

# ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ

Είμαστε μάρτυρες ενός πρωτόφαντου ρυθμού επίσημονικής ανάπτυξης. Η κυριαρχία του ανθρώπου πάνω στη φύση έχει φτάσει σε βαθμό που ποτέ άλλοτε δε γνωρίσαμε. Καθώς οι επιστήμινες εισδύουν στα μυστικά της φύσης, αποκαλύπτουν όλο και μεγαλύτερες δυνατότητες για την παραπέρα ανάπτυξη της τεχνικής, της βιομηχανίας της αγροτικής οικονομίας και της Ιατρικής. Με τη ραγδαία ανάπτυξη της επιστήμης και της νέας τεχνικής, εμφανίζεται για πρώτη φορά στην ιστορία η πραγματική δυνατότητα να ικανοποιηθούν όλες οι υλικές και πνευματικές ανάγκες κάθε ανθρώπου πάνω στη Γη.

Στην πραγματοποίηση αυτού του μεγάλου ανθρωπιστικού σκοπού δεν υπάρχουν φραγμοί ούτε από την πλευρά του επιπέδου ανάπτυξης της επιστήμης και τεχνικής, ούτε από την πλευρά των εργατικών δυνάμεων και μέσων. Απαιτείται όμως, όλοι οι λαοί και κυβερνήσεις του κόσμου, όπως των σοσιαλιστικών χωρών, θέσουν ως κύριο σκοπό τους την πλήρη ικανοποίηση των υλικών και πνευματικών αναγκών των ανθρώπων, την εξασφάλιση μιας πραγματικά ελεύθερης ζωής, τον πλήρη αποκλεισμό του πολέμου, ως μέσου επίλυσης των διαφορών μεταξύ των λαών, την εφαρμογή του πλήρους άφοπλισμού και τη διασφάλιση της ειρηνικής συνύπαρξης μεταξύ κρατών με διαφρετικά πολιτικά συστήματα.

Τί θα γίνει μέσα σε 20 έως 40 χρόνια, στο τέλος του αιώνα μας; Τί δύναμη θα έχουν τότε αποκτήσει η επιστήμη και η τεχνική, που δε μπορούμε ακόμα να φαντασθούμε; Και ποιές βασικές αλλαγές θα προκαλέσει αυτό το γεγονός στην παγκόσμια οικονομία;

Φυσικά είναι αδύνατο να προβλέψουμε νέες επιστημονικές ανακαλύψεις στον καιρό μας, με την τόσο έκπληκτικά ραγδαία εξέλιξη της επιστήμης. Μπορούμε όμως με αρκετή πιθανότητα να προβλέψουμε πώς θα εξελιχθούν οι ήδη ύφιστάμενες επιστημονικές κατευθύνσεις και τί σημαντικές συνέπειες θα έχουν.

Στις αρχές του 19ου αιώνα άρχισε η θριαμβευτική ανάπτυξη της επιστήμης και τε-

χνικής. Ο 19ος αιώνας ονομάζεται και εποχή του ατμού και ηλεκτρισμού. Άλλα πώς πρέπει να ονομάσουμε τον 20ο αιώνα; Εποχή της ατομικής ενέργειας ή εποχή της διείσδυσης στον κοσμικό χώρο; Εποχή των πολυμερών ενώσεων ή εποχή του ραδιοφώνου, της τηλεόρασης και της ηλεκτρονικής; Εποχή της κυβερνητικής και των ηλεκτρονικών έγκεφάλων; Εποχή της εφαρμογής της χημείας και τεχνικής στην αγροτική οικονομία; Η εποχή νέων Ιατρικών παρασκευασμάτων και της επιμήκυνσης της ανθρωπίνης ζωής.

Η νεώτερη επιστήμη δημιουργεί άκατάπαυστα τις πλέον διάφορες και άγνωστες πριν μορφές τεχνικής και νέες μεθόδους παραγωγής. Αυτό είναι συνέπεια εκείνου που ο Λένιν το 1908 χαρακτήριζε ως την επανάσταση στις φυσικές επιστήμες. Ο 20ος αιώνας δε χαρακτηρίζεται μόνο από την τεράστια αύξηση των επιστημονικών γνώσεων, αλλά και από μία ποιοτική αλλαγή του χαρακτήρα της ίδιας της επιστήμης.

Η έσωτερική δομή της ύλης. Στις δυο πρώτες δεκαετίες του 20ου αιώνα άρχισαν να κατανοούν την έσωτερική δομή της ύλης και να διεισδύουν στο έσωτερικό του ατόμου. Έτσι άρχισε η επανάσταση στις φυσικές επιστήμες.

Όπως είναι γνωστό, το άτομο παρουσιάστηκε ως μια πολύ σύνθετη μορφή, αποτελούμενη από ένα πολύ συμπαγή, θετικά φορτισμένο πυρήνα, και από ένα λιγώτερο πυκνό στρώμα ηλεκτρονίων, το οποίο αντισταθμίζει το φορτίο του πυρήνα. Ατομα διαφόρων στοιχείων διακρίνονται μεταξύ τους μόνο από το μέγεθος του φορτίου του πυρήνα και από το αντίστοιχο πλήθος των περιστρεφόμενων γύρω από τον πυρήνα ηλεκτρονίων. Ανακαλύφθηκε ότι τα ηλεκτρόνια είναι που καθορίζουν τις φυσικές και χημικές ιδιότητες, εκτός από το βάρος.

Ο ατομικός πυρήνας παίζει ένα πολύ παθητικό ρόλο, καθορίζει το πλήθος των ηλεκτρονίων και το χαρακτήρα της κίνησής τους. Αργότερα ανακαλύφθηκε ότι οι νόμοι της ή-

# ΤΟΥ ΜΕΛΛΟΝΤΟΣ

λεκτρονικῆς κίνησης μέσα στοῦ ἄτομο εἶναι πολὺ διάφοροι ἀπὸ τοὺς γνωστούς νόμους τῆς μηχανικῆς καὶ ἠλεκτροδυναμικῆς. Ἡ θεωρία τῆς κβαντομηχανικῆς, ποὺ διασάφισε τὶς νομοτέλειες τῆς ἠλεκτρονικῆς κίνησης, τόσο σὲ ἐλεύθερες κινήσεις, ὅσο καὶ μέσα στοῦ ἄτομο, ἦταν μιὰ σημαντικὴ ἐπιτυχία.

Μὲ τὴ βοήθεια τῆς κβαντομηχανικῆς οἱ ἐπιστήμονες μπόρεσαν μὲ ἀπ' εὐθείας ὑπολογισμοὺς νὰ ὀρίσουν ὅλες τὶς φυσικὲς καὶ χημικὲς ἰδιότητες τοῦ ἀπλούστερου ἀτόμου, τὰ δὲ ἀποτελέσματα ἀνταποκρίνονταν μὲ ἀρκετὴ ἀκρίβεια στὶς πειραματικὰ ἐπιτυγχανόμενες τιμές. Ἀκόμα καὶ σὲ βαρύτερα ἄτομα ἦταν δυνατὸς ἓνας ὀρισμένος ποιοτικὸς καθορισμός. Αὐτὸ ἦταν μιὰ μεγάλη νίκη ποὺ ἐπέτυχε ἡ ἐπιστήμη τοῦ 20οῦ αἰώνα. Ἀργότερα ἔγινε δυνατὸ νὰ κατανοηθῇ ὁ χαρακτήρας τῶν χημικῶν δυνάμεων.

Μέσω τῶν ἰδιοτήτων τῶν σύνθετων ἀτόμων, μποροῦσαν νὰ ὀρισθοῦν οἱ ἰδιότητες τῶν ἀπλούστατων μορίων. Στὰ σύνθετα μόρια αὐτὸ μποροῦσε νὰ γίνῃ μόνον ποιοτικὰ. Μὲ ἀνάλογο τρόπο μποροῦσαν νὰ καθοριστοῦν οἱ αἰτίες γιὰ μερικὲς φυσικὲς καὶ χημικὲς ἰδιότητες τῶν στερεῶν σωμάτων, ὅπως π.χ. τῶν μετάλλων, τῶν διηλεκτρικῶν κτλ.

Αὐτὴ ἡ γνώση τῆς ἐσωτερικῆς δομῆς τῆς ὕλης, μᾶς ὀδήγησε στοῦ σημεῖο, ὥστε νὰ μποροῦμε σήμερα ἐνσυνείδητα νὰ προσδίνουμε σὲ ἓνα ὑλικὸ νέες ἰδιότητες, ποὺ τὶς χρειαζόμαστε. Αὐτὸ εἶχε σὰ συνέπεια γιὰ τὴ χημεία νέες μεθόδους σύνθεσης, μέσω τῶν ὁποίων μποροῦμε νὰ πραγματοποιήσουμε νέες ἐνώσεις καὶ νὰ τελειοποιήσουμε τὴν τεχνολογία τῆς παραγωγῆς γνωστῶν ἤδη οὐσιῶν.

Στὴ φυσικὴ πάλι αὐτὸ ὀδήγησε σ' ἓνα πλήθος νέων ἀνακαλύψεων στὴν περιοχὴ τῆς ἐρευνας τῶν στερεῶν σωμάτων, ἀπὸ τὶς ὁποῖες μόνον μερικὲς θὰ μποροῦσα νὰ μνημονεύσω. Ἐδῶ πρέπει ν' ἀναφέρω τὴν ἐκπομπὴ ἠλεκτρονίων ὑπὸ τὴν ἐπίδραση θερμότητας καὶ φωτός, τὴν ἀνακάλυψη τῶν ἡμιαγωγῶν μὲ τὶς ἐκπληκτικὲς ἠλεκτρικὲς ἰδιότητες, τὴν ἀνακάλυψη τοῦ φαινομένου τῆς μεταφορᾶς ἐνεργεί-

ας ἐντὸς στερεῶν σωμάτων καὶ σὲ συνέχεια τὴν ἀνακάλυψη τῆς δυνατότητας ν' ἀκτινοβοληθοῦν πολὺ στενὲς δέσμες φωτός καὶ μικροκυμάτων κατὰ συμφυῆ τρόπο μὲ τὴν βοήθεια τῶν λεγομένων Laser\* καὶ Maser\*\*.

Ὅλα αὐτὰ ὀδήγησαν στὴν ἀνάπτυξη νέων μεθόδων μὲ πολὺ διαφορετικὲς μορφές. Ἐτσι ἡ ἀνακάλυψη τῶν ἠλεκτρομαγνητικῶν κυμάτων ποὺ πρόβλεψε ὁ Μάξγουελ καὶ ἀπέδειξε ὁ Ε. Χέρτς στὸν 19ο αἰώνα, ἀπέκτησε γιὰ πρώτη φορὰ μὲ τὴν ἐφαρμογὴ τῶν φυσικῶν ἀνακαλύψεων τοῦ 20οῦ αἰώνα μιὰ τόσο μεγάλη τεχνικὴ σημασία. Νέες περιοχὲς τῆς ἐπιστήμης καὶ τῆς τεχνικῆς δημιουργήθησαν, ὅπως ἡ ραδιοφωνία καὶ ἡ ἠλεκτρονικὴ.

Ἀλλὰ ἀκόμα θαυμασιώτερα πράγματα εἶχε σὰ συνέπεια ἡ ἐρευνα τοῦ ἀτομικοῦ πυρήνα. Ἡ ἀνακάλυψη τῆς ραδιενεργοῦ διάσπασης τοῦ ἀτόμου καὶ τῆς τεχνητῆς μετατροπῆς τοῦ ἀτόμου, ἡ ἀνακάλυψη τῆς διάσπασης τῶν βαρέων στοιχείων, ἡ ἀνακάλυψη τῶν ἰσοτόπων, ἄνοιξαν νέο κεφάλαιο στὴ φυσικὴ καὶ ἐδραίωσαν νέες περιοχὲς τῆς ἐπιστήμης: τὴν πυρηνικὴ χημεία καὶ τὴν πυρηνικὴ φυσικὴ.

Ὅταν πρωτόνια καὶ οὐδετερόνια σχηματίζουν διάφορους πυρήνες, τότε, λόγω τῆς δράσης τῶν μεταξύ τους πυρηνικῶν δυνάμεων, ἐλευθερώνονται τεράστιες ποσότητες ἐνεργείας. Σύμφωνα μὲ τὸν περίφημο τύπο τοῦ Ἀϊνστάϊν γιὰ τὴν ἰσοδυναμία μάζας καὶ ἐνεργείας, ἔχουμε μείωση τῆς μάζας σὲ κάθε ἀπελευθέρωση ἐνεργείας. Σύμφωνα μὲ τοὺς ὑπολογισμοὺς καὶ τὰ ἀποτελέσματα τῆς πειραματικῆς ἐρευνας τῶν πυρηνικῶν ἀντιδράσεων, ἡ διαφορὰ μάζας μεταξύ ἀρχικῶν καὶ τελικῶν πυρήνων καὶ ἐπομένως ἡ ἀπελευθερούμενη ἐνεργεία, εἶναι ἰδιαίτερα μεγάλη σὲ δύο πε-

\* Laser = συντομία τοῦ «Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation» δηλ. «ἐνίσχυση φωτός μέσω διεγερμένης ἐκπομπῆς ἀκτινοβολίας».

\*\* Maser = συντομία τοῦ «Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation» δηλ. ἐνίσχυση μικροκυμάτων μέσω διεγερμένης ἐκπομπῆς ἀκτινοβολίας».



ριπτώσεις : πρώτον στη διάσπαση του πυρήνα του ουρανίου 235, του πλουτωνίου κ.τ.λ. σε δυο πυρήνες μέσης μάζας και δεύτερον στη σύντηξη δύο πυρήνων δευτερίου σε ένα πυρήνα ήλιου, ιδιαίτερα στις αντιδράσεις τριτίου και δευτερίου, που παρατηρούνται υπό την επίδραση αρκετά ταχέων ουδετερονίων.

Αυτά τα δύο τελικά συμπεράσματα της θεωρητικής έρευνας του πυρήνα, είχαν για την επιστήμη και τεχνική μέγιστη σημασία.

Το πρώτο συμπέρασμα οδήγησε στην ανακάλυψη της αλυσσωτής αντίδρασης στο ουράνιο και μετά στην ανάπτυξη της ατομικής βόμβας, όπως και στην ειρηνική εφαρμογή της ατομικής ενέργειας στους ατομικούς ηλεκτροσταθμούς. Το δεύτερο συμπέρασμα οδήγησε στην ανακάλυψη των θερμοπυρηνικών αντιδράσεων, που είναι όπως σήμερα γνωρίζουμε, η πηγή της ενέργειας των άστρων και ιδιαίτερα του ήλιου. Στη θερμοπυρηνική αντίδραση βασίζεται η βόμβα υδρογόνου, στην οποία η έκρηξη μιάς μικρής ατομοβόμβας, που χρησιμεύει ως έναυσμα, δημιουργεί την υψηλή θερμοκρασία που χειρίζεται για την πραγματοποίηση της αντίδρασης. Είμαι βέβαιος ότι δεν είναι πλέον μακριά η εποχή που θα μπορούμε να ελέγχουμε τις θερμοπυρηνικές αντιδράσεις. Αυτό θ' ανοίξει πραγματικά μεγάλειώδεις προοπτικές για την ανάπτυξη της ενεργειακής οικονομίας πάνω στη Γη.

Η πυρηνική φυσική έχει φθάσει τώρα σε μια νέα φάση της ανάπτυξής της. Αυτό σχετίζεται με το ότι στα τελευταία 10 - 15 χρόνια ανακαλύφθηκε μεγάλο πλήθος κατά το πλείστον όλιγο σταθερών στοιχειωδών σωματιδίων, τα οποία παράγονται κατά τις μετατροπές των πυρήνων, ιδιαίτερα υπό την επίδραση κοσμικών ακτίνων και σε νέους ισχυρούς επιταχυντές.

Έτσι, υπάρχουν νετρίνια, μεσόνια κάθε είδους και υπερόνια, που διακρίνονται μεταξύ τους από τη μάζα τους, τη φόρτισή τους, τη μαγνητική τους ροπή, τη συστρεφή (σπίν) των ιστόπων κλπ. Όλα αυτά τα σωματίδια μπορούν να μετατραπούν το ένα στο άλλο, υπό τον όρο βέβαια ότι διατηρούν την ενέργειά τους, τη φόρτισή τους, την όρμη και τον λεγόμενο αριθμό βαρυνίων. Διακρίνονται από μερικές εκπληκτικές ιδιότητες, που σημαίνουν την ύπαρξη κάποιων νέων βασικών και γενικωτάτων νόμων του σύμπαντος. Οι θεωρητικοί φυσικοί εργάζονται επίμονα προς μια γενική θεωρία των στοιχειωδών σωματιδίων, που μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλες επιστημονικές γενικεύσεις. Ανάμεσα στα διάφορα στοιχειώδη σωματίδια υπάρχουν «συμμετρικά» ζεύγη: σωματίδια και αντισωματίδια. Το απλούστερο παράδειγμα είναι τα ζεύγη δμοίων σωματιδίων με αντίθετη φόρτιση, π.χ. ηλεκτρόνιο με ποζιτρόνιο, πρωτόνιο και αντιπρωτόνιο κτλ. Στον κόσμο μας ένα ποζιτρόνιο είναι άσταθές, διότι όταν ένα ποζιτρόνιο και ένα ηλεκτρόνιο συναντηθούν, μετατρέπονται σε δύο κβάντα ακτίνων γάμμα, των οποίων η ενέργεια είναι ισοδύναμη με

τη μάζα του ηλεκτρονίου και του ποζιτρονίου. Το αυτό ισχύει για το αντιπρωτόνιο, το οποίο συναντώμενο με ένα πρωτόνιο εξαφανίζεται, οπότε η μάζα τους μετατρέπεται στην ενέργεια ενός μ - μεσονίου. Η απελευθερούμενη με αυτό τον τρόπο τεράστια ποσότητα ενέργειας είναι πολλές εκατοντάδες φορές μεγαλύτερη απ' ότι στη θερμοπυρηνική αντίδραση. Τα ηλεκτρικά ουδέτερα σωματίδια μπορούν να έχουν αντίστοιχα αντισωματίδια, τα οποία δμοια εξαφανίζονται όταν συναντήσουν το ένα το άλλο. Έτσι, ένα ουδετερόνιο έχει ένα αντίστοιχο αντιουδετερόνιο, το οποίο διαφέρει από το ουδετερόνιο κατά την αντίθετη μαγνητική ροπή.

Αντίκοσμοι.

Ο γαλαξίας μας αποτελείται από συστατικά, που συνίστανται από πρωτόνια και ουδετερόνια στον πυρήνα και από ηλεκτρόνια στο περίβλημα του ατόμου. Δεν αποκλείεται όμως η δυνατότητα, όρισμένα συστήματα γαλαξιών να απαρτίζονται από αντισυστατικά, δηλαδή από αντιπρωτόνια και αντιουδετερόνια στον πυρήνα και από ποζιτρόνια στο περίβλημα του ατόμου. Σ' αυτούς τους κόσμους τα αντισωματίδια θα είναι σταθερά και τα σωματίδια άσταθη. Αξίζει να μνημονευθώ ότι όλες οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του ατόμου και στους δύο κόσμους θα είναι οι αυτές. Θα υπάρχουν εκεί οι ίδιες χημικές ενώσεις με την ίδια δομή και τις ίδιες ιδιότητες. Είναι δυνατό να υφίσταται εκεί η αυτή ανόργανη και οργανική συνάντηση ανθρώπου και ακριβώς τέτοια όντα ακόμη κι' ακριβώς τέτοιοι άνθρωποι όπως στον κόσμο μας. Υποθέσατε την φανταστική συνάντηση ανθρώπου και αντιανθρώπου στο κοσμικό διάστημα. Θα μπορούσαν να γνωρισθούν και ν' αγαπηθούν ακόμη, αλλά δεν θα έπρεπε να εγγίσουν ο ένας τον άλλο, διότι τότε θα γινόταν έκρηξη πολύ ισχυρότερη από την έκρηξη μιάς βόμβας υδρογόνου....

Δύο προβλήματα.

Η σημερινή φυσική επιστήμη εύρισκεται, κατά την γνώμη μου, ουσιαστικά μπροστά σε δύο βασικά προβλήματα. Το πρώτο αφορά τη θεωρία των στοιχειωδών σωματιδίων στη φυσική, με άλλα λόγια το πρόβλημα του αρχικού σωματιδίου της ύλης. Το δεύτερο πρόβλημα αφορά απεναντίας την δομή και τη συμπεριφορά της ανώτερης οργανικής ύλης στη βιολογία και χημεία. Η ανώτατη οργανική ύλη είναι η ζωή. Πριν 10—15 χρόνια κατακτήθηκε και η βιολογία, με καθυστέρηση 50 χρόνων από την επανάσταση που άρχισε στις αρχές του 20ού αιώνα. Στη φυσική και μερικά στη χημεία. Οι βιολόγοι άρχισαν από κοινού με τους φυσικούς και χημικούς να ανακαλύπτουν τις εσωτερικές φυσικές και χημικές σχέσεις του εκπληκτικού φαινομένου «ζωής». Κατά τα 15 αυτά χρόνια έπετεύχθησαν επιστημονικά αποτελέσματα μεγίστου ενδιαφέροντος, με συνέπεια τον αδιάκοπα επιταχυνόμενο ρυθμό εργασίας. Όπως συνέβη και με την έρευνα της δομής



του ατόμου, αυτές οι μεγάλες επιστημονικές επιτυχίες δεν απέφεραν ακόμη σοβαρό πρακτικό αποτέλεσμα και ίσως προς το παρόν να μην αποφέρουν. Κι' όμως δεν υπάρχει αμφιβολία ότι άργα ή γρήγορα θα οδηγήσουν σε επαναστατικές αλλαγές στην Ιατρική και ως ένα βαθμό ακόμη και στην αγροτική οικονομία. Έγώ π.χ. είμαι βέβαιος ότι το πρόβλημα του καρκίνου θα λυθῆ μόνο με την παραπέρα ανάπτυξη της βιολογίας προς αυτή την κατεύθυνση. Και είμαι βέβαιος ότι η εργασία που γίνεται για να διασαφηνίσουμε το μηχανισμό των φυσικών και χημικών διαδικασιών της ζωϊκής λειτουργίας, θα ἔχει σὰ συνέπεια μιὰ πραγματική επανάσταση στη χημεία. Με την εφαρμογή αυτών των αρχών στην ἄζωη ὕλη, θα γίνει δυνατό να δημιουργήσουμε καταλύτες ἄγνωστης δύναμης και φύσης, ιδιαίτερα για φωτοχημικές αντιδράσεις.

Θὰ γίνει δυνατό να παράγουμε τύπους μηχανῶν τελείως νέους, οι ὁποῖες ὅπως οι μὺς θα μετατρέπουν χημική ἐνέργεια ἄμεσα σὲ μηχανική ἐνέργεια, με μεγάλο βαθμό ἀπόδοσης. Γι' αὐτὸ πιστεύω ὅτι τὸ πρόβλημα τῆς ἀνώτερης ὀργανικῆς ὕλης θα εἶναι τὸ δεύτερο βασικὸ πρόβλημα τῆς ἐπιστήμης σὰ ἐπόμενα δέκα χρόνια.

Ἐνα χαρακτηριστικὸ γνώρισμα τῆς νεώτερης ἐπιστήμης βρίσκεται στὸ ὅτι αὐτὴ ἐρευνᾷ ἐντατικὰ τὴν ἐσωτερικὴ δομὴ τῆς ὕλης καὶ ἔτσι δημιουργεῖ μιὰ νέα τεχνικὴ ἄγνωστη μέχρι σήμερα καὶ νέες μεθόδους παραγωγῆς.

Ἡ φαινομενικὰ ἀφηρημένη ἔρευνα τῶν ιδιοτήτων τῆς ὕλης, ἡ ὁποία δὲν ἔχει καμμιά πρακτικὴ σημασία, ὀδηγεῖ ἄργα ἢ γρήγορα σὲ επαναστατικὲς ἀνατροπὲς στὴ βιομηχανία, οἱ ὁποῖες θα εἶναι τόσο βαθύτερες, ὅσο μεγαλύτερη εἶναι ἡ καθαρὴ ἐπιστημονικὴ σημασία αὐτῆς τῆς ἔρευνας. Ἐπὶ πολλὰς δεκαετίες οἱ φυσικοὶ ἐρευνοῦν τὴν δομὴ τοῦ πυρῆνα τοῦ ατόμου. Αὐτὸ φαινόταν σὰ μιὰ ἐργασία ἀφηρημένη, σὰ νὰ μὴν εἶχε καμμιά πρακτικὴ σημασία. Ἀλλὰ ἀκριβῶς αὐτὴ ἡ ἔρευνα εἶχε σὰ συνέπεια ἓνα μεγάλο πρακτικὸ ἀποτέλεσμα: τὴν ἀνακάλυψη τῆς πυρηνικῆς ἐνέργειας. Στὸ σύντομο μελέτημα δὲν μπορῶ φυσικὰ νὰ προβάλω οὔτε τίς κυριώτερες κατευθύνσεις τοῦ μέλλοντος. Τὶς γιγαντιαῖες προοπτικὲς ποὺ μᾶς ἀνοίγει ἡ μελλοντικὴ ἀνάπτυξη τῆς ἐπιστήμης καὶ οἱ πρακτικὲς ἐφαρμογές της, μπορῶ νὰ τίς δείξω με ἓνα μόνο παράδειγμα.

Πρὸς τοῦτο προχωρῶ περισσότερο πρὸς τὴν ἐνεργειακὴ οικονομία τοῦ μέλλοντος.

Ἐνα ἀποφασιστικὸ ρόλο γιὰ τὸ ἐπίπεδο τῆς βιομηχανίας, τῆς ἀγροτικῆς οικονομίας καὶ τῶν ὄρων διαβίωσης, παίζει ἡ παραγωγὴ ρεύματος. Σήμερα διαθέτουμε γιὰ καθὲ ἄνθρωπο στὸν κόσμον 0,1 κιλοβάτ ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας. Αὐτὸ εἶναι πολὺ μικρὸ. Μ' ἓνα τέτιο ἐπίπεδο παραγωγῆς ρεύματος, ἡ βαρεῖα σωματικὴ ἐργασία εἶναι ἀναπόφευκτη, ιδιαίτερα στὶς οικονομικὰ ὀλιγότερο ἀνεπτυγμένες χώρες. Οἱ φυσικὲς ἐφεδρεῖες θα ἐπιτρέπουν ἀναντίρρητα τὴν αὔξηση αὐτοῦ τοῦ ποσοῦ στὸ πολλαπλάσιο.

Καὶ ὅμως, οἱ σημερινὲς πηγὲς ἐνέργειας, ὅπως ὁ ἄνθρακας, τὸ πετρέλαιο, τὸ οὐράνιο, τὸ θόριο καὶ ἡ ὑδραυλικὴ δύναμη, δὲν εἶναι ἀνεξάντλητες. Ὅλες πηγαίνουν βαθμιαῖα πρὸς τὸ μηδέν κι' ὅσο καὶ νὰ εἶναι μεγάλες οἱ ἐφεδρεῖες, τὰ περιθώρια εἶναι περιορισμένα. Γι' αὐτὸ χρειάζονται ἰσχυρότερες πηγὲς ἐνέργειας.

Σήμερα υπάρχουν τρεῖς δρόμοι γιὰ τὴ λύση αὐτοῦ τοῦ σπουδαίου ἐπιστημονικοῦ καὶ τεχνικοῦ ζητήματος: 1) Ἡ ρυθμιζομένη θερμοπυρηνικὴ ἀντίδραση. 2) Ἡ ἀξιοποίηση τῆς ἡλιακῆς ἐνέργειας γιὰ τὴν ἐνεργειακὴ οικονομία. 3) Ἡ ἀξιοποίηση τῆς ὑπόγειας θερμότητας τοῦ στρώματος μάγματος.

**Θερμοπυρηνικὴ ἐνέργεια.**

Θὰ προσφέρονταν τελείως νέες καὶ μοναδικὲς δυνατότητες στὴν ἀνθρωπότητα, ἐὰν ἐπιτυγχανόταν ἡ ρυθμιζομένη θερμοπυρηνικὴ ἀντίδραση. Ὅτι τέτιες ἀντιδράσεις γενικὰ εἶναι δυνατόν, ἀποδείχθηκε με τὴν ὑπαρξη τῆς ὑδρογονικῆς βόμβας. Ὅμως ἡ ἀξιοποίηση τῆς συνεχιζόμενης καὶ ρυθμιζόμενης πυρηνικῆς ἀντίδρασης φάνηκε πρακτικὰ ἀδύνατη, διότι σὲ τέτια ἀντίδραση ἀπελευθερώνεται μιὰ τεράστια ἐνέργεια καὶ ἡ θερμοκρασία τῆς περιοχῆς τῆς ἀντίδρασης φθάνει ἑκατοντάδες ἑκατομμυρίων βαθμούς. Εἶναι αὐτονόητο ὅτι τὰ τοιχώματα τοῦ θερμοπυρηνικοῦ κλιβάνου, λόγω αὐτῆς τῆς ἀνάπτυξης θερμότητας θα πάθαιναν ἐξάχνωση. Ὡστόσο φυσικοὶ (πρῶτοι οἱ σοβιετικοὶ φυσικοὶ) ἀνέπτυξαν τὴν ἀρχὴ τῆς μαγνητικῆς μόνωσης, ποὺ μειώνει τὴν ἀπόδοση θερμότητας σὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου καὶ κάνει βασικὰ δυνατὴ τὴν διαδικασίαν τῆς πυρηνικῆς ἀντίδρασης. Με τὴ βοήθεια ἰσχυρῶν ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων, ἐπέτυχαν νὰ πραγματοποιήσουν θερμοκρασίες ποὺ δὲν ἀπέχουν ἀπὸ ἐκείνες ποὺ ἀπαιτοῦνται γιὰ τὴν πραγματοποίηση μιᾶς θερμοπυρηνικῆς ἀντίδρασης καὶ γιὰ τὴν ἔρευνα τῆς μαγνητικῆς μόνωσης. Γιὰ τὴν πραγματοποίησιν ὅμως μιᾶς αὐτοσυντηρούμενης θερμοπυρηνικῆς ἀντίδρασης, χρειάζομαστε πολὺ ψηλότερες θερμοκρασίες. Ὑπάρχουν ἀκόμη ἄλλες πολλὲς σοβαρὲς δυσκολίες. Π.χ. ἡ ἐνεργὸς μαγνητικὴ μόνωση σὲ ἀδιάκοπη θερμοπυρηνικὴ ἀντίδραση συνιστᾷ ἓνα ὀλόκληρο πρόβλημα.

Μέχρι σήμερα δὲν ἔχει πραγματοποιηθεῖ ἡ ρυθμιζομένη θερμοπυρηνικὴ ἀντίδραση. Πότε θα λυθῆ τὸ σπουδαῖο αὐτὸ ζήτημα - σήμερα ἢ ὕστερα ἀπὸ πολλὰ χρόνια - δὲν μπορούμε νὰ τὸ πεῦμε τώρα. Ὡστόσο, νομίζω ὅτι, θα λυθῆ ἀπὸ τοὺς ἐπιστήμονες καὶ τοὺς μηχανικούς σ' αὐτὸ τὸν αἰῶνα, διότι οἱ ἐμπειρίες τῆς νεώτερης φυσικῆς δείχνουν ὅτι τὸ κατ' ἀρχὴν δυνατό, γίνεται δυνατό γρήγορα καὶ ἔμπρακτα.

Μία ἀπὸ τίς δυνατόν θερμοπυρηνικὲς ἀντιδράσεις εἶναι ἡ σύνθεση ἡλίου ἀπὸ δύο πυρῆνες δευτερίου. Με ἐφαρμογὴ θερμοπυρηνικῶν ἀντιδράσεων, ἡ μετατροπὴ ἐνὸς γραμμαρίου δευτερίου θα ἀπέδιδε περίπου 10 ἑκατ. φορές περισσότερη ἐνέργεια ἀπ' ὅτι ἡ καύση ἐνὸς γραμμαρίου ἄνθρακος. Ἡ πηγὴ ἐνέργειας στὴν περίπτωσιν αὐτὴ θα ἦταν συνηθισμένο



νερό - μια φυσική πρώτη ύλη, που βρίσκεται διαθέσιμη σε άπεριόριστη ποσότητα.

Θα είναι δυνατόν ή θερμοπυρηνική αντίδραση να μετατραπεί απ' ευθείας σε ηλεκτρική, χωρίς να χρειάζονται ατμολέβητες ή τουρμπίνες. Όταν θα εφαρμοσθούν θερμοπυρηνικές αντιδράσεις προς παραγωγή ηλεκτρενέργειας, τότε θα πρέπει να κατασκευασθούν ηλεκτρικά εργοστάσια μεγάλης ισχύος. Ο κίνδυνος της θανατηφόρας ραδιενέργειας στις θερμοπυρηνικές αντιδράσεις είναι μικρότερος απ' ό,τι στην αλυσωτή αντίδραση, ή οποία συμβαίνει κατά τη διάσπαση ουρανίου και θορίου. Όταν ο αντιδραστήρας κατασκευάζεται σωστά, ο κίνδυνος άργα ή γρήγορα θα γίνει ίσως μηδέν.

Υπάρχει γενικό όριο ισχύος για ένα ηλεκτρικό εργοστάσιο, όταν ή θερμοπυρηνική αντίδραση γίνει πραγματικότητα; Όσο παράξενο και να φαίνεται, ένα τέτιο όριο ύφίσταται προφανώς. Αυτό δίδεται από την υπερθέρμανση της γήινης επιφάνειας και ατμόσφαιρας, έξαιτίας της αποδέσμευσης ενέργειας κατά τις θερμοπυρηνικές αντιδράσεις. Μ' αυτή τη βάση θα μπορούμε να παράγουμε μόνο κάτι περισσότερο από 5 ή 10 έκατοστά της ήλιακής ενέργειας της απορροφούμενης από τη Γη και την ατμόσφαιρα. Άλλά κι αυτό είναι τρομερά μεγάλο. Έτσι, θα είναι δυνατό να αυξήσουμε έκατό χιλιάδες φορές την παραγωγή ηλεκτρενέργειας και θερμοενέργειας, απέναντι στη σημερινή κατάσταση ενεργειακής παραγωγής. πού βασίζεται σε καύσιμα κάθε είδους, σε ξύλο, άνθρακα, τύρφη, πετρέλαιο και άέρια.

Το απαιτούμενο ποσό ενεργείας για το νοικοκυριό, που συνιστά ένα από τα βασικά προβλήματα, λαμβάνεται όμοια υπ' όψη.

### Η λ ι α κ ή έ ν ε ρ γ ε ι α .

Πολύ μεγάλες προοπτικές θα προκύψουν για την ανθρωπότητα, αν μάθουμε να μετατρέπουμε την ήλιακή ενέργεια με άρκετά μεγάλο βαθμό απόδοσης, σε ήλιακή ενέργεια. Ο ήλιος στέλνει κάθε δευτερόλεπτο 40 τρισέκατομμύρια θερμίδες (KCAL) προς την γη.

Το μεγαλύτερο μέρος αυτής της ενέργειας διασκορπίζεται και ένα μέρος απορροφάται από την ατμόσφαιρα, ιδιαίτερα από τα σύννεφα. Στη γήινη επιφάνεια φθάνουν κατά μέσον όρο 30% της ενέργειας, κάτι περισσότερο στα νότια πλάτη και κάτι λιγώτερο στα βόρεια. Αν κατορθώναμε να μετατρέπαμε αυτή την ενέργεια ολοκληρωτικά σε ηλεκτρισμό, θα αποκτούσαμε σημαντικά περισσότερη ενέργεια απ' ό,τι με τη μέγιστη αξιοποίηση της θερμοπυρηνικής ενέργειας, για την οποία μιλήσαμε. Άλλ' αυτό είναι άδύνατο, γιατί τότε θα έπρεπε να σκεπάσουμε όλη την επιφάνεια των ήπειρων και των θαλασσών με φωτοστοιχεία ή με φωτοπαθές υγρό μέσα σε κυψέλες, άγνωώντας μάλιστα τελείως τις τρομερές τεχνικές δυσχέρειες που σχετίζονται με την κάλυψη των ώκεανών. Άλλά και ένα δέκατο από την ήλιακή ενέργεια που πέφτει στη στεριά θα

έφτανε για να παράγουμε ήλεκτρική ενέργεια μερικές χιλιάδες φορές περισσότερη από σήμερα. Έτσι θα είχαμε μια δεύτερη μεγάλη πηγή ενεργείας, ή οποία είναι αιώνια και δεν άπαιτεί ούτε προσκόμιση ούτε δαπάνη καυσίμων.

Αν χρησιμοποιούσαμε την ήλιακή ενέργεια, θα μπορούσε ή Γη να μην υπερθερμαίνεται.

Αν και θεωρητικά θα ήταν δυνατό να μετατρέψουμε ήλιακή ενέργεια με βαθμό απόδοσης 100% σε ήλεκτρική, στην πράξη αυτό προφανώς δεν πρόκειται να έπιτευχθή. Η ανάπτυξη της έπιστήμης, ή οποία άσχολεϊται με τα φωτοηλεκτρικά και θερμοηλεκτρικά φαινόμενα, θα καταστήσει μέσα σε δέκα χρόνια χωρίς άμφιβολία δυνατή την επινόηση νέων φωτοστοιχείων και θερμοστοιχείων, με τα όποια ή ήλιακή ενέργεια θα μπορεί να μετατρέπεται σε ήλιακή ενέργεια με βαθμό απόδοσης 30 - 40%.

Είμαι βέβαιος ότι το πρόβλημα της χρησιμοποίησης της ήλιακής ενέργειας για την παραγωγή ήλεκτρικής ενέργειας θα λυθεί κι αυτό μέσα στον αιώνα μας.

### Υ π ό γ ε ι α θ ε ρ μ ό τ η τ α .

Η τρίτη ουσιώδης και πρακτικά άνεξάντλητη πηγή ενεργείας είναι ή υπόγεια θερμότητα των στρωμάτων μάγματος, τα όποια βρίσκονται κατά μέσο όρο 30 χιλιόμετρα υπό την γήινη επιφάνεια και πολύ λιγώτερο βαθιά υπό τον πυθμένα της θάλασσας. Βασική προϋπόθεση για την αξιοποίηση αυτών των έφεδρειών ενεργείας, είναι ή έπεξεργασία οικονομικών μεθόδων βαθέων διατρήσεων. Στα τελευταία χρόνια πραγματοποιήθηκε στην τεχνική βαθέων διατρήσεων μια έπαναστατική αλλαγή. Και όμως οι τεχνικοί θα έχουν να υπερνικήσουν άκόμη μεγαλύτερες δυσκολίες, πριν φθάσουν σε τέτια βάθη και μπορέσουν ν' αξιοποιήσουν πρακτικά τη θερμική ενέργεια του μάγματος. Σε μερικές χώρες εργάζονται ήδη έπάνω σε σχέδια βαθέων διατρήσεων. Όταν θα έχουμε στη διάθεσή μας πολλή φθηνή ήλεκτρική ενέργεια και οι τρόποι της μεταφοράς της θα έχουν τελειοποιηθεί, τότε θα είναι προφανώς δυνατό ν' αντικαταστήσουμε την τεχνική των διατρήσεων με μια τεχνική τήξης και άπόρρησης του υλικού τήξης. Βλέπουμε λοιπόν ότι εκτός από τον άνθρακα, το πετρέλαιο, το ούράνιο και το θόριο, υπάρχει άκόμη ένα πλήθος πολύ ισχυρότερων πηγών ενεργείας, με τη βοήθεια των όποιων θα μπορέσουμε να καλύψουμε πλήρως τις άνάγκες σε ήλεκτρική ενέργεια, του σταθερά αύξανόμενου πληθυσμού της γήινης σφαίρας μας.

Το τεράστιο δυναμικό σε ήλεκτρική ενέργεια θα καταστήσει άναγκαία τη ριζική αλλαγή σε μεθόδους μεταφοράς ενεργείας σε μεγάλες αποστάσεις. Πιθανώτατα ή μεταφορά να γίνεται όπως προτείνει ο άκαδημαϊκός Ρ. Καπίτσα, δηλαδή με την διάδοση κυμάτων ύψηλης συχνότητας, μέσα σε υπόγειους σωλήνες, οι όποιοι θα μπορούσαν ν' άποτελούνται από οποιοδήποτε υλικό και θα είναι έφοδιασμένοι



μέ ένα λεπτό μεταλλικό στρώμα. Δεν αποκλείεται όμως να ανακαλυφθούν υπεραγωγοί, οι οποίοι να διατηρούν την ιδιότητά τους σε κανονικές θερμοκρασίες. Τότε θα μπορούσαμε να μεταφέρουμε τελείως χωρίς απώλειες ηλεκτρική ενέργεια μέσω λεπτοτάτων συρμάτων. Τέλος, ίσως να επιτύχουμε να τελειοποιήσουμε την τελευταία αναπτυσσόμενη τεχνική Laser και Maser τόσο, ώστε η ενέργεια με μεγάλη συγκέντρωση να μεταφέρεται υπό της ατμόσφαιρας και μέσω του κενού αέρα χώρου. Βλέπουμε ότι αυτό ήδη είναι δυνατό σε μικρή κλίμακα.

#### Περίσσειμα ενέργειας :

Πιστεύω ότι στο τέλος αυτού του αιώνα θα αρχίσουμε να καταπιανόμαστε με την αξιοποίηση και των τριών νέων πηγών ενέργειας που αναφέραμε και θα κτίζουμε τα πρώτα ηλεκτρικά εργοστάσια θερμοπυρηνικής, υπόγειας και ηλιακής ενέργειας.

Στις αρχές του 21ου αιώνα τέτια εργοστάσια θα κτίζονται μαζικά. Στη διάθεση του ανθρώπου θα βρίσκεται ηλεκτρενέργεια παντού και πρακτικά άπεριόριστη. Ακόμη θα μπορούσα να παρατηρήσω ότι με τους ρυθμούς ανάπτυξης της ηλεκτρενέργειας στην ΕΣΣΔ, θα ήταν δυνατόν ή ετήσια δυναμικότητα όλου του κόσμου ν' αυξηθεί δέκα χιλιάδες φορές, σε σύγκριση με τη σημερινή. Τα σημερινά άποθέματα καυσίμων δεν το επιτρέπουν βέβαια καθώς μειώνονται ραγδαία. Αλλά με την αξιοποίηση των τριών φυσικών πηγών ενέργειας που αναφέραμε, το θέμα αυτό γίνεται έντελώς πραγματοποιήσιμο, επειδή η απαιτούμενη προς τούτο κατανάλωση υλικού, με την ανώτερη ανάπτυξη της τεχνικής, θα είναι συγκριτικά μικρότερη. Μόλις τώρα βρίσκει όλη τη σημασία του ο όρισμός του Λένιν: Κομμουνισμός = σοβιετική έξουσία + έξηλεκτρισμός. Ο κομμουνισμός δεν είναι τίποτε, άλλο παρά η μέθοδος πώς να γίνει ευτυχισμένη ή ζωή όλων των ανθρώπων επάνω στη γη.

Για τον τέλειο έξηλεκτρισμό της βιομηχανίας, της αγροτικής οικονομίας, του νοικοκυριού και των μεταφορών, δε χρειάζεται ή παραγωγή ηλεκτρενέργειας ν' αυξηθεί κατά δέκα χιλιάδες φορές, όταν δε θα χρησιμοποιείται πια στη λαϊκή οικονομία άνθρακας, αέρια, πετρέλαιο, ξύλο κλπ. Κατέχοντας τόση πολύ ηλεκτρενέργεια, θα μπορεί ή ανθρωπότητα να καταπιαστεί και με άλλα μεγαλεπίβολα θέματα, όπως, π.χ. με την ρύθμιση του κλίματος της Γης. Με μια ρυθμιζόμενη θερμοκρασία και ύγρασία είναι σε θέση ή Γη να μετατραπεί σε ένα ανθισμένο και καρποφόρο παράδεισο.

Σε συνάρτηση με το μεγαλεπίβολο ξεκίνημα για την κατάκτηση του διαστήματος, είναι ενδιαφέρον να δούμε ένα άλλο φανταστικώτερο πρόβλημα και συγκεκριμένα το ρόλο που μπορεί να παίξει ή θερμοπυρηνική ενέργεια για να κάνουμε κατοικήσιμους τους πλανήτες του ηλιακού συστήματος και ιδιαίτερα τον Άρη.

Όπως γνωρίζουμε, ο Άρης έχει ατμόσφαιρα, αλλά αυτή είναι αραιότερη απ' ότι στη γη και περιέχει, πράγμα που είναι και το σπουδαιότερο, μόνον ελάχιστη ποσότητα όξυγόνου. Νερό υπάρχει κατά τα φαινόμενα στον Άρη, αν και συγκριτικά σε μικρές ποσότητες.

Αλλαγή της ατμόσφαιρας του Άρη.

Ας θέσουμε τώρα το έρώτημα αν είναι δυνατό μέσα σε σχετικά σύντομο διάστημα, ως πούμε, μερικών δεκαετιών, μέσω θερμοπυρηνικών αντιδραστήρων, να δημιουργήσουμε επάνω στον Άρη μια ατμόσφαιρα και ένα κλίμα κατάλληλο για τους ανθρώπους. Αυτό σημαίνει πρώτα - πρώτα ότι πρέπει να παραχθούν πολλές εκατοντάδες τρισεκατομμυρίων τόννων όξυγόνου. Τότε θα περιείχε ή ατμόσφαιρα του Άρη ακριβώς τόσο όξυγόνο, όσο ή γήινη ατμόσφαιρα. Όξυγόνο μπορούμε να αποκτήσουμε από το νερό που υπάρχει στον Άρη. Αλλά αν δεν έπαρκοῦσε, θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε το απελευθερούμενο κατά την διάσπαση του νερού υδρογόνο, για αναγωγή όξυγονούχων ορυκτών του Άρη και έτσι ν' αποκτήσουμε νερό.

Υπολογισμοί που έγιναν μς λένε: Αν ανεγείρουμε επάνω στον Άρη ηλεκτρικά εργοστάσια θερμοπυρηνικής ενέργειας που να παράγουν δέκα χιλιάδες φορές περισσότερη ηλεκτρενέργεια απ' ότι σήμερα στη Γη και αν χρησιμοποιήσουμε αυτή την ενέργεια για ηλεκτρόλυση του νερού, μπορούμε ν' αποκτήσουμε την απαιτούμενη ποσότητα όξυγόνου μέσα σε μερικές δεκαετίες. Δε γνωρίζω αν θα είναι αναγκαίο για την ανθρωπότητα να έποικίσουμε τον Άρη. Ίσως βρεθεί καλύτερη δυνατότητα χρησιμοποίησης του ενεργειακού πλεονάσματος, αλλά αναφέρω αυτό το παράδειγμα για να ένοήσουμε τί μεγαλειώδεις στόχους μπορεί να θέσει ή ανθρωπότητα, διαθέτοντας ανεξάντλητες πηγές ενέργειας.

Η Σελήνη ως ηλεκτρικό εργοστάσιο.

Σε σχέση με τα πρακτικά θέματα που συνδέονται με την κατάκτηση του ηλιακού συστήματος, ως φαντασθούμε για λίγο την ένδεχόμενη πρακτική χρησιμοποίηση της Σελήνης για την ενεργειακή οικονομία της Γης. Η έπιφάνεια της Σελήνης είναι 16 φορές μικρότερη από την γήινη. Επειδή ή Σελήνη δεν έχει στρώμα αέρα, πέφτουν σε κάθε μονάδα έπιφανείας της Σελήνης τρεις φορές περισσότερες ηλιακές ακτίνες απ' ότι στη Γη. Γι' αυτό ή έπιφάνεια της Σελήνης από άποψη απορρόφησης της ηλιακής ενέργειας είναι ισοδύναμη περίπου με το ένα πέμπτο της έπιφανείας της Γης, δηλαδή δέχεται σχεδόν ακριβώς τόση ενέργεια, όση όλες οι ήπειροι μαζί. (Σ.Μ. που αποτελούν το ένα πέμπτο όλης της έπιφανείας της γης). Αν μπορούσαμε να σκεπάσουμε όλη την έπιφάνεια της Σελήνης με



φωτισοτοιχεία, τὰ ὁποῖα νὰ μετατρέπουν τὴν ἐνέργεια τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων σὲ ἠλεκτρική, μὲ ἓνα ἄρκετὰ μεγάλο βαθμὸ ἀπόδοσης καὶ ἂν βρῖσκαμε μιὰ μέθοδο νὰ μεταφέρουμε (π. χ. μὲ κατευθυνόμενη δέσμη κυμάτων) αὐτὴ τὴν ἐνέργεια πρὸς τὴ Γῆ, τότε ἡ Σελήνη θὰ μπορούσε στὸ μέλλον νὰ γίνῃ γιὰ τὴ Γῆ ἓνα ἠλεκτρικὸ ἐργοστάσιο μὲ μιὰ δυναμικότητα ἄρκετῶν τρισεκατομμυρίων κιλοβάττ. Ἀκόμη θὰ μπορούσαν ν' ἀνεγερθοῦν ἐπάνω στὴ Σελήνη ἠλεκτρικὰ ἐργοστάσια μὲ ἀτομικὴ καὶ θερμοπυρηνικὴ ἐνέργεια, ὥστε ἡ Γῆ νὰ εἶναι τελείως ἀπαλλαγμένη ἀπὸ κινδύνους ραδιενέργειας.

### Νέες τεχνικὲς μέθοδοι.

Πολὺ πρὶν φθάσει ἡ παραγωγή τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας τὸ τεράστιο ὕψος ποὺ ἀναφέραμε, ἡ βιομηχανία, ἡ ἀγροτικὴ οἰκονομία καὶ οἱ συνθηκῆς ζωῆς θὰ ἔχουν ἀλλάξει ριζικὰ.

Αὐτὸ θὰ γίνῃ μόνις θὰ ἔχουν ἀρχίσει οἱ ἐπιστήμονες καὶ μηχανικοὶ νὰ καταπιάνονται μὲ τὴν ἀξιοποίηση τῆς θερμοπυρηνικῆς καὶ ἡλιακῆς ἐνεργείας, ὅπως καὶ τῆς ὑπόγειας θερμότητας.

Στὴν ὀργανικὴ χημεία, στὴ μεταλλουργία καὶ στὴ βιομηχανία οἰκοδομικῶν ὑλικῶν, θὰ χρησιμοποιοῦν ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ἀντιδράσεις, οἱ ὁποῖες συμβαίνουν στὶς μεγάλες θερμοκρασίες τοῦ βολταϊκοῦ τόξου. Ἡ ἐφαρμογὴ τῆς ἠλεκτρόλυσης θ' αὐξήσῃ πολὺ. Κάμινι βολταϊκοῦ τόξου ἢ τὰ θερμὰ ἀπαγόμενα ἀέρια τῶν θερμοπυρηνικῶν ἀντιδραστήρων θὰ παρέχουν τὶς ὑψηλές θερμοκρασίες.

Λιπάσματα ἀζώτου θὰ ἀποκτοῦμε π.χ. κυρίως μὲ σύνθεση τοῦ ἀζώτου τοῦ ἀέρα. Μποροῦμε νὰ ἔχουμε ὅλα τὰ στοιχεῖα τοῦ Περιόδου Συστήματος τοῦ Μεντελέγιεφ, εἴτε μὲ ἠλεκτρόλυση, εἴτε μὲ ἀναγωγή ὀρυκτῶν στὶς ὑψηλές θερμοκρασίες ποὺ παρέχουν τὰ ἀπαγόμενα ἀέρια ἐνὸς θερμοπυρηνικοῦ ἀντιδραστήρα.

Ὁ ἴδιος ὁ ὄρος «ὀρυκτὸ» θ' ἀλλάξη, διότι θὰ μπορούμε νὰ χρησιμοποιήσουμε ὁποιοσδήποτε χημικὲς ἐνώσεις, ἰδιαίτερα ἐκεῖνες τὶς ὁποῖες πρὶν δὲν μπορούσαμε ν' ἀξιοποιήσουμε λόγῳ τῆς χημικῆς τους ἀδράνειας.

Ὅταν θὰ ἔχουμε στὴ διάθεσή μας φθινὴ καὶ ἄρκετὴ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια, θὰ εἶναι δυνατό νὰ παράγουμε πρακτικὰ ἀπεριόριστες ποσότητες ὑλικῶν καὶ ν' ἀπλοποιήσῃ τὶς ἀντίστοιχες μεθόδους παραγωγῆς.

Σ' ἐκείνη τὴν ἐποχὴ θ' αὐξηθεῖ ἀμέτρητα ἡ ἀνάγκη σὲ πολυμερῆ. Θὰ παράγονται σὲ ἴδια ἔκταση ὅπως τὰ μέταλλα. Ὅλα τ' ἀποθέματα σὲ φυσικὰ ἀέρια, πετρέλαιο, καὶ ἄνθρακα θὰ πρέπει νὰ τ' ἀξιοποιήσουμε γι' αὐτοὺς τοὺς σκοποὺς, ἰδιαίτερα μάλιστα γιὰ τὴν παραγωγή τῶν πιὸ διαφορετικῶν ὀργανικῶν οὐσιῶν. Παρὰ τὸν ὀλοκληρωτικὸ ἐξηλεκτρισμὸ, θὰ ὑπάρχουν αὐτοκίνητα, ἀεροπλάνο καὶ πυραυλοκίνητα, γιὰ τὰ ὁποῖα θὰ χρειαζόμεστε ὑγρὰ ἢ ἀέρια καύσιμα. Γι' αὐτὸ θὰ ἔχουμε ἀνάγκη ἀπὸ σημαντικὴ ποσότητα πετρελαίου καὶ φυσικῶν ἀερίων. Ἀπὸ αὐτὴ τὴν ἀποψη ὑ-

πάρχουν δύο δυνατότητες: 1. Ἡ σύνθεση ἄν-οργάνων ὑλικῶν, π.χ. μπορούμε νὰ παράγουμε ὑδραζίνη ἀπὸ ἄζωτο καὶ ὑδρογόνο μὲ χρῆση ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας καὶ νὰ τὴν χρησιμοποιήσουμε ὡς καύσιμο. 2. Ἡ παραγωγή συνήθων καυσίμων ἀπὸ ὀξειδία ἄνθρακα καὶ ὀξυγόνο. Σ' ἐκείνη τὴν ἐποχὴ ἡ ἐφαρμογὴ τοῦ ἄνθρακα γιὰ τὴν παραγωγή ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας μὲ βαθμὸ ἀπόδοσης 80% θὰ ἔχει βρῆ μεγάλη διάδοσιν. Τέτοια ἐνεργειακὰ ὑλικά θὰ ἔχουν προφανῶς ἀναπτυχθεῖ μέσα στὰ 10 - 15 ἐπόμενα χρόνια.

Ἔτσι, θὰ μπορούμε πραγματικὰ νὰ συγκεντρώσουμε ὅλα τὰ ἐξαγόμενα φυσικὰ ἀέρια καὶ πετρέλαια γιὰ τὴν σύνθεση ὀργανικῶν οὐσιῶν, ἰδιαίτερα γιὰ τὴν παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων πολυμερῶν.

Ἡ ἀγροτικὴ οἰκονομία καὶ ἡ βιομηχανία τροφίμων θὰ ἔχῃ πλήρως ἐξηλεκτρισθεῖ καὶ αὐτοματοποιηθεῖ. Ὅταν θὰ ὑπάρχει φθινὴ ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας σὲ περίσσεια, τότε, ὅπως ἤδη εἶπα, θὰ μπορεῖ ν' ἀπλοποιηθεῖ ἐξαιρετικὰ καὶ ν' αὐξηθεῖ ὅσο θέλουμε ἡ παραγωγή λιπασμάτων. Ξερὲς περιοχὲς θὰ ποτίζονται καὶ θὰ χρησιμοποιοῦνται τεχνητὰ φιλμ γιὰ νὰ παίρνουμε τὴν ὑγρασία στὸ ἔδαφος, ὅπως καὶ ἐπάνω στὰ φυτὰ. Στὸ βορρᾶ θὰ ἐγκαταστήσουμε τεράστια θερμοκήπια μὲ τεχνητὸ φωτισμό.

Ὅλα αὐτὰ θὰ κάνουν δυνατό νὰ ἐπιτύχουμε παντοῦ μεγάλες ἐσοδεῖες, σὲ πολλὰς περιπτώσεις δυὸ φορές τὸ χρόνο. Μιὰ περίσσεια ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας θὰ ἐπιτρέψει τὴ μετατροπὴ τοῦ ἄλμυροῦ νεροῦ τῆς θάλασσας καὶ τῶν λιμνῶν σὲ γλυκὸ νερό, σὲ τεράστια ἔκταση.

Σὲ ὅλους εἶναι φανερὸ πόσο πιὸ ὠραία καὶ ἀνετὴ θὰ εἶναι ἡ ζωὴ τῶν ἀνθρώπων στὸν καιρὸ τοῦ ὀλοκληρωτικοῦ ἐξηλεκτρισμοῦ.

Θὰ μπορούσα καὶ μόνο νὰ θυμίσω ὅτι μὲ περίσσεια ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας εἶναι δυνατόν νὰ ἐφοδιάσουμε ὅλα τὰ σπιτὰ μὲ ἠλεκτρικὴ θέρμανση καὶ ἐγκατάσταση κλιματισμῶν.

Ἡ πλήρης αὐτοματοποίησις τῆς παραγωγῆς θὰ ὀδηγήσῃ στὸν περιορισμὸ τῆς ἐργασίμης ἡμέρας εἰς τρεῖς μὲ τέσσαρες ὥρες. Τὸν ὑπόλοιπο χρόνο θὰ τὸν ἀφιερώνουν οἱ ἄνθρωποι κατὰ βούλησιν: στὰ σπὸρ καὶ τὴν κηπουρικὴ, στὴ λαϊκὴ τέχνη καὶ στὸ θέατρο, στὶς εἰκαστικὰς τέχνες καὶ στὴ λογοτεχνία, ἰδιαίτερα ὁμοῦ στὴν ἐπιστήμη καὶ στὴν τεχνικὴ σὲ ἔξοχα δημόσια ἐργαστήρια, τὰ ὁποῖα θὰ γίνοντο κέντρα τῆς ἐπιστημονικῆς ἔρευνας.

Ἡ ἐποχὴ τοῦ ἐξηλεκτρισμοῦ.

Ἔτσι φαντάζομαι τὴ ζωὴ στὸν 21ον αἰῶνα. Στὴν ἐποχὴ τοῦ ὀλοκληρωτικοῦ ἐξηλεκτρισμοῦ. Αὐτὴ εἶναι ἡ καλλίτερη κληρονομία, τὴν ὁποῖα μπορούμε ν' ἀφήσουμε στὰ παιδιὰ μας, στὰ ἐγγόνια καὶ δισέγγονα μας. Δὲν εἶναι ἐγκληματίες ἀπὸ τὴν ἀποψη αὐτῶν τῶν πραγματικῶν προοπτικῶν οἱ ἄνθρωποι ἐκεῖνοι, οἱ ὅποιοι ἐφαρμόζουν μιὰ πολιτικὴν στὸ χεῖλος τοῦ πολέμου καὶ προπαγανδίζουν τὸ ἀναπόφευκτο καὶ τὸ ἀναγκαῖο τῶν πολέμων; Μὲ τὸ σημερινὸ ἐπίπεδο ἀνάπτυξης τῆς ἐπιστήμης καὶ τεχνικῆς, ἡ χρησιμοποίησις τῶν ἐπιτε-



γμάτων τους για σκοπούς έκμηδένισης θα προκαλούσε μια παγκόσμια καταστροφή σε τεράστια έκταση, θα έφερνε σε όλους τους ανθρώπους δυστυχία, θα εκόστιζε τη ζωή σε εκατοντάδες εκατομμυρίων ανθρώπους και θα έκμηδένιζε πλήρως όλες τις υλικές αξίες. Σε μια τέτια περίπτωση θα κληροδοτούσαμε στα παιδιά μας, τα έγγονια και τα δισέγγονα, μια έρημωμένη, γυμνή, ραδιενεργά επικίνδυνη Γη. 'Η κληρονομιά τους θα ήταν ξεκλήρισμα και μια άνειπωτα σκληρή ζωή.

Οί λαοί όλων τών χωρών πρέπει με κοινές προσπάθειες να έμποδίσουν αυτό τὸ άκατανόητο, έγκληματικό και σύγχρονα ανήκουστο έλαφρόμυαλο παιχνίδι με τὸν πόλεμο και να ένωθούν στη γενική πάλη για ειρήνη και πλήρη άφοπλισμό. Οί λαοί όλων τών χωρών πρέπει να συγκεντρώσουν τις δυνάμεις τους προς μια τέτια ανάπτυξη τής έπιστήμης και τεχνικής, ή όποία έπιτρέπει στην ανθρωπότητα τὸ ραγδαίο πέρασμα σε μια νέα εύτυχισμένη έποχή.

#### Δημιουργική δραστηριότητα.

Ο στόχος ή τὸ Ιδανικό τής κοινωνικής προόδου μπορεί να διατυπωθεί κάπως έτσι: Μέγιστη εύτυχία για ένα μέγιστο πλήθος ανθρώπων, δηλαδή πρακτικά για όλους. Πρώτη προϋπόθεση γι' αυτό είναι αυτονόητα ή πλήρης Ικανοποίηση τών διαφόρων υλικών και πνευματικών αναγκών κάθε ανθρώπου επάνω στη Γη.

'Η Ικανοποίηση όμως τών υλικών αναγκών μόνη δέν έπαρκει για μια εύτυχισμένη ζωή του ανθρώπου, αν και αυτό είναι φυσικά ή βασική προϋπόθεση για τήν πλήρη πνευματική δραστηριότητα του ανθρώπου. 'Αλλά ο άνθρωπος από τή φύση του είναι όχι μόνο καταναλωτής, αλλά και δημιουργός υλικών και πνευματικών αξιών.

'Η δημιουργική δραστηριότητα δέν είναι μόνο μια από τις εύγενέστερες, αλλά και μια από τις παλαιότερες και διαρκέστερες ανάγκες. Γι' αυτό τὸ μεγάλο μας πρόβλημα βρίσκεται στο να κατευθύνουμε τις πιὸ πλατειές λαϊκές μάζες σε μια πολύπλευρη δημιουργική δραστηριότητα.

Μερικοί ίσως να μη συμφωνούν σε μια τέτια αντίληψη τής εύτυχίας.

Για πολλούς ανθρώπους ή εύτυχία συνίσταται όχι σε ενεργὸ δημιουργική εργασία, αλλά σε έπίδραση μακριά από εργασία ή σε άλλες ήρεμες ή έντονες χαρές τής ζωής. Προσωπικά είμαι βέβαιος ότι μια τέτια αντίληψη τής εύτυχίας πηγάζει από πνευματική φτώχεια ή από τις κακές συνέπειες τών κοινωνικών συνθηκών που είναι αναγκαίες για ν' αναπτυχθούν δημιουργικές προσπάθειες και οί λανθάνουσες Ικανότητες που υπάρχουν σε κάθε κανονικό άνθρωπο. Με λίγα λόγια για να μπορέσει ν' ά-

ναπτύξει κάθε άνθρωπος τις δημιουργικές του δυνάμεις και για να τὸν Ικανοποιήσει ή προσπάθεια, χρειάζεται μια όρισμένη ανάπτυξη και μόρφωση του νου του και του αίσθητηρίου του, ένα όρισμένο επίπεδο γνώσεων του αίσθητικού γούστου και τελικά του ήθικου, δηλαδή τής ήθικής συμπεριφοράς προς τήν κοινωνία και προς τὸν έαυτό του.

Αυτό όμως άπαιτεί τέτιες οικονομικές και κοινωνικές προϋποθέσεις, που να εξασφαλίζουν σ' όλους τους ανθρώπους μια όλόπλευρη ανάπτυξη και δημιουργική εργασία.

Στὸ Σοσιαλισμό ή φροντίδα για τους ανθρώπους, τήν Ικανοποίηση τών υλικών και πνευματικών αναγκών τους και τήν όσο τὸ δυνατό μεγαλύτερη ανάπτυξη τών δημιουργικών Ικανοτήτων τους, είναι ο κύριος στόχος τής κοινωνίας. Κοντά σ' αυτό πρέπει να παρατηρήσουμε ότι δέν είναι μόνον ή υλική εύμάρεια που καθορίζει τις δυνατότητες για τή δημιουργική πνευματική δραστηριότητα τών μαζών αλλά και αντίστροφως ή δημιουργική δραστηριότητα τών μαζών σε άποφασιστική κλίμακα καθορίζει τήν υλικήν πρόοδο τής κοινωνίας.

Γι' αυτό ή μόρφωση του ανθρώπου του μέλλοντος έξαρτάται από τὸ πὼς θα λύσουμε τὸ πρόβλημα τής άνώτερης παιδείας. 'Η ραγδαία πρόοδος τής έπιστήμης, τής τεχνικής και τής βιομηχανίας, θα έξαρτάται πάλιν από τις δυνατότητες και Ικανότητες τών άποφοίτων τών άνωτέρων σχολών.

#### Τὸ Συμπόσιο και ή Παγκόσμια 'Ομοσπονδία 'Επιστημόνων.

Με βάση τα άνωτέρω είμαι ὄλο χαρά που συνέρχεται στη Μόσχα αυτό τὸ Διεθνές Συμπόσιο για τήν άνώτερη παιδεία και χαιρετίζω ὄλους τους αντιπροσώπους ξένους και Σοβιετικούς οί όποίοι βρίσκονται σήμερα έδῶ.

Χαίρομαι Ιδιαίτερα που μπορώ να ὀμιλώ έδῶ ὡς άπλό μέλος τής Παγκόσμιας 'Ομοσπονδίας 'Επιστημόνων, διότι είμαι βέβαιος ότι ο 'Οργανισμός αυτός θα έξακολουθήσει να μάχεται για τή χρησιμοποίηση τής έπιστήμης για τὸ καλό και τή χαρά τής ανθρωπότητας και για τὸν έξοστρακισμό του πολέμου, με γενικό και πλήρη άφοπλισμό.

Είμαι βέβαιος ότι ο καθ' ένας μας θα κάνει τὸ πᾶν για να δυναμώσει ο 'Οργανισμός αυτός, να πυκνώσουν οί γραμμές του, ν' αναπτυχθεί ή δραστηριότητά του και να μετατραπεί σ' ένα πραγματικά ενεργὸ ὄργανισμό ὄλων τών έπιστημόνων του κόσμου. 'Ο ὄργανισμός μας πρέπει να υποστηρίξει ενεργά τή συλλογική εργασία τών έπιστημόνων ὄλων τών χωρών, ὡστε τα μεγάλα έπιστημονικά και τεχνικά προβλήματα να λυθούν για τήν εύτυχία και εύημερία ὄλων τών λαών τής Γης.