

ΕΚΤΑΚΤΟΣ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 15ΗΣ ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 1988

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΜΕΡΙΚΑ

ΤΑ ΜΕΓΑΛΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ
ΕΠΙΤΕΥΓΜΑΤΑ ΠΟΥ ΑΝΑΜΕΝΟΝΤΑΙ
ΜΕΧΡΙ ΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΟΥ 20^{ΟΥ} ΑΙΩΝΑ

ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ Κ. ΛΟΥΚΑ ΜΟΥΣΟΥΛΟΥ

Βρισκόμεθα στα πρόθυρα της τελευταίας 10ετίας του 20ού αιώνα. Αναμφισβήτητα, ο αιώνας αυτός είναι, από κάθε έποψη, ο σημαντικότερος στην ιστορία του ανθρώπινου γένους. Είναι ο αιώνας που γνώρισε τους τρομερότερους πολέμους, τις μεγαλύτερες επιστημονικές ανακαλύψεις και τις συνταρακτικότερες τεχνολογικές εξελίξεις.

Μέσα στον 20ό αιώνα ο άνθρωπος νους πέρασε τα συμβατικά όρια της γνώσεως και εξόρμησε προς νέες, τολμηρές κατευθύνσεις. Προώθησε κατά τρόπο άλματώδη τη γνώση σε όλους τους επιστημονικούς τομείς. Διείσδυσε βαθύτατα στους κόσμους του άπειρω μικρού (δομή της ύλης), του άπειρω μεγάλου (γένεση του σύμπαντος), του άπειρω πολυπλόκου (βιολογία). Έπέτυχε τη διάσπαση του πυρήνα του ατόμου με την οποία εξασφάλισε άνόποπτες πηγές ενέργειας. Ανέπτυξε την ηλεκτρονική, δηλαδή την τεχνολογία διελεύσεως ηλεκτρικών φορτισμένων σωματιδίων δι' αερίου, κενού ή ήμιαγωγών. Πρόκειται για την τεχνολογία που βρίσκεται στη βάση των ηλεκτρονικών υπολογιστών, και τόσων άλλων αξιοθαύμαστων επιτευγμάτων τα όποια επέτρεψαν δραματικές προόδους και άρχισαν να επηρεάζουν σήμερα τόσο έντονα τον τρόπο της ζωής μας. Τέλος, κατά τον 20ό αιώνα ο άνθρωπος πραγματοποίησε την έξοδο του στο διάστημα, επέτυχε δηλαδή κάτι που ήταν πέραν από τα όρια και αυτής ακόμα της επιστημονικής φαντασίας.

Δεν πρόκειται όμως να ασχοληθώ εδώ, αναλυτικά, με ό,τι έχει ήδη επιτευχθεί κατά την πράγματι εξαιρετική αυτή περίοδο της ιστορίας του ανθρώπου. Τα

συγκλονιστικά έπιστημονικά και τεχνολογικά έπιτεύγματα πού έχουν δει τó φώς μέσα στον 20ό αιώνα είναι λίγο πολύ σέ όλους μας γνωστά γιατί επηρεάζουν ήδη άμεσα τόν τρόπο πού ζοϋμε, πού κινούμεθα, πού επικοινωνοϋμε. Είναι γνωστά, γιατί συνεχώς περιγράφονται και σχολιάζονται σέ όσα καθημερινώς διαβάζουμε ή άκοϋμε. Έκεινο όμως πού δέν φαίνεται νά μάς είναι επαρκώς γνωστό είναι ότι τά έπιτεύγματα αυτά όφείλονται βασικά σέ μιá νέα φιλοσοφία έρευνας πού γεννήθηκε και διαμορφώθηκε κάτω άπό τήν πίεση τών άναγκών τών δύο παγκοσμίων πολέμων, πού έλαβαν χώρα στο πρώτο ήμισυ τού αιώνα μας. Κατά τούς πολέμους αυτούς τά κράτη συνειδητοποιήσαν τή μεγάλη σημασία τής έρευνας, τής τεχνολογικής ιδίως έρευνας, και τήν άνάγκη διεξαγωγής της με άπεριορίστα οικονομικά και έπιστημονικά μέσα, μέσα πού μόνον κρατικοί προϋπολογισμοί δύνανται νά άντιμετωπίουν. Και τούτο, παρά τó γεγονός ότι έν τῷ μεταξύ σημειώθηκαν στο χώρο τής βιομηχανίας εκτεταμένες ανακατατάξεις, πού οδήγησαν στην άνάπτυξη ισχυρῶς βιομηχανικών συγκροτημάτων με μεγάλες δυνατότητες χρηματοδοτήσεως έρευνητικών προγραμμάτων.

Έτσι, άπό τινες ήδη δεκαετίες έχει διαμορφωθεί μιá νέα κατάσταση πραγμάτων. Άναλόγως τού στόχου των οί έρευνες χωρίζονται σέ δύο κατηγορίες: σέ έρευνες πού έχουν άμεση ή σαφή έμμεση σχέση με στρατιωτικούς σκοπούς και σέ έρευνες πού άφοροϋν σέ προϊόντα καθαρώς έμπορικής σημασίας. Οί πρώτες εντάσσονται κατ' άρχήν σέ πολύμορφα μεγάλα σχέδια πού έχουν συγκεκριμένο στόχο και χρηματοδοτοϋνται άπό τις ενδιαφερόμενες κυβερνήσεις, μέσω ειδικών έθνικών όργανισμών πού πολλές φορές ιδρύονται επί τούτω. Διεξάγονται σέ άρτια έξοπλισμένα εργαστήρια τών όργανισμών αυτών, τά όποια συνεργάζονται με αντίστοιχα βιομηχανικά και πανεπιστημιακά. Στα τελευταία τίθενται συνήθως θέματα πού άπαιτοϋν συμπληρωματική θεωρητική διερεύνηση, ή άνάγκη τής όποίας παρουσιάζεται κατά τήν πορεία τού συγκεκριμένου προγράμματος. Έτσι, σέ κάθε περίπτωση κινητοποιείται ένα τεράστιο έπιστημονικό και τεχνικό δυναμικό πού αξάνει τήν ταχύτητα διεξαγωγής αλλά και τις πιθανότητες έπιτυχίας.

Αυτή είναι, σέ γενικές γραμμές, ή φιλοσοφία έρευνας πού εμφανίσθηκε μέσα στις πρώτες δεκαετίες τού 20ού αιώνα, εξέλιχθηκε και εδραιώθηκε κατά τήν πορεία τού αιώνα τούτου. Με τή φιλοσοφία αυτή διεξήχθησαν όλες οί μεγάλες έρευνες πού οδήγησαν στα συναρπαστικά έπιστημονικά και τεχνολογικά έπιτεύγματα τής εποχής μας. Και με τήν ίδια πάντοτε φιλοσοφία προχωρεί σήμερα ένας μεγάλος αριθμός σπουδαίων έρευνητικών προγραμμάτων πού αναμένεται νά προσθέσουν στα έπιτεύγματα αυτά νέες περιλάμπρες κατακτήσεις.

Στή συνέχεια τής όμιλίας μου θά επιχειρήσω νά δώσω περιληπτικά στοιχεία πάνω σέ μερικά άπό τά κυριότερα αυτά προγράμματα, για τά όποια ύπάρχει προο-

πτική καταλήξεως μέχρι του τέλους του δύνοντος 20ου αιώνα. Δεν θα αναφερθῶ σὲ προγράμματα ἰατρικῶν καὶ βιολογικῶν ἐρευνῶν, παρὰ τὴν τεράστια αὐτῶν σημασία. Συγκεκριμένα θὰ ἀσχοληθῶ μὲ τὶς ἔρευνες ποὺ ἀφοροῦν: τὴν ὑπεραγωγιμότητα, τὶς μεταφορὲς σὲ ὑπερηχητικῆς-διαστημικῆς ταχύτητες, τὴν ἐγκατάσταση διαστημικοῦ τηλεσκοπίου, τὴν ἀνάλυση τῶν μετεωρολογικῶν φαινομένων, τὴ σύσταση τοῦ φλοιοῦ τῆς Γῆς, τὴ δομὴ τῆς ὕλης, τὴ σύντηξη τῶν ἀτομικῶν πυρήνων.

ΥΠΕΡΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ

Τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα μεταφέρεται, ὡς γνωστό, διὰ μεταλλικῶν ἀγωγῶν. Οἱ κλασσικοὶ ἀγωγοί, ὅπως π.χ. οἱ χάλκινοι, ἀντιτάσσουν πάντοτε κάποια ἀντίσταση στὴ διέλευση τοῦ ρεύματος καὶ προκαλοῦν ἀπώλειες ἐνέργειας, ποὺ ἐκδηλώνονται ὑπὸ μορφή θερμότητας. Οἱ ἀπώλειες αὐτὲς δὲν εἶναι εὐκαταφρόνητες. Στὴ Γαλλία ὑπολογίζεται ὅτι τὸ 8^ο/10 τῆς παραγομένης ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας χάνεται διὰ τοῦ τρόπου τούτου. Τὸ πρόβλημα εἶναι σοβαρὸ γιατί ἔχει πολλὰ καὶ πολὺμορφες ἐπιπτώσεις. Ἐπηρεάζει μεταξὺ ἄλλων τὸ μέγεθος τῶν ἠλεκτρικῶν μηχανῶν καὶ δημιουργεῖ περιορισμοὺς στὴ χρῆση τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας.

Εἶναι λοιπὸν φυσικὸ ὅτι, ἀπὸ τὰ πρῶτα χρόνια ἐμφανίσεως τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, καταβλήθηκαν προσπάθειες ἀναζητήσεως ὑλικῶν μεγαλύτερης ὅσον τὸ δυνατόν ἀγωγιμότητας. Καὶ στὸ πλαίσιο τῶν προσπαθειῶν αὐτῶν διαπιστώθηκε γιὰ πρώτη φορά, τὸ 1911, τὸ φαινόμενο τῆς ὑπεραγωγιμότητας, τῆς ἀπολύτου δηλαδὴ ἀγωγιμότητας. Πράγματι, κατὰ τὸ ἔτος τοῦτο, παρατηρήθηκε ὅτι σὲ θερμοκρασία -269°C , δηλ. κοντὰ στὸ ἀπόλυτο μηδέν, ὀρισμένα μέταλλα δὲν παρουσίαζαν ἀντίσταση στὴ διέλευση τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Ἀκολούθησε ἐντατικὴ ἐρευνητικὴ προσπάθεια μὲ στόχο τὴν ἀναζήτηση μεταλλικῶν πάντοτε ἀγωγῶν, στοὺς ὁποίους τὸ φαινόμενο νὰ ἐμφανίζεται σὲ ὑψηλότερες θερμοκρασίες. Ἀλλὰ ἡ προσπάθεια αὐτὴ ἔμεινε χωρὶς ἀποτέλεσμα. Καὶ οἱ ἔρευνες οὐσιαστικὰ ἐγκαταλείφθηκαν. Ἐξάφνα, τὸ 1973 τὸ φαινόμενο διαπιστώθηκε σὲ εἰδικὸ μεταλλικὸ κρᾶμα, στὴ θερμοκρασία τῶν -250°C . Τὸ δὲ Μάρτιο τοῦ 1986 οἱ Bednorz καὶ Müller, στὰ ἐργαστήρια τῆς I.B.M. στὴ Ζυρίχη, σημείωσαν τὴν παρουσία τοῦ φαινομένου σὲ ἀκόμα ὑψηλότερη θερμοκρασία ἀλλὰ καὶ σὲ εἰδικὸ κεραμικὸ κρᾶμα ὀξειδίων τοῦ τύπου $\text{Cu}_2\text{Ba}_x, \text{Y}_y\text{O}_2$, ποὺ παρασκευάσθηκε ἀπὸ τὸ Γάλλο Bernard Raveau γιὰ ἄλλους ὅμως σκοποὺς.

Ἔτσι, ἀκαλύπτεται ἡ δυνατότητα ὑπάρξεως ὑπεραγωγιμότητας σὲ κεραμικὰ κρᾶματα, δηλαδὴ σὲ μιὰ κατηγορία ὑλικῶν, γιὰ τὰ ὁποῖα δὲν ὑπῆρχε κἀν ὑπόψια. Τὸ γεγονός εἶχε μεγάλη ἀπήχηση καὶ ἔδωσε, λόγω τῆς τεραστίας σημασίας του, τὸ ἔναυσμα γιὰ ἐκτεταμένη διεθνή ἔρευνα μὲ στόχο τὴν ἀναζήτηση κερμάτων ποὺ παρουσιάζουν τὸ φαινόμενο σὲ ὑψηλότερες θερμοκρασίες καὶ δὴ στὴ θερμοκρα-

σία του περιβάλλοντος. Έν τῷ μεταξὺ οἱ Bednorz καὶ Müller, τιμῆθηκαν γιὰ τὴν ἀνακάλυψή τους μὲ τὸ βραβεῖο Nobel φυσικῆς τοῦ 1987.

Σήμερα χιλιάδες ἐπιστήμονες σ' ὅλο τὸν κόσμο ἐργάζονται ἐντατικά πάνω στὸ θέμα τῆς ὑπεραγωγιμότητας. Ἐκτεταμένη ἔρευνα διεξάγεται στὶς Ἑν. Πολιτείες, στὰ διάφορα Εὐρωπαϊκὰ κράτη, στὴ Ρωσία, στὶς Ἰνδίες, στὴν Κίνα. Ἔχει ἀναπτυχθεῖ μεταξὺ τῶν Κρατῶν αὐτῶν μέγας ἀνταγωνισμὸς ποὺ πῆρε τὴ μορφή ἀγώνα δρόμου. Ἐδῶ πρέπει νὰ λεχθεῖ ὅτι ἡ ἔρευνα διεξάγεται κατὰ τρόπο μᾶλλον ἐμπειρικό, γιὰ τὸ φαινόμενο δὲν ἔχει ἀκόμα ἐξηγηθεῖ θεωρητικῶς. Παρὰ ταῦτα, τὰ μέχρι τοῦδε ἀποτελέσματα εἶναι πράγματι ἐνθαρρυντικά. Ἔχουν ἤδη ἀναπτυχθεῖ κεραμικὰ κράματα μὲ ὑπεραγωγιμότητα σὲ πολὺ ὑψηλότερες ἀπὸ τὶς προαναφερθεῖσες θερμοκρασίες, οἱ δὲ Ἰάπωνες ἰσχυρίζονται ὅτι ἔχουν τελευταίως ἐπιτύχει τὴ θερμοκρασία τῶν 27°C.

Εἶναι αὐτονόητο ὅτι ἡ τεράστια ἐμπορική σημασία τῆς ὑπεραγωγιμότητας ἀποτελεῖ ἀνασταλτικὸ παράγοντα σὲ ὅ,τι ἀφορᾷ τὴν ἀποκάλυψη τῆς ἐπιτελουμένης προόδου. Σχετικὰ δὲ δημοσιεύματα εἶναι ἴσως παραπλανητικά. Πάντως ἐκτιμᾶται ὅτι μέσα σὲ 3 ἕως 10 χρόνια θὰ διατίθενται χρησιμοποίησιμοι ὑπεραγωγοί, ὑπὸ μορφή συρμάτων ἢ λεπτῶν ἐπιστρωμάτων, γιὰ βιομηχανικὴ χρῆση. Τὸ π. δίο δὲ ἐφαρμογῆς προβλέπεται ἀπέραντο καὶ ἀναμένεται ὅτι ἡ χρῆση αὐτῆ θὰ φέρει τεχνολογικὴ ἐπανάσταση. Μὲ τοὺς ὑπεραγωγούς θὰ ἐπιτευχθεῖ σημαντικὸς περιορισμὸς τοῦ μεγέθους μὲ ταυτόχρονη αὔξηση τῆς ταχύτητας τῶν ἠλεκτρονικῶν ὑπολογιστῶν, θὰ καταστῆ δυνατὴ ἢ κατασκευὴ ἰσχυροτάτων μικροῦ ὄγκου κινητῶν, θὰ ἐπιλυθεῖ τὸ πρόβλημα τῆς ἐναποθηκείσεως ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας σὲ μεγάλες ποσότητες ποὺ θὰ ἔχει μεγάλη ἐπίπτωση στὶς μεταφορὲς καὶ τόσα ἄλλα. Μὲ τοὺς ὑπεραγωγούς θὰ μπορέσει ἴσως πολὺ σύντομα νὰ φθάσει σὲ βιομηχανικὴ ἐφαρμογὴ καὶ τὸ τραῖνο μαγνητικῆς αἰωρήσεως, τὸ περίφημο Maglev, ποὺ βρίσκεται σήμερα σὲ πειραματικὸ στάδιο στὴν Ἰαπωνία καὶ Γερμανία. Λόγω τῆς κρισίμου αὐτῆς σημασίας, ἡ ἔρευνα τῆς ὑπεραγωγιμότητας πῆρε τὶς διαστάσεις ποὺ ἀναφέραμε. Ἐνισχύεται ἐδῶτάτα ἀπὸ τὶς Κυβερνήσεις καὶ τὰ μεγάλα βιομηχανικὰ συγκροτήματα, τὰ ὁποῖα διαθέτουν γιὰ τὸ σκοπὸ αὐτὸ μεγάλα μυστικά κονδύλια.

ΥΠΕΡΗΧΗΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

Ἀπὸ τῆς ἐμφανίσεως τοῦ ἀεροπλάνου ἡ αὔξηση τῆς ταχύτητας ὑπῆρξε μιὰ συνεχῆς προσπάθεια. Ἡ ἐμπορικὴ μεταφορὰ σὲ ὑπερηχητικὴ ταχύτητα ἐπιτεύχθηκε μέσα στὴ 10ετία τοῦ 1960, μὲ τὸ Concorde. Ἡ Δυτικὴ Εὐρώπη συνδέθηκε μὲ τὴν Νέα Ὑόρκη καὶ τὴν Washington μὲ τακτικὲς πτήσεις διαρκείας 3,5 περίπου ὡρῶν, δηλαδὴ μικρότερης ἀπὸ τὴ διαφορὰ τῆς ὥρας τῶν θέσεων ἀναχωρήσεως καὶ

ἀφίξεως. Τὸ *Concorde* ὑπῆρξε γιὰ τὴν ἐποχὴ ἐκείνη ἓνα πραγματικὸ ἐπίτευμα καὶ ἀνοίξε τὸ δρόμο τῆς ἐμπορικῆς μεταφορᾶς σὲ ὑπερηχητικὲς ταχύτητες. Τὰ οἰκονομικὰ ὅμως προβλήματα, πὸν παρουσίασε ἢ ἐκμετάλλευσή του, ἐπηρέασαν δυσμενῶς τὴν ἔρευνα πρὸς τὴν ὑπερηχητικὴ κατεύθυνση. Οἱ γιγαντιαῖες ἀεροναυπηγικὲς ἐταιρεῖες, καὶ ἰδιαίτερα οἱ ἀμερικανικὲς, συγκέντρωσαν τὴν προσοχὴ τους στὴν τελειοποίησιν τῶν κλασσικῶν ἀεροσκαφῶν ὑποχηχητικῆς ταχύτητος καὶ τὴν αὐξηση τῆς χωρητικότητός των.

Μὲ τὴν κατὰκτηση ὅμως τοῦ διαστήματος καὶ τὶς ἀλλεπάλληλες πτήσεις τῶν διαστημικῶν λεωφορείων τῆς ΝΑΣΑ, ἄρχισε νὰ ἐπανατίθεται τὸ θέμα τῆς ἐμπορικῆς μεταφορᾶς σὲ ὑπερηχητικὲς ταχύτητες. Καὶ ὅταν, μετὰ τὴν καταστροφὴ τοῦ *Challenger*, τὸ Φεβρουάριον τοῦ 1986, ὁ πρόεδρος Ronald Reagan ἀποκάλυψε τὸ ἤδη προωθημένο σχέδιον *NASP* (*National Aerospace plane*), τὸ ὅποιο προβλέπει τὴν κατασκευὴν μέχρι τὸ 1993 τοῦ στρατιωτικοῦ ἀεροπλάνου *X30*, ἱκανοῦ νὰ πετᾷ στὴν ἀτμόσφαιρα καὶ στὸ διάστημα μὲ ὠριαία ταχύτητα 5 ἕως 8 χιλιάδες καὶ 25 χιλιάδες χιλιόμετρα ἀντιστοιχῶς, ἀναζωογονήθηκε ἀπότομα τὸ ἐνδιαφέρον τῶν μεγάλων κατασκευαστῶν γιὰ τὶς ἐμπορικὲς ὑπερηχητικὲς ταχύτητες.

Ἐξ ἄλλου, τὸ ἐνδιαφέρον αὐτὸ φαίνεται ὅτι ποτὲ δὲν ἐγκατέλειψε τὰ Γραφεῖα Μελετῶν τῶν κατασκευαστῶν, γιὰτὶ διαφορετικὰ δὲν ἐξηγεῖται ἢ σὲ τόσο βραχὺ διάστημα ἐμφάνισιν τόσων σχετικῶν προγραμμάτων. Συγκεκριμένα: στὶς Ἡν. Πολιτεῖες τὸ πρόγραμμα *HSC* (*Hypersonic Commercial Transport*), στοχεύει στὴν κατασκευὴν ἀεροσκάφους 300-400 θέσεων μὲ ταχύτητα πλεύσεως πὸν θὰ φθάσει τὰ 5 *Mach*, διπλασία δηλαδὴ τῆς ταχύτητος τοῦ *Concorde*. Στὴ Μεγάλῃ Βρεταννίᾳ προβάλλεται τὸ σχέδιον *HOTOL*, πὸν εἶναι ἓνα εἶδος ἀεροσκάφους-πυραύλου ταξιδεύοντος, χωρὶς πιλότον, στὸ διάστημα, μὲ ταχύτητα ἐπιτρέπουσαν τὴ σύνδεσιν Ἰονδίνου - *Sydney* ἐντὸς μιᾶς ὥρας. Στὴ Γερμανίᾳ ἐργάζονται στὸ σχέδιον *SANGER* ἀνάλογον μὲ τὸ *HOTOL*, ἐνῶ στὴ Γαλλίᾳ προωθοῦνται ταυτόχρονα δύο σχέδια: τὸ ἀεροσκάφος *AGV 150* θέσεων, πὸν προβλέπεται νὰ πετᾷ μὲ ταχύτητα 5.000 km/h, σὲ ὕψος 30 km γιὰ νὰ ἀποφεύγεται ἢ δυσάρεστη γιὰ τὸν ταξιδιώτη παραμονὴ ὑπὸ συνθήκας ἐλλείψεως βαρύτητας, καὶ δεύτερον τὸ ἀεροσκάφος *ATSF*, πὸν εἶναι παρόμοιον μὲ τὸ σημερινὸν *Concorde* ἀλλὰ μὲ μεγαλύτερη ἀκτίνα δράσεως, διπλασία χωρητικότητά καὶ πολὺ οἰκονομικότερον σὲ κατανάλωσιν καυσίμων.

Τὰ οἰκονομικὰ καὶ τεχνολογικὰ προβλήματα πὸν ἀντιμετωπίζουσι τὰ παραπάνω σχέδια εἶναι τεράστια. Μὲ βάση ὅμως τὴν ὑπάρχουσα ἐμπειρία καὶ τὴν προϋπόθεσιν ὅτι θὰ συνεχισθεῖ ὁμαλὰ ἢ χρηματοδότησιν, πὸν προβλέπεται νὰ ὑπερβεῖ συνολικὰ τὰ 20 δισ. δολλάρια καὶ ἐξασφαλίζεσθαι μὲ συνεργασία τῶν Κυβερνήσεων.

και τῶν μεγάλων ἀεροναυπηγικῶν Ἑταιρειῶν, ἐκτιμᾶται ὅτι ὅλα αὐτὰ τὰ σχέδια θὰ μπορέσουν νὰ πραγματοποιηθοῦν μεταξὺ 1995 καὶ 2020.

ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΟ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟ

Παρὰ τὰ τελειοποιημένα τηλεσκόπια πὸν διαθέτει ἡ σύγχρονη Ἀστρονομία, τὸ μῆκος καὶ ἡ ποιότητα τῆς παρατηρήσεως εἶναι σημαντικὰ περιορισμένα. Τοῦτο ὀφείλεται στὴν ἀτμόσφαιρα, στὸ στρῶμα δηλαδὴ τοῦ ἀέρος πὸν περιβάλλει τὸν πλανήτη μας. Τὸ στρῶμα αὐτὸ ἐπηρεάζει δυσμενῶς τὴ διαχωριστικὴ ἰκανότητα τοῦ τηλεσκοπίου. Μὲ τοποθέτηση τούτου ἐκτὸς τῆς ἀτμοσφαιρας ἡ καθαρότητα τοῦ ἀντικειμένου δεκαπλασιάζεται καὶ τὸ μῆκος τῆς παρατηρήσεως ἑπταπλασιάζεται. Μὲ τὰ δεδομένα αὐτὰ ξεκίνησε τὸ σχέδιο μελέτης καὶ κατασκευῆς ἑνὸς διαστημικοῦ τηλεσκοπίου, τοῦ τηλεσκοπίου *Hubble* πὸν θὰ τεθεῖ σὲ τροχιά ὕψους 500 km.

Ἀξίζει νὰ διευκρινισθεῖ ὅτι τὸ τηλεσκόπιο *Hubble*, εἶναι στὴν οὐσία ἕνα σύνηθες τηλεσκόπιο μὲ διάμετρο 2 40m ἔναντι 5m τοῦ τηλεσκοπίου τοῦ ὄρους *Palomar* καὶ 6m τοῦ τελευταίως ἐγκατασταθέντος στὸ βόρειο Κανάσο. Εἶναι προφανές ὅτι μαζὶ μὲ τὸ βασικὸ στοιχεῖο, τὸ κλασσικὸ δηλ. τηλεσκόπιο, συνυπάρχουν ὅλα τὰ ἀπαραίτητα ὄργανα ὅπως σπεκτρογράφοι, φωτόμετρα κλπ., καθὼς καὶ οἱ διατάξεις μεταφορᾶς τῶν μετρήσεων σὲ εἰδικὰ κέντρα συγκεντρώσεως καὶ μελέτης τούτων. Προβλέπονται δὲ δύο τέτοια κέντρα: τὸ ἕνα στὸ πανεπιστήμιο *Johns Hopkins* τῆς Βαλτιμόρης τῶν Ἡν. Πολιτειῶν καὶ τὸ ἄλλο στὸ *Garching*, πλησίον τοῦ Μονάχου τῆς Γερμανίας.

Ἡ μελέτη τοῦ διαστημικοῦ τηλεσκοπίου ἄρχισε πρὸ 20ετίας μὲ συνεργασία τοῦ ἀμερικανικοῦ ὀργανισμοῦ διαστήματος *NASA* καὶ τοῦ ἀντίστοιχου εὐρωπαϊκοῦ *ESA*. Ἡ κατασκευὴ του περατώθηκε ἤδη καὶ στοίχισε 1,2 δις. δολλάρια. Ἡ δαπάνη ἀναλήφθηκε κατὰ 87% ὑπὸ τῆς *NASA* καὶ κατὰ 13% ὑπὸ τῆς *ESA*. Σήμερα τὸ τηλεσκόπιο βρίσκεται στὶς ἀποθήκες τῆς *NASA* ἀναμένοντας, γιὰ νὰ τεθεῖ σὲ τροχιά, τὴν ἐπανάληψη τῶν πτήσεων τῶν διαστημοπλοίων, πὸν διακόπηκαν κατόπιν τῆς καταστροφῆς τοῦ *Challenger* τὸ Φεβρουάριο τοῦ 1986.

Τὸ διαστημικὸ τηλεσκόπιο θὰ προσφέρει, χωρὶς ἀμφιβολία, πολύτιμη ἐπιχειρησιὰ στὴν ἀστρονομία καὶ τὴν ἀστροφυσικὴ. Ὁ ἑπταπλασιασμὸς τοῦ σημερινοῦ μήκους παρατηρήσεως θὰ ἀυξήσει οὐσιαστικὰ τὶς δυνατότητες συγκεντρώσεως στοιχείων πού, ἐκτὸς τῆς συμπληρώσεως τοῦ οὐράνιου ἄτλαντα, θὰ βοηθήσουν γιὰ τὴν καλύτερη κατανόηση τῆς γενέσεως τοῦ σύμπαντος καὶ τὴν ἐξήγηση διαφόρων μυστηριωδῶν φαινομένων ὅπως π.χ. τὰ *quasars*, πὸν προβληματίζουν τοὺς ἐπιστήμονες.

ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

Ἡ κατανόηση τῶν μηχανισμῶν πὸν διέπουν τὶς μετεωρολογικὲς συνθήκες εἶναι πρόβλημα τεραστίας, γιὰ τὸν ἄνθρωπο, σημασίας. Περὶ τούτου μαρτυροῦν οἱ καταστροφὲς τοῦ τρέχοντος ἔτους. Ἀναφέρομαι στὴ ζημιογόνο ξηρασία πὸν κάλυψε φέτος ἐκτεταμένες περιοχὲς τῆς Βόρειος Ἀμερικῆς, τὶς πρόσφατες τραγικὲς πλημμύρες τοῦ *Bagladesh*, τοὺς τελευταίους τρομεροὺς τυφῶνες *Gilbert* καὶ *Joan*, πὸν σάρωσαν τὴν Καριβικὴ καὶ τὸν κόλπο τοῦ Μεξικοῦ. Οἱ μηχανισμοὶ πὸν διαμορφώνουν τὸ κλίμα τοῦ πλανήτη μας παραμένουν ἀκόμη αἰνίγμα.

Πρὸς λύση τοῦ ἐν λόγω αἰνίγματος κινεῖται δραστήρια, ἀπὸ τὸ 1981, ἡ διεθνὴς ἐπιστήμη στὰ πλαίσια μιᾶς εὐρείας συνεργασίας Κρατῶν ὅπως εἶναι οἱ Ἑν. Πολιτεῖες, ἡ Γαλλία, ἡ Δυτικὴ Γερμανία, ἡ Αὐστραλία καὶ ἡ Κίνα. Ἐνα ἀχανὲς πρόγραμμα ἐρευνῶν εἶναι σήμερα σὲ πλήρη ἐξέλιξη καὶ προβλέπεται διὰ τὴν ἐπεκταθεὶ μέχρι τὸ 1995. Βάση τῶν ἐρευνῶν αὐτῶν εἶναι οἱ μετρήσεις πὸν ἐκτελοῦνται ἀπὸ ἕνα σύστημα δορυφόρων, οἱ ὁποῖοι φωτογραφίζουν τὰ σύννεφα, καταγράφουν τὴν ταχύτητα τῶν ἀνέμων, παρακολουθοῦν τὴν πορεία τῶν κυκλώνων καὶ τῶν θαλασσίων ρευμάτων. Δύο ἐξ αὐτῶν πὸν προβλέπεται νὰ τεθοῦν σὲ τροχιά τὸ 1991, θὰ εἶναι ἐξοπλισμένοι γιὰ συλλογὴ κρισίμων, ὅπως πιστεύεται, στοιχείων. Εἶναι ὁ ἀμερικανο-γαλλικὸς *Torax-Poseidon*, καὶ ὁ εὐρωπαϊκὸς *ERS 1*. Ὁ πρῶτος θὰ εἶναι σὲ θέση νὰ προσδιορίζει μὲ ἀκρίβεια δεκάδος ἑκατοστῶν τὸ ὕψος τῶν κυμάτων καὶ θὰ ἐπιτρέπει ἔτσι τὴν παρακολούθηση τῆς περιπλανήσεως μεγάλων μαζῶν ὠκεανίων ὕδατων. Πρόκειται γιὰ τὸ καλούμενο φαινόμενο *El Nino*, τοῦ ὁποῖου ἡ ἐπίδραση ἐπὶ τοῦ κλίματος πιθανολογεῖται διὰ εἶναι οὐσιώδης. Ὁ δεῦτερος δορυφόρος, ὁ *ERS 1*, θὰ μετρᾷ τὴν ταχύτητα καὶ διεύθυνση τῶν ἀνέμων, τὶς θερμοκρασίες στὴν ἐπιφάνεια τῶν θαλασσῶν, τὴν περιεκτικότητά σὲ ὕδατμους τῆς ἀτμοσφαιράς.

Τὰ παραπάνω στοιχεῖα θὰ ἔλθουν νὰ συμπληρώσουν πλῆθος ἄλλων πὸν συλλέγονται ἤδη σὲ ὅλη τὴν ἐπιφάνεια τοῦ πλανήτη, μέσω δορυφόρων πάντοτε, καὶ πέραν ἐκείνων πὸν συγκεντρώνονται στοὺς κλασσικοὺς μετεωρολογικοὺς σταθμούς. Ἐνδεικτικῶς ἀναφέρω τὴ συλλογὴ στοιχείων πὸν ἀφοροῦν τὴν ἐναλλαγὴ θερμοτήτας μεταξὺ ἀτμοσφαιράς καὶ ἐδάφους, ἀντικείμενο τοῦ προγράμματος *ISLSCP* (*International Satellite Land Surface Climatology Project*). Ἀναφέρω ἐπίσης τὸν προσδιορισμὸ τῆς ἀκριβοῦς ἐπιδράσεως πὸν ἐξασκοῦν τὰ νέφη ἐπὶ τοῦ κλίματος, ἀντικείμενο τοῦ προγράμματος *ISCCP* (*International Satellite Cloud Climatology Project*), ἀνάμεσα σὲ τόσα ἄλλα.

Ὅπως ἔχουν σήμερα τὰ πράγματα, οἱ μετεωρολογικὲς προβλέψεις βασίζονται σὲ μεγάλο ἀριθμὸ μετρήσεων θερμοκρασίας, ὕγρασίας, ταχύτητας τῶν ἀνέμων κλπ. πὸν συλλέγονται σὲ ὅλη τὴν ἐπιφάνεια τῆς Γῆς, ἀπὸ εἰδικοὺς σταθμούς

καὶ ὀρισμένους δορυφόρους. Ἡ ἐπεξεργασία τῶν στοιχείων γίνεται σὲ ἰσχυροὺς ἠλεκτρονικοὺς ὑπολογιστὲς βάσει ἐνὸς ἀριθμητικοῦ προτύπου, τὸ ὁποῖο στηρίζεται στὴν ἐφαρμογὴ τῶν θερμοδυναμικῶν νόμων. Ἡ ἀξιοπιστία πὸν ἐπιτυγχάνεται δὲν ὑπερβαίνει τὶς 10 ἡμέρες. Μὲ τὴ συμπλήρωση τῶν στοιχείων πὸν θὰ προέλθει ἀπὸ τὶς ἐν ἐξελίξει ἔρευνες ἐλπίζεται ὅτι θὰ καταστεῖ δυνατὴ ἡ ἀναμόρφωση τοῦ σημερινοῦ προτύπου, σὲ τρόπο ὥστε νὰ ἐπεκταθεῖ οὐσιαστικά ὁ χρόνος ἀξιοπιστίας τῶν προβλέψεων καὶ τοῦτο ἔχει προφανῶς μεγάλη σημασία.

Χαρακτηριστικὸ τῶν ὑπὸ συζήτηση ἐρευνῶν εἶναι ἡ διεξαγωγή των σὲ ἓνα πλαίσιο εἰδυτάτης πράγματι διεθνoῦς συνεργασίας. Ἡ συνολικὴ των δαπάνη εἶναι δύσκολο νὰ ἐκτιμηθεῖ, φαίνεται ὅμως ὅτι θὰ ὑπερβεῖ τὰ 2 δις. δολάρια. Ἡ ὀλοκλήρωσή των προβλέπεται ὅπως ἤδη ἀναφέραμε, γιὰ τὸ 1995.

Η ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΦΛΟΙΟΥ ΤΗΣ ΓΗΣ

Δὲν πρέπει νὰ ξεχνᾶμε ὅτι οτὸ σχετικῶς λεπτὸ κέλυφος πὸν συνιστᾶ τὸ φλοιὸ τῆς Γῆς καὶ τοῦ ὀποῖου τὸ πάχος δὲν ὑπερβαίνει τὰ 45 km, ἀντανακλῶνται οἱ ἐπιδράσεις τρομερῶν διεργασιῶν πὸν λαμβάνουν χώρα στὸ ἐσωτερικὸ τῆς. Ἡ ὑποκείμενη τοῦ φλοιοῦ πλαστικὴ μάζα, ὁ λεγόμενος μανδύας, ἀπορροφᾶ τὴν ἀσύλληπτη σὲ μέγεθος ἐνέργεια πὸν ἐλευθερώνεται μὲ τὴ ραδιενεργὸ διάσπαση τοῦ νατρίου καὶ οὐρανίου μέσα στὸν πυρήνα. Ἀπότοκον τῆς ἀπορροφῆσεως αὐτῆς εἶναι ἡ δημιουργία κινήσεων μέσα στὸ μανδύα, πὸν καταλήγουν στὴ διάρρηξη τοῦ φλοιοῦ καὶ τὸ σχηματισμὸ τῶν λεγομένων λιθοσφαιρικῶν πλακῶν, πὸν μετακινοῦνται στὴν ἐπιφάνεια τοῦ πλανῆτη. Σὲ ἄμεση σχέση μὲ τὴν κατάσταση αὐτὴ εἶναι ὀρισμένες καταστροφικὲς ἐκδηλώσεις, ὅπως οἱ ἠφαιστειακὲς ἐκρήξεις καὶ οἱ σεισμικὲς δονήσεις.

Εἶναι φανερό, πὸς ἡ καλύτερη γνώση τῶν νόμων πὸν διέπουν τὴν ἐξέλιξη τοῦ φλοιοῦ θὰ βοηθήσει οὐσιαστικά στὴν πρόβλεψη ἐκδηλώσεων ὅπως οἱ παραπάνω. Οἱ μέχρι σήμερα γνώσεις μας πάνω στὰ θέματα αὐτὰ εἶναι περιορισμένες. Διαθέτουμε θεωρητικὰ μᾶλλον πρότυπα, τῶν ὀλοίων, ἂν μὴ τί ἄλλο, πρέπει νὰ ἐλέγξουμε τὴν ἀκρίβεια. Ὁ μόνος δὲ τρόπος διενεργείας ἐνὸς τέτοιου ἐλέγχου εἶναι ἡ ἐκτέλεση μεγάλου βᾶθους γεωτρήσεων μὲ συνεχῆ πυρηνοληψία.

Ἐρευνες γιὰ μελέτη τοῦ φλοιοῦ τῆς Γῆς διὰ μεγάλου βᾶθους γεωτρήσεων βρίσκονται σήμερα ἐν ἐξελίξει στὴ Ρωσία, Γερμανία, Βέλγιο, Κύπρο, Ἡν. Πολιτεῖες, Γαλλία, Ἰσλανδία, Ἰαπωνία, Σουηδία κλπ. Οἱ γεωτρήσεις αὐτὲς ἔχουν ἰδίους συγκεκριμένους στόχους καὶ χρηματοδοτοῦνται ὑπὸ τῶν ἐνδιαφερομένων Κυβερνήσεων.

Οἱ Ρῶσοι ξεκίνησαν πρῶτοι, στὴ χερσόνησο Kola, μὲ στόχο τὴ μελέτη τῆς γεωλογικῆς κατασκευῆς τῆς ἐνδιαφερόουσας αὐτῆς μεταλλευτικῆς περιοχῆς καὶ τὴν ἐρμηνεία τῆς περιόφημης ἀσυνέχειας Conrad, πὸν τὴν χαρακτηρίζει. Πρόκειται

για μιὰ ἀπότομη μεταβολή στην ταχύτητα μεταδόσεως τῶν σεισμικῶν κυμάτων πὸν σημειώνεται σὲ κάποιο σημαντικό βάθος, ἢ ὅποια ἀπεδίδετο σὲ μετάβαση ἀπὸ γρανίτη σὲ βασάλτη. Ἡ γεώτρηση εὐρίσκεται πρὸς τὸ τέλος της, στὸ βάθος τῶν 13.000m, χωρὶς νὰ ἔχει συναντήσει τὴν ἐν λόγω μετάβαση ἀπὸ γρανίτη σὲ βασάλτη. Ἔτσι, ἡ ἐρμηνεία πὸν δόθηκε στὴν ἀσυνέχεια *Conrad*, δὲν φαίνεται νὰ εὐσταθεῖ.

Στὴ Γερμανία καὶ συγκεκριμένα στὴ Βοημία, βρίσκεται ὑπὸ ἐκτέλεση γεώτρηση πὸν προβλέπεται νὰ προωθηθεῖ μέχρι τὸ βάθος τῶν 14.000m. Ὁ στόχος εἶναι βασικά ἐπιστημονικὸς καὶ ἀφορᾷ τὴ συγκέντρωση στοιχείων γιὰ τὴ μελέτη τοῦ μηχανισμοῦ σχηματισμοῦ μεγάλων πτυχώσεων στὰ πετρώματα τοῦ γήϊνου φλοιοῦ. Γεώτρηση βάθους 1.400m ἔχει πρὸ ὀλίγου τερματισθεῖ στὴν περιοχὴ *Puy-de-Dôme*, τῆς κεντρικῆς Γαλλίας καὶ ἐπέτρεψε τὴ διευκρίνηση τῆς ὑδροθερμικῆς δραστηριότητος στὴν περιοχὴ. Μιὰ δεύτερη γεώτρηση, πὸν προβλέπεται νὰ ὑπερβεῖ τὰ 3.500m, εἶναι ὑπὸ ἐξέλιξη στὴν περιοχὴ τῶν Παρισίων καὶ ἔχει ὡς στόχο τὴ συγκέντρωση στοιχείων γιὰ τὴ λύση ἑνὸς μεγάλου γεωλογικοῦ αἰνίγματος, τῆς μαγνητικῆς ἀνωμαλίας τῆς λεκάνης τῶν Παρισίων. Στὶς Ἑν. Πολιτεῖες, καὶ συγκεκριμένα στὴν Καλιφόρνια, ἐκτελοῦνται σήμερα βαθεῖες γεωτρήσεις ἐπὶ τῆς περιφήμου μεταπτώσεως τοῦ *San Andreas*, σὲ μιὰ προσπάθεια συλλογῆς στοιχείων πὸν θὰ βοηθήσουν στὴν κατανόηση τῶν δυναμικῶν φαινομένων πὸν προκαλοῦν τοὺς καταστρεπτικὸς σεισμοὺς τῆς περιοχῆς. Τέλος στὴν Κύπρο εἶναι ὑπὸ περάτωση ἕνα πρόγραμμα τριῶν γεωτρήσεων, πὸν ἔχει ὡς στόχο τὴν λεπτομερέστερη ἀνάλυση τοῦ ὀφιολιθικοῦ συμπλέγματος τοῦ Τροόδου πὸν ἀποτελεῖ πρότυπο τοῦ εἶδους.

ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΓΛΗΣ

Ἄφ' ὅτου οἱ φυσικοὶ ἀπεκάλυψαν ὅτι τὸ ἄτομο, ὁ μικρότερος κατὰ τὸ Δημόκριτο κόκκος ὕλης, συνίσταται ἀπὸ ἕνα πυρήνα πέριξ τοῦ ὁποίου κινοῦνται ἐπὶ τροχιῶν τὰ ἠλεκτρόνια, ἡ προσοχὴ στράφηκε πρὸς τὴ διερεύνηση τῆς συστάσεως τοῦ πυρήνα. Οἱ ἔρευνες ἀπέδειξαν ὅτι ὁ πυρήνας αὐτός, πὸν εἶναι κατὰ 10.000 φορές μικρότερος τοῦ ἀτόμου, τοῦ ὁποίου τὸ μέγεθος εἶναι μικρότερο τοῦ 1 δισεκατομμυριοστοῦ τοῦ mm, ἀποτελεῖται ἀπὸ ἀκόμη μικροσκοπικότερα σωματίδια. Εἶναι τὰ πρωτόνια πὸν φέρουν θετικὸ ἠλεκτρικὸ φορτίο καὶ τὰ νετρόνια χωρὶς κανένα φορτίο.

Μὲ βάση τὶς διαπιστώσεις αὐτὲς ἀναπτύχθηκαν θεωρητικὰ πρότυπα πρὸς ἐξήγηση τῆς συνοχῆς τοῦ πυρήνος, πὸν ὀδηγοῦν στὴν πρόβλεψη ὑπάρξεως δυνατότητος διασπάσεως τούτου στὰ συστατικά του καὶ τῶν συστατικῶν τούτων σὲ ἀκόμη μικρότερα καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Τίθεται ἀμέσως τὸ πρόβλημα τοῦ ὅριον μέχρι τοῦ ὁποίου μπορεῖ νὰ φθάσει ἡ διάσπαση αὐτὴ καὶ τοῦ προσδιορισμοῦ τῶν στοιχειωδῶν ἐλαχιστοτάτων σωματιδίων μὲ τὰ ὁποῖα δομεῖται ἡ ὕλη.

Με τὸ πρόβλημα αὐτὸ ἡ φυσικὴ εἰσχώρησε στὴν ἔρευνα τοῦ κόσμου τῶν ὑποατομικῶν σωματιδίων. Σήμερα πιστεύεται ὅτι σὲ κάθε ὑποατομικὸ σωματίδιο ἀντιστοιχεῖ ἓνα ἀντισωματίδιο ἀντιθέτου ἠλεκτρικοῦ φορτίου. Ἐτσι, στὸ ἠλεκτρόνιο ἀντιστοιχεῖ τὸ ἀντιηλεκτρόνιο, τὸ ἄλλως ὀνομαζόμενο *Positron*, τὸ ὁποῖο ἀποκαλύφθηκε ὑπὸ τοῦ *Anderson* τὸ 1932, στὴν κοσμικὴ ἀκτινοβολία. Στὸ πρωτόνιο ἀντιστοιχεῖ τὸ ἀντιπρωτόνιο, τὸ ὁποῖο παρήχθη ὑπὸ τοῦ *Segré*, τὸ 1955.

Ἡ πειραματικὴ διερεύνηση ὄλων αὐτῶν τῶν προβλημάτων τοῦ κόσμου τῶν ὑποατομικῶν σωματιδίων γίνεται σὲ εἰδικὲς διατάξεις, τοὺς ἐπιταχυντὲς (*Synchrotrons*). Περὶ αὐτῶν ἀγωγῶν ὑπὸ κενό, μέσα στοὺς ὁποίους δημιουργοῦνται ἰσχυρότατα μαγνητικὰ πεδία μέσω εἰδικῶν ἠλεκτρομαγνητῶν πὸν τοὺς περιβάλλουν. Ἐντὸς τῶν ἀγωγῶν αὐτῶν ἐκτοξεύονται πρωτόνια ἢ ἠλεκτρόνια, τὰ ὁποῖα ἐπιταχύνονται ἀπὸ τὰ μαγνητικὰ πεδία. Ὅταν δὲ φθάσουν στὴ μεγίστη τῶν ταχύτητα ὑπερφορισμένα μὲ ἐνέργεια, προσκρούουν ἐπὶ στόχου ἢ ἔρχονται σὲ σύγκρουση μὲ ἄλλα σωματίδια πὸν ἐπιταχύνονται κατὰ τὸν ἴδιο τρόπο καὶ ἐκρήγνυνται δισπῶμενα σὲ δέσμη μικροτέρων σωματιδίων. Τὰ τελευταῖα αὐτὰ καταγράφονται φωτογραφικῶς ἀπὸ πολὺπλοκα ὄργανα ἀνιχνεύσεως ἐγκατεστημένα στὸ σημεῖο ἐκρήξεως.

Ἐπιταχυντὲς λειτουργοῦν σήμερα στὴν Εὐρώπη, Ἀμερικὴ καὶ Ρωσία. Κατεγράφησαν μέχρι τοῦδε 150 καὶ πλέον ὑποπυρηνικὰ σωματίδια. Μεταξὺ τούτων δύο τύποι φαίνονται νὰ ἔχουν καθοριστικὸ ρόλο στὴ δομὴ τῆς ὕλης: τὰ *leptons* ἢ ἐλαφρὰ σωματίδια, ὅπως τὸ ἠλεκτρόνιο, καὶ τὰ *quarks* ἢ βαρέα σωματίδια. Τῶν τελευταίων τούτων ὑπάρχουν διάφοροι τύποι ὅπως τὸ *quark up* καὶ τὸ *quark down* πὸν συμβολίζονται μὲ τὰ γράμματα *u* καὶ *d* ἀντιστοίχως. Τὸ πρωτόνιο συνίσταται ἀπὸ δύο *u* καὶ ἓνα *d* (*uud*), τὸ νετρόνιο ἀπὸ ἓνα *u* καὶ δύο *d* (*udd*). Ἐτσι, γιὰ νὰ κατασκευασθεῖ οἰονδήποτε εἶδος ὕλης, ἀρκεῖ νὰ διατίθενται *quarks u*, *quarks d*, καὶ ἠλεκτρόνια ἐν ἀφθονία. Μὲ τὰ *quarks u* καὶ *d* δομοῦνται τὰ πρωτόνια καὶ τὰ νετρόνια. Μὲ τὰ πρωτόνια καὶ νετρόνια δομοῦνται οἱ πηρῆνες καὶ μὲ τοὺς πηρῆνες καὶ τὰ ἠλεκτρόνια δομοῦνται τὰ ἄτομα. Τέλος μὲ τὰ ἄτομα δομοῦνται τὰ μόρια τῆς ὕλης. Ἐτσι, τὰ *quarks* θεωροῦνται σήμερα ὡς οἱ πλίνθοι δομήσεως τῆς ὕλης.

Αὐτὰ εἶναι τὰ μέχρι τώρα συμπεράσματα τῆς ἔρευνας. Ἀλλὰ οἱ ἐπιστήμονες ὑποψιάζονται δυνατὸτητα περαιτέρω διασπάσεως, τὴν ὑπαρξὴ δηλαδὴ καὶ ἄλλων μικροτέρων σωματιδίων. Ἡ πειραματικὴ ὁμως διερεύνηση προσκρούει στὴν ἀνεπάρκεια τῆς ἰσχύος τῶν ὑπαρχόντων ἐπιταχυντῶν. Νέες γιγαντιαῖες ἐγκαταστάσεις βρίσκονται σήμερα ὑπὸ κατασκευὴ γιὰ τὴν ἀντιμετώπιση τῆς ἀνεπάρκειας αὐτῆς. Ἐτσι, στὸ περίφημο εὐρωπαϊκὸ κέντρο *CERN* πὸν ἰδρύθηκε τὸ 1959 μὲ συνεργασία 13 εὐρωπαϊκῶν χωρῶν, μεταξὺ τῶν ὁποίων καὶ ἡ Ἑλλάς ὅπου λειτουργεῖ ἀπὸ τοῦ 1976 ὁ κυκλικὸς ἐπιταχυντὴς *SPS* διαμέτρου 2.000m καὶ ἰσχύος 400 GEV,

κατασκευάζεται ένας νέος γιγαντιαίος επιταχυντής, ο LEP (*Large Electron-Positron ring*), που θα έχει κυκλικό άγωγο μήκους 27.000m. Στόν επιταχυντή αυτό θα χρησιμοποιούνται ηλεκτρόνια και ποσιτρόνια με ταχύτητες πλησιάζουσες τήν ταχύτητα τοῦ φωτός.

Περισσότερο φιλόδοξο παρουσιάζεται τὸ σχέδιο SSC (*Superconducting Supercollider*) τῶν Ἀμερικανῶν πού προβλέπει δακτυλοειδοῦς μορφῆς άγωγοῦ μήκους 87.000m, ὅπου θα χρησιμοποιούνται πρωτόνια. Οἱ Ρῶσοι ἀντιθέτως ἀποφάσισαν τήν κατασκευή νέου επιταχυντή με εὐθύγραμμο άγωγοῦ μήκους 20.000m.

Τὸ κόστος κατασκευῆς καὶ λειτουργίας τῆς ὡς ἄνω ἐγκαταστάσεως εἶναι τεράστιο. Ἡ δαπάνη κατασκευῆς τοῦ εὐρωπαϊκοῦ επιταχυντή LEP προβλέπεται ὅτι θα ὑπερβεῖ τὸ 1 δισ. δολλάρια, ἐνῶ ἐκείνη τοῦ ἀμερικανικοῦ επιταχυντή SSC τὰ 6 δισ. Ἡ ἐπιστημονικὴ ὄμως σημασία τοῦ στόχου εἶναι ἐξ ἴσου σημαντικὴ. Μὲ τήν προσπάθεια ἀποκαλύψεως τοῦ τρόπου ὀργανώσεως τῆς ὕλης προωθεῖται στήν οὐσία ἡ ἀντίληψη τῆς γενέσεως τοῦ σύμπαντος. Πράγματι, ἡ ἔκρηξη τοῦ ὑπερφορτισμένου με ἐνέργεια σωματιδίου, πού πραγματοποιεῖται ἐντὸς τοῦ επιταχυντή με ἀποτέλεσμα τήν διάσπαση τούτου σὲ δέσμη ἄλλων σωματιδίων, εἶναι, κατὰ τοὺς φυσικούς, μιὰ ἀναπαράσταση τοῦ big-bang πού ἀποτελεῖ τὴ βάση τῆς θεωρίας γενέσεως τοῦ Σύμπαντος.

Η ΣΥΝΤΗΞΗ ΤΩΝ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΠΥΡΗΝΩΝ

Ἡ σύντηξη ἀτομικῶν πυρήνων παρουσιάζεται κατὰ κάποιον τρόπο ὡς ἡ ἀντίστροφη με τὴ διάσπαση τοῦ ἀτόμου ἀντίδραση. Καὶ στίς δύο περιπτώσεις, ὅπως προβλέφθηκε ἀπὸ τὸν Einstein, ἕνα μέρος τῆς μάζας τῶν ἀρχικῶν πυρήνων ἐξατμίζεται, μεταβαλλομένη σὲ ἐνέργεια. Διὰ τῆς συντήξεως τῶν ἀτομικῶν πυρήνων ἑνὸς ἐλαφροῦ στοιχείου προκύπτουν πυρῆνες βαρύτερου στοιχείου με ταυτόχρονη ἔκλυση θερμότητας. Ὑπολογίζεται ὅτι στόν ἥλιο, κάθε δευτερόλεπτο, 600 ἐκ. τόννοι ὕδρογόνου μετατρέπονται σὲ 596 ἐκ. τόννους ἡλίου, ἐνῶ 4 ἐκ. τόννοι μάζας μεταβάλλονται σὲ θερμότητα.

Ἀπὸ 30ετίας περίπου ἄρχισε συστηματικὴ παραγωγή ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας με βάση τὴ διάσπαση πυρήνων οὐρανίου. Περισσότεροι ἀπὸ 500 θερμοπυρηνικοὶ σταθμοὶ τοῦ εἴδους αὐτοῦ συνολικῆς ἐγκατεστημένης ἰσχύος 400.000 MW περίπου, εἶναι σήμερα σὲ λειτουργία καὶ καλύπτουν ἕνα σημαντικό ποσοστὸ τῆς παγκόσμιας παραγωγῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας. Ἀντιθέτως βιομηχανικὴ παραγωγή με βάση τὴ σύντηξη ἀτομικῶν πυρήνων δὲν ἔχει ἀκόμη πραγματοποιηθεῖ, καὶ τοῦτο διότι ἀπαντᾶ σοβαρὰ τεχνικὰ δυσκολίες. Πράγματι, βαρεῖς πυρῆνες, ὅπως π.χ. οἱ πν-ρῆνες τῶν ἀτόμων οὐρανίου, διασπῶνται σχετικὰ εὐκόλα με βομβαρδισμό νετρονίων,

ἐνῶ, γιὰ νὰ ἐπιτευχθεῖ ἡ σύντηξη καὶ ἐλαφροτάτων ἀκόμη πυρήνων, ὅπως ἐκεῖνοι τοῦ ὕδρογόνου, ἀπαιτοῦνται τεράστιες θερμοκρασίες, τῆς τάξεως τῶν 100 ἐκ.°C. Πρὸς τὴν χρῆση δευτερίου, ἐνὸς ἰσοτόπου τοῦ ὕδρογόνου, ποὺ ἀπαντᾷ ἐν ἀφθονίᾳ στὸ θαλάσσιο ὕδωρ, προσανατολιζοῦνται τελικὰ οἱ ἔρευνες συντήξεως.

Ἡ παραγωγή ἐνεργείας διὰ συντήξεως παρουσιάζει σοβαρὰ πλεονεκτήματα σὲ σύγκριση μὲ τὴν παραγωγή διὰ διασπάσεως. Ἐν πρώτοις διότι ἡ σύντηξη δὲν συνοδεύεται ἀπὸ ἐκπομπὴ σωρείας ραδιενεργῶν σωμάτων, ὅπως συμβαίνει μὲ τὴν διάσπαση, καὶ συνεπῶς δὲν ὑπάρχει σοβαρὸς κίνδυνος ρυπάνσεως ἀπὸ ραδιενέργεια. Ἄλλο τεράστιο πλεονέκτημα εἶναι ὅτι χρησιμοποιεῖ ὡς πρώτη ὕλη τὸ δευτέριο, ποὺ βρῖσκεται στὸ θαλάσσιο ὕδωρ καὶ ὑπάρχει ἐπομένως σὲ ἀνεξάντλητα ἀποθέματα.

Γιὰ τοὺς παροπάνω ἀκριβῶς λόγους ἡ σύντηξη θεωρεῖται ὡς ἡ ἐπιθυμητὴ καὶ ριζικὴ λύση τοῦ προβλήματος παραγωγῆς ἐνεργείας καὶ ἀποτελεῖ σήμερα ἀντικείμενο ἐντατικῆς ἔρευνας, ἡ ὁποία διεξάγεται πρὸς τὴν ἐξῆς κατεύθυνση: Σ' ἕνα πρῶτο στάδιο προκαλεῖται ὁ ἰονισμὸς τοῦ δευτερίου, ἡ παραγωγή δηλαδή ἐνὸς πλάσματος, διὰ θερμάνσεως στοὺς 10.000 °C. Στὴ θερμοκρασία αὕτη οἱ πυρήνες ἐλευθερώνονται καὶ φέρουν ὅλοι τὸ αὐτὸ θετικὸ φορτίο, τὸ φορτίο τοῦ πρωτονίου. Ἐπομένως ἀντὶ νὰ ἔλκονται, πρᾶγμα ἀπαραίτητο γιὰ τὴν σύντηξη, ἀπωθοῦνται. Μὲ ἄνοδο ὅμως τῆς θερμοκρασίας σὲ ἐπίπεδα δεκάδων χιλιάδων °C, ἡ εἰκόνα μεταβάλλεται. Οἱ πυρήνες ἀποκοτῶν κινητικότητα καὶ ἀλληλοσυγκρούονται μέχρι βαθμοῦ νὰ ἐπιτυγχάνεται ἡ συγκόλλησή τους, μὲ ἄλλους λόγους, νὰ συντελεῖται ἡ σύντηξή τους. Ἡ καταναλισκόμενη ὅμως ἐνέργεια μπορεῖ νὰ ὑπερβεῖ τὴν κατὰ τὴν σύντηξη ἐκλύομενη, ἐκτὸς ἐὰν αὕτη πραγματοποιηθεῖ κάτω ἀπὸ συνθήκες τεράστιας πυκνότητος τοῦ πλάσματος καὶ μεγάλης ταχύτητος ἀντιδράσεως. Εἶναι οἱ συνθήκες τοῦ κριτηρίου Lawson ποὺ συνδέει, γιὰ δεδομένη θερμοκρασία, τὴν πυκνότητα μὲ τὸ χρόνο ἀντιδράσεως. Σύμφωνα μὲ τὸ κριτήριο αὐτὸ ἀπαιτεῖται, γιὰ τὴν θερμοκρασία 100 ἐκ. °C καὶ πυκνότητα 100.000 τρισ. πυρήνων ἀνὰ cm³, ἐλάχιστος χρόνος ἀντιδράσεως ἕνα δευτερόλεπτο.

Μὲ τὰ στοιχεῖα αὐτὰ προβάλλονται τὰ τεράστια τεχνικὰ προβλήματα ποὺ ἀντιμετωπίζει ἡ πραγματοποίησις τῆς συντήξεως. Δὲν εἶναι εὐκόλο νὰ ἐπιτευχθοῦν πυκνότητες καὶ θερμοκρασίες τέτοιου ἐπιπέδου, ἀλλὰ πέραν τούτου ποῖα συσκευὴ θὰ μποροῦσε νὰ ἀντέξει στὶς θερμοκρασίες αὐτές. Πρῶτοι οἱ Ρῶσοι ἔλυσαν τὸ πρόβλημα τῆς συσκευῆς μὲ τὴν ἰδέα νὰ χρησιμοποιήσουν γιὰ τὴν ἀντίδραση τὸ χῶρο ποὺ δημιουργεῖται ἀπὸ τὶς γραμμὲς δυνάμεως ἐνὸς ἰσχυροῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Ἀναπτύχθηκε ἔτσι ὁ ἀντιδραστήρας Tokamak ἀπὸ τὶς ρωσικὲς λέξεις tok καὶ mak, ποὺ σημαίνουν ἀντιστοίχως ρεῦμα καὶ μαγνητισμός.

Σήμερα λειτουργοῦν τρεῖς μεγάλοι ἀντιδραστήρες τύπου Tokamak. Ὁ ἀντι-

δραστήρας *TFTR* (*Tokamak Fusion Test Reactor*) του Πανεπιστημίου του *Princeton*, στις Ήν. Πολιτείες Ἀμερικής. Ὁ ἀντιδραστήρας *JTCO* (*Japanese Tokamak*), τοῦ Ἰνστιτούτου ἀτομικῶν ἐρευνῶν *Tokai-Mura*, κοντὰ στὸ Τόκιο. Τέλος ὁ ἀντιδραστήρας *JET* (*Joint European Torus*) τῶν Κρατῶν τῆς Εὐρωπαϊκῆς Κοινοτήτας, πὸν εὐρίσκεται στὸ *Culham* στὴ Μεγάλη Βρεταννία. Στὰ τρία αὐτὰ κέντρα διεξάγονται ἐντατικές ἐρευνες γύρω ἀπὸ τὸ μεγάλο πρόβλημα τῆς συντήξεως. Οἱ ἀρχικὲς δυσχέρειες ἐπιτεύξεως ὑψηλῶν θερμοκρασιῶν στὰ ἐπιθυμητὰ ἐπίπεδα ξεπεράσθηκαν. Στὸν ἀντιδραστήρα *JET* ἐπιτεύχθηκαν ἤδη θερμοκρασίες πὸν φθάνουν τὰ 140 ἐκ. °C καὶ πραγματοποιήθηκαν ὅλες οἱ συνθήκες *Lawson*. Ἡ ἐπίλυση τοῦ προβλήματος τῆς συντήξεως εἶναι ἐν ὄψει καὶ προβλέπεται ὅτι, μέχρι τὸ 2000 ἕως 2005, ἡ διὰ συντήξεως τῶν ἀτομικῶν πυρήνων δευτερίου βιομηχανικὴ παραγωγὴ ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας θὰ ἔχει γίνῃ πραγματικότητα.

Στὸ σημεῖο αὐτὸ θὰ πρέπει νὰ ἀναφερθεῖ καὶ μιὰ ἄλλη κατεύθυνση ἀμερικανικῆς ἐπινοήσεως πρὸς τὴν ὁποία διεξάγεται ἀντίστοιχη ἐρευνα. Πρόκειται γὰρ τὸν ἀντιδραστήρα *ZEUS* στὸν ὁποῖο χρησιμοποιεῖται μαζὶ μὲ τὸ δευτέριο καὶ ἓνα ἄλλο ἰσότοπο τοῦ ὕδρογόνου, τὸ τρίτιον. Ἡ σύντηξη πυρήνων δευτερίου-τριτίου ἀπαιτεῖ πολὺ λιγότερη ἐνέργεια ἀπὸ τὴ σύντηξη πυρήνων δευτερίου-δευτερίου καὶ τοῦτο ἀποτελεῖ μεγάλο πλεονέκτημα. Ὑπάρχει ὁμως καὶ ἓνα μειονέκτημα. Εἶναι ὅτι τὸ τρίτιον, τὸ βαρύτερο αὐτὸ ἰσότοπο τοῦ ὕδρογόνου, εἶναι σπανιότατο στὴ φύση. Μπορεῖ βεβαίως νὰ παραχθεῖ ἀπὸ τὸ λίθιο διὰ βομβαρδισμοῦ τούτου μὲ νετρόνια καὶ ἡ ἐρευνα διεξάγεται περίξ τῆς δυνατότητος καλύψεως τοῦ κέντρου τοῦ ἀντιδραστήρα *Tokamak* μὲ ἐπέκδοση λιθίου, σὲ τρόπο ὥστε τὸ τρίτιον νὰ παράγεται ἐπὶ τόπου. Καὶ τοῦτο διότι ἡ διακίνηση τοῦ τριτίου δημιουργεῖ ὀρισμένα προβλήματα λόγω τῆς ἰσχυρᾶς ραδιενεργείας του. Πάντως ἡ ραδιενέργεια αὐτὴ διαρκεῖ 11 μόνο χρόνια ἔναντι 24.000 ἐκείνης τοῦ πλουτωνίου.

Δὲν χρειάζεται νομίζω νὰ τονισθεῖ ἰδιαίτερος ἡ τεραστία σημασία τῶν ἐρευνῶν περίξ τοῦ προβλήματος τῆς συντήξεως τῶν ἀτομικῶν πυρήνων. Σήμερα οἱ ἐρευνες αὐτὲς ἀπασχολοῦν στρατιᾶς ἐρευνητῶν καὶ ἀπορροφοῦν μεγάλα ποσὰ χρημάτων. Γιὰ τὸ 1986 μόνο, ἡ Ἀμερικὴ διέθεσε 508 ἐκ. δολλάρια, ἡ Ἰαπωνία 180 καὶ ἡ Εὐρώπη 350 ἐκ. ECUS.



Κυρίες καὶ Κύριοι, πέραν ἀπὸ τὰ ὀλίγα παραδείγματα ἐρευνητικῶν προγραμμάτων, πὸν πολὺ συνοπτικὰ καὶ ἀπλοποιημένα σᾶς παρουσίασα παραπάνω, ὑπάρχουν καὶ ἄλλα σοβαρὰ ἐπίσης προγράμματα πὸν βρίσκονται σήμερα σὲ ἐξέλιξη καὶ προβλέπεται νὰ καταλήξουν μέχρι τὸ τέλος τοῦ παρόντος αἰῶνα. Ἐνδεικτικῶς ἀναφέρω

τὴν ἐπανδρωμένη ἀποστολὴ στὸν πλανήτη Ἄρη, τὸν περίφημο πόλεμο τῶν ἄστρον, τὶς ἐξερευνήσεις τῶν ὠκεάνιων βυθῶν καὶ τέλος τὴν κατασκευὴ τοῦ *Intelligent Computer*, δηλαδὴ τοῦ ἠλεκτρονικοῦ ὑπολογιστῆ πὸν θὰ λειτουργεῖ, ὅπως τὸ ἀνθρώπινο μυαλό, μὲ κατ' εὐθείαν πληροφορίες ὄντι μὲ τὴν ἐπεξεργασία ἐναποθηκωμένων στοιχείων. Πρόκειται περὶ ἐρευνῶν ἐξόχου ἐνδιαφέροντος, ἡ ἔλλειψη ὁμοῦ χρόνου δὲν ἐπιτρέπει λεπτομερέστερη ἀναφορά.

Μὲ ὅλα τὰ συγκλονιστικὰ ἐπιτεύγματα πὸν συντελέσθησαν μέσα στὸν 20ῶ αἰῶνα καὶ ἐκεῖνα πὸν ἀναμένεται νὰ συντελεστοῦν μέχρι τὸ τέλος του, ὁ αἰῶνας αὐτὸς θὰ παραμείνει στὴν ἱστορία τῆς ἀνθρωπότητος ὡς μία ἐξαιρετικὴ περίοδος ἐπιστημονικῆς καὶ τεχνολογικῆς ἐκλάμψεως. Κάποιος, δὲν θυμᾶμαι ποῦ τὸ διάβασα, μετρώντας τοὺς σοφοὺς ἀπὸ τοὺς ἀρχαίους χρόνους μέχρι σήμερα, διαπίστωσε ὅτι τὸ 90 % ζοῦν ἢ ἔζησαν μέσα στὸν 20ῶ αἰῶνα καὶ χαρακτήρισε τὸν αἰῶνα αὐτὸ ὡς μιὰ περίοδο ἐξάρσεως τῆς ἀνθρώπινης σοφίας. Προσωπικῶς δὲν νομίζω ὅτι πρόκειται περὶ ἐξάρσεως. Τὸ φαινόμενο θὰ πρέπει, κατὰ τὴ γνώμη μου, νὰ ἀποδοθεῖ στὶς ἀναμορφώσεις πὸν ἐπέφερε σ' ὅλους τοὺς τομεῖς ἡ ἐδραίωση καὶ ἀνάπτυξη τῆς βιομηχανικῆς κοινωνίας. Ἀπὸ τὶς ἀρχὲς τοῦ 20οῦ αἰῶνα μιὰ νέα κατάσταση διαμορφώνεται: ἡ παιδεία καὶ μόρφωση ἐξαπλώνονται ταχύτατα σὲ ὅλα τὰ κοινωνικὰ στρώματα, ἡ παραγωγὴ ἐπιστημονικοῦ προσωπικοῦ αὐξάνει ἀλματωδῶς, ἡ χρησιμοποίησή του γίνεται σαφῶς ἀποδοτικότερη μέσα στὰ πλαίσια μιᾶς νέας φιλοσοφίας καὶ συνεχῶς βελτιωμένης ὀργανώσεως, ἡ ἐπιστημονικὴ πληροφόρηση διευρύνεται καὶ ἐπιταχύνεται. Καὶ ὅλα αὐτὰ ἀναμφισβήτητα ἀντανακλῶνται στὴν ποσότητα καὶ ποιότητα τοῦ παραγομένου ἔργου, πὸν στὴν προκειμένη περίπτωσι ἐκφράζεται μὲ τὰ θεαματικὰ ἐπιτεύγματα τοῦ αἰῶνα πὸν ζοῦμε.