσμου.

Χρειάστηκε περισσότερο από ένας χρόνος για να ετοιμαστούν οι τεράστιες κεραίες και τα ογκώδη εξαρτήματα τους, που αποδείχτηκαν τόσο εύθραυστα, ώστε θα έκαναν να χάσει την υπομονή του ακόμα κι ένας άγιος κι ύστερα μια ατελείωτη σειρά αποτυχίες.

Τα στηρίγματα των κεραιών, εξήντα μέτρα ύψος, είχαν τσακιστεί από την καταιγίδα και τα κοντύτερα αποδείχτηκαν ακατάλληλα. Μπορούσαν να γίνουν δοκιμές με χαρταετούς κι αυτούς όμως τους ξέσκισε ο αέρας. Παρ' όλα αυτά, τα επιβλητικά μηχανήματα ήταν, τώρα, επιτέλους, έτοιμα στα δύο προκαθορισμένα σημεία: ένα στην Κορνουάλη και το άλλο στη Νέα Γη, μες στην καρδιά της παγωμένης νύχτας, ο Μαρκόνι, σκυμμένος πάνω στο δέκτη, κατόρθωσε να συλλάβει τα τρία, αδύνατα αλλά ευκρινή, σημεία του γράμματος «S» του αλφαβήτου Μορς. Το πρώτο μήνυμα στον ασύρματο τηλεγράφο είχε διασχίσει τον Ατλαντικό: από δω κι εμπρός, ο άνθρωπος θα ήταν σε θέση να επικοινωνήσει με τους ομοίους του από τις πιο απομακρυσμένες γωνίες της γης.

Το εγχείρημα είχε τεράστια σημασία, αλλά η ιδέα δεν ήταν καινούρια. Ο Κλάρκ Μάξγουελ τα είχε προβλέψει όλα στην πραγματεία του <Theory of Electricity and Magnetism> (θεωρία του ηλεκτρισμού και του μαγνητισμού) του 1873, όπου διατύπωσε τη θεωρία ότι μπορούσαν να παραχθούν ηλεκτρομαγνητικά κύματα με ένα οποιοδήποτε εναλλασσόμενο ρεύμα. Είπε ότι τα κύματα αυτά ταξιδεύουν όπως και τα κύματα του φωτός, με τη φανταστική ταχύτητα των 300.000 χιλιομέτρων το δευτερόλεπτο και ότι κάποια μέρα θα ήταν δυνατό «να συλληφθούν» από μεγάλη απόσταση. Δεκατέσσερα χρόνια αργότερα, ένας Γερμανός, ο Χάινριχ Χερτς, απέδειξε σε ένα κοινό που τον άκουγε με ευχάριστη έκπληξη, ότι θα μπορούσαν να παραχθούν κύματα μ' ένα σπινθήρα που ξεπηδά ανάμεσα σε δύο ηλεκτρόδια τα κύματα θα προκαλούσαν ένα σπινθήρα μικρότερο υπό τις ίδιες συνθήκες με τον πρώτο αλλά σε μian ορισμένη απόσταση. Στην Αγγλία, ο Όλιβερ Λότζ, που είχε ασχοληθεί μ' αυτά τα φαινόμενα σχεδόν ταυτόχρονα με τον Χερτς, κατασκεύασε τον *cohere*, (συνοχέα, ή φωρατή) που τον είχε ήδη ανακαλύψει, στο Παρίσι, ο Εντουάρ Μπρανλύ.

Ο Μπρανλύ είχε αποδείξει ότι αν τοποθετούσε κανείς στη διαδρομή των ακτινών αυτών ένα γυάλινο σωλήνα γεμάτο μεταλλικά ρινίσματα, ο σωλήνας θα μετατρέπονταν, στην πράξη, σε μια μικρή μεταλλική ράβδο, δηλαδή σ' έναν αγωγό

ικανό να μεταφέρει ηλεκτρισμό. Ο Λότζ ανακάλυψε ότι τα κύματα θα μπορούσαν να κλείσουν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα τροφοδοτούμενο από μια μπαταρία μ' ένα φωρατή και ότι το ρεύμα που κυκλοφορούσε έτσι μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη λειτουργία ενός ηλεκτρικού κώδωνος. Ο Λότζ ξεπέρασε ένα από τα κύρια μειονεκτήματα του φωρατή ρυθμίζοντας το ηλεκτρικό κουδούνι, έτσι που το σφυράκι να χτυπάει το γυάλινο περίβλημα του φωρατή: στα προηγούμενα πειράματα, όταν η συσκευή άρχιζε να λειτουργεί επιτρέποντας έτσι το πέρασμα του ρεύματος, ήταν αδύνατο να διακοπεί το ρεύμα χωρίς να απομακρυνθεί η μπαταρία. Η διακοπή των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων δεν επανέφερε τα ρινίσματα στην αρχική τους κατάσταση. Με την υιοθέτηση της μικρής σφύρας που χτυπούσε πάνω στο περίβλημα, τα ρινίσματα χωρίζονταν για να ξαναδημιουργήσουν ύστερα την συμπαγή ράβδο καθώς έφταναν τα επόμενα κύματα.

Ήταν τώρα δυνατό ανοίγοντας και κλείνοντας την εκπομπή των κυμάτων, να παραχθεί αποτέλεσμα ανάλογο με το άνοιγμα και το κλείσιμο του κυκλώματος του δέκτη και να μεταδοθούν έτσι τα γράμματα του αλφαβήτου του Μορς.

Αλλά και ο φωρατής παρουσίαζε πολλά μειονεκτήματα και θα αναλάμβαναν άλλοι, μεταξύ των οποίων και ο Μαρκόνι, να κατασκευάσουν ένα δέκτη πιο ευαίσθητο και ασφαλή, χρησιμοποιώντας μια μαγνητική βελόνη που ταλαντευόταν επηρεαζόμενη από τα κύματα που έφταναν. Η ανάγνωση της λήψεως μπορούσε να γίνει πολύ απλά με το μάτι: μια σύντομη ταλάντωση ήταν ένα «σημείο», μια περισσότερο παρατεινόμενη ταλάντωση ήταν «γραμμή». Και με λίγη άσκηση, ήταν εύκολο να ξεχωρίσει κανείς τα γράμματα του αλφάβητου, από το απλό σημείο του γράμματος «e» ως το περίπλοκο «q» σχηματιζόμενο από δυο γραμμές, ένα σημείο, μια γραμμή. Εξάλλου, με την άκρη μιας μικρής πέννας, μπορούσε κανείς να μεταγράψει το μήνυμα πάνω σε μια ταινία κινούμενου χαρτιού. Αργότερα, ο Μαρκόνι ανακάλυψε ότι μπορούσε να απλοποιηθεί η ανάγνωση ενός μηνύματος με τη χρησιμοποίηση της βελόνης ως διακόπτη που άνοιγε και έκλεινε ένα κύκλωμα, ώστε να χτυπούν κουδούνια ή να ανάβουν φώτα.

Ο Γουλιέλμος Μαρκόνι, αυτός που επινόησε τον ασύρματο

τηλέγραφο,, αφετηρία των ραδιοφωνικών μεταδόσεων και της τηλεόρασης, γεννήθηκε στις 25 Απριλίου 1874, ένα χρόνο μετά τη διατύπωση των προβλέψεων του Μάξγουελ. Πολύ γρήγορα έδειξε ενδιαφέρον για τα ηλεκτρικά φαινόμενα και άρχισε να εκτελεί πειράματα στη σοφίτα του πατρικού σπιτιού του στην Μπολόνια, όπου ανάμεσα στους μεταξοσκώληκες, περνούσε τις ελεύθερες ώρες του παίζοντας με ασύρματα και μπαταρίες. Φαίνεται ότι η μητέρα του, που ήταν Ιρλανδή, είχε αντιληφθεί κατά κάποιον τρόπο ότι ο γιος της ασχολούμενος μ' όλα αυτά τα εργαλεία και τα εξαρτήματα που είχε στο σπίτι, θα έφτανε σε μια πολύτιμη ανακάλυψη. Ο πατέρας του, αντίθετα, που στενοχωριόταν για την απώλεια τόσο χρόνου σε «παιδαριώδη πειράματα», έσπαζε όσα ηλεκτρικά εξαρτήματα έβρισκε στο σπίτι.

Μετά τη δημοσίευση των λεπτομερειών σχετικά με τον συνοχέα του Λότζ, ο νεαρός Μαρκόνι στρώθηκε στη δουλειά για να επιτύχει όσες τελειοποιήσεις μπορούσε. Νύχτες και νύχτες εργαζόταν στη σοφίτα της Βίλα Γκριφόνε, δοκιμάζοντας διάφορους τύπους περιβλημάτων που περιείχαν διαφορετικές αναλογίες και ποσότητες ρινισμάτων ψευδαργύρου και αργύρου. Από τον συνοχέα, έφτασε στον μαγνητικό φωρατή και, με τη βοήθεια του αδελφού του Αλφόνσου, κατόρθωσε να στέλνει και να δέχεται σήματα, πρώτα από τη μια ως την άλλη άκρη της σοφίτας, ύστερα από τη σοφίτα στον κήπο και αργότερα από το ένα χωράφι στο άλλο.

Όλα αυτά ήταν καλά σημάδια, αλλά ξαφνικά κατάλαβε ότι αν ήθελε να αποδείξει τη χρησιμότητα του φαινομένου του ασύρματου τηλέγραφου, τα κύματα του πομπού έπρεπε να παρακάμπτουν ή να διαπερνούν τα ενδεχόμενα εμπόδια, σπίτια ή λόφους που παρεμβάλλονταν. Πράγματι κι εδώ ο Μαρκόνι κοίταζε, όπως πάντα, στο μέλλον τα κύματα θα έπρεπε να ακολουθήσουν την καμπυλότητα της γης, αλλιώς θα διασκορπίζονταν στο διάστημα πέρα απ' τον ορίζοντα. Οι δύο αδελφοί είχαν από τότε χρησιμοποιήσει ένα σύστημα οπτικής σηματοδότησης για να επιβεβαιώνουν τη λήψη των σημάτων: ο Αλφόνσος πληροφορούσε τον αδελφό του (που βρισκόταν στη σοφίτα) κουνώντας ένα μαντήλι όταν κατόρθωνε να «πιάσει» το μήνυμα. Από τότε κι ύστερα, η

οπτική σηματοδότηση θα γινόταν ολοένα πιο αποτελεσματική: ο Γουλιέλμος έδωσε στον αδελφό του ένα κυνηγετικό τουφέκι και του είπε να πάει, με τη συσκευή λήψεως, στην άλλη πλευρά του λόφου, που βρισκόταν πίσω από το σπίτι. Κάτω από το βάρος της συσκευής, ο Αλφόνσος χρειάστηκε είκοσι λεπτά για να περάσει στην άλλη πλευρά του λόφου, ενώ ο Γουλιέλμος, από το παράθυρο της σοφίτας, τον είδε να εξαφανίζεται πέρα από την κορυφή.

Θα γράψει αργότερα ο Γουλιέλμος Μαρκόني: *«Ύστερα από λίγα λεπτά, άρχισα να στέλνω σήματα χτυπώντας στο πλήκτρο της συσκευής Μορς. Και τότε, μακριά, ακούστηκε ένας πυροβολισμός».*

Έτσι, τον Σεπτέμβριο του 1895, πραγματοποιήθηκε η πρώτη καθαυτό ασύρματος μετάδοση. Ο πατέρας του παιδιού ενημερώθηκε για το γεγονός και αφού άκουσε τη γνώμη του εφημέριου και του γιατρού, έδωσε οδηγίες στο γιο του να παρουσιάσει την εφεύρεση στο υπουργείο των ταχυδρομείων και τηλεγραφείων. Είναι απίστευτο, αλλά ο υπουργός δεν έδειξε κανένα ενδιαφέρον για την εφεύρεση του νεαρού κι εκείνος, εξοργισμένος για την προσβολή και απογοητευμένος, αποφάσισε να παρουσιάσει την εφεύρεσή του στην Αγγλία.

Η μητέρα του συμφώνησε ότι αυτή ήταν η πιο φρόνιμη απόφαση και συνόδευσε το γιο της πέρα από τη Μάγχη. Όταν έφταναν εκεί, οι υπάλληλοι του αγγλικού τελωνείου, αντικρίζοντας εκείνο τον τεράστιο μπερδεμένο σωρό από σύρματα, μπαταρίες, μεταλλικές πλάκες και συμπυκνωτές που βρέθηκαν στις αποσκευές του Μαρκόني τρομοκρατήθηκαν: νόμισαν πως βρίσκονταν μπροστά σ' ένα ζευγάρι βασιλοκτόνων, που ήταν έτοιμοι να τινάξουν στον αέρα τη βασίλισσα Βικτόρια: μήπως δεν είχε δολοφονηθεί, μόλις πριν δύο χρόνια, ο γάλλος πρόεδρος; Στο τέλος, μητέρα και γιος, σχεδόν κλαίγοντας, κατόρθωσαν να πείσουν τους υπαλλήλους ότι δεν ήταν παρά αθώοι τουρίστες και ότι τα μηχανήματα που είχαν μαζί τους ήταν απλώς μια νέα εφεύρεση. Αλλά τα μηχανήματα αυτά είχαν πια καταστραφεί και οι κάσες, όπου ήταν συσκευασμένα, ήταν γεμάτες από κομμένα σύρματα, σπασμένες μπαταρίες και στραπατσαρισμένες μεταλλικές πλάκες.

Ο Χένρυ, αδελφός της Άννι Μαρκόνι, ήρθε να τους παραλάβει στο Σταθμό της Βικτώριας, τους παρηγόρησε και τους βρήκε κατοικία. Ύστερα απ' αυτό, γύρισε ολόκληρο το Λονδίνο και συγκέντρωσε τα υλικά που χρειαζόταν ο ερευνητής για να ξαναφτιάξει το καταστραμμένο μηχάνημα.

Ενθαρρυσμένος από την τόση καλοσύνη ο Μαρκόνι στρώθηκε στη δουλειά με περισσότερο από κάθε άλλη φορά ενθουσιασμό και τον Ιούλιο του 1897, ήταν σε θέση να υποβάλει στην υπηρεσία ευρεσιτεχνιών του Λονδίνου μια πλήρη περιγραφή των «Βελτιώσεων και τελειοποιήσεων στη μετάδοση των ηλεκτρικών ωθήσεων και σημάτων και του σχετικού μηχανήματος», που είχε επιτύχει.

Το αποτέλεσμα ήταν να εκδοθεί το «δίπλωμα ευρεσιτεχνίας υπ' αριθμ. 12039 έπ' ονόματι Γουλιέλμου Μαρκόνι, κατοίκου Χέρεφοντρ Ρόουντ 71, Μπαιηζουώτερ, κομητείας Μίντλσεξ».

Ο αρχιμηχανικός των αγγλικών ταχυδρομείων ένας ηλικιωμένος και ευγενικός Ουαλλός ονόματι Ουίλιαμ Πρις ενδιαφέρθηκε για την εφεύρεση του νεαρού Ιταλού και πολύ σύντομα ο Μαρκόνι μπόρεσε να χρησιμοποιήσει το εργαστήριο του Πρις για να προετοιμάσει ένα εντυπωσιακό πείραμα ασύρματης μεταδόσεως, από τη στέγη του κεντρικού ταχυδρομείου του Λονδίνου στα γραφεία του Ταμιευτηρίου της Κουήν Βικτώρια Στρήτ. Το σήμα, που μεταδόθηκε, έφτασε, αφού πέρασε από χοντρούς πλίνθινους τοίχους, καθαρό και δυνατό. Το ενδιαφέρον που προκλήθηκε ήταν τώρα τόσο ζωηρό, ώστε ο άγγλος υπουργός των Ταχυδρομείων κάλεσε τον Μαρκόνι να κάνει και άλλες επιδείξεις κι εκείνος, ύστερ' από λίγο, κατόρθωσε να στείλει σήματα σε απόσταση δεκαπέντε χιλιομέτρων, στην πεδιάδα του Σώλσμπερυ. Μια περισσότερο εντυπωσιακή επίδειξη δεν άργησε να πραγματοποιηθεί: αυτή τη φορά, μέσα στη γενική κατάπληξη, ο Μαρκόνι έστειλε ένα σήμα που διέσχισε τον Κόλπο του Μπρίστολ.

Αλλά και το αγγλικό πολεμικό ναυτικό ενδιαφέρθηκε για την υπόθεση και, μόνο τότε, η ιταλική κυβέρνηση, ακούγοντας τα όσα διαδίδονται για τα θαυματουργά κατορθώματα στο εξωτερικό του νεαρού αυτού από την Μπολόνια, τον κάλεσε να επιστρέψει. Ο Γουλιέλμος Μαρκόνι δέχτηκε με χαρά την πρόσκληση και πραγματοποίησε μια σειρά πειραματικές

επιδείξεις στη ναυτική βάση Σπέτσια, επικοινωνώντας με πλοία που βρίσκονταν δέκα μίλια ανοιχτά στο πέλαγος. Η ιταλική κυβέρνηση παρακάλεσε τότε τον Μαρκόνι να εγκατασταθεί μόνιμα στην Ιταλία εκείνος όμως, που μόλις είχε ιδρύσει στην Αγγλία την εταιρεία του, την «Wireless Telegraphy and Signal Company» αρνήθηκε. Αυτό που δέχτηκε ήταν η αλλαγή της επωνυμίας της εταιρείας σε «Marconi's Wireless Telegraphy Company».

Από χρόνια τώρα, από την εποχή δηλαδή της σοφίας της Μπολόνια, ο Μαρκόνι ονειρευόταν ένα κατόρθωμα: να στείλει σήματα μέσω του Ατλαντικού Ωκεανού και το όνειρο του πραγματοποιήθηκε με την αποστολή από την Κορνουάλη στη Νέα Γη ενός προφητικού σήματος: του γράμματος «S». Γιατί όμως ακριβώς του «S»; Απλώς, όπως εξήγησε ο Μαρκόνι, γιατί ένα μόνο σημείο θα μπορούσε να θεωρηθεί ως συμπτωματική λήψη, μια παρεμβολή του μαγνητικού πεδίου της γης ή μια μακρινή ηλεκτρική εκκένωση. Επίσης, και δύο σημεία δεν θα ήταν πολύ πιο πειστικά. Αλλά τα τρία σημεία του γράμματος «S», επαναλαμβανόμενα σε κανονικά διαστήματα, δε θα ήταν δυνατό ν' αφήσουν αμφιβολίες.

Από δω κι ύστερα, οι καινοτομίες ακολουθούσαν ή μια την άλλη με γοργό ρυθμό. Στην Αγγλία, ο Φλέμιγκ επινόησε την ηλεκτρική λυχνία, αξιοποιώντας την ανακάλυψη ότι ένα σύρμα θερμαινόμενο εκπέμπει αρνητικά ηλεκτρόνια που μπορούσαν να μετακινηθούν στο κενό για να συλληφθούν από μια πλάκα θετικά φορτισμένη. Δεδομένου ότι τα ηλεκτρόνια μπορούσαν να κινηθούν μόνο σε μια κατεύθυνση, δηλαδή από το σύρμα στην πλάκα, ο Φλέμιγκ είχε ανακαλύψει το πρώτο κύκλωμα μονής κατευθύνσεως. Συνδέοντας την κεραία-δέκτη με τη λυχνία του Φλέμιγκ, έτσι που το ασθενές εναλλασσόμενο ρεύμα, που προέκυπτε, να γίνεται συνεχές ρεύμα κυματοειδές αλλά μονής κατευθύνσεως επέτυχε ώστε το ρεύμα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πολλούς σκοπούς. Δυο χρόνια αργότερα, το 1906, ο Αμερικανός Λη Ντε Φόρεστ πρόσθεσε ένα τρίτο στοιχείο στη λυχνία, το ηλεκτρόδιο από μεταλλικό πλέγμα (που το παρενέβαλε μεταξύ σύρματος και πλάκας) δημιουργώντας έτσι την πρώτη «τρίοδο» λυχνία.

Ο ενδιαφέρων αυτός μηχανισμός μετασχημάτιζε τα ασθενή

εναλλασσόμενα ρεύματα σε συνεχές ρεύμα, πολλαπλασιάζοντας εκατοντάδες φορές την ένταση τους και αυξάνοντας έτσι το δυναμικό των επικοινωνιών του ασυρμάτου τηλέγραφου. Λίγο αργότερα, ανακαλύφθηκε ότι θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η τρίοδος αυτή λυχνία για τη μεταβίβαση κυμάτων, σε αντικατάσταση του όχι αρκετά αποτελεσματικού σπινθηριστού που χρησιμοποιούταν ως τότε.

Οι δυο επόμενες καινοτομίες, στις οποίες ο Μαρκόνι έπαιξε κύριο ρόλο, ήταν ο «συντονισμός» του δέκτη με τον πομπό στην ίδια συχνότητα ταλαντώσεως, και η «μετατόνιση του κύματος, έτσι πού να γίνεται δυνατή η μεταβίβαση όχι μόνο εντολών για άναμμα ή διακοπή, αλλά και μουσικής και ομιλίας. Με την πρώτη καινοτομία έγινε δυνατή η εγκατάσταση ανεξαρτήτων σταθμών πομπού που εργάζονταν με διαφορετικές συχνότητες και χωρίς παρεμβολές μεταξύ τους. Με τη δεύτερη, κατορθώθηκε όχι μόνο η ραδιοφωνική μετάδοση αλλά επίσης – ύστερ' από μερικά χρόνια – και η τηλεοπτική. Για τη μετατόνιση χρησιμοποιήθηκε η λυχνία του Ντε Φόρεστ, με την οποία ήταν δυνατό να αποτυπωθούν οι αργές παλμικές δονήσεις, που χαρακτηρίζουν τα μουσικά όργανα ή την ανθρώπινη φωνή (το φυσικό «λα» έχει λ.χ. 440 παλμικές δονήσεις το δευτερόλεπτο), πάνω στις πολύ πιο γρήγορες παλμικές δονήσεις (της τάξεως εκατοντάδων χιλιάδων και συχνά εκατομμυρίων το δευτερόλεπτο), χαρακτηριστικές του ραδιοφωνικού κύματος. Στη λήψη, το ραδιοφωνικό κύμα, που βαφτίστηκε τώρα «κύμα-φορέυς», θα απορριπτόταν ή θα φιλτραριζόταν από τη συσκευή, ή οποία θα χρησιμοποιούσε μόνο την αποτυπωμένη σ' αυτό πληροφορία. Ήταν, εξάλλου, δυνατή και η χρησιμοποίηση μεγαφώνου, που, με τις ίδιες παλμικές κινήσεις, μπορούσε να αναπαραγάγει τον αρχικό ήχο.

Μια ανακάλυψη πρωταρχικής σημασίας, η οποία οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στον Μαρκόνι, είναι οι αναμεταδόσεις με βραχέα κύματα σε μεγάλες αποστάσεις. Ο Μαρκόνι απέδειξε ότι τα βραχύτερα ραδιοφωνικά κύματα δεν ακολουθούν την καμπύλη της γης, αλλά ότι μεγάλο μέρος της ισχύος τους διαχέεται προς το κοσμικό σύμπαν. Η φαινομενικά αποθαρρυντική αυτή ιδιότητα αποδείχτηκε στην

πραγματικότητα τεράστιας αξίας: επέτρεπε στα κύματα να αντανακλώνται από τα στρώματα της ατμόσφαιρας και να ξαναγυρίζουν στη γη σε απόσταση πολλών εκατοντάδων χιλιομέτρων από το σημείο της εκπομπής, χωρίς να εξασθενούν από φαινόμενα απορροφήσεως. Με τον μαθηματικό υπολογιστή της γωνίας ανακλάσεως ήταν δυνατό να επιτευχθεί η επιστροφή του βραχέως κύματος στη γη, σε προβλεπόμενο σημείο, και η νέα εξακόντιση του πολλές φορές, ώσπου να κάνει το γύρο της γης. Με τον προσανατολισμό εξάλλου του σήματος έτσι που να εμποδιστεί η διασπορά του σε κάθε κατεύθυνση, όπως στην περίπτωση των μακρών κυμάτων, επιτυγχανόταν τεράστια οικονομία δυνάμεως.

Η αρχή των μεταδόσεων σε βραχέα κύματα, από την οποία εξαρτώνται όλες οι διεθνείς ραδιοφωνικές επικοινωνίες, τελειοποιήθηκε ακόμη περισσότερο, με ολοένα βραχύτερα κύματα σε πάντοτε μεγαλύτερες συχνότητες. Αν λάβουμε ως ταχύτητα του κύματος την ταχύτητα των 300.000 χιλιομέτρων το δευτερόλεπτο, όπως την υπολόγισε ο Κλακ Μάξγουελ, είναι εύκολο να δούμε ότι με μια συχνότητα 1000.000 κύκλων το δευτερόλεπτο θα έχουμε μήκος κύματος τριακοσίων μέτρων. Ενώ αν η συχνότητα ανέβαινε στα δέκα εκατομμύρια κύκλων θα είχαμε ένα μήκος κύματος τριάντα μέτρων. Ανακαλύφθηκε ανάμεσα στ' άλλα, η δυνατότητα να κινηθούν ή να κατευθυνθούν τα πολύ βραχέα κύματα σαν μια δέσμη φωτός και να συλληφθούν ξανά όταν ξαναστέλλονταν από ένα αντικείμενο: ανακαλύφθηκε δηλαδή ή ιδιότητα τους που επέτρεψε τη δημιουργία του ραντάρ.

Ο Γουλιέλμος Μαρκόνι, αυτός που πρόσφερε τη μεγαλύτερη συμβολή στη εξέλιξη της ραδιοφωνίας, πέθανε το 1937. Τώρα οι καρποί της μεγαλοφυΐας του που είχε ξεκινήσει από τη σοφίτα της Μπολόνια, είναι κάτι το επιβλητικό: η ταλαντευόμενη βελόνη της πρώτης συσκευής του ήταν η αρχή ενός παγκόσμιου συστήματος όχι μόνο επικοινωνιών, αλλά και θεαμάτων ψυχαγωγίας σε διαρκή εξέλιξη. Σε κάθε σημείο της γης υπήρχαν τώρα ραδιοφωνικοί σταθμοί. Λίγους μήνες μόλις πριν από το θάνατό του είχε μεταδοθεί με τα ραδιοηλεκτρικά κύματα το πρώτο τηλεοπτικό θέαμα στον κόσμο, κι αυτό είχε συμβεί στην Αγγλία ως αποτέλεσμα των

ερευνών και των πειραμάτων που είχε ο Τζ. Λ. Μπαίρντ πάνω στις εργασίες του Μαρκόνι για τα βραχέα κύματα.

Ο Μαρκόνι θα μπορούσε να είχε προβλέψει πολλές από τις εξελίξεις που σημειώθηκαν μετά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο στο θέμα των ραδιοεπικοινωνιών, αλλά αυτό που θα του έκανε ίσως τη μεγαλύτερη εντύπωση είναι τα «τρανζίστορς», οι μικρές αυτές κρυσταλλολυχνίες που εκτελούν, με το ελάχιστο όγκο και κατανάλωση ενέργειας, πολλές από τις λειτουργίες των ηλεκτρονικών λυχνιών. Τα μικροσκοπικά αυτά στοιχεία που άρχισαν να εισάγονται από το 1948, επέτρεψαν τη δημιουργία των υπολογιστών οι οποίοι χρησιμοποιούν δεκάδες κυκλώματα.

## Η ΜΑΝΤΑΜ ΚΙΟΥΡΙ ΑΝΑΚΑΛΥΠΤΕΙ ΤΟ ΡΑΔΙΟ

Απομονώνοντας ένα ισχυρά ραδιενεργό στοιχείο, οι Κιουρί ανοίγουν το δρόμο σε απροσδόκητες εξελίξεις της φυσικής.

**«26 Δεκεμβρίου 1898: τα στοιχεία που αναφέρθηκαν παραπάνω μας επιτρέπουν να πιστεύουμε ότι η ραδιενεργός ουσία περιέχει ένα καινούριο στοιχείο που προτείνουμε να ονομαστεί ράδιο». «5 Ιανουαρίου 1899: Η Ειρήνη έβγαλε το δέκατο πέμπτο δοντάκι της!».**

Οι δυο σημειώσεις είναι γραμμένες με τον ίδιο γραφικό χαρακτήρα, μιας νεαρής Πολωνέζας, ευτυχισμένης - έστω και με κάποια νοσταλγία για την Πολωνία - που ζούσε στο Παρίσι με το σύζυγο της, Γάλλο επιστήμονα και με τη νεογέννητη κόρη της. Από την παιδική της ακόμη ηλικία, η γυναίκα αυτή αισθανόταν έλξη για την επιστήμη στις διάφορες όψεις της. Όταν η μεγαλύτερη αδερφή της είχε εγκαταλείψει την Πολωνία κι εγκαταστάθηκε στο Παρίσι, για να σπουδάσει ιατρική και να παντρευτεί αργότερα ένα

Πολωνό εξόριστο, το γιατρό Καζιμίρ Ντλούσκι, η νεαρή Μαρία Σκλοντόφσκα άρχισε να σκέφτεται ότι της δινόταν η ευκαιρία να εγκατασταθεί κι αυτή στη Γαλλία και να αφιερωθεί στην επιστήμη.

Για να εξοικονομήσει τα έξοδα του ταξιδιού και για να βοηθήσει το χήρο πατέρα της σε μια περίοδο που αντιμετώπιζε μεγάλες οικονομικές δυσκολίες, μπήκε γκουβερνάντα σε μια πλούσια οικογένεια στα περίχωρα της Βαρσοβίας. Η μεγαλύτερη αδερφή της επέμενε να τη φέρει στο Παρίσι, αλλά η Μαρία ανέβαλλε από μήνα σε μήνα την αναχώρηση της ώσπου να συγκεντρώσει αρκετά χρήματα για να τακτοποιήσει τα οικονομικά του πατέρα της και να έχει τα απαιτούμενα μέσα για τη συντήρηση της στο Παρίσι. Μόνο τότε αποφάσισε να της γράψει: « Τώρα, Μπρόνγια, ζητώ μια συγκεκριμένη απάντηση. Κοιτάξτε αν είστε σε θέση να με δεχτείτε στο σπίτι σας, γιατί τώρα μπορώ να έρθω. Έχω τον τρόπο να τα βολέψω και αν μπορείτε να μου εξασφαλίσετε τροφή, γράψτε μου».

Γεμάτη χαρά, η Μπρόνγια απάντησε παρακαλώντας την να έρθει αμέσως, θα έπαιρνε μαζί της σεντόνια, στρώμα, πετσέτες, ένα ζευγάρι καλά παπούτσια και τα δυο καπελάκια της.

Η Μαρία έφτασε στο Παρίσι, εγκαταστάθηκε στο σπίτι του ανοιχτόκαρδου και φιλόξενου ζεύγους Ντλούσκι, και γνωρίστηκε με το πολυεθνικό πλήθος των φοιτητών που τριγύριζε στη Σορβόννη, μολονότι η υπερβολική ντροπαλοσύνη της την εμπόδιζε να εξοικειωθεί με τους Γάλλους φοιτητές. Εκείνο που την αναστάτωσε ήταν η διαπίστωση ότι τα γαλλικά της, που τα χρησιμοποιούσε με υπερηφάνεια σαν γκουβερνάντα, δεν ήταν εδώ αρκετά για τις ανάγκες των σπουδών της με αποτέλεσμα να παρανοεί ή και να μην καταλαβαίνει καθόλου ολόκληρες φράσεις των μαθημάτων. Έτσι, μεγάλο μέρος του χρόνου που θα έπρεπε να αφιερώσει στην μελέτη των πανεπιστημιακών συγγραμμάτων υποχρεώθηκε να διαθέσει για να μελετήσει καλύτερα την γλώσσα. Αλλά και οι συνθήκες στο σπίτι του γαμπρού της δεν την βοηθούσαν: η αδερφή της δεχόταν συνεχώς συντροφιάς που κουβέντιαζαν εύθυμα ή έπαιζαν μουσική, άρρωστοι έρχονταν τις πιο απίθανες ώρες για να

τους εξετάσει ο Καζιμίρ. Έτσι, ακόμα κι ο ύπνος ήταν κάτι προβληματικό.

Η Μαρία ήθελε να σπουδάσει δυο επιστήμες τη φυσική και τα μαθηματικά, και για να έχει τον καιρό και το περιβάλλον που χρειαζόταν ώστε να ασχοληθεί και με τις δυο επιστήμες, αποφάσισε τελικά να εγκαταλείψει την αδερφή της και να εγκατασταθεί σε ένα στενόχωρο δωμάτιο στην άλλη άκρη του Παρισιού.

Μπόρεσε έτσι να ικανοποιήσει τη φιλοδοξία της...και να δημιουργήσει μια άλλη. Μόλις πήρε ντοκτορά, ο κρατικός οργανισμός προώθησε της βιομηχανίας της ανέθεσε μια έρευνα σχετικά με τις μαγνητικές ιδιότητες των διαφόρων τύπων χάλυβος. Το εργαστήριο, όμως, που είχε στην διάθεσή της, ήταν υπερβολικά μικρό γι' αυτό το είδος εργασίας, που απαιτούσε σημαντική επάρκεια μέσων και οργάνων. Όταν άρχισε να ψάχνει για ένα άλλο εργαστήριο, της υπέδειξαν να έρθει σε επαφή με ένα νεαρό γάλλο επιστήμονα, κάποιον Πιέρ Κιουρί, που έκανε έρευνες σ' ένα εργαστήριο καλά εξοπλισμένο: ο Κιουρί θα μπορούσε να της εξοικονομήσει χώρο.

Εκείνη ήταν φοβισμένη, αν όχι τρομοκρατημένη, από την ιδέα να πλησιάσει το νεαρό και αρνήθηκε. Αργότερα, κάποιος κοινός φίλος κάλεσε και τους δύο για τσάι στο σπίτι του. Δεν πέρασε πολύς καιρός και άρχισαν να εργάζονται μαζί, στο εργαστήριο του Πιέρ. Και, σε λίγο, κατέληξαν να παντρευτούν.

Στο μεταξύ, είχαν διαπιστώσει ότι τους ένωναν κοινά ενδιαφέροντα, στον ίδιο τομέα ερευνών. Ο γερμανός φυσικός Ραίντγκεν, πριν από λίγο καιρό, είχε ανακαλύψει τις «ακτίνες Χ», όπως τις είχε ονομάσει, που είχαν την ιδιότητα να διαπερνούν στερεά αντικείμενα. Αμέσως μετά, ο Γάλλος Ανρύ Μπεκκερέλ ανακάλυψε ότι την ίδια ιδιότητα είχαν και τα συστατικά του ουρανίου: αν, παραδείγματος χάρη, τοποθετούσε κανείς ένα μικρό σωρό πισσουρανίτη πάνω σ' ένα φύλλο μαύρο χαρτί, με μια φωτογραφική πλάκα από κάτω, το ορυκτό του ουρανίου άφηνε στην πλάκα κάποιο, έστω και όχι πολύ ευδιάκριτο, σημάδι. Ο Πιέρ και η Μαρία γοητεύθηκαν από το φαινόμενο, και η Μαρία, με την πεποίθηση ότι το φαινόμενο έκρυβε κάτι άλλο, άρχισε αμέσως να το μελετά με ολοένα και μεγαλύτερη προσοχή. Ο

Πιέρ και ο αδελφός του της δάνεισαν τα αναγκαία όργανα και όλο τον εξοπλισμό που τους ζήτησε κι εκείνη στρώθηκε στη δουλειά για να καταγράψει, ένα προς ένα, τα χαρακτηριστικά και την ένταση της ακτινοβολίας αυτής. Σε σύντομο διάστημα διαπίστωσε ότι το ίδιο φαινόμενο παρουσιαζόταν και με τα συστατικά ενός άλλου στοιχείου, του θορίου. Όταν έφθασε στο σημείο αυτό, έκρινε ότι άξιζε να δοθεί ένα όνομα στο φαινόμενο και το βάφτισε «ραδιενέργεια».

Ύστερα ήρθε η πιο σημαντική ανακάλυψη: αναζητώντας άλλες ουσίες που θα είχαν την ίδια ιδιότητα, η Μαρία είχε αναλύσει, με την βοήθεια του Πιέρ, δείγματα από τη μεταλλειολογική συλλογή της Σχολής της Φυσικής. Ήξερε, ή νόμιζε ότι ήξερε, ότι τα δείγματα, για να αξίζουν κάποιο ενδιαφέρον σ' αυτή την έρευνα επί της ραδιενέργειας, έπρεπε να περιέχουν, σε οποιαδήποτε μορφή, ουράνιο ή θόριο. Είχε μελετήσει όλα τα γνωστά στοιχεία, αλλά μόνο αυτά τα δύο ήταν ικανά να εκπέμπουν μίαν ασθενή, ωστόσο αντιληπτή ακτινοβολία. Σε ορισμένη στιγμή, και κατά εντελώς απρόβλεπτο τρόπο, έπεσε τυχαία πάνω σ' ένα μείγμα ουρανίου που παρουσίαζε πολύ εντονότερη ραδιενέργεια απ' ότι μπορούσε να προβλεφθεί, με βάση το ουράνιο που περιείχε.

Στην αρχή σκέφτηκε ότι είχε κάνει λάθος. Αλλά όχι. Μέτρησε και ξαναμέτρησε δεκάδες φορές τη ραδιενέργεια, έκανε ξανά και ξανά έλεγχο στην ανάλυση του μείγματος και του βάρους του: αυτό όμως εξέπεμπε εντονότερη ραδιενέργεια, τεράστιας ισχύος.

Σε συνέχεια, ανακάλυψε ότι κι άλλα μείγματα συμπεριφέρονταν κατά τον ίδιο τρόπο. Η απάντηση μπορούσε να είναι μόνο μία: αναμειγμένη σ' αυτά τα κράματα ουρανίου, έπρεπε να υπάρχει μια μικρή ποσότητα στοιχείου άγνωστου ακόμη, αλλά προικισμένου με ραδιενέργεια τεράστιας εντάσεως.

Συμβουλευτήκε τον Πιέρ που, για πρώτη φορά αφότου ή σύζυγός του είχε επιδοθεί στη μελέτη της ραδιενέργειας, ήταν γοητευμένος όχι μόνο από τη νεαρή και γοητευτική σύζυγο που εργαζόταν μαζί του αλλά και από την ίδια την εργασία. Εγκατέλειψε προσωρινά τις δικές του έρευνες και συνεργάστηκε στις έρευνες της συζύγου του.

Κανείς από τους δύο δε θα μπορούσε να προβλέψει ότι η έρευνα του νέου αυτού στοιχείου, που για την ύπαρξή του ήταν εντελώς σίγουροι και πού ποτέ δεν το είχαν δει, θα απαιτούσε όχι έναν, δύο ή και δώδεκα μήνες, αλλά σαράντα πέντε ολόκληρους μήνες: πάνω- κάτω, τέσσερα χρόνια. Είναι σχεδόν αδύνατο να ξεχωρίσουμε το έργο του συζύγου από της συζύγου και για το λόγο ότι, σε όλη τη διάρκεια της έρευνας, έκαναν απεγνωσμένες προσπάθειες για να δώσουν την εντύπωση ενός και μόνου προσώπου. Σε μια από τις πρώτες ανακοινώσεις τους στην Ακαδημία των Επιστημών, τον Ιούλιο του 1898, προσπάθησαν να αποκρύψουν την προσωπική τους συμβολή: «Μερικά μεταλλεύματα που περιέχουν ουράνιο και θόριο (όπως ο πισσουρανίτης, ο χαλκόλιθος, ο ουρανίτης) είναι πολύ ενεργά από την άποψη της εκπομπής ακτινών Μπεκκερέλ. Σε μια προηγούμενη ανακοίνωση, ένας από μας, έδειξε ότι η ραδιενέργειά τους είναι μεγαλύτερη και από του ουρανίου και του θορίου και εξέφρασε τη γνώμη ότι το αποτέλεσμα αυτό οφειλόταν σε κάποια άλλη ουσία, πολύ πιο ραδιενεργό, που περιέχεται σε μερικές ποσότητες στα μεταλλεύματα αυτά».

Σε όλη τη διάρκεια της κοινής εργασίας τους, που διακόπηκε τραγικά από τη μοίρα, ήταν ή «εμείς» ή «ένας από εμάς».

Άρχισαν τις έρευνες με τον πισσουρανίτη. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι έπρεπε να περιέχεται σε αυτόν μια ορισμένη ποσότητα του νέου στοιχείου και υπολόγισαν, με κάποιον πεσιμισμό, ότι η μέγιστη ποσότητα δε θα ξεπερνούσε το 1% (στην πραγματικότητα ήταν ένα εκατομμυριοστό). Ένα μήνα αφότου άρχισαν τις έρευνες, ήταν σε θέση να απομονώσουν μια ραδιενεργό ουσία που θα μπορούσε να είναι το νέο στοιχείο, αλλά που εξέπεμπε ακτινοβολίες πολύ ασθενείς για να είναι πραγματικά αυτό. Το ονόμασαν πολώνιο για να τιμήσουν τη χώρα καταγωγής της Μαρίας. Δεν ήταν αυτό που αναζητούσαν και ως ένα βαθμό είχαν χάσει τον καιρό τους. Και ο καιρός έφευγε, έτρεχε. Πέρασαν μήνες και μήνες: αυτό το άορατο στοιχείο τους το είχαν κιόλας βαφτίσει «ράδιο», κάτι που δεν τους βοηθούσε, ωστόσο, να το ανακαλύψουν.

**«Πιέρ, έλεγε η Μαρία, τι όψη θα έχει; Πώς θα είναι;» «Ακριβώς δεν ξέρω, αλλά θα ήθελα να έχει ένα πολύ ωραίο χρώμα».**

Στο σημείο αυτό ο Πιέρ μπορούσε και να είχε εγκαταλείψει, χωρίς λύπη, την προσπάθεια να ανακαλύψει το ράδιο στην καθάρη του κατάσταση. Τι νόημα είχε μια τέτοια προσπάθεια; Το φαινόμενο ήταν, αυτό καθαυτό, πολύ ενδιαφέρον από τη υλική όψη του στοιχείου. Παρότρυνε τη Μαρία να τα εγκαταλείψει όλα, αλλά δεν κατόρθωσε να την πείσει να παραιτηθεί από την απόφασή της. Ανάμεσα στ' άλλα, ο πισσουρανίτης που χρησιμοποιούσαν για τα πειράματα τους ήταν φοβερά δαπανηρός, ένα οικονομικό βάρος που δεν μπορούσαν να το αντέξουν. Τότε ακριβώς ο «ένας από τους δύο «είχε μια ευτυχή ιδέα: θα ζητούσαν από την αυστριακή κυβέρνηση - που διέθετε μεγάλα αποθέματα του μεταλλεύματος αυτού, χρησιμοποιούμενα για την κατασκευή γυαλιού - να τους παραχώρηση τις σκουριές από την επεξεργασία, με υποχρέωσή τους να πληρώνουν τα έξοδα μεταφοράς. Πέρασαν μερικές εβδομάδες και, όταν πια είχαν απελπιστεί ότι θα έβλεπαν να εισακούεται το αίτημά τους, σταμάτησε μπροστά στην πόρτα του σπιτιού τους ένα μεγάλο αμάξι που το έσερναν άλογα, φορτωμένο με πολλά σακιά γεμάτα από το τόσο επιθυμητό μετάλλευμα σκούρου χρώματος, ανακατεμένο με πευκοβελόνες της Βοημίας από όπου προερχόταν.

Ανακάλυψαν ότι ή υπόθεση που είχαν κάνει για ένα περιεχόμενο 1% ήταν τεράστιο λάθος: η ακτινοβολία ήταν τόσο ισχυρή που αρκούσαν ελάχιστες ποσότητες για να παραχθούν εντυπωσιακά φαινόμενα, και ωστόσο βρισκόταν ακόμη πολύ μακριά από την δυνατότητα να απομονώσουν το στοιχείο. Το κατόρθωσαν σαράντα πέντε μήνες ύστερα από την ανακοίνωσή τους για την πιθανή ύπαρξη του ραδίου. Και από ένα τόνο πισσουρανίτη κατάφεραν να απομονώσουν ένα δέκατο του γραμμαρίου καθαρό ράδιο.

Τελικά, το στοιχείο που ως τότε υπήρχε μόνο στη σκέψη τους είχε αποκτήσει πραγματική ζωή. Και ήταν ακόμη ωραιότερο από ό,τι είχε φανταστεί ο Πιέρ: έλαμπε με δικό του φως.

Τώρα που είχαν αποκαλυφθεί οι θαυμαστές ιδιότητες του νέου στοιχείου, μόνο τώρα που η μακροχρόνια προσπάθειά τους για να κοσκινίσουν και να αναλύσουν τη τεράστια αυτή ποσότητα πισσουρανίτη είχε δώσει καρπούς, οι δύο σύζυγοι

έμειναν ικανοποιημένοι από την ακαταπρόσβλητη εργασία τους. Η ουσία, πράγματι, που ανακάλυψαν, το ράδιό τους ( εκτός από το γεγονός ότι έφεγγε με δικό της φως στο σκοτάδι ) απόδειχνε ότι είχε μια ραδιενέργεια δύο εκατομμύρια φορές μεγαλύτερη από την ραδιενέργεια του ουρανίου. Επηρέαζε, όπως και το ουράνιο του Μπεκκερέλ, τη φωτογραφική πλάκα αφού διαπερνούσε στρώματα χαρτιού, γυαλιού και ξύλου, αλλά την επηρέαζε με πολύ μεγαλύτερη δύναμη. Μετέτρεπε τον γύρω αέρα σε αγωγό ηλεκτρισμού. Χρωμάτιζε το γυάλινο περίβλημα, όπου την απόθεταν, με ζωηρό βιολετί χρώμα. Μετέβαλλε σε σκόνη και στάχτη το χαρτί όπου την τύλιγαν. Και κάτω από την επίδρασή της, πολλές άλλες ουσίες ( όχι όμως όλες) αποκτούσαν δικό τους φως, έτσι που ένα αληθινό διαμάντι φεγγοβολούσε με εσωτερική λάμψη και μπορούσε κανείς να το ξεχωρίσει από ένα ψεύτικο ή τεχνητό, που δεν είχε αυτή την ιδιότητα.

Το πιο σημαντικό όμως γεγονός, το γεγονός που και μόνο αυτό δικαίωνε τα τέσσερα χρόνια ακούραστης εργασίας, ήταν τούτο: το ράδιο είχε τη δύναμη να καταστρέφει τα ανθρώπινα κύτταρα. Και οι δύο Κιουρί είχαν πάθει εγκαύματα από το άγγιγμα της ουσίας αυτής και, επίσης, από τον απλό χειρισμό μίας φιάλης που την περιείχε. Ο φίλος και έμπιστος τους Ανρύ Μπεκκερέλ, που εντυπωσιάστηκε όσο κι αυτοί με την ανακάλυψη τους, είχε υποστεί σοβαρά εγκαύματα όταν είχε βάλει ένα φιαλίδιο στην τσέπη του γιλέκου του. Ο Πιέρ, που υποβάλλονταν ακόμη σε θεραπεία για τα εγκαύματα στα δάκτυλα του, και που ήταν ωστόσο αποφασισμένος να μην χάσει ούτε λεπτό, μελέτησε την επίδραση του ραδίου πάνω σε ζώα και μπόρεσε να αναδείξει την ύπαρξη ενός φαινομένου που μόλις υποπτευόταν: το ράδιο κατέστρεφε τα αρρωστημένα κύτταρα και μπορούσε να χρησιμοποιηθεί, με τον κατάλληλο χειρισμό της ραδιενέργειας, για την καταστροφή τους, προκαλώντας ελάχιστη βλάβη στα γύρω κύτταρα. Μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την θεραπεία κάθε τύπου υπερπλασιών, από την τριχοφυΐα ως τον καρκίνο.

Τελικά, και ο τύπος πληροφορήθηκε γρήγορα την είδηση: το νέο στοιχείο αποκάλυπτε μίαν ειδική χρησιμότητα που του έδινε πολύ μεγαλύτερη αξία από το γεγονός ότι ήταν κάτι νέο και σπάνιο. Κάποιος Γάλλος βιομήχανος έχτισε ένα

εργοστάσιο για την παραγωγή της νέας ουσίας από τον πισσουρανίτη και, για πρώτη φορά, εφοδίαζε τους Κιουρί που παρόμοιο δεν είχαν ποτέ, από την αρχή των ερευνών τους για το ράδιο. Ο βιομήχανος αυτός, κι ακόμα περισσότερο οι φίλοι του, άσκησαν πίεση στους Κιουρί για να κατοχυρώσουν με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας την ανακάλυψη τους: ήταν φτωχοί και με τον τρόπο αυτό θα αποχτούσαν μυθικά πλούτη. Οι Κιουρί ούτε που ήθελαν να ακούσουν για κάτι τέτοιο. Δήλωσαν ότι το ράδιο άνηκε σε όλο τον κόσμο και δεν μπορούσε να είναι ιδιοκτησία κανενός.

Μαζί με τον Μπεκκερέλ, οι Κιουρί τιμήθηκαν με το βραβείο Νόμπελ Φυσικής το 1903 για την ανακάλυψη της ραδιενέργειας. Κι ωστόσο δεν ήταν ευχαριστημένοι: η ζωή τους δεν τους άνηκε πια, οι δημοσιογράφοι τους ενοχλούσαν συχνά για να μάθουν λεπτομέρειες της ιδιωτικής τους ζωής. Άλλοι ανυπομονούσαν ή έδειχναν την απογοήτευσή τους γιατί δεν υπήρχαν ακόμη αρκετές ποσότητες ραδίου ώστε να ικανοποιηθούν όλες οι ζητήσεις, ούτε υπήρχε αρκετό για όλους τους αρρώστους του κόσμου που το είχαν ανάγκη. Αλλά για την παραγωγή ενός γραμμαρίου ραδίου χρειαζόταν έξι τόνοι πισσουρανίτη, πράγμα που δυσκόλευε εξαιρετικά τα πράγματα. Τα παγκόσμια αποθέματα ραδίου άρχισαν ωστόσο να μεγαλώνουν.

Η συνεργασία του ζεύγους Κιουρί διακόπηκε με το θάνατο του Πιέρ το 1906, σε τροχαίο δυστύχημα σε ένα δρόμο του Παρισιού. Η Μαρία εξακολούθησε όμως να εργάζεται μελετώντας τις θεραπευτικές ιδιότητες του ραδίου ως το θάνατό της 1934, που τον προκάλεσε το ίδιο το ράδιο. Για την αρρώστια της Μαρίας Κιουρί υπάρχουν διάφορες διαγνώσεις, όλες όμως συμφωνούν ότι η θανατηφόρα αναιμία της ήταν αποτέλεσμα της ραδιενέργειας, στην οποία ήταν εκτεθειμένη επί τόσα χρόνια.

Το έργο των Κιουρί πρόσφερε στην ανθρωπότητα το πρώτο αμυδρό φως μίας ελπίδας για την θεραπεία των «αθεράπευτων» ασθενειών και άνοιξε διάπλατα τις πόρτες στις έρευνες σχετικά με τα θεραπευτικά αποτελέσματα της ραδιενέργειας. Δεν χρειάστηκε ύστερα πολύς καιρός για να ανακαλυφθεί ότι οι «σκληρές» ακτίνες X ( οι ακτίνες με το ελάχιστο μήκος κύματος ) έχουν σχεδόν τα ίδια θεραπευτικά

αποτελέσματα με το ράδιο. Σήμερα χρησιμοποιούνται νέες ραδιενεργές ουσίες ( ουσίες που από μόνες τους δεν είναι ραδιενεργές, αλλά που γίνονται , με το μετασχηματισμό τους σε «ισότοπα» του στοιχείου) όχι μόνο στο χώρο της ιατρικής αλλά και στον τομέα της επιστημονικής έρευνας. Και δεν περνάει χρόνος που να μην ανακαλύπτεται μια νέα χρησιμοποίησή τους. Όλα αυτά οφείλονται σε μια νέα Πολωνέζα, που έμεινε σταθερή στην απόφασή της να ανακαλύψει αυτό το ασύλληπτο στοιχείο, ώσπου το ανακάλυψε. Η Μαρία Κιουρί τιμήθηκε επίσης και με το βραβείο Νόμπελ Χημείας το 1911 για την ανακάλυψη του ραδίου και του πολωνίου.

## Η ΠΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΔΕΛΦΩΝ ΡΑΙΤ

Χάρη στον κινητήρα εκρήξεως πραγματοποιείται ένα παλιό όνειρο του ανθρώπου

*«Σήμερα θα απέφευγα να κάνω την πρώτη μου πτήση με ένα περίεργο σαράβαλο και με έναν αέρα πάνω από σαράντα χιλιόμετρα την ώρα, ακόμα κι αν ήξερα ότι το σαράβαλο είχε ήδη πετάξει και ότι προσφέρει μία ορισμένη ασφάλεια. Κι όμως, η πίστη στους υπολογισμούς μας και το σχέδιο της πρώτης εκείνης μηχανής που στηριζόταν στους πίνακες μας για την πίεση του αέρα, με έπεισαν ...»*

Έτσι έγραφε, το 1913, ο Όρβιτ Ράιτ, δέκα χρόνια ύστερα από την πρώτη πτήση με μηχανικό μέσο στο Κίττυ Χωκ. Ήταν ένα πρωινό με τσουχτερό κρύο, και πολύ κοπιαστικό, όλο εκνευρισμούς και αναποδιές. Τώρα όμως, ο «Ιπτάμενος», η μηχανή που οι δύο αδελφοί είχαν κατασκευάσει με τόση υπομονή και επιμονή, ήταν έτοιμη και σε θέση απογείωσης. *«Αφού έβαλα το μοτέρ να γυρίζει μερικά λεπτά για να ζεσταθεί, έλυσα το σκοινί που συγκρατούσε τη μηχανή πάνω στην κοίτη ολίσθησης και αυτή τινάχτηκε μπροστά, αντίθετα στον αέρα. Ο Ουίλμπερ έτρεχε πλάι στη μηχανή κρατώντας το*

**φτερό για να την κρατά σε ισορροπία και εξακολούθησε να το κρατά ώσπου, ύστερα από μία διαδρομή κάπου δεκαπέντε μέτρα, το σκάφος αποσπάστηκε από το έδαφος. Η πτήση κράτησε μόνο δώδεκα δευτερόλεπτα αλλά ήταν μία πτήση ιστορική: για πρώτη φορά, μία μηχανή με έναν άνθρωπο επάνω της είχε υψωθεί και είχε πετάξει με τα δικά της μέσα, είχε ισορροπήσει και προχωρήσει χωρίς απώλειες ταχύτητας για να προσγειωθεί σε ένα σημείο που βρισκόταν στο ίδιο ύψος με εκείνο του ξεκινήματος ...».**

Ήταν το πρωί της 17<sup>ης</sup> Φεβρουαρίου και ένας δυνατός άνεμος σήκωνε την άμμο στις θίνες. Ο Όρβιλ έκανε την πρώτη και την Τρίτη πτήση. Ο Ουίλμπερ την δεύτερη και την τέταρτη. Πέντε ήταν οι αυτόπτες μάρτυρες σε αυτά τα τέσσερα μικρά άλματα, όλοι άνθρωποι του τόπου, που είχαν ήδη δει τους δύο αδελφούς να εμφανίζονται τα 1900, το 1901 και το 1902 με ανεμόπτερα από ξύλο και πανί για να επιχειρήσουν μικρές πτήσεις, το πολύ διακόσια μέτρα. Η πτήση που έκαναν στη γενέτειρά τους πόλη Νταίυτον το 1903 αντιπροσώπευε - έτσι τουλάχιστον πίστευαν οι αδελφοί Ράιτ - μία σημαντική βελτίωση σε σχέση με τις προηγούμενες: οι λεπτομέρειες και οι καινοτομίες είχαν δοκιμαστεί και ξαναδοκιμαστεί στην αεροδυναμική τους σήραγγα, που δεν ήταν άλλο από ένα ξύλινο κουτί μήκους δύο μέτρων και τομής ενός δεκάτου του τετραγωνικού μέτρου περίπου. Στο σπίτι τους στο Νταίυτον και στις ελεύθερες ώρες τους όταν δεν τους απασχολούσε η εργασία τους στο κατάστημα ποδηλάτων που διατηρούσαν, είχαν δοκιμάσει όχι λιγότερους από διακόσιους τύπους φτερούγες με διαφορετική διάμετρο. Τον Σεπτέμβριο του 1903, όταν ξανάφυγαν για το Κίττυ Χωκ (μία αμμουδερή περιοχή στην ακτή της Βόρειας Καρολίνας, ιδεώδη για τους ανέμους που έπνεαν και την έκταση του ελεύθερου χώρου), όχι μόνο είχαν βελτιώσει το σχέδιο του σκάφους αλλά είχαν κατασκευάσει και τον κινητήρα του, πολλοί είχαν ήδη πειραματιστεί με ανεμόπτερα, κανείς όμως δεν είχε δοκιμάσει να τα εφοδιάσει με μοτέρ που θα κινούσε έναν έλικα για να διαπιστώσει αν το σκάφος θα μπορούσε να απογειωθεί μόνο του.

Κατά την τέταρτη επίσκεψή τους στο Κίττυ Χωκ, οι αδελφοί Ράιτ αντιμετώπισαν μία κατάσταση προβληματική: μία

αναστροφή της φλόγας είχε παραμορφώσει τον άξονα του έλικα, και μία απρόβλεπτη καταιγίδα λίγο ακόμα και θα τους έπαιρνε τη σκηνή που είχαν εγκατασταθεί. Μόλις στις 12 Δεκεμβρίου, με δύο νέους, ενισχυμένους άξονες μετάδοσης, το σκάφος εφοδιασμένο με ένα μόνο μοτέρ που κινούσε μέσω αλυσιδωτής μετάδοσης της κίνησης, δύο έλικες) ήταν τελικά έτοιμο για την πτήση. Τα πράγματα όμως έγιναν δύσκολα με την έλλειψη ανέμου και υποχρεώθηκαν να αναβάλλουν το εγχείρημα. Στις 14, το σκάφος έχασε ταχύτητα και έπαθε βλάβη σκοντάφτοντας στο έδαφος. Αφού όμως επέτυχαν να αποδείξουν ότι η νέα τους μέθοδος απογείωσης από μία κοίτη ολίσθησης κατασκευασμένη με ξύλο και μέταλλο, λειτουργούσε, οι δύο αδελφοί «έμειναν πολύ ικανοποιημένοι», όπως είχε βεβαιώσει ο Όρβιλ. Πέρασαν τις δύο επόμενες ημέρες κάνοντας τις απαραίτητες επιδιορθώσεις και το πρωί της 17<sup>ης</sup> Δεκεμβρίου, εκτέλεσαν τις τέσσερις πτήσεις τους με έναν αέρα που όπως είπαμε στην αρχή, έπνεε με σαράντα και πάνω χιλιόμετρα την ώρα.

Έτσι πραγματοποιήθηκε η πρώτη πτήση με μηχανικό μέσο. Ωστόσο, η είδηση έγινε δεκτή με τόση εχθρότητα και δυσπιστία, ώστε οι στρατιωτικές αρχές των ΗΠΑ (στις οποίες είχε προσφερθεί η εφεύρεση) αρνήθηκαν ως το 1908 να παρακολουθήσουν έστω και μία μόνο επίδειξη του νέου μέσου. Τελικά, στις 3 Σεπτεμβρίου εκείνης της χρονιάς, ενώ ο Ουίλμπερ βρισκόταν στη Γαλλία για να παρουσιάσει το μηχανήμά του στη γαλλική κυβέρνηση (τόσο η γαλλική όσο και η αγγλική κυβέρνηση είχαν δείξει κάποιο ενδιαφέρον μετά τις πρώτες «απίστευτες ειδήσεις», αλλά ούτε η μία ούτε η άλλη είχαν προχωρήσει πέρα από αυτό), ο Όρβιλ απογειωνόταν από ένα πεδίο στα περίχωρα της Ουάσιγκτον, μπροστά σε μία ομάδα αξιωματικών και πολιτών. Ένας αυτόπτης μάρτυρας αφηγείται πως όταν το σκάφος ανυψώθηκε από τη γη, το «μικρό πλήθος που παρακολουθούσε έμεινε χωρίς ανάσα από την κατάπληξη: όχι τόσο για το θαύμα που είχε μπροστά στα μάτια του όσο για τον αιφνιδιασμό. Κανείς δεν το περίμενε». Όταν ύστερα από ένα λεπτό και έντεκα δευτερόλεπτα, ο Όρβιλ κατέβηκε από το αεροπλάνο, τον κύκλωσαν δημοσιογράφοι με δακρυσμένα μάτια. Ωστόσο, εξακολούθησε ακόμη η υποψία

και η δυσπιστία. Κανείς από όσους δεν παρακολούθησαν το πείραμα δεν ήθελε να πιστέψει ότι ένα «αεροπλάνο» είχε στ' αλήθεια ξεκολλήσει από τη γη με δικά του μέσα. Στις 12 Σεπτεμβρίου ο Όρβιλ, που εξακολουθούσε τις επιδείξεις πτήσης στα περίχωρα της Ουάσιγκτον, έκανε εβδομήντα μία φορές το γύρο του πεδίου απογείωσης σε μία ώρα και δεκαπέντε λεπτά, πετώντας σε ύψος σχεδόν εκατό μέτρα. Κι όμως, ο Τύπος εξακολουθούσε να σωπαίνει: η υπόθεση είχε θεωρηθεί σαν μία λόξα, ή σαν υπερβολή των αφηγητών. Και αν ακόμα οι δημοσιογράφοι που βρισκόταν επί τόπου τηλεγραφούσαν ενθουσιαστικές περιγραφές, η είδηση δεν δημοσιευόταν ή περνούσε σε λίγες μόνο γραμμές στην τελευταία σελίδα..

Ύστερα, στις 17 Σεπτεμβρίου, ο Όρβιλ και ο συνεπιβάτης του, αξιωματικός του στρατού, είχαν ένα δυστύχημα: ο αξιωματικός πέθανε από κάταγμα στο κρανίο και ο Όρβιλ είχε κατάγματα στο πόδι, στο ισχίο και στα πλευρά. Τώρα, ο Τύπος ξύπνησε, ένα δυστύχημα αποτελούσε είδηση, μία πτήση όχι. Και οι αδελφοί Ράιτ αξιώθηκαν την τιμή να περάσουν στην πρώτη σελίδα των εφημερίδων του τόπου τους όταν πια, ήταν πολύ γνωστοί στην Ευρώπη. Και όχι μόνο αυτό, αλλά τώρα είχαν συστήσει και εταιρεία, για την κατασκευή των αεροπλάνων Ράιτ.

Η ιδέα της πτήσης με μηχανικά μέσα είχε σφυρηλατήσει επί χρόνια το ανθρώπινο πνεύμα. Η Βασιλική Αεροπορική Εταιρεία της Μεγάλης Βρετανίας είχε ιδρυθεί πολλά χρόνια πριν τις πτήσεις των Ράιτ. Ακριβώς είχε ιδρυθεί το 1866, αλλά το κύριο εμπόδιο στην πρακτική κατασκευή μίας «αεροναυτικής μηχανής» στάθηκε η έλλειψη ενός κατάλληλου κινητήρα. Ύστερα από χρόνια, ο λόρδος Μπραμπαζόν, ο πρώτος Άγγλος που είχε δίπλωμα πιλότου, έγραφε: Θυμάμαι ότι είχα μιλήσει με τον Ουίλμπερ Ράιτ για τη δυνατότητα κατασκευής ενός αεροπλάνου ικανού να πετά με ταχύτητα εκατό μιλίων την ώρα, και μου απάντησε με μία φράση: «Δώστε μου τον κινητήρα». Αυτό ήταν πάντα το πρόβλημα: η δύναμη του μοτέρ.

Επί αιώνες είχαν σχεδιαστεί, ακόμη και κατασκευαστεί, αεροπλάνα, αλλά ποτέ δεν πετούσαν. Τον 15<sup>ο</sup> αιώνα, ο Λεονάρντο Ντα Βίντσι είχε σχεδιάσει μία ιπτάμενη μηχανή

που, αν ήταν εφοδιασμένη με τον κατάλληλο κινητήρα, θα μπορούσε ίσως να πετάξει, αλλά τέτοιος κινητήρας δεν υπήρχε, ούτε και εκείνος τον κατασκεύασε. Στο τέλος του 18<sup>ο</sup> αιώνα, ο Άγγλος σερ Τζώρτζ Κέιλι ανακάλυψε και έφερε στη δημοσιότητα τις αρχές πάνω στις οποίες στηρίζεται το σύγχρονο αεροπλάνο και μ αυτήν την «έννοια μπορεί να θεωρηθεί ο εφευρέτης του». Όλα αυτά τα χρόνια και ίσαμε σήμερα, οι βασικές απαιτήσεις ήταν και εξακολουθούν να είναι οι ίδιες; η ελαφρότητα της ατράκτου, η πτέρυγα με καμπύλη κατατομή και το σύστημα των πηδαλίων διεύθυνσης και βάθους. Το 1804, ο Κέιλι κατασκεύασε και δοκίμασε το πρώτο του μοντέλο ανεμοπτερού. Έπειτα, σε προχωρημένη ηλικία (για την ακρίβεια μισό αιώνα αργότερα) κατασκεύασε το πρώτο ανεμόπτερο που μπορούσε να μεταφέρει επιβάτη και πραγματοποίησε δύο πτήσεις με επιτυχία.

Δέκα χρόνια πριν, ένας νεαρός άγγλος μηχανικός ο Χένσον, είχε δημοσιεύσει το σχέδιο ενός «ατμοκίνητου αεροπορικού οχήματος» που δεν μπορούσε να πραγματοποιηθεί εξαιτίας του υπερβολικού όγκου και βάρους της ατμομηχανής, αλλά το σχέδιο του προκάλεσε αρκετό ενδιαφέρον και πολλές συζητήσεις στην Ευρώπη. Στη φρενίτιδα πειραματισμών, που ακολούθησε, ένας από τους σχεδιαστές που βιάδιζαν στα ίχνη του Χένσον ήταν ο γερμανός Όττο Λίλιενταλ. Όταν ο Λίλιενταλ πέθανε, το 1896, σε ένα ατύχημα κατά την πτήση, ήταν πια γεγονός ότι μπορούσε να κατασκευαστεί ανεμόπτερο ικανό να μεταφέρει επιβάτη και με κατευθυνόμενη πτήση. Ακολουθώντας το παράδειγμα και τα σχέδια του Λίλιενταλ, ο άγγλος Πέρσυ Πίλτσερ είχε ήδη αρχίσει την κατασκευή μίας ιπτάμενης μηχανής εφοδιασμένης με κινητήρα, όταν έχασε και αυτός τη ζωή του το 1899, σε δυστύχημα κατά την πτήση του με ανεμόπτερο.

Στην Αμερική, οι αδελφοί Ράιτ ήταν εκείνοι που δέχθηκαν την πρόκληση. Η προκατάληψη εναντίον της ίδιας της ιδέας της ανθρώπινης πτήσης ήταν τέτοια, ώστε κανείς κατασκευαστής δεν ήθελε να σχεδιάσει κατάλληλο κινητήρα σύμφωνα με τις υποδείξεις των Ράιτ. Έτσι, οι πρωτοπόροι αυτοί της μηχανικής πτήσης αναγκάστηκαν να κατασκευάσουν μόνοι τους τον κινητήρα τους. Όταν ο «Ιπτάμενος» των αδελφών Ράιτ πέταξε με μοτέρ δικής τους

κατασκευής, δημιουργήθηκε κάποια ανησυχία ανάμεσα στους βιομηχάνους παραγωγής κινητήρων εκρήξεως (που ήταν οι πρώτοι κατασκευαστές αυτοκινήτων). Η πρώτη αυτή πτήση είναι γεγονός ότι έδωσε το ξεκίνημα σε μία πυρετική δραστηριότητα τόσο στην Ευρώπη όσο και στην Αμερική: αν οι αδελφοί Ράιτ είχαν κατορθώσει να πετάξουν με έναν κινητήρα κατασκευασμένο στο κατάστημα που διατηρούσαν ως μηχανικοί ποδηλάτων, τι θα μπορούσαν να επιτύχουν άλλοι με ισχυρό κινητήρα σχεδιασμένο και κατασκευασμένο από ειδικούς επαγγελματίες.

Αμέσως Γάλλοι, Άγγλοι και Βέλγοι κατασκεύαζαν «αεροπορικούς κινητήρες». Ένα από τα πιο αξιόλογα προϊόντα αυτού του τύπου που επικράτησε για πολύ καιρό στην αεροναυτική σκηνή ήταν ο γαλλικός κινητήρας «gnome», επτακύλινδρος, περιστρεφόμενος πάνω σε ένα στροφαλοφόρο άξονα. Όσο ο gnome αύξανε σε μέγεθος τόσο γινόταν πιο επικίνδυνο το γυροσκοπικό αποτέλεσμα των περιστρεφόμενων κυλίνδρων. Θεωρήθηκε τότε σκόπιμο να στερεωθεί στην άτρακτο, κάνοντας αντίθετα, να περιστρέφεται ο στροφαλοφόρος άξονας, όπως στους κινητήρες με έμβολο, που κατασκευάζονται ακόμη και σήμερα.

Το 1916, εμφανίστηκε ένας άλλος γαλλικός κινητήρας ο Ισπανο-Σουΐζα, που ξεπερνούσε κάθε άλλο κατασκευασμένο έως τότε μοτέρ, και αμέσως μετά η Ρόλλς-Ρόυς άρχισε να ρίχνει στην αγορά τους περίφημους δωδεκακύλινδρους «Φάλκον» & «Ηγκλ», 250 και 360 ίππων αντίστοιχα, παίρνοντας έτσι την πρωτοπορία στον τομέα των κινητήρων αεροπλάνου και διατηρώντας το προβάδισμα ως τις μέρες μας. Το 1919, ένα αεροπλάνο Βίκκερς Βίμου, με πιλότους τον Άλκοκ και τον Μπράουν πραγματοποίησε πτήση πάνω από τον Ατλαντικό, από τη Νέα Γη στην Ιρλανδία. Το αεροπλάνο, εφοδιασμένο με δύο Ρόλλς-Ρόυς Ηγκλ, χρειάστηκε δεκαέξι ώρες για το ταξίδι του. Στη σχετικά μακρινή εκείνη εποχή, το μόνο έργο του μοτέρ ήταν να κρατά στον αέρα το αεροπλάνο, αλλά μέσα σε λίγα χρόνια, έγινε μία πλήρης κινητήρια μονάδα, που εφοδιασμένη με γεννήτριες, έδινε ηλεκτρισμό για το φωτισμό, τον ασύρματο, τη σταθερή ατμοσφαιρική πίεση στην καμπίνα και για τόσα άλλα ουσιαστικά στοιχεία

του εξοπλισμού του αεροπλάνου. Εξάλλου, καθώς μεγάλωνε το ύψος της πτήσης, ο κινητήρας έπρεπε να είναι εφοδιασμένος με ένα μηχανισμό για τη μείωση της μεγάλης εισροής καυσίμου σε σχέση με την αραιώση της ατμόσφαιρας. Τον μηχανισμό αυτόν διαδέχθηκε αργότερα ο συμπιεστής που προοριζόταν όχι για να μειώνει την εισροή καυσίμου, αλλά για να διατηρεί αναλλοίωτη την ατμοσφαιρική πίεση. Η επόμενη καινοτομία ήταν η έλικα με μεταβλητό βήμα, που έπρεπε να αυξηθούν οι στροφές του κινητήρα, σε ίσο βαθμό με την ταχύτητα μεταβίβασης της κίνησης ώστε να παρασχεθεί η μεγαλύτερη αναγκαία δύναμη για την ανυψωτική φάση της πτήσης. Η έλικα αυτή είχε σχεδόν την ίδια λειτουργία της αλλαγής ταχύτητας στα αυτοκίνητα.

Σιγά-σιγά, όλα τα τμήματα του αεροπλάνου τελειοποιήθηκαν, αλλά η φάση εντονότερης ανάπτυξης των βελτιώσεων αυτών πραγματοποιήθηκε, όπως ήδη είχε συμβεί σε μικρότερη κλίμακα κατά τη διάρκεια του πρώτου, στο δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο. Το περίφημο Spitfire, π.χ. το αγγλικό καταδιωκτικό που το 1939 είχε ταχύτητα κοντά στα 590 χιλιόμετρα την ώρα, έφτασε στο τέλος του πολέμου τα 700 χιλιόμετρα.

Αλλά το μεγαλύτερο βήμα προς τα εμπρός που έγινε στη διάρκεια του πολέμου, η καινοτομία που έφτασε πολύ αργά για να έχει αποτελεσματική επίδραση στην έκβαση της σύρραξης, ήταν η κατασκευή από τον υποσμηναγό Ουίττλ (που αργότερα έγινε σερ για τις υπηρεσίες του) του κινητήρα δια αντιδράσεως. Επί χρόνια γινόταν συζητήσεις για την ανάγκη ενός αεροστρόβιλου, αποτελούμενου από ένα συμπιεστή για τον αναρροφώμενο αέρα, από ένα θάλαμο καύσης όπου καιγόταν ο αέρας ανάμεικτος με την καύσιμη ύλη, και από ένα στρόβιλο που χρησιμοποιούνταν στα πλοία για να κινεί περιστροφικά τον συμπιεστή και τον έλικα. Ο Ουίττλ όμως ήταν εκείνος που έριξε την ιδέα ότι το αεροπλάνο θα μπορούσε να προωθείται όχι από μία έλικα αλλά, άμεσα από τη ροή σε υψηλή ταχύτητα των αερίων καύσης.

Από τον καιρό του Λεονάρντο Ντα Βίντσι είχε ληφθεί υπόψη η δυνατότητα χρησιμοποίησης για σκοπούς προωστικούς μίας κάποιας μορφής ροής: θερμού αέρος, ατμού ή

χειροκίνητων φουσητήρων. Η ιδέα όμως αυτή δεν μπορούσε να πραγματοποιηθεί παρά μόνο αφού ο Ουίττλ είδε τον ανεμοστρόβιλο (τουρμπίνα) το πιο κατάλληλο μέσο. Έτσι κατασκευάστηκε και δοκιμάστηκε σε πτήση το Γκλόστερ Ουίττλ, ένα μονοπλάνο με στροβιλοαντιδραστήρα: από τότε ο κινητήρας δια αντιδράσεως αντικατέστησε τον εμβολοφόρο σε όλους σχεδόν τους τύπους αεροπλάνων.

Το πρωστικό σύστημα με ελικοφόρους αεροστρόβιλους που προήλθε από την προηγούμενη ιδέα μίας έλικας κινούμενης με ανεμοστρόβιλο, εφαρμόστηκε στα αεροπλάνα μικρής ακτίνας δράσης, επειδή σε σχέση με τον πραγματικό κινητήρα αντίδρασης, έχει το πλεονέκτημα ότι είναι οικονομικό σε περιορισμένες ταχύτητες και στα χαμηλά ύψη και χρειάζεται διαδρόμους απογείωσης πολύ μικρότερους. Το μεγαλύτερο όμως πλεονέκτημα του κινητήρα αντίδρασης σε σχέση με τον εμβολοφόρο κινητήρα αποτελεί το γεγονός ότι, εκτός από μία εκπληκτική απουσία κραδασμών, είναι πολύ ελαφρύς και προσφέρει έτσι τη δυνατότητα να τοποθετηθούν στην πτέρυγα του αεροπλάνου, τέσσερις κινητήρες αντί των δύο, με μία αύξηση της διαθέσιμης δύναμης ανώτερη από εκατό τοις εκατό.

Το σύστημα με ελικοφόρους αεροστρόβιλους ή κινητήρες δια αντιδράσεως είναι σήμερα πολύ τελειοποιημένο και, μολονότι γίνονται συνεχώς νέες βελτιώσεις, είναι πιθανόν ότι, σε ό,τι αφορά την προώθηση των αεροπλάνων, το μέλλον ανήκει στον πυραυλοκινητήρα, που ακριβώς επειδή δεν χρειάζεται αέρα, μπορεί να λειτουργήσει και στο κενό και εμφανίζεται σήμερα ως το μοναδικό δυνατό μέσο για τις πτήσεις στο διάστημα. Οι τελειοποιήσεις στον τομέα αυτό, έγιναν με πολύ ταχύτερο ρυθμό εξαιτίας του «διαστημικού ανταγωνισμού» μεταξύ της Σοβιετικής Ένωσης και των ΗΠΑ.

Παρόλα αυτά, είναι πιθανόν ότι καμία καινοτομία δεν έχει τη σπουδαιότητα της πρώτης εκείνης πτήσης με μηχανικό μέσο που έγινε τον Δεκέμβριο του 1903 όταν, για πρώτη φορά στην ιστορία του ανθρώπου, ένα αεροσκάφος με πιλότο είχε ανυψωθεί από τη γη σαν ένα πουλί, «είχε ισορροπήσει στον αέρα χωρίς απώλεια ταχύτητας και είχε προσγειωθεί σε ένα σημείο που βρισκόταν στο ίδιο υψόμετρο με το σημείο της απογείωσης».

## Ο ΑΪΝΣΤΑΙΝ ΚΑΙ Η ΣΧΕΤΙΚΟΤΗΤΑ

### Οι θεωρίες που έφεραν επανάσταση στη γνώση του φυσικού κόσμου

Ήταν Νοέμβριος του 1919. Ο πόλεμος για να τεθεί τέρμα στους πολέμους είχε τελειώσει πριν από ένα χρόνο περίπου. Η Αγγλία έδειχνε πως δεν είχε τίποτε καλύτερο να κάνει παρά να εφησυχάζει και να γιορτάζει την πρώτη επέτειο της ανακωχής. Δε συνέβαινε τίποτε, ή έτσι τουλάχιστον φαινόταν. Η σημαντική επέτειος απασχολούσε τους περισσότερους ανθρώπους, αποκλείοντας κάθε άλλη σκέψη.

Ύστερα, στις 7 του μηνός, οι "Τάιμς" εκδόθηκαν με έναν απροσδόκητο τίτλο: "Επανάσταση στην επιστήμη". "Οι ιδέες του Νεύτωνα ανατρέπονται", έγραφαν με τα μεγαλύτερα στοιχεία του τυπογραφείου τους και περιέγραφαν τη συνεδρίαση της προηγούμενης βραδιάς στη Βασιλική Εταιρεία, όπου είχαν ανακοινωθεί τα αποτελέσματα των ερευνών στον κόλπο της Γουϊνέας. Βέβαια, οι αναγνώστες του άρθρου απορούσαν, διαβάζοντάς το, πώς μπορούσε μια αποστολή στον κόλπο της Γουϊνέας ή στην κορυφή του Έβερεστ να χαρακτηριστεί σαν "επανάσταση στην επιστήμη". Κουβέντες του αέρα.

Αλλά στο τέλος του άρθρου, ο μέσος αναγνώστης ανακάλυπτε ότι, ίσως, κάτι το εξαιρετικά ενδιαφέρον είχε συμβεί στον κόλπο της Γουϊνέας (που βρισκόταν όμως αυτός ο κόλπος της Γουϊνέας;). Κανείς δεν μπορούσε να αγνοήσει μια προσωπικότητα τέτοιου κύρους, όπως ο πρόεδρος της Βασιλικής Εταιρείας, που βεβαίως κατηγορηματικά: **"Αυτή δεν είναι μια ανακάλυψη ενός απομακρυσμένου νησιού, αλλά μιας ολόκληρης ηπείρου νέων επιστημονικών ιδεών. Είναι η πιο μεγάλη ανακάλυψη σχετικά με τη βαρύτητα, από τότε που ο Νεύτων επεξεργάστηκε τις αρχές της"**.

Αυτό που είχε επιτύχει η αποστολή ήταν η επαλήθευση της θεωρίας της σχετικότητας του Άλμπερτ Αϊνστάιν, η εκπληκτική θεωρία κινήσεως υψηλής ταχύτητας, μια νέα φυσική, που είχε κατανοηθεί μόνο κατά το ήμισυ και που έδειχνε να ενοποποιεί όλους τους κλάδους αυτής της επιστήμης. Μερικές αστρονομικές παρατηρήσεις, που έγιναν στη Γουϊνέα, είχαν φέρει επανάσταση σ' όλες σχεδόν τις νευτωνικές θεωρίες. Απόδειχναν οι παρατηρήσεις αυτές ότι οι θεωρίες του Νεύτωνα, ικανές να εξηγήσουν τα φαινόμενα που συνέβαιναν στη

γη, ήταν ανεπαρκείς για να μελετηθούν αντικείμενα κινούμενα με φοβερές ταχύτητες (που πλησίαζαν την ταχύτητα του φωτός) των 300.000 χιλιομέτρων το δευτερόλεπτο.

Μια από τις πιο παράξενες θεωρίες του Αϊνστάιν, που η αποστολή απέδειξε την ορθότητά της, ήταν ότι ένα ρολόι ή οποιοσδήποτε άλλος μηχανισμός για τη μέτρηση του χρόνου, που θα ταξίδευε με ταχύτητα 260.000 χιλιομέτρων το δευτερόλεπτο, θα καταμετρούσε ακριβώς διπλάσιο χρόνο απ' αυτόν που θα έδειχνε ένα ρολόι αμετακίνητο σχετικά με το πρώτο. Και θα καταμετρούσε αυτή την ταχύτητα απλώς γιατί ο ίδιος ο χρόνος επιταχύνεται. Όχι μόνο ο χρόνος αλλοιώνεται με τέτοιες ταχύτητες, αλλά και η διάσταση και η μάζα. Με την ίδια αυτή ταχύτητα, ένας άνθρωπος που θα ταξίδευε στο διάστημα με το κεφάλι μπροστά, θα είχε ακριβώς το μισό από το κανονικό του ύψος.

Ο Αϊνστάιν είχε αποδείξει αυτά τα φαινόμενα, και πολλά άλλα ανάλογα, μόνο με τη λογική και με μαθηματικές μεθόδους. Κανένα φαινόμενο του είδους αυτού δεν είχε παρατηρηθεί ούτε υποψιαζόταν κανείς την ύπαρξή του, εκτός από μία ανωμαλία στην τροχιά του πλανήτη Ερμή που ο Αϊνστάιν την εξηγούσε με τη θεωρία του. Κατά τα φαινόμενα, ελάχιστες δυνατότητες υπήρχαν να ελεγχθούν αντικείμενα κινούμενα με τη ταχύτητα του φωτός, αλλά, στην αρχή απρόθυμα, έγινε δεκτή η θέση ότι, αν ήταν δυνατό να παρατηρηθεί το φως "καμπτόμενο" ενώ περνούσε κοντά στον ήλιο, φαινόμενο που είχαν προαναγγείλει οι υπολογισμοί του Αϊνστάιν, αλλά που οι περισσότεροι επιστήμονες το θεωρούσαν γελοία υπόθεση, τότε ολόκληρη η θεωρία θα έπρεπε να θεωρηθεί ακριβής.

Η έκλειψη του 1919, που είχε προβλεφθεί από πολύ καιρό, έδωσε την κατάλληλη ευκαιρία. Έπρεπε να είναι μια ολική έκλειψη, δηλαδή ο ήλιος θα σκιαζόταν τελείως από τη σελήνη σε γεωγραφικά πλάτη κοντά στον Ισημερινό. Δυο αποστολές ξεκίνησαν για τα γεωγραφικά αυτά πλάτη, η μια με κατεύθυνση τη Βραζιλία και η άλλη τον κόλπο της Γουϊνέας, στη Δυτική Αφρική κι η καθεμιά θα έπρεπε να αντικαταστήσει την άλλη αν οι ατμοσφαιρικές συνθήκες ήταν κακές. Είχε προβλεφθεί πως, όταν το φως του ήλιου θα σκιαζόταν προσωρινά από τη σελήνη, θα μπορούσε να φωτογραφηθεί ο φωτεινός αστερισμός όπου θα βρισκόταν ο ήλιος εκείνη τη στιγμή. Η φαινόμενη θέση αυτών των άστρων μπορούσε αργότερα να παραβληθεί με τις φωτογραφίες των ίδιων άστρων που θα είχαν ληφθεί σε μίαν άλλη στιγμή, τη νύχτα, στο Λονδίνο, όταν θα βρίσκονταν μακριά από τον ήλιο και στον ορατό θόλο του ουρανού και

επομένως οι φωτεινές τους ακτίνες θα ήταν λιγότερο εκτεθειμένες στην ηλιακή βαρύτητα.

Φαίνεται ότι ο Αϊνστάιν έμεινε τελείως αδιάφορος, καθώς δεν είχε αμφιβολίες για τη θεωρία του. Οι άλλοι όμως δοκίμασαν ταραχή και αγαλλίαση όταν οι φωτογραφίες απέδειξαν την ακρίβεια των υποθέσεών του. Οι εικόνες των άστρων στη φωτογραφική πλάκα είχαν την ακριβή παρέκκλιση που είχε υπολογίσει ο Αϊνστάιν: με άλλα λόγια, το φως τους, περνώντας κοντά στον ήλιο, είχε παρεκκλίνει εξαιτίας της βαρύτητάς του. Δεν μπορούσε να υπάρξει πια καμιά αμφιβολία ως προς τη θεωρία της σχετικότητας.

Ο πρόεδρος της Βασιλικής Εταιρείας είχε δηλώσει ακόμα σ' εκείνη τη συνεδρίαση: **"Οφείλω να ομολογήσω ότι κανείς ως τώρα δεν κατόρθωσε να εξηγήσει σε γλώσσα σαφή τι είναι ακριβώς η θεωρία της σχετικότητας"**. Μερικοί επιστήμονες αντιλαμβάνονταν τις συνέπειες της νέας αυτής ευρύτατης θεωρίας σε ό,τι αφορούσε τους δικούς τους επιστημονικούς τομείς. Κανείς όμως δεν κατόρθωνε να συλλάβει τη γενική σημασία της θεωρίας.

Ύστερα από μερικά χρόνια, η θεωρία αυτή θα αποτελέσει το ουσιώδες "όργανο" για κάθε φυσικό και οι λέξεις "Αϊνστάιν" και "σχετικότητα", θα συνδεθούν στενά στη σκέψη του περισσότερου κόσμου. Ένας τουλάχιστον από τους λόγους είναι και ο εξαιρετός χαρακτήρας του Αϊνστάιν, που υπήρξε άνθρωπος ευγενικός, αληθινά μεγαλοφυής, κι ωστόσο ασυνήθιστα απλός και με μεγάλη γοητεία. Η προσωπικότητα του έδωσε μια δημοτικότητα που καμιά θεωρία της φυσικής δεν γνώρισε ποτέ.

Ο Αϊνστάιν γεννήθηκε στις 4 Μαρτίου του 1879 στη γερμανική πόλη Βύρτεμπεργκ. Σε ηλικία μόλις ενός χρόνου, έφυγε με τους γονείς του για να εγκατασταθεί νοτιότερα, στο Μόναχο της Βαυαρίας. Εκεί ο πατέρας, μαζί με τον αδελφό του, εγκατέστησε ένα μικρό ηλεκτρομηχανικό εργαστήριο. Ο μικρός Αϊνστάιν έμαθε από το θείο του μάλλον παρά από τον πατέρα του να ενδιαφέρεται για τις φυσικές επιστήμες και τα μαθηματικά. Από τη μητέρα του, που ήταν μουσικός, κληρονόμησε μια βαθιά αγάπη για τη μουσική.

Η οικογένεια ήταν εβραϊκή και το αγόρι ανατράφηκε μ' αυτή τη θρησκεία. Επειδή όμως δεν υπήρχε το κατάλληλο εβραϊκό σχολείο, στάλθηκε σ' ένα σχολείο καθολικό, όπου μυήθηκε και σ' αυτό το θρήσκευμα. Είναι πολύ πιθανόν ότι αυτή η ιδιορρυθμία στην εκπαίδευσή του υπήρξε η αιτία της αντιπάθειας που έτρεφε, σ' όλη του τη ζωή, κατά των προκαταλήψεων και του φανατισμού καθώς και της

απροθυμίας του να ταυτιστεί με μια εθνικότητα ή με μια ορισμένη κοινωνική ομάδα. Τον είχαν γοητεύσει τα μαθηματικά, και, με την προτροπή του θείου του, κάθε βράδυ έλυne αλγεβρικά προβλήματα. Το πρόβλημα έπαιρνε, έτσι, τη μορφή του παραμυθιού: "Το ζώο που κυνηγάμε είναι κρυμμένο. Θα το ονομάσουμε για την ώρα Χ, αλλά θα το βρούμε στα σίγουρα".

Όταν ο Άλμπερτ ήταν σχεδόν δεκαπέντε χρονών, ο πατέρας του καταστράφηκε οικονομικά και εγκαταστάθηκε ακόμη νοτιότερα, στο Μιλάνο, αλλά το παιδί, που φοιτούσε στο καλύτερο σχολείο του Μονάχου, έμεινε εκεί για να πάρει το δίπλωμά του. Τελικά όμως, παρά την αντίθετη γνώμη των δικών του, αποφάσισε να πάει κι αυτός στο Μιλάνο, χωρίς να περιμένει το δίπλωμα. Την εποχή εκείνη, ο πατέρας του είχε χάσει κι άλλα χρήματα και δεν ήταν σε θέση να τον συντηρήσει κι έτσι ο Αϊνστάιν έφυγε για τη Ζυρίχη, με την ελπίδα ότι θα τα κατάφερνε να σπουδάσει στο εκεί Πολυτεχνείο και να προετοιμαστεί για κάποια επιστημονική σταδιοδρομία. Μετά τις σπουδές του, κι αφού στο μεταξύ είχε παντρευτεί μια Ουγγαρέζα συμφοιτήτριά του, δυσκολεύτηκε να βρει δουλειά και τελικά τον προσέλαβαν στο Γραφείο Διπλωμάτων της Βέρνης. Αγαπούσε τη νέα του πατρίδα και παραιτήθηκε από τη γερμανική υπηκοότητα. Με την πρώτη του γυναίκα απέκτησε δυο γιους. Ο γάμος ανάμεσα στον ξέγνοιαστο μποέμ που ξεχνούσε να χτενιστεί ή φορούσε κάλτσες διαφορετικού χρώματος και στην επιφυλακτική φιλύποττη, ανατολικής νοοτροπίας σύζυγο, είχε αρχίσει να ξεφτίζει. Τα παιδιά όμως τους κρατούσαν ενωμένους.

Στη Βέρνη, ο Αϊνστάιν εξέδωσε τις δύο πρώτες πραγματείες του για την μετατροπή του φωτός και την ηλεκτροδυναμική των κινουμένων σωμάτων. Οι πραγματείες αυτές προκάλεσαν ένα μικρό σάλο στους πανεπιστημιακούς κύκλους. Πώς μπορούσε ένας κατώτερος υπάλληλος του Γραφείου Διπλωμάτων να ασχολείται με τέτοιες έρευνες και να έχει την ικανότητα να τις εκθέτει μ' αυτό τον τρόπο; Μήπως θα έπρεπε να του δοθεί κάποια θέση στο πανεπιστήμιο;

Τον κάλεσαν λοιπόν στο Πανεπιστήμιο της Ζυρίχης κι εκεί, υποχρεωμένος να προσέχει την εμφάνισή του, να φοράει κάλτσες του ιδίου χρώματος και καλοσιδερωμένο κοστούμι, ο Αϊνστάιν ένιωθε δυστυχισμένος και πολύ φτωχός.

Ύστερα από χρόνια, αναπολώντας τον καιρό εκείνο της Ζυρίχης, έγραφε: *<<Στη σχετικότητά μου, τοποθετούσα ένα ρολόι σε κάθε σημείο του διαστήματος, αλλά στην πραγματικότητα έβρισκα δύσκολο*

**να προμηθευτώ ρολόι για το δωμάτιό μου>>.**

Από τη Ζυρίχη στην Πράγα, δουλεύοντας πάντα εντατικά πάνω στις θεωρίες του, ύστερα ξανά στην Ελβετία και στο παλιό του πολυτεχνείο σαν καθηγητής. Εκείνη την εποχή, ήταν ήδη παγκόσμια φυσιογνωμία. Η θεωρία του της σχετικότητας, πρόδρομος της θεωρίας της γενικής σχετικότητας, είχε δημοσιευθεί το 1905. Διορίστηκε διευθυντής του νέου Ινστιτούτου Κάιζερ Βίλχελμ στο Βερολίνο και μολονότι τον έβλεπαν με δυσπιστία στη Γερμανία, εξαιτίας της εβραϊκής καταγωγής του, δέχτηκε τη θέση με τον υψηλότερο μισθό και τις μεγαλύτερες δυνατότητες για την έρευνα.

Η γυναίκα του Μιλέρβα αρνήθηκε να τον ακολουθήσει. Ήξερε ότι θα μισούσε το Βερολίνο και σε κάθε περίπτωση, ο γάμος τους είχε αποτύχει. Οι γιοι του και η γυναίκα του παρέμειναν στην Ελβετία κι ύστερα από λίγο ήρθε το διαζύγιο. Ευτυχώς για τον Αϊνστάιν, στο Βερολίνο κατοικούσε μια μακρινή εξαδέλφη του που ανέλαβε να τον φροντίζει. Ήταν ευγενική γυναίκα και τη διασκέδαζε η απλοϊκότητα του ξαδέλφου της. Ένα χρόνο αργότερα, παντρεύτηκαν.

Ο Αϊνστάιν έζησε στο Βερολίνο είκοσι χρόνια, από το 1913 ως το 1933, και σ' αυτήν ακριβώς την περίοδο της ζωής του ανέπτυξε τη θεωρία της γενικής σχετικότητας από τη θεωρία της ειδικής σχετικότητας του 1905.

Η θέση της θεωρίας αυτής ήταν ότι η ταχύτητα του φωτός και όλοι οι φυσικοί νόμοι είναι σταθεροί σε όλα τα συντεταγμένα συστήματα, που κινούνται ομοιόμορφα σε συσχετισμό το ένα με το άλλο. Στη γενική σχετικότητα, η υπόθεση επεκτάθηκε σε συντεταγμένα συστήματα που βρίσκονται σε κίνηση μη ομοιόμορφη (δηλαδή επιταχυνόμενη). Η γενική σχετικότητα αποδεικνύει επίσης ότι, αν η ύλη μετατραπεί σε ενέργεια, η απελευθερωμένη ενέργεια δίνεται με τον φαινομενικά απλό τύπο  $E=mc^2$ , όπου  $c$  είναι η ταχύτητα του φωτός και  $m$  η μάζα. Ο τύπος αυτός δείχνει ότι μια μικρή μάζα μπορεί να μετατραπεί σε τεράστια ποσότητα ενέργειας. Δείχνει μαθηματικά, τη δυνατότητα κατασκευής μιας ατομικής βόμβας. Αποκαλύπτει επίσης το μυστικό του ήλιου. Αν ο ήλιος πραγματικά καιγόταν, όπως πίστευαν άλλοτε, θα είχε καταστραφεί από πολλά χρόνια. Στην ατομική αντίδραση με την οποία ο Αϊνστάιν εξηγούσε το φαινόμενο, παράγονται τεράστιες ποσότητες φωτός και θερμότητας με ελαχιστότατη απώλεια μάζας.

Οι θεωρίες του Αϊνστάιν άρχισαν να γίνονται αποδεκτές στη διάρκεια του πολέμου και το 1919, όταν η αποστολή στη Γουϊνέα απέδειξε, προς γενική ικανοποίηση, την ορθότητα τους, ο Αϊνστάιν έγινε προσωπικότητα διεθνούς

κύρους. Είχε μισήσει τον εθνικοσοσιαλισμό και τον ρατσισμό από την αρχή της εμφανίσεως τους και τώρα έγραφε: <<Με την προσαρμογή της θεωρίας της σχετικότητας στις προτιμήσεις του αναγνώστη, σήμερα στη Γερμανία με αποκαλούν γερμανό επιστήμονα. Στην Αγγλία με παρουσιάζουν σαν Ελβετοεβραίο. Αν γινόμουν ανεπιθύμητο πρόσωπο, οι χαρακτηρισμοί θα αναποδογύριζαν και θα γινόμουν Ελβετοεβραίος για τους Γερμανούς και Γερμανός για τους Άγγλους...>>

Το 1933, με βαριά καρδιά εγκατέλειψε τη Γερμανία και τους ναζιστικούς διωγμούς εναντίον των Εβραίων και εγκαταστάθηκε στο Πρίνστον του Νιου Τζέρσεϋ. Η δεύτερη γυναίκα του Έλσα, με τις αιώνιες στενοχώριες της, δεν κατόρθωσε να προσαρμοστεί στη νέα τους ζωή και κυριολεκτικά ξεριζωμένη, πέθανε τρία χρόνια αργότερα. Ο Αϊνστάιν θεωρήθηκε απ' όλους ως ο μεγαλύτερος επιστήμονας του κόσμου και ο πιο ευγενικός και αξιαγάπητος σαν άνθρωπος. Σ' ένα συνάδελφό του Πρίνστον, που είχε καθυστερήσει σε κάποιο ραντεβού τους στην πόλη, ο Αϊνστάιν είπε: <<Μη σε νοιάζει, μην κάνεις έτσι. Γιατί θα έπρεπε να θυμώσω μαζί σου, που άργησες λίγο στο ραντεβού μας; Μήπως δεν μπορώ κι εδώ να απασχολούμαι με τα προβλήματά μου το ίδιο καλά όπως και στο σπίτι; Ορίστε -πρόσθεσε δείχνοντας του ένα μολύβι μασημένο- ορίστε ολόκληρο το εργαστήρι μου>>.

Η σχετικότητα, που μεταμόρφωσε τη φυσική επιστήμη, επέβαλε σημαντικές αλλαγές στον παραδοσιακό μας τρόπο να βλέπουμε τις έννοιες του χώρου και του χρόνου. Δύο γεγονότα που συμβαίνουν σε διαφορετικούς τόπους μπορούν να φανούν σύγχρονα σ' έναν παρατηρητή και σ' έναν άλλον όχι. Το ταυτόχρονο, υπογράμμισε ο Αϊνστάιν, είναι σχετικό με τον παρατηρητή και περιέχει τρία μεγέθη: τις τρεις συνηθισμένες διαστάσεις του χώρου και την τέταρτη διάσταση του χρόνου.

Πριν πεθάνει, επεξεργαζόταν μια νέα θεωρία που θα συνέδεε τη βαρύτητα με τον ηλεκτρομαγνητισμό. Η θεωρία αυτή, έτσι όπως την άφησε, δεν έγινε αποδεκτή, όλοι όμως οι φυσικοί πιστεύουν ότι χρειαζόταν μια νέα θεωρία, που να περιλαμβάνει τη σχετικότητα του Αϊνστάιν, για να γίνει ανπληττή η σχέση ανάμεσα στις δύο τάξεις φαινομένων. Χωρίς τη θεωρία της σχετικότητας, ο τύπος αυτός συλλογισμού δεν θα ήταν δυνατός. Οι πραγματικές αρχές που διέπουν το σύμπαν μέσα στο οποίο ζούμε δε θα μπορούσαν ποτέ να γίνουν κατανοητές.

## Έρχεται η τηλεόραση

### Η ιστορία ενός μεγαλοφυούς και άτυχου Σκοτσέζου

Την προηγούμενη βραδιά είχε πραγματοποιήσει μian ολόκληρη σειρά πειράματα και δοκιμές, με φωτοστοιχεία από νέον, με δίσκους αναλύσεως των εικόνων σε φωτεινά σημεία, με ένα τσαμπί λυχνίες που έλαμπαν και αστραποβολούσαν και με φωτοηλεκτρικά κύτταρα. Ένας εξοπλισμός που τον είχε συγκροτήσει μόνος του από τα πλεονάσματα των ραδιοφωνικών εφοδίων της κυβερνήσεως, με χαρτονένια κουτιά, με λάμπες από ποδήλατα και που τον είχε τροποποιήσει και αντικαταστήσει δεκάδες φορές. Ο μόνος που είχε επιβιώσει από τόσες αλλαγές ήταν ο Μπιλ. Ο Μπιλ είχε παρευρεθεί την προφητική εκείνη ημέρα σε όλα τα πειράματα του Τζων Μπαίρντ από το 1924 κι εδώ, από την προφητική εκείνη ημέρα στο Άστιγξ, όταν ο Μπάιαρντ είχε κατορθώσει να μεταδώσει, σε απόσταση τριών χιλιομέτρων, την εικόνα ενός σταυρού της Μάλτας. Ο Μπιλ ήταν πάντα εκεί, βουβός μάρτυρας, με μάτια μαύρα που έλαμπαν στο τρεμουλιαστό φως του πομπού, με έναν ηλίθιο μορφασμό.

Ήταν η 2<sup>α</sup> Οκτωβρίου του 1925. Το Λονδίνου σκεπασμένο με ομίχλη και η υγρασία έμπαινε από τα παντζούρια. Ο Τζων Μπαίρντ έθεσε σε λειτουργία τη συσκευή μέσα σ' ένα δωμάτιο. Ακούστηκε ένας παραπονιαρικός ήχος που δυνάμωνε ολοένα καθώς ο κινητήρας έπαιρνε ταχύτητα για να καταλήξει σε έναν κανονικό ρυθμό. Τα νήματα μέσα στις λυχνίες άναψαν με μια βαθυκόκκινη λάμψη. Ο Μπαίρντ κάθισε τον Μπιλ πάνω σε μια καρέκλα. Ύστερα πήγε στο διπλανό δωμάτιο. Ο βόμβος του δευτέρου κινητήρα ακουγόταν σε απόλυτη συμφωνία με το βόμβο του πρώτου. Συγχρόνισε τον «δέκτη» και πέτυχε ένα ορθογώνιο σχήμα στο κουτί της οθόνης. Το άναψε. Έτρεξε ταραγμένος στο άλλο δωμάτιο, ρύθμισε το φως πίσω από το κεφάλι του Μπιλ. Τα μάτια της μαριονέτας άναψαν. Για μια στιγμή φάνηκαν

να λάμπουν, με ανθρώπινη νοημοσύνη, σαν να άνηκαν σ' ένα δραστήριο και στοχαστικό άτομο κι όχι σε κούκλα. Το στρογγυλό προφίλ του κεφαλιού του Μπιλ, είχε μεταδοθεί πολλές φορές, από τα περίεργα σύνεργα του Μπαίρντ, πάνω στην οθόνη του δέκτη, με τα μάτια και τη μύτη σαν μαύρες κηλίδες, αλλά χωρίς αποχρώσεις ανάμεσα στο άσπρο και το μαύρο.

Ο Μπαίρντ πήγε στον δέκτη, έσκυψε και κοίταζε προσεκτικά το κουτί. Στην αρχή φάνηκε μόνο μια θολή τριανταφυλλένια λάμψη αυλακωμένη με μαύρες ρίγες. Αυτό κράτησε για μερικά δευτερόλεπτα ενώ το κουτί ζεσταίνονταν, ενώ ο πομπός και ο δέκτης συγχρονίζονταν. Ύστερα παρουσιάστηκε ο Μπιλ σαν μια ασπρόμαυρη σκιά. Ξαφνικά η εικόνα έσβησε απότομα, οι ρίγες εξαφανίστηκαν και ο Μπαίρντ κράτησε την αναπνοή του. Και νάτος ο Μπιλ. Όχι μόνο ένα ασπρόμαυρο προφίλ σαν παιδικό σκίτσο αλλά έτσι που να το αναγνωρίσεις σε όλα τα χαρακτηριστικά του, με τα πυκνά φρύδια του και με περίφημα σχεδιασμένο κεφάλι. Με το χαρακτηριστικό μορφασμό του, που τώρα ήταν μορφασμός θριάμβου.

Ο Τζων Λότζι Μπαίρντ είχε κατασκευάσει μίαν αληθινή «τηλεόραση», που σημαίνει όραση από απόσταση. Ο Μπιλ τα πήγαινε πολύ καλά αλλά ήταν μια κούκλα. Ο Μπαίρντ έτρεξε από τις σκάλες στον κάτω όροφο και μπήκε ορμητικά στο γραφείο του Ουίλιαμ του υπαλλήλου της εταιρίας που είχε νοικιασμένο τον όροφο. Ο Ουίλιαμ τακτοποιούσε κάτι φακέλους και κοίταξε τον τρελό εφευρέτη που, με μαλλιά ανακατεμένα, ορμούσε επάνω του.

**«Λοιπόν, είπε ο Ουίλιαμ. Τι θέλετε.» «Έκανα μίαν ανακάλυψη και πρέπει να ανέβεις επάνω...» «Είμαι απασχολημένος...» «Δεν έχει σημασία, έλα!»**

Κουνώντας το κεφάλι, ο Ουίλιαμ ακολούθησε στις σκάλες τον εφευρέτη και ο Μπαίρντ τον οδήγησε στο κάθισμα όπου καθόταν πριν η κούκλα. Ο Μπιλ με μια κλωτσιά είχε ρίχτει στο πάτωμα και κοίταζε με τη σαρκαστική γκριμάτσα του προς το ταβάνι. Ύστερα από λίγες στιγμές, ο Ουίλιαμ βρισκόταν στη θέση του. **«Μείνε**

**ατάραχος, αυτό θα κάνεις...»** Ο Μπαίρντ όρμησε στο άλλο δωμάτιο.

Ήταν όμως τρομερό. Πριν από ένα λεπτό υπήρχε μια φιγούρα. Τώρα δεν υπήρχε πια τίποτα. Σαν τρελός έκανε τώρα ο Μπαίρντ και ρύθμισε το συγχρονισμό, την εστία, το βολτάζ. Η οθόνη έμενε λευκή. Μήπως είχε ονειρευτεί...

Έτρεξε πάλι στο άλλο δωμάτιο. Ύστερα έσκυψε και σήκωσε την κούκλα, την έβαλε στη θέση του νεαρού και τότε κατάλαβε γιατί ο Μπιλ εμφανιζόταν στην οθόνη και ο Ουίλιαμ όχι. Ο Μπιλ ήταν ξύλινος και δεν τον ένοιαζε για τη ζέστη. Του Ουίλιαμ δεν του άρεσε η ζέστη και το εκτυφλωτικό φως στα μάτια και είχε τραβηχτεί πίσω. Ο Μπαίρντ του χάρισε μισή κορόνα τον τοποθέτησε στην εστία, του υποσχέθηκε ότι δεν θα αργοπορούσε και όρμησε στο δέκτη. Αυτή τη φορά ο νεαρός υπάλληλος φιγουράριζε στην οθόνη, αμήχανος θυμωμένος αλλά με κάθε τμήμα της στρογγυλής φάτσας του καθαρό, με τις σωστές φωτοσκιάσεις.

Ο πρώτος άνθρωπος που εμφανίστηκε στην τηλεόραση και που, αργότερα όταν αντιστράφηκαν οι ρόλοι, ήταν ο δεύτερος άνθρωπος στην ιστορία που έβλεπε τηλεόραση, ξαναγύρισε στους φακέλους του.

Ο Μπαίρντ φλέγονταν από εσωτερική διέγερση. Σαν μαθητευόμενος μηχανικός είχε δοκιμάσει να γίνει επιχειρηματίας χωρίς επιτυχία, αργότερα είχε επιστρέψει στην τεχνολογία κι έγινε «εφευρέτης» όταν η υγεία του είχε αποκατασταθεί ύστερα από απανωτές αρρώστιες που είχαν καταστρέψει την εμπορική του σταδιοδρομία. Είχε λοιπόν μεγάλη ανάγκη από μια ευκαιρία σαν κι αυτή. Τώρα ήξερε ότι βρισκόταν στο σωστό δρόμο. Η τηλεόραση ήταν πραγματικότητα. Δεν είχε πια ανάγκη να ξαναρχίσει να κατασκευάζει και να πουλά τα «καλτσάκια Μπαίρντ» ή τις μαρμελάδες. Άρχισε να εργάζεται ακόμα πιο σκληρά. Στο τέλος, τον Ιανουάριο του 1926, όταν ο εξοπλισμός του σε εργαλεία βελτιώθηκε πολύ, έστειλε μια τολμηρή πρόσκληση στο Βασιλικό Ινστιτούτο του Λονδίνου, ζητώντας επίμονα να παρευρεθούν όλα τα μέλη του σε μια επίδειξη που θα έκανε.

Ξαφνιάστηκε από τον αριθμό των ανθρώπων που

ήρθαν κι αυτοί ξαφνιαστήκαν από τη στενότητα των χώρων που διέθετε. Τελικά όμως, σε μικρές ομάδες έξι ατόμων κάθε φορά, η επίδειξη έγινε σε όλα τα μέλη του Ινστιτούτου.

Το πρόσωπο του Μπιλ και μερικά ανθρώπινα πρόσωπα, πρόσωπα διάσημων επιστημόνων, το ένα πιο αμήχανο από το άλλο προβλήθηκαν από το ένα δωμάτιο στο άλλο. Οι επιστήμονες ήταν σύμφωνοι, ότι κάτι το απίστευτο συνέβαινε. Κακοφτιαγμένα περιγράμματα είχαν μεταδοθεί πολλές φορές σε διασκεδαστικές επιδείξεις εργαστηρίου, ποτέ όμως δεν παρουσιάστηκε η δυνατότητα να προβληθεί μια αληθινή εικόνα. Τώρα αυτό είχε πραγματοποιηθεί. Ο νέος επιχειρηματίας, όπως θεωρούσε ο ίδιος τον εαυτό του, το φτωχόπαιδο που είχε έρθει από την Αγγλία για να κάνει περιουσία, ο Τζων Λότζι Μπαίρντ είχε εφεύρει την τηλεόραση.

Το επόμενο βήμα ήταν να μεταδώσει εικόνες από απόσταση και ο Μπαίρντ είχε την ευπρόσδεκτη βοήθεια του μηχανικού του BBC. Η εικόνα μεταβιβάστηκε με το τηλεφωνικό καλώδιο σ' ένα στούντιο του BBC κι ύστερα αναμεταδόθηκε από έναν ραδιοπομπό. Ο Μπαίρντ την έλαβε σ' ένα δέκτη στο εργαστήριό του της Φριθ Στρήτ κι ήταν ευτυχής που διαπίστωνε ότι είχε μείνει «ουσιαστικά αναλλοίωτη». Υπήρξαν όμως αντιρρήσεις για τη συνεχή χρησιμοποίηση ενός πομπού του BBC κι έτσι ο Μπαίρντ ζήτησε και πέτυχε την πρώτη άδεια που δόθηκε ποτέ για τηλεοπτική μετάδοση. Είχε ελάχιστα χρήματα, κατόρθωσε όμως να μετακομίσει σε κάπως μεγαλύτερη κατοικία κοντά στο Λέστερ Σκουέαρ και να εγκαταστήσει δέκτες στο Γκρην Γκέϊμπλς, ένα σπίτι του Χάρροου, που απείχε δεκαπέντε περίπου χιλιόμετρα. Οι εικόνες μεταδόθηκαν στην απόσταση αυτή και ο Μπαίρντ, ενθαρρυμένος από την επιτυχία και τη φιλοδοξία του, ίδρυσε με λίγους συνεταίρους την «Τελεβίζιον Λίμιτεντ». Στις αρχές του 1928, μπόρεσε να μεταδώσει μια κακοσχηματισμένη εικόνα πέρα από τον Ατλαντικό και, ένα μήνα αργότερα, να στείλει μια εικόνα στο πλοίο της γραμμής «Μπερεγκάρια», προκαλώντας κατάπληξη στους επιβάτες του. Το χρέμα είναι συχνά ένα πρόβλημα. Όπως έγραψε

ο Μπαίρντ «αν ένας εφευρέτης διαβάσει αυτές τις σελίδες, τον συμβουλεύω να κάνει όπως ο Γκράχαμ Μπελ, εφευρέτης του τηλεφώνου, και να πουλάει τοις μετρητοίς. Οι εφευρέτες δεν μπορούν να τα βγάλουν πέρα με τους χρηματοδότες, όταν υπάρχουν στη μέση μετοχές και μερίσματα, και στο τέλος ανακαλύπτουν ότι τα χρήματα μένουν στους χρηματοδότες και σ' αυτούς μένουν μόνο κάποια έγγραφα».

Λόγια πικρά, είναι ωστόσο σίγουρο ότι ο Μπαίρντ όσο κι αν έγινε διάσημος, ελάχιστα χρήματα κέρδισε από την εφεύρεσή του. Ως ένα βαθμό από έλλειψη ικανότητας στις οικονομικές υποθέσεις, ως ένα βαθμό από έλλειψη τύχης. Οπωσδήποτε, άλλοι ήταν εκείνοι που επωφεληθήκαν από τα πλεονεκτήματα που πρόσφερε η εργασία του. Όταν πέθανε το 1946, δεν ήταν ένας άνθρωπος πλούσιος, όπως ονειρευόταν. Είπαν ότι «πουλήθηκε στο μαμωνά» πολύ νωρίς. Αν δεν είχε επιτρέψει σε ανθρώπους ακατάλληλους να αναμειχθούν στην εφεύρεση του σ' ένα πρόωρο στάδιο, θα είχε πείσει τον Τζων Ρέιθ, τον διευθυντή του BBC, ότι η ανακάλυψη του έπρεπε να χρησιμοποιηθεί και μάλιστα αμέσως και ότι δεν ήταν μια εμπορική χρεοκοπία. Το BBC, αφού καθυστέρησε πολλά χρόνια, πριν ενδιαφερθεί για την τηλεόραση, αποφάσισε τελικά να προτιμήσει ένα άλλο σύστημα του Μπαίρντ.

Η ιδέα της μεταδόσεως εικόνων μέσω της ατμόσφαιρας ήταν για πολλά χρόνια ένα όνειρο των εφευρετών, από τότε ακόμα που ο Μαρκόνι είχε στείλει το πρώτο του ραδιοφωνικό μήνυμα, και είχαν γίνει σημαντικές μελέτες. Ο Πάουλ Νίπκωφ είχε εφεύρει τον «δίσκο» του, που υπήρξε η βάση κάθε τηλεοπτικού πειραματισμού. Ανοίγοντας τρύπες κατά έναν ορισμένο τρόπο γύρω στην περίμετρο ενός δίσκου από χαρτόνι, ο Νίπκωφ ανακάλυψε ότι μπορούσε να φωτίζει ένα αντικείμενο μπροστά στο δίσκο με μια σειρά φωτεινών σημείων που το «εξερευνούσαν» από πάνω προς τα κάτω και από τη μια πλευρά στην άλλη. Αν ο φωτισμός αυτός του αντικειμένου, π.χ. ενός ανθρώπινου κεφαλιού, μεταλλασσόταν από μηχανισμό ευαίσθητο στο φως,

«φωτοηλεκτρικό κύτταρο», διαδοχικά φωτεινά σημεία διαφορετικής εντάσεως, ανάλογα με τα φώτα και τις σκιές κάθε τμήματος του προσώπου, μπορούσαν να σταλούν με ένα καλώδιο σαν ξεχωριστοί ηλεκτρικοί ερεθισμοί, διαφορετικής ισχύος. Αν οι ερεθισμοί αυτοί μετατρέπονταν ξανά σε φως και ξαναπροβάλλονταν με έναν παρόμοιο δίσκο, με την ακριβή σειρά, μπορούσε να δημιουργηθεί μια εικόνα πάνω σε μια μικρή οθόνη. Αν οι δύο δίσκοι περιστρέφονταν αρκετά γρήγορα για να εκμεταλλευθούν τη φυσική διατήρηση της εικόνας στο μάτι, η εικόνα εμφανιζόταν ακέραιη ρίχνοντας ταυτόχρονα στο μάτι τη σειρά των σημείων διαφορετικής φωτεινής εντάσεως.

Η συσκευή του Νίπκωφ ήταν πολύ πρωτόγονη για να μεταβιβάσει κάτι το αναγνωρίσιμο, αλλά η αρχή στην οποία στηριζόταν ήταν σωστή και ο Μπαίρντ επιδίωξε με μεγάλη επιμονή να την τελειοποιήσει. Έθεσε σε εφαρμογή ένα πρόγραμμα αναλύσεως της εικόνας, έτσι που το φως ανιχνεύσεως να κινείται από τ' αριστερά προς τα δεξιά πάνω σε οριζόντιες γραμμές (τα πρώτα του πειράματα έγιναν με τριάντα οριζόντιες γραμμές. Το BBC χρησιμοποιεί τώρα 625) οι οποίες θα γέμιζαν ένα «φωτόγραμμα» που θα εξαφανιζόταν για να δώσει τη θέση του σ' ένα άλλο, όπως τα διαδοχικά φωτογράμματα σε ένα φιλμ. Ο Μπαίρντ πειραματίστηκε με δίσκους αναλύσεως εικόνας, οι οποίοι είχαν διαφορετικό αριθμό οπών, διαφορετικές ταχύτητες περιστροφής και ποικίλους φωτοηλεκτρικούς μηχανισμούς. Και άλλοι εργάζονταν πάνω στην ίδια κατεύθυνση, αλλά στον Μπαίρντ ανήκει δικαιωματικά η τιμή, ότι υπήρξε ο πρώτος που παρουσίασε την πρώτη τηλεοπτική εικόνα. Μια αναμνηστική πλάκα στο Άστιγξ δείχνει το σπίτι όπου, το 1924, είχε αποσυρθεί για να ξαναβρεί την υγεία του και να αναστηλώσει τα οικονομικά του «εφευρίσκοντας κάτι» και όπου πρώτος μεταβίβαζε τη σιλουέτα του σταυρού της Μάλτας. Στο στάδιο αυτό είχαν ήδη φτάσει ο Αμερικανός Τζένκινς καθώς και Γάλλοι και Αυστριακοί εφευρέτες.

Από τη μηχανική μέθοδο αναλύσεως της εικόνας που

παρήλθε από το δίσκο του Νίπκωφ, η τηλεόραση βελτιώθηκε χρησιμοποιώντας τον καθοδικό σωλήνα που είχε κατασκευαστεί για άλλο σκοπό και ο Μπαίρντ, καθώς και οι άλλοι, πολύ γρήγορα πρόσεξε τα πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής. Αντί να κινήσει μηχανικά μια ακτίνα φωτός, προβάλλοντας την μέσα από τις οπές ενός περιστρεφόμενου δίσκου, ο καθοδικός σωλήνας κινούσε μια δέσμη ηλεκτρονίων μέσω ενός ζεύγους μαγνητών. Η δέσμη των ηλεκτρονίων μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση του αντικειμένου που έμελλε να προβληθεί και για το συγχρονισμένο «άναμμα» της οθόνης. Το σύστημα αυτό είναι τώρα παγκόσμιο.

Ο Μπαίρντ υπήρξε ένας πρωτοπόρος κι ένας πρωτοπόρος άτυχος. Η μηχανική τηλεόραση ξεπεράστηκε από την ολοκληρωτικά ηλεκτρική τηλεόραση. Η τελευταία οφείλει πολλά σ' έναν Ρώσο που είχε μεταναστεύσει στις Ηνωμένες Πολιτείες μετά τον πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο: στον Βλαντίμιρ Ζβορούκιν. Το 1923, ο Ζβορούκιν, ενώ εργαζόταν στο τμήμα ερευνών της Ουέστινγκχάουζ Ελέκτρικ, πήρε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για μια ανακάλυψη: είχε επινοήσει έναν ειδικό σωλήνα καθοδικών ακτινών, γνωστό σήμερα με το όνομα σωλήνας του Ζβορούκιν ή εικονοσκόπιο. Το εικονοσκόπιο επέτρεπε τη μη χρησιμοποίηση του μηχανικού τμήματος της τηλεοράσεως, δηλαδή του δίσκου του Νίπκωφ, για την ανίχνευση της εικόνας. Η ανάλυση και στη συνέχεια η σύνθεση της εικόνας γίνονταν στο εσωτερικό του εικονοσκοπίου. Με τον Ζβορούκιν αρχίζει η ολοκληρωτικά φάση της τηλεοράσεως, πέρασαν όμως άλλα δέκα χρόνια για να αξιοποιηθεί η εφεύρεση σε βιομηχανική κλίμακα.

Ο Μπαίρντ πραγματοποίησε επίσης πειράματα και με την τηλεόραση προβολής, όπου η εικόνα προβάλλεται πάνω σε μεγάλη οθόνη, σε αίθουσα κινηματογράφου, καθώς και με την έγχρωμη τηλεόραση, αφήνοντας τη σφραγίδα του σε όλα τα συστήματα που χρησιμοποιούνται σήμερα. Υπολόγισε ότι, αν άλλαζε «φωτόγραμμα» τρεις φορές συχνότερα, μπορούσε να παρεμβάλει μια περιστρεφόμενη οθόνη με τρία χρώματα. Ο δέκτης, πάνω στην ίδια αρχή, μπορούσε να

ανασυνθέσει την έγχρωμη εικόνα. Πράγματι, κατασκεύασε μια συσκευή πάνω σ' ένα σύστημα όπου ο δίσκος είχε αντικατασταθεί από τρεις επάλληλες εικόνες στα τρία βασικά χρώματα και η αρχή αυτή, της χωριστής μεταδόσεως των στοιχείων του χρώματος, χρησιμοποιείται σε όλα τα συστήματα έγχρωμης τηλεοράσεως που υπάρχουν σήμερα.

Η τηλεόραση σήμερα έχει ευρύτατα διαδοθεί. Έγχρωμη τηλεόραση έχουν πολλές χώρες. Οι τελευταίες εξελίξεις εξασφαλίζουν τη μετάδοση εικόνων σε μεγάλη απόσταση. Φαίνεται παράξενο ότι ο Μπαίρντ είχε στείλει μίαν εικόνα στην άλλη ακτή του Ατλαντικού ήδη από το 1928, ενώ σήμερα δεν είμαστε σε θέση να επιτύχουμε το ίδιο χωρίς τη χρησιμοποίηση των δορυφόρων στο διάστημα.

Η απάντηση είναι ότι θα μπορούσε να μεταβιβαστεί μια εικόνα με τριάντα γραμμές, όπως εκείνη που μεταβίβασε ο Μπαίρντ, σε μεγάλο μήκος κύματος, που θα ακολουθούσε την καμπυλότητα της γης. Για τη σύγχρονη όμως τηλεόραση πρέπει να χρησιμοποιηθούν πολύ βραχέα κύματα κι αυτά, εκτός από ανώμαλες συνθήκες, ταξιδεύουν μόνο σε ευθεία γραμμή όπως το φως και δεν είναι δυνατό να ακολουθήσουν καμπυλόγραμμη κίνηση στον ορίζοντα. Για να φτάσουν τα υπερβραχέα κύματα από την Ευρώπη στην Αμερική πρέπει να προβληθούν στο διάστημα και ύστερα να αναπηδήσουν προς τη γη. Ίσως η πιο αξιοσημείωτη περίπτωση κατά την οποία πραγματοποιήθηκε μια τέτοια σύνδεση ήταν η περίπτωση της κηδείας του Κέννεντι, όταν οι Ευρωπαίοι, παρακολούθησαν τη νεκρώσιμη τελετή που γινόταν στην Ουάσιγκτον.

Η τηλεόραση πραγματοποίησε μεγάλες προόδους από τότε που ο Τζων Λότζι Μπαίρντ, από το Χένενσμπεργκ πρόβαλε πρώτος το πρόσωπο ενός υπαλλήλου γραφείου.

## ΟΙ ΑΝΑΚΑΛΥΨΕΙΣ ΤΟΥ ΡΑΔΕΡΦΟΡΝΤ

Ερευνώντας τη δομή της ύλης η επιστήμη αποδεσμεύει τρομακτική ενέργεια

Ο ήλιος μόλις είχε ανατείλει. Εδώ κι εκεί, οι σχεδόν οριζόντιες ακτίνες του χώνονται στις σχισμές των βουνών της ανατολικής οροσειράς. Η σκιά του βουνού απλώνεται ως τη μέση του γυμνού οροπεδίου. Πέρα από τη σκιά δε βλέπεις τίποτε στην έρημο, που τη σαρώνει ο αγέρας.

Ύστερα ο ήλιος φτάνει εκεί που βρίσκεται ένα λεπτό κοντάρι ακριβώς ως το κέντρο του οροπεδίου, μια ασημένια βελόνη που λάμπει στις ακτίδες του ήλιου σαν ένας φθοριολαμπής σωλήνας. Μολονότι η απεραντοσύνη του οροπεδίου το κάνει να φαίνεται μικρό, το κοντάρι αυτό έχει ύψος τριάντα μέτρων και κυματίζει στον αγέρα.

Ο ήλιος προχωρεί, το κοντάρι εξαφανίζεται. Στα λίγα δευτερόλεπτα που ήταν ορατό, έμοιαζε με διακοσμητική καρφίτσα καπέλου, με μεγάλο κεφάλι στην κορυφή. Αν δεν υπήρχε αυτό το κεφάλι, μπορούσε να το πάρει κανείς σαν κεραία ραδιοπομπού. Ενός ραδιοπομπού σε μακρινή απόσταση, γιατί γύρω δεν υπήρχαν ακροατές.

Στις πέντε και δέκα ακριβώς, πάνω στο ερημικό υψίπεδο, ξεσπάει η πιο φοβερή καταιγίδα που είδε ποτέ ο κόσμος. Ένα νέφος εξακοντίζεται προς το ουρανό, ύψους ενός, δύο, πέντε, επτά μιλίων, για να εκραγεί σε μια πυκνή πύρινη σφαίρα: ένα εκατομμύριο εκτυφλωτικές αστραπές ενωμένες σε μία μόνο. Μια βροντή πιο δυνατή από όσες ακούστηκαν ποτέ αντηχεί στις χέρσες πεδιάδες του νέου Μεξικού.

Είναι η 16<sup>η</sup> Ιουλίου 1945. Ο άνθρωπος απελευθέρωσε το άτομο. Μια νέα εποχή ανέτειλε, μαζί με την ανατολή του ήλιου, στο Αλαμογκόρντο, που θα φέρει η πλούτο και ευημερία χωρίς προηγούμενο για όλο τον κόσμο ή την ολοκληρωτική καταστροφή. Ο άνθρωπος κρατάει στα ίδια του τα χέρια το κλειδί της τελικής επιλογής.

Όλα αυτά όμως αφορούσαν το μέλλον. Τη στιγμή εκείνη, οι επιστήμονες που ελέγχουν και υπολογίζουν από απόσταση δέκα μιλίων μέσα από ένα σύστημα κατόπτρων, ξέρουν ότι ο

δεύτερος παγκόσμιος πόλεμος, που είχε βυθίσει στο αίμα την ανθρωπότητα έχει τελειώσει κι αυτό τους αρκεί. Υπάρχουν μόνο τρία απ' αυτά τα φοβερά σύνεργα, όλα στην κατοχή των ΗΠΑ. Μέσα σ' ένα μήνα, το δεύτερο θα ριχτή πάνω στην ιαπωνική πόλη Χιροσίμα, καταστρέφοντας την ολοκληρωτικά μαζί με χιλιάδες κατοίκους της. Λίγες μέρες, αργότερα το τρίτο θα πέσει πάνω στο Ναγκασάκι.

Άτομον, δηλαδή το «μη τεμνόμενο». Έτσι το ονόμασαν οι αρχαίοι Έλληνες και ο όρος παρέμεινε, μολονότι σήμερα ξέρουμε ότι το άτομο μπορεί να διαιρεθεί, να διαλυθεί στα ξεχωριστά στοιχεία του και να ξανασυντεθή σε μίαν άλλη μορφή. Η σχέση του αδιαίρετου έγινε πράγματι σχεδόν μια κοινοτοπία και ταυτόχρονα η πιο μεγάλη πρακτική εξέλιξη της φυσικής και της χημείας, όπως και η θεωρία της σχετικότητας του Αϊνστάιν, με την οποία συνδέεται στενά, αποτελεί το μεγαλύτερο θεωρητικό βήμα προόδου στον τομέα αυτόν από την εποχή του Νεύτωνα.

Ως το τέλος του 19ου αιώνα, οι επιστήμονες μπορούσαν να θεωρούν τα άτομα των διαφόρων στοιχείων σαν μόρια εντελώς αμετάβλητα. Το υδρογόνο είναι μια ουσία πολύ διαφορετική από το χαλκό, ο υδράργυρος έχει ελάχιστες ομοιότητες με το θείο ή το σίδηρο και συνεπώς η εσωτερική δομή των ατόμων τους, του ατόμου του υδρογόνου, του ατόμου του χαλκού και των ατόμων του υδραργύρου, του θείου και του σιδήρου, έπρεπε να είναι διαφορετική η μία από την άλλη. Καμία δύναμη δεν μπορούσε να απομονώσει τα άτομα αυτά για να ανακαλύψει τι συνέβαινε στο εσωτερικό.

Ύστερα, το 1902 ο Έρνεστ Ράδερφορντ, ο νεοζηλανδός επιστήμονας, απέδειξε ότι τα διάφορα βαρέα στοιχεία, όπως το ουράνιο, το θόριο και το ράδιο, που εκπέμπουν ένα είδος ακτινοβολίας, όπως οι φωτεινοί δείκτες του ωρολογίου, στην πραγματικότητα σχάζονται για να σχηματίσουν διάφορα άτομα διαφορετικού τύπου. Το ουράνιο και τα άλλα δεν είναι σταθερά: σχάζονται αυτόματα και σχηματίζουν άλλα στοιχεία. Ξαναζούσε το παλιό όνειρο του αλχημιστή. Αν αυτός ο μετασχηματισμός μπορούσε να πραγματοποιηθεί με λίγα, όχι πολύ γνωστά στοιχεία, ο μόλυβδος Δε θα μπορούσε, π.χ. να μετατραπεί σε χρυσό και ο σίδηρος σε ασήμι.

Μολονότι η ιδέα αυτή τον διασκέδαζε, ο Έρνεστ Ράδερφορντ

σκέφτονταν ότι η ανακάλυψη του σήμαινε κάτι το σημαντικό. Επέμεινε επί χρόνια, αναγκάζοντας το άτομο να αποκαλύψει ένα προς ένα τα μυστικά του τα τόσο ζηλότυπα κρυμμένα. Πολλοί επιστήμονες έλαβαν μέρος στην ατομική έρευνα, αλλά στον Έρνεστ Ράδερφορντ, που έγινε αργότερα βαρόνος Ράδερφορντ και πέθανε το 1937, οφείλουμε το μεγαλύτερο μέρος των γνώσεων που έχουμε σήμερα στον τομέα αυτόν.

Το 1895 ο νεαρός νεοζηλανδός έγινε δεκτός στο Κέιμπριτζ κι εκεί εργάστηκε κοντά στον διάσημο καθηγητή Τζ. Τζ. Τόμσον, στο νέο και λαμπρό Εργαστήριο Κάβεντις. Ήταν μία ενθαρρυντική στιγμή για ένα νεαρό φυσικό που βρίσκονταν στην αρχή της σταδιοδρομίας του ένα μήνα μετά την ημέρα που ο Ράδερφορντ είχε φορέσει την άσπρη μπλούζα, ο Β. Κ. Ραιντγκέν παρουσίαζε εργαστηριακά μια μορφή ακτινοβολίας που από έλλειψη καλύτερης ονομασίας, την ονόμασε «ακτίνες-Χ» και που φαινόταν να διεισδύει παντού εκτός από τη βαρύτερη ύλη. Αν ακουμπούσε κανείς στο χέρι του πάνω σ' ένα κομμάτι φωτογραφικής πλάκας, μέσα στο σκοτάδι, κι ύστερα οι ακτίνες αυτές επιδρούσαν πάνω στο χέρι, έβγαινε μια καταπληκτική φωτογραφία του εσωτερικού του χεριού, με κόκαλα, με σάρκα και όλα τα άλλα.

Λίγους μήνες αργότερα, ο Αλέξανδρος Μπεκκερέλ απέδειξε ότι τα σύνθετα του ουρανού παράγουν, αυτόματα μια ακτινοβολία που μοιάζει πολύ με τις ακτίνες του Ραιντγκέν. Μετά ένα χρόνο, ο ίδιος ο Τόμσον απέδειξε την ύπαρξη, που από πολύ καιρό υποψιαζόταν, του ηλεκτρονίου. Τώρα, η θεωρία που επί τόσα χρόνια είχαν καλλιεργήσει άνθρωποι, όπως ο Τόμσον και ο Ράδερφορντ, ότι όλη η ύλη είχε κοινή προέλευση, ότι είναι χτισμένη με τα ίδια απολύτως δομικά υλικά, έγινε πιθανή. Το ίδιο το άτομο έπρεπε να αποτελείται από τα μικρότατα αυτά ηλεκτρικά φορτία, αλλά επειδή είχε αποδειχθεί ότι το ηλεκτρόνιο φέρει πάντοτε αρνητικό φορτίο και ότι κινείται προς την κατεύθυνση οποιουδήποτε αντικειμένου με θετικό φορτίο, όπως ο θετικός πόλος μιας μπαταρίας, ενώ το άτομο κανονικά δεν έχει φορτίο, ήταν φανερό για τον Ράδερφορντ ότι τα ηλεκτρόνια έπρεπε να αντισταθμίζονται στο άτομο, από άλλα σωματίδια θετικά φορτισμένα. Χρειάστηκε να περάσουν μερικά χρόνια πριν μπορέσει να θεμελιώσει αυτήν την υπόθεση με την «πυρηνική

θεωρία» του.

Στο μεταξύ μετανάστευσε από το Κέιμπριτζ στον Καναδά, όπου του είχε προσφερθεί, σε ηλικία 27 ετών, μια έδρα στο πανεπιστήμιο Μάκ Τζίλ. Η φήμη του απλώθηκε παντού και αμέσως νέοι από όλον τον κόσμο συνέρευσαν στο πανεπιστήμιο Μάκ Τζίλ για να εργαστούν μαζί του. Ένας από τους πιο διάσημους ήταν και ο Άγγλος Φρέντερικ Σόντντ και με τη βοήθεια του ο Ράδερφορντ διατύπωσε, το 1902 την επαναστατική θεωρία ότι η «ραδιενέργεια είναι ένα φαινόμενο που συνοδεύει τον αυτόματο μετασχηματισμό ατόμων ραδιενεργών στοιχείων σε διαφορετικού τύπου ύλη». Ο Ράδερφορντ στήριζε την θεωρία του στην παρατήρηση ότι η ραδιενέργεια δεν αλλοιώνεται από τη θερμότητα, από το ψύχος, ή από χημικούς παράγοντες και -πράγμα πολύ πιο σημαντικό που τελικά οδήγησε στην κατασκευή τη βόμβας-ότι «η ραδιενεργός μετατροπή συνοδεύεται από έκλυση θερμότητας μιας τάξεως μεγέθους εντελώς διαφορετικής από των χημικών αντιδράσεων». Πράγματι όπως αποδείχτηκε αργότερα, κάθε άτομο παράγει 3 εκατομμύρια φορές την ενέργεια που παράγεται σε μια χημική αντίδραση όπως η καύση. Η νέα θεωρία αντιμετωπίστηκε με πολύ σκεπτικισμό: ερχόταν σε αντίθεση με την από πολύ καιρό υποστηριζόμενη θεωρία ότι η ύλη δεν καταστρέφεται. Τρία χρόνια αργότερα, το 1905, ο Αλμπέρτο Αϊνστάιν, σε ένα συμπέρασμα της θεωρίας του της σχετικότητας, απέδειξε ότι δεν υπάρχει ουσιαστική διαφορά μεταξύ μάζας και ενέργειας και ότι, όπως είχε υποστηρίξει ο Ράδερφορντ, στην παραγωγή τεραστίων ποσοτήτων ενέργειας θα είχαμε ένα μετασχηματισμό μάζας πολύ μικρό.

Το 1907, ο Ράδερφορντ αποφάσισε να δεχτή τη προσφορά να ξαναγυρίσει στην Αγγλία για να εργαστεί στο πιο φημισμένο όπως το θεωρούσαν του κόσμου, το εργαστήριο του πανεπιστημίου του Μάντσεστερ. Εκεί απέδειξε ότι μια από της 3 μορφές ακτινοβολίας που εκλύονται από ραδιενεργά στοιχεία (στις οποίες δόθηκαν τα ονόματα άλφα, βήτα και γάμα), η ακτινοβολία των ακτινών άλφα ήταν στη πραγματικότητα ένα ρεύμα ατόμων. Το βαρύ στοιχείο ράδιο, που είναι ραδιενεργό, εξέπεμπε σε υψηλή ταχύτητα μια ροή ατόμων ενός στοιχείου πιο ελαφρού, του ηλίου και τα άτομα

αυτά είχαν θετικό φορτίο, σαν ένα ή περισσότερα ηλεκτρόνια να είχαν εκτοπιστεί. Ο Ράδερφορντ απέδειξε ότι 136.000 απ' αυτά τα άτομα ηλίου είχαν ελευθερωθεί, κάθε δευτερόλεπτο από ένα χιλιοστό γραμμαρίου ραδίου. Σε ένα πείραμα μ' ένα κομματάκι κλεισμένο μέσα σ' ένα χοντρό γυάλινο σωλήνα, μπόρεσε να αποκαλύψει την παρουσία ηλίου, που φανερώθηκε σαν δια μαγείας.

Όπως και στον Καναδά, μια ομάδα σπουδαστών έτρεξε να εργαστεί υπό τις οδηγίες του και, με τη βοήθεια τους, το 1910 στο Μάντσεστερ, ο διάσημος ερευνητής ήταν σε θέση να διατυπώσει την πυρηνική θεωρία του: ότι όλη σχεδόν η μάζα του ατόμου βρίσκεται στον πυρήνα, το μικρό πυκνό κέντρο και ότι ο πυρήνας έχει θετικό φορτίο, με «πρωτόνια» θετικά και ισοσταθμίζουν τα αρνητικά φορτία των ηλεκτρονίων τα οποία περιστρέφονται γύρω του σε απόσταση σχετικά μεγάλη. Τα σωματίδια άλφα που προέρχονται από ραδιενεργά στοιχεία θα μπορούσαν, ερχόμενα σε άμεση σύγκρουση με τον πυρήνα, να τον μετασχηματίσουν σε διαφορετικό άτομο, αλλοιώνοντας τον αριθμό των ηλεκτρονίων του και των αντίστοιχων «πρωτονίων» που βρίσκονται στον πυρήνα. Αλλά όπως είχε αποδείξει ο Ράδερφορντ τα σωματίδια όσο βίαια κι είχαν εκτοξευθεί, κατόρθωναν να εισδύουν σ' έναν ατομικό πυρήνα.

Αργότερα, στη δεκαετία του 1930, ο φυσικός Τσάντουικ και άλλοι απέδειξαν ότι αν απομονωθούν τα ουδέτερα σωματίδια, τα χωρίς φορτίο, που κατά την κρατούσαν αντίληψη υπήρχαν μέσα στον πυρήνα, κοντά στα πρωτόνια, και να χρησιμοποιηθούν για να βομβαρδιστεί το άτομο, τα σωματίδια αυτά δεν απωθούνται ούτε από τα αρνητικά ηλεκτρόνια που τα περιέβαλλαν. Ένα ουδετερόνιο που πλήττει ένα άτομο έπρεπε να μπορεί να περάσει ανάμεσα στα ηλεκτρόνια που «περιπλανώνται» άμεσα γύρω στον πυρήνα, αν ήταν δυνατό να κατευθυνθούν ακριβώς προς το στόχο.

Ήταν δύσκολο να επιτύχει κανείς ουδετερόνια (ή νετρόνια), γιατί δεν μπορούσε να τα εκλύσει με κανένα τρόπο, ούτε με θετικές ούτε με αρνητικές δυνάμεις, έγινε όμως κατορθωτό και ανοίχτηκε ένα εντελώς νέο πεδίο «ατομικών αντιδράσεων με βομβαρδισμό ουδετερονίων. Αλλά ως το 1939, παρά τη χρησιμοποίηση του όρου ατομική αντίδραση», έγινε δυνατό

μόνο να αποσπασθούν, ένα, δύο, ίσως τέσσερα σωματίδια. Τον ίδιο χρόνο μια γερμανίδα επιστήμων, η Λιζέ Μαίτνερ, ανακάλυψε ότι το άτομο ουρανίου, βομβαρδισμένο με ουδετερόνια, έδειχνε πραγματικά να διαιρείται σπάζοντας στη μέση.

Επιστήμονες απ' όλο τον κόσμο επανέλαβαν το πείραμα και το βρήκαν σωστό. Είχε ανακαλυφθεί ένας νέος τύπος πυρηνικής συμπεριφοράς: ο πυρήνας δε «σκιζόταν» απλώς κομματιάζονταν. Η συμπεριφορά αυτή ονομάστηκε «σχάση».

Άλλα πειράματα έδειξαν ότι μια σπάνια μορφή ουρανίου, που οι επιστήμονες του έδωσαν τον αριθμό 235, για να το ξεχωρίζουν από το κοινότερο ουράνιο 238, σχαζόταν με τη μεγαλύτερη ευκολία. Οι υπολογισμοί απέδειξαν ότι κάθε πυρήνας ουρανίου 235 υποβαλλόμενος σε σχάση παράγει 7 χιλιάδες φορές την ενέργεια του ουδετερονίου που προκαλούσε τη διαίρεση του.

Αυτό όμως ήταν μόνο η αρχή. Βαρείς πυρήνες έχουν ανάγκη από ουδετερόνια για να τους κρατούν συμπαγείς (οι ελαφρότεροι, όπως ο πυρήνας του υδρογόνου, δεν έχουν καθόλου ουδετερόνια). Όταν ο συμπαγής πυρήνας του ουρανίου 235 χωρίζεται στη μέση, δεν έχει πια ανάγκη απ' όλα τα ουδετερόνια του. Η σχάση όχι μόνο παράγει, όπως είδαμε, εφτά χιλιάδες φορές την ενέργεια του ουδετερονίου που την προκάλεσε, αλλά ελευθερώνει δύο ή τρία ουδετερόνια, που απομακρύνονται παράγοντας ακριβώς το ίδιο αποτέλεσμα, σε άλλους πυρήνες κ.ο.κ., είναι η «αλυσωτή αντίδραση», που παράγει την τεράστια καταστροφική ενέργεια της ατομικής βόμβας, και σωστά ελεγχόμενη, την πιο βραδεία και πιο διαρκή ενέργεια που εκλύεται από τους σταθμούς πυρηνικής ενέργειας.

Αλλά, το 1941 ακόμη, όλα αυτά μολονότι ευεξήγητα, ήταν μονάχα ένα όνειρο. Ύστερα ο Αλμπέρτο Αϊνστάιν έγραψε στον πρόεδρο Ρούσβελτ, ότι οι εμπόλεμες Ηνωμένες Πολιτείες δεν έπρεπε να επιτρέψουν στον εχθρό να μετατρέψει τη σχάση του ουρανίου –που ήταν τώρα δυνατή– σε όπλο. Έπρεπε να τον προλάβουν.

Ο Ρούσβελτ και η βρετανική κυβέρνηση, η οποία είχε ενθαρρύνει πολλές ενέργειες πάνω στο πρόβλημα αυτό, ήρθαν σε συμφωνία και έτσι γεννήθηκε το **«Σχέδιο Μανχάταν»**: ένα μυστικό

πρόγραμμα ερευνών, που στοίχισε στα τριάμισι χρόνια της διάρκειας του περίπου 2 δισεκατομμύρια δολάρια και κορυφώθηκε τον Ιούλιο του 1945 με την πειραματική βόμβα του Νέου Μεξικού. Τα προβλήματα ήταν τεράστια. Είχε ανακαλυφθεί ότι η σχάση γινόταν αυτόματα στο σπάνιο ουράνιο 235, αλλά ότι, ευτυχώς για τους πειραματιστές, το μεγαλύτερο μέρος των ουδετερονίων που ελευθερώνονταν σε μια μικρή ποσότητα ουρανίου έβρισκαν το δρόμο τους χωρίς να πλήξουν άλλους πυρήνες. Χρειαζόταν όμως να υπάρξει μια «κρίσιμη διάσταση» στην οποία η ποσότητα ουρανίου ήταν αρκετά μεγάλη ώστε να υπάρξουν αρκετά ουδετερόνια που έπλητταν πυρήνες για να πυροδοτηθεί μια αυτοτροφοδοτούμενη αλυσωτή αντίδραση.

Η κρίσιμη διάσταση υπολογίστηκε. Ύστερα έπρεπε να αποχωριστεί μια αρκετά μεγάλη ποσότητα ουρανίου 235 από το ουράνιο 238, με διαδικασία εξαιρετικά πολύπλοκη και αργή. Τώρα, αν και δύο ποσότητες ουρανίου 235, η καθεμιά κατώτερη από την κρίσιμη διάσταση, αλλά ανώτερες και οι δύο μαζί, μπορούσαν να ενωθούν απότομα και άρχιζε η αλυσωτή αντίδραση, η βόμβα θα εκρηγνύοταν και θα εξακολουθούσε να εκρήγνυται ως ότου το ουράνιο 235 θα εξαφανιζόταν. Καθώς τα φορτία των ηλεκτρονίων των ατόμων του ουρανίου έχουν την τάση να απωθούνται οι δύο ποσότητες ουρανίου 235 έπρεπε να πλησιάσουν μεταξύ τους με ταχύτητα βλήματος. Αυτό πραγματοποιήθηκε και η βόμβα λειτούργησε.

Μετά τις βόμβες του Νέου Μεξικού της Χιροσίμα και του Ναγκασάκι, κατασκευάστηκε ένα νέο όπλο ακόμα πιο ισχυρό, με τη χρησιμοποίηση, αντί της σχάσεως, μιας πυρηνικής αντιδράσεως. Από καιρό οι επιστήμονες πίστευαν ότι αν γίνονταν δυνατό, αντί να διασπασθεί ένα βαρύ άτομο, να συντηχθούν δύο ελαφριά άτομα, η ποσότητα ενέργειας που θα ελευθερώνονταν θα ήταν πολύ μεγαλύτερη. Παρά τη θεωρία του Ράδερφορντ ότι η ραδιενέργεια δεν επηρεάζεται από την θερμότητα, υπήρχε η αντίληψη ότι οι θερμοκρασίες εκατομμυρίων βαθμών που παράγονται από την ατομική σχάση θα μπορούσαν να αναγκάσουν ελαφρά άτομα, όπως τα άτομα του υδρογόνου, να συντηχθούν σχηματίζοντας άτομα βαρύτερα, όπως τα άτομα του ηλίου.

Έτσι κι έγινε. Και ύστερα από λίγα χρόνια οι Ηνωμένες Πολιτείες χρησιμοποιώντας μια «κοινή» ατομική βόμβα σαν εκπυρσοκρότηση., πραγματοποίησαν την έκρηξη της πρώτης υδρογονικής βόμβας, στον Ειρηνικό. Μερικά χρόνια αργότερα οι Ρώσοι είχαν δημιουργήσει τη βόμβα τους κι οι δύο μεγάλες δυνάμεις μπόρεσαν να σταματήσουν, έχοντας επίγνωση του γεγονότος ότι και οι δύο είχαν τη δυνατότητα να εξαφανίσει η μία την άλλη. Και ότι μια «βόμβα Η» μιας από τις χώρες μπορούσε να καταστρέψει το μεγαλύτερο τμήμα μιας πόλεως και ότι, χωρίς να υπολογιστεί η έκρηξη και η θερμότητα που θα είχαν προκαλέσει τις πρώτες φοβερές ζημιές, υπήρχε η τρίτη ύπουλη απειλή του fall-out, η πτώση των ραδιενεργών προϊόντων της διασπάσεως και της τήξεως, οι ακτίνες γάμα που θα σκότωναν ακόμη περισσότερο κόσμο απ' όσον θα σκότωναν η έκρηξη και η θερμότητα. Κι αν η υδρογονική βόμβα κλειστή σε κοβάλτιο, το fall-out διαρκεί περισσότερο και είναι πολύ πιο θανατηφόρο. Δεν ήταν δύσκολο να καταλάβει κανείς ότι λίγες βόμβες θα μπορούσαν να καταστρέψουν ολόκληρη την ανθρωπότητα.

Για πρώτη φορά στην ιστορία της ανθρωπότητας χρειάστηκε να εξεταστεί από μια νέα σκοπιά ο πόλεμος που μπορούσε να κερδηθεί ή να χαθεί, αλλά που οπωσδήποτε θα οδηγούσε σε οριστική και ολοκληρωτική καταστροφή της ζωής. Καλύτερο ίσως θα ήταν να ζήσουμε εν ειρήνη στο φως μιας υδρογονικής βόμβας που βρίσκεται σε απόσταση 150 εκατομμυρίων χιλιομέτρων. Γιατί, τέτοια, πράγματι αποδείχτηκε ότι είναι η πηγή του ηλιακού φωτός. Ο λόγος για τον οποίο ο ήλιος «δεν ξοδεύεται» ποτέ, όπως αντίθετα προφήτευαν επί χίλια χρόνια οι άνθρωποι της επιστήμης, είναι ότι ο ήλιος είναι μια τεράστια και συνεχής έκρηξη υδρογονικής βόμβας που απελευθερώνει τεράστιες ποσότητες θερμότητας φωτός με την απώλεια μιας μόνο μικρής ποσότητας ύλης, αφήνοντας αρκετή απ' αυτή, για να θερμαίνει επί εκατομμύρια και εκατομμύρια χρόνια.

Προτιμότερο λοιπόν να ζούμε ειρηνικά και να χαιρόμαστε γι' αυτή την διαπίστωση.

## Ο ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΣΤΗ ΣΕΛΗΝΗ

Με την εξερεύνηση του διαστήματος η φαντασία γίνεται πραγματικότητα

Το πρωινό της 16 Ιουλίου 1969, από τη διαστημική βάση του ακρωτηρίου Κέννεντι, ένας γιγαντιαίος πύραυλος εκτοξεύεται προς τον ουρανό με εντυπωσιακό θόρυβο. Στην κορυφή φέρει τον θαλαμίσκο «Απόλλων» με τρεις άνδρες: τον Νηλ Άρμστρονγκ, τον Έντουιν Όλντριν και τον Μάικλ Κόλλινς. Προορισμός του ταξιδιού είναι η Σελήνη. Στις 21 Ιουλίου, μετά από πέντε μέρες ταξίδι στο διάστημα, ο Νήλ Άρμστρονγκ στέλνει στη γη το μεγάλο άγγελμα «Ο Αετός κάθισε στη Σελήνη». Εκατομμύρια άνθρωποι στον κόσμο παρατηρούν με αγωνία και συγκίνηση στις τηλεοράσεις τους τις εικόνες που μεταδίδει από τη Σελήνη η μικροσκοπική αυτόματη κάμερα. Βλέπουν τον Άρμστρονγκ αργά-αργά να κατεβαίνει τη σκαλίτσα της σεληνακάτου και για λίγο να διστάζει πριν πατήσει το έδαφος της Σελήνης. «Ένα μικρό βήμα για τον άνθρωπο, λέει ο Άρμστρονγκ, ένα γιγαντιαίο βήμα για το ανθρώπινο γένος».

Το όνειρο γενεών ποιητών και επιστημόνων επαληθεύτηκε, η κατάκτηση της σελήνης πραγματοποιήθηκε. Αρχίζει για την ανθρωπότητα μια νέα μεγάλη επιχείρηση. Η εξερεύνηση του διαπλανητικού χώρου είναι στη δυνατότητα των ανθρώπων. Μπορούν τώρα να εγκαταλείψουν την αρχαία κατοικία τους, τον πλανήτη γη, και να αναζητήσουν νέους κόσμους. Μόλις δέκα χρόνια μετά το ταξίδι στη Σελήνη, είχε τεθεί σε τροχιά ο τεχνητός δορυφόρος της γης, Σπούτνικ 1, και μόλις 66 χρόνια πριν, οι αδελφοί Ράιτ είχαν πετάξει λίγες εκατοντάδες μέτρα, με βαρύτερο από τον αέρα μέσον. Το διαστημόπλοιο που έφερε τους ανθρώπους στη Σελήνη προέκυψε από τις πιο πρόσφατες κατακτήσεις της επιστήμης και της τεχνικής και από τις συντονισμένες προσπάθειες χιλιάδων ατόμων, μονολότι η αρχή της λειτουργίας του είναι πολύ απλή, και οι κινητήρες του συναρμολογήθηκαν με συσκευές γνωστές από

χρόνια, τις ρουκέτες.

Η ρουκέτα ήταν ήδη γνωστή από την αρχαιότητα. Φαίνεται ότι οι Βυζαντινοί χρησιμοποίησαν στοιχειώδεις ρουκέτες για να εκτοξεύσουν το μυστικό τους όπλο, το «υγρό πυρ», ένα μείγμα από νίτρο, θείο και πετρέλαιο. Γέμιζαν με το μείγμα ένα καλάμι από μπαμπού, κλειστό στο ένα άκρο, τοποθετούσαν το καλάμι σ' ένα μπρούτζινο σωλήνα και έβαζαν φωτιά στο ανοιχτό άκρο, το αέριο που απελευθερωνόταν προκαλούσε την προώθηση. Οι Κινέζοι χρησιμοποιούσαν ρουκέτες με μαύρη πυρίτιδα από τον 12<sup>ο</sup> αιώνα, είτε για πυροτεχνήματα, είτε για πολεμικούς σκοπούς και ίσως οι ρουκέτες να έφτασαν στην Ευρώπη με τους Άραβες, που γνώριζαν καλά τα «βέλη από φωτιά», των Κινέζων. Κατά τον 14<sup>ο</sup> και 15<sup>ο</sup> αιώνα, οι ρουκέτες τελειοποιήθηκαν στην Ευρώπη για πολεμικούς σκοπούς, αλλά η γοργή ανάπτυξη του πυροβολικού με τα κανόνια και του όλμους έγινε αιτία να εγκαταλειφθούν οι ρουκέτες, που τις χρησιμοποιούσαν πια μόνο για πυροτεχνήματα. Τον 17<sup>ο</sup> και 18<sup>ο</sup> αιώνα, η πυροτεχνουργία είχε μεγάλη πέραση και τα θεάματα με πυροτεχνήματα πέρασαν στις ηγεμονικές αυλές σαν μέσο ψυχαγωγίας.

Μια ξαφνική και απρόβλεπτη επιστροφή στην πολεμική ρουκέτα γίνεται τον 19<sup>ο</sup> αιώνα, με τον Ουίλλιαμ Κόνγκρηβ. Σε μια εκστρατεία στις Ινδίες, τα αγγλικά στρατεύματα είχαν υποστεί βαριά ήττα από τον ινδικό στρατό, εφοδιασμένο με συστοιχίες από ρουκέτες. Σ' ένα βιβλίο που περιέγραφε τη μάχη, αναφερόταν ότι οι ινδικές ρουκέτες ήταν από σίδηρο, βάρους ως 5 κιλά και μπορούσαν να εκτοξευθούν σε απόσταση δύο χιλιομέτρων. Οι Άγγλοι τεχνικοί, με τις οδηγίες του Κόνγκρηβ, αξιοποίησαν αυτά τα δεδομένα και κατασκεύασαν ρουκέτες με σημαντική αποτελεσματικότητα, που χρησιμοποιήθηκαν σε πολλές μάχες κατά του Ναπολέοντα. Η ρουκέτα του Κόνγκρηβ ήταν ένας μεταλλικός κύλινδρος, που εκτοξευόταν με τη καύση μαύρης πυρίτιδας, μια ράβδος μακρurus τριών μέτρων καθόριζε τη τροχιά της. Είχε βάρος από 5 ως 25 κιλά και εκτοξευόταν σε τρία χιλιόμετρα απόσταση. Αλλά η γοργή ανάπτυξη του παραδοσιακού πυροβολικού με την εφεύρεση της αυλακωτής κάνης οδήγησε για μια ακόμη φορά στην εγκατάλειψη της ρουκέτας.

Κατά τα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα ήταν ένα απλό διασκεδαστικό αξιοπερίεργο. Και όμως, ήδη την εποχή εκείνη, μερικοί εξαιρετικοί επιστήμονες είχαν αντιληφθεί τις δυνατότητες που πρόσφεραν στον άνθρωπο, προκειμένου να πραγματοποιήσει το όνειρό του να πετάξει όχι μόνο στη γήινη ατμόσφαιρα, αλλά και στο διαπλανητικό διάστημα. Η αστροναυτική μπόρεσε να φτάσει σ' αυτές τις θαυμαστές επιτεύξεις, ακριβώς χάρη στην τόλμη και το εφευρετικό πνεύμα αυτών των ανθρώπων. Ανάμεσά τους πρέπει να μνημονεύσουμε, για το βάθος και τη γονιμότητα των ιδεών τους, τον Ρώσο Κονσταντίν Τσιολκόφσκι, τον Αμερικάνο Ρόμπερτ Γκόντφριντ και τον Γερμανό Χέρμαν Όμπερτ. Όλοι τους θεωρήθηκαν τότε, ευφάνταστοι οραματιστές.

Ο Τσιολκόφσκι, ο πρώτος μεγάλος σκαπανέας της αστροναυτικής, γεννήθηκε το 1857 από ταπεινή οικογένεια και χρειάστηκε να ξεπεράσει πολλές δυσκολίες για να αφιερώσει για να αφιερωθεί στις μελέτες της αστρονομίας, της φυσικής και των μαθηματικών. Μεγάλο μέρος της ζωής του το πέρασε διδάσκοντας σε μια σχολή της μικρής πολιτείας του Καλούγκα. Στις ελεύθερες ώρες του, εργαζόταν πάνω στην ιδέα που είχε συλλάβει από τα νεανικά του χρόνια: να βρει ένα μέσο για να μπορέσει ο άνθρωπος να πετάξει στο διάστημα. Ο Τσιολκόφσκι κατάλαβε σύντομα ότι μόνο η ρουκέτα (πύραυλος) προσφερόταν για μια κοσμική πτήση. Η ρουκέτα, πράγματι, δεν είναι παρά η πρακτική εφαρμογή του τρίτου νόμου της δυναμικής του Νεύτωνα: κάθε δράση ακολουθείται από μια αντίδραση ισοδύναμη και αντίθετη. Η δράση αντιπροσωπεύεται από τη μάζα του αερίου που με μεγάλη ταχύτητα εκτοξεύεται από το σωλήνα του πυραύλου, η αντίδραση δίνεται από την ώθηση των ίδιων των αερίων στο θάλαμο καύσεως που προσδιορίζει την προώθηση: όσο πιο μεγάλη είναι η ταχύτητα με την οποία εκπέμπονται τα αέρια τόσο πιο μεγάλη είναι η ταχύτητα που αποκτά ο πύραυλος. Ο πύραυλος είναι ένα αυτόνομο σύστημα, φέρει μαζί του και το καύσιμο και το οξειδωτικό, δεν έχει επομένως ανάγκη από το οξυγόνο της ατμόσφαιρας, αντίθετα, στο κενό η απόδοσή του αυξάνει αισθητά, γιατί δεν συναντά την αντίσταση της προστριβής με τον αέρα. Το 1898 ο Τσιολκόφσκι είχε τελειώσει το έργο του για τους πυραύλους, «Η εξερεύνηση του

κοσμικού διαστήματος με μηχανισμούς αντιδράσεως», αλλά δημοσιεύθηκε το 1903. Ο Τσιολκόφσκι πρότεινε την κατασκευή πυραύλου με χρήση υγρών καυσίμων και όχι στερεών, ένα σύστημα ψύξεως του θαλάμου καύσεως που εκμεταταλευόταν τα ίδια τα προωθητικά υγρά και γυροσκοπική σταθεροποίηση. Μόλις τα τελευταία χρόνια ο Τσιολκόφσκι είδε να αναγνωρίζεται η σπουδαιότητα του έργου του. Το 1924 στη Σοβιετική Ένωση το έργο του ανατυπώθηκε με το νέο τίτλο «Οι πύραυλοι στο κοσμικό διάστημα». Ακολούθησαν άλλα έργα «Ο ταξιδιώτης του σύμπαντος» «Από το αεροπλάνο στη διαστρική πτήση» κ.α. και η φήμη του επιστήμονα απλώθηκε γρήγορα παντού. Ο Τσιολκόφσκι έμεινε βασικά ένας θεωρητικός και δεν πέτυχε ποτέ να εφαρμόσει στην πράξη τα σχέδιά του.

Ο αμερικανός πρωτοπόρος της αστροναυτικής Γκόνταρντ εικοσιπέντε χρόνια νεώτερος από τον Τσιολκόφσκι, υπήρξε όχι μόνο αξιόλογος θεωρητικός αλλά και καλός πειραματιστής. Στα πειράματά του χρησιμοποίησε αρχικά πυραύλους με στερεά καύσιμα, αλλά έπειτα πέρασε αποφασιστικά στη χρήση υγρών καυσίμων. Οι μελέτες του κυκλοφόρησαν σε βιβλίο με τίτλο «Μέθοδοι για να φθάσει ο άνθρωπος σε μεγάλα ύψη», βιβλίο που έγινε αμέσως πασίγνωστο. Ο συγγραφέας πρότεινε, εκτός από τα υγρά καύσιμα, την υιοθέτηση πολυωρόφων πυραύλων-φορέων, την αποστολή φωτογραφικών βολίδων προς τους πλανήτες που θα ερμηνεύουν τις τροχιές κατά τη λήψη τους, και τέλος τη χρήση κινητήρων με ιόντα. Το 1929-30 πειραματίσθηκε σε πυραύλους με βενζίνη και υγρό οξυγόνο, που κάλυψαν την ταχύτητα των 800 χλμ. την ώρα και το ύψος των τριών χιλιομέτρων περίπου, χάρη και στην αξιόλογη αεροδυναμική και σταθεροποίησή τους. Οι αμερικανοί επιστημονικοί κύκλοι δεν έδωσαν μεγάλη προσοχή αν και εκτιμούσαν αυτές τις εργασίες, και έτσι ο Γκόνταρντ έμεινε μόνος και τα πειράματά του για πολλά χρόνια δεν είχαν καμιά συνέχεια.

Το 1923 επίσης κυκλοφόρησε στη Γερμανία το βιβλίο του νεαρού μελετητή Χέρμαν Όμπερτ με τίτλο «Ο πύραυλος θα κατακτήσει το διαπλανητικό διάστημα». Στον πρόλογο συνοψίζονται τα ακόλουθα συμπεράσματα: 1. Η σημερινή επιστήμη και τεχνική μπορεί να κατασκευάσει μηχανισμούς

ικανούς να ξεπεράσουν τη γήινη ατμόσφαιρα. 2. Με τις συνεχείς βελτιώσεις οι μηχανισμοί αυτοί θα φθάσουν σε τέτοιες ταχύτητες, ώστε να μην ξαναπέσουν στη γη και θα μπορούν να ξεφύγουν απ' το πεδίο της γήινης έλξης. 3. Οι μηχανισμοί αυτοί μπορούν να κατασκευασθούν με τέτοιο τρόπο ώστε να φέρουν μαζί τους και ανθρώπους. 4. Υπό δεδομένες οικονομικές συνθήκες, η κατασκευή αυτών των μηχανισμών μπορεί να είναι συμφέρουσα και οι κατάλληλες συνθήκες μπορεί να εμφανισθούν σε μερικές δεκάδες χρόνια. Το υπόλοιπο του βιβλίου ήταν αφιερωμένο σε μια αυστηρή μαθηματική απόδειξη των όσων υποστήριζε. Ο Όμπερτ αγνοώντας τις εργασίες του Τσιολκόφσκι και του Γκόντφριντ έφθασε στα ίδια συμπεράσματα, αλλά προώθησε πάρα πολύ τη θεωρία των πυραυλοκινητήρων με τον προσδιορισμό των βασικών μαθηματικών νόμων, καθώς και της πτήσης στο διάστημα με τον υπολογισμό της απαιτούμενης ταχύτητας για να τεθούν σε τροχιά οι τεχνητοί δορυφόροι και τα διαστημόπλοια.

Οι μελέτες που δεν κατανοήθηκαν αμέσως από τους τεχνικούς, αλλά προκάλεσαν μεγάλο ενθουσιασμό σε μια ομάδα συγγραφέων (Max Valler, Willy Lay και άλλους) που διέδωσαν τις ιδέες του Όμπερτ και ίδρυσαν το 1927 στην Μπρεσλάβια μια εταιρία για τη διαστημική πτήση τη «Verein für Raumschiffart» (V.F.R.). Σε λίγο καιρό η V.F.R. συγκέντρωσε πεντακόσιους περίπου εταίρους που αφιερώθηκαν για μερικά χρόνια, στην κατασκευή πυραύλων μικρού μεγέθους βέβαια, αλλά πολύ προχωρημένης τεχνικής. Ανάμεσα στους σχεδιαστές ξεχώρισε πολύ γρήγορα ένας νεαρός ερευνητής ο Βέρνερ φον Μπράουν. Με την άνοδο του ναζισμού στη Γερμανία, η V.F.R. διαλύθηκε και τα αρχεία της λεηλατήθηκαν από τους στρατιωτικούς. Όταν ο πόλεμος φαινόταν να πλησιάζει, οι γερμανοί στρατιωτικοί κατάλαβαν την πολεμική σπουδαιότητα του πυραύλου και προώθησαν με γοργό ρυθμό ένα πρόγραμμα για την κατασκευή μεγάλων πυραύλων-βομβών, αναθέτοντας την πραγματοποίησή τους σε μια ομάδα τεχνικών και επιστημόνων με επικεφαλής τον φον Μπράουν.

Μέσα σε λίγα χρόνια, πραγματοποιήθηκαν μεγάλες πρόοδοι και αφού προηγήθηκε μια σειρά από δοκιμαστικά μοντέλα,

ολοκληρώθηκε στο κέντρο Πεενεμούντε ο πύραυλος Aggregat 5, γνωστός ως V-2. Ο V-2 σημειώνει την αρχή της σύγχρονης εποχής του πυραύλου, όχι μόνο για τις κολοσσιαίες διαστάσεις του, αλλά γιατί με τον V-2 λύθηκαν βασικά προβλήματα των πυραύλων: η καύση, η ψύξη και η σταθεροποίηση. Ο V-2 είχε ύψος 14 μέτρα, ήταν ατρακτοειδής και είχε μέγιστη διάμετρο 1,7μ, κατά την εκτόξευσή του, το βάρος του ήταν 11.600-12.600 κιλά (με ένα τόνο εκρηκτική ύλη) και έκαιγε ένα μείγμα αλκοόλ και υγρού οξυγόνου που έδινε ώθηση περίπου 27.000 κιλών. Το βεληνεκές του V-2 ήταν 300 χλμ. Και το μέγιστο ύψος που έφτανε ξεπερνούσε τα 100 χιλιόμετρα.

Με την κατάπαυση των εχθροπραξιών, οι Ηνωμένες Πολιτείες εξασφάλισαν μερικά δείγματα V-2, τους περισσότερους γερμανούς τεχνικούς και, το σπουδαιότερο, τον ίδιο τον φον Μπράουν. Η Σοβιετική Ένωση, από την πλευρά της, κατέλαβε τη βάση του Πεενεμούντε, κατέσχεσε τα σχέδια των γερμανικών πυραύλων και συνέλαβε μια μικρή ομάδα τεχνικών και επιστημόνων. Στα χρόνια που ακολούθησαν, τα πειράματα επί των πυραύλων γίνονται σχεδόν αποκλειστικά από τις ΗΠΑ και τη Σοβιετική Ένωση. Τελειοποιούνται οι V-2 κι έπειτα παίρνουν τη θέση τους πύραυλοι ακόμα πιο πολύπλοκοι. Στην αρχή, οι σκοποί εμφανίζονται ως καθαρά επιστημονικοί αλλά σύντομα επικρατεί το στρατιωτικό ενδιαφέρον. Έγινε αντιληπτό ότι οι αυτοκατευθυνόμενοι ή τηλεκατευθυνόμενοι πύραυλοι μπορούν να μεταφέρουν σε μεγάλες αποστάσεις την καταστρεπτική ατομική βόμβα, κι έτσι σχεδιάστηκαν πύραυλοι φορείς μεγάλης ισχύος. Ακόμα μια φορά, η τεχνική και επιστημονική πρόοδος πραγματοποιείται υπό την απειλή του πολέμου.

Στις 4 Οκτωβρίου 1957, η Σοβιετική Ένωση θέτει σε τροχιά τον πρώτο τεχνητό δορυφόρο της γης, τον Σπούτνικ 1. Η προαστροναυτική εποχή τελειώνει και αρχίζει η κατάκτηση του διαστήματος. Ακολουθεί η εκτόξευση του Σπούτνικ 2 που φέρει και το σκυλάκι Λάικα, την πρώτη ζωντανή ύπαρξη που διασχίζει το διάστημα. Οι Ηνωμένες Πολιτείες επίσης, το 1958, θέτουν σε τροχιά τον Εξπλόρερ 1, εκτοξευμένων από τον πύραυλο Γιούπιτερ C, που είχε σχεδιάσει ο Μπράουν. Απ'

αυτή τη στιγμή, οι εκτοξεύσεις ακολουθούν η μία την άλλη. Παίζονται πια συμφέροντα επιστημονικά, στρατιωτικά και γοήτρου. Η αστροναυτική γίνεται ένα ακόμη πεδίο στα τόσα άλλα όπου ανταγωνίζονται οι δύο παγκόσμιες υπερδυνάμεις. Οι σοβιετικοί δορυφόροι είναι σημαντικά μεγαλύτερη από τους αμερικάνικους. Εξαρχής οι Ρώσοι προσανατολίστηκαν σε πυραύλους φορείς μεγάλων διαστάσεων, ενώ οι Αμερικάνοι προτίμησαν συσκευές πιο μικρές αλλά πιο τελειοποιημένες. Το 1959, σοβιετικές βολίδες καταφέρνουν να πέσουν στη σελήνη και να φωτογραφίσουν τη σκοτεινή πλευρά της, ενώ οι αμερικανικοί δορυφόροι αποκαλύπτουν και μετρούν τις πιο επικίνδυνες παγίδες του διαστήματος, τις ζώνες ακτινοβολίας του Βαν Άλεν, και άλλοι δορυφόροι εκτοξεύονται για τις τηλεπικοινωνίες, για μετεωρολογικές και γεωφυσικές έρευνες. Το 1958, οι Αμερικάνοι εξαγγέλλουν το διαστημικό πρόγραμμα Μέρκιουρυ, προορισμένο να φέρει στο διάστημα άνθρωπο, αλλά οι Σοβιετικοί, για ακόμη μία φορά, τους προλαβαίνουν και στις 12 Απριλίου 1961 εκτοξεύουν ένα διαστημικό όχημα βάρους 4.725 κιλών, το Βοστόκ, με τον αστροναύτη Γιούρι Γκαγκάριν, ο οποίος πραγματοποίησε τροχιά γύρω από τη γη και επέστρεψε σώος. Στις 6 Αυγούστου του ίδιου χρόνου, είναι σειρά του Γέρμαν Τιτώφ, που μένει στο διάστημα 24 ώρες.

Παρακινημένοι από τις σοβιετικές επιτυχίες, οι Αμερικάνοι, και αφού το πραγματοποίησαν μια πτήση υποτροχιακή με θαλαμίσκο Μέρκιουρυ, θέτουν σε τροχιακή πτήση τον πρώτο τους αστροναύτη Τζών Γκλέν που διατρέχει τρεις γύρους. Μετά τη διαπίστωση ότι οι άνθρωποι καλά εκπαιδευμένοι μπορούν να υπερνικήσουν τις δυσκολίες που προκύπτουν από τη έλλειψη βαρύτητας και από τη μοναξιά του διαστήματος, τα διαστήματα προγράμματα συγκεκριμενοποιούνται, με κατεύθυνση την αποστολή στη σελήνη.

Για το ταξίδι στη σελήνη παρουσιάζονται διάφορες δυνατότητες: να εκτοξευθεί απευθείας από τη γη πύραυλος με ταχύτητα 11,2 χλμ. ανά 1 sec., αναγκαία για να υπερνικηθεί η βαρύτητα της γης, να φτάσει στη σελήνη και να επιστρέψει. Να κατασκευασθεί σταθμός για τροχιακή πτήση γύρω από τη γη από όπου θα εκτοξεύονται τα διαδοχικά διαστημόπλοια.

Να τεθεί σε τροχιά γύρω από τη σελήνη κι έπειτα να επιστρέψει και να επανασυνδεθεί με το μητρικό διαστημόπλοιο. Η πρώτη λύση απορρίφθηκε από τους Αμερικάνους και από τους Σοβιετικούς, η λύση αυτή απαιτούσε πύραυλο με τεράστια αποθέματα καυσίμων και με κινητήρια δύναμη που ακόμα, τεχνικά δεν είχε επιτευχθεί. Οι Σοβιετικοί αποδέχτηκαν (πιθανόν) τη δεύτερη λύση που αρχικά ακολουθήθηκε και από τους Αμερικάνους. Το αμερικάνικο σχέδιο πρόβλεπε προγράμματα με αυξανόμενες δυσκολίες, από τα οποία το πρώτο ήταν οι συνεχής πτήσεις με θαλαμίσκους Μέρκιουρυ και το δεύτερο πτήσεις με το όχημα Τζέμινι που θα πραγματοποιούσε και θα τελειοποιούσε τις επιχειρήσεις «ραντεβού» στο διάστημα και σύνδεση.

Ενώ το Μέρκιουρυ έφερε ένα μόνο αστροναύτη, το όχημα Τζέμινι είναι διθέσιο. Έχει μορφή κολουρου κώνου, ζυγίζει 3.800 κιλά και αποτελείται από δύο διαμερίσματα. Στο επάνω μέρος είναι ο θάλαμος διακυβερνήσεως με τις θέσεις παραμονής των πιλότων, τα όργανα και το σύστημα διασώσεως. Στο κάτω μέρος, ο θάλαμος υπηρεσίας με τους πυραύλους επιβραδύνσεως για την επιστροφή, τις εφεδρείες οξυγόνου, τις ηλεκτρικές μπαταρίες και τους βοηθητικούς κινητήρες για τους ελιγμούς σε τροχιά. Με το Τζέμινι οι αμερικανοί πρώτα με τους Άρμστρονγκ και Σκοτ και έπειτα με τους Γιάνγκ και Κόλλινς. Στην ίδια περίοδο, οι Σοβιετικοί επιχειρήσαν τους ίδιους ελιγμούς, αλλά με αποτελέσματα λιγότερο ικανοποιητικά.

Αφού βελτιώθηκε η τεχνική του «ραντεβού στο διάστημα», οι Αμερικάνοι εγκατέλειψαν την ιδέα του διαστημικού σταθμού και υιοθέτησαν το σχέδιο του μηχανικού Τζών Χούμπολντ που προέβλεπε τη χρησιμοποίηση ενός διαστημόπλοιου δορυφόρου της σελήνης. Το όχημα αποβάσεως στη σελήνη ονομάστηκε Απόλλων και το αποτελούσαν τρία τμήματα: ο θάλαμος διακυβερνήσεως και παραμονής των αστροναυτών κατά το ταξίδι γη-σελήνη και επιστροφή, ο θάλαμος υπηρεσίας με τους κινητήρες για ελιγμούς και την επιστροφή από τη σελήνη και διάφορα άλλα εξαρτήματα και ένας θάλαμος για τη σεληνιακή έξοδο, η σεληνάκατος, που αποσπώμενη από το μητρικό όχημα θα αποβίβαζε στη σελήνη τους δύο αστροναύτες και θα τους ξανάφερνε στο

διαστημόπλοιο, που θα βρισκόταν σε σεληνιακή τροχιά αναμονής, με τον τρίτο αστροναύτη. Προβλεπόταν η εγκατάλειψη της σεληνακάτου μετά την εκτέλεση της αποστολής της.

Έπειτα από την τραγωδία του 1967 όπου κήκαν σε δοκιμαστική εκτόξευση ενός θαλαμίσκου Απόλλων οι αστροναύτες Γκρίσσομ, Ουάιτ και Τσάφι, το πρόγραμμα Απόλλων προχώρησε με γοργό ρυθμό προς την πραγματοποίησή του.

Στις 11 Οκτωβρίου 1968, εκτοξεύεται ο Απόλλων 7 με σκοπό να επιβεβαιωθεί η δυνατότητα ελιγμών του νέου οχήματος. Και την ημέρα των Χριστουγέννων του 1968, ο Απόλλων 8 τίθεται σε τροχιά γύρω από τη σελήνη κι έπειτα από δέκα περιφορές επιστρέφει στη γη, αφού μετάδωσε μερικές τηλεφωτογραφίες της σελήνης από κοντινή απόσταση. Έπειτα εκτοξεύεται ο Απόλλων 9, που δοκιμάζει με επιτυχία τη λειτουργία της σεληνακάτου και ακολουθεί ο Απόλλων 10, που πραγματοποιεί γύρω από τη σελήνη τη γενική δοκιμή της αποβάσεως. Τέλος, στις 16 Ιουλίου 1969, εκτοξεύεται ο Απόλλων 11, που πραγματοποιεί την απόβαση στη σελήνη.

Στις 9.32' (ώρα Αμερικής) οι αστροναύτες Ώλντριν και Άρμστρονγκ, με τον Κόλλινς που θα παραμείνει σε σεληνιακή τροχιά, ξεκινούν από το ακρωτήριο Κέννεντι με τον πύραυλο Κρόνος 5 για τη σελήνη. Ο Κρόνος 5 είναι ένα μηχανικό τέρας μήκους 110 μέτρων και πλάτος, στον πρώτο όροφό του, περίπου 10 μέτρα, ικανός να κάψει σε ένα δευτερόλεπτο 13,5 τόνους κηροζίνη και υγρό οξυγόνο, που δίνουν μία ώθηση 3.465 τόνων. Σύντομα το διαστημόπλοιο φτάνει σε τροχιά γύρω από τη γη από όπου, μετά δύο ώρες αποσπάται για να αποκτήσει ταχύτητα φυγής από τη γήινη έλξη 11,2 χλμ. ανά 1 sec. Και να κατευθυνθεί προς τη σελήνη. Στις 20 Ιουλίου, οι τρεις αστροναύτες βρίσκονται σε σεληνιακή τροχιά. Αρχίζει η αποβατική επιχείρηση. Η σεληνάκατος Αετός αποσπάται από το μητρικό διαστημόπλοιο Κολούμπια. Στις 22.05' αρχίζει η κάθοδος. Στις 22.17' η σεληνάκατος «κάθεται» απαλά στη σελήνη, σ' ένα σημείο της περιοχής «Θάλασσα της Γαλήνης». Πρώτος κατεβαίνει ο Άρμστρονγκ και ύστερα από λίγο ακολουθεί ο Ώλντριν. Και οι δύο «έμαθαν» αμέσως να κινούνται με τις πελώριες φόρμες προστασίας στην ανώμαλη

και όλο σκόνη επιφάνεια της σελήνης, με μία βαρύτητα έξι φορές μικρότερη από τη γήινη. Μαζεύουν δείγματα πετρωμάτων και σκόνης όπου είναι «γραμμένη» η ιστορία του σχηματισμού του ηλιακού συστήματος και μεταδίδουν σε εκατομμύρια τηλεθεατές, που παρακολουθούν από τη γη, από απόσταση 384.000 χλμ. με αγωνία, την περιπετειώδη επιχείρηση, τις εικόνες ενός άγνωστου και τόσο αφιλόξενου κόσμου. Αφού επιστρέφουν στη σεληνάκατο και απομακρύνονται από το σεληνιακό έδαφος χρησιμοποιώντας τον κάτω όροφο της σεληνακάτου ως εξέδρα εκτοξεύσεως και γυρίζουν στο μητρικό διαστημόπλοιο. Αρχίζει έπειτα η επιχείρηση της επιστροφής στη γη που τερματίζεται με επιτυχία στις 24 Ιουλίου.

Ακολουθούν άλλες αποστολές. Η πιο δραματική είναι η αποστολή του διαστημοπλοίου Απόλλων 13, που διακόπτεται από μία έκρηξη στην αποθήκη των καυσίμων τη στιγμή που το διαστημόπλοιο βρισκόταν ήδη στη ζώνη της σεληνιακής έλξεως. Όλος ο κόσμος παρακολουθούσε με αγωνία τη βασανιστική επιστροφή, η οποία παρά τα αλλεπάλληλα ατυχήματα, πραγματοποιείται με επιτυχία. Στο μεταξύ, οι Ρώσοι δείχνουν να εγκαταλείπουν προσωρινά την ιδέα για μια άμεση αποβίβαση στη σελήνη και επιχειρούν την εξερεύνηση του δορυφόρου της γης με αυτόματες βολίδες: η πιο προχωρημένη είναι του Λουνακόντ, που με εντολές από τη γη μετακινείται ανάμεσα στους σεληνιακούς κρατήρες, μεταδίδοντας πολύτιμες πληροφορίες. Ταυτόχρονα, τελειοποιούν τους ελιγμούς προσδέσεως σε τροχιά για την κατασκευή διαστημικών σταθμών.

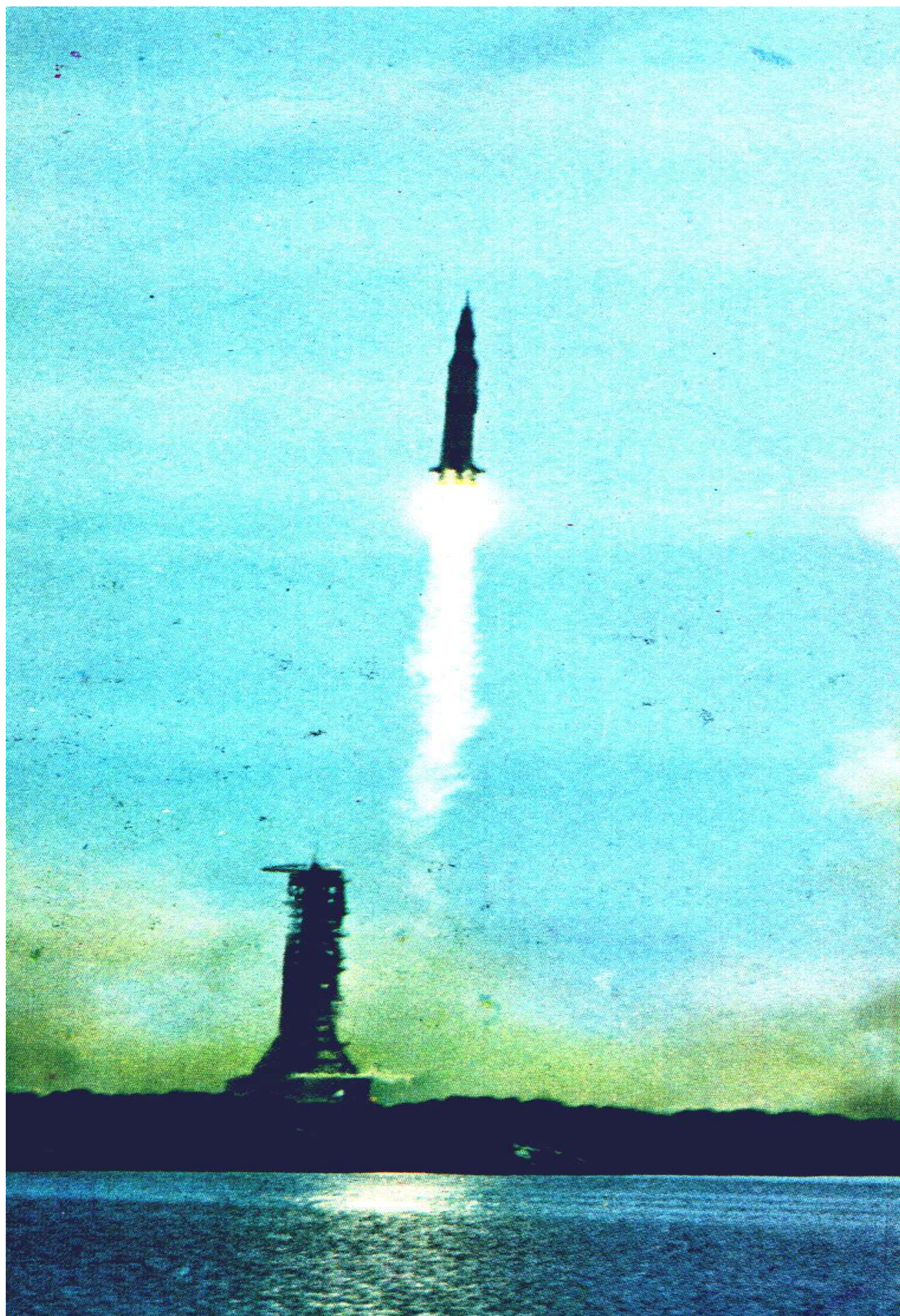
Ο δρόμος προς το διάστημα είναι τώρα ανοιχτός. Όταν θα ολοκληρωθεί η επιχείρηση σελήνη, θα είναι σειρά της Αφροδίτης και του Άρη να εξερευνηθούν. Το μόνο εμπόδια είναι το υψηλό κόστος των αποστολών. Η αστροναυτική απαιτεί πράγματι μεγάλες και διαρκείς πηγές χρηματοδοτήσεως. Πρέπει όμως να δούμε ότι έχει φέρει μεγάλες προόδους σ' όλες εκείνες τις επιστήμες που ενδιαφέρονται για την επιχείρηση της πτήσεως στο διάστημα, όπως η χημεία, η ηλεκτρονική, η μεταλλουργία, η ιατρική.

Σύντομα θα γίνει δυνατή η εξερεύνηση των πιο απόμακρων πλανητών, όπως είναι ο Δίας, ο Κρόνος, ο Πλούτωνας και

όλου του ηλιακού συστήματος. Πέρα από αυτό, ο άνθρωπος δε θα μπορέσει ίσως να προχωρήσει, και αν ακόμη διαθέτει διαστημόπλοια ικανά να κινηθούν με την ταχύτητα του φωτός. Για να φτάσει στους πλανήτες άλλων ηλιακών συστημάτων θα χρειαζόταν χρόνια και χρόνια να ταξιδεύει. Και αν υπερνικήσει το φράγμα της βαρύτητας και του διαστήματος, παραμένει αξεπέραστο για τον άνθρωπο το φράγμα του χρόνου.



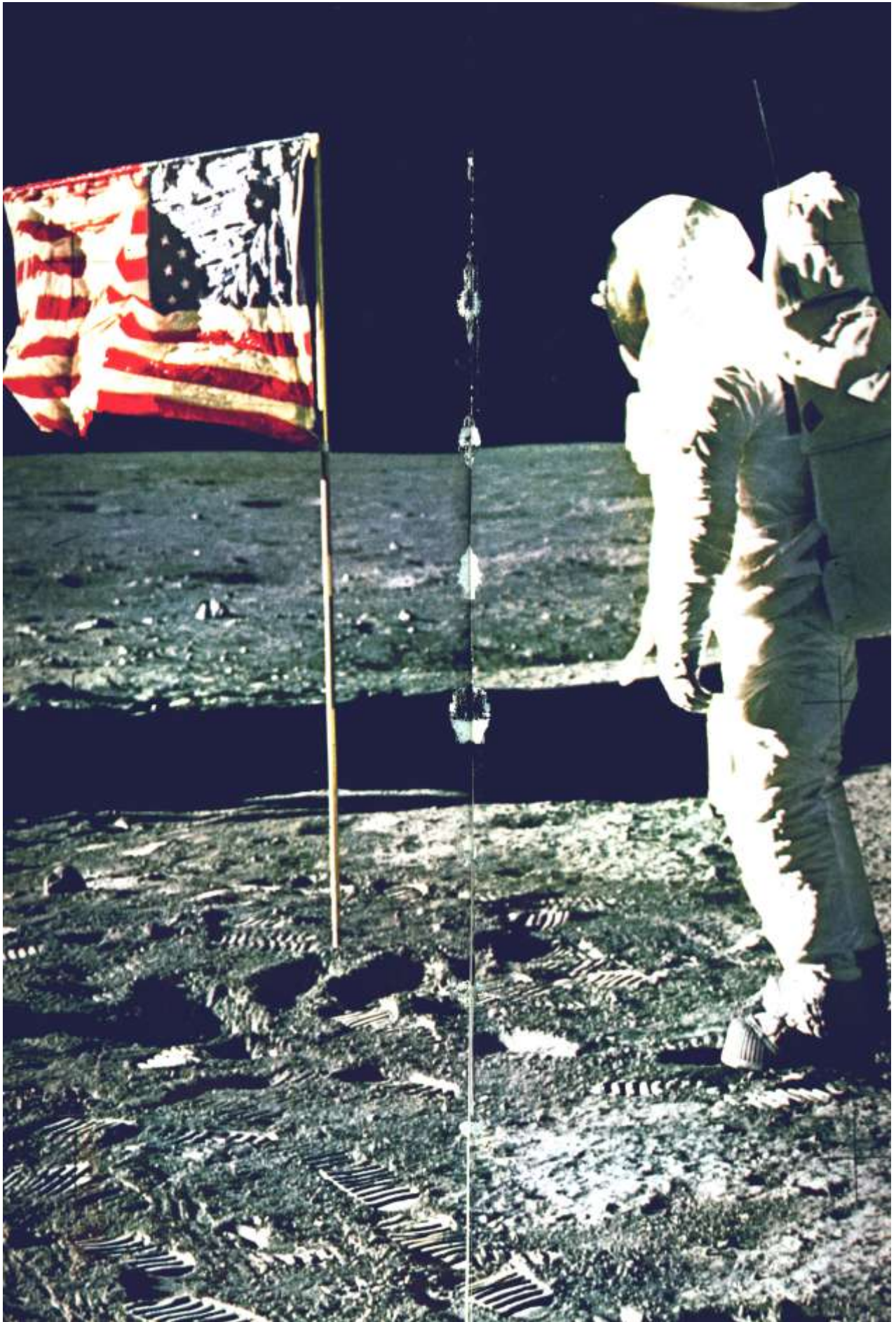
















## ...ΚΑΙ ΑΥΡΙΟ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

Όταν η παγκόσμια κοινή γνώμη άρχισε να σκέφτεται πόσο τρομερά δίκτοπα όπλα είναι οι ατομικές και υδρογονικές βόμβες, οι βαλλιστικοί πύραυλοι και τα πυρηνικά υποβρύχια, που οι Ηνωμένες Πολιτείες και η Σοβιετική Ένωση αποθήκευαν με αγχώδη ταχύτητα δαπανώντας ιλιγγιώδη ποσά, γεννήθηκαν δυο αντίθετες προβλέψεις: μια αισιόδοξη, ότι η εποχή των πολέμων τελείωσε για πάντα, αφού ο κίνδυνος έγινε πάρα πολύ μεγάλος για να μπορέσει κανείς να αποτολμήσει έναν πόλεμο. Η άλλη, φοβερά απαισιόδοξη, ότι ο κόσμος και η ανθρωπότητα θα χαθούν σε μια τραγική πυρκαγιά και στον αργό θάνατο της ραδιενέργειας. Σήμερα, τα ατομικά οπλοστάσια είναι ακόμα πιο πελώρια και έχει αυξηθεί ο αριθμός των μελών της λεγόμενης «ατομικής λέσχης».

Αλλά αφού πέρασαν μερικά χρόνια, μέσα στην ισορροπία του τρόμου, όπως την είπαν «με κάποια κομψότητα», οι άνθρωποι άρχισαν να βλέπουν τα πράγματα με κάπως διαφορετική προοπτική. Ίσως να μην συμβεί η μεγάλη πυρκαγιά, ο πυρηνικός θάνατος, αλλά οι πόλεμοι εξακολουθούν σε περιορισμένη τοπική κλίμακα, εμπλέκοντας δύο, τρεις, τέσσερις, πέντε χώρες, μικρότερες ή μεγαλύτερες, και γίνονται με συμβατικά όπλα, δηλαδή με όλα τα πολεμικά μέσα που χρησιμοποιήθηκαν στο δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, τελειοποιημένα βέβαια ή και με κάποιο νέο όπλο, τότε όμως με όπλα ατομικά. Οι πόλεμοι θα είναι επομένως μια περιπέτεια περιθωριακή, ελεγχόμενη από τις σχέσεις των δύο ή τριών υπερδυνάμεων, όσες θα υπάρχουν μεταξύ τους και με τις άλλες χώρες.

Οπωσδήποτε, η Χιροσίμα έφερε το θέμα «το τέλος του Κόσμου». Και όχι σαν μια υποθετική κοσμική, προοπτική, που δεν μπορεί να επιβεβαιωθεί εξαιτίας της χρονικής αποστάσεως (σε πόσα δισεκατομμύρια χρόνια θα «σβήσει» ο ήλιος;), αλλά σαν ένα πιθανό ιστορικό γεγονός, που η ανθρώπινη δράση μπορεί να το φέρει κοντά ή να το απομακρύνει.

Αλλά η ατομική καταστροφή δεν είναι το μοναδικό ενδεχόμενο. Στο τέταρτο του αιώνα που ακολούθησε τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, δύο τουλάχιστον άλλες απειλές απασχόλησαν τη σκέψη των επιστημόνων κι έπειτα την κοινή γνώμη. Η πρώτη: οι δημοσιογράφοι έχουν σημειώσει ότι το ανθρώπινο είδος κινδυνεύει τόσο από την πληθυσμιακή έκρηξη ώστε δύσκολα θα επιζήσει, τουλάχιστον σε αυτό το επίπεδο κοινωνικής οργανώσεως και ικανότητας παραγωγής τροφίμων. Η δεύτερη: τώρα τελευταία έγινε αισθητό ότι δολοφονούμε την ίδια τη ζωή μας. Με λίγα λόγια, εμείς οι ίδιοι δημιουργούμε μια ατμόσφαιρα ασφυκτική: αέρας μολυσμένος, νερό που δεν πίνεται, γη που δεν μπορεί να καλλιεργηθεί, θάλασσα μη παραγωγική, βλάστηση που εξαντλείται, ζώα ετοιμοθάνατα.

Ίσως έπειτα από πολλές γενιές, η ανθρωπότητα θα σκέπτεται το τελευταίο τέταρτο του 20ου αιώνα, που ακόμα πρέπει να διατρέξει, και τους φόβους των καταστροφών που δέσποζαν σ' αυτή την εποχή, με διασκεδαστική έκπληξη όπως εκείνη που δοκιμάζουμε σήμερα, όταν διαβάζουμε για τους τρόμους που είχαν συγκλονίσει τους προγόνους μας όταν πλησίαζε το έτος 1000. Αλλά φαίνεται λογικό να προβλέψουμε ότι, για να συμβεί αυτό, για να μπορέσει ο άνθρωπος να εξουσιάσει το μέλλον του περιβάλλοντός του, πρέπει να αλλάξουν πολλά πράγματα.

Πώς όμως; Ανάμεσα στις ποικίλες ικανότητες του ανθρώπου, εκείνη που λιγότερο έχει εξελιχθεί φαίνεται ότι είναι η ικανότητα να προβλέψει το μέλλον του. Ας δούμε το θέμα λοιπόν με προσοχή: Οι περισσότεροι από τα τρία δισεκατομμύρια των ανθρώπων που σήμερα κατοικούν τον πλανήτη μας (αφήνουμε την υπόθεση της ενδεχόμενης καταστροφής), στατιστικά έχουν την πιθανότητα να δουν τον κόσμο του 21<sup>ου</sup> αιώνα. Αλλά ποιόν κόσμο θα δουν; Ίσως σ' αυτό, μπορεί να βοηθήσει ένα μικρό διανοητικό πείραμα: να φανταστούμε, δηλαδή, τι θα μπορούσε να περιμένει ο άνθρωπος του 1900 από τον κόσμο του 1930 ή ο άνθρωπος του 1925 από τον κόσμο του 1955. Η πιο περίεργη εντύπωση που μπορεί να έχει ο αναγνώστης μας από μια τέτοια σκέψη είναι ότι, από τη μια μεριά μπορεί να σημειωθούν μεγάλες μεταμορφώσεις απρόβλεπτες και ξαφνικές, είτε στο πολιτικό

πεδίο, είτε στο πεδίο της επιστήμης και της τεχνολογίας, ή ακόμα στα ήθη και στον τρόπο της σκέψεως και από την άλλη, να διαπιστωθούν άλλες τόσες καταστάσεις, συνήθειες, αξιοποιήσεις, αντικείμενα, θεσμοί που δε θα έχουν καθόλου αλλάξει. Θα μπορούσαμε λοιπόν να συμπεράνουμε, αν και θα κομίζαμε «γλαύκα εις Αθήνας», ότι ο κόσμος του 21<sup>ου</sup> αιώνα θα είναι πολύ διαφορετικός σε πολλά και λιγότερο διαφορετικός σε άλλα, από το σημερινό κόσμο.

Θα ήταν ανιαρό να απασχολούσαμε τον αναγνώστη με τα ευκολονόητα αυτά πράγματα, αν δεν επιδιώκαμε να τον προειδοποιήσουμε ότι η αδιαφορία ευνοεί τον κίνδυνο της απερισκεψίας. Από την άλλη μεριά, αν παρατηρήσουμε αυτά που μπορεί να φαίνονται σαν συμπτώματα του μέλλοντος, θα δούμε ότι η διαδικασία μετασχηματισμού του κόσμου, που μπορούμε να πούμε, απλουστευτικά, ότι άρχισε με την είσοδο του 19<sup>ου</sup> αιώνα και συνεχίστηκε με ρυθμό όλο και πιο γρήγορο, κινείται με αύξουσα επιτάχυνση. Επειδή μια τέτοια επιτάχυνση προσκρούει όλο και πιο απότομα σε ριζωμένες πραγματικότητες και τις ανατρέπει, προκαλεί σε πολλούς φόβο και ο φόβος εκφράζεται με αντιστάσεις.

Αυτά πάντα συνέβαιναν, αν όμως η έλλειψη της αναγκαίας αποστάσεως για να κρίνει κανείς τέτοια φαινόμενα, που έχουν επίδραση σε όλους, εξαπατά, βρισκόμαστε μπρος σε μια όξυνση.

Ας δούμε την επιστήμη. Η επιστήμη προχώρησε πολύ γρήγορα, με την αισιοδοξία ότι η γνώση δεν μπορεί παρά να ωφελήσει την ανθρωπότητα και ότι, σε κάθε περίπτωση, αποτελεί μια αξία αυτή καθ' αυτή, που θα έπρεπε να επιδιωχθεί. Ο κοινός άνθρωπος, που δοκιμάζει τις κατακτήσεις της επιστήμης, χάρη σε όσα του προσφέρουν οι υπερφίαλες θεραπεινίδες της, η τεχνολογία και η βιομηχανία (και αυτό που του προσφέρουν μπορεί να είναι η τηλεόραση ή η πυρηνική βόμβα, το αυτοκίνητο ή τα καυσαέρια, ένα σωστικό φάρμακο ή ένα δραστικό δηλητήριο, μια υλική άνεση ή ένας επικίνδυνος ερεθισμός), έχει την αίσθηση ότι δεν είναι πλασμένος από τους μαθητευόμενους μάγους, και ότι έχασε την επαφή του μαζί τους, στην πραγματικότητα ποτέ δεν την είχε και καλλιεργεί το φόβο ότι οι ίδιοι οι μάγοι, κλεισμένοι στον παράξενο κόσμο τους, έχασαν τον έλεγχο εκείνο που

δημιουργούν. Αυτή η αίσθηση, όσο και αν είναι απατηλή, ωστόσο αποτελεί μια πραγματικότητα.

Στην πραγματικότητα ο κοινός άνθρωπος μπορεί να κατανοήσει σήμερα περισσότερα πράγματα, από εκείνα που ανακοινώνουν οι επιστήμονες, σε σύγκριση με όσα θα μπορούσε να κατανοήσει τον καιρό του Νεύτωνα. Αλλά το πρόβλημα δεν είναι η εκλαΐκευση. Από την άλλη μεριά η ικανότητα της επιστήμης και της τεχνολογίας να προβλέψουν τα απώτερα αποτελέσματα κάθε θεωρητικού βήματος που πραγματοποιούν και κάθε πρακτικής εφαρμογής που επιτυγχάνουν, είναι ασφαλώς μεγαλύτερη απ' ό τι ήταν τον καιρό που ο Μπέρτολτ Σβάρτς ανακάτωνε σ' ένα γουδί νίτρο, άνθρακα και θείο, ή ,για να έρθουμε σε μια εποχή πιο κοντινή, τον καιρό που ο Μπεκκερέλ έβαλε, αδιάφορα στο τσεπάκι του γιλέκου του, ένα μπουκαλάκι που περιείχε θραύσματα ραδίου.

Εκείνο που έχει αλλάξει είναι το περιθώριο για λάθη, που διαθέτει η ανθρωπότητα. Σ' ολόκληρη τη διαδρομή της ιστορίας και ως χθες ακόμα, ο αριθμός των ανθρώπων που κατοικούσαν τη γη ήταν αρκετά περιορισμένος σε σχέση με το χώρο που είχαν στη διάθεσή τους, και τα μέσα που κατείχαν για να επενεργήσουν στο φυσικό περιβάλλον, αρκετά πρωτόγονα και λίγα, ώστε το ενδεχόμενο λάθος, οσοδήποτε μεγάλες ζημιές κι αν προκαλούσε, δεν είχε αθεράπευτες μακροπρόθεσμες συνέπειες. Σήμερα όμως ξέρουμε, ότι τα πράγματα δεν είναι έτσι: η κυριαρχία του ανθρώπου πάνω στη φύση, χωρίς να είναι απόλυτη – κάθε άλλο – έχει όμως φτάσει σε βαθμό αρκετό ώστε να προκαλέσει καταστροφές αμετάκλητες και οριστικές, από απερισκεψία.

Η επιστήμη έχει προμηθεύσει στον άνθρωπο τα όργανα για να επενεργεί στο φυσικό αριθμό και να τον μεταμορφώνει και επίσης κατά μεγάλο μέρος, η επιστήμη έχει δημιουργήσει τους όρους που ευνόησαν την αύξηση του πληθυσμού. Αλλά βέβαια, θα ήταν αστόχαστο να θεωρούμε την επιστήμη υπεύθυνη για την κατάσταση που έχει δημιουργηθεί. Ο πυρήνας του ζητήματος βρίσκεται αλλού. Από τεχνική άποψη, μπορούμε να πούμε ότι κανένα από τα προβλήματα που αντιμετωπίζουμε δεν είναι άλυτο. Κανείς δεν μπορεί να προβλέψει εάν οι μελλοντικές γενιές θα χρησιμοποιούν ακόμα

το αυτοκίνητο ή ίσως, οχήματα που θα εξουδετερώνουν τη βαρύτητα, κινούμενα με πυρηνική ενέργεια ή και με νερό. Κανείς δεν μπορεί να πει αν οι άνθρωποι θα προμηθεύονται τις τροφές τους καλλιεργώντας τις θάλασσες, συνθέτοντας τις πρωτεΐνες ή εκτρέφοντας νέα είδη ζώων που θα έχει δημιουργήσει η γενετική, αν θα ανέχονται τις ανισότητες ανάμεσα στην ευημερία και τη φτώχεια, τις ταξικές διαιρέσεις της κοινωνίας σε πεινασμένους ή σε προκλητικά σπάταλους κλπ. αλλά δεν υπάρχει αμφιβολία ότι θα έχουν τα μέσα (τα έχουμε ήδη) να παράγουν αυτοκίνητα που δεν αφήνουν καρκινογόνα αέρια, αν θέλουν φυσικά να τα παράγουν να αναπτύξουν ενέργεια που θα επιτρέπει στα εργοστάσια να λειτουργούν χωρίς να δηλητηριάζουν τα ψάρια των θαλασσών και τα πουλιά του ουρανού να δημιουργήσουν συνθήκες ζωής ευχάριστες σε κάθε γωνιά της γήινης σφαίρας όπου ο άνθρωπος θέλει να ζει, να δώσουν στον καθένα αρκετή τροφή και όταν ακόμα οι άνθρωποι θα είναι περισσότεροι από όσοι είναι σήμερα και τέλος να επιτύχουν ώστε η παραγωγή των αναγκαίων για τη ζωή να μην εξαρτάται από την εξαντλητική δουλειά, την εξαπάτηση, τη διαρκή φθορά και υποταγή ενός τμήματος της ανθρωπότητας κτλ.

Όταν εξετάζουμε τον σημερινό κόσμο και τις μελλοντικές προοπτικές του, πρέπει να μην ξεχνούμε πράγματι μια θεμελιώδη κατάκτηση. Για πρώτη φορά στην ιστορία, η λέξη ανθρωπότητα αρχίζει να χρησιμοποιείται συγκεκριμένα για να περιλάβει τους ανθρώπους όλου του κόσμου, μετόχους, με τους ίδιους τίτλους, ενός κοινού πεπρωμένου. Όλα τα προβλήματα που απασχολούν σήμερα τον κόσμο, και είναι τόσα πολλά, τοποθετούνται κατά κάποια έννοια σ' ένα ψηλότερο επίπεδο σε σχέση με το παρελθόν κι αυτό γιατί τα βλέπουμε σαν προβλήματα ολόκληρης της ανθρωπότητας. Όχι μιας ανθρωπότητας στην αφηρημένη και γενική της έννοια, ως ιδέα περί ανθρώπου, όπως π.χ. την είχαν συλλάβει οι διαφωτιστές του 18ου αιώνα. Αλλά μιας ανθρωπότητας συγκεκριμένης, που τη μετρούμε με αριθμούς. Μέσα σ' αυτή είναι παρόντες οι πεινασμένοι χωρικοί της Βεγγάλης και οι εργάτες των πετρελαιοπηγών του Τέξας, οι νεαροί αμφισβητίες και των πέντε ηπείρων και οι πατέρες

τους, οι " προνομιούχοι" εργάτες της βιομηχανικής κοινωνίας και οι μάζες των ξεριζωμένων χωρικών που έχουν εγκαταλείψει τις καθυστερημένες αγροτικές περιοχές όλου του κόσμου. Αν αυτή η συνείδηση που τώρα μόλις άρχισε να γεννιέται, οφείλεται στην τεχνολογική πρόοδο και στην ανάπτυξη των μέσων επικοινωνίας, που μίκρυναν τις διαστάσεις της γήινης σφαίρας, ή στους οικονομικούς μηχανισμούς που άπλωσαν τα δίκτυα τους στις πιο απόμακρες περιοχές του κόσμου, ή σε μία εμβάθυνση και διάδοση της θρησκευτικής ή κοσμικής σκέψης, ή αντίθετα, αν προκύπτει από διάφορους συσχετισμούς δυνάμεων, όπως τους καθορίζει η ταξική πάλη, ή και από όλα αυτά μαζί με άλλα ακόμη, είναι πρόβλημα ιστορικό, που ο καθένας μπορεί να λύσει σύμφωνα με το ιδεολογικό του πιστεύω. Οπωσδήποτε, αν σ' αυτά τα πέντε χιλιάδες χρόνια της ιστορίας της ανθρωπότητας υπάρχει κάτι άλλο να εξαρθεί ιδιαίτερα, είναι ίσως το γεγονός ότι ο άνθρωπος έφτασε, ή τουλάχιστον βρίσκεται, μπροστά σ' αυτή τη συνείδηση: μια κατάκτηση που μπορεί να αποτελέσει το οπτιμιστικό αντίβαρο στον πεσιμισμό της καταστροφής, πυρηνικής, πληθυσμιακής ή οικολογικής.

Ο σημερινός κόσμος φέρει το αποτύπωμα εκείνου του ιστορικού και πολιτιστικού ρεύματος που ταυτίζεται με τη λέξη Δύση. Καλώς είτε κακώς, η Δύση κράτησε την υπεροχή. Ο αποικισμός, αυτή η μικρή παρένθεση που δεν τιμά ασφαλώς την ιστορία του δυτικού κόσμου, είχε αποτελέσματα διαφορετικά από κείνα που παρουσίαζε, αλλά ήταν αποτελέσματα μεγαλειώδη. Στο πέρασμά της η πολιτιστική κληρονομιά του δυτικού πολιτισμού σημάδεψε όλο τον κόσμο. Κάθε λαός ξαναείδε κριτικά και ξαναερμήνευσε αυτή την παράδοση σε σχέση με τις τοπικές συνθήκες, επιδιώκοντας να ανακτήσει τις σαφείς αξίες του δικού του ιδιαίτερου πολιτισμού, που μπορεί να είναι ο ισλαμικός, ο ινδικός, ο κινέζικος. Αλλά προσωπικότητες όπως ο Νεχρού ή ο Μάο Τσε' Τούνγκ, δε θα ήταν νοητές χωρίς την οφειλή τους στη δυτική σκέψη. Ανάμεσα στο Ροβεσπιέρο και τον Μάο υπάρχει ένα νήμα πιο ευδιάκριτο παρότι ανάμεσα στον Μάο και τους μεγάλους δασκάλους της σκέψης της Άπω Ανατολής. Ο μελλοντικός Αϊνστάιν θα σχολιάζει τους

μαθηματικούς τύπους του ή θα γράφει τα δοκίμιά του στα κινέζικα ή στα σουαζιλανδικά αλλά είναι αδιανόητο ότι μπορεί να επικαλεσθεί μια γραμμή σκέψεως διαφορετική από κείνη του Γαλιλαίου και του Νεύτωνα. Με άλλα λόγια, σ' έναν κόσμο αλληλοεπικοινωνίας σε όλα τα επίπεδα, όπως φαίνεται να είναι ο δικός μας, θα υπάρξουν πιθανότατα πολιτιστικές κατακτήσεις, που μπορούμε ίσως να υποψιαστούμε το χαρακτήρα τους, αλλά είναι δύσκολο να υπερισχύσει μια πολιτιστική παράδοση διαφορετική από κείνη που σήμερα κυριαρχεί. Η αντίθετη υπόθεση για ένα ξεκίνημα από το μηδέν, έστω κι από ένα νέον τρόπο κατεργασίας της πέτρας, φαίνεται να ταιριάζει μόνο στη φιλολογία επιστημονικής φαντασίας.

Αλλά υπάρχει κι ένα άλλο θέμα, που αξίζει να συζητηθεί, της βιομηχανικής κοινωνίας. Αυτό το ιδιαίτερο κοινωνικό σύστημα, με την τεχνολογική του κληρονομιά, το τρόπο παραγωγής, την κοινωνική δομή, την κατανομή των αγαθών, και τις συναφείς ιδεολογίες και συνήθειες, υπήρξε, κάποτε, το μέσον που επέτρεψε στην Δύση να αποκτήσει την πρόσκαιρη πολιτική υπεροχή της και τις <<μορφές>> με τις οποίες επιβλήθηκε και έγινε αποδεκτή σαν πρόσωπο για τον υπόλοιπο κόσμο. Όταν το 1973 ο αυτοκράτωρ της δυναστείας των Μαντζού, Τσιέν Λούνγκ, απομάκρυνε με ευγένεια την αγγλική αποστολή του λόρδου Μακάρτνεϋ, λέγοντας ότι <<δεν δίνει σημασία σ' αντικείμενα παράξενα και επινοημένα>> που του προσφέρονταν, οι διαφορές ανάμεσα στην Αγγλία και την Κίνα ήταν ίσως μικρότερες από ότι οι δύο πλευρές μπορούσαν να υποθέσουν. Έπειτα από εκατό χρόνια, άβυσσος χώριζε τις δυο κοινωνίες. Σαν πολιτική ή στρατιωτική δύναμη, το αποικιοκρατικό κύμα αποσύρθηκε από τις χώρες που είχε πλημμυρίσει, πιο γρήγορα απ' όσο χρειάστηκε για να ξεθυμάνει στον υπόλοιπο κόσμο. Άλλα η αποικιοκρατία αποσυρόταν αφήνοντας στους λαούς του Τρίτου Κόσμου την απογοήτευση για την απόσταση που τους χώριζε από κείνους που τελικά κατάφεραν να διώξουν. Ή πρώτη αληθινή ενοποίηση του κόσμου αποκάλυπτε έναν κόσμο διαιρεμένο. Πλούσιοι και φτωχοί, καταπιεστές και καταπιεζόμενοι, αναπτυσσόμενοι και υποανάπτυκτοι, κόσμος βιομηχανικός και κόσμος αγροτικός, χωρίζονταν με μια

γραμμή που συχνά περνάει μέσα από τις ίδιες τις διάφορες χώρες. Οπωσδήποτε, το πρότυπο είχε τεθεί.

Όμως είναι γεγονός ότι την ίδια στιγμή που αυτό το πρότυπο επιβεβαιωνόταν σε παγκόσμια κλίμακα, ή λίγο μετά, άρχισε ν' αμφισβητείται στο εσωτερικό του. Όλα σχεδόν τα κακά του κόσμου, οι οικονομικές ανισότητες και η οικολογική διαταραχή, η ασφυξία των μεγαλουπόλεων, οι ατομικές απογοητεύσεις από κοινωνικά αίτια, οι εσωτερικές αντιθέσεις ανάμεσα στις διάφορες εθνικές ομάδες, τα <<γκέτο>>, τα ναρκωτικά, η αδυναμία να προσδιοριστούν οι προτεραιότητες στον προορισμό των πηγών και να προσαρμοσθούν οι δομές και οι μηχανισμοί στις επιθυμίες που πρέπει να ικανοποιηθούν, η αλλοτρίωση του ατόμου, η επιδεικτική κατανάλωση και η πείνα, όλα αυτά μπορούν να φορτωθούν στην βιομηχανική κοινωνία αν και σήμερα η πολιτική πάλη ανάμεσα στα συστήματα που υποστηρίζουν δυο διαφορετικές μορφές ιδιοκτησίας των μέσων παραγωγής φαίνεται να ξεπερνιέται, θέτοντας το πρόβλημα μάλλον στον ίδιο τρόπο παραγωγής, στους σκοπούς της παραγωγής και στις εγγυήσεις ελευθερίας μέσα σ' ένα τρόπο παραγωγής. Παρ' όλα αυτά, η βιομηχανική κοινωνία υπάρχει και επεκτείνεται ακάθεκτα.

Το κύριο πρόβλημα, άλυτο ακόμη, είναι αν όλα αυτά τα κακά είναι αναγκαία, δηλ. αν προέρχονται κατά φυσική διαδικασία από τη βιομηχανική κοινωνία όπως ο καρπός από το άνθος, ή αν είναι ανωμαλίες, δυσλειτουργίες οι οποίες μπορούν να επανορθωθούν. Αυτό είναι ίσως το κύριο θέμα του μέλλοντος, που πριν από όλα πρέπει να μελετηθεί. Αν θα καταλήξουμε με μια νότα ελπίδας ή αποθαρρύνσεως αυτό εξαρτάται από την ατομική ιδιοσυγκρασία του καθενός. Μπορούμε να θυμηθούμε ότι στην πολιτιστική κληρονομιά που η Δύση, με μια ιστορική διαδρομή τόσο αμφιλεγόμενη, έχει διαδώσει στον κόσμο υπάρχει και η ιδέα της ελευθερίας, εκείνη η παλαιά αριστοκρατική επινόηση που έχει προχωρήσει αρκετά και μπορεί να προχωρήσει ακόμα περισσότερο. **Αύριο, όπως πάντοτε, θα είναι ακόμα ο καιρός για τους ανθρώπους καλής θελήσεως.**

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΤΟ ΧΡΟΝΙΚΟ ΤΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΑΝΑΚΑΛΥΨΕΩΝ  
(ISAAC ASIMOV) ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΗΤΗΣ
2. ΤΑ 100 ΓΕΓΟΝΟΤΑ ΠΟΥ ΑΛΛΑΞΑΝ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ  
ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗ
3. ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ<<ROM>> (INTERNET-MULTIMEDIA) ΤΕΥΧΟΣ 10  
ΔΗΜΟΣΙΟΓΡΑΦΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΛΑΜΠΡΑΚΗ

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- ΣΕΛΙΔΑ 3: ΘΕΩΡΙΕΣ ΚΟΣΜΟΛΟΓΙΑΣ
- //---27: ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΑΠΟ ΝΑΣΑ
- //---43: ΜΙΑ ΜΑΤΙΑ ΣΕ 4.000.000 ΧΡΟΝΙΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΑΝΑΚΑΛΥΨΕΩΝ
- //---88: ΟΙ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΪΣΤΟΡΙΑ (4.000.000 Π.Χ.-3500 Π.Χ. )
- //---89: ΟΙ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟ ΚΟΣΜΟ (3500 Π.Χ.-475 Μ.Χ.)
- //---91: Ο ΜΕΣΑΙΩΝΑΣ (476 Μ.Χ.-1453 Μ.Χ.)
- //---92: Η ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ ΚΑΙ Η ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ (1454 Μ.Χ.-1700Μ.Χ.)
- //---94: Ο ΑΙΩΝΑΣ ΤΗΣ ΛΟΓΙΚΗΣ (1701 Μ.Χ.-1780 Μ.Χ.)
- //---95: Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΟΙ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΔΕΚΑΤΟΥ ΕΝΑΤΟΥ ΑΙΩΝΑ (1781Μ.Χ.-1850 Μ.Χ.)
- //---97: ΤΕΛΗ ΔΕΚΑΤΟΥ ΕΝΑΤΟΥ ΑΙΩΝΑ (1851 Μ.Χ.-1894 Μ.Χ.)
- //---99: ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΕΙΚΟΣΤΟΥ ΑΙΩΝΑ (1895 Μ.Χ.-1945 Μ.Χ.)
- //---100: ΤΕΛΗ ΤΟΥ ΕΙΚΟΣΤΟΥ ΑΙΩΝΑ (1946 Μ.Χ.-1993 Μ.Χ.)
- //---103: ΜΕΓΑΛΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ- ΜΕΓΑΛΑ ΕΠΙΤΕΥΓΜΑΤΑ
- //---103: ΘΑΛΗΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ
- //---109: Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΥ ΙΠΠΟΚΡΑΤΗ
- //---114: ΣΩΚΡΑΤΗΣ ΠΛΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ
- //---123: Ο ΓΚΟΥΤΕΝΜΠΕΡΓΚ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΖΕΙ ΤΟ ΠΡΩΤΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΜΑΖΙΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ
- //---130: ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΟΥ ΚΟΠΕΡΝΙΚΟΥ
- //---136: Ο ΓΑΛΙΛΑΙΟΣ ΚΑΙ Η ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ
- //---151: ΤΟ ΜΗΛΟ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ
- //---158: Η ΑΤΜΟΜΗΧΑΝΗ ΤΟΥ ΒΑΤ
- //---165: Η ΧΗΜΕΙΑ ΤΟΥ ΛΑΒΟΥΑΖΙΕ
- //---174: ΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΤΟΥ ΦΑΡΑΝΤΕΪ
- //---180: Η ΕΦΕΥΡΕΣΗ ΤΗΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑΣ
- //---187: ΦΤΗΝΟ ΑΤΣΑΛΙ

- //---195: Η ΦΥΣΙΚΗ ΠΟΥ ΔΙΑΤΡΕΧΕΙ ΤΟ ΣΥΡΜΑ
- //---203: Η ΜΗΧΑΝΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ
- //---211: ΑΚΤΙΝΑ Χ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΛΛΑ
- //---219: Ο ΜΑΡΚΟΝΙ ΚΑΙ Η ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ
- //---228: Η ΜΑΝΤΑΜ ΚΙΟΥΡΙ ΑΝΑΚΑΛΥΠΤΕΙ ΤΟ ΡΑΔΙΟ
- //---236: Η ΠΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΔΕΛΦΩΝ ΡΑΙΤ
- //---244: Ο ΑΪΝΣΤΑΙΝ ΚΑΙ Η ΣΧΕΤΙΚΟΤΗΤΑ
- //---250: ΕΡΧΕΤΑΙ Η ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ
- //---258: ΟΙ ΑΝΑΚΑΛΥΨΕΙΣ ΤΟΥ ΡΑΔΕΡΦΟΡΝΤ
- //---266: Ο ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΣΤΗ ΣΕΛΗΝΗ
- //---285: .....**ΚΑΙ ΑΥΡΙΟ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ**

Απαγορεύεται η αναδημοσίευση και γενική και ολική, μερική ή περιληπτική.

**ΤΟ ΠΑΡΟΝ ΕΝΤΥΠΟ ΕΚΔΟΘΗΚΕ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ  
ΤΩΝ ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥ 65<sup>ΟΥ</sup>  
ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ. ΥΠΑΡΧΕΙ ΚΑΙ ΣΕ  
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΟΡΦΗ (CD).**

**ΑΘΗΝΑ ΜΑΪΟΣ 1999**