



ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΕΠΙΤΕΥΓΜΑΤΑ
ΤΩΝ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Επιστημονικές - Επιμορφωτικές Διαλέξεις

ΕΙΔΙΚΕΣ ΜΟΡΦΩΤΙΚΕΣ ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ

Απρίλιος - Ιούνιος 1993

© 1993, ΕΘΝΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΕΡΕΥΝΩΝ (Ε.Ι.Ε.)

Υπεύθυνη των Ειδικών Μορφωτικών Εκδηλώσεων:

κ. Ελ. Γραμματικοπούλου

Τηλ.: 7246618 και 7229811 (224 εσωτ.), Fax: 7246618

Σχεδίαση, παραγωγή: SINGULAR PUBLICATIONS

Ασκληπιού 154, 11471 Αθήνα

Τηλ.: 6462716 - 6461713, Fax: 6452570



Το Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, στην προσπάθειά του για συμβολή και προσφορά στην πνευματική ζωή του τόπου μας, επανοργάνωσε τις Ειδικές Μορφωτικές Εκδηλώσεις τις οποίες είχε θεσπίσει, επιτυχώς, και κατά την περίοδο 1979 - 1987.

Σκοπός των εκδηλώσεων αυτών, με τη μορφή μαθημάτων Ανοικτού Πανεπιστημίου, είναι η εκλαΐκευση των σύγχρονων επιστημονικών επιτευγμάτων και η προβολή του κοινωνικού χαρακτήρα της επιστημονικής έρευνας.

Ο πρώτος κύκλος των μαθημάτων, με τον τίτλο: “Σύγχρονα Επιτεύγματα των Θετικών Επιστημών” πραγματοποιήθηκε στο διάστημα από 27 Απριλίου - 8 Ιουνίου 1993. Κατά το τελευταίο ημίωρο κάθε μαθήματος ακολουθούσε διαλογική συζήτηση μεταξύ ομιλητού και ακροατών.

Τα κείμενα που περιλαμβάνονται στον παρόντα τόμο αποτελούν τα απομαγνητοφωνημένα κείμενα των μαθημάτων, που έγιναν στο Αμφιθέατρο “Α. Ζέρβας” του ΕΙΕ.

Το Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών επιθυμεί και από την θέση αυτή να ευχαριστήσει τους ομιλητές και όλους όσους συνέβαλαν στην επιτυχία του κύκλου αυτού, ιδιαίτερα δε τους Δρ. Μ. Γ. Παπαδόπουλο και κ. Ελ. Γραμματικοπούλου, που απετέλεσαν έναν κινητήριο τροχό για την αναβίωση του θεσμού του Ανοικτού Πανεπιστημίου.

Περιεχόμενα

Σύγχρονα Επιτεύγματα των Θετικών Επιστημών

27 Απριλίου 1993	A. Κονταράτος “Σύγχρονες Επιστημονικές Κατακτήσεις”.....1
11 Μαΐου 1993	A. Βάρβογλης “Κοινωνική Χημεία”.....59
18 Μαΐου 1993	A. Σταυρόπουλος “Τεχνολογίες αιχμής προς το τέλος ενός γόνιμου αιώνα. Προοπτικές για τον αιώνα που έρχεται”71
25 Μαΐου 1993	Γ. Στασινόπουλος “Πληροφορική και Επικοινωνίες”97
1 Ιουνίου 1993	N. Αντωνίου “Οι Ορίζοντες της Φυσικής Επιστήμης στα τέλη του αιώνα μας”113
8 Ιουνίου 1993	K. Σκρέττας “Η Μοριακή Βάση του Φαινομένου της ζώης”131 Βιογραφικά Σημειώματα141

“Σύγχρονες Επιστημονικές Κατακτήσεις”

Ομιλητής: Α. ΚΟΝΤΑΡΑΤΟΣ

Προλογίζει ο Πρόεδρος του Ε.Ι.Ε., Καθηγητής κ. Νικ. Αθανασιάδης:

Κυρίες και κύριοι είμαι πολύ ευτυχής να σας υποδεχτώ σήμερα σ' αυτή τη νέα σειρά των διαλέξεων εκλαΐκευσης της επιστήμης, τύπου Ανοικτού Πανεπιστημίου. Και θα αρχίσουμε με τις Θετικές Επιστήμες.

Αποτελούν ένα ευαίσθητο πεδίο γνώσης οι θετικές επιστήμες. Όπως ξέρουμε σήμερα, η εξέλιξη μας ίσως και η ύπαρξή μας, εξαρτάται από την καλή ή κακή χρησιμοποίηση αυτού που η τεχνολογία βασιζόμενη στις θετικές επιστήμες μας έχει προσφέρει. Συνήθως χωρίς να εμβαθύνουμε λέμε ότι, η ανθρωπότητα, ο άνθρωπος “προοδεύει”.

Είμαι της γνώμης όμως ότι αν εξετάσουμε καλά τα πράγματα, ανακαλύπτουμε ότι η επιστημονική πρόοδος δε συνεπάγεται υποχρεωτικά και πρόοδο του ίδιου του ανθρώπου. Αυτό που ονομάζουμε “πρόοδος” οφείλεται σε μερικούς επώνυμους, ας το πούμε προηγμένους εγκεφάλους που εμφανίσθηκαν και βεβαίως εμφανίζονται κατά την ροή των αιώνων.

Είναι πρωταρχικής σημασίας ανάγκη να εξοικειωθούμε όλοι με την πρόοδο του ίδιου του ανθρώπου. Αυτό που ονομάζουμε “πρόοδος” οφείλεται σε μερικούς επώνυμους, ας το πούμε προηγμένους εγκεφάλους που εμφανίσθηκαν και βεβαίως εμφανίζονται κατά την ροή των αιώνων.

Είναι πρωταρχικής σημασίας ανάγκη να εξοικειωθούμε όλοι με την πρόοδο αυτή για να μπορέσουμε να την χρησιμοποιήσουμε εποικοδομητικά. Όπως λέμε καμιά φορά, “όταν έχεις ένα αραβικό άλογο στους αγώνες, πρέπει να είσαι και ο κατάλληλος αναβάτης, γιατί αλλιώς όχι μόνο χάνεις τους αγώνες αλλά και ενδέχεται να χάσεις και την ζωή σου”. Ακριβώς σ' αυτή τη θέση βρισκόμαστε σήμερα με την αξιοποίηση των θετικών επιστημών, και των αγαθών που αυτές μπορούν να μας προσφέρουν σε όλους τους τομείς των επιστημών.

Εδώ το ρόλο του “δασκάλου” έχουν οι επιστήμονες που θα πρέπει να καταβάλλουν κάθε προσπάθεια, να δώσουν γνώσεις, φιλοσοφικές ιδέες σχετικά με την εξέλιξη της επιστήμης, ούτως ώστε ο κόσμος να αποκτήσει μια πραγματική συνείδηση του τι είναι αυτό που του διατίθεται για να το χρησιμοποιήσει σωστά. Όχι να είναι ένας απλός χρήστης εθισμένος στο να οδηγεί, ας πούμε ένα αυτοκίνητο χωρίς να ξέρει και πως λειτουργεί.

Δεν θέλω να σας απασχολήσω περισσότερο. Θέλω μόνο να δώσω το λόγο στον Καθηγητή κ. Κονταράτο, γνωστό νομίζω σε όλους. Δε χρειάζεται να πω περισσότερα λόγια γι' αυτόν. Στο επιστημονικό του πεδίο κατάγεται από τη μεγάλη οικογένεια των μηχανικών. Σπούδασε ηλεκτρολόγος μηχανικός.

Αυτό, του έδωσε το εφόδιο να εμβαθύνει μέσα σε ένα ευρύ φάσμα της θετικής επιστήμης. Σήμερα θα μας δώσει μια περίληψη αυτών των επιτευγμάτων και των αντίστοιχων δυνατοτήτων. Έτσι θα βοηθήσουμε να βγάλουμε τα συμπεράσματά μας για τις σωστές χρήσεις αυτού του αγαθού, που λέγεται επιστημονική γνώση.

Θα επακολουθήσουν κι άλλες σχετικές διαλέξεις. Όπως βλέπετε στο πρόγραμμα, κάθε Τρίτη μέχρι και τον Ιούνιο θα έχουμε και άλλους καθηγητές έτσι ώστε να δοθεί μια ολοκληρωμένη εικόνα - εάν είναι δυνατόν του πεδίου των θετικών επιστημών και της εξέλιξής τους.

Το Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών είχε κι άλλοτε διοργανώσει επιτυχώς μια τέτοια σειρά διαλέξεων τις οποίες σκεφτήκαμε να επαναφέρουμε στο προσκήνιο.

Κύριε Κονταράτο, παρακαλώ έχετε τον λόγο.

Κύριε Πρόεδρε του Εθνικού Ιδρύματος Ερευνών σας ευχαριστώ για τα καλά σας λόγια. Το Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών το αισθάνομαι σαν σπίτι μου, γιατί πέρασα αρκετά χρόνια εργαζόμενος εδώ. Θυμάμαι ακόμα εκείνες τις ηρωικές προσπάθειες που κάναμε κάποτε να πρωτοξεκινήσουμε το Λαϊκό Πανεπιστήμιο που ξαναοίγει και πάλι σήμερα. Τότε, και ευελπιστώ και τώρα, σκοπός του Λαϊκού Πανεπιστημίου ήταν και είναι να προβληματίσουμε τον κόσμο και να του δώσουμε τροφή για στοχασμό.

Εάν κρίνω από την τότε μεγάλη συμμετοχή του κόσμου, θα έλεγα ότι κατά κάποιον τρόπο πέτυχαμε το σκοπό μας. Ελπίζω κι αυτή η σειρά των προγραμμάτων που ξαναξεκινάει το Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, να είναι το ίδιο επιτυχής όπως και τότε.

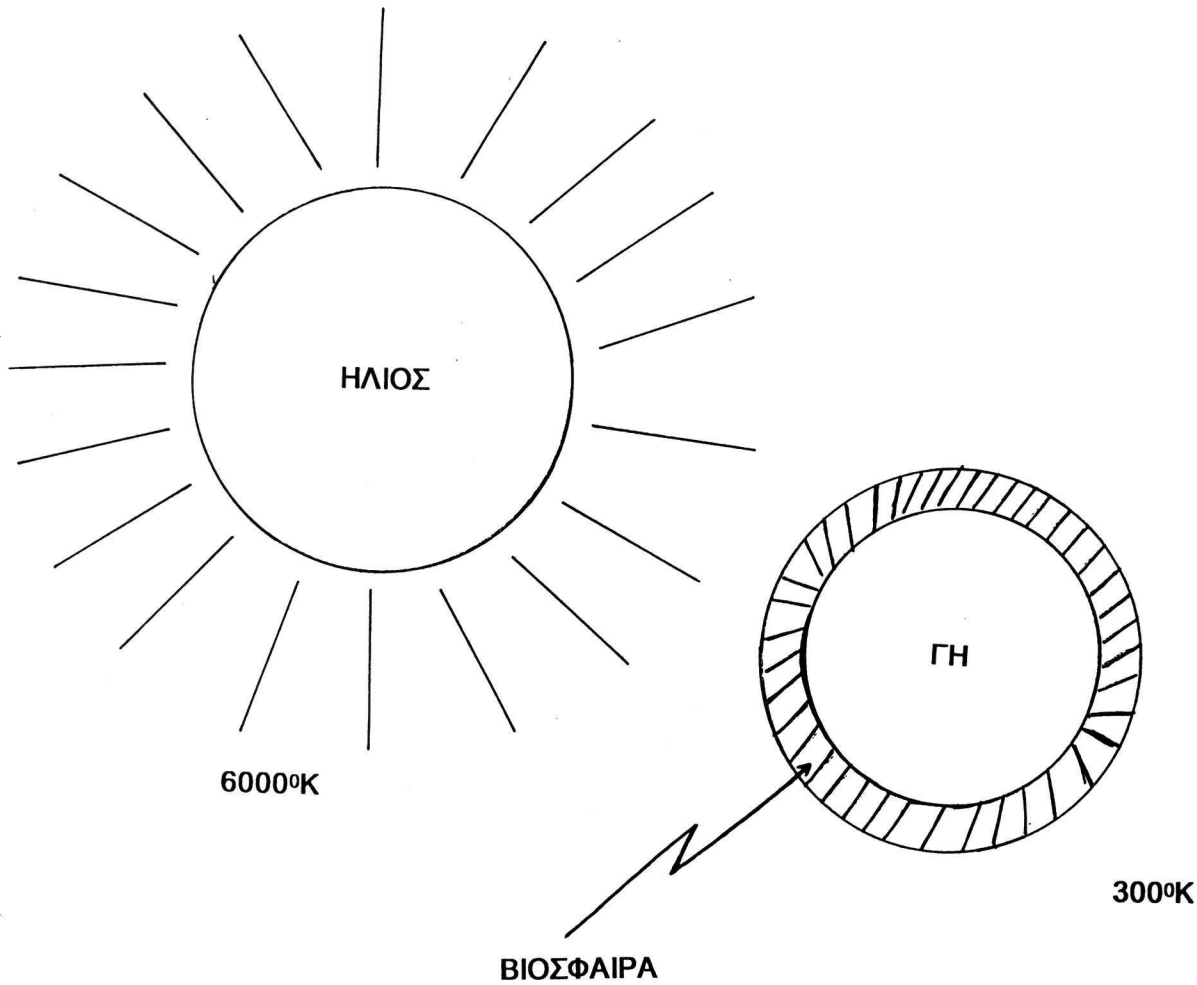
Βλέπω στο ακροατήριο ορισμένους καθηγητές φυσικής και θα ήθελα εκ των προτέρων να ζητήσω συγγνώμη, διότι θα ξεφύγω από την αυστηρή γλώσσα της επιστήμης προκειμένου να απλοποιήσω ορισμένα πράγματα. Να με συγχωρέσουν γι' αυτό, αλλά μόνο έτσι νομίζω ότι θα γίνω κατανοητός και θα καταφέρω να μεταφέρω τα μηνύματα που πρέπει.

Κυρίως θα θίξω δυο θέματα: Τις κατακτήσεις της επιστήμης στην εποχή μας ή την επανάσταση της γνώσης που έχει συντελεστεί τα τελευταία χρόνια και τον παράγοντα άνθρωπο, σαν χρήστη αυτής της γνώσης.

Καταφέραμε να φτάσουμε σε ανώτερα επίπεδα κατανόησης της φύσης, αλλά δεν καταφέραμε ακόμα να εξημερώσουμε τον άνθρωπο και να τον κάνουμε ένα λογικό ον που να παίρνει σοφές αποφάσεις.

Θα επιμείνω και σ' αυτό το δεύτερο σημείο γιατί είναι ένα μεγάλο πρόβλημα στην εποχή μας. Σήμερα μέσω της τεχνολογίας που διαθέτουμε, μπορούμε να αλλάξουμε το πρόσωπο ολόκληρης της φύσης. Είναι ευθύνη μας, επομένως να χρησιμοποιούμε τις γνώσεις μας για το γενικό καλό.

Ας ξεκινήσω με ορισμένα απλά πράγματα. Προφανώς θα έχετε συναντήσει, κάποιο παρόμοιο διάγραμμα (Σχήμα Ι), αλλά θα μου επιτρέψετε να σας βοηθήσω να το δείτε με έναν καινούριο τρόπο.



Η χωροταξία είναι γνωστή και δε νομίζω να παρουσιάζει καμία έκπληξη για κανέναν. Έβαλα τον ήλιο εδώ, τη γη εκεί και σημείωσα ορισμένες θερμοκρασίες. Τι σημαίνει άραγε αυτή η διάταξη που καθημερινά βλέπουμε, αλλά σπάνια συνειδητοποιούμε;

Κοιτάζτε τι προκύπτει αν το διάγραμμα αυτό το δούμε λίγο διαφορετικά. Θα χρησιμοποιήσουμε τις γνώσεις μας από τη θερμοδυναμική. Έχουμε μια θερμή πηγή εδώ (ήλιος) και έχουμε ένα ψυχρό δοχείο εκεί (διάστημα) που τι μας λένε; Οτι υπάρχει ενέργεια που ρέει συνέχεια από τη θερμή πηγή προς το ψυχρό δοχείο. Με τις γνώσεις που είπα ότι πρέπει να έχουμε σαν οδηγό, βλέπουμε αμέσως ότι πρόκειται εδώ για μια θερμοδυναμική μηχανή που παράγει έργο.

Δηλαδή, το σύστημα, ήλιος - γη - διάστημα, είναι προσεκτικά σχεδιασμένο για να παράγει έργο. Και ποιό άραγε είναι το έργο αυτό; Βλέπουμε ότι μεταξύ της θερμής πηγής και του ψυχρού δοχείου μεσολαβεί η γη που δέχεται τις ακτίνες του ήλιου. Άρα το έργο που επιτελεί η ενέργεια του ήλιου είναι η ανάπτυξη βιόσφαιρας στη γη και η προοδευτική εξέλιξή της.

Βλέπουμε δηλαδή εδώ μια μηχανή που κύριο σκοπό έχει να δημιουργεί και συντηρεί αυτό που λέμε ζωή. Κι εάν κάποιος καθίσει και σκεφθεί ότι για να αναπτυχθεί ζωή χρειάζονται δισεκατομμύρια χρόνια, διερωτάται μήπως το άστρο που λέμε ήλιος είναι κι αυτό προσεκτικά σχεδιασμένο για να εκπέμπει ενέργεια επί πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα.

Εάν δούμε λοιπόν τον ήλιο κάτω από το πρίσμα αυτό, ανακαλύπτουμε αμέσως κάτι άλλο σημαντικό. Οτι η δύναμη που συγκρατεί τον πυρήνα των ατόμων είναι έτσι ρυθμισμένη, ώστε να επιτρέπει στα άστρα αυτού του είδους, να καίγονται για δισεκατομμύρια χρόνια, ευνοώντας έτσι την ανάπτυξη της ζωής εκεί που οι συνθήκες το επιτρέπουν.

Εάν πάλι, δούμε τις θερμοκρασίες: 6.000 βαθμούς ο ήλιος και 3 βαθμούς το διάστημα, βλέπουμε ότι ο βαθμός απόδοσης της θερμοδυναμικής μας μηχανής είναι πάρα πολύ ψηλός, διότι όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ θερμής πηγής και ψυχρού δοχείου, τόσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός απόδοσης.

Μια μηχανή, σαν το αυτοκίνητο, για παράδειγμα, έχει θερμοκρασία θερμής πηγής 800-900 βαθμούς και θερμοκρασία ψυχρού δοχείου γύρω στους 320 βαθμούς. Άρα, σε σύγκριση με το φυσικό σύστημα ήλιου-γης-διαστήματος, το αυτοκίνητο είναι μηχανή πολύ μικρότερης απόδοσης.

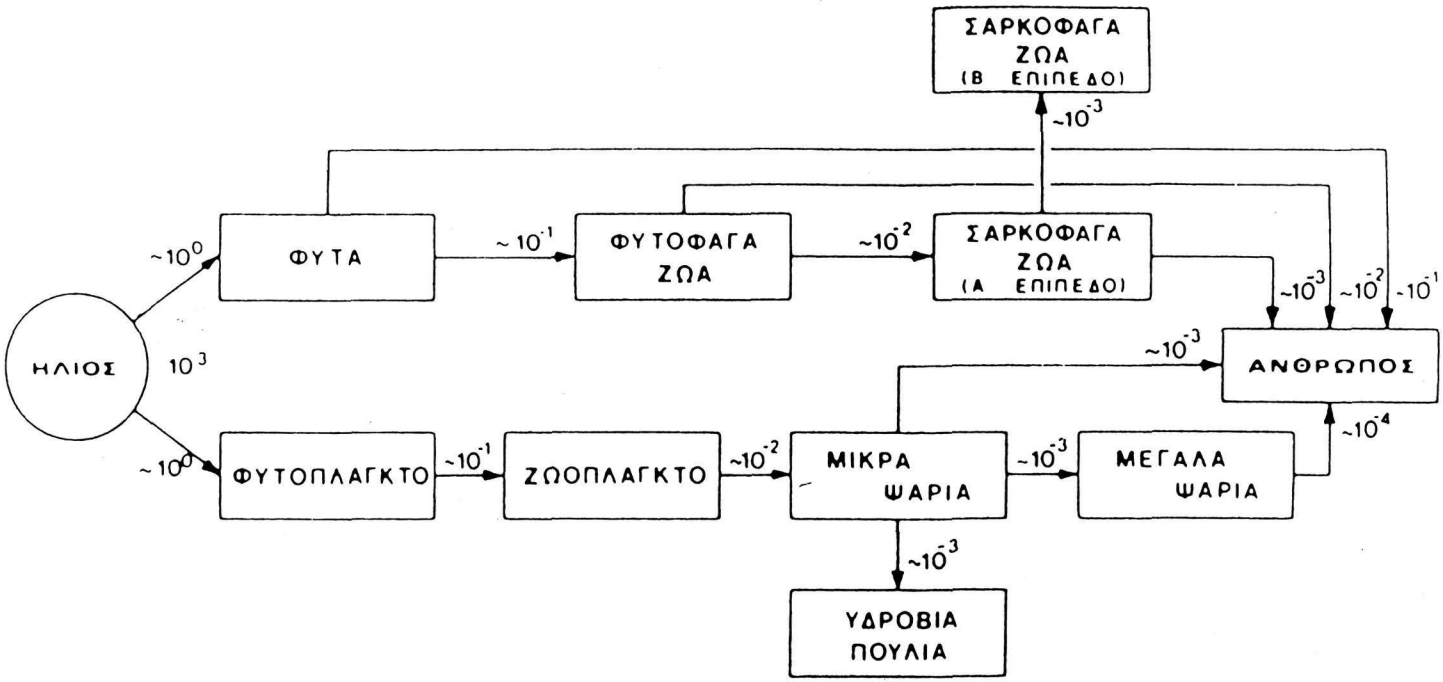
Υπάρχει, επίσης, ατμόσφαιρα γύρω από τη βιόσφαιρα έτσι ώστε η ενέργεια που ρέει από τον ήλιο, να μην πυρπολεί την ημέρα και να μην ακτινοβολείται απευθείας στο διάστημα τη νύχτα παγώνοντας τα πάντα. Στο φεγγάρι, για παράδειγμα, η θερμοκρασία ανεβαίνει στους +150 βαθμούς την ημέρα και πέφτει στους -150 βαθμούς τη νύχτα, επειδή ακριβώς δεν υπάρχει ατμόσφαιρα. Άρα ξαναβλέπουμε προσεκτικό σχεδιασμό με στόχο την προστασία της ζωής στη γη από υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες. Θα επανέλθω σ' αυτό το σχεδιασμό ξανά και ξανά, διότι παντού στη φύση υπάρχει σχεδιασμός και σοφία.

Εδώ (Σχήμα 2) δείχνω τις τροφικές αλυσίδες. Είπαμε ότι ρέει ενέργεια από τον ήλιο, που προσοδευτικά καταμερίζεται ανάμεσα στα διάφορα είδη ζωής. Βλέπουμε εδώ ότι εάν μια μονάδα ενέργειας φτάνει στα φυτά, στη χλωροφύλλη, δηλαδή, τότε ένα εκατοστό ή ένα χιλιοστό της μονάδας φτάνει τελικά στον άνθρωπο ανάλογα με τον αριθμό κρίκων της τροφικής αλυσίδας. Δηλαδή, μία μονάδα ενέργειας στην αρχή γίνεται ένα χιλιοστό της μονάδας στο τέλος της αλυσίδας. Η ενέργεια βέβαια ρέει μέσα σ' αυτό το σύστημα βιοκοινοτήτων και αποβάλλεται σταδιακά με κατάληξη το διάστημα.

Εάν η ενέργεια που δέχεται η γη δεν έφευγε πίσω στο διάστημα, τότε η θερμοκρασία εδάφους θα ανέβαινε συνεχώς. Εάν πάλι, έφευγε περισσότερη ενέργεια απ' όση εδέχεται η γη, η θερμοκρασία εδάφους θα έπεφτε συνεχώς. Αρα και πάλι βλέπουμε ότι υπάρχει σχεδιασμός ώστε η θερμοκρασία της γης να ρυθμίζεται μέσα σε επιτρεπτά όρια.

Τι είναι, όμως, ζωή που με τόσο προσεκτικό σχεδιασμό δημιουργεί και συντηρεί η φύση. Πολλοί είπαν ότι η ζωή είναι ένα σύστημα που αναπαράγεται. Άλλοι είπαν ότι ζωή είναι ένα σύστημα που μεταβολίζεται. Άλλοι πάλι είπαν άλλα.

Ίσως η ζωή είναι μια γενική ιδιότητα της ύλης. Ίσως εμφανίζεται με τη μορφή που εμείς αναγνωρίζουμε όταν η οργάνωση της ύλης ξεπεράσει ένα ορισμένο επίπεδο δομικής και λειτουργικής πολυπλοκότητας (Σχήμα 3).



Z Ω Η

Ιδιότητα της ύλης πάνω από ένα συγκεκριμένο επίπεδο δομικής πολυπλοκότητας.

Η ζωή συντηρείται μέσω συνεχούς εισροής ενέργειας υψηλής ποιότητας και χημικών ουσιών από το περιβάλλον καθώς και μέσω συνεχούς εκροής ενέργειας χαμηλής ποιότητας και χημικών υπο-προϊόντων στο περιβάλλον.

Υπάρχει μονάδα ζωής: το κύτταρο

Το κύτταρο αποτελείται από πολυμερείς χημικές ενώσεις. Λιγότερο από 50 διαφορετικά μονομερή συνθέτουν όλες τις πολυμερείς ενώσεις του κυττάρου.

Οι λειτουργίες του κυττάρου κατευθύνονται από μία κεντρική τράπεζα πληροφοριών χημικού κώδικα που στέλνει οδηγίες για εκτέλεση σε διάφορα βιοσυνθετικά συστήματα.

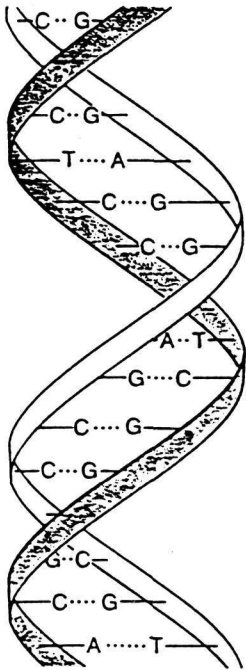
Υπάρχει, βλέπετε, ένα φιλοσοφικό ερώτημα: Εμείς αναπνέουμε. Εισπνέουμε οξυγόνο και εκπνέουμε διοξείδιο του άνθρακος. Είμαστε ένας ζωντανός οργανισμός. Το οξυγόνο, όμως, και το διοξείδιο του άνθρακος, στην ατμόσφαιρα τα θεωρούμε νεκρά. Σε ποια φάση της εισπνοής, επομένως, το οξυγόνο ξαφνικά ζωντανεύει; Και σε ποια φάση της εκπνοής το διοξείδιο του άνθρακος πεθαίνει; Είναι φιλοσοφικά ερωτήματα στα οποία δεν έχουμε απαντήσεις. Έχουμε βρει δυστυχώς ωραιότατες λέξεις να περιγράψουμε πράγματα που δεν καταλαβαίνουμε, π.χ. ζωή, ύλη, ενέργεια, κ.ο.κ.

Είπαμε ότι η ζωή συντηρείται μέσω συνεχούς εισροής ενέργειας. Εάν, όμως, παίρνομε συνέχεια ενέργεια και δεν την αποβάλλουμε, τότε θα καιγόμαστε. Κατά συνέπεια, όση ενέργεια παίρνουμε τόσο και αποβάλλουμε. Εκτός όταν μεγαλώνουμε ή όταν παχαίνουμε, οπότε και ενσωματώνουμε μέρος της ενέργειας που παίρνουμε από το περιβάλλον.

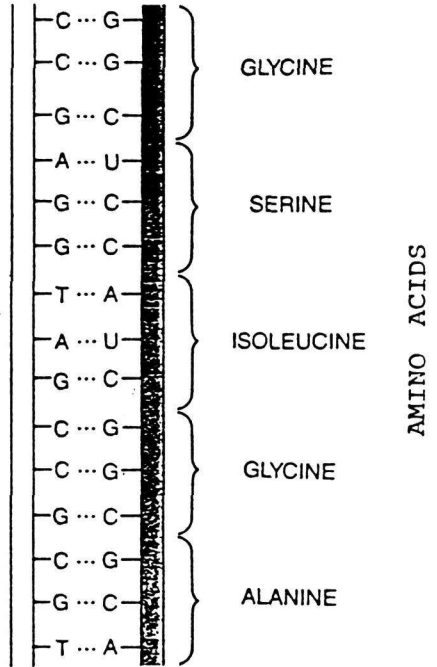
Υπάρχει μια μονάδα ζωής που είναι το κύτταρο (Σχήμα 3). Με βάση το κύτταρο όλοι οι πολυσύνθετοι οργανισμοί είναι δομημένοι. Υπάρχει μια αφάνταστη πολυπλοκότητα που διακρίνει τη ζωή. Αν μάλιστα κοιτάξει κανείς τη φυσιολογία του ανθρώπου διερωτάται πως είναι δυνατόν ένα τέτοιο κατασκεύασμα να δουλεύει; Τώρα γιατί το λέω αυτό; Διότι οι μηχανισμοί που συντηρούν ανώτερες μορφές ζωής είναι τρομακτικά περίπλοκοι, αποτέλεσμα και πάλι προσεκτικού σχεδιασμού.

Ένα άλλο πράγμα. Το κύτταρο αποτελείται από πολυμερείς χημικές ουσίες. Λιγότερο από 50 μονομερή συστατικά συνθέτουν όλα τα πολυμερή της ζωής. Μιλάμε για κάθε είδος κυττάρου σε κάθε γωνία του οργανισμού σε κάθε σημείο του πλανήτη. Εδώ πρέπει να σημειώσουμε και κάτι άλλο. Όλες οι λειτουργίες του κυττάρου, κατευθύνονται από μια κεντρική τράπεζα πληροφοριών μέσω τρομακτικά περίπλοκων μηχανισμών.

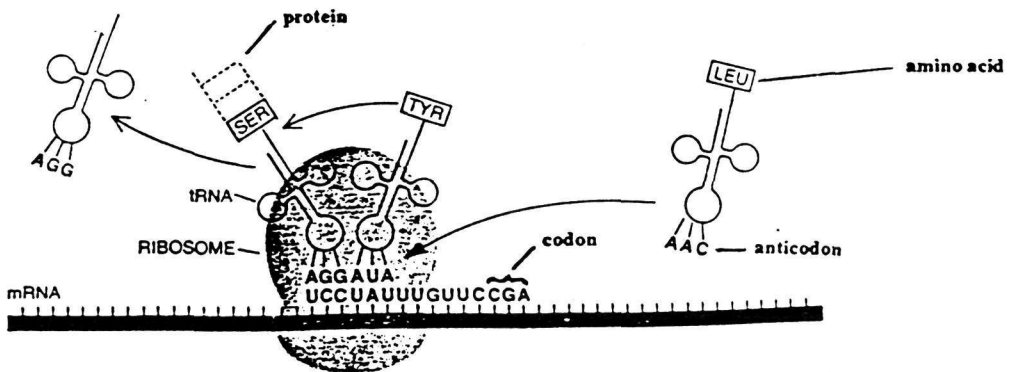
Εδώ (Σχήμα 4) είναι η κεντρική τράπεζα πληροφοριών, που κατευθύνει όλη τη διαδικασία της ζωής. Όλοι έχετε φαντάζομαι ακούσει για το διπλό έλικα, το DNA. Αυτός είναι ο διπλός έλικας. Βλέπετε ότι υπάρχει μια ραχοκοκαλιά εδώ και άλλη μια από εκεί. Και αυτές οι δύο ραχοκοκαλίες συνδέονται μεταξύ τους με ορισμένες χημικές ουσίες. Οι ουσίες αυτές είναι τέσσερις: Α, G, T και C.



The DNA double Helix



The Transcriptional DNA - RNA strands and the 3 letter nucleotide code for amino acids



Mechanism of protein synthesis

Με άλλα λόγια, το λεξιλόγιο της ζωής αποτελείται από τέσσερις χημικές ουσίες. Ανά τρεις τέτοιες χημικές ουσίες κωδικοποιούν ένα συγκεκριμένο αμινοξύ και πολλά αμινοξέα μαζί κωδικοποιούν μια πρωτεΐνη. Επομένως, οι πρωτεΐνες που αποτελούνται από αμινοξέα, είναι προϊόνα του γενετικού αυτού κώδικα. Υπάρχει ένας φοβερά περίπλοκος μηχανισμός ο οποίος διαβάζει τη γενετική πληροφορία, τη μεταφράζει σε ένα άλλο μόριο, το RNA κι αυτό το δεύτερο μόριο με τη σειρά του μεταφέρει την πληροφορία στο κυτταρόπλασμα και όπου δομείται η πρωτεΐνη.

Ξέρουμε πια σήμερα με λεπτομέρεια το μοριακό μηχανισμό που επιτρέπει στο κύτταρο να φτιάχνει πρωτεΐνες. Ξέρουμε επίσης ότι το DNA είναι ο φορέας της κληρονομικότητας μέσα σε κάθε κύτταρο και ότι το DNA μεταφράζεται σε RNA, δηλαδή σε ένα άλλο προσωρινό μόριο που κατευθύνει τη σύνθεση πρωτεϊνών. Έτσι, το DNA σαν πληροφοριακή βάση δεν καταστρέφεται με τη χρήση.

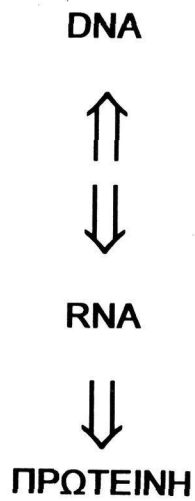
Όπως, δηλαδή, ο ηλεκτρονικός υπολογιστής έχει μια μόνιμη τράπεζα δεδομένων που χρησιμοποιούμε ξανά και ξανά, έτσι και στο κύτταρο η πληροφοριακή βάση δεν καταστρέφεται. Είναι επαναχρησιμοποιήσιμη όσο ζει το κύτταρο.

Σύμφωνα με το δόγμα της μοριακής βιολογίας, όπως τουλάχιστον είχε διατυπωθεί στο παρελθόν, η πληροφορία ρέει από DNA σε RNA σε πρωτεΐνη και ποτέ ανάποδα (Σχήμα 5). Όμως, ανακαλύφθηκε τελευταία ένα ένζυμο που επιτρέπει την μετάφραση του RNA σε DNA και που παραβιάζει το δόγμα της μοριακής βιολογίας. Θα δούμε σε λίγο τι σημασία έχει αυτή η αντίστροφη μετάφραση.

Ξέρουμε καλά με ποιο τρόπο το DNA κωδικοποιεί το σχηματισμό μιας συγκεκριμένης πρωτεΐνης, αλλά δεν έχουμε ιδέα πως οι πρωτεΐνες κατευθύνουν τη σύνθεση ιστών, οργάνων και τελικά ολόκληρου του οργανισμού.

Θα μπορούσε κανένας εδώ να κάνει την υπόθεση ότι το κάθε κύτταρο έχει στις μεμβράνες του διατεταγμένες ορισμένες πρωτεΐνες, που ενεργούν σαν άγκιστρα. Τα άγκιστρα αυτά κατευθύνουν τον τρόπο με τον οποίο ενώνονται τα διάφορα κύτταρα μεταξύ τους. Άλλα άγκιστρα οδηγούν στο να φτιαχτεί η καρδιά, άλλα άγκιστρα οδηγούν στο να φτιαχτεί ένα συκώτι, και ούτω κάθε εξής.

Γ Ο Ν Ι Δ Ι Ο :



Ξέρουμε πως ένα γονίδιο κωδικοποιεί το σχηματισμό μιας συγκεκριμένης πρωτεΐνης

Α Λ Λ Α

Δεν ξέρουμε πως οι πρωτεΐνες, σαν τα μοναδικά προϊόντα των γονιδίων, κατευθύνουν το σχηματισμό σύνθετων οργάνων

Δηλαδή η μορφοποίηση του οργανισμού εξαρτάται από τη δομή της μεμβράνης των κυττάρων του και κυρίως από τις πρωτεΐνες - άγκιστρα που λειτουργούν σαν μηχανισμοί κλειδί - κλειδαριάς. Κάτι εισχωρεί μέσα σε κάτι άλλο και αναγνωρίζει το ένα το άλλο.

Έτσι, εάν πάρουμε κύτταρα από καρδιά ζώου και κύτταρα από καρδιά ανθρώπου, αυτά αναγνωρίζονται πολύ περισσότερο μεταξύ τους, απ' ό τι ένα κύτταρο καρδιάς ανθρώπου και ένα κύτταρο ανθρώπινου συκωτιού. Αυτά όλα, πάντως, περί πρωτεϊνών, που ενεργούν σαν άγκιστρα, είναι υποθέσεις όπως σας είπα, διότι το πρόβλημα της μορφογέννησης δεν έχει ακόμα λυθεί.

Τι βλέπουμε κι εδώ; Βλέπουμε σχεδιασμό. Μηχανισμούς που λειτουργούν με σκοπό την διατήρηση της ζωής και τη μορφοποίηση της ζωής. Εάν πάλι μιλήσουμε για εξέλιξη, τα πράγματα αρχίζουν και γίνονται ακόμα πιο περίπλοκα.

Ο Δαρβίνος κατέπληξε τον κόσμο με την θεωρία του, ότι τα είδη εξελίσσονται. Κατέπληξε εντός εισαγωγικών, γιατί εάν κανένας ανατρέξει στις αρχαίες πηγές, θα δει ότι ο πρώτος διδάξας ήταν ο Αριστοτέλης.

Εν πάση περιπτώσει, η θεωρία της εξέλιξης του Δαρβίνου πρεσβεύει ακόμα και σήμερα, ότι γίνονται τυχαίες μεταλλάξεις στο κληρονομικό υλικό, που οδηγούν σε κάποια αλλαγή των χαρακτηριστικών ενός οργανισμού. Οι αλλαγές αυτές υπόκεινται με τη σειρά τους σε φυσική επιλογή. Έτσι, χρήσιμες αλλαγές διατηρούνται ενώ επιζήμιες αλλαγές χάνονται (Σχήμα 6).

Αυτή η θεωρία πάντως στηρίζεται σε δεκανίκια. Διότι δεν μπορεί τυχαίες μεταλλάξεις να οδηγούν σε εξέλιξη. Αυτό που θα περιμένει κανένας είναι οι τυχαίες μεταλλάξεις να οδηγούν σε εκφυλισμό. Υπάρχει δε κάτι καταπληκτικό που συμβαίνει στην περίπτωση τυχαίων μεταλλάξεων και που μοιραία οδηγεί σε μεγαλύτερο ακόμα προβληματισμό. Εάν γίνει μια τυχαία μετάλλαξη σε ένα σημείο του DNA, ξαφνικά γίνεται μια άλλη μετάλλαξη σε κάποιο άλλο σημείο, ώστε οι δυο αυτές μεταλλάξεις να αλληλοαναιρούνται. Έχει τέτοια ικανότητα αυτοδιόρθωσης το DNA που μας αφήνει έκπληκτους.

Ε Ξ Ε Λ Ι Ξ Η

ΜΕΤΑΛΛΑΞΕΙΣ
ΦΥΣΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ

ΑΝΑΣΤΡΟΦΗ ΜΕΤΑΓΡΑΦΗ
ΑΥΤΟ - ΟΡΓΑΝΩΣΗ

Άρα τυχαίες μεταλλάξεις, δεν οδηγούν πουθενά. Να σας το πω αλλιώς για να το καταλάβετε καλύτερα. Είναι σαν να λέμε ότι κάποιος ήρθε εδώ, σκόρπισε τσιμέντο, σκόρπισε τούβλα, σκόρπισε μάρμαρα, σκόρπισε ασβέστες και ξαφνικά αυτοκατασκευάστηκε ένας καθεδρικός ναός. Τέτοια πράγματα ξέρετε από την εμπειρία σας ότι δεν γίνονται. Έτσι και με την εξέλιξη. Πρόσδος μέσω τυχαίων μεταλλάξεων δεν γίνεται.

Ας γυρίσουμε πίσω σε κάτι που είπα. Οτι το δόγμα της μοριακής βιολογίας κλονίστηκε, διότι βρέθηκε ένα ένζυμο που επιτρέπει μεταγραφή πληροφορίας από RNA σε DNA. Πάμε, δηλαδή, από το αντίγραφο στο πρωτότυπο.

Υπάρχουν παραδείγματα αντίστροφης μεταγραφής στη φύση; Υπάρχουν. Έτσι δρουν ορισμένοι ιοί. Έχουμε ανακαλύψει πολλούς τέτοιους ιούς. Αλλά όλοι αυτοί που ανακαλύψαμε είναι παθολόγοι και προσπαθούμε να τους αποφύγουμε, όπως ο ιός που προκαλεί γρίπη.

Αλλά ποιος κάθισε ποτέ να φάξει για ιούς που οδηγούν σε γενετικό εμπλουτισμό και που συμβάλλουν έτσι στην εξέλιξη. Οι ιοί είναι πακέτα πληροφοριών που φέρνουν αλλαγή. Κανένας δεν έχει φάξει για ωφέλιμους ιούς. Ολη η προσπάθεια είναι να βρούμε μόνο τους παθολόγους ιούς και να τους εξουδετερώσουμε.

Επομένως, η αντίστροφη μεταγραφή, μπορεί να παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη. Το λέω αυτό, γιατί έχουμε ορισμένες ενδείξεις ότι κάτι τέτοιο μπορεί να συμβαίνει.

Υπάρχει ένας άλλος πιθανός μηχανισμός εξέλιξης που θα τον αποκαλούσα αντιχαστική προσαρμογή. Έχει αποδειχθεί ότι συστήματα που έχουν απομακρυνθεί από το σημείο θερμοδυναμικής ισορροπίας με το περιβάλλον τους, αυτόματα αυτο-οργανώνονται όταν αναγκασθούν να προσροφήσουν ενέργεια. Η νέα τους οργάνωση τα βοηθά στο να αποβάλλουν ευχερέστερα την περίσσια ενέργεια που δέχονται. Έτσι, ανακαλύφθηκε ότι συμπεριφέρονται διάφορα χημικά και φυσικά συστήματα. Κατά πόσον, όμως, συμπεριφέρονται το ίδιο και τα βιολογικά συστήματα δεν έχει ακόμα πλήρως εξακριβωθεί.

Βλέπετε είναι πολλά πράγματα που ξέρουμε και είναι ένα σωρό πράγματα πάλι που δεν ξέρουμε. Θα έλεγα δε ότι αυτά που δεν ξέρουμε είναι πολύ περισσότερα απ' αυτά που ξέρουμε.

Δ Ο Μ Η Σ Υ Μ Π Α Ν Τ Ο Σ

ΥΛΗ

ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΔΥΝΑΜΗ

ΧΩΡΟΣ

ΧΡΟΝΟΣ

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ

Να πάμε τώρα σε κάτι άλλο. Μιλήσαμε λίγο για το φαινόμενο της ζωής και περιγράψαμε ορισμένους μηχανισμούς που φαίνεται να είναι όλοι σχεδιασμένοι. Σπίτι βέβαια της ζωής είναι το σύμπαν. Τα δομικά δε στοιχεία του σύμπαντος, απ' ό,τι τουλάχιστον ξέρουμε σήμερα, είναι η ύλη, είναι η ενέργεια, είναι η δύναμη, είναι ο χρόνος, είναι ο χώρος και είναι η πληροφορία (Σχήμα 7).

Γιατί, όμως, συμπεριέλαβα και την πληροφορία σαν δομικό στοιχείο του σύμπαντος; Όταν αναφερθήκαμε στο γεννητικό υλικό του κυττάρου, τι είπαμε; Ότι κωδικοποιεί πληροφορίες με ένα αλφάβητο τριών γραμμάτων. Έτσι δεν είπαμε; Αυτό σημαίνει ότι η πληροφορία έχει καθοριστική σημασία στην ανάπτυξη και συντήρηση ενός οργανισμού. Επίσης σημαίνει ότι η πληροφορία σαν μήνυμα είναι άσχετη με τη δομή του κώδικα σαν χημική μήμη.

Να σας πω το ίδιο πράγμα αλλιώς. Το μυαλό μαθαίνει να μιλά. Η δομή, όμως, του μυαλού δεν έχει καμία σχέση με τη γλώσσα που χρησιμοποιεί. Μπορεί να είναι γερμανικά, μπορεί να είναι αγγλικά, μπορεί να είναι κινέζικα, μπορεί να είναι οτιδήποτε. Επομένως, η δομή μιας πληροφορικής μηχανής δεν έχει καμία σχέση με τη γλώσσα επικοινωνίας της μηχανής. Άλλωστε το διαπιστώνει κανείς αυτό και στον ηλεκτρονικό υπολογιστή που σαν μηχανή επικοινωνεί μαζί μας ανάλογα πως προγραμματίζουμε τα σύμβολα και καταλαβαίνει. Η διαπίστωση αυτή είναι πολύ σημαντική, γιατί δικαιολογεί τη θεώρηση της πληροφορίας σαν ανεξάρτητο δομικό στοιχείο του σύμπαντος που κυβερνά την κατασκευή και λειτουργία του.

Αλλά ας δούμε και σε άλλα επίπεδα την ύπαρξη του σχεδιασμού. Κατ' αρχήν, τι είναι ύλη; Ύλη είναι μια ωραία λέξη η οποία κρύβει μεγάλη άγνοια. Δεν ξέρουμε τι είναι ύλη. Ίσως είναι μια μορφή πακεταρισμένης ενέργειας, αλλά και ενέργεια δεν είμαστε σίγουροι τι ακριβώς είναι.

Βέβαια ξέρουμε ότι η ύλη έχει σχέση με την ενέργεια. Αυτό το απέδειξε ο Einstein και το επιβεβαίωσαν δραματικά οι ατομικές βόμβες, που κατασκευάσαμε, με βάση τη θεωρία του. Συγκεκριμένα, η μάζα μετατρέπεται σε ενέργεια και αντίστροφα. Ποια λοιπόν είναι τελικά τα βασικά στοιχεία του σύμπαντος από πλευράς ύλης και ενέργειας; Είναι (Σχήμα 8) το φωτόνιο (γ), είναι το ηλεκτρόνιο (e), είναι το νουτρίνιο (ν), είναι το πρωτόνιο (p) και είναι το ουδετερόνιο (n).

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ

γ

e

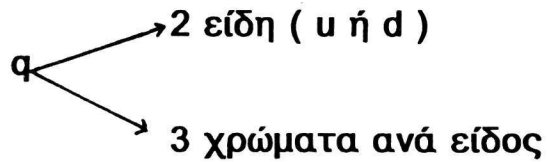
ν

p

n

$$p = u + u + d$$

$$n = u + d + d$$



Όλα τα σωματίδια έχουν διάσταση (10^{-33}cm) και δομή (χορδή, θηλειά ή κόμβος)

Ο Δημόκριτος ήταν κι εδώ σωστός όταν είπε ότι κάποτε θα φτάσουμε σε κάποιο σημείο υποδιαίρεσης της ύλης που δεν “τέμνεται” άλλο. Δυστυχώς εμείς δώσαμε την ονομασία άτομο σε ένα κατασκευάσμα που σήμερα γνωρίζουμε ότι διασπάται. Εάν, όμως, κοιτάξουμε πιο βαθιά στα συστατικά στοιχεία του ατόμου, υπάρχουν μέρη που δεν υποδιαιρούνται περαιτέρω.

Συγκεκριμένα, το ηλεκτρόνιο και το νουτρίνιο δεν υποδιαιρούνται. Το πρωτόνιο, όμως, και το ουδετερόνιο υποδιαιρούνται. Το πρωτόνιο υποδιαιρείται σε 2 “u κουάρκ” και από 1 “d κουάρκ” και το ουδετερόνιο υποδιαιρείται σε 1 “u κουάρκ” και 2 “d κουάρκ”. Τα κουάρκ είναι βασικά στοιχεία μη υποδιαίρεσιμα.

Όχι μόνο δεν είναι υποδιαίρεσιμα, αλλά και ποτέ δεν υπάρχουν σε ελεύθερη κατάσταση στη φύση. Δεν θα εξηγήσω γιατί. Είναι μια ολόκληρη ιστορία. Όλα τα άλλα στοιχεία του ατόμου υπάρχουν σε κατάσταση ελεύθερη.

Τα “κουάρκ” είναι δυο ειδών όπως είδαμε το u και το d και το καθένα έχει τρία χρώματα (Σχήμα 8). Και όταν λέμε εδώ χρώματα είναι μια ονομασία που αυθαίρετα δώσαμε και που εδώ σημαίνει φορτίο. Όπως έχουμε, δηλαδή, ηλεκτρικό φορτίο, έτσι έχουμε και φορτίο χρωμάτων.

Αντίθετα με ό,τι πιστεύαμε πριν από μερικά χρόνια, όλα τα σωματίδια της ύλης έχουν διάσταση. Παλαιά πιστεύαμε ότι ήταν σημεία. Αλλά μόλις κάναμε ορισμένους υπολογισμούς θεωρώντας τα σημεία καταλήγαμε σε άπειρα και δεν έβγαινε αποτέλεσμα.

Τα σώματα της ύλης δεν έχουν μόνο διάσταση, έχουν και δομή. Η δομή τους μπορεί να είναι μια χορδή. Στην περίπτωση αυτή η δομή είναι σαν ένα μικρό κομματάκι σπάγγου το οποίο έχει μήκος 10^{-33} εκατοστά. Μπορεί να είναι σαν μια θηλιά, μπορεί να είναι και σαν κόμπος.

Αλλά για να διακρίνουμε τις δομές αυτές, χρειάζεται να χρησιμοποιήσουμε τέτοιες τρομακτικές ενέργειες που δεν πρόκειται ούτε σε 1.000 χρόνια να κατασκευάσουμε τους κατάλληλους επιταχυντές. Απλώς, θεωρητικά κατασκευάσματα μας επιτρέπουν σήμερα να βρούμε λύσεις σε προβλήματα που άλλοτε ήταν απρόσιτα. Αντίθετα, πειραματικά δεδομένα μας οδήγησαν στην ανακάλυψη των δομικών στοιχείων της ύλης που συνθέτουν το σύμπαν.

Μέρος των συστατικών στοιχείων της ύλης που προανέφερα, δηλαδή το πρωτόνιο, το ουδετερόνιο και το ηλεκτρόνιο συμπλέκονται σε άτομα. Τα άτομα πάλι έχουν περίεργα χαρακτηριστικά έξω από κάθε εμπειρία. Πολλές φορές στα βιβλία που διαβάζουμε και στα μαθήματα που πήραμε στο γυμνάσιο, ακόμα και στο πανεπιστήμιο, μας λένε ότι το άτομο είναι σαν ένα πλανητικό σύστημα. Στο κέντρο, όπως ο ήλιος, βρίσκεται ο πυρήνας και γύρω-γύρω, όπως οι πλανήτες, περιστρέφονται τα ηλεκτρόνια. Δεν υπάρχει τίποτα πιο άστοχο απ’ αυτή την περιγραφή. Είναι εντελώς αναληθές. Το άτομο έχει μια εντελώς διαφορετική κατασκευή.

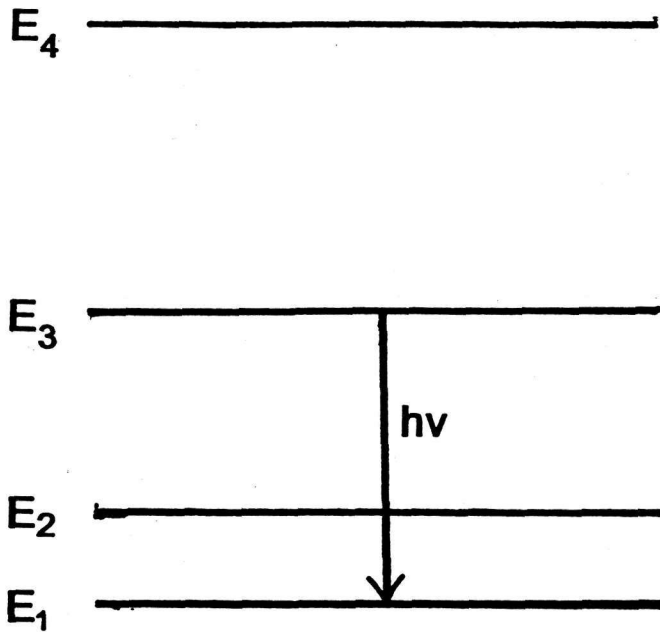
Το άτομο χαρακτηρίζεται από ενεργειακές στάθμες (Σχήμα 9) και όχι από τροχιές ηλεκτρονίων. Όταν το άτομο εκπέμπει ή απορροφά ενέργεια, η εκπομπή και η απορρόφηση της ενέργειας, γίνεται με ασυνεχή τρόπο ανάλογα με τις ενεργειακές στάθμες που εμπλέκονται. Ανταλλάσσονται, δηλαδή, συγκεκριμένα πακέτα ενέργειας που δεν υποδιαιρούνται.

Εάν ένα ηλεκτρόνιο βρίσκεται σε κάποια συγκεκριμένη ενεργειακή στάθμη και πέσει σε κάποια άλλη πάλι συγκεκριμένη στάθμη πλησιέστερη προς τον πυρήνα θα εκπέμψει ένα φωτόνιο (δηλαδή ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που θα έχει πάντα συγκεκριμένο μήκος κύματος, το ίδιο κάθε φορά. Αλλά το καταπληκτικότερο όλων είναι το εξής.

Εάν ένα ηλεκτρόνιο μετατοπισθεί από μια στάθμη σε άλλη, δεν περνάει ποτέ από τον ενδιάμεσο χώρο. Δεν υπάρχει τέτοια τροχιά. Το ηλεκτρόνιο υπάρχει κάπου, εξαφανίζεται στιγμιαία από το σύμπαν και επανεμφανίζεται ξαφνικά κάπου αλλού.

Να θυμάστε λοιπόν δύο σημαντικές διαπιστώσεις. Οτι από κάποιο επίπεδο και κάτω η εκπομπή και η απορρόφηση της ενέργειας γίνεται με ασυνεχή τρόπο και ότι υπάρχουν για τα ηλεκτρόνια απαγορευμένες ζώνες χώρου μέσα στο άτομο.

Πάμε τώρα σε ένα άλλο θέμα. Στις δυνάμεις που χρησιμοποιεί η Φύση. Τι θα πει δύναμη; Όταν σου δώσει κάποιος μια σπρωξιά αυτό είναι δύναμη. Όμως δύναμη στη φυσική είναι το κάθε αίτιο που προκαλεί αλληλεπίδραση μεταξύ σωματιδίων.



$$E_3 - E_1 = h\nu$$

Δ Υ Ν Α Μ Ε Ι Σ

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ

 γ

ΑΣΘΕΝΗΣ

 w^+, w^-, z^0

ΠΥΡΗΝΙΚΗ

gluon (8 είδη)

ΒΑΡΥΤΗΣ

graviton

Διακρίνουμε τέσσερις βασικές δυνάμεις (Σχήμα 10): Την ηλεκτρομαγνητική δύναμη που συγκρατεί τα ηλεκτρόνια σε στάθμες στο άτομο. Φορέας της ηλεκτρομαγνητικής δύναμης είναι το φωτόνιο. Την ασθενή δύναμη που συνδέεται με την εκπομπή β ακτινοβολίας. Φορέας της ασθενούς δύναμης είναι το σωματίο W και το σωματίο z. Την πυρηνική δύναμη που συγκρατεί τα πρωτόνια και τα ουδετερόνια μέσα στον πυρήνα. Η δύναμη αυτή είναι πάρα πολύ δυνατή. Τόσο δυνατή ώστε μόνο στο εσωτερικό των άστρων κάτω από θερμοπυρηνικές θερμοκρασίες μπορεί η δύναμη αυτή να σπάσει, όπως σε μικρογραφία και στην ατομική βόμβα. Η ίδια δύναμη συγκρατεί και τα κουάρκ μέσα στο πρωτόνιο και στο ουδετερόνιο. Φορείς της πυρηνικής δύναμης είναι εννέα σωματία gluons. Τη δύναμη της βαρύτητας, που συγκρατεί όμως εμάς κολλημένους στο πάτωμα. Φορέας της δύναμης αυτής είναι ένα σωματίο που ονομάσθηκε graviton. Το graviton δεν έχει ποτέ παρατηρηθεί. Είναι μια θεωρητική πρόβλεψη. Ψάχνει πολύς κόσμος για να το ανακαλύψει, αλλά ακόμα χωρίς επιτυχία.

Τώρα γεννάται το ερώτημα: Πώς μεταδίδονται οι δυνάμεις; Είπε ο Νεύτων ότι ο ήλιος και η γη αποτελούν ένα σύστημα. Και η γη συγκρατείται γύρω από την τροχιά λόγω αμοιβαίας έλξης. Ερωτά λοιπόν κανείς: Μα, καλά απλώνει το χέρι του ο ήλιος και συγκρατεί τη γη σε κάποια απόσταση γύρω του; Μπορεί δυο πράγματα να έλκονται μεταξύ τους ή δυο πράγματα να απωθούνται χωρίς να μεσολαβεί κάποια ανταλλαγή; Μπορεί δηλαδή η αλληλεπίδραση να μεταβιβάζεται με εντελώς άλλο τρόπο; Αυτή η σκέψη ενόχλησε πολύ τους φυσικούς που για πολλά χρόνια ψάχνανε να βρουν λύση. Τη λύση βρήκε τελικά ο Faraday όταν άρχισε να σκέφτεται για πεδία. Σκέφθηκε ότι πρέπει να υπάρχουν ενεργειακά πεδία τα οποία να μεταφέρουν τις δυνάμεις. Το πείραμα απέδειξε στη συνέχεια ότι η θεωρία ήταν σωστή.

Η σύγχρονη σκέψη είναι ότι και τα ενεργειακά πεδία μεταφέρουν τη δράση με ασυνεχή τρόπο. Ο ασυνεχής τρόπος αυτός εκδηλώνεται με τη μορφή συγκεκριμένων σωματιδίων που είναι οι διάφοροι φορείς δύναμης όπως το φωτόνιο, το σωματίο W, το σωματίο z, τα gluons και το graviton.

Αλλά το ερώτημα είναι γιατί να υπάρχουν τέσσερις διαφορετικές δυνάμεις; Η δύναμη είναι μια έννοια. Η σκέψη αυτή οδήγησε σε μια μεγάλη προσπάθεια να διαπιστώσουν οι φυσικοί εάν υπάρχουν όντως πολλές διαφορετικές δυνάμεις, ή μια μόνο δύναμη.

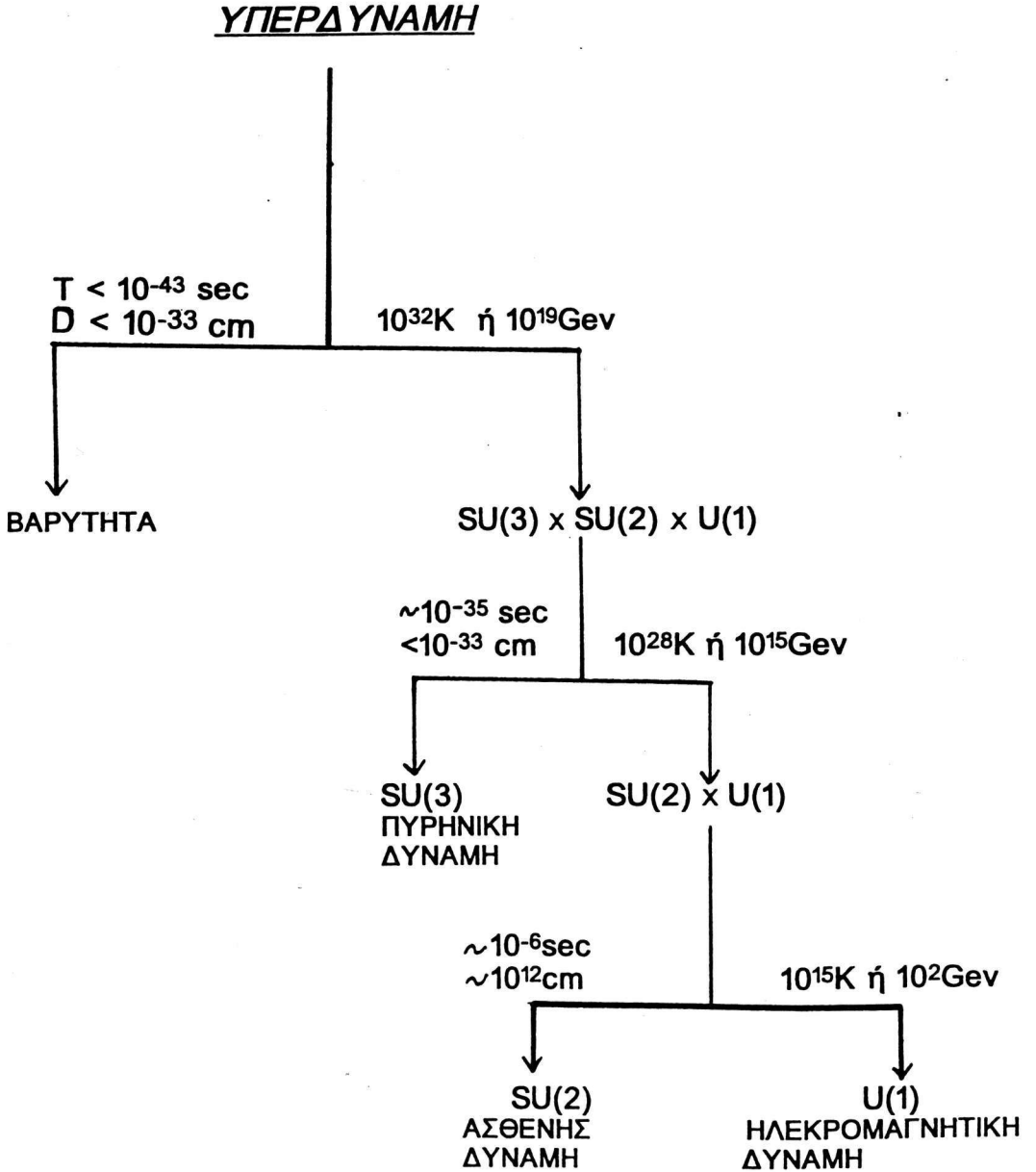
Η πρώτη προσπάθεια έγινε το 1860 από τον Faraday και συνεχίσθηκε από τον Maxwell. Το αποτέλεσμα ήταν η διατύπωση της ηλεκτρομαγνητικής θεωρίας που ένωσε τον ηλεκτρισμό με το μαγνητισμό. Πέρασαν 100 ολόκληρα χρόνια και το 1967 διατυπώθηκε μια άλλη πάλι θεωρία που ένωσε την ηλεκτρομαγνητική δύναμη με την ασθενή δύναμη. Για να καταλάβετε πόσο δύσκολα προχωρεί η προσπάθεια αυτή, αρκεί να σας πω ότι ένας από τους πρωτεργάτες της δεύτερης αυτής θεωρίας δεν έγινε για πολλά χρόνια πιστευτός από μεγάλους φυσικούς όταν πρωτοανακοίνωσε την ανακάλυψή του.

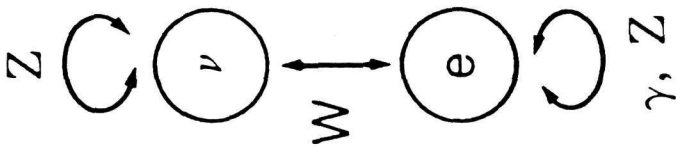
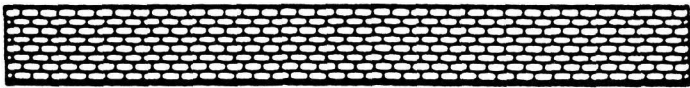
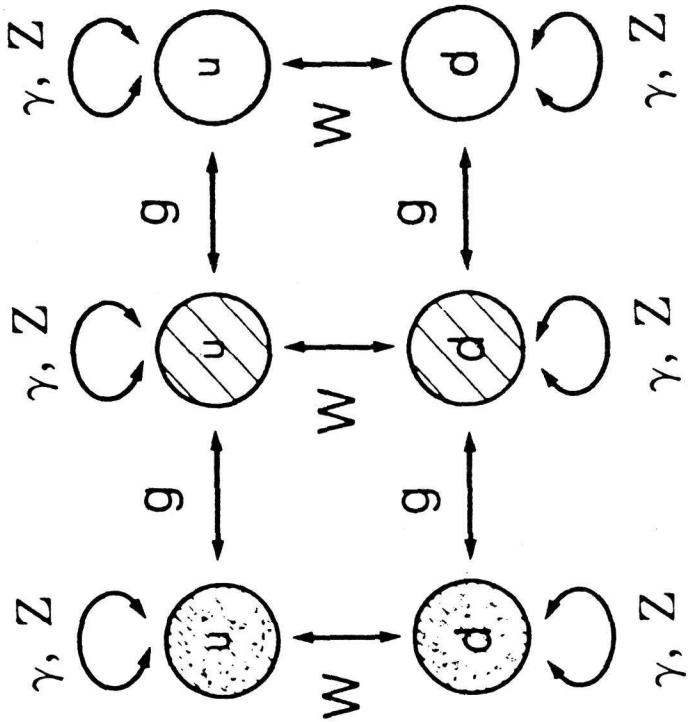
Σήμερα, ξέρουμε ότι οι τέσσερις δυνάμεις γίνονται μία σε πάρα πολύ υψηλές θερμοκρασίες (Σχήμα 11). Τελικά, δηλαδή, υπάρχει μια δύναμη στη φύση που εμφανίζεται με τέσσερα προσώπια.

Μια άλλη σημαντική παρατήρηση, που ήδη κάναμε, είναι ότι υπάρχουν σωματίδια ύλης, όπως τα ηλεκτρόνια, και σωματίδια δύναμης, όπως τα gluons. Τα σωματίδια ύλης μετατρέπονται το καθ' ένα σε κάθε άλλο αντιδρώντας με σωματίδια δύναμης (Σχήμα 12). Για παράδειγμα, ένα ηλεκτρόνιο μπορεί να μετασχηματισθεί σε ένα νουτρίνο αντιδρώντας με ένα σωματίδιο W και αντίστροφα.

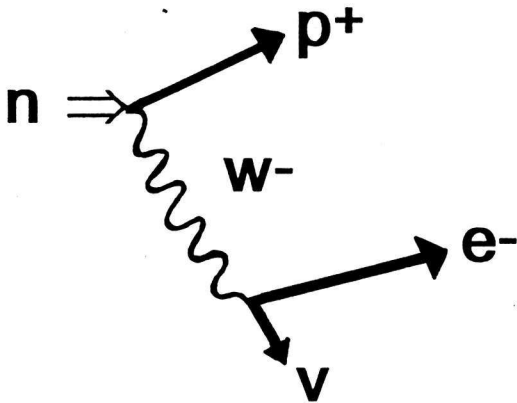
Το φωτόνιο γ και το σωματίο Z (ένα διαφορετικό φωτόνιο) αφήνουν το ηλεκτρόνιο και το νουτρίνο αμετάβλητα, απλώς τα μετατοπίζουν στο χώρο. Κουάρκς ενός είδους (u ή d) μετασχηματίζονται σε κουάρκς άλλου είδους (d ή u) αντιδρώντας με σωματίδια W. Ακόμα, κουάρκς ενός χρώματος μετασχηματίζονται σε κουάρκς άλλου χρώματος αντιδρώντας με σωματίδια gluons. Τέλος, ένα κουάρκ μετασχηματίζεται σε ηλεκτρόνιο ή νουτρίνο αντιδρώντας με ένα σωματίο X και αντίστροφα.

Η θεωρία προβλέπει ότι όχι μόνο μπορούμε να μετατρέπουμε το κάθε σωματίο ύλης σε κάθε άλλο, αλλά μπορούμε να μετατρέπουμε το κάθε σωματίο ύλης σε κάθε σωματίο δύναμης και αντίστροφα. Δηλαδή, η φύση είναι, τελικά, υπερσυμμετρική. Το κάθε τι μετασχηματίζεται σε οτιδήποτε άλλο. Όμως, πάντα ισχύει ένας βασικός κανόνας: Τα φορτία διατηρούνται (Σχήμα 13).





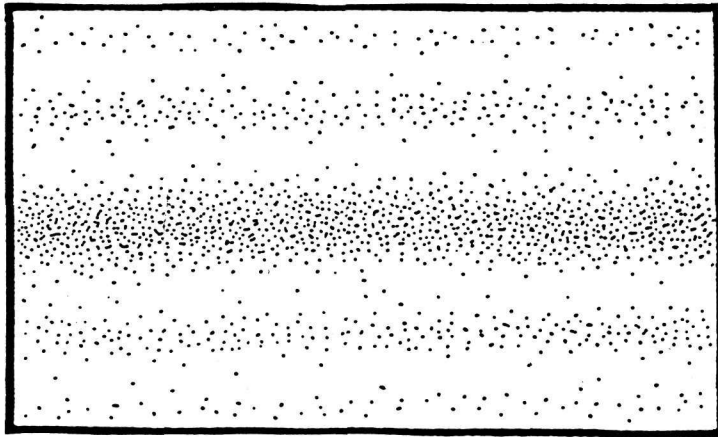
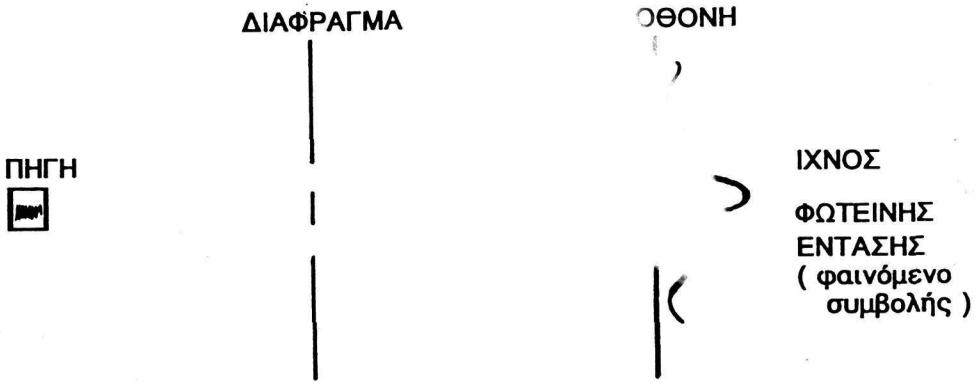
$$n \Rightarrow p^+ + w^- \Rightarrow p^+ + e^- + \nu$$



$$\begin{aligned} \nu &\Rightarrow e^- + w^+ \\ &\quad + \\ &\quad \nu \Rightarrow p^+ \end{aligned}$$

$$e^- + \gamma \Rightarrow e^-$$

$$\begin{aligned} q &\Rightarrow q_x + g \\ &\quad + \\ &\quad q_x \Rightarrow q \end{aligned}$$



Στο σημείο αυτό πρέπει να σας περιγράψω ένα πείραμα που έγινε και βγάλτε μόνοι τα συμπεράσματά σας, γιατί είναι πράγματι απίστευτο. Η φύση είναι πολύ πιο περίπλοκη απ' ό,τι μπορείτε ποτέ να φανταστείτε.

Εδώ (Σχήμα 14) έχουμε μια πηγή ας πούμε, πηγή ηλεκτρονίων. Μπροστά στην πηγή υπάρχει ένα διάφραγμα με δυο σχισμές. Η πηγή εκπέμπει ηλεκτρόνια που περνούν από τις σχισμές, προσπίπτουν σε οθόνη και δημιουργούν φαινόμενο συμβολής.

Τι είναι το φαινόμενο συμβολής; Είναι η αλληλεπίδραση κυμάτων που άλλοτε αλληλοαθροίζονται και άλλοτε αλληλοαφαιρούνται καθώς προχωρούν. Αν πρόκειται για νερό σε κάποια σημείο το κύμα είναι ψηλότερο και σε κάποια άλλα σημεία είναι χαμηλότερο. Αν πάλι πρόκειται για φως (ακτινοβολία) ή ένταση είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη.

Ξέρουμε ότι τα ηλεκτρόνια, όπως άλλωστε και όλα τα άλλα είδη ύλης, έχουν διπλή υπόσταση. Είναι άλλοτε κύματα και άλλοτε σωμάτια ανάλογα με τον τρόπο που τα παρατηρούμε. Στέλνουμε λοιπόν έναν καταγισμό ηλεκτρονίων μέσα από τις δυο σχισμές και στην οθόνη βλέπουμε το φαινόμενο της συμβολής. Λογικό αποτέλεσμα λέμε. Χιλιάδες εκατομμύρια, δισεκατομμύρια ηλεκτρόνια στέλνουμε στις σχισμές, κύματα είναι, συμβολή θα κάνουν.

Εμείς, όμως, είμαστε πιο έξυπνοι από τη φύση και θα κάνουμε την εξής αλλαγή. Δεν θα στέλνουμε πολλά ηλεκτρόνια μαζί στις σχισμές, θα στέλνουμε ένα - ένα. Θέλετε κάθε 10 δευτερόλεπτα ή κάθε 10 λεπτά ή κάθε 10 ώρες και από ένα ηλεκτρόνιο. Έστω, λοιπόν, ότι περνάει ένα-ένα ηλεκτρόνιο από το διάφραγμα. Από ποια όμως σχισμή; Δεν ξέρουμε. Γιατί οι τροχιές όπως είπαμε είναι απροσδιόριστες. Το μόνο που διαπιστώνουμε είναι ότι εμφανίζεται μια-μια κηλίδα τη φορά στην οθόνη (μπορεί να είναι μια φωτογραφική πλάκα για μόνιμη καταγραφή).

Περιμένουμε να μαζευτούνε πολλές κηλίδες ή φεύγουμε για εξοχή και γυρίζουμε μετά από καιρό. Εξετάζουμε την πλάκα και τι βλέπουμε; Βλέπουμε φαινόμενο συμβολής. Μα, φαινόμενα συμβολής με ένα - ένα ηλεκτρόνιο; Πώς είναι δυνατόν; Αυτό σημαίνει ότι κάθε ηλεκτρόνιο πέρασε και από τις δυο σχισμές ταυτόχρονα και αλληλοεπίδρασε! Μόνο έτσι μπορούμε να έχουμε συμβολή. Αυτό όμως βλέπουμε στην πλάκα (Σχήμα 14). Ζώνες με ελάχιστες κηλίδες (ανύπαρκτη σχεδόν πρόσπτωση ηλεκτρονίων) και ζώνες με ισχυρή συγκέντρωση κηλίδων (καταγισμό ηλεκτρονίων). Δεν είναι πάντως δυνατόν ένα ηλεκτρόνιο που δεν υποδιαιρείται με κανέναν τρόπο να περνάει από δυο σχισμές ταυτόχρονα.

Πάλι προσπαθούμε να φανούμε πιο έξυπνοι από τη φύση και βάζουμε ένα μετρητή ηλεκτρονίων στην κάθε σχισμή για να δούμε από ποια περνάει το κάθε ένα. Έξυπνοι λοιπόν εμείς, έξυπνότερη η φύση. Από τη στιγμή που ξέρουμε από ποια σχισμή περνάει το κάθε ηλεκτρόνιο, το φαινόμενο συμβολής χάνεται. Μένουμε με την άγνοια, αδυνατώντας να εξηγήσουμε τι συμβαίνει. Αυτή είναι η φύση. Μυστηριώδης και ανεξήγητη. Χρόνια και χρόνια, για να μην πω δεκαετίες ολόκληρες, παιδεύονται οι φυσικοί για να βρουν απαντήσεις.

Ένα από τα μεγαλύτερα μυαλά της εποχής μας, ο von Neumann, έγραψε ένα κλασικό βιβλίο κυματομηχανικής, και εκεί άφησε μια ελπίδα κατανόησης. Είπε: "Ένας τρόπος μόνο υπάρχει να

εξηγήσουμε αυτά τα περίεργα φαινόμενα. Να υπάρχουν πιλοτικά κύματα που καθοδηγούν τα ηλεκτρόνια ή οτιδήποτε άλλα σωματίνα ύλης, σε περίπλοκες τροχιές. Αλλά αυτά τα κύματα πρέπει να τρέχουν ταχύτερα από την ταχύτητα του φωτός”. Έμεινε καταχωνιασμένη και σχεδόν ξεχασμένη αυτή η σκέψη για χρόνια μέχρις ότου ήρθε ένας άλλος μεγάλος φυσικός της εποχής μας, ο Bohr, και τη μετουσίωσε σε συγκεκριμένη θεωρία. Βέβαια, το να υπάρχουν πιλοτικά κύματα ακαριαίας δράσης που να καθοδηγούν τα ηλεκτρόνια είναι συνταρακτικό.

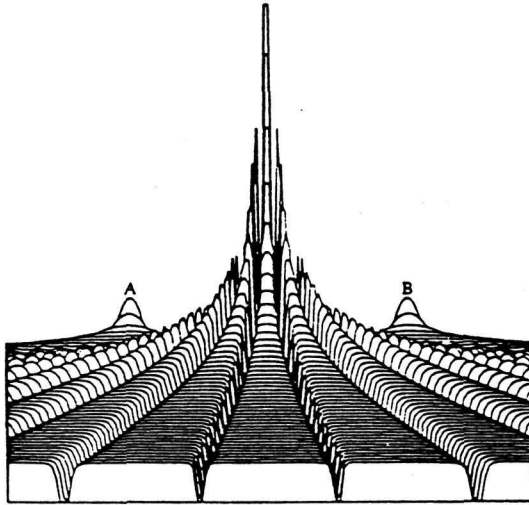
Ένας άλλος φυσικός στη συνέχεια, ο Bell, άρχισε να διερωτάται αν η πραγματικότητα στο κβαντικό επίπεδο, δηλαδή στο επίπεδο των μικροσωματιδίων της ύλης έχει τοπική ισχύ ή παγκόσμια; Σαν απάντηση διατυπώνει ένα θεώρημα, με μαθηματική μορφή ανισότητας που αν ισχύει πειραματικά τότε η πραγματικότητα έχει τοπικό χαρακτήρα. Εάν η πραγματικότητα είναι τοπική, πράγμα που σημαίνει ότι κβαντικά γεγονότα εδώ δεν επηρεάζουν καταστάσεις πέρα μακριά, τότε δεν υπάρχουν και πιλοτικά κύματα που να τρέχουν με ταχύτητες μεγαλύτερες του φωτός.

Εάν πάλι η ανισότητα του Bell δεν ισχύει, τότε η πραγματικότητα έχει παγκόσμιο χαρακτήρα. Όλο το σύμπαν δηλαδή, συνδέεται ακαριαία με άλλα πεδία πληροφοριών. Ο Aspect στη Γαλλία κάνει στη συνέχεια το σχετικό πείραμα και καταλήγει ότι όντως η πραγματικότητα έχει παγκόσμια ισχύ. Άρα υπάρχουν άλλα πεδία πληροφοριών που ανατρέπουν όσα μέχρι σήμερα πιστεύαμε για τη λειτουργία του σύμπαντος. Το σύμπαν λειτουργεί σαν αδιαίρετη ενότητα, που εξασφαλίζουν τα πεδία αυτά.

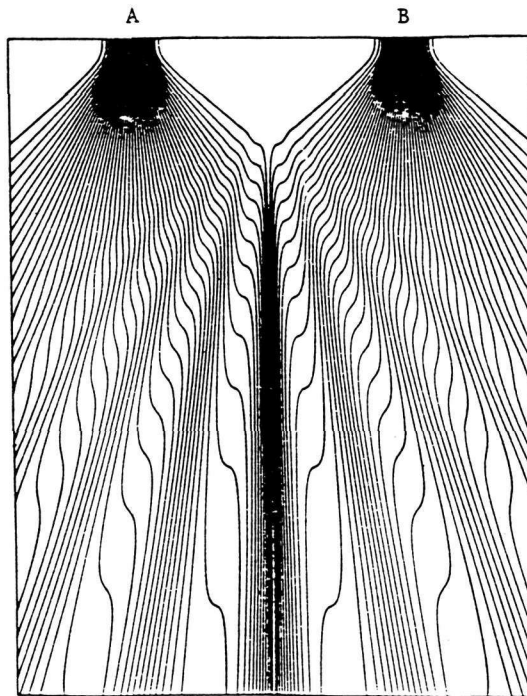
Κάτω από το πρίσμα αυτής της αποκάλυψης, ας ξαναγυρίσουμε στο πείραμα των δυο σχισμών. Αυτό που τελικά συμβαίνει σύμφωνα με τη θεωρία του Bohr είναι ότι πιλοτικά κύματα καθορίζουν τις τροχιές των ηλεκτρονίων (Σχήμα 15) που αλλού είναι πολύ πυκνές και αλλού πολύ αραιές. Έτσι εξηγούνται τα φαινόμενα συμβολής που παρατηρούμε. Ο μετρητής ηλεκτρονίων αλλάζει αυτήν τη διάταξη των τροχιών και καταστρέφει έτσι τη συμβολή. Τα ηλεκτρόνια, δηλαδή, έχουν την ικανότητα να ακολουθούν πιλοτικά κύματα και να καταλήγουν σε προκαθορισμένα σημεία της οθόνης. Άρα, το ηλεκτρόνιο είναι έξυπνο κατασκεύασμα αφού αναγνωρίζει τα πιλοτικά αυτά κύματα και αντιδρά στις προσταγές τους.

Βέβαια, πολλοί φυσικοί τραβάνε τα μαλλιά τους. Από τη μια μεριά δεν θέλουν να πιστέψουν στην ύπαρξη άλλων πιλοτικών κυμάτων που αστραπιαία ενώνουν όλο το σύμπαν μαζί. Από την άλλη πάλι μεριά, τα πειράματα του Aspect που επαληθεύτηκαν κι αλλού, επιβεβαιώνουν την ύπαρξή τους.

Συμπερασματικά, η κβαντική συμπεριφορά της ύλης είναι παράδοξη. Πρώτον, η ενέργεια ενός ατόμου αλλάζει, όταν απορροφά ή εκπέμπει ενέργεια. Δεύτερον, αλλάζει με τρόπο ασυνεχή. Η ύλη συμπεριφέρεται σαν κύμα και σαν κύμα μπορεί να βρίσκεται ταυτόχρονα σε όλες τις πιθανές καταστάσεις που επιτρέπει η πειραματική διάταξη ή επιτρέπουν οι συνθήκες του περιβάλλοντος. Τρίτον, η ύλη συμπεριφέρεται και σαν σώμα ανάλογα με το είδος του πειράματος που κάνουμε. Σαν κύμα η ύλη είναι διάχυτη ενώ σαν σώμα συγκεκριμενοποιείται στο χώρο (Σχήμα 16).



*The complex quantum potential pattern for the two-slit (at A and B) interference experiment**



*The complicated and irregular trajectories of particles established by the quantum potential in the two - slit interference experiment**

* Bohm D. J., Dewdney C. & Hiley B. H., "A Quantum Potential Approach to the Wheeler Delayed - Choice Experiment", *Nature*, Vol. 315, May 23, 1985, pp 294 - 297, fig. 2 & 3.

ΚΒΑΝΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ

1. Η ύλη συμπεριφέρεται σαν κύμα και βρίσκεται ταυτόχρονα σε όλες τις πιθανές καταστάσεις που επιτρέπουν οι συνθήκες του περιβάλλοντος όταν δεν τελεί υπό παρατήρηση.
2. Η ύλη συμπεριφέρεται σαν σώμα και συγκεκριμενοποιείται ξαφνικά σε μία και μοναδική κατάσταση όταν τεθεί υπό παρατήρηση.
3. Δεν είναι δυνατόν να προβλέψει ο παρατηρητής σε ποιά από τις πιθανές καταστάσεις θα καταλήξει η ύλη όταν την παρατηρεί.
4. Ο πλήρης προσδιορισμός της κατάστασης της ύλης σαν σώμα με απόλυτη ακρίβεια δεν είναι ποτέ δυνατός (ακρίβεια στον προσδιορισμό ενός μεγέθους μειώνει την ακρίβεια στον προσδιορισμό κάποιου άλλου μεγέθους - ορμή / θέση, ενέργεια / χρόνος).
5. Η παρατήρηση και το παρατηρούμενο διαμορφώνουν από κοινού την κβαντική πραγματικότητα.
6. Τα διάφορα σωματία ύλης εναλλάσσουν ταυτότητα ή μετασχηματίζονται το καθ' ένα σε κάθε άλλο.
7. Σωματία ύλης και σωματία μεταφορά δύναμης εναλλάσσουν ταυτότητα ή μετασχηματίζονται το καθ' ένα σε κάθε άλλο.
8. Η κβαντική πραγματικότητα δεν είναι τοπική (σωμάτια ύλης αλληλοεπιδρούν ακαριαία όσο μακριά κι αν βρίσκονται μεταξύ τους στο σύμπαν χωρίς η ένταση της αλληλεπίδρασης να μειώνεται με την απόσταση). Αρα πεδία χωρίς φυσική υπόσταση (πληροφοριακά;) δένουν το σύμπαν σε αδιαίρετη ενότητα.

Μπορούμε να κάνουμε ένα πείραμα που να μας δείξει την ύλη σαν κύμα ή σαν σώμα. Μπορούμε, επίσης, να κάνουμε το πείραμα κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να επηρεάσουμε τον τρόπο που μας παρουσιάζεται η ύλη εκατομμύρια χρόνια προτού την παρατηρήσουμε. Είναι, πραγματικά, να απορεί κανείς, πώς είναι δυνατόν να επηρεάσουμε με το πείραμά μας το παρελθόν; Και όμως!

Υπάρχουν φωτεινά σώματα στο διάστημα που τα βλέπουμε διπλά. Ανάμεσα σ' αυτά και σε μας παρεμβάλλεται κάποιο άλλο ουράνιο σώμα που αναγκάζει το φως να ακολουθήσει δύο διαφορετικές διαδρομές. Θέτουμε, λοιπόν το ερώτημα: είναι το φωτόνιο σωματίδιο ή κύμα; Αν η πειραματική μας διάταξη βλέπει σωματίδια, τότε το φωτόνιο επιβεβαιώνεται ότι είναι σωματίδιο που ακολούθησε μια από τις δυο διαθέσιμες διαδρομές. Αν πάλι η πειραματική μας διάταξη βλέπει κύματα, τότε το φωτόνιο επιβεβαιώνεται ότι είναι κύμα που ακολούθησε ταυτόχρονα και τις δυο διαθέσιμες διαδρομές.

Ανάλογα, δηλαδή, με το τι εμείς αποφασίσαμε στο παρόν, επηρεάζει τη συμπεριφορά του φωτονίου στο παρελθόν. Μάλιστα το παρατηρούμενο επηρεάζεται από τις προτιμήσεις του παρατηρητή. Πάλι καταλήγουμε στην ύπαρξη πιλοτικών κυμάτων.

Και κάτι άλλο τώρα. Δεν είναι ποτέ δυνατόν να προσδιορίσουμε την κατάσταση της ύλης σαν σώμα με απόλυτη ακρίβεια, ανεξάρτητα με το πόσο ακριβή ή ανακριβή είναι τα πειράματά μας.

Υπάρχει απροσδιοριστία. Είναι αδύνατον να προσδιορίσουμε τέλεια την ορμή ενός σωματιδίου και ταυτόχρονα να προσδιορίσουμε τέλεια τη θέση του. Το ίδιο ισχύει και μεταξύ ενέργειας και χρόνου. Όσο καλύτερα μετράμε το ένα μέγεθος τόσο περισσότερο ασαφές γίνεται το δεύτερο μέγεθος. Εάν, δηλαδή, ο χρόνος παρατήρησης είναι πάρα πολύ μικρός, τότε είναι δυνατόν να βρούμε σωμάτια με υπέρμετρα μεγάλες ενέργειες.

Άρα, στο μικρόκοσμο είναι δυνατές σοβαρές παραβιάσεις του νόμου διατήρησης της ενέργειας αν ο χρόνος της παραβίασης είναι αντίστοιχα μικρός.

Καταλήγουμε ότι η παρατήρηση και το παρατηρούμενο, διαμορφώνουν από κοινού την κβαντική πραγματικότητα. Πρόσθετα, ότι η κβαντική πραγματικότητα δεν υπόκειται σε τοπικούς περιορισμούς. Σωμάτια ύλης αλληλοεπιδρούν ακαριαίως μεταξύ τους όσο μακριά κι εάν βρίσκονται στο σύμπαν, χωρίς η ένταση της αλληλεπίδρασης να μειώνεται με την απόσταση. Άρα υπάρχουν πεδία χωρίς φυσική υπόσταση, πληροφοριακά δηλαδή, που δένουν το σύμπαν σε αδιαίρετη ενότητα και που ρυθμίζουν τη λειτουργία του. Δεν υπάρχουν δηλαδή μέρη, υπάρχει μόνο το ένα.

Θα δούμε, επίσης, παρακάτω ότι κενός χώρος δεν υπάρχει. Θα ξαναμιλήσουμε γι' αυτό αργότερα. Το κενό, πάντως, διαθέτει και προσφέρει κολοσσιαία αποθέματα ενέργειας. Μήπως, επομένως το πληροφοριακό πεδίο (σαν βούληση) αντλεί ενέργεια από τα τεράστια αυτά αποθέματα του κενού (σαν δημιουργός δύναμης) και συγκρατεί ολόκληρο το σύμπαν σε ύπαρξη.

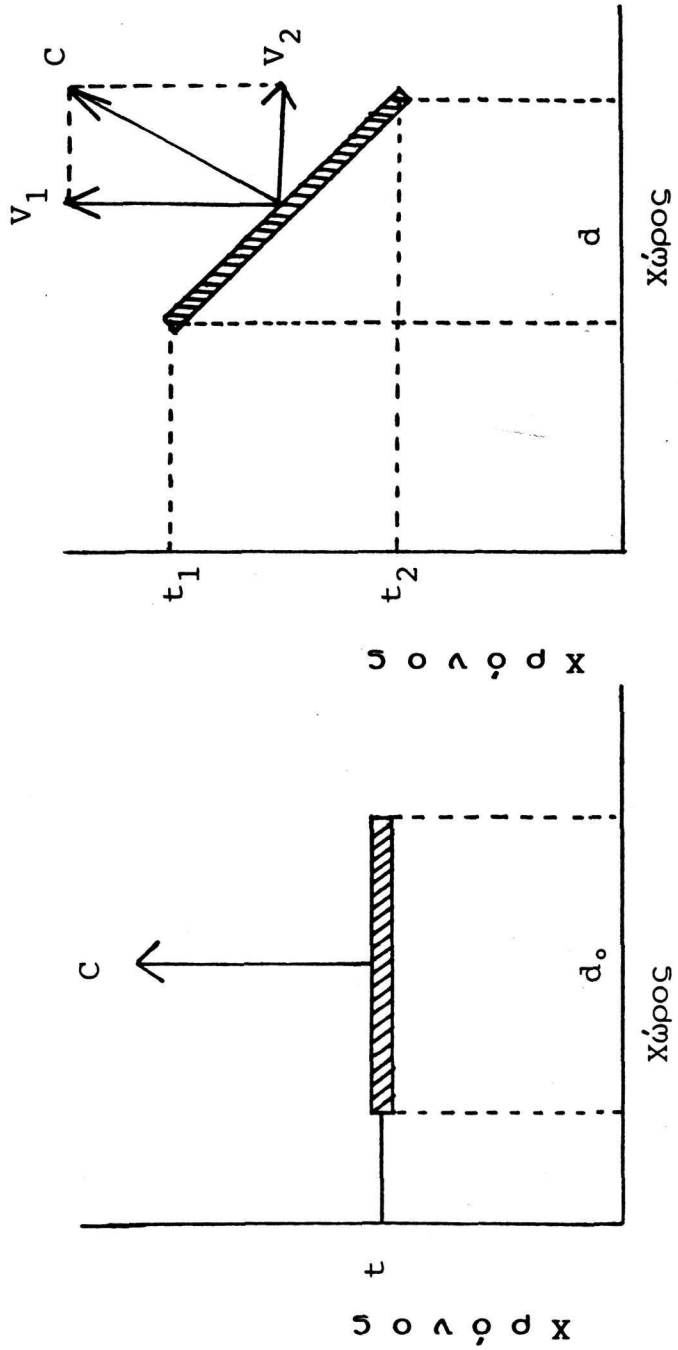
Θα κάνω τώρα και μια άλλη εκδρομή μέσα στη φυσική. Προς την αρχή του αιώνα, ο Einstein κατέπληξε τον κόσμο διατυπώνοντας την περίφημη θεωρία της σχετικότητας που θα προσπαθήσω να σας την αναλύσω πολύ απλά για να την καταλάβετε.

Θεωρήστε ότι όλοι κινούμεθα. Ότι όλοι κινούμεθα με την ταχύτητα του φωτός που είναι και για μας οριακή. Όχι όμως στο χώρο, στο χρόνο. Θεωρείστε, επίσης ότι εάν μετακινούμεθα όλοι στο χρόνο με την ταχύτητα του φωτός, η κατάσταση μας στο χώρο δεν επηρεάζεται.

Εάν αποφασίσουμε να μετακινηθούμε και στο χώρο, η συνολική ταχύτητα δεν αλλάζει, παραμένει η ίδια. Δηλαδή, κινούμεθα και πάλι με την ταχύτητα του φωτός. Πλην όμως, υπάρχει τώρα και ένα μικρό διάνυσμα ταχύτητας στη διάσταση του χώρου. Και επομένως, το διάνυσμα ταχύτητας στη διάσταση του χρόνου αναγκαστικά μικραίνει (Σχήμα 17). Άρα ο χρόνος για τον παρατηρητή που κινείται και στο χώρο κυλά τώρα πιο αργά. Αυτό είναι που λέμε διαστολή του χρόνου. Και κάτι άλλο ακόμα. Η διάσταση του μετακινούμενου πράγματος μικραίνει. Αυτό είναι που λέμε συστολή του χώρου. Τέλος, το ένα άκρο του μετακινούμενου πράγματος ως προς το άλλο άκρο βρίσκεται σε διαφορετικό χρόνο. Άρα κι εδώ ο χρόνος είναι σχετικός. Αυτή είναι η όλη θεωρία της Σχετικότητας, με πολύ απλά λόγια.

Κατά τον Einstein το σύμπαν έχει μεν τρεις διαστάσεις του χώρου και μια διάσταση χρόνου, αλλά οι τέσσερις αυτές διαστάσεις συνθέτουν το χωρόχρονο που είναι αδιαίρετη ενότητα και που επιτρέπει το μετασχηματισμό του χώρου σε χρόνο και αντίστροφα. Ο χωρόχρονος, επίσης, μπορεί να τεντώσει, να συμπιεστεί, να στρίψει, να καμφθεί και γενικά να παραμορφωθεί κατά οιονδήποτε τρόπο.

Σ Χ Ε Τ Ι Κ Ο Τ Η Σ Χ Ρ Ο Ν Ο Υ Κ Α Ι Χ Ω Ρ Ο Υ



Χ Ω Ρ Ο Χ Ρ Ο Ν Ο Σ

Χώρος και χρόνος είναι σχετικά μεγέθη.

Κατά τη θεωρία της Σχετικότητας ο Χωρόχρονος είναι συνεχής.

Κατά τη Κβαντική θεωρία ο Χωρόχρονος είναι ασυνεχής (έχει κβαντική υφή: θηλειές).

Οι δύο θεωρίες δεν είναι συνεπείς άρα κάπου χρειάζεται διόρθωση.

Ο "κενός" χώρος δεν είναι κενός.

Ενδέχεται όλα τα κβαντικά κατασκευάσματα (ύλη, δυνάμεις, χώρος) να έχουν γεωμετρική εξήγηση και να προέρχονται από ένα κοινό προγονικό σωματίο.

ΑΡΑΓΕ ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΧΡΟΝΟΣ;

Χώρος και χρόνος, λοιπόν, σύμφωνα με τη Θεωρία της Σχετικότητας, είναι σχετικά μεγέθη που συνδυάζονται σε μια συνεχή ενότητα ανώτερης τάξης το χωρόχρονο. Κατά την Κβαντική, όμως, Θεωρία ο χωρόχρονος είναι ασυνεχής. Οι δυο θεωρίες, επομένως, είναι ασυμβίβαστες. Κάτι δεν πάει καλά. Οι γνώσεις που διαθέτουμε πάνω στα θέματα αυτά είναι ατελείς (Σχήμα 18).

Άρα, στο σημείο που οι δυο θεωρίες συγκλίνουν, κάτι πρέπει να αλλάξει. Κατά την Κβαντική Θεωρία, όμως, ο χωρόχρονος δεν είναι μόνο ασυνεχής, έχει και υφή. Είναι κατασκευασμένος, δηλαδή, από μικροσκοπικές θηλιές, όπως ακριβώς το σωματίδιο (graviton) που μεταφέρει τη δύναμη της βαρύτητας.

Παραδόξως, λοιπόν, ο χωρόχρονος είναι κατασκευασμένος από το ίδιο πράγμα που είναι κατασκευασμένα τα σωματίδια της ύλης και τα σωματίδια της δύναμης. Καταλήγουμε, έτσι, ότι ένα και μοναδικό πράγμα βρίσκεται στη βάση των πάντων και αυτό το άγνωστο πράγμα φτιάχνει το χώρο, την ύλη, και τη δύναμη. Διακρίνουμε κι εδώ σχεδιασμό και ενότητα.

Είπαμε ότι η θεωρία της Σχετικότητας και η Θεωρία των Κβάντων είναι μεταξύ τους ασυμπίετες και επομένως χρειάζεται κάπου κάποια διόρθωση. Είπαμε επίσης ότι ο κενός χώρος δεν είναι κενός. Εάν παρατηρήσουμε το κενό, θα δούμε ότι ξαφνικά εμφανίζονται από το τίποτα και εξαφανίζονται αστραπιαία πάλι στο τίποτα πάρα πολλά σωματίδια τα οποία είναι αντίθετα το ένα με το άλλο και τα οποία μαζί αθροίζονται σε μηδέν.

Ενδέχεται όλα τα κβαντικά κατασκευάσματα, η ύλη, η δύναμη και ο χώρος να έχουν γεωμετρική εξήγηση, να προέρχονται όλα από ένα και μοναδικό προγονικό σωματίδιο να εκδηλώνονται χάρις σε ένα άυλο πληροφοριακό δίκτυο που ενεργά τα κατευθύνει.

Ένα, πάντως, πράγμα για το οποίο δεν γνωρίζουμε σχεδόν τίποτα και το οποίο ίσως είναι το κλειδί όλου του μυστηρίου, είναι ο χρόνος. Όσο και να σας φανεί περίεργο, δεν ξέρουμε τι είναι χρόνος παρ' όλο που ο καθένας μας έχει την αίσθηση ότι ο χρόνος αδιάκοπα τρέχει. Πριν είμασταν στο παρελθόν. Μετά θα είμαστε στο μέλλον. Τώρα είμαστε στο παρόν που είναι κυριολεκτικά φευγαλέο. Τι είναι χρόνος; Τι δίνει την αίσθηση του χρόνου; Μυστήριο.

Μπαίνουμε σε ένα αυτοκίνητο και πάμε από το Εθνικό Ιδρυμα Ερευνών στο Γαλάτσι. Αυτή τη στιγμή το Γαλάτσι δεν υπάρχει γιατί είσαστε ακόμα εδώ. Στο χώρο όμως, υπάρχει. Είναι κάπου εκεί. Όταν φθάσουμε στο Γαλάτσι, το Εθνικό Ιδρυμα Ερευνών δεν υπάρχει, γιατί το Εθνικό Ιδρυμα Ερευνών είναι εδώ και εμείς είμασταν εκεί. Ίσως και ο χρόνος είναι κάπως έτσι. Δηλαδή, τίποτα δεν χάνεται στο παρελθόν και τίποτα δεν φτιάχνεται στο μέλλον. Παρελθόν, παρόν, μέλλον συνυπάρχουν όπως το Εθνικό Ιδρυμα Ερευνών και το Γαλάτσι συνυπάρχουν σε διαφορετικά σημεία του χωρόχρονου. Χώρος και χρόνος, είναι τομές του χωρόχρονου. Η φύση είναι πολύ παράδοξη. Πάει ενάντια στην κοινή λογική.

Θα πω τώρα μερικά πράγματα για τη δημιουργία του σύμπαντος. Μπορούμε να πλησιάσουμε τη στιγμή της δημιουργίας μέχρι 10^{-45} του δευτερολέπτου. Πιο κοντά δε μπορούμε να πλησιάσουμε, γιατί μας εμποδίζει η κβαντική απροσδιοριστία. Στο 10^{-32} του δευτερολέπτου πλεονάζει η ύλη έναντι της αντι-ύλης. Από το πλεόνασμα αυτό προήλθε το σημερινό σύμπαν. Στη συ-

νέχεια διαφοροποιήθηκαν οι δυνάμεις και σχηματίσθηκαν τα νουκλεόνια. Νουκλεόνια είναι τα συστατικά του πυρήνα, τα πρωτόνια και ουδετερόνια.

Στα 3,5 λεπτά ολοκληρώνεται ο σχηματισμός των πυρήνων ηλίου. Σε 3,5 λεπτά η δημιουργία του σύμπαντος έχει ολοκληρωθεί. Αυτή είναι η διάρκεια της δημιουργίας. Ένα εκατομμύριο χρόνια αργότερα, το σύμπαν είναι αρκετά κρύο, ώστε να σχηματισθούν άτομα υδρογόνου και ηλίου (σχήμα 19).

Το Σχήμα 20 μας δείχνει την εξέλιξη του σύμπαντος από 10^{-45} του δευτερολέπτου μέχρι το παρόν. Στο 10^{-35} του δευτερολέπτου περίπου το σύμπαν διογκώνεται λες και η βαρύτητα αναστρέφεται. Αντί δηλαδή, να είναι ελκτική δύναμη γίνεται αποθετική. Στο τέλος της περιόδου αυτής το σύμπαν είναι μεγάλο σαν ένα πορτοκάλι.

Αυτή λοιπόν είναι η ιστορία εξέλιξης του σύμπαντος όπως την καταλαβαίνουμε σήμερα. Από το ασύληπτα μικρό στο ασύληπτα μεγάλο από πλευράς χώρου, χρόνου, πυκνότητας και θερμοκρασίας. Σημειωτέον ότι το υλικό σύμπαν δε διασπάλλεται σε χώρο που ήδη προϋπάρχει. Ο ίδιος ο χώρος, μεγαλώνει καθώς η ύλη διαστέλλεται.

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ

10^{-32} sec

Εμφάνιση πλεονάζουσας ύλης

10^{-6} sec

Πλήρης διαφοροποίηση δυνάμεων

10^{-4} sec

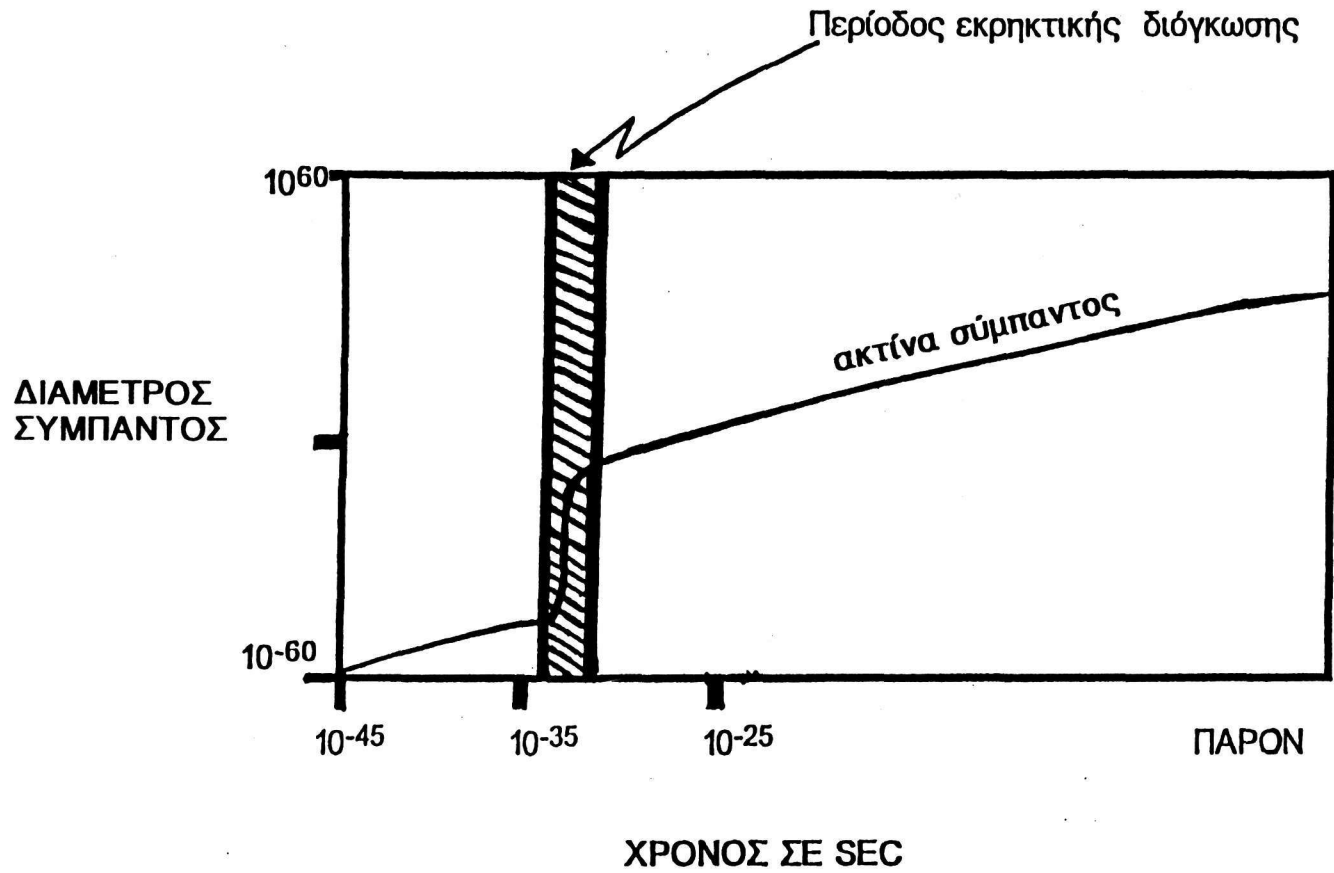
Σχηματισμός νουκλεονίων

3.5 min

Σχηματισμός πυρήνων ηλίου

10^6 χρόνια

Σχηματισμός ατόμων υδρογόνου και ηλίου



Θα περιγράψουμε, στη συνέχεια, το σχηματισμό της πλεονάζουσας ύλης. Είχαμε πει ότι υπάρχουν σωμάτια X τα οποία μπορούν να μετατρέπον σωμάτια ύλης σε σωμάτια δύναμης και το αντίστροφο. Υπάρχουν σωμάτια X και αντίστοιχα υπάρχουν σωμάτια αντι-X.

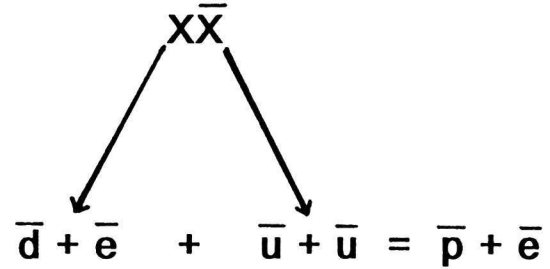
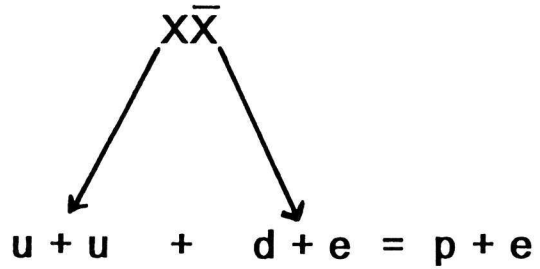
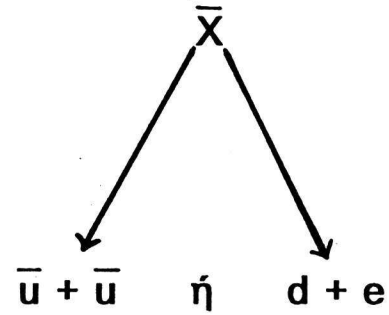
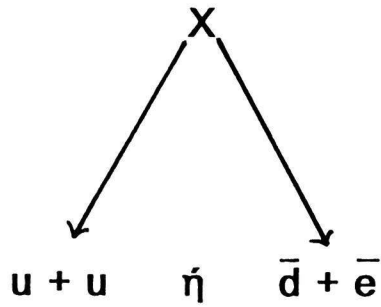
Τώρα, τα σωμάτια X και αντι-X ευθύνονται για την παραγωγή κουάρκς, όπως βλέπετε στο Σχήμα 21. Έτσι, παράγονται ζεύγη ηλεκτρονίων αντι-ηλεκτρονίων (ή πολιτρονίων), καθώς επίσης και ζεύγη πρωτονίων αντι-πρωτονίων. Προσέξτε ότι η συνολική αυτή παραγωγή σωματιδίων αθροίζεται σε μηδέν. Τα πάντα στο σύμπαν αθροίζονται σε μηδέν. Όμως, η φύση είναι ασύμμετρη. Για κάθε 10^9 αντιδράσεις που παράγουν ζεύγη σωματιδίων ευνοείται μια παραπάνω αντίδραση παραγωγής ύλης έναντι αντι-ύλης. Η παραπάνω αυτή αντίδραση ευθύνεται για τη σημερινή ύπαρξη ύλης στο σύμπαν.

Τη στιγμή της δημιουργίας μία και μόνη δύναμη κυβερνούσε (Σχήμα 11). Καθώς όμως το σύμπαν άρχισε να διαστέλλεται ή και να ψύχεται, η δύναμη αυτή διαφοροποιήθηκε. Πρώτα διαφοροποιήθηκε η βαρύτητα σε χρόνο μικρότερο από 10^{-43} sec. Ο όγκος του σύμπαντος τότε ήταν μικρότερος από 10^{-33} cm και η θερμοκρασία του 10^{32} βαθμούς K. Μιλάμε δηλαδή για συνθήκες ασύλληπτες για το ανθρώπινο μυαλό. Στη συνέχεια διαφοροποιήθηκε η πυρηνική δύναμη. Η ηλικία του σύμπαντος ήταν τότε 10^{-35} sec, ο όγκος του μικρότερος από 10^{-33} sec, και η θερμοκρασία του 10^{28} βαθμούς.

Τέλος, διαφοροποιήθηκαν η ασθενής δύναμη και η ηλεκτρομαγνητική δύναμη. Η ηλικία του σύμπαντος ήταν τότε 10^{-6} sec, ο όγκος του 10^{-12} cm και η θερμοκρασία του 10^{15} βαθμούς. Έτσι, το σχετικά ψυχρό πια σύμπαν, κατέληξε να διαθέτει τέσσερις δυνάμεις, ενώ άρχισε με μόνο μία. Κατέληξε, επίσης, να μην είναι συμμετρικό.

Δημιουργία του σύμπαντος σημαίνει γέννηση του χώρου, του χρόνου και της ύλης μαζί μέσα σε λίγα λεπτά με το δικό μας ρολόι. Πολύ αργότερα σχηματίστηκαν τεράστια νέφη υδρογόνου και λίου αφού η θερμοκρασία είχε φθάσει σε επίπεδα αρκετά πια χαμηλά ώστε να συγκροτηθούν άτομα. Βέβαια, εκεί που η πυκνότητα στα νέφη αυτά ήταν ιδιαίτερα υψηλή λόγω στοχαστικών αυξομειώσεων, δημιουργήθηκαν εστίες συμπύκνωσης. Έτσι σχηματίστηκαν οι γαλαξίες (Σχήμα 22).

ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΛΕΟΝΑΖΟΥΣΑΣ ΥΛΗΣ ΕΝΑΝΤΙ ΑΝΤΙ-ΥΛΗΣ



1 : 10⁹

Δημιουργία Σύμπαντος

- γέννηση χώρο - χρόνου και ύλης μαζί.

Σχηματισμός γαλαξιών

- γαλαξίες σχηματίζονται από τεράστια νέφη υδρογόνου και ηλίου που συγκεντρώνει η βαρύτητα.
- υπάρχουν πάνω από 10¹¹ στο σύμπαν.
- εμπεριέχουν 10⁹ - 10¹² άστρα ο καθένας.
- έχουν διάμετρο 10⁵ - 10⁶ έτη φωτός.
- έχουν πάχος 10³ - 10⁴ έτη φωτός στο κέντρο.

Σχηματισμός άστρων πρώτης γενεάς

- αέρια σχηματίζονται στους γαλαξίες με βαρυντική κατάρρευση
- θερμοπυρηνικές αντιδράσεις στο εσωτερικό των άστρων δημιουργούν πυρήνες ατόμων βαρύτερων του ηλίου.

Καταστροφή άστρων πρώτης γενεάς

- τα άστρα έχουν ζωή μεταξύ 107 και 1010 χρόνια ανάλογα με το μέγεθος.
- στο τέλος της ζωής τους τα άστρα εκρήγνυνται διασκορπίζοντας στο διάστημα βαρειά άτομα που χρησιμεύουν για το σχηματισμό πλανητών.
- άστρα έως 1.4 φορές μεγαλύτερα από τον ήλιο καταλήγουν σε λευκούς νάνους.
- άστρα από 1.4 έως 2 φορές μεγαλύτερα από τον ήλιο καταλήγουν σε ουράνια σώματα ουδετερονίων.
- άστρα 2 φορές μεγαλύτερα από τον ήλιο ή περισσότερο καταλήγουν σε μαύρες τρύπες.

Σχηματισμός πλανητικών συστημάτων

- δημιουργία χημικών ενώσεων βιολογικής σημασίας στο διάστημα.
- δημιουργία ζωής.

Καταστροφή σύμπαντος

- θερμικός θάνατος αν το σύμπαν είναι ανοικτό.
- θάνατος από βαρυντική κατάρρευση αν είναι κλειστό.

Ένας τυπικός γαλαξίας αποτελείται από ένα δισεκατομμύριο έως ένα τρισεκατομμύριο άστρα, έχει διάμετρο περίπου 1 εκατομμύριο έτη φωτός (για να πάει το φως από τη μια άκρη του γαλαξία στην άλλη, θέλει 1 εκατομμύριο χρόνια) και έχει πάχος 1.000 με 10.000 έτη φωτός στο κέντρο.

Άστρα σχηματίζονται στους γαλαξίες με βαρυντική κατάρρευση. Κάπου υπάρχει μια ιδιαίτερα υψηλή συγκέντρωση υδρογόνου και ηλίου που οδηγεί σε συρρίκνωση. Κατά την πορεία της κατάρρευσης το κέντρο της συρρίκνωσης φθάνει σε τόσο υψηλές θερμοκρασίες, ώστε ξεκινούν θερμοπυρηνικές αντιδράσεις που σχηματίζουν βαρείς πυρήνες ατόμων. Οι αντιδράσεις αυτές είναι που σταματούν την περαιτέρω κατάρρευση του άστρου και το κάνουν να λάμπει.

Προσέξτε εδώ ότι η πρώτη γενιά άστρων σχηματίζεται σε ένα σύμπαν που έχει μόνο υδρογόνο και ήλιο. Ούτε σίδηρο έχει, ούτε πυρίτιο έχει, ούτε άνθρακα έχει, ούτε κανένα άλλο βαρύ άτομο. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχουν ακόμα τα συστατικά από τα οποία κατασκευάζονται οι πλανήτες.

Πρέπει πρώτα να σχηματισθεί η πρώτη γενιά άστρων, να εκραγεί αυτή η γενιά και να διασκορπίσει στον γαλαξία άτομα βαρύτερα του ηλίου. Εάν δε γίνει αυτή η καταστροφή της πρώτης γενιάς άστρων, δε μπορεί να κατασκευασθούν πλανήτες και δε μπορεί να δημιουργηθεί ζωή.

Πώς καταστρέφονται τα άστρα; Όχι βέβαια μόνο τα άστρα της πρώτης γενιάς, αλλά όλα τα άστρα. Τα άστρα έχουν μια ζωή που κυμαίνεται από 10 εκατομμύρια σε 10 δισεκατομμύρια χρόνια, ανάλογα με το μέγεθός τους. Όσο πιο μεγάλα είναι τα άστρα, τόσο πιο μικρή ζωή έχουν.

Όταν τα άστρα φτάσουν στο τέλος της ζωής τους εκρήγνυνται και διασκορπίζουν - όπως είπαμε - τα βαριά άτομα στο διάστημα. Άστρα έως 1,4 φορές μεγαλύτερα από τον ήλιο, καταλήγουν μετά την έκρηξή τους σε λευκούς νάνους. Τι είναι οι λευκοί νάνοι; Άστρα που σιγοκαίει για πάρα πολύ χρόνο.

Άστρα από 1,4 έως 2 φορές μεγαλύτερα από τον ήλιο, καταλήγουν σε σώματα ουδετερονίου. Αυτό θα πει ότι τα ηλεκτρόνια στα άτομα που απαρτίζουν το άστρο, συμπιέζονται τόσο πολύ, από τη δύναμη της βαρύτητας καθώς το άστρο καταρρέει μετά την έκρηξή του, ώστε πέφτουν μέσα στους πυρήνες, ενώνονται με τα πρωτόνια και σχηματίζουν μαζί τους ουδετερόνια.

Μια κουταλιά πυρηνικού υλικού, ζυγίζει μισό δισεκατομμύριο τόνους. Γιατί; Διότι εάν ο πυρήνας ενός ατόμου παρομοιαστεί με ένα μπαζέλι, η πρώτη στοιβάδα των ηλεκτρονίων είναι κάπου 500 μέτρα μακριά. Δηλαδή, το άτομο είναι βασικά άδειος χώρος. Επομένως, ένα σώμα ουδετερονίου έχει ασύλληπτα υψηλή πυκνότητα σε σύγκριση με την καθημερινή μας εμπειρία.

Άστρα που είναι πάνω από δυο φορές μεγαλύτερα από τον ήλιο καταλήγουν σε μαύρες τρύπες. Η ένταση του πεδίου βαρύτητας σε μια μαύρη τρύπα είναι τόσο μεγάλη που ούτε το φως μπορεί να ξεφύγει. Επομένως, η μαύρη τρύπα δε φαίνεται οπτικά, αλλά μπορεί να την ανιχνεύσει κανείς από το έντονο πεδίο βαρύτητας που την περιβάλλει.

Τα βαριά άτομα που διασκορπίζονται στο διάστημα από την έκρηξη των άστρων δεν σχηματίζουν μόνο πλανήτες. Σχηματίζουν και νεφελώματα που δέχονται έντονη κοσμική ακτινοβολία. Εκεί σφυρηλατούνται τα υλικά της ζωής. Υπάρχουν, δηλαδή, στο διάστημα τεράστια νέφη που αποτελούνται από χημικές ενώσεις σημαντικές για τη λειτουργία της ζωής. Αυτές οι ενώσεις πέφτουν σαν χιονοστοιβάδες σιγά-σιγά στους πλανήτες. Εφόσον οι συνθήκες στους πλανήτες είναι ώριμες από πλευράς θερμοκρασίας και από πλευράς δυνατότητας μίξης υλικών μέσω κάποιου αναδευόμενου υγρού, τότε αναπτύσσεται και ζωή.

Τίποτα στη φύση, όμως, δεν υπάρχει για πάντα. Στο τέλος δεν καταστρέφονται μόνο τα άστρα, καταστρέφεται και ολόκληρο το σύμπαν. Υπάρχουν δε δυο εναλλακτικοί τρόποι καταστροφής του σύμπαντος. Ο ένας είναι θερμικός. Εάν το σύμπαν είναι ανοιχτό, εάν δηλαδή, το σύμπαν συνεχώς μεγαλώνει, κάποτε στο απώτατο μέλλον τα άστρα θα πάψουν να καίνε και δεν υπάρχει τίποτα πλέον για να συνεχίσει την παραγωγή ενέργειας. Έτσι, το σύμπαν, τελικά, θα παγώσει.

Ο άλλος τρόπος είναι η καταστροφή από βαρυντική κατάρρευση εάν το σύμπαν είναι κλειστό. Εάν δηλαδή, η δύναμη ως βαρύτητα είναι αρκετά ισχυρή ώστε να ανατρέψει τη διαστολή του σύμπαντος, τότε θα ακολουθήσει συστολή και το σύμπαν θα εξαφανιστεί σαν μαύρη τρύπα.

Συναισθηματικά θα προτιμούσε κανείς το δεύτερο, τρόπο καταστροφής διότι αυτός μπορεί να οδηγήσει σε επαναδιαστολή (παλλόμενο σύμπαν). Βέβαια, κάθε φορά που ξεκινάει μια καινούργια φάση διαστολής μετά από κάθε συστολή, η μνήμη του προηγούμενου σύμπαντος έχει σβήσει. Κάθε φορά, δηλαδή, το σύμπαν ξεκινά με καινούριους κανόνες παιχνιδιού.

Ερχόμαστε τώρα στους νόμους της Φύσης για να διαπιστώσουμε άλλη μια φορά πόσο σοφά είναι σχεδιασμένη (Σχήμα 23). Υπάρχει ο νόμος της διατήρησης σύμφωνα με τον οποίον τίποτα δε δημιουργείται από το 0 και τίποτα δεν εκμηδενίζεται γυρίζοντας πίσω στο 0. Ολόκληρο, μάλιστα, το σύμπαν αθροίζεται σε 0, όπως ήδη προαναφέρθηκε. Αυτό συμβαίνει διότι η ενέργεια της βαρύτητας είναι αρνητική.

Υπάρχει ο νόμος της εξέλιξης. Υπάρχει χημική εξέλιξη που δημιουργεί τις προϋποθέσεις για να αναπτυχθεί η ζωή. Υπάρχει βιολογική εξέλιξη που ευθύνεται για τη γέννηση της ζωής, για τη διαφοροποίηση των ειδών και για την εμφάνιση της ενσυνείδητης σκέψης. Υπάρχει γνωστική εξέλιξη που οπλίζει τον άνθρωπο με πληροφορίες που τον βοηθούν να κατανοήσει και να δαμάσει τη φύση. Υπάρχει πνευματική εξέλιξη που οπλίζει τον άνθρωπο με σωφροσύνη, προκειμένου να κάνει σωστές επιλογές για βελτιστοποίηση της ποιότητας ζωής.

Υπάρχει ο νόμος της ενότητας. Το σύμπαν αποτελεί ολοκληρωμένη και αδιαίρετη ενότητα. Δεν υπάρχουν ανεξάρτητα μέρη. Υπάρχει το όλον, το ένα. Υπάρχει ο νόμος της ισορροπίας. Κάθε τι έχει το αντίθετό του και τα δυο αντίθετα μαζί ισορροπούν. Η ισορροπία των αντιθέτων εξασφαλίζει την αρμονία του σύμπαντος.

ΟΙ ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ

1. Ο Νόμος της Διατήρησης.

2. Ο Νόμος της Εξέλιξης.

Χημική εξέλιξη.
Βιολογική εξέλιξη.
Γνωστική εξέλιξη.
Πνευματική εξέλιξη.

3. Ο Νόμος της Ενότητας.

4. Ο Νόμος της Ισορροπίας.

5. Ο Νόμος της Αντιστάθμισης.

Τέλος, υπάρχει ο νόμος της αντιστάθμισης. Εάν κάποιο συμβάν ή κάποια πράξη σε κάποιο οργανωτικό επίπεδο του σύμπαντος διαταράξει την τάξη, τότε αντισταθμιστικοί μηχανισμοί κινητοποιούνται και διορθώνουν τα πράγματα. Υπάρχει ανάδραση. Το ίδιο συμβαίνει και με την ανθρώπινη συμπεριφορά. Αυτό είναι το επόμενο θέμα που θα θίξω, διότι κι εδώ ο ίδιος νόμος επενεργεί. Αν δεν είμαστε σώφρονες θα πληρώσουμε τις αμαρτίες μας. Η φύση είναι αμείλικτη.

Σε αντίθεση με όλη την ομορφιά, σχεδιασμό και σοφία της Φύσης, ο άνθρωπος αποτελεί παραφωνία. Ο λόγος είναι απλός και θα τον καταλάβουμε αν ξεκινήσουμε ορίζοντας τη στάθμη της ζωής (Σχήμα 24). Στάθμη ζωής είναι όλα τα αγαθά που παράγουμε διά του πληθυσμού. Αυτό δίδασκαν όλες οι παλιές οικονομικές θεωρήσεις.

Όμως, ξέρουμε πια σήμερα ότι η σωστή σχέση απαιτεί ο πληθυσμός να υψωθεί στη v δύναμη. Όπου ο εκθέτης v για την ύπαιθρο είναι περίπου 1, ενώ για τις πόλεις είναι μεγαλύτερος του 1. Αυτό δε, διότι, σε κατά κεφαλή βάση, οι υποδομές που απαιτούνται για να στηρίζουν τη διαβίωση στις πόλεις είναι περισσότερες από ότι στην ύπαιθρο. Άρα, για να κρατήσουμε τη στάθμη της ζωής σταθερή, πρέπει η παραγωγή αγαθών να αυξάνει ταχύτερα από τον πληθυσμό αφού ο πληθυσμός αυξάνει κατά τον εκθέτη v .

Η αύξηση του πληθυσμού είναι εκρηκτική σε παγκόσμια κλίμακα. Ξεπερνάει αυτή τη στιγμή το 1,8% το χρόνο κατά μέσον όρο. Βέβαια στις υποανάπτυκτες περιοχές υπάρχει μεγάλη γεννητικότητα (η μεγαλύτερη γεννητικότητα παρατηρείται στη Νότια Αμερική όπου ο πληθυσμός διπλασιάζεται κάθε 23 χρόνια), ενώ σε άλλες περιοχές, όπως είναι οι ανεπτυγμένες περιοχές της Δύσης υπάρχει ακόμα και υπογεννητικότητα. Έτσι σε περιοχές όπου ο πληθυσμός αυξάνει πολύ ταχύτερα από τη δυνατότητα παραγωγής αγαθών, η στάθμη ζωής συνεχώς πέφτει. Αυτό ισχύει για όλες τις υποανάπτυκτες χώρες του Νότου.

Εάν τώρα γράψουμε την ίδια εξίσωση με άλλο τρόπο (Σχήμα 25), βλέπουμε ότι όλα τα προβλήματα που αντιμετωπίζουμε σήμερα οφείλονται στο ότι ο πληθυσμός αυξάνει εκθετικά, στο ότι συνωστίζεται στις πόλεις σπρώχνοντας τον εκθέτη v να αυξάνει αριθμητικά πάνω από το 1 και στο ότι βελτιώνει συνεχώς τη στάθμη ζωής του, διαθέτοντας περισσότερα χρήματα για την αγορά καταναλωτικών αγαθών. Αυτά είναι τρία μεγάλα πρωτογενή προβλήματα που οδηγούν σε όλα τα άλλα.

Η στάθμη ζωής αυξάνει συναρτήσει της παραγωγικότητας της εργασίας. Όσο αυξάνει η παραγωγικότητα της εργασίας, τόσο αυξάνουν και οι αποδοχές. Αυτά τα δυο - παραγωγικότητα και αποδοχές - αυξάνουν πάντα μαζί. Όποιοι απαιτούν και παίρνουν μεγαλύτερο μισθό από ότι η παραγωγικότητα της εργασίας τους το επιτρέπει, οδηγούν την επιχείρηση και, κατ' επέκταση, το κράτος, σε οικονομική κρίση.

$$\text{ΣΤΑΘΜΗ ΖΩΗΣ} = \frac{\text{ΑΓΑΘΑ}}{(\text{ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ})^{\nu}}$$

$\nu \sim 1$ στην ύπαιθρο

$\nu > 1$ στις πόλεις

ΕΞΑΝΤΛΗΣΗ ΠΟΡΩΝ

ΥΛΙΚΑ

ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΓΗ

ΝΕΡΟ

|

ΑΓΑΘΑ = (ΣΤΑΘΜΗ ΖΩΗΣ) Χ (ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ)[∇]

|

ΡΥΠΑΝΣΗ
ΜΟΛΥΝΣΗ

|

ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ
ΑΜΕΣΗ ΑΠΕΙΛΗ
ΕΜΜΕΣΗ (ΤΡΟΦΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ)
ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗ
ΚΛΙΜΑ

ΑΣΤΥΦΙΛΙΑ

|

ΕΚΡΗΚΤΙΚΗ
ΑΥΞΗΣΗ

Η αύξηση της παραγωγικότητας, όμως, επειδή συνοδεύεται από αύξηση των αποδοχών οδηγεί σε αύξηση της κατανάλωσης. Αύξηση της κατανάλωσης στη συνέχεια, έχει σαν αποτέλεσμα την εξάντληση των φυσικών πόρων όπως υλικά, ενέργεια και νερό.

Πρόσθετα, υπάρχουν και τα υποπροϊόντα της παραγωγής που είναι η ρύπανση και η μόλυνση. Αυτές επιδρούν στην ανθρώπινη υγεία. Υπάρχει μια άμεση απειλή από τα χημικά που τρώμε, πίνουμε και αναπνέουμε. Υπάρχει, επίσης, μια έμμεση απειλή από τη συγκέντρωση χημικών στα τροφικά δίκτυα. Εάν κάποιος μετρήσει ποια είναι η ρύπανση στο ελεύθερο περιβάλλον, θα καταλήξει ότι είναι χαμηλή και, επομένως, ανεκτή.

Εάν όμως μετρήσει τη ρύπανση μέσα στις τροφικές αλυσίδες, η συμπύκνωση των λυμμάτων από την αρχή της αλυσίδας μέχρι το τέλος της, που είναι ο άνθρωπος, φτάνει μέχρι και το 1:1 δισεκατομμύριο. Επομένως, γινόμαστε τελικά αποδέκτες χημικών σε μεγάλες συγκεντρώσεις με τεράστιες επιπτώσεις στην υγεία μας. Πρόσθετα η ρύπανση προκαλεί οικολογική υποβάθμιση και επηρεάζει ακόμα και το κλίμα. Δηλαδή, τα μεγάλα προβλήματα της εποχής μας είναι πρόβλημα που εμείς οι ίδιοι δημιουργούμε.

Η ανάπτυξη έχει όρια και τα όρια της ανάπτυξης εξαρτώνται από τους φυσικούς πόρους που διαθέτει η γη (ενέργεια, υλικά, νερό και καλλιεργήσιμη γη), καθώς επίσης και από την ανθεκτικότητα του φυσικού συστήματος, στη ρύπανση και στη μόλυνση (Σχήμα 26). Κάπου το σύστημα υποχωρεί, γιατί δεν αντέχει στην υπέρμετρη φόρτιση που του επιβάλλουμε.

Γενικά, οι παραμετρικές σχέσεις μεταξύ πληθυσμιακών, οικονομικών, παραγωγικών, περιβαλλοντολογικών και φυσικών μεγεθών είναι πολύ περίπλοκες και κάνουμε ένα τραγικό λάθος να θεωρούμε ότι κάθε πρόβλημα είναι ξεχωριστό και ότι έχει τη δική του λύση (Σχήμα 27). Τα διάφορα προβλήματα, όμως, δε λύνονται μεμονωμένα. Το κάθε ένα οδηγεί σε άλλα κι έτσι αποσπασματικές λύσεις έχουν αρνητικές επιπτώσεις σε φαινομενικά άσχετους τομείς. Χρειάζεται σφαιρική θεώρηση και ταυτόχρονη επίθεση για λύσεις σε όλα τα επίπεδα δραστηριοτήτων και σε παγκόσμια κλίμακα. Κάτι τέτοιο, όμως, δε γίνεται. Επομένως, μην ευελπιστούμε ότι θα βρεθούν γρήγορα λύσεις.

ΤΑ ΟΡΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

1. ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΥΛΙΚΑ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΣΙΜΗ ΓΗ

2. ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

ΡΥΠΑΝΣΗ

ΜΟΛΥΝΣΗ

Ένα βασικό ερώτημα εδώ είναι αν τα συστήματα αξιών που έχουμε υιοθετήσει για να καθοδηγούν εξασφαλίζουν τη μακρόχρονη επιβίωσή μας. Το Σχήμα 28 παρουσιάζει το σημερινό σύστημα αξιών. Δείχνει τη συμπεριφορά μας. Ο πολιτισμός μας είναι υλιστικός. Ευνοείται η χλιδή και η σπατάλη. Βλέπετε το αποτέλεσμα: Ανταγωνισμός για επικράτηση και εγωιστική συμπεριφορά.

Αυτές λοιπόν είναι οι αξίες που έχουμε σήμερα υιοθετήσει και οι οποίες μας οδηγούν στην καταστροφή. Τι πρέπει να κάνουμε; Να αλλάξουμε αξίες. Ο πολιτισμός πρέπει να γίνει πνευματικός. Να στηρίζεται στη λιτότητα και στην εξοικονόμηση. Δεν χρειαζόμαστε όλα αυτά τα δήθεν αγαθά που συνεχώς θέλουμε και που συνεχώς δε μας φθάνουν. Το Σχήμα 29 παρουσιάζει το σύστημα αξιών που πρέπει να υιοθετήσουμε για μακρόχρονη επιβίωση. Αποτέλεσμα, τότε, θα είναι η συνεργασία για συμβίωση και η αλtruιστική συμπεριφορά.

Αυτή είναι η μόνη ελπίδα για να μπορέσουμε να ξεφύγουμε το απειλητικό αύριο. Διερωτώμαστε εάν θα επιζήσουμε σαν ανθρώπινο είδος. Εκεί έχουμε καταντήσει παρ' όλες τις γνώσεις μας.

Ποιό είναι το τελικό συμπέρασμα από την εκδρομή που κάναμε στο χώρο της επιστήμης. Το σύμπαν αποτελεί αδιαίρετη ενότητα. Η ενέργεια του κενού δίνει γέννηση σε στοιχειώδη σωμάτια, που συμπλέκονται σε άτομα ύλης που με τη σειρά τους συμπλέκονται σε μοριακά συμπλέγματα. Όλα αυτά αποτελούν την κοσμολογική ουσία. Η ουσία αυτή δίνει γέννηση σε γαλαξίες. Οι γαλαξίες, με τη σειρά τους, δίνουν γέννηση σε πλανητικά συστήματα. Σε πλανήτες με τις κατάλληλες γεωφυσικές και κλιματολογικές συνθήκες αναπτύσσεται ζωή. Τα άστρα συμβάλλουν στο φαινόμενο της ζωής τροφοδοτώντας την με ακτινοβολία. Η πεπτούσια της ζωής είναι η ενέργεια. Είναι το φως των άστρων. Το καταφύγιο της ζωής είναι ο πλανήτης.

Από τη στιγμή που εμφανίζεται η ζωή ακολουθεί δυο δρόμους. Ο ένας δρόμος είναι η αύξηση της περιπλοκότητας, με απόληξη την ανάπτυξη του νευρικού συστήματος και την εμφάνιση της ενσυνείδητης επιλογής. Δηλαδή είναι η ζωή να αυξήσει τους βαθμούς ελευθερίας της προκειμένου να μεγιστοποιήσει τη βιωσιμότητα κάθε ξεχωριστού είδους παρά τυχόν μεταβολές στο περιβάλλον.

ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ: ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΣ-ευνοεί τη λιτότητα και την
εξοικονόμηση

ΑΞΙΕΣ: ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΥΗΜΕΡΙΑ-προσμετράται συναρτήσει της
ισότητας, της ελευθερίας και
τελικά της ευτυχίας όλων.

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΖΩΗΣ-προσμετράται συναρτήσει της ποιότητας
των διαπροσωπικών σχέσεων.

ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΚΥΡΟΣ-προσμετράται συναρτήσει της σοφίας
της ηθικής και της τόλμης.

ΠΡΟΣΩΠΙΚΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ-προσμετράται συναρτήσει της
συμβολής στο κοινό καλό.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ: Συνεργασία για την ανέλιξη του όλου που
θεωρείται σαν ένα ολοκληρωμένο σύστημα από
αλληλοβοηθούμενα μέρη.

Ο άνθρωπος νοιάζεται για τον άνθρωπο
Ο άνθρωπος νοιάζεται για τη φύση.

ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ: ΥΛΙΣΤΙΚΟΣ-ευνοεί τη χλιδή και τη δαπάνη

ΑΞΙΕΣ: ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΥΗΜΕΡΙΑ-προσμετράται συναρτήσει του
εθνικού εισοδήματος.

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΖΩΗΣ-προσμετράται συναρτήσει της
ευχέρειας κατανάλωσης.

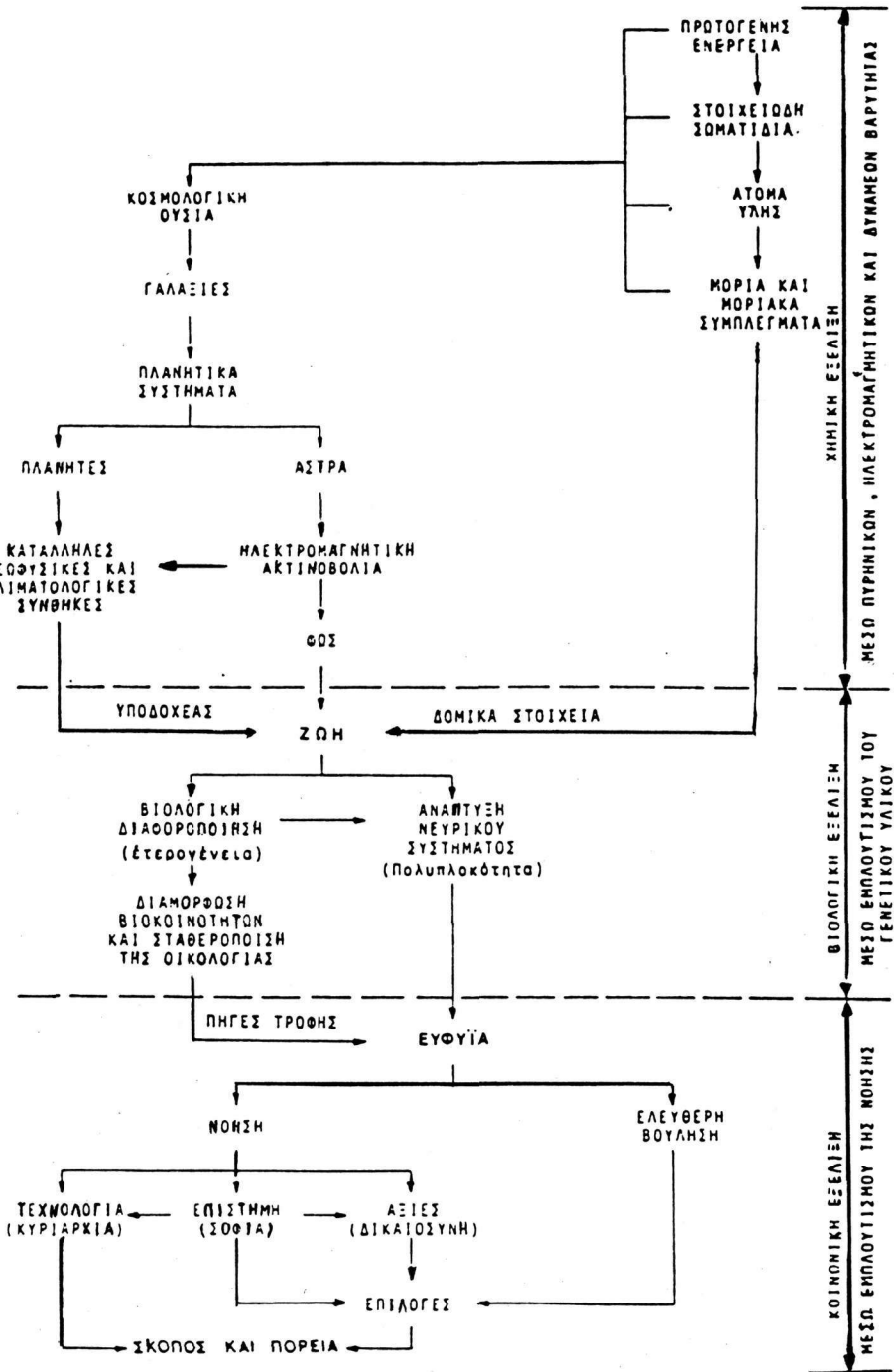
ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΚΥΡΟΣ-προσμετράται συναρτήσει της
κατοχής οικονομικών αγαθών.

ΠΡΟΣΩΠΙΚΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ-προσμετράται συναρτήσει της
δυνατότητας αυτοψυχαγωγίας.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ: Ανταγωνισμός για την επικράτηση του
ισχυρότερου που θεωρείται ανεξάρτητο μέρος
του όλου.

Ο άνθρωπος βλάπτει τον άνθρωπο

Ο άνθρωπος βλάπτει τη φύση.



Σχ. 3.52. Η ενότητα της χημικής, βιολογικής και κοινωνικής εξέλιξης.

Ο άλλος δρόμος είναι η βιολογική διαφοροποίηση με απόληξη την εμφάνιση ετερογένειας. Πολλά είδη, δηλαδή. Γιατί; Διότι όσο πιο πολλά είδη υπάρχουν, τόσο πιο πολύ σταθεροποιείται το οικολογικό σύστημα και τόσο πιο πολύ ριζώνει η ζωή στον πλανήτη. Βλέπουμε, δηλαδή, μια συνεχή προσπάθεια εμπλουτισμού των τροφικών δικτύων για μεγαλύτερη βιωσιμότητα ολόκληρου του δέντρου της ζωής σε μεταβολές του περιβάλλοντος.

Προσέξτε, ότι η χημική εξέλιξη οδηγεί σε βιολογική εξέλιξη που με τη σειρά της οδηγεί σε κοινωνική εξέλιξη (Σχήμα 30). Προσέξτε, επίσης ότι η ευφυΐα έχει δύο διαστάσεις: νόηση και ενσυνείδητη επιλογή ή ελεύθερη βούληση. Η νόηση δίνει την τεχνολογία, δίνει την επιστήμη και δίνει τις αξίες

Επιστήμη και αξίες μαζί μας προσδιορίζουν τις επιλογές σε συνδυασμό με την άσκηση της ελεύθερης βούλησης. Εμείς θα αποφασίσουμε τι θα γίνουμε στο μέλλον. Εμείς θα αποφασίσουμε τι θα είναι τούτη η γη. Κόλαση ή παράδεισος; Σε μας εναπόκειται να χαράζουμε το μέλλον. Δεν υπάρχει βοήθεια από πουθενά γι' αυτές τις επιλογές.

Πρέπει από μόνονι μας να αποφασίσουμε. Η φύση είναι αμείλικτη. Εάν το πείραμα άνθρωπος αποτύχει στη γη, δεν τρέχει τίποτα. Μοιραία θα καταστραφεί το είδος μας. Κάπου αλλού πάντως στο σύμπαν το πείραμα θα επαναληφθεί.

Τέλος, οι επιλογές μαζί με την τεχνολογία σαν δυνάμικο εργαλείο μας προσδιορίζει το σκοπό και την πορεία. Δηλαδή, τι θέλουμε να επιτύχουμε. Το μεγαλύτερο μας πρόβλημα είναι ότι δεν έχουμε ξεκαθαρίσει πού πάμε και γιατί. Δεν έχουμε στόχους που να επιτρέπουν μακροχρόνια επιβίωση.

Ο στόχος μας σήμερα είναι απλά και μόνο η οικονομική ανάπτυξη. Η οικονομική ανάπτυξη από μόνη της, όμως δεν οδηγεί πουθενά. Κάτι παραπάνω χρειάζεται και αυτό που χρειάζεται είναι ποιότητα ζωής

Σας αφήνω με μια σκέψη. Όλα είμαστε ένα. Σύμπαν, άνθρωποι, ζώα, φυτά, ύλη, πράγματα είναι ένα. Εμείς, όμως, βλέπουμε το ένα (τον εαυτό μας) σαν κάτι ξεχωριστό και συμπεριφερόμεθα καθαρά εγωιστικά. Φθάσαμε ο ένας να προσπαθεί να επιβιώσει σε βάρος του άλλου. Δεν υπάρχει μέλλον σ' αυτήν την πορεία. Ή θα αλλάξουμε νοοτροπία ή η Φύση θα μας συντρίψει. Πάμε ενάντια στο νόμο της ενότητας και στο νόμο της αντιστάθμισης.

Σας ευχαριστώ πολύ που είχατε την υπομονή να με ακούσετε.

“Κοινωνική Χημεία”

Ομιλητής: Α. ΒΑΡΒΟΓΛΗΣ

*(Τον ομιλητή προλόγισε και παρουσίασε στο ακροατήριο
ο Διευθύνων Σύμβουλος του Ε.Ι.Ε. Καθηγητής κ. Κ. Σέκερης)*

Ως πριν μερικά χρόνια, υπήρχε ένα όμορφο ακαδημαϊκό έθιμο: ο νεοεκλεγμένος καθηγητής Πανεπιστημίου έπρεπε να δώσει σε ένα γενικό ακροατήριο το εναρκτήριο μάθημά του, το οποίο και έπαιρνε πανηγυρικό χαρακτήρα. Ο ομιλητής είχε τότε την ευκαιρία να αναπτύξει τα επιστημονικά του πιστεύω, να πλέξει το εγκώμιο της επιστήμης του, να κάνει αναδρομές στο παρελθόν, να μνημονεύσει το παρόν και να τολμήσει να προδικάσει το μέλλον.

Στα πλαίσια των εκδηλώσεων του Ε.Ι.Ε., η διοίκηση του οποίου είχε την καλοσύνη να με καλέσει σήμερα εδώ, διείδα στη σημερινή διάλεξη κάποια αναλογία με το εναρκτήριο μάθημα. Βρίσκω έτσι την ευκαιρία για ένα είδος προγραμματικών δηλώσεων, που νομίζω ότι απηχούν όχι μόνο δικές μου, αλλά και γενικότερες απόψεις της χημικής κοινότητας.

Ο τίτλος της διάλεξης ίσως να προβληματίσει μερικούς. Η μεγάλη ανάπτυξη της Χημείας στον αιώνα μας την έχει οδηγήσει, όπως συμβαίνει και με όλους τους επιστημονικούς και τεχνικούς κλάδους, σε μια ποικιλία εξειδικεύσεων: από τις πρόδρομες μορφές της Χημείας, τη μεταλλουργία, την αλχημεία και την ιατροχημεία, σήμερα έχουμε φθάσει σε ένα ευρύ φάσμα χημικών ειδικοτήτων. Ας περιοριστούμε να αναφέρουμε τις κυριότερες υποδιαιρέσεις, που δεν είναι και λίγες: Ανόργανη Χημεία, Οργανική, Φυσική, Αναλυτική, Μακρομοριακή, Πυρηνική, Κολλοειδή, Φαρμακευτική, Βιολογική, Βιομηχανική, Θεωρητική. Εντούτοις, απ' ό,τι ξέρω, η Κοινωνική Χημεία δεν είχε ως τώρα κάποια υπόσταση. Πρέπει να ομολογήσω ότι πρόκειται για δική μου επινόηση, με σκοπό να υποκαταστήσει έναν ίσως ακριβέστερο, αλλά πιά σχολαστικό και χωρίς φαντασία τίτλο, όπως “Ο ρόλος της Χημείας στη Σύγχρονη Κοινωνία”.

Ως χημικός, είναι αναπόφευκτο να είμαι θετικά προκατειλημμένος υπέρ της Χημείας. Μου προξενεί λοιπόν ανησυχία η αρνητική στάση που καλλιεργείται τα τελευταία χρόνια και τείνει να επιβάλει μια κατάσταση, για την οποία έχει ήδη βρεθεί και ο κατάλληλος όρος: Χημειοφοβία. Με το όνομα αυτό εννοείται η απέχθεια για τη Χημεία γενικά και τα συνθετικά της προϊόντα ειδικότερα, τα “χημικά”, που χωρίς πολλή σκέψη τείνουμε να ταυτίζουμε με δηλητήρια, τον καρκίνο και όποια κακοδαίμονια βάλει κανείς με το νου του, χωρίς να συνειδητοποιούμε ότι τα “χημικά” είναι πολύ περισσότερο φιλικά παρά εχθρικά.

Δεν είναι δύσκολο να ανιχνεύσει κανείς τους λόγους που οδηγούν στη χημειοφοβία. Αρχή γίνεται από το σχολείο, όπου το μάθημα διδάσκεται συνήθως από μη χημικούς και η ύλη είναι κά-θε άλλο παρά ελκυστική. Το ζητούμενο δε θα έπρεπε να περιστρέφεται γύρω από τα στοιχεία και τους νόμους που διέπουν τη συμπεριφορά αυτών και των ενώσεών τους, που έχουν από καιρό ξεπεράσει τα 10.000.000 . Είναι σα να θέλουμε να εντρυφήσουμε στη Λογοτεχνία αρχίζοντας με γραμματική και συντακτικό, χωρίς καλά-καλά να έχουμε μάθει να μιλάμε. Ή, ακόμη χειρότερα, αντί να αφεθούμε στη μαγεία της μουσικής, ας πούμε ενός κουαρτέτου του Μότσαρτ, να είμαστε αναγκασμένοι να αναλύσουμε πρώτα τα φυσικά χαρακτηριστικά του ήχου και να εμβαθύνουμε στους λαβύρινθους της θεωρίας της μουσικής. Πόσο πιο ενδιαφέρουσα θα γινόταν η Χημεία, αν ο μαθητής γνώριζε άλλα πράγματα: π.χ. τη δομή της ύλης, όπως μας αποκαλύπτεται από μελέτες των κρυστάλλων με ακτίνες Χ, ή τις εφαρμογές των ενώσεων στην καθημερινή ζωή, μέσω μιας εξελικτικής διαδικασίας από κάποια αρχική ανακάλυψη. Επίσης, θα πρόσφερε ικανοποίηση μια στοιχειώδης γνωριμία με τις λεπτές ισορροπίες των αντιδράσεων που γίνονται αδιάλειπτα στον οργανισμό μας, από τη στιγμή της σύλληψης ως και μετά το θάνατο.

Όπως είναι φυσικό, η δυσκολία της Χημείας, σε συνάρτηση με τη ξηρότητα της διδασκαλίας, κάνουν το μαθητή να χάσει το ενδιαφέρον του. Εφόσον είναι ευσυνειδής, περιορίζεται απλώς στην απορνημόνευση και σε σπάνιες μόνο περιπτώσεις προσπαθεί αβοήθητος να διεισδύσει στο νόημα της Χημείας. Ακόμη και οι ασκήσεις, που μπορεί να αποτελέσουν μια λαμπρή διανοητική πρόκληση, είναι τυποποιημένες και σπάνια έχουν σχέση με την πραγματικότητα. Η εξυπνάδα, η φαντασία, η δημιουργική σκέψη είναι αρετές που ελάχιστα χρειάζονται για την επίλυσή τους. Οι παλιότεροι θα θυμούνται σίγουρα με κάποια νοσταλγία τα απίθανα προβλήματα που είχαν να αντιμετωπίσουν οι υποψήφιοι των εισαγωγικών εξετάσεων του Πολυτεχνείου της δεκαετίας του '50! Η ανυπαρξία εργαστηριακών ασκήσεων ή έστω επιδείξεων, ακόμη κι όταν υπάρχει κάποιο υποτυπώδες εργαστήριο, έχει κι αυτή την αρνητική συμβολή της αφού δε νοείται Χημεία χωρίς πείραμα. Τελειώνοντας κανείς το σχολείο δεν έχει λοιπόν λόγους να συμπαθεί ιδιαίτερα τη Χημεία, αφού -κακά τα ψέματα- η γλώσσα της δεν είναι τόσο εύκολη, ούτε η γοητεία της αρκετά εμφανής από μόνη της.

Τι άλλες ευκαιρίες έχουμε άραγε για συναντήσεις με τη Χημεία; Η σωστή απάντηση είναι: αναρίθμητες. Σε όποιον Τομέα της σύγχρονης ζωής και αν στρέψουμε το βλέμμα, τα προϊόντα της Χημείας κυριαρχούν. Οι πιο βασικές μας ανάγκες -Τροφή, Ένδυση, Κατοικία, Υγεία ας προσθέσουμε και την Επικοινωνία- εξυπηρετούνται χάρη στις προόδους της Χημείας. Νέα υλικά με εξαιρετικές ιδιότητες, πολύ ανώτερες από τα φυσικά υλικά, επινοούνται συνεχώς και συμβάλλουν αποφασιστικά στην κατασκευή χρήσιμων οργάνων, συσκευών και αντικειμένων, που βελτιώνουν και ομορφαίνουν τη ζωή μας, ως προς την υλική ποιότητα. Όλα αυτά όμως τα θεωρούμε περίπου αυτονόητα, αφού δε βλέπουμε παρά τελικά προϊόντα, στα οποία η συμβολή της Χημείας, αν και μεγάλης σπουδαιότητας, είναι αφανής. Το ίδιο -ίσως σε μεγαλύτερο βαθμό- ισχύει και με τα προϊόντα της Φύσης, τα οποία μάλιστα δεν τα θεωρούμε καν ως χημικές ουσίες. Αξίζει εδώ να σημειώσουμε ότι δεν υπάρχει ουσιώδης διαφορά μεταξύ φυσικών και συνθετικών προϊόντων. Πρόσφατες μελέτες έδειξαν χωρίς αμφιβολία ότι οι δυσάρεστες παρενέργειες, όπως μεταλλάξεις, τερατογόνες και καρκινογόνες ιδιότητες, είναι και στις δυο ομάδες προϊόντων στατιστικά όμοιες. Άλλωστε, είναι γεγονός ότι τα ισχυρότερα δηλητήρια και τα καλύτερα εντομοκτόνα είναι φυσικά προϊόντα.

Μια τομάτα είναι ένα περίπλοκο χημικό σύστημα, αλλά ασφαλώς θα ήταν παράλογο αν τη βλέπαμε υπ'αυτό το πρίσμα. Εντούτοις, για να επιτευχθεί η παραγωγή της το χειμώνα, εκτός από τη χημεία της φύσης, χρειάζεται και η συνδρομή της χημείας του ανθρώπου: πλαστικές ύλες για σωλήνες ποτίσματος και καλύμματα των θερμοκηπίων, λιπάσματα, συνθετικές φυτορμόνες, εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα και παρασιτοκτόνα, όλα είναι απαραίτητα για την επιτυχία. Τα περισσότερα από αυτά δεν τα έχουμε ποτέ δει και πολύ περισσότερο δεν ξέρουμε από πού προέρχονται ούτε και πώς γίνονται. Ακόμη και αν επισκεφθούμε ένα εργοστάσιο χημικών προϊόντων, δε θα δούμε και πολλά πράγματα: οι πρώτες ύλες -τα "χημικά"- είναι κρυμμένες σε βαρέλια ή δεξαμενές. Κυκλοφορούν μέσα από σωλήνες προς τα δοχεία ανάμιξης, τις αποστακτικές στήλες και τους αντιδραστήρες, στη συνέχεια διοχετεύονται σε διάφορα μηχανήματα, που διαμορφώνουν τα προϊόντα των αντιδράσεων στις οικείες μορφές των καταναλωτικών αγαθών.

Ενώ λοιπόν τα ίδια τα χημικά τα αγνοούμε πλήρως, από καιρό χτυπούν τα φώτα της δημοσιότητας. Για τα μέσα ενημέρωσης, τα "καλά" νέα είναι τα κακά. Η διαφυγή ενός τοξικού αερίου, μια επιστημονική ανακοίνωση για ίχνη κάποιου καρκινογόνου στα τρόφιμα, ο θάνατος μελισσών από εντομοκτόνα, είναι συχνά θέματα που παίρνουν δυσανάλογα μεγάλη δημοσιότητα και δημιουργούν δυσμενή προδιάθεση για τη Χημεία. Όταν μάλιστα συμβεί κάποιο σοβαρότερο ατύχημα, μια έκρηξη ή μια παρενέργεια φαρμάκου με θανατηφόρες συνέπειες, η κατακραυγή γενικεύεται. Έτσι, καταλήγουμε να ενημερωνόμαστε -και μάλιστα όχι από τους ειδικούς- μόνο για τις κάποιες αρνητικές επιπτώσεις ορισμένων ουσιών. Σπεύδω να προσθέσω ότι αυτές στη μεγάλη πλειονότητα οφείλονται σε αμέλεια δική μας ή παράλειψη λόγω συγκεκριμένης πολιτικής ή ακόμη στην επιδίωξη του εύκολου κέρδους. Αν εξαιρέσουμε τις περιπτώσεις αμέλειας, όλες οι άλλες μπορεί να αντιμετωπισθούν με τη λήψη αυστηρότερων μέτρων -για την προστασία της υγείας μας και του περιβάλλοντος. Τότε όμως τα προϊόντα γίνονται ακριβότερα και οι καταναλωτές δυσανασχετούν. Εξάλλου, εφόσον δεν υπάρχει τρόπος να υποχρεωθούν να τα εφαρμόσουν όλοι οι ανταγωνιστές, αυτομάτως αυτοί θα βρίσκονταν σε πλεονεκτική θέση. Τα πράγματα είναι λοιπόν σύνθετα και οι λύσεις δύσκολες. Τα παραδείγματα αφθονούν, αλλά θα περιοριστώ σε ένα επίκαιρο θέμα, την καταστροφή του όζοντος στη στρατόσφαιρα, όπου έχουν συμβολή πολλά αέρια, μεταξύ των οποίων και το CH_4 , που παράγεται από φυσικές πηγές σε καθόλου ευκαταφρόνητες ποσότητες. Οι κύριοι όμως υπεύθυνοι αυτού του φαινομένου είναι τα αέρια των διαφόρων ψυκτικών συσκευών, τα οποία όταν διαφύγουν στην ατμόσφαιρα καταφέρνουν να ταξιδέψουν ως τα στρώματα του όζοντος. Εκεί διασπώνται και τα προϊόντα τους διασπούν στη συνέχεια το όζον. Η απλούστερη λύση θα ήταν η άμεση απαγόρευση των ψυκτικών αερίων, αλλά αυτό δεν είναι καθόλου εύκολο. Μετά από πολλές διακρατικές διαβουλεύσεις, έχει καταρτιστεί επιτέλους ένα χρονοδιάγραμμα σταδιακής κατάργησης των ενόχων και η αντικατάστασή τους από άλλα περισσότερα ασφαλή. Η παρουσία τους όμως θα εξακολουθεί να υπάρχει και θα καταστρέφουν το όζον επί πολλά ακόμη χρόνια, αν αναλογιστούμε ότι μόνο τα φυγεία είναι περίπου 1 δισεκατομμύριο και περιέχει το καθένα κατά μέσον όρο από ένα κιλό αερίων, τα οποία αργά ή γρήγορα θα διοχετευθούν αναπόφευκτα στην ατμόσφαιρα και θα φθάσουν κάποτε ως τη στρατόσφαιρα.

Να λοιπόν που από τις αναρίθμητες συναντήσεις με τη Χημεία συνειδητοποιούμε μόνο εκείνες με τις δυσάρεστες επιπτώσεις, ενώ τη συντριπτική θα έλεγα υπεροχή έχουν οι ευτυχείς συναντήσεις. Οι περισσότερες ενώσεις και κατά μείζονα λόγο τα πιο σύνθετα παράγωγά τους γίνονται άμεσα αντιληπτά από τις αισθήσεις μας, επειδή η υλική τους υπόσταση συνοδεύεται από

κάποιο χρώμα, οσμή ή γεύση. Η τέχνη του χημικού συνίσταται στο να μετατρέπει τις διάφορες ενώσεις σε νέες ή σε συνθετότερα υλικά με εξειδικευμένες και χρήσιμες ιδιότητες -είτε αισθητήριες είτε άλλου είδους- ώστε τελικά να έχει ωφέλεια το κοινωνικό σύνολο. “Οι σύγχρονοι αριστοτέχνες της Χημείας γνωρίζουν ότι τα μέταλλα δεν είναι δυνατό να μεταστοιχειωθούν και ότι το ελιξήριο της ζωής είναι μια χίμαιρα. Εντούτοις, έχουν κάνει θαύματα. ανεβαίνουν στα ουράνια, έχουν αποκτήσει νέες και σχεδόν απεριόριστες δυνάμεις”. Το εγκώμιο αυτό των χημικών δεν είναι καθόλου σύγχρονο. Το ανακάλυψα στον “Φρανκεστάιν” της Μαίριυ Σέλλεϋ, γραμμένο το 1818, δηλ. σε μια εποχή που μόλις είχαν τεθεί τα θεμέλια της σύγχρονης Χημείας. Τη δύναμη της Χημείας να επιφέρει θεαματικές μεταμορφώσεις της ύλης απέδωσε με το δικό του τρόπο ο Σουρής πριν 100 χρόνια στο “Φασουλή Φιλόσοφο” με το εξής αμίμητο δίστιχο:

Αν έζης σήμερα και συ κλαψιάρη Ιερεμία,
Γέλιο τρελό θα σουκανε το κλάμα η Χημεία.

Ίσως εδώ υπάρξει μια ένσταση, οτι δηλ. η μετατροπή του κλάματος σε γέλιο δεν είναι ακριβώς υλικής φύσης. Υπεύθυνες όμως γι’αυτές τις ψυχικές μας διαθέσεις δεν είναι σε τελική ανάλυση παρά ορισμένες ουσίες -χημικά- που παράγει ο οργανισμός με πολύπλοκες διαδικασίες, που μόλις έχουμε αρχίσει να καταλαβαίνουμε. Ο διάσημος Φράνσις Κρικ πολύ πρόσφατα στο βιβλίο του “Η καταπληκτική Υπόθεση” εξηγεί οτι τα συναισθήματά μας, οι αναμνήσεις, οι φιλοδοξίες, η ελεύθερη βούληση, όλα προέρχονται από φυσικοχημικές δράσεις μιας πολυάριθμης συλλογής νευρικών κυττάρων και των συναφών τους μορίων, σε συνδυασμό με ηλεκτρικά φαινόμενα. Αρκετά πιο νωρίς, όμως, ο Α. Koestler, είχε διαισθανθεί ότι “μια σταγόνα λιγότερη ιωδίου στο θυρεοειδή αδένα ή μια μικρή αλλαγή στην ηλεκτρική αντίσταση των γαγγλίων και ο ήρωας γίνεται δειλός, ο πατριώτης προδοτής”.

Ιστορικά, στην εξέλιξη της Χημείας προηγήθηκε η ανάλυση. Η κύρια ερευνητική ασχολία των χημικών υπήρξε αρχικά η ανάλυση των ουσιών και η μέσω αυτής ενστικτώδης προσπάθεια ανακάλυψης νέων στοιχείων. Επίσης, η αρχέγονη μορφή του χημικού επαγγέλματος ήταν ανάλογοι χαρακτήρα, καθώς σχετιζόταν κυρίως με την εξαγωγή των μετάλλων από τα μεταλλεύματά τους. Ο Γκαίτε στο μυθιστόρημά του “Εκλεκτικές Συγγένειες”, μας πληροφορεί ότι ένας τιμητικός τίτλος για τους χημικούς της εποχής του ήταν να αποκαλούνται καλλιτέχνες διαζεύκτες. Πράγματι, με λίγη καλή θέληση, μπορούμε να επικαλεστούμε ότι υπάρχει κάποια αναλογία μεταξύ διαζυγίου και χημικής διάσπασης.

Με τον όρο ανάλυση εννοούμε την εξέταση και τον έλεγχο της ύλης -από χημική άποψη- προκειμένου να διαπιστώσουμε τη σύσταση και την καθαρότητά της. Από τα σχετικά συμπεράσματα επωφελούμαστε ποικιλοτρόπως. Η σύσταση ενός μεταλλεύματος, η εξακρίβωση νοθείας στα τρόφιμα, ο έλεγχος της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα και των νερών, οι εξετάσεις των σωματικών μας υγρών, όλα είναι αναλυτικές διεργασίες, οι οποίες έχουν τυποποιηθεί μετά από εντατικές έρευνες. Οι χημικοί προσφέρουν συνεχείς υπηρεσίες σ’αυτούς τους τομείς και νομίζω ότι θα ήταν περιττό να τονίσω τη σημασία τους. Περισσότερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν ίσως μερικές εξειδικευμένες μορφές της χημικής ανάλυσης. Θα περιοριστώ μόνο στην επιγραμματική παρουσίαση ορισμένων παραδειγμάτων από περιοχές άλλων επιστημών, τις οποίες συνδράμει η Χημεία. Η πιο απλή και διαδεδομένη περίπτωση είναι η μελέτη της σύστασης των υλικών και ιδιαίτερα των ιχνοστοιχείων τους. Αυτού του είδους η ανάλυση βοηθά, μεταξύ άλλων, να εντοπί-

σουμε την προέλευση ενός αντικειμένου -είτε είναι αρχαιολογικό είτε εγκληματολογικό εύρημα, ένα νόμισμα για π.χ. ή μια τρίχα. Επίσης, μπορούμε να αποφανθούμε για την αυθεντικότητα ενός πίνακα ζωγραφικής, από τη σύσταση των χρωμάτων του και να οδηγηθούμε στη σωστή του συντήρηση. Ορισμένα στοιχεία, όπως ο C, το H, το O και το N, απαντούν στη Φύση σε 2 ή 3 ισοτοπικές μορφές, που δεν έχουν σταθερή σχέση. Η ανάλυση αυτών των ισοτόπων ως προς τη σχετική τους αφθονία έχει γίνει δυνατή χάρη στην ανάπτυξη πολύ ευπαθών οργάνων και έχει σημασία στην εξέταση οργανικών κυρίως ενώσεων. Χρησιμοποιείται για την επίλυση παλαιοανθρωπολογικών αλλά και γεωλογικών προβλημάτων, καθώς ο C είναι επίσης συστατικό των ασβεστολιθικών πετρωμάτων. Ακόμη πιο απαιτητικές, από πλευράς οργάνων και μεθοδολογίας, είναι οι μετρήσεις του ραδιενεργού ισοτόπου του C, που αποτελεί φυσιολογικό συστατικό της ατμόσφαιρας και των ζωντανών οργανισμών. Ο C αυτός έχει ορισμένο χρόνο ζωής -γύρω στα 50.000 χρόνια- και αυτό μας επιτρέπει να υπολογίσουμε την ηλικία διαφόρων ανθρακούχων υλικών- κυρίως οργανικής προέλευσης- κατάλληλα είναι επίσης τα κονιάματα και τα σιδερένια αντικείμενα, όπου ο C απαντά σε μεγάλες ή μικρές ποσότητες.

Το αντίθετο της ανάλυσης είναι η σύνθεση - και όχι μόνο στη Χημεία. Ο Γκαίτε είχε τη διορατικότητα να επισημάνει την αξία της χημικής σύνθεσης στο ίδιο μυθιστόρημα που αναφέραμε, σε μια εποχή όπου δε γίνονταν συνθέσεις, δεν είχε επιτευχθεί ούτε η παρασκευή της ουρίας. Προφητικά αναφέρει ότι η ένωση των ουσιών απαιτεί μεγαλύτερη δεξιοτεχνία και έχει περισσότερη αξία από την αποσύνθεση, ώστε ένας καλλιτέχνης συζεύκτης θα ήταν πολύ ευπρόσδεκτος από την ανθρωπότητα. Η προσφορά των χημικών στο κοινωνικό σύνολο υπήρξε πραγματικά ανεκτίμητη στα χρόνια που ακολούθησαν. Αναπόφευκτα, λοιπόν, μερικά από τα αποτελέσματα της ερευνητικής συνθετικής εργασίας των χημικών αξίζουν να παρουσιαστούν κάπως διεξοδικότερα. Με την ευκαιρία αυτή, δε θα ήταν άσκοπο να αναφερθεί ότι οι θεράποντες της Χημείας δεν υπερβαίνουν τους δυο σε χίλιους εργαζόμενους και από αυτούς βέβαια δεν ασχολούνται όλοι σε δημιουργικούς τομείς.

Ας ξεκινήσουμε με κάτι το φαινομενικά άχρηστο, που δίνει όμως ομορφιά στη ζωή μας και στην ουσία ήταν ανέκαθεν απαραίτητο. Εννοώ τα χρώματα. Ως τα μέσα του περασμένου αιώνα υπήρχαν λίγα φυσικά χρώματα για τη βαφή υφασμάτων, τα περισσότερα φυτικά και ελάχιστα ζωικά. Σε αντίθεση, τα χρώματα επίστρωσης ή πιγμέντα, που ανήκουν κυρίως στον ανόργανο κόσμο, ήταν από καιρό γνωστά σε αρκετή ποικιλία και χρησιμοποιούνταν στη ζωγραφική, στην υαλουργία και στη σμαλτοποιία. Χάρη στα χρώματα αυτά έχουν δημιουργηθεί αναρίθμητα καλλιτεχνήματα, η γνωριμία με τα οποία ως πριν λίγα χρόνια δεν ήταν εύκολη υπόθεση, αφού έπρεπε να επισκεφθούμε τα Μουσεία για να τα απολαύσουμε. Η ανάπτυξη φωτοπαθών χρωμάτων, στα ερευνητικά εργαστήρια ελάχιστων εξειδικευμένων εταιριών, οδήγησε σε μια πραγματική εποποιία της Χημείας, την έγχρωμη φωτογραφία. Μέσω αυτής έγινε δυνατή στη συνέχεια η εκτύπωση - με άλλα, καινούργια χρώματα- βιβλίων που φέρνουν στο σπίτι μας κάθε είδους έργα Τέχνης, συμπεριλαμβανομένων βέβαια και των φυσικών- ένα λουλούδι ή έναν κρύσταλλο όπως φαίνεται στο πολωτικό μικροσκόπιο. Όλα αυτά τα χρώματα είναι οργανικά, όπως και οι βαφικές ύλες, δηλ. ενώσεις που περιέχουν απαραίτητα άνθρακα. Στη Φύση συναντούμε μια τεράστια ποικιλία οργανικών χρωστικών στα έμβια όντα, με διάφορη λειτουργικότητα. Τα περισσότερα όμως δεν είναι κατάλληλα για τη βαφή υφών. Άλλα ξεθωριάζουν από τον ήλιο και άλλα καταστρέφονται από το πλύσιμο, τον ιδρώτα ή το οξυγόνο της ατμόσφαιρας. Η τυχαία παρασκευή ενός συνθετικού χρώ-

ματος, της μωβεΐνης, το 1856 από ένα νεαρό Άγγλο φοιτητή, τον Γ. Πέρκιν, σηματοδοτεί την έναρξη μιας νέας εποχής, στον κόσμο των χρωμάτων αρχικά και στη χημική βιομηχανία γενικότερα, στη συνέχεια. Ο Πέρκιν δεν έχασε καιρό μετά την ανακάλυψη του κατάφερε γρήγορα να την αξιοποιήσει, προχωρώντας στη βιομηχανική της παραγωγή. Σήμερα είναι καταγεγραμμένα γύρω στα 100.000 χρώματα, από τα οποία αρκετά έχουν άλλο προορισμό, μη βαφικό. Για παράδειγμα, έχει προκαλέσει αίσθηση η πρόσφατη σύνθεση μιας οργανομεταλλικής χρωστικής που περιέχει ρουθίνιο· σε συνδυασμό με ένα γνωστό λευκό πιγμένο, το διοξειδίο του τιτανίου, το σύστημα είναι σε θέση να μετατρέπει πολύ αποτελεσματικά το ηλιακό φως κατευθείαν σε ηλεκτρισμό. Έτσι, ελπίζεται ότι θα παρακαμφθεί η σημερινή οδός, που βασίζεται στα φωτοβολταϊκά στοιχεία πυριτίου και είναι πολύ ακριβή, επειδή το πυρίτιο πρέπει να έχει εξαιρετική καθαρότητα: σε κάθε δεσεκατομμύριο ατόμων του δεν επιτρέπεται η ύπαρξη παρά μόνο ενός ατόμου άλλου στοιχείου.

Μαζί με τα χρώματα πάνε συνήθως και τα άρωματά. Πρόκειται επίσης για οργανικές πτητικές ενώσεις, μεγάλης ποικιλίας, αλλά και γοητείας. Η Φύση είναι πλούσια πηγή αρωμάτων, τα οποία εμείς επιδιώκουμε απλώς να απομονώνουμε και να αναμιγνύουμε για τη δημιουργία νέων συνδυασμών, πιο ελκυστικών. Συνεπώς, η τέχνη του αρωματοποιού δεν χρειαζόταν ως τώρα πολλή Χημεία. Επειδή όμως αρκετά αρωματικά συστατικά έχουν σχετικά απλή δομή, είναι σήμερα προτιμότερο να φτιάχνουμε ορισμένα με συνθετικούς τρόπους, παρά να τα προμηθευόμαστε από φυσικά αιθέρια έλαια ή άλλες πρώτες ύλες πιο δυσπρόσιτες, όπως εκκρίματα ζώων. Πολύ συχνά τα φυσικά αρωματικά συστατικά είναι πολύπλοκα μίγματα. Στην περίπτωση της φρούλας έχουν ανιχνευθεί πάνω από 800 διαφορετικές ενώσεις. Τα πράγματα πάντως δεν είναι άλλες φορές τόσο περίπλοκα, π.χ. το ροδάκινο έχει μόνο 24 ουσίες, που είναι εύκολο να τις φτιάξουμε συνθετικά και να μιμηθούμε στην εντέλεια το άρωμά του, χωρίς μάλιστα να υπάρχει κάποιος απλός τρόπος για να διαπιστωθεί η συνθετική οδός -παρά μόνο με τη χρησιμοποίηση ευαίσθητων φασματοσκοπικών μεθόδων. Κάτι ανάλογο συμβαίνει στην περίπτωση προσθήκης αλκοόλης στο κρασί, πράξη απαγορευμένη από το νόμο. Μπορούμε με τις κατάλληλες μεθόδους όχι μόνο να καταλάβουμε τη λαθροχειρία, αλλά και να αποφανθούμε αν η αλκοόλη προέρχεται από το πετρέλαιο ή τη ζάχαρη. Με την ευκαιρία, αξίζει να αναφερθεί ότι τα αρωματικά συστατικά του κρασιού ξεπερνούν τα 200 και αποτελούν ανεξάντλητη πηγή ερευνών, δεδομένης της μεγάλης ποικιλίας των κρασιών.

Θα σταθώ όμως κάπως περισσότερο σε μια ιδιότυπη κατηγορία αρωμάτων: τις πτητικές ουσίες που εκπέμπουν τα έντομα. Από μας δε γίνονται αισθητές, επειδή οι ποσότητές τους είναι πολύ μικρές, πολύ πιο κάτω από τα όρια ευαισθησίας των οσφρητικών μας κυττάρων. Τα έντομα όμως, που υπερέρχουν σε πολλά σημεία από τον άνθρωπο, έχουν πιο ανεπτυγμένους μηχανισμούς όσφρησης: ανταποκρίνονται σε απειροελάχιστες ποσότητες και μέσω αυτών των ουσιών αποκαθιστούν μεταξύ τους μια στοιχειώδη επικοινωνία. Ονομάζουμε φερομόνες το σύνολο των ουσιών που εκπέμπουν τα θηλυκά για να προσελκύσουν τα αρσενικά. Οι αρχικές έρευνες είχαν καθαρά ακαδημαϊκό ενδιαφέρον, και οι ερευνητές αντιμετώπιζαν δυσκολία στη συλλογή του υλικού. Με την πρόοδο στις τεχνικές της Χημείας και την επινόηση φασματοσκοπικών μεθόδων μεγάλης χρησιμότητας στην παροχή δομικών πληροφοριών, χρησιμοποιώντας ελάχιστες ποσότητες ουσιών, σήμερα είμαστε σε θέση να μελετήσουμε τις φερομόνες σχετικά εύκολα. Επειδή η συνθετική τους παρασκευή είναι εφικτή, οδεύουμε προς μια εποχή, όπου τα εντομοκτόνα θα α-

ντικατασταθούν από τις φερομόνες - και μάλιστα για κάθε βλαβερό έντομο, θα υπάρχουν ξεχωριστές φερομόνες. Ο καλύτερος τρόπος εφαρμογής τους είναι ο εξής: οι ουσίες εγκλωβίζονται σε μικρά σφαιρίδια αφρώδους πλαστικού ή κάποιου ανάλογου υλικού και το χωράφι ψεκάζεται από τον αέρα. Καθώς θερμαίνονται από τον ήλιο, οι φερομόνες εξατμίζονται οιγά-οιγά και αποπροσανατολίζουν τα αρσενικά, που δεν ξέρουν προς τα που να πρωτοκατευθυνθούν. Αντιμετωπίζοντας λοιπόν φοβερά διλήμματα χάνουν τελικά την ευκαιρία να ζευγαρώσουν και ο πολλαπλασιασμός τους μειώνεται δραστικά. Με τις οσμές επικοινωνούν επίσης πολλά ζώα, ενώ στον άνθρωπο έχει ατονήσει αυτή η ατελής μορφή πληροφόρησης. Πάντως, από πειράματα που έχουν γίνει σε σχέση με τις διαστημικές πτήσεις, έχει διαπιστωθεί ότι εκπέμπουμε, κυρίως με τη διαπνοή, μια ποικιλία ουσιών, γύρω στις 300. Μερικές από αυτές έχουν πολύπλοκη δομή, όπως αυτές που ανήκουν στα στεροειδή, την ίδια κατηγορία με τις σεξουαλικές ορμόνες. Άλλες πάλι είναι απλούστερες, όπως η ακετόνη και το τολουόλιο. Ο καθένας μας φαίνεται ότι έχει τη δική του ταυτότητα ως προς τις εκπεμπόμενες ουσίες, σε αριθμό και σχετική αφθονία.

Η αποθέωση της χημικής σύνθεσης και της χρησιμότητας νέων ενώσεων ανήκει ασφαλώς στα φάρμακα, μια ιδιότυπη κατηγορία χημικών, που μπορεί να θεωρηθούν ως κοινωνικά αγαθά και ταυτόχρονα προϊόντα υψηλής τεχνολογίας. Χιλιάδες ερευνητών στα εργαστήρια λίγων εταιριών-κολοσσών συνθέτουν ακατάπαυστα οργανικές ενώσεις, με την ελπίδα να φτιάξουν αποτελεσματικά φάρμακα για τις πολυάριθμες ασθένειες που τυραννούν την ανθρωπότητα. Σήμερα ο ερευνητής δεν επαφίεται αποκλειστικά στην τύχη, όπως παλιότερα. Με τη βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών είναι σε θέση να σχεδιάζει δομές ενώσεων με κάποια εγγύα δραστηριότητας, για να αντιμετωπιστεί μια ανωμαλία όπου υπάρχουν δεδομένα του τι περίπου συμβαίνει σε μοριακό επίπεδο. Αυτό βέβαια δε σημαίνει ότι βρίσκονται εύκολα τα νέα φάρμακα. Από 10.000 ενώσεις που πρέπει κατά μέσον όρο να συντεθούν, μόνο μια θα αποτελέσει τελικά το πετυχημένο φάρμακο, με ένα τεράστιο κόστος.

Μια μεγάλη κατηγορία φαρμάκων προέρχονται από τη Φύση από φυτικά κυρίως αλλά και ζωικά προϊόντα. Πολλοί ερευνητές ασχολούνται ειδικά σ' αυτόν τον τομέα, με λαμπρά αποτελέσματα. Συνήθως ξεκινούν με οδηγό λαογραφικές, εθνολογικές και ανθρωπολογικές μελέτες, οι οποίες παρέχουν ενδείξεις θεραπευτικής δράσης για κάποιο συγκεκριμένο φυτό. Τολμηροί επιστήμονες δε διστάζουν να ταξιδέψουν σε απόμακρες περιοχές για να εξοικειωθούν με την τοπική χλωρίδα και τις θεραπευτικές εφαρμογές της. Εκεί θα συλλέξουν τις πρώτες ύλες για να τις μελετήσουν αργότερα στο εργαστήριο, να διαπιστώσουν τι ακριβώς κάνουν, πώς είναι δομημένες και πώς μπορεί να παρασκευασθούν συνθετικά, αυτούσιες ή σε παραλλαγές.

Στη σύγχρονη χημική έρευνα έχει γίνει φανερό ότι κατέχει περίοπτη θέση η οργανική σύνθεση, στην οποία χρωστάμε και την παρασκευή των περισσότερων φαρμάκων. Όταν υπάρχει ήδη για μια ένωση δόκιμος τρόπος παρασκευής της, που περιγράφεται στη χημική βιβλιογραφία, η σύνθεσή της είναι σχετικά απλή διαδικασία, έστω και αν χρειάζονται μερικές εβδομάδες για να ολοκληρωθεί. Εφόσον ακολουθείται πιστά η "συνταγή", μπορεί να εκτελεσθεί από έμπειρους χημικούς χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα. Την απλή ασπιρίνη μπορεί να παρασκευάσει ακόμη και ένας φοιτητής της Χημείας μέσα σε ένα απόγευμα. Όταν όμως επιχειρείται η σύνθεση μιας ένωσης για πρώτη φορά, τα πράγματα αλλάζουν. Η κάθε απλή αντίδραση που θα δοκιμαστεί παρουσιάζει προβλήματα και ο κανόνας είναι να μην πετυχαίνει με την πρώτη φορά. Όσο η δομή

της ένωσης γίνεται πιο σύνθετη, τόσο τα προβλήματα μεγαλώνουν, σε σημείο ώστε συχνά πρέπει να επινοηθούν τελείως νέες αντιδράσεις.

Οι εντυπωσιακές δομές των περισσότερων φυσικών προϊόντων, σε συνδυασμό με την πιθανή αξιοποίησή τους στη θεραπευτική, τα καθιστούν ένα στόχο-πρόκληση για τους ερευνητές χημικούς. Σε μεγάλο βαθμό η οργανική σύνθεση σήμερα αφορά κυρίως την παρασκευή ενώσεων αυτής της κατηγορίας ή παραλλαγμένων μορφών τους ή βιομιμικών αναλόγων. Η σύλληψη μιάς τέτοιας σύνθεσης περιλαμβάνει μια ακολουθία πολλών σταδίων, με μία ή περισσότερες αντιδράσεις για το καθένα. Πρόκειται για μια νοητική λειτουργία, όπου εκτός από απέραντες γνώσεις, χρειάζεται επίσης ένα είδος ενόρασης, χάρισμα που απαντάται σε λίγους εκλεκτούς. Δε θα ήταν υπερβολή να πούμε, ότι βρισκόμαστε σε μια δημιουργική έκφραση, που άφοβα μπορεί να συγκριθεί με την καλλιτεχνική δημιουργία. Η ίδια η λέξη-σύνθεση-χρησιμοποιείται επίσης για ένα μουσικό κομμάτι, ένα ζωγραφικό πίνακα, ένα ποίημα και μια χημική ένωση. Εντούτοις, ακόμη και το λαμπρότερο διανοητικό επίτευγμα χημικού σχεδιασμού δεν έχει αντίκρουσμα, αν δεν υλοποιηθεί στη συνέχεια. Εδώ τώρα αρχίζει ο ρόλος του πειραματιστή, που καλείται να εκτελέσει μια αλληλουχία δεξιολογικών διεργασιών, χειρωνακτικών κατά κύριο λόγο, επιστρατεύοντας όμως παράλληλα το κριτικό του πνεύμα και την επινοητικότητα του και εφαρμόζοντας γνώσεις θεωρητικές και πρακτικές. Όλα αυτά είναι δυνατό να γίνουν από ένα μόνο πρόσωπο, κάτι όμως που συμβαίνει πολύ σπάνια. Ο επιμερισμός της εργασίας και η συλλογική προσπάθεια είναι κανόνας στην οργανική σύνθεση, όπου ο ώριμος ερευνητής έχει τον επιτελικό ρόλο και οι νεότεροι είναι οι εκτελεστές-πειραματιστές. Μια ακραία περίπτωση συλλογικότητας, καθώς επίσης και πολυπλοκότητας, δυσκολιών και ανάγκης επιμόρφωσης νέων αντιδράσεων, που οδήγησαν σε νέες θεωρίες, αποτελεί η σύνθεση της βιταμίνης B₁₂. Η ένωση αυτή έχει μια εξαιρετικά περίπλοκη δομή. Είναι ζήτημα αν υπάρχουν χημικοί που να την έχουν απομονωμένη. Για την εργαστηριακή της παρασκευή σε ποσότητα λίγων χιλιοστών του γραμμαρίου απαιτήθηκε μια μακροχρόνια προσπάθεια, όπου συνδυάστηκαν το ταλέντο ενός μεγάλου χημικού, του Robert Burns Woodward, με τις ικανότητες 98 συνεργατών του. Η σύνθεση αυτή δεν επαναλήφθηκε ποτέ, γιατί η απομόρφωση της βιταμίνης από καλλιέργειες μυκήτων είναι πολύ εύκολη. Δεν παύει πάντως να αποτελεί ένα αξιοπερίεργο μνημείο της δημιουργικής δύναμης του ανθρώπου.

Κατά τη σύνθεση ενός φυσικού προϊόντος ο χημικός έχει να συναγωνιστεί τα ασυναγώνιστα. Η κυριότερη δυσκολία που αντιμετωπίζει είναι ότι, ενώ οι βιοχημικές αντιδράσεις στη Φύση έχουν μια απόλυτη εξειδίκευση και σε κάθε στάδιο γίνεται μια μόνο συγκεκριμένη μετατροπή, οι αντιδράσεις στο εργαστήριο δίνουν πολλά προϊόντα. Έτσι, χρειάζεται πάντα να απομονωθεί η επιθυμητή ένωση από ένα μίγμα, με διαδικασίες που έχουν μεγάλες δυσκολίες. Παράλληλα, έχουμε σπατάλη πρώτων υλών, αφού τα υπόλοιπα προϊόντα είναι άχρηστα. Αυτό γίνεται έντονα αισθητό σε μιά αλληλουχία αντιδράσεων, όπου το προϊόν αποτελεί στη συνέχεια την πρώτη ύλη της επόμενης αντίδρασης. Αν υπάρχουν πολλά στάδια, όπως είναι ο κανόνας, μόνο ένα μικρό ποσοστό της αρχικής πρώτης ύλης αξιοποιείται, ενώ το υπόλοιπο καταλήγει στον υπόνομο!

Παρόλη τη δεδομένη υπεροχή της Φύσης στις οργανικές συνθέσεις, είναι γεγονός ότι και ο χημικός έχει μερικά πλεονεκτήματα, που κάπως αντισταθμίζουν τη δυσμενή του θέση και του επιτρέπουν να συνθέσει “δύσκολα” μόρια. Κατ’αρχήν επιλέγει τις καταλληλότερες πρώτες ύλες, αφού δεν είναι υποχρεωμένος να ακολουθήσει μια αυστηρά προκαθορισμένη οδό. Ένα αλκαλοει-

δές με φαρμακευτικό ενδιαφέρον, η καρμποθεκίνη, έχει παρασκευαστεί συνθετικά με πάνω από δέκα τρόπους, από διαφορετικές πρώτες ύλες. Ενώ η Φύση εργάζεται πάντα με υδατικό περιβάλλον, εμείς μπορούμε να διαλέξουμε έναν οργανικό διαλύτη, που συνήθως στο εργαστήριο έχει καλύτερα αποτελέσματα από το νερό. Ανάλογα με την αντίδραση, εφαρμόζουμε ήπιες ή δραστηκές συνθήκες, π.χ. η θερμοκρασία μπορεί να κατέβει στους -100 βαθμούς και η πίεση να ανέβει σε αρκετές χιλιάδες ατμόσφαιρες. Επίσης, έχουμε την ευχέρεια να δοκιμάσουμε την επίδραση μιάς πληθώρας καταλυτών, καθώς και διαφόρων μορφών ενέργειας, εκτός από τη θερμότητα, όπως φωτεινή ακτινοβολία, υπερήχους και πλεκτρισμό.

Η φυσική υπεροχή στην αποτελεσματικότητα των βιοχημικών αντιδράσεων οφείλεται στις καταλυτικές ιδιότητες των ενζύμων. Εφόσον είναι δυνατό, μπορούμε να εκμεταλλευτούμε *in vitro* τα ένζυμα σε μια πληθώρα αντιδράσεων, ακόμη και σε περιπτώσεις που δεν έχουν παρατηρηθεί σε βιοχημικά συστήματα. Άλλοτε πάλι, προσπαθούμε να μιμηθούμε τη Φύση χρησιμοποιώντας διάφορα τεχνάσματα. Για παράδειγμα, φτιάχνουμε ενώσεις που έχουν την ιδιότητα να εγκλωβίζουν στο εσωτερικό τους μικρότερα μόρια, οπότε μεταβάλλεται σημαντικά η δραστηκότητα των τελευταίων. Η συνθετική χημεία έχει τη δυνατότητα να δημιουργεί μέσω του ανθρώπου νέες μορφές της ύλης, δηλ. ουσίες με ιδιότητες που άλλοτε μοιάζουν με εκείνες των φυσικών προϊόντων και άλλοτε είναι τελείως καινούργιες και απρόβλεπτες. Ο σχεδιασμός των νέων αυτών ενώσεων έχει συγγένεια με την αρχιτεκτονική, καθώς και στις δυο περιπτώσεις πρόκειται για δημιουργικές “κατασκευές”, με τη διαφορά ότι η κάθε μια πραγματοποιείται με το δικό της τρόπο. Η “κατασκευή” μιας ουσίας που δεν έχει προϋπάρξει έχει την πρόσθετη γοητεία ενός κέρατος της Αράθειας, αλλά και τους κινδύνους ενός κουτιού της Πανδώρας, αφού κανείς δεν είναι απόλυτα σίγουρος από πριν τι είδους ιδιότητες ενδέχεται να παρουσιάσει και πως θα αξιοποιηθούν. Η αλήθεια είναι ότι πρόσφατα έχουν γίνει πρόοδοι και σ’ αυτό το πεδίο, ώστε, εκτός από τα φάρμακα σε κάποιο βαθμό είμαστε σε θέση να παρασκευάσουμε ενώσεις με προκαθορισμένες ιδιότητες.

Η Φύση μας παρέχει ανέκαθεν έτοιμα υλικά ή πρώτες ύλες για τις διάφορες κατασκευές μας. Οι απαιτήσεις των καιρών, εντούτοις, έχουν δημιουργήσει την ανάγκη επινόησης νέων υλικών με εξειδικευμένες ιδιότητες που δεν τις έχουν τα φυσικά υλικά. Αυτές μπορεί να είναι μηχανικές, ηλεκτρικές, μαγνητικές, κ.τ.λ. Είναι λοιπόν φυσικό ότι και στον τομέα αυτό, υπάρχουν πάμπολλα εντυπωσιακά επιτεύγματα, παρόλο που τα υλικά είναι συνήθως αφανή-κρυμμένα στα άδυτα των εργοστασίων ή μέσα σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Προσωπικά με γοητεύει η πραγματοποίηση ενός παλιού ονείρου των επιστημόνων, τα συνθετικά διαμάντια. Σήμερα έχουν αποκαλυφθεί τα μυστικά τους και φτιάχνονται μαζικά για βιομηχανική χρήση από μεθάνιο ή άλλες απλές οργανικές ενώσεις. Το διαμάντι (το δάκρυ του άνθρακα κατά τον Balzac) είναι πολύτιμο όχι μόνο ως λίθος, αλλά κυρίως ως υλικό. Η σκληρότητά του είναι ασφαλώς γνωστή σε όλους. Όμως το διαμάντι έχει πρωτιές και σε άλλες ιδιότητες, που το κάνουν ένα αξιοζήλευτο υλικό. Οι ακουστικές του ιδιότητες είναι εξαιρετικές και έχουν αξιοποιηθεί στην κατασκευή διαφραγμάτων τουίτερ στα ηχεία, όπου αποτελούν το άκρον άωτον της τελειότητας. Η θερμική αγωγιμότητα του διαμαντιού είναι σχεδόν πενταπλάσια από εκείνη του χαλκού. Γι’ αυτό μας φαίνεται κρύο ένα διαμάντι, όταν το αγγίζουμε. Ένα λεπτό στρώμα συνθετικής διαμαντόσκονης στην επιφάνεια ενός ημιαγωγού αποτελεί το ιδεώδες μέσο για την απαγωγή της θερμότητας που αναπτύσσεται κατά τη λειτουργία των ηλεκτρονικών συσκευών.

Είναι γνωστό ότι το διαμάντι δεν είναι παρά μια μορφή καθαρού άνθρακα. Στη φύση το στοιχείο αυτό απαντάται σε δυο σταθερά ισότοπα και σε ένα ραδιενεργό. Από τα σταθερά ισότοπα το ένα αποτελεί το 1% και στις περισσότερες ιδιότητες, όπως θα περίμενε κανείς, το ελάχιστο αυτό ποσοστό δε θα μπορούσε να έχει κάποια σπουδαία επίδραση. Στους θεωρητικούς όμως αρέσει να ασχολούνται με υποθετικά μόρια και καταστάσεις-προνόμιο που πολλοί θα το ζήλευαν. Υπολόγισαν λοιπόν ότι αν έλειπε αυτό το έλασσον ισότοπο του άνθρακα, η θερμική αγωγιμότητα του διαμαντιού θα ήταν μεγαλύτερη. Οι πειραματιστές αποδέχθηκαν την πρόκληση και βάλθηκαν να φτιάξουν διαμάντια χωρίς καθόλου ισότοπο άνθρακα-13. Όταν το κατάφεραν, διαπίστώθηκε ότι πράγματι η αγωγιμότητά τους ήταν αυξημένη κατά 50%.

Ας μείνουμε όμως για λίγο ακόμη σε άλλες, νέες μορφές του άνθρακα. Μια ολόκληρη νέα τεχνολογία έχει αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια βασισμένη στις ίνες του άνθρακα. Με θέρμανση σε υψηλή θερμοκρασία κατάλληλων πρώτων υλών κατορθώνουμε να φτιάξουμε ένα είδος πολυμερούς άνθρακα που αποτελείται από εξάγωνα, όπως οι βενζολικοί δακτύλιοι του γραφίτη, αλλά σε δυο διαστάσεις. Με μορφοποίηση σε ίνες και σε συνδυασμό με άλλα πολυμερή, πετυχαίνουμε την παρασκευή σύνθετων υλικών που μοιάζουν με το οπλισμένο σκυρόδεμα κι έχουν εξαιρετικές μηχανικές ιδιότητες. Ήδη έχουν βρει πολυάριθμες χρήσεις, σε πρακτικό και πειραματικό επίπεδο.

Πολύ πρόσφατη είναι η παρασκευή μιας ομάδας νέων αλλοτροπικών μορφών του άνθρακα, των φουλερενίων. Πρόκειται για σφαιρικά μόρια με 60 ή περισσότερα άτομα άνθρακα, που μοιάζουν με μπάλα ποδοσφαίρου. Οι επιστήμονες επιχειρούν να εισδύσουν στα μυστικά αυτών των συναρπαστικών μορίων και είναι ζήτημα χρόνου η εξαγγελία των πρώτων εφαρμογών. Με την ευκαιρία, ας πούμε ότι τα φουλερένια λόγω της μοναδικής δομής τους απομονώνονται απαλλαγμένα από προσμίξεις και ίσως είναι οι καθαρότερες ουσίες που έχουν ποτέ παρασκευαστεί. Από τις πιο ενδιαφέρουσες ιδιότητές τους είναι η δυνατότητα να εγκλωβίζουν τόσο στο εσωτερικό τους όσο και στα μεταξύ τους διάκενα άτομα μετάλλων· οι ενώσεις που προκύπτουν παρουσιάζουν το φαινόμενο της υπεραγωγιμότητας.

Η καθαρότητα, από γενικότερη άποψη έχει σοβαρές επιπτώσεις στις ιδιότητες των υλικών. Ο πολύ καθαρός σίδηρος είναι άχρηστος, ενώ μια σωστή αναλογία χαλκού-κασσιτέρου μας δίνει μπρούντζο με μηχανικές ιδιότητες πολύ ανώτερες από εκείνες των καθαρών μετάλλων. Κράμα Ti με μόνο 0,1% Ru έχει 100πλάσια αντοχή στη διάβρωση από το καθαρό Ti. Η απόλυτη καθαρότητα είναι πιθανότατα ανέφικτη, υπάρχουν όμως αρκετοί τρόποι που μας επιτρέπουν να περιορίζουμε τις ανεπιθύμητες προσμίξεις στο ελάχιστο ή και αντίστροφα, να προσθέτουμε ίχνη μιας επιθυμητής ουσίας με ελεγχόμενο τρόπο. Ένα παράδειγμα και των δύο περιπτώσεων συναντούμε στο πυρίτιο. Το στοιχείο αυτό είναι πολύ διαδεδομένο στη λιθόσφαιρα, αλλά για να παρασκευαστεί αρκετά καθαρό χρειάζεται πολύς κόπος, με ανάλογη αύξηση της εμπορικής του αξίας. Όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε φωτοβολταϊκά στοιχεία, όπως είδαμε, πρέπει να περιέχει ελάχιστες προσμίξεις. Ανάλογης καθαρότητας είναι και το πυρίτιο που χρησιμοποιείται στις ηλεκτρονικές εφαρμογές. Για να αποκτήσει όμως τις επιθυμητές ιδιότητες ημιαγωγού, είναι απαραίτητο να υποστεί μια κατεργασία, κατά την οποία αποθέτονται στην επιφάνειά του ή εμφυτεύονται στο εσωτερικό του, σε ίχνη, άτομα άλλων στοιχείων, όπως του βορίου. Ο κατάλογος των επιτευγμάτων της Χημείας, ιδιαίτερα στα νέα υλικά, είναι εντυπωσιακός. Θα μπορούσε να συνεχιστεί με πολλά ακόμη παραδείγματα, αλλά όπως όλοι οι κατάλογοι, θα καταντούσε βαρετός.

Ως εδώ, έγινε φανερό ότι έχει δοθεί έμφαση στα πρακτικά αποτελέσματα της χημικής έρευνας, για να δικαιωθεί κάπως και ο τίτλος της ομιλίας. Εντούτοις, νιώθω υποχρεωμένος να παρατηρήσω, ότι ένα μεγάλο μέρος της έρευνας γενικότερα έχει να κάνει με “άχρηστα” πράγματα, που μας βάζουν στον πειρασμό να αναρωτηθούμε γιατί να γίνονται, συχνά μάλιστα με κρατική επιχορήγηση. Σε μια σχετική ερώτηση, πριν πολλά χρόνια, ο Benjamin Franklin απάντησε με μια άλλη ερώτηση: σε τι χρησιμεύει ένα μωρό; Θα αρκούσε κανείς να απαντήσει ότι οι σπουδαιότερες ανακαλύψεις στον καιρό τους ήταν απλώς αξιοπερίεργα επιτεύγματα, χωρίς πρακτικές προοπτικές· η “αξιοποίηση” τους ήλθε πολύ αργότερα. Αλλά και χωρίς εφαρμογές, μόνο η αύξηση των γνώσεών μας θα ήταν αρκετή για να δικαιολογήσει μια “άγονη” έρευνα. Ένας κόσμος όπου θα είχαν θέση μόνο χρήσιμα πράγματα, θα ήταν ασφαλώς πολύ φτωχότερος και θλιβερότερος από τον κόσμο που ζούμε.

Ως κατακλείδα της ομιλίας μου, θα ήθελα να δώσω μια πνευματική διάσταση στην κατεξοχήν υλική επιστήμη που είναι η Χημεία. Για να επανέλθουμε στον Φρανκεστάιν, θα συναντήσουμε μια ακόμη σπουδαία παρατήρηση, ότι θα γινόταν πολύ μέτριος χημικός, όποιος παρακολουθούσε μόνο αυτό το τμήμα της ανθρώπινης γνώσης. Αυτό ισχύει για κάθε εξειδικευμένη μορφή γνώσης, που πρέπει να συμπληρώνεται και να εξισορροπείται με κάτι άλλο, εκ διαμέτρου ίσως αντίθετο. Οι θετικές επιστήμες καλό είναι να αντλούν από τις ανθρωπιστικές, αλλά και αντίστροφα. Δε θα ήταν ωστό ένας χημικός να μην έχει διαβάσει τους κλασικούς ποιητές, ούτε όμως και ένας φιλόλογος να αγνοεί τους νόμους της Θερμοδυναμικής.

Αλήθεια, συμβιβάζονται Χημεία και Λογοτεχνία; Στο ερώτημα αυτό η απάντησή μου είναι σαφώς καταφατική. Καθώς τα λογοτεχνικά έργα αντικατοπτρίζουν τους ρυθμούς της ζωής, δεν είναι περίεργο το γεγονός ότι πολλοί λογοτέχνες είναι ενήμεροι για τη χημική κοσμογονία που άρχισε κατά τα μέσα του περασμένου αιώνα και συνεχίζεται με ολόένα και πιο έντονους ρυθμούς ως σήμερα. Χημικά φαινόμενα, έννοιες και ουσίες έχουν χρησιμοποιηθεί από γνωστούς συγγραφείς και ποιητές με τη μορφή παρομοιώσεων, μεταφορών και ποιητικών εικόνων, αλλά και σε απευθείας αναφορές σε πειράματα, ακόμη και κατά φορές και σε τύπους ή χημικές εξισώσεις. Θα χρειαζόταν ασφαλώς μια άλλη διάλεξη για μια ολοκληρωμένη παρουσίαση των σχέσεων Χημείας και Λογοτεχνίας. Περιορίζομαι να επισημάνω δυο κοινά χαρακτηριστικά Χημείας και Λογοτεχνίας: τη δημιουργικότητα και τη φαντασία που τις διέπουν. Εξάλλου, Χημεία και Ποίηση έχουν κατά τον Κόλεριτζ μια ακόμη κοινή ιδιότητα: και οι δυο είναι δυνατό να αποκαλύψουν κρυμμένες αρμονίες, που δε γίνονται άμεσα αντιληπτές. Ο ίδιος ποιητής έγραφε ότι “Η Χημεία είναι ποίηση, υλοποιημένη και πραγματωμένη”.

Τελειώνοντας, θα ήθελα να σας δώσω μια γεύση του πώς συνδυάζονται Χημεία και Λογοτεχνία με ένα όμορφο ποίημα, που προσφέρεται για ανάλυση και προβληματισμό. Εδώ θα αρκεστώ στη απαγγελία του, με την πληροφορία ότι είναι γραμμένο το 1895, από το Γάλλο Ρενέ Συλλύ-Πρυντόμ.

Rene Sully - Prudhomme
(1839 - 1907)

Ο ΓΥΜΝΟΣ ΚΟΣΜΟΣ

Τριγυρισμένος από χημικά ποτήρια, παράξενα σπειράματα,
Φούρνους και φιάλες με στριφτούς λαιμούς,
Ο χημικός, εμβαθύνοντας στα καπρίτσια των έλξεων,
Τους καθορίζει επιδέξια τις ακριβείς τους συναντήσεις.

Ελέγχει τις αγάπες τους, ως τώρα κρυμμένες,
Ανακαλύπτει και κατευθύνει τις κρυφές τους συγγένειες,
Τις ενώνει και προκαλεί απότομα διαζύγια,
Και αποφασιστικά οδηγεί τα τυφλά πεπρωμένα τους.

Δίδαξε με, λοιπόν, να διαβάζω ως τον πάτο του αποστακτήρα σου,
Σοφέ εσύ, που κατανοείς αυτές τις ισχυρές δυνάμεις,
Και το εσωτερικό του κόσμου, πέρα απ'όλα τα χρώματα.

Οδήγησέ με, σε παρακαλώ, σ' αυτό το σκοτεινό βασίλειο:
Είναι ενάντια σε εσωτερικές δυνάμεις που παλεύω.
Οι εξωτερικές μορφές, υπερβολικά όμορφες, γεννούν μόνο θλίψεις.

“Τεχνολογίες αιχμής. Προς το τέλος ενός γόνιμου αιώνα. Προοπτικές για τον αιώνα που έρχεται”

Ομιλητής: Α. ΣΤΑΥΡΟΠΟΥΛΟΣ

*(Τον ομιλητή προλόγισε και παρουσίασε στο ακροατήριο
ο Διευθύνων Σύμβουλος του Ε.Ι.Ε. Καθηγητής κ. Κ. Σέκερης)*

Ευχαριστώ πάρα πολύ τον συνάδελφο τον κ. Σέκερη. Είναι υπερβολικά αυτά που είπε για τις δυνατότητες μου, και αισθάνομαι σε δύσκολη θέση, γιατί φοβάμαι ότι θα σας απογοητεύσω.

Το σημερινό θέμα έχει σαν άξονα τα επιτεύγματα της επιστήμης στον πιο μοναδικό αιώνα που έχει ζήσει η ανθρωπότητα: τον 20ο αιώνα ο οποίος τελειώνει. Και λέω τον πιο μοναδικό, γιατί υπολογίζουμε περίπου ότι από την εποχή, πριν περίπου 100.000 χρόνια, που ο *homo sapiens sapiens* στάθηκε στα πόδια του, έχουν περάσει περίπου 400.000 γενιές από τον γαλάζιο πλανήτη μας. Αυτό όμως το οποίο συνέβη τον 20ο αιώνα, είναι κάτι το ανεπανάληπτο. Δεν έχει γίνει ποτέ στην ιστορία της ανθρωπότητας. Αρκεί να σκεφτούμε ότι δεν έχουν περάσει ούτε 100 χρόνια από το 1897, όταν ο Thomson στην Αγγλία πρωτομίλησε για το ηλεκτρόνιο. Ακολούθησε μια σειρά από πολύ προικισμένους επιστήμονες. Ο Becquerel, ο Rutherford, ο Bohr, ο Planck, ο Einstein, ο Heisenberg, ο Dirac είναι μερικοί από τους πρωταγωνιστές της επιστημονικής επανάστασης.

Συγχρόνως ενώ η επιστήμη προοδεύει, αρχίζει να γιγαντώνεται και η τεχνολογία, η οποία αξιοποιεί τα επιτεύγματα της. Πιασμένες χέρι-χέρι τώρα προχωρούν και αλλάζουν τελείως τη μοίρα της ανθρώπινης ζωής. Δηλαδή, ενώ θυμόμαστε όλοι τη μιζέρια στην οποία ζούσε η γενιά της μητέρας μας, ή της γιαγιάς μας, η δική μας ζωή σήμερα έχει αλλάξει, χάρη ακριβώς στις εργασίες οι οποίες έγιναν στους τομείς της φυσικής, της χημείας και της βιολογίας και κυρίως στην πετροχημεία, τη βιοτεχνολογία, τη μικροηλεκτρονική.

Η επανάσταση αυτή συνεχίζεται, και φυσικά με ρυθμούς οι οποίοι είναι εκρηκτικοί, διότι τους μοναχικούς ερευνητές των αρχών αυτού του αιώνα με τα πενιχρά μέσα, έχουν υποκαταστήσει πολυάριθμες ομάδες επιστημόνων, που συνεχώς πολλαπλασιάζονται, όσο ο καιρός περνάει και οι οποίες διαθέτουν φανταστικό εξοπλισμό. Είναι σίγουρο ότι πάμε για μια εποχή που κανείς δεν μπορεί να προβλέψει ότιδήποτε επάνω στις τεχνολογικές εξελίξεις.

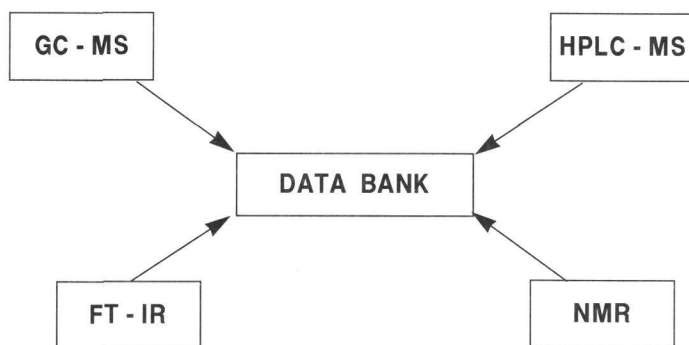
Πιθανόν ο δεύτερος παγκόσμιος πόλεμος να μην είχε ξεκινήσει αν δεν είχε δημιουργηθεί στη Γερμανία η χημεία του ακετυλενίου με την οποία παρήχθησαν φθηνά ελαστικά, πλαστικά, συνθετικά νήματα, απορρυπαντικά, χρώματα, φάρμακα, καύσιμα κ.λπ., υλικά απαραίτητα για την πολεμική μηχανή της, δεδομένου ότι η Γερμανία του 1930 δεν διέθετε αποικίες ούτε πρώτες ύλες.

Στο διάστημα του πολέμου και τα επόμενα χρόνια, υπήρξε μια νέα βιομηχανική επανάσταση: η ανάπτυξη της πετροχημείας και η παραγωγή κατά οικονομικό τρόπο πλήθους νέων αγαθών-των οποίων ο κύκλος εργασιών σήμερα υπερβαίνει τα δώδεκα τρισεκατομμύρια δολάρια το χρόνο. Έτσι τα αγαθά των ολίγων έγιναν προσιτά στους πολλούς και το βιωτικό επίπεδο βελτιώθηκε εντυπωσιακά τουλάχιστον στις περιοχές εκείνες που είχαν την παιδεία και την υποδομή ν'αποδεχθούν τους καρπούς αυτών των γνώσεων. Νομίζω ότι περιττεύει να εξαρθεί η σημασία της μικροηλεκτρονικής στην καθημερινή μας ζωή, αλλά και η συμβολή της στις επικοινωνίες, στην ανάπτυξη των επιστημών και της τεχνολογίας.

Ας εξετάσουμε λίγο πιο συστηματικά το σήμερα και το αύριο στους τομείς που αναμένονται σημαντικές προόδους:

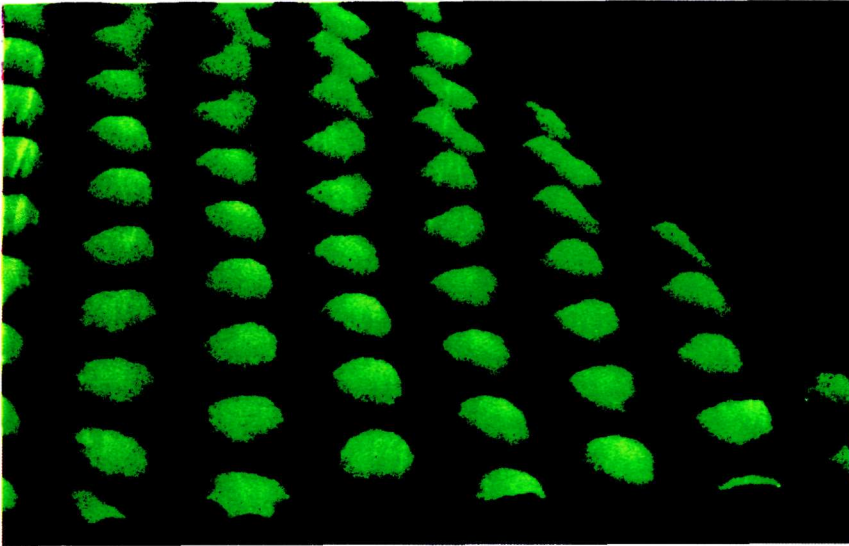
Οι αναλυτικές μας δυνατότητες σήμερα και αύριο Προς τη νανοχημεία

Το σχήμα (1) είναι από μια διαφάνεια η οποία είχε προβληθεί σ' αυτή την αίθουσα, στην ίδια οθόνη, πριν 20 περίπου χρόνια. Τότε λοιπόν ονειρευόμαστε έναν συνδυασμό της αέριας χρωματογραφίας (GC) και της υγρής χρωματογραφίας υπό πίεση (HPLC) με φασματογράφους: μάζας (MS), υπέρυθρου (GC-FTIR), υπεριώδους και NMR. Ο συνδυασμός των παραπάνω οργάνων μ' έναν κεντρικό ηλεκτρονικό υπολογιστή και Data Bank θα ολοκλήρωνε το σύστημα. Αυτά τα συστήματα εδώ και μια δεκαετία αποτελούν τρέχουσα πραγματικότητα.



Σχήμα 1

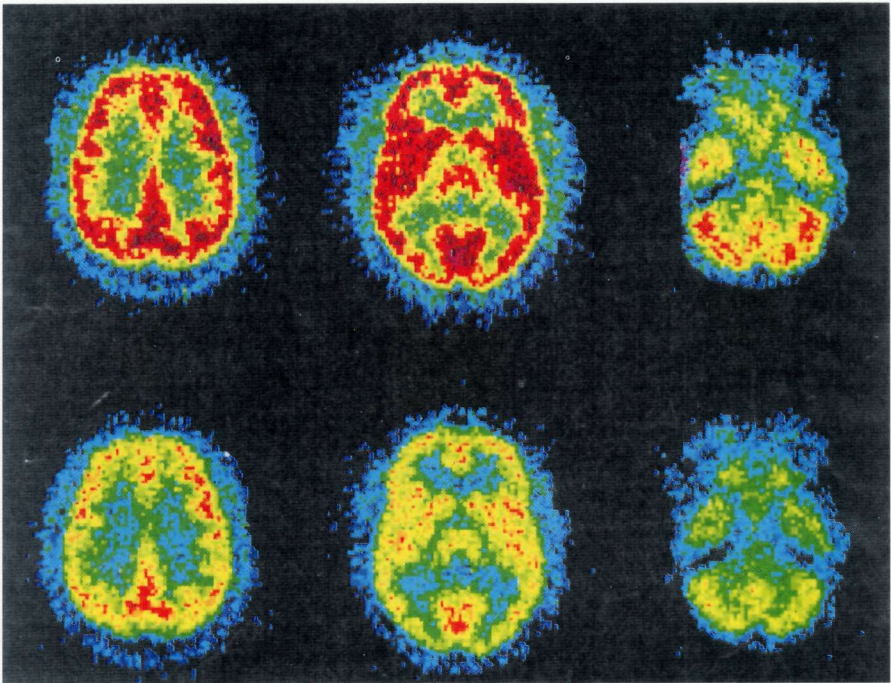
Οι δυνατότητες μας τώρα ως προς την ανάλυση, το διαχωρισμό πολυπλόκων μιγμάτων και προσδιορισμό της δομής, έχουν ξεπεράσει τα όρια και της πιο τολμηρής φαντασίας και ως προς την ακρίβεια, αλλά και την ταχύτητα προσδιορισμού.



Η φωτογραφία έχει ληφθεί με την τελευταία τεχνολογία μικροσκοπίου «αποτελέσματος σήραγγος».

Φωτογραφία ατόμων χρυσού

Για πρώτη φορά αντικρίζουμε καθαρά τους δομικούς λίθους της ύλης, τα άτομα που φαντάζουν σαν σφαίρες σε αρμονική διάταξη. Πέρα από εδώ δεν υπάρχει τίποτα απτό. Βρισκόμαστε στα όρια της ορατής ύλης. Ακολουθεί ο κόσμος των υπατομικών σωματιδίων ανάμεσα στην ύλη και στο κύμα. Ένας κόσμος, στο συναρπαστικό βασίλειο των κβαντικών πεδίων, επιστημονικά τεκμηριωμένος, αλλά άυλος. Εδώ, στον απειροστό μικρόκοσμο, στο κατώφλι της ύλης, επικρατεί απόλυτη τάξη, προάγγελος της παγκόσμιας αρμονίας, όπως τ' άτομα διακρίνονται διατεταγμένα σε γραμμές. Αντικρίζοντας το μικρόκοσμο αυτό αισθάνεται κανείς τον ίδιο ίλιγγο που ο Pascal αισθανότανε «στη σιωπή του απέραντου διαστημικού χώρου».



(Από την Ed. D. London - Sc. Amer.)

Η εξέταση των εγκεφαλικών δραστηριοτήτων με τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων, PET (Positron Emission Tomography), δίνει εικόνες του εγκεφάλου με τη βοήθεια βραχύβιων ισωτόπων, που εισάγονται στην κυκλοφορία του αίματος. Επειδή ο εγκέφαλος απορροφά μεγαλύτερη ποσότητα ισωτόπων εκεί όπου ο μεταβολισμός (η καύση γλυκόζης) είναι υψηλός, οι εικόνες που φαίνονται στην οθόνη του μηχανήματος PET είναι λαμπρές κόκκινες, σε αντίθεση με τις περιοχές όπου ο μεταβολισμός είναι βραδύτερος και φαίνονται κίτρινες ή μπλε. Στη φωτογραφία φαίνεται καθαρά ότι η κοκαΐνη προκαλεί μείωση του μεταβολισμού της γλυκόζης, όπως φαίνεται από τα μπλε και κίτρινα χρώματα της τομογραφίας χρήστη κοκαΐνης (κάτω). Σ' έναν άνθρωπο που δεν παίρνει ναρκωτικά η εγκεφαλική δραστηριότητα είναι υψηλή, όπως φαίνεται από το λαμπρό ερυθρό χρώμα του PET (άνω). Η κοκαΐνη φαίνεται ότι δρα στο μεσομεταιχμιακό σύστημα, το οποίο κυβερνά τις συγκινήσεις, την πείνα, τη δίψα και το σεξ, και προκαλεί μείωση του μεταβολισμού. Όσο, όμως, χαμηλότερη η μεταβολική δραστηριότητα, τόσο οι χρήστες αισθάνονται εντονότερα τ' αποτελέσματα της κοκαΐνης ή της ηρωΐνης και η εξάρτηση γιγαντώνεται (κάτι ανάλογο προκαλούν και οι αμφεταμίνες, τα βαρβιτουρικά, οι βενζοδιαζεπίνες).

Αν όμως αυτά αφορούσαν τη περασμένη δεκαετία, τώρα μια νέα σειρά οργάνων μάς εισάγει σ' ένα νέο τομέα : την ναυοχημεία. Τα κυριότερα επιτεύγματα στον τομέα αυτόν αναφέρθηκαν σε μια conference που έγινε με την ευκαιρία του ιαπωνικού προγράμματος "Frontier" στο Τόκιο το Γενάρη του 1992. Εκεί είχαν μαζευτεί οι κορυφικοί του κλάδου, ακριβώς για να συζητήσουν τί προοπτικές υπάρχουν για το μέλλον.

Το συμπέρασμα αυτής της συνάντησης ήταν η εδραίωση της πεποιθήσεως ότι είναι δυνατόν πλέον να παρατηρήσουμε και να ελέγχουμε την ύλη σε μοριακή και ατομική κλίμακα, κάτι που είναι συναρπαστικό και συγκλονιστικό από πλευράς δυνατοτήτων. Το πρόβλημα είναι τώρα πότε και πώς η επιστήμη αυτή θα μεταβληθεί και σε εφαρμόσιμη τεχνολογία.

Η συνεργασία φυσικών που ασχολούνται με τη στερεά κατάσταση, με ηλεκτρονικούς, μοριακούς βιολόγους, βιοφυσικούς και χημικούς και οι ανακοινώσεις που έγιναν, δείχνουν ότι δεν είμαστε μακριά για πρακτικές εφαρμογές της ναυοχημείας.

Οι πρώτοι καρποί στην παραπάνω κατεύθυνση άρχισαν να φαίνονται ήδη στη φασματοσκοπία, στη μικροσκοπία, τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και την κρυσταλλογραφία με ακτίνες Χ, για την αποκάλυψη της στερεοδομής των πρωτεϊνικών μορίων.

Στις αιχμές της φασματοσκοπίας βρίσκονται οι εργασίες του Polski και των συνεργατών του. Με τη χρήση μιας νέας συντονισμένης πηγής φωτονίων υπό σύνθλιψη-η οποία υπερτερεί και από τα καλύτερα λέιζερ-παράγεται με τη βοήθεια ενός ισχυρού σαπφείρου τιτανίου ακτίνα λέιζερ στην περιοχή της κυανής ακτινοβολίας. Η ακτινοβολία αυτή περνάει μέσα από ένα καλοσχηματισμένο κρύσταλλο "νιοβικού καλίου". Εκεί μερικά φωτόνια μετατρέπονται σε δίδυμα φωτόνια της μισής συχνότητας με ελάχιστο θόρυβο (τρεις φορές κάτω από τη κβαντική στάθμη). Ετσι ανοίγονται νέοι ορίζοντες στη φασματοσκοπία, που θα μας επιτρέψουν να δούμε καθαρά σε ατομικό και μοριακό επίπεδο. (Σχήμα 2).

Το ενδιαφέρον μας εστιάζεται επίσης στις εφαρμογές της μικροσκοπίας σήραγγος (Scanning Tunneling Microscope). Με αυτό το όργανο είναι δυνατόν να κατευθυνθούμε εκεί που υφίστανται τα καίρια προβλήματα. Δηλαδή στον τομέα της μοριακής βιολογίας, όπου έχουμε να κάνουμε με τον κυκεώνα των μορίων του DNA, των πρωτεϊνικών μορίων, των γλυκοπρωτεϊνών, των υποδοχέων των ορμονών, των νευροδιαβιβαστών, των ομοιοφορικών μορίων και γενικά της διοργάνωσης της ίδιας της ζωής.

Εδώ βέβαια έχουμε μια σημαντική βοήθεια από τη στενή συνεργασία μικροηλεκτρονικής και βιοχημείας. Σκεφτείται ότι τα τελευταία 40 χρόνια , τα τρανζίστορς από τάξη μεγέθους εκατοστών έχουν φθάσει στο 10^{-4} cm. Πάρα πολλά ολοκληρωμένα μικροκυκλώματα έχουν σήμερα περισσότερα από ένα εκατομμύριο τρανζίστορς.

Η μείωση των μεγεθών με τις υπάρχουσες δυνατότητες κατά δέκα έως εκατό φορές, η οποία είναι άκρως πιθανή για τα επόμενα χρόνια, θα μας φέρει σε μεγέθη όπου δεν είναι δυνατόν να αγνοηθεί η κβαντομηχανική κυματοειδής φύση του ηλεκτρονίου. Τα νεότερα τρανζίστορς βασίζονται στο φαινόμενο του συγχρονισμού μονήρων ηλεκτρονίων (Single Electron Tunneling), τα

οποία φαίνεται να πληρούν το νανοηλεκτρονικό όνειρο, ώστε να απαιτείται ένα μόνο ηλεκτρόνιο για κάθε bit πληροφορίας.

Ένα άλλο σημαντικό βήμα αποτελεί η ανακάλυψη των υπεραγωγών που λειτουργούν σε θερμοκρασίες αρκετά υψηλότερες από το απόλυτο μηδέν (270°C). Εδώ βρισκόμαστε σε μια επαναστατική περιοχή την οποία οι θεωρητικοί φυσικοί, δεν συμπαθούν, γιατί θεωρητικά δεν την είχαν προβλέψει. (Υπεραγωγοί είναι, όπως ξέρετε, ουσίες οι οποίες κοντά στη θερμοκρασία του απόλυτου μηδενός, παρουσιάζουν μηδενική αντίσταση). Παρά οποιανδήποτε πρόβλεψη, ορισμένα κεραμικά υλικά, όπως μικτά οξειδία του χαλκού, του βαρίου, του υτρίου, ($YBa_2Cu_3O_7$) παρουσιάζουν υπεραγωγιμότητα σε θερμοκρασίες πολύ υψηλότερες του απόλυτου μηδενός, όπου πλέον δεν είναι ανάγκη να χρησιμοποιήσουμε ήλιον, αλλά το πολύ πιο φθινό και εύχρηστο υγρό άζωτο.

Ορισμένα νεώτερα υπεραγωγίμα υλικά, τα “φουλιρίνια” (Fulerenes) έχουν κάπως περίεργη δομή. Πρόκειται για μια τρίτη μορφή άνθρακα μετά το διαμάντι και το γραφίτη. Πρόκειται συνήθως για δομές με 60 ή 70 άτομα άνθρακα τα οποία στο κέντρο τους είναι δυνατόν να φιλοξενούν άτομα μετάλλων κυρίως της πρώτης ομάδας. όπως π.χ. ρουβιδίου, καϊσίου, καλίου. Οι υπεραγωγίμες αυτές ενώσεις δημιουργούν μια νέα χημεία της οποίας κανείς δεν μπορεί να προβλέψει το μέλλον. (πρβ. σχήμα 3).

Στους υπεραγωγούς βασίζεται ο σύγχρονος “μαγνητοεγκεφαλογράφος” με τον οποίο προσδιορίζονται διαφορισμοί στα απειροελάχιστα μαγνητικά πεδία τα οποία διατρέχουν συνεχώς τον κρανιακό χώρο και διαχέονται στο άμεσο περιβάλλον. Για να συλλάβουμε αυτά τα ασθενικά πεδία ήταν αναγκαίος ένας “υπερευαίσθητος” ανιχνευτής. Τα SQID (Superconducting Quantum Interference Device) έδωσαν αυτή τη δυνατότητα.

Ήδη βρίσκεται προς το τέλος της η κατασκευή ενός “υπερ-μαγνητοεγκεφαλογράφου” με 286 κεφαλές SQID με τον οποίον προσδοκάται ο εντοπισμός των προδρόμων διαδικασιών πριν ακόμα εκδηλωθεί η συγκινησιακή αντίδραση.

Αλλά και μια άλλη, ήδη, εν χρήση τεχνολογία μας επιτρέπει να παρατηρούμε το βάθος του εγκεφάλου, εκεί όπου το μεταχιακό σύστημα, το σύστημα των εστίχτων, της πείνας, των παθών και των ερώτων. Πρόκειται για την τεχνολογία της Positron Emission Tomography (PET). Μ’ ένα ειδικό κράνος όπου υπάρχουν οι ανιχνευτές ποζιτρονίων, είναι δυνατόν να παρατηρήσουμε τον ανθρώπινο εγκέφαλο σε διάφορες φάσεις του. Η μέθοδος βασίζεται στην ενίαση, στο υποκείμενο πειραματισμού, μιας αλκοόλης, συνήθως βουτανόλης, η οποία αντί να έχει συνηθισμένο οξυγόνο 16, έχει ένα ισότοπό του, το οξυγόνο 15. Στα σημεία του εγκεφάλου που υπάρχει μια εντατική λειτουργία, γίνεται πολύ ζωρή καύση γλυκόζης, και εκπομπή ποζιτρονίων όπως η καύση γίνεται με ισοτοπικό οξυγόνο. (Όπως ξέρετε, ο εγκέφαλος είναι το κατ’ εξοχήν όργανο το οποίο καταναλίσκει τη μέγιστη ποσότητα γλυκόζης, καίει σχεδόν πέντε φορές περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο όργανο του σώματος). Εάν λοιπόν ο εγκέφαλος λειτουργεί κανονικά, τότε παρατηρείται η κόκκινη ένδειξη της εικόνας 4.

Ο εγκέφαλος του ίδιου προσώπου το οποίον είχε το ατύχημα να είναι ναρκομανής, με χρήση κοκαΐνης, παρουσιάζει αντίστοιχα την πολύ διαφορετική εικόνα PET που εμφανίζεται στη εικόνα.

Αυτό το συναρπαστικό επίτευγμα να μπορούμε να παρατηρούμε σε λειτουργία τον ανθρώπινο εγκέφαλο θα μας οδηγήσει ασφαλώς σε μια εξαιρετικά μεγάλη βελτίωση των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Διότι οι ραγδαίες εξελίξεις στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές μας επέτρεψαν τις εικόνες αυτές. Τώρα όμως αντίστοιχα η δυνατότητα για παρατήρηση του πιο φανταστικού υπολογιστή, του ανθρώπινου εγκέφαλου, κατά την λειτουργία του θα μας βοηθήσει στο μέλλον στον σχεδιασμό των νεώτερων νευρωνικών υπολογιστών. Πρόκειται για ένα μεγαλειώδες πρόγραμμα αλληλοβοηθείας, όπου η μικροηλεκτρονική συμβάλλει στην απεικόνιση των λειτουργειών του εγκεφάλου και αντίστροφα η μελέτη του τελευταίου στην τελειοποίηση των υπολογιστών.

Εάν οι τελευταίες δεκαετίες του αιώνα που φεύγει απομυθοποίησαν το πρόβλημα της δημιουργίας της ζωής, θα έλεγα ότι τον αιώνα που μπαίνει η προσπάθεια θα στραφεί προς την απομυθοποίηση των αισθήσεων και το θέμα αυτό θα το θίξουμε αργότερα.

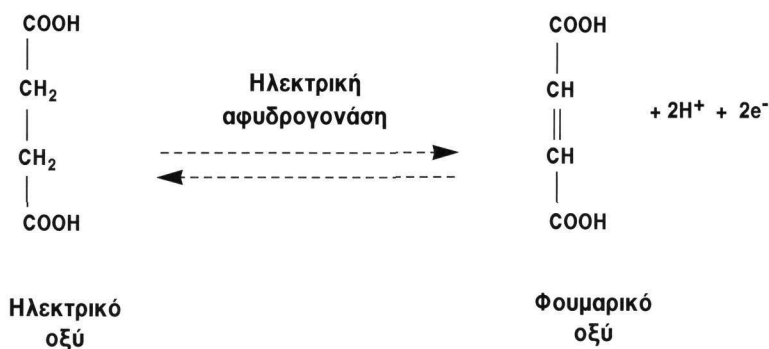
Μέχρι τώρα μιλάγαμε για ψυχές, αισθήματα, σώματα. Αυτά πλέον ίσως-χωρίς να θέλω να υπεραπλουστεύσω- στα επόμενα 20-25 χρόνια θα είναι όλα εντός εισαγωγικών. Ήδη είναι καιρός από τότε που αντί να ισχυριζόμαστε ότι είμαστε ερωτευμένοι, μπορούμε να μπούμε ότι έχουμε πλημμυρίσει από γοναδορελίνη, ή αντί του χορτάσαμε, μπορούμε να αναφερόμαστε στο ποσοστό της χολοκυστοκίνινης μας, και ούτω κάθε εξής. Νομίζω ότι πάρα πολύ σύντομα θα μπορούμε να μιλάμε για το πόσο μας αρέσει ένα φαγητό με αριθμούς. Το ίδιο θα μπορεί να συμβεί ακόμα και με την ισχυρότερη των αισθήσεων: την όσφρηση, της οποίας σήμερα οι προσδιορισμοί είναι καθαρά υποκειμενικοί.

Προς τα biochips

Τελειώνοντας σχετικά με τις προόδους της μικροηλεκτρονικής, θα ήθελα ν' αναφερθώ στην συνεργασία της με τη βιοχημεία και με τη φυσική. Μέχρι σήμερα οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές βασίστηκαν στα "μονολιθικά" ανόργανα τσιπς του πυριτίου ή του αρσενικούχου γαλίου. Σήμερα πλέον προσεγγίζουμε τις άπειρες δυνατότητες των οργανικών μορίων. Οι ανόργανες ενώσεις που είναι γνωστές, είναι μερικές χιλιάδες, μερικές δεκάδες χιλιάδες. Οι γνωστές οργανικές ενώσεις είναι ήδη μερικές δεκάδες εκατομμύρια. Και οι δυνατότητες είναι απεριόριστες.

Εάν λοιπόν μπορούμε να φτιάξουμε ημιαγωγούς οι οποίοι να μη βασίζονται στο πυρίτιο ή το αρσενικούχο γάλλιο, τα ανόργανα δηλαδή μόρια, αλλά σε οργανικά μόρια, τότε θα μπορούσαμε να εκμεταλλευτούμε τις δυνατότητες των οργανικών transistors και των biochips.

Το πρώτο βήμα μπορώ να πω ότι έχει γίνει ήδη με μια μοριακή δίοδο η οποία βασίζεται σε ένα ένζυμο, την ηλεκτρική δεϋδρογενάση. Το ηλεκτρικό οξύ με τη βοήθεια του ενζύμου μετατρέπεται με απόσπαση δύο υδρογόνων-δηλαδή δύο πρωτονίων και δύο ηλεκτρονίων- στο ακόρεστο παράγωγο που είναι το “φουμαρικό” οξύ. Αυτή η αντίδραση δεν είναι αντιστρεπτή. Εάν επομένως, σε ένα υπόστρωμα είχαμε ακινητοποιημένο το ένζυμο και πραγματοποιούσαμε αυτή την αντίδραση, το σύστημα θα δρούσε σαν μια δίοδος λυχνία. Την απλούστερη δηλαδή μονάδα ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή. (Υπενθυμίζω ότι η δίοδος βασικά ήταν μια λυχνία η οποία διέθετε ένα ερυθροπυρούμενο νήμα-μέσα σε κενό φυσικά- και στο επάνω μέρος ένα ηλεκτρόδιο, το οποίο εάν μεν εφορτίζετο θετικά η δίοδος λειτουργούσε, γιατί το ηλεκτρόνιο προχωρούσε προς τον θετικό πόλο. Αν εφορτίζετο αρνητικά, η δίοδος ηλεκτρονίων διεκόπτετο).



Επειδή η αντίδραση ηλεκτρικού-φουμαρικού δεν είναι αντιστρεπτή, δηλαδή η μετατροπή φουμαρικού σε ηλεκτρικό δεν γίνεται παρά σε πολύ μικρό ποσοστό, μια τέτοια αντίδραση θα μπορούσε να δράσει όπως μια οργανική δίοδος. Μια πρώτη προσέγγιση, και όχι η μόνη, για την κατασκευή των “biochips”

Οι δυνατότητες στον τομέα αυτόν είναι φανταστικές όπως ανοίγεται ένας νέος κλάδος της οργανικής χημείας. Εδώ πλέον υπάρχει ένας αδυσώπητος αγώνας ανάμεσα σε πανεπιστήμια και στις κολοσιαίες εταιρείες οι οποίες χειρίζονται τα ηλεκτρονικά από την Ιαπωνία μέχρι τη Silicon Valley στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Βέβαια είμαστε ακόμα σε νηπιακή ηλικία, έχουν όμως ήδη αρχίσει πειραματισμοί με ορισμένα βιομόρια που συνίστανται από δέκα χιλιάδες και περισσότερα άτομα, δηλαδή πρωτεΐνες ή μόρια του DNA. Αυτός ίσως είναι ο δρόμος για να δημιουργηθούν μνήμες στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές με βάση οργανικά μόρια.

Συγχρόνως εξελίσσεται η έρευνα στον τομέα των αγώγιμων πλαστικών, όπως τα πολυκετυλένια και τα πολυβινυλιδENO-φαινυλένια. Τα πλαστικά τα έχουμε συνδέσει με ηλεκτρομικροσκοπικές ιδιότητες, υπάρχουν όμως και αγώγιμα πλαστικά. Στην οργανική χημεία τίποτα, μα τίποτα δεν είναι παράδοξο.

Προσπάθησα να σκιαγραφήσω πολύ σύντομα τις προσδοκίες μας από τις ραγδαίες εξελίξεις στη μικροηλεκτρονική και της εφαρμογής της στις φυσικές επιστήμες. Υπάρχει όμως μια άλλη επανάσταση-λιγότερο γνωστή-στο θεωρητικό τομέα στην οποία θα πρέπει ν' αναφερθούμε γιατί θα διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στο μέλλον:

Ανοικτά θερμοδυναμικά συστήματα (Συστήματα μακριά από τη θέση ισορροπίας)

Αν ο εικοστός αιώνας ξεκίνησε με την κβαντική θεωρία και τις θεωρίες της σχετικότητας, τελειώνει με την εξέταση συστημάτων μη αναστρέψιμων, συστημάτων που βρίσκονται μακριά από τη θέση ισορροπίας, τις θεωρίες του χάους, των διακλαδώσεων (bifurcation) και τη θραυσματική (fractal) γεωμετρία.

Ο 20ος αιώνας τελειώνει με την πεποίθηση που είχε εκφράσει ο Μπότσε, ένας μεγάλος Ινδός φυσικός, στις αρχές του αιώνα, ότι “ο διαχωρισμός των επιστημών σε διαμερίσματα όπως η φυσική, η χημεία, η βιολογία είναι τεχνητός και η αιώνια αλήθεια ανήκει σ' αυτούς που βλέπουν το “ένα” σ' όλες τις μεταβαλλόμενες πολυπλοκότητες του Σύμπαντος”.

Σήμερα, χάρη στη μοριακή βιολογία, χάρη στην ηλεκτρονική, μπορούμε να πούμε ότι οι βασικές γνώσεις περιορίζονται στα ηλεκτρόνια, γενικότερα (τα υπατομικά σωματίδια) και τη θερμοδυναμική, της οποίας οι νόμοι είναι οι ισχυρότεροι τουλάχιστον στον πλανήτη που ζούμε.

Μια επανάσταση, λιγότερο γνωστή, παρ' ότι έχουν δοθεί αρκετά βραβεία Νόμπελ, βρίσκεται σε εξέλιξη. Πρόκειται για τις εργασίες που έκανε ο Il Prigogine και οι συνεργάτες του στο ελεύθερο πανεπιστήμιο των Βρυξελλών σχετικά με τη θερμοδυναμική των χαρακτηριζόμενων ανοικτών συστημάτων, των συστημάτων που βρίσκονται μακριά από τη θέση ισορροπίας.

Όπως ξέρετε, ένας από τους πιο σημαντικούς φυσικούς νόμους γενικής εφαρμογής, είναι ο δεύτερος θερμοδυναμικός νόμος. Μεταξύ άλλων αναφέρεται και στην υποβάθμιση της ενέργειας προς άχρηστη θερμότητα. Σε κάθε ενεργειακή μετατροπή δηλαδή, παράγεται συγχρόνως με το ωφέλιμο έργο και υποβαθμισμένη θερμότητα, της οποίας η χρησιμότητα ελαχιστοποιείται όσο η θερμοκρασία της είναι χαμηλότερη.

Εμείς οι άνθρωποι είμαστε ο πιο παρασιτικός οργανισμός που υπάρχει πάνω στον πλανήτη, δεδομένου ότι παρασιτούμε εις βάρος ορυκτών, φυτών και ζώων και δημιουργούμε σημαντικά προβλήματα στο οικοσύστημα και το περιβάλλον. Πρακτικά καταναλίσκουμε οργανωμένη ύλη, που είναι οι τροφές, για να παράγουμε τελικά άχρηστη θερμότητα. Οι ζωικοί δηλαδή οργανισμοί τείνουν να προσλάβουν με τον ευκολότερο δυνατό τρόπο την τάξη, για να την μετατρέψουν σε αταξία, π.χ. σε άχρηστη θερμότητα 36,5°C, που με την ανάσα τους σκορπίζεται στο περιβάλλον, αλλά και ακόμη σε πιο άχρηστες, τις πιο πολλές φορές ιδέες και πράξεις.

Μέτρο αυτής της αποδιοργάνωσης είναι η εντροπία. Εντροπία είναι το μέτρο της αταξίας. Είναι η ροπή η οποία υφίσταται γενικά στη φύση, η τάξη να μετασχηματίζεται σε αταξία. Αυτό το ζούμε καθημερινά. Ένα σπίτι πάρα πολύ δύσκολα χτίζεται, αλλά μπορεί να ανατιναχτεί σε λίγα

δευτερόλεπτα, (στον κόσμο που ζούμε, αυτό είναι πάρα πολύ συνηθισμένο). Οτιδήποτε εάν εγκαταλειφθεί αποδιοργανώνεται και χρειάζεται προσπάθεια για να επαναφερθεί στην τάξη. Συγχρόνως, όλα τα φυσικά φαινόμενα τείνουν προς την εύκολη λύση, ή τουλάχιστον κατά το δυνατόν ευκολότερη. Οι φωτεινές ακτινοβολίες π.χ. ψάχνουν να βρουν την πιο σύντομη διαδρομή. Γι' αυτό το φως διαδίδεται σε ευθεία γραμμή και δεν κάνει γωνίες (ευτυχώς για την όραση μας). Τα ηλεκτρόνια μέσα στα άτομα επιθυμούν και βρίσκονται στη χαμηλότερη δυνατή ενεργειακή στάθμη. Φυσικά και τα ίδια τα άτομα, αφού και τα υπόλοιπα συστατικά, οι πυρήνες τους συμπεριφέρονται ανάλογα. Το ίδιο ισχύει και σε επίπεδο μορίων. Εύκολα πραγματοποιούνται οι πιο αυθόρμητες αντιδράσεις, αυτές δηλαδή που αποβάλλουν ενέργεια, οι εξωθερμικές. Επίσης αυτές που τείνουν προς τη μεγαλύτερη αταξία, προς το χάος. Παρουσιάζουν δηλαδή αύξηση της εντροπίας.

Γιατί ο άνθρωπος, σύνολο μορίων, ατόμων, ηλεκτρονίων, θα ήταν δυνατόν να συμπεριφέρεται διαφορετικά από τα ίδια τα συστατικά του; Γιατί θα επιθυμούσε να καταβάλλει έργο, να βρίσκεται σε ψηλότερες ενεργειακές στάθμες; Γιατί θα προτιμούσε ν' ανέβει αυθόρμητα τις σκάλες ενός ψηλού ουρανοξύστη, όταν υπάρχει ο ανεγκυστήρας, ή ακόμα καλύτερα η αναπαιτική πολυθρόνα; Αυτός είναι ο λόγος που όλοι και όλα επιθυμούν την μέγιστη απόλαυση, καταβάλλοντας το μικρότερο τίμημα.

Δυστυχώς όμως οι κοινωνικές συνθήκες και οι υποχρεώσεις του καθενός προς το κοινωνικό σύνολο είναι εκ διαμέτρου αντίθετες. Εδώ βρίσκεται το μεγάλο κοινωνικό πρόβλημα. Η κοινωνική διαβίωση δημιουργεί υποχρεώσεις τέτοιες που για να εκπληρωθούν πρέπει να βρεθούμε αντιμέτωποι με τους φυσικούς νόμους, με τον ίδιο τον εαυτό μας.

Φαίνεται ότι στη φύση υπάρχει μια θεμελιώδης τάση όλων των υλικών υποστάσεων για συνάθροιση μεταξύ τους, από τα κουάρκ, μέχρι τον άνθρωπο και τα συμπλέγματα των γαλαξιών. Τα υπατομικά σωματίδια, συναθροίζονται για να δημιουργήσουν άτομα. Αν υπάρχουν άτομα κάποτε θα σχηματισθούν μόρια. Ατομα και μόρια δομούν τα άστρα και τους πλανήτες, κι αυτά τους γαλαξίες που συναθροίζονται σε συμπλέγματα γαλαξιών. Τα μόρια προχωρούν σε μακρομόρια και τα τελευταία σε έμβιες μοριακές δομές. Ο σχηματισμός των εμβίων δομών φυσικά δεν κάνει διάκριση: Ο άνθρωπος, όπως και όλοι οι πολυκύτταροι οργανισμοί, αποτελείται από όργανα, τα όργανα από ιστούς, οι ιστοί από κύτταρα. Μερικά τρισεκατομμύρια κύτταρα συνιστούν το ανθρώπινο κορμί. Έχουν όμως όλα τα κύτταρα κάτι κοινό: Τα γονίδια τους που ανεξάρτητα από το ζωικό είδος στο οποίο ανήκουν δεν γνωρίζουν τίποτ' άλλο από την επιβίωση και την αναπαραγωγή τους.

Όλα λοιπόν γενικώς τείνουν προς την αταξία. Τα έμβια όμως τείνουν από το χάος προς την οργάνωση, προς την αυτοοργάνωση, όπως θα προσπαθήσουμε να δείξουμε όσο πιο σύντομα γίνεται. Πρόκειται δηλαδή περί συστημάτων με αρνητική εντροπία. Και όσο πιο οργανωμένη είναι η ύλη, τόσο η αρνητική εντροπία είναι μεγαλύτερη.

Τα παραδείγματα είναι πάρα πολλά. Γνωρίζουμε π.χ. ότι τα φυτά από τα ακατάστατα μόρια του αέρα και του νερού δημιουργούν αρμονία, τάξη, αρώματα, χρώματα. Κάτι που το χαίρομαστε. Είναι πάρα πολύ εύκολο να καταστρέψεις ένα λουλούδι. Είναι αδύνατον, τουλάχιστον με τα σημερινά μας μέτρα, να το δημιουργήσεις. Ποιός από μας, που επιάρεται μπροστά στα επιστημονικά

και τεχνολογικά επιτεύγματα μας, θα μπορούσε να φτιάξει το μάτι ενός μυρμηγκιού που τόσο εύκολα το πατάμε; Οι δυνατότητες μας είναι μηδαμινές.

Ο Prigogine και οι συνεργάτες του ισχυρίζονται ότι οι παγκόσμιοι νόμοι δεν είναι καθόλου παγκόσμιοι, αλλά εφαρμόζονται μόνο σε ορισμένες περιοχές της πραγματικότητας, και στις τελευταίες η επιστήμη έχει αφιερώσει τις μεγαλύτερες προσπάθειες. Δηλαδή ενώ εμείς γαλουχηθήκαμε με την έννοια της σταθερότητας, της ισορροπίας στα χημικά συστήματα, στα κλειστά συστήματα γενικά, στη αντιστρεψιμότητα και στις γραμμικές σχέσεις, ο Prigogine επικεντρώνεται σε καταστάσεις οι οποίες αφθονούν στη φύση και δεν τις προσέχαμε, όπου η μη αντιστρεψιμότητα παίζει πάρα πολύ σημαντικό ρόλο.

Σε συστήματα ανοιχτά, όπως είναι τα ζωικά συστήματα. Κάθε ζωντανός οργανισμός είναι ένα ανοιχτό θερμοδυναμικό σύστημα, εφόσον έχει την ικανότητα να επικοινωνεί πληροφοριακά με το περιβάλλον, αλλά και να προσλαμβάνει απ' έξω υλικά και ενέργεια και τα χρησιμοποιεί για να εκδηλώσει τη ζωή του.

Είναι περίεργο, αλλά τα συμπεράσματα του Prigogine οδηγούν και σε οικονομικά συμπεράσματα. Διότι ενώ εμείς είχαμε συνηθίσει σε μικρές εισροές και μικρά αποτελέσματα, τώρα μετά τις τρεις βιομηχανικές επαναστάσεις που άλλαξαν τη ζωή μας, συνηθίσαμε στις μεγάλες εισροές ενέργειας, κεφαλαίων, εργασίας, όπου η πληροφορία και η καινοτομία αποτελούν κρίσιμες δυνάμεις. Και φυσικά ήταν μοιραίο με τις νέες αυτές προοπτικές να αλλάξουν τελείως και τα πρότυπα.

Ο σεισμός που προκάλεσε ο Max Planck στις αρχές του αιώνα εισάγοντας την έννοια των κβάντα και ο Einstein με την ειδική θεωρία το 1905 και τη γενική θεωρία της σχετικότητας το 1915, μας έδωσαν τελείως νέες διαστάσεις. Η φυσική από αιτιοκρατική νευτώνια μετατράπηκε σε πιθανοκρατική. Και συγχρόνως αρχίσαμε να πετάμε πολύ περισσότερο απ' ότι τα φτερά μας μπορούσαν να μας επιτρέψουν.

Βλέπουμε δηλαδή, ότι αυτοί οι νόμοι, τους οποίους εμείς οι άνθρωποι έχουμε υιοθετήσει, οι κλασικοί νόμοι της φυσικής, ισχύουν στο μέτριο κόσμο των δικών μας μέτρων που μετράει σε δευτερόλεπτα, σε εκατοστά, σε γραμμάρια ή χιλιόγραμμα. Δεν έχει όμως καμιά σχέση με τους νόμους της σχετικότητας που εφαρμόζονται στο διαστημικό χώρο ή με τη φυσική των κβάντα που εφαρμόζεται στις υποατομικές περιοχές.

Ετσι λοιπόν ο Prigogine ταραξίζει άλλη μια φορά τα νερά, λέγοντας ότι τα κλειστά συστήματα αποτελούν ένα μέρος της πραγματικότητας του σύμπαντος. Η ζωή ανήκει στα ανοιχτά συστήματα και τα βιολογικά συστήματα είναι ανοιχτά.

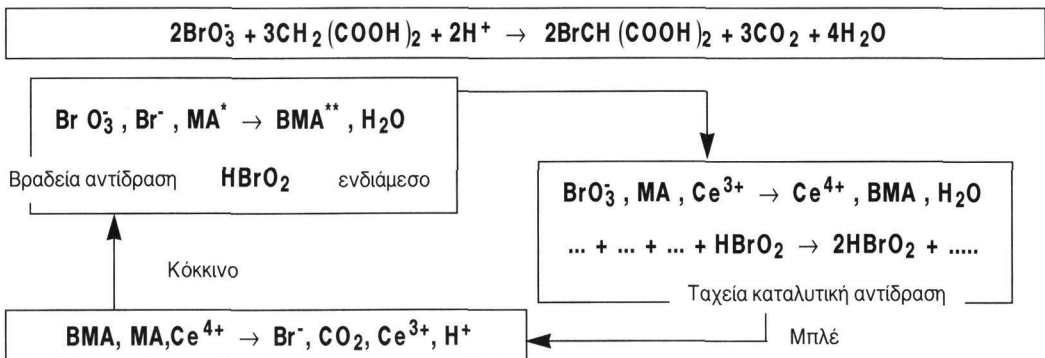
Τα συστήματα που εξετάζονται από τον Prigogine είναι μη αναστρέψιμα συστήματα μακριά από τη θέση της ισορροπίας, με μη γραμμικές σχέσεις, συστήματα που διαθέτουν χρονικότητα. Στη χημεία ή έννοια χρόνος μέχρι τώρα έπαιζε μικρό ρόλο. Από δω και πέρα, με την εισαγωγή των νέων εννοιών, ο ρόλος του γίνεται σημαντικός. Δηλαδή η χρονικότητα εμφανίζεται και δημιουργεί μια μεγάλη ευαισθησία στη ροή του χρόνου. Σε συνθήκες μακριά από τη θέση της ισορ-

ροπίας βλέπουμε ότι πολύ μικρές διαταραχές ή διακυμάνσεις γίνονται γιγάντια κύματα που συντρίβουν δομές και δημιουργούν τις δυνατότητες για αυτοοργάνωση. Με άλλα λόγια για την εμφάνιση της ζωής.

Με διεργασίες αυτοοργάνωσης είναι δυνατόν να προέλθουν αυτόματα από την αταξία και το χάος, η οργάνωση, η τάξη και η αρμονία. Κατά την θεωρία αυτή όλα τα συστήματα περιέχουν υποσυστήματα που συνεχώς δονούνται, κυματίζουν σε κάποια μοναδική στιγμή, ή σημείο διακλάδωσης*. (Ο όρος “διακλάδωση” είναι από την “bifurcation theory”, που αποτελεί εξέλιξη της κλασικής ευκλείδειας γεωμετρίας).

Σε κάποια μοναδική στιγμή δηλαδή, ή σημείο διακλάδωσης, ένας κυματισμός ή συνδυασμός κυματισμών, αποκτά τόση δύναμη ώστε συντρίβει την προϋπάρχουσα οργάνωση. Και τότε δεν είναι δυνατόν να προκαθορίσουμε εάν το σύστημα θα συντριβεί φτάνοντας σε κατάσταση χάους ή θα μεταπηδήσει σε ανώτερη τάξη και αυτοοργάνωση. Αυτό που ο Prigogine έχει ονομάσει “σκεδαστικές δομές” (dissipative structures) είναι αυτές που δημιουργούν τάξη μέσα από το χάος. Οπως τα νερά που κυλάνε ήρεμα στην πεδιάδα για να μετατραπούν σε μια στροβιλώδη - φαινομενικά χαοτική ροή - καθώς ροβολάνε παρακάτω στα βράχια σε μορφή καταρράκτη, ροή που σε μικροσκοπική κλίμακα υπεκρύπτει αυτοοργάνωση.

Εμείς οι χημικοί παλιά, και τώρα ακόμα μαθαίνουμε συνήθως τί συμβαίνει στην κατάσταση ισορροπίας. Αλλά μακριά από την κατάσταση ισορροπίας συμβαίνουν τέρατα και σημεία, τα οποία δεν είχαν παρατηρηθεί στο παρελθόν. Οι παρακάτω εικόνες δίνουν μια γεύση τέτοιων καταστάσεων. (Ορισμένες από αυτές είναι παρμένες από το δικό μας εργαστήριο).

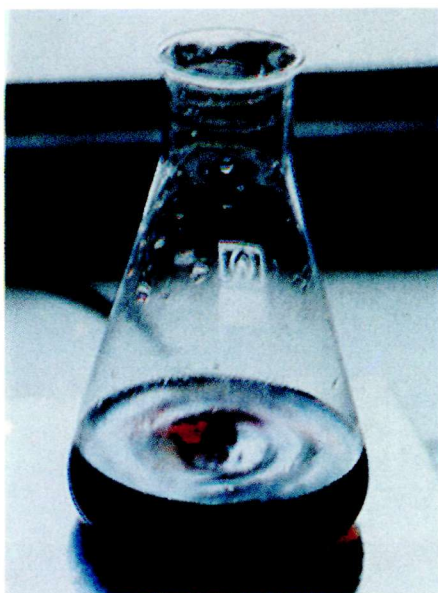


* MA = Μηλονικό οξύ
 ** BMA = Βρωμομηλονικό οξύ

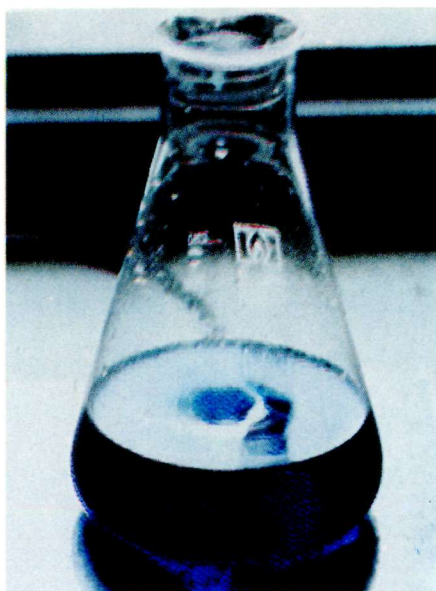
Η αντίδραση Belusou - Zhabotiuski

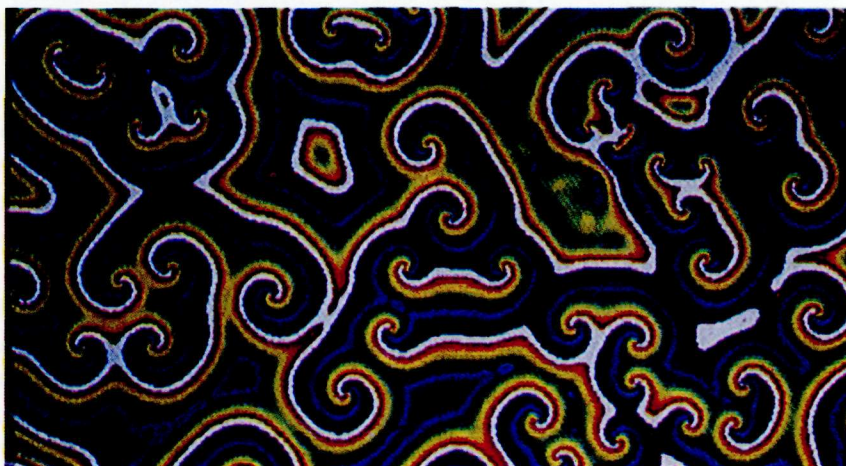
Η απλή κωνική φιάλη της εικόνας 5 περιέχει διαλύματα μιας χρωστικής, μπλονικού οξέος και βρωμικού καλίου. Πρόκειται για τις αντιδράσεις οι οποίες χαρακτηρίζονται και ως χημικά εκκρεμή ή αντιδράσεις Belusov-Zhabotinski (B-Z) και είναι δημοσιευμένες σε πάρα πολλά περιοδικά.

*Οι αστάθεις δημιουργούνται σε σημεία διακλαδώσεων όταν μια χαρακτηριστική κίνηση ενός συστήματος διαχωρίζεται σε νέες κινήσεις καθώς μια παράμετρος μεταβάλλεται.

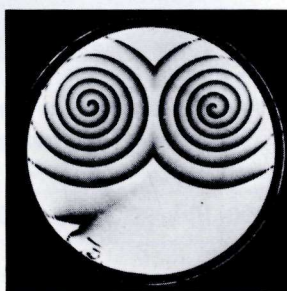
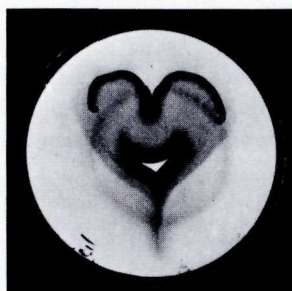


Αντίδραση Belusov - Zabolinski σε εξέλιξη. Πά νω σε φάση «κόκκινη», κ ά τω «κυανή». Η μετάπτωση από το κόκκινο στο κυανό είναι περιοδική. Πρόκειται για ένα χημικό εκκρεμές.



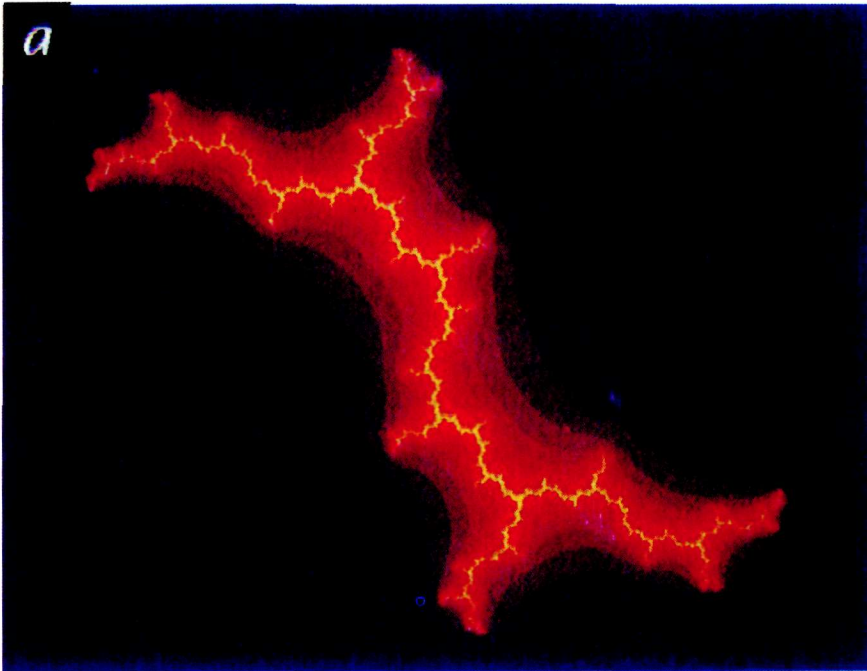


Αντίδραση B-Z σε petri. Φαίνονται τα «κυκλοτερή χημικά κύματα», τα οποία δημιουργούν αρμονικά σχήματα και μαϊάνδρους.



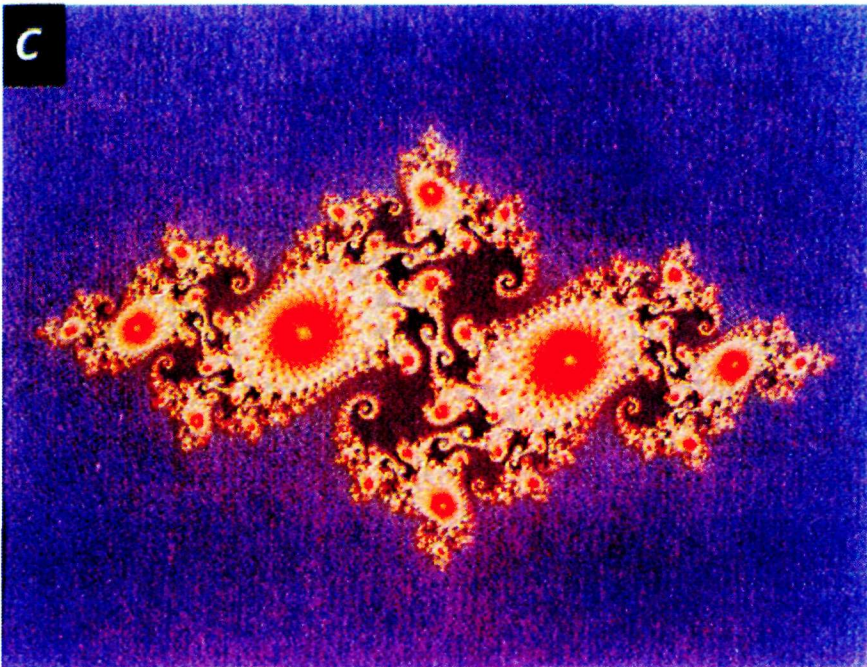
Μερικές χημικές αντιδράσεις παρουσιάζουν περιοδικότητα. Στην πιο πάνω εικόνα φαίνονται τα στάδια μιας αντίδρασης Belusov - Zabolinski σε διάφορους χρόνους μετά την έναρξή της. Στο κάτω μέρος είναι φωτογραφία ενός κοχυλιού που βρίσκεται στους γιαλούς της Σίφνου. Η ομοιότητα είναι χαρακτηριστική. Ίσως ο σχηματισμός του κελύφους ν' ακολουθεί τέτοιους ρυθμούς.



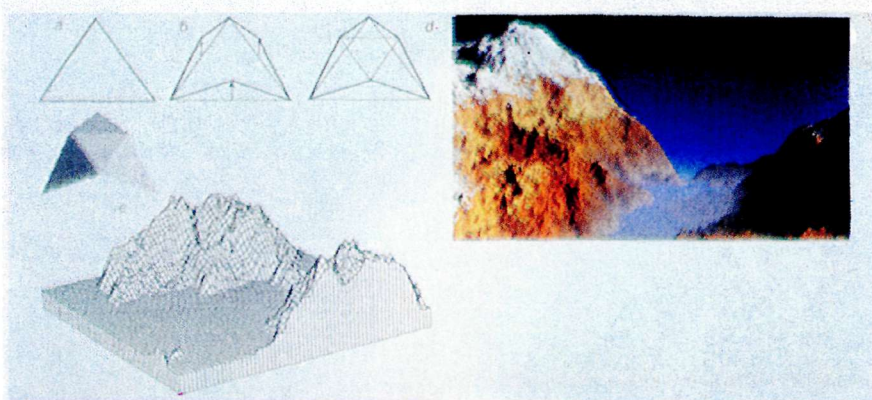


(Από τον H. Jürgens - Sc. Amer.)

Ακολουθώντας έναν απλό νόμο, και σε συνάρτηση με μια «παράμετρο ελέγχου», είναι δυνατόν συνδυαστικά να προκύψουν σχήματα όπως της εικόνας και ακόμα πολυπλοκότερα.

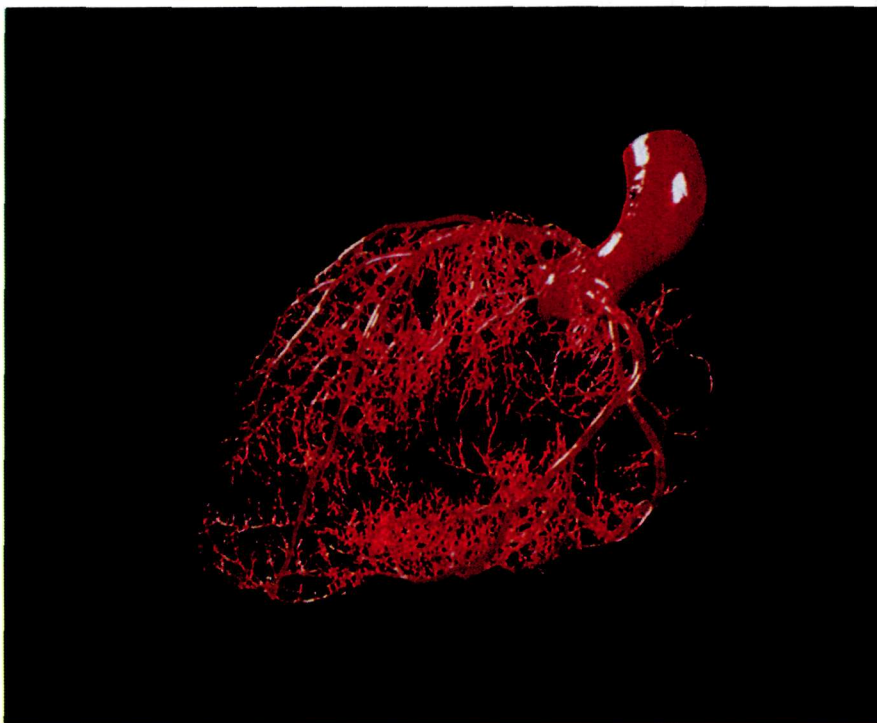


(Από τον Richard F. Voss / IBM Research - Sc. Amer.)



Με τη θραυσματική τοπογραφία είναι δυνατόν ν' αναπαρασταθεί π.χ. τμήμα μιας οροσειράς. Τα μεσαία σημεία των ακμών (πλευρών ενός τριγώνου) (a) συνδέονται με τμήματα γραμμών και κινούνται πάνω-κάτω, έξω απ' το επίπεδο της εικόνας (b). Έτσι δημιουργούνται τέσσερα μικρότερα τρίγωνα, κι αυτό είναι δυνατόν να επαναλαμβάνεται, ακολουθώντας κάποια νομοτέλεια – ο υπολογιστής μ' ένα κατάλληλο πρόγραμμα είναι δυνατόν ν' απεικονίσει τώρα το τμήμα.

(Από Α. Στ - Σαράντζ. Μ. νητ. ΟπΑ)



(Από τον B. Sobel - Sc. Amer.)

Θραυσματική υφή των αιμοφόρων αγγείων της καρδιάς.

(Από Α. Στ - Σαράντζ. Μ. νητ. ΟπΑ)

Αν οι ουσίες BrO_2 , MA , Ce^3 , χρωδική, αναμιχθούν το διάλυμα έχει ένα άλικο κόκκινο χρώμα. Υστερα όμως από ορισμένα δευτερόλεπτα, τα οποία τηρούνται με μαθηματική ακρίβεια, μετατρέπεται σε μπλε. Μετά ορισμένα δευτερόλεπτα ξαναγίνεται κόκκινο. Πρόκειται δηλαδή για ένα χημικό εκκρεμές. Εάν τώρα πάρετε λίγο απ' αυτό το υλικό και το βάλετε σ' ένα σύνθητες τριβλείο απ' αυτά που χρησιμοποιούμε στα βιοχημικά και βιολογικά εργαστήρια, τότε θα σχηματιστούν αυτές οι απίθανες εικόνες τάξης τις οποίες βλέπετε (πρβ. ένθετο σελ. 80).

Αυτές είναι πραγματικές φωτογραφίες τις οποίες θα μπορούσατε κι εσείς να πραγματοποιήσετε εάν επαναλάβετε αυτές τις αντιδράσεις. Βλέπετε δηλαδή από τη χαώδη δομή, όπου τα μόρια συγκρούονται κάτω από τους γνωστούς νόμους που έχουμε μάθει στο σχολείο, τώρα πλέον αυτά τα ακατάστατα μόρια αυτοοργανώνονται σε δομές που μας θυμίζουν κάποιο καλλιτέχνημα.



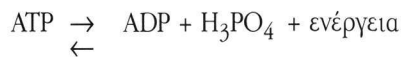
Σχήμα 9

Και δεν είναι τυχαίο ίσως το γεγονός, ότι τα θαλασσινά κοχύλια παρουσιάζουν δομές τελείως ανάλογες, (πρβ. σχ.7). 'Η ακόμα φαίνεται ότι και η δημιουργία των κεράτων των ελαφιών κάποια τέτοια βιοχημική διαδικασία ακολουθούν (πρβ. σχ. 9). Τέτοιες εικόνες έχουν δημιουργηθεί στη φαντασία πολλών λαών. Η φωτογραφία 9α είναι από μια στήλη των Ινκας προ χιλιάδων ετών από σήμερα. Δεν είναι τυχαίο ότι στις αντιδράσεις αυτού του τύπου, της αυτοοργάνωσης, του τύπου Β-Z θα συναντήσουμε τέτοιες δομές συχνότατα και συνθηέστατα. Δεν μπορώ να ξέρω αν πρόκειται για σύμπτωση, αλλά φαίνεται γοητευτική σαν προσέγγιση.

Όσο ο καιρός περνάει αυξάνεται ο αριθμός εργασιών σχετικών με τη χημεία του χάους, δηλαδή τη δημιουργία τάξης μέσα από το χάος, ή το γεγονός ότι το χάος υποκρύπτει και την τάξη. Η ζωή είναι δομημένη ανάμεσα στην τάξη και την αταξία, την εντροπία και την αρνητική εντροπία. Και πάλλεται ανάμεσα στις δύο καταστάσεις. Ο θάνατος δεν είναι τίποτα άλλο παρά μετάβαση από την αρνητική κατάσταση εντροπίας που βρισκόμαστε αυτή τη στιγμή, σε κατάσταση

αταξίας όπου τα πάντα θα αποδιοργανωθούν. Και επειδή δεν είναι στην ειδικότητα μου να εξηγήσω το τί θα συμβεί μετά θάνατον, το μόνο το οποίο μπορώ να ξέρω είναι ότι θα μετατραπούμε τελικά, μεταξύ άλλων και σε σαράντα περίπου κιλά διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο πιθανότατα θα ανακυκλωθεί με τη βοήθεια των φυτικών οργανισμών και τους φωτοσυνθετικούς μηχανισμούς.

Αυτή η αντίδραση η ρυθμική την οποία είδαμε προ ολίγου. Μπλέ-κόκκινο, κόκκινο-μπλε κ.λπ. έχει πολλές αντιστοιχίες στη ζωή: τους λεγόμενους “καρδιακούς ρυθμούς”. Φαινόμενα που επαναλαμβάνονται και επηρεάζουν σημαντικότερα τη ζωή μας. (Ο χαρακτηρισμός των ρυθμών αυτών ως καρδιακών προέρχεται από το λατινικό *circa diem* που σημαίνει περίπου μian ημέρα. Η περίοδος των γυναικών φερ’ ειπείν ακολουθεί το σεληνιακό κύκλο των 28 ημερών εάν είναι κανονική. Η καρδιά πάλλεται ρυθμικά με 70 περίπου παλμούς το λεπτό. Τα μόρια του αδενοσινοτριφωσφορικού οξέος καθημερινά διασπώνται σε μόρια αδενοσινοδιφωσφορικού και μας παρέχουν την αναγκαία για την εκδήλωση της ζωής μας ενέργεια. Υπολογίζεται ότι κατά την αμφίδρομη αντίδραση:



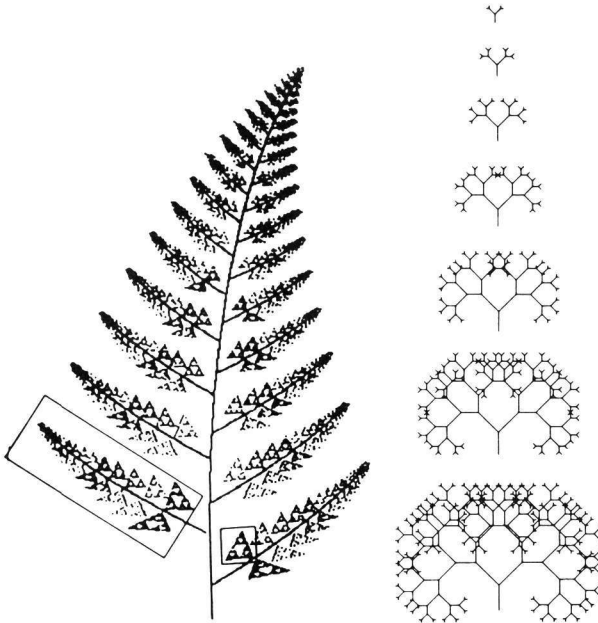
καταναλίσκονται και ανακυκλώνονται περίπου 70 κιλά ATP την ημέρα, δηλαδή όσο είναι και το βάρος του σώματος μας. Πρόκειται για αντιδράσεις παλλόμενες, ρυθμικές οι οποίες είναι πολύ ανάλογες με την αντίδραση B-Z.

Από τα παραπάνω συνάγεται ότι η ύλη δεν αποτελεί παθητική ουσία όπως την θεωρούσαμε, αλλά σχετίζεται με αυθόρμητες δραστηριότητες και σε κάθε κλίμακα η αυτοοργάνωση, η πολυπλοκότητα και ο χρόνος παίζουν απρόσμενο και πρωτόγνωρο ρόλο. Η ύλη στην κατάσταση ισορροπίας συμπεριφέρεται κατά τρόπο επαναλαμβανόμενο, ενώ μακριά από τη θέση ισορροπίας υπάρχει πιθανότητα για την εμφάνιση των σκεδαστικών μορφών του Prigogine. Στη θέση ισορροπίας η ύλη είναι τυφλή, μακριά όμως από αυτήν αρχίζει να αποκτά την ικανότητα να αντιλαμβάνεται, να λαβαίνει υπόψη της τί συμβαίνει στον εξωτερικό κόσμο. Όπως την παρουσία ασθενών βαρυτικών ηλεκτρομαγνητικών πεδίων τα οποία πιθανότατα να προέρχονται από τον απώτερο γαλαξιακό χώρο. Γνωρίζουμε ότι το φεγγάρι μπορεί να κινεί ρυθμικά πάνω-κάτω τα νερά στον πορθμό του Ευρίπου. Δεν γνωρίζουμε όμως τί επίδραση έχει π.χ. ο Δίας ή ο Κρόνος με τις ακτινοβολίες τους οι οποίες συνεχώς μας βομβαρδίζουν, και οι οποίες σε συνάρτηση με το χρόνο, μπορεί ν’ αλλάζουν άρδην τις καταστάσεις.

Συγχρόνως, θα έλεγα με την ανάπτυξη των θεωριών του Prigogine οι οποίες προχωρούν σήμερα στη χημεία του χάους, θα έλεγα ότι αναπτύχθηκε και η λεγόμενη θραυσματική-“fractal” γεωμετρία.

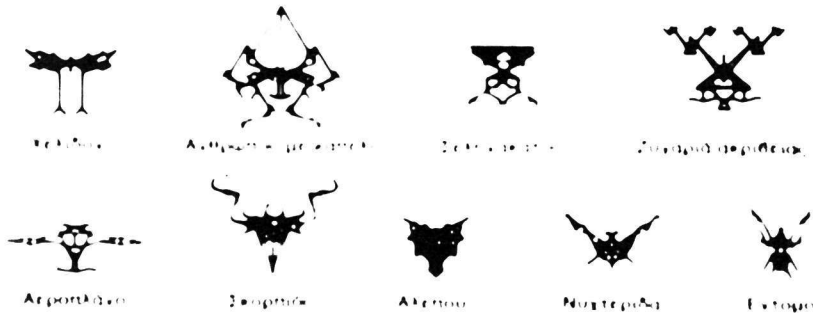
Από ένα μικρό θραύσμα μπορεί να δημιουργηθεί ένα δέντρο, ένα βουνό, μια καρδιά! Όπως βλέπετε ένα κλαρί από ένα δέντρο θα μπορούσε ν’ ανεχθεί σ’ ένα πολύ μικρό θραύσμα το οποίο έχει μια διακλάδωση επαναλαμβανόμενη είναι δυνατόν να μετασχηματισθεί ένα πολυπλοκότερο κλαδί. Οπότε από δω και πλέον δεν είναι πολύ δύσκολο να οδηγηθούμε στο δέντρο. (Σχ. 10).

Ένα βουνο για παράδειγμα, που το νομίζουμε ακανόνιστο, μη δυνάμενο να προσδιοριστεί εύκολα γεωμετρικά, εάν το θεωρήσουμε ότι δημιουργείται από ένα θραύσμα σαν τα Α και Β, (στην κορυφή αριστερά της εικόνας...) τότε θα μπορούσαμε να πούμε ότι αυτά τα θραύσματα δημιουργούν το βουνό (πρβ. ένθετο Σχ. 8).



Σχήμα 10

Τα αγγεία μιας καρδιάς ανθρώπινης που πάλλεται μπορεί να μεταφραστούν σε κλάσματα πάρα πολύ μικρά, τα οποία συντιθέμενα με διάφορους τρόπους είναι δυνατόν να δώσουν μια καρδιά ή έναν άλλον αδένα (πρβ. ένθετο Σχ. 8).



Σχήμα 11

Και εάν θέλουμε να το επεκτείνουμε, όπως το έχει κάνει ο Dawking, τότε θα μπορούσαμε από ένα θραύσμα να φτιάξουμε είτε ένα χελιδόνι, είτε μια σεληνάκατο, είτε μια ζυγαριά, είτε δεν ξέρω οτιδήποτε άλλο. Εδώ πέρα βέβαια υπάρχει πολύ φαντασία (πρβ. Σχ. 11).

Βέβαια από το σημείο αυτό μέχρι τη δημιουργία αυτοοργανωμένης έμβιας ύλης μας χωρίζει ένα τεράστιο κενό αλλά οι ιδιότητες των συστημάτων μακριά από τη θέση ισορροπίας, η θεωρία των θραυσμάτων και η θεωρία των διακλαδώσεων, η αποκάλυψη των καταλυτικών ιδιοτήτων του RNA, τα ριβοζύμια, μας βοηθούν σημαντικά στην απομυθοποίηση της.

Τα δάκτυλα των μετάλλων και το DNA

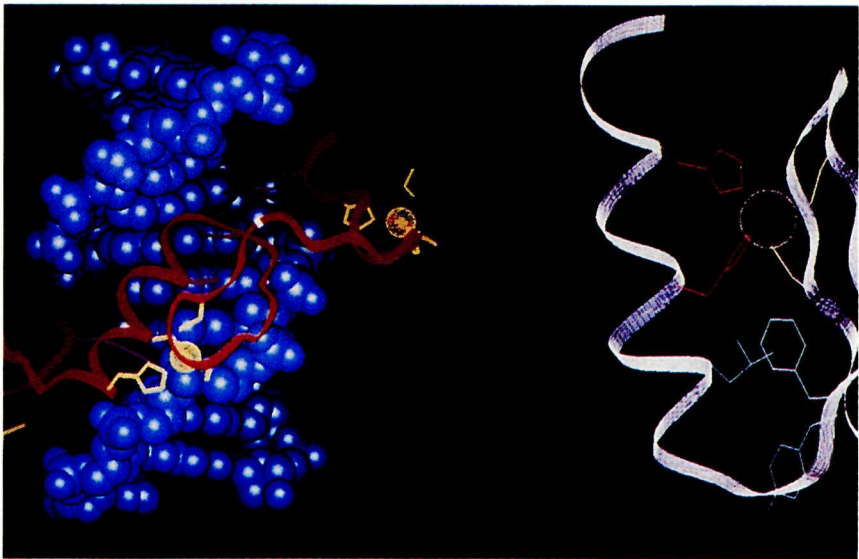
Και τώρα θα ήθελα να περάσω σε ένα θέμα κάπως ειδικότερο. Γύρω στο '85-'86-εάν δεν με απατά η μνήμη μου- οι Rhodes και Klug για πρώτη φορά μίλησαν για τα δάκτυλα ψευδαργύρου. Δηλαδή, εάν σ' ένα κλασικό πρωτεϊνικό μόριο το οποίο διαθέτει μian αλυσίδα σε σχήμα V και μian απλή α έλικα, φανταστούμε ότι υπάρχουν άτομα ψευδαργύρου (το στρογγυλό στην εικόνα) αυτό το άτομο (με τις κίτρινες γραμμές) μπορεί και συνδέεται με τους ηλεκτρονικούς του δεσμούς-επάνω σε μόρια κυστεΐνης-ένα από τα θειούχα αμινοξέα τα πιο σημαντικά-Αντίστοιχα με τους κόκκινους γάντζους-ενώνεται επάνω σε μόρια "ιστιδίνης". Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τα αμινοξέα που περιέχουν υδρόφοβες ομάδες, όπως είναι η λευκίνη, η ισολευκίνη κ.λπ. να αναγκάζονται να πάρουν ένα νέο σχήμα. Και τελικά δημιουργείται μια καθορισμένη δομή, μια στερεοδομή της πρωτεΐνης στο χώρο, η οποία στη συνέχεια μπορεί να προσκολληθεί πάνω σ' ένα μόριο DNA και ειδικά να εφαρμόσει όπως το κλειδί με την κλειδαριά σ' ένα συγκεκριμένο ακριβώς γονίδιο δομής στερεοχημικά συμπληρωματικής, (πρβ. Σχ. 13, ένθετο σελ. 86).

Απ' αυτό το συνδυασμό ξεδιαλύνεται ένα μυστήριο. Δηλαδή πώς ενεργοποιείται κάποιο συγκεκριμένο γονίδιο του μορίου του DNA. Ενώ το μόριο του DNA, όπως ξέρετε, έχει άπειρες δυνατότητες διότι είναι πάρα πολύ μεγάλο, αιφνιδιαώς ενεργοποιείται ένα συγκεκριμένο γονίδιο. Το γονίδιο αυτό δεν είναι τυχαίο γιατί η στερεοδομή την οποίαν δημιούργησε ο ψευδάργυρος μπορεί να εφαρμόσει μόνο σ' ένα κομμάτι της έλικας. Και συγκεκριμένα, κάθε άτομο ψευδαργύρου αντιστοιχεί σ'ένα περίπου γύρο της έλικας του DNA.

Αυτό νομίζω ότι είναι πολύ σημαντικότερο απ' ότι το φανταζόμαστε. Θυμάμαι ότι είχαμε διερωτηθεί πάρα πολλές φορές και ρωτάγαμε και συναδέλφους πολύ πιο ειδικούς στο θέμα από μας, γιατί στη γεωργία χρησιμοποιούνται οκτώ ιχνοστοιχεία, όπως ψευδάργυρος, χαλκός κ.λπ. Και γιατί όχι περισσότερα π.χ. 16 ή 32, αφού στο περιοδικό σύστημα περιέχονται περίπου 100. Απάντηση τότε δεν μας δόθηκε.

Εδώ πλέον από τη δράση του ψευδαργύρου (τον ξέραμε και ως ενεργό κέντρο της ινσουλίνης του παγκρέατος) διαπιστώνουμε ότι ο ρόλος των ιχνοστοιχείων είναι πολύ πιο σημαντικός. Η έλλειψη π.χ. ψευδαργύρου είναι δυνατόν να αναστείλει τη δράση ενός συγκεκριμένου γονιδίου το οποίο θα δημιουργούσε ένα μόριο RNA, που με τη σειρά του θα έδινε την εντολή να παραχθεί κάποιο ένζυμο, ενδεχομένως πολύ ζωτικό για μια λειτουργία.

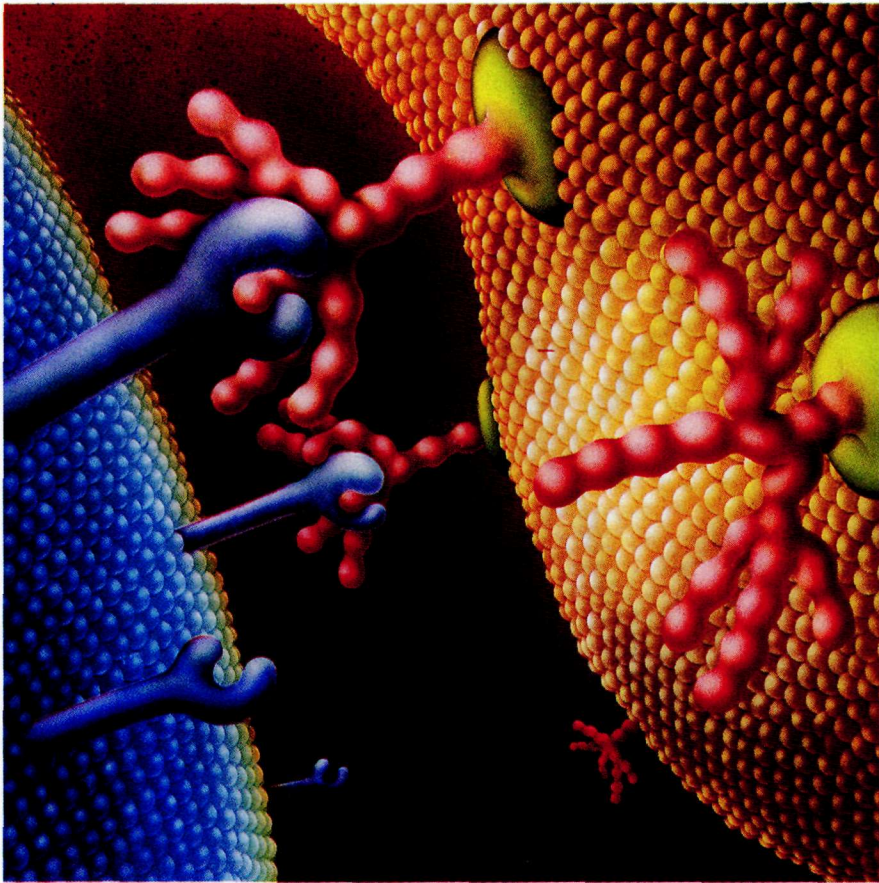
Φυσικά και το φυτικό κύτταρο, το οποίο είναι πολύ τελειότερο και πολυπλοκότερο από το ζωικό, χρησιμοποιεί πολύ περισσότερα ιχνοστοιχεία, όπως αποκάλυψε μια σειρά εργασιών μας. Και θα έλεγα ότι με ελάχιστες εξαιρέσεις- χρειάζονται σχεδόν όλα τα στοιχεία του περιοδικού συστήματος για την πλήρη λειτουργία του φυτικού οργανισμού, όπως αυτά ανευρίσκονται στα παρθένα εδάφη ή τον ωκεανό.



"Δάκτυλα ψευδαργύρου"

Πρωτεΐνη ψευδαργύρου

Η πρωτεΐνη ψευδαργύρου είναι μια πρωτεΐνη που περιέχει ψευδάργυρο. Είναι μια πρωτεΐνη που αποτελείται από 212 αμινοξέα και 2 ψευδαργύρους. Η πρωτεΐνη ψευδαργύρου είναι μια πρωτεΐνη που αποτελείται από 212 αμινοξέα και 2 ψευδαργύρους. Η πρωτεΐνη ψευδαργύρου είναι μια πρωτεΐνη που αποτελείται από 212 αμινοξέα και 2 ψευδαργύρους.



Επικοινωνία ανάμεσα σε κύτταρα

Όπως μέσα από την κυτταρική μεμβράνη εξέρχονται τα πρωτεϊνικά μόρια (πράσινα) συνδέονται με μόρια υδατανθράκων (ροζ) των οποίων η στερεοδομή αναγνωρίζεται από άλλα κύτταρα (μπλέ) ή άλλα μόρια, όπως π.χ. αντιγόνων, ορμονών, τοξινών κ.λ.π.

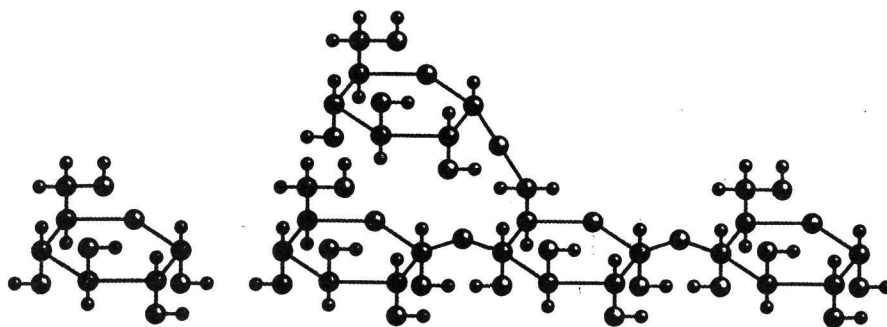
Δεν είναι περίεργο ότι οι ντομάτες είναι άνοστες όταν υπάρχουν ελάχιστα ιχνοστοιχεία. Για να δημιουργηθεί η γεύση, η οποία γεύση βασικά είναι άρωμα. (Η γεύση, όπως ξέρετε, είναι πάρα πολύ φτωχή αίσθηση. Δεν αντιλαμβάνεται παρά το γλυκό, το πικρό, το ξινό, το αλμυρό και το μεταλλικό, όλα τα υπόλοιπα δημιουργούνται με την όσφρηση. Η γαλλίδα νοικοκυρά δημιουργεί νόστιμα φαγητά γιατί έχει επάνω στο ράφι της πλήθος από αρτύματα και μπαχαρικά, και αυτό είναι ακριβώς το οποίο αισθανόμαστε όταν χαρακτηρίζουμε ένα φαγητό σαν νόστιμο και μας αρέσει ή δεν μας αρέσει.

Μια ντομάτα η οποία ζει με 8 ή 10 ιχνοστοιχεία που χρησιμοποιεί η κλασική γεωργία, δεν είναι δυνατόν να δημιουργήσει το άρωμα της, το οποίο είναι ένα μίγμα από 250 τουλάχιστον οργανικές ουσίες, αφού δεν διαθέτει όλον τον ενζυματικό μηχανισμό που απαιτείται.

Οι νέες αντιλήψεις μας για τους υδατάνθρακες

Θα ήθελα όμως να θίξω και ένα άλλο θέμα, το οποίο προέκυψε την τελευταία κυρίως δεκαετία. Το ρόλο που παίζουν τα σάκχαρα, οι υδατάνθρακες γενικά στη σύγχρονη αντίληψη της βιοχημείας.

Ενώ δηλαδή, γαλουχηθήκαμε με την ιδέα ότι η βάση της ζωής είναι το DNA και τα πρωτεϊνικά μόρια, των οποίων η ποικιλία και οι συνδυασμοί είναι κυριολεκτικά αστρονομικοί, είχαμε αγνοήσει και θεωρούσαμε κομπάρσους τα σάκχαρα, στα οποία αποδίδουμε τον ρόλο κυρίως της ενεργειακής πηγής. Όπως φαίνεται όμως από τις τελευταίες εργασίες, ο ρόλος τους είναι πολύ πιο σημαντικός. Οι εργασίες σχετικά με τον ρόλο των “ο λ ι γ ο σ α κ χ α ρ ι ν ώ ν” στη φυσιολογία του φυτικού κυττάρου υπήρξε ίσως το πρώτο ερέθισμα.



ΓΛΥΚΟΖΗ

ΤΕΤΡΑΣΑΚΧΑΡΙΤΗΣ
(Μία από τις 35.560 μορφές)

Σχήμα 12

Δύο μόρια γλυκόζης του απλούστερου σακχάρου που υπάρχει, αυτό που χρησιμοποιεί ο οργανισμός μας σαν καύσιμο, μπορούν να δώσουν έντεκα διαφορετικούς συνδυασμούς μορίων, γιατί παίζουν ρόλο η στερεοχημεία και ο τρόπος που θα ήταν δυνατόν θεωρητικά να συνδεθούν αυτά τα δύο σάκχαρα. Εάν πρόκειται για τέσσερα μόρια σακχάρου, δηλαδή ένα τετρασακχαρίτη με δομικό λίθο π.χ. τη γλυκόζη, οι δυνατότητες ανέρχονται στον αριθμό των 35.560 δυνατών ενώσεων. Αντιλαμβάνεστε λοιπόν πόσες δομές μπορούν να δημιουργηθούν στο χώρο, στερεοχημικές δομές, σπληνές, θύλακες, απίθανα περίπλοκες (Σχ. 12).

Και εδώ πλέον είμαστε πάρα πολύ κοντά να αντιληφθούμε πώς γίνεται το θαύμα και το ανδρικό σπερματοζώαριο, το ανθρώπινο αναγνωρίζει, συντήκεται απλά και μόνο με το ωάριο το ανθρώπινο και γιατί δεν πραγματοποιούνται συντήξεις γαμετών ζωικών οργανισμών που ανήκουν σε άλλα είδη.

Η μεμβράνη ενός οποιουδήποτε από τα δισεκατομμύρια οργανικά κύτταρα μοιάζει με σάντουιτς το οποίο δημιουργείται από μόρια που διαθέτουν υδρόφιλες και υδρόφοβες ομάδες, τοποθετημένες με τις υδρόφιλες προς τα έξω και τις υδρόφοβες προς τα μέσα. Από το σάντουιτς αυτό, πού και πού βγαίνουν πρωτεϊνικά μόρια προς τα έξω. Και αυτά είναι πάρα πολύ κρίσιμα για τις ιδιότητες της μεμβράνης. Τώρα ξέρουμε ότι αυτά τα μόρια τα οποία ονομάζονται συνήθως λεκτίνες ή σελεκτίνες, είναι μόρια πρωτεϊνικά τα οποία συνδέονται πολύ εύκολα με μόρια σακχάρου, όπως π.χ. του ολιγοσακχαρίτη της εικόνας 14 (πρβ. ένθετο σελ. 86). Συνδέονται μάλιστα με αναστρεψιμότητα. Μπορεί δηλαδή να σχηματιστεί ή να αποσχηματιστεί. Και τώρα πλέον ξέρουμε ότι αυτός είναι ο θαυμαστός μηχανισμός που μόρια αναγνωρίζουν άλλα μόρια όπως π.χ. ο μηχανισμός που δρα το αντιγόνο και το αντίσωμα. Οι γλυκοπρωτεΐνες και τα γλυκολιπίδια, παίζουν έναν τεράστιο ρόλο τον οποίον αντιληφθήκαμε την δεκαετία αυτή που τελειώνει, στους μηχανισμούς ανοσοποιήσεως και αποβολής των ξένων πρωτεϊνών.

Με τις εργασίες αυτές ανοίγονται ενδιαφέρουσες προοπτικές στην ιατρική και την ενζυματική χημεία. Είναι ένας νέος δρόμος που θα μας κάνει να κατανοήσουμε πολλά προβλήματα.

Ενώ μέχρι τώρα είχαμε να κάνουμε με τον κυκεώνα τον πρωτεϊνικό, τώρα αντιλαμβανόμαστε ότι έχουμε να κάνουμε και με τον κυκεώνα των υδατανθράκων οι οποίοι διαδραματίζουν πρωταρχικό ρόλο στην αναγνώριση κυττάρου από κύτταρα, μορίου από μόριο. Μια ορμόνη π.χ. η οποία κυκλοφορεί σε μερικά εκατομμυριοστά του γραμμαρίου μέσα στο αίμα και παράγεται στα επινεφρίδια, μπορεί να δράσει μόνον στις ωοθήκες, γιατί μόνο εκεί υπάρχει μια γλυκοπρωτεΐνη της οποίας η στερεοδομή, δηλαδή ο υποδοχέας που δημιουργεί ταιριάζει σαν κλειδί με κλειδαριά με την ορμόνη αυτή. Το μόριο αυτό είναι δυνατόν να είναι μια ορμόνη, μια τοξίνη, ή ένα αντιγόνο, δηλαδή μια ξένη πρωτεΐνη. Και αυτή είναι και η μεθοδολογία με την οποία δημιουργούνται τα αντισώματα.

Από τις εργασίες των Edelman και Tanagawa για τον μηχανισμό δημιουργίας των αντισωμάτων, αλλά και τον μηχανισμό προσαρμογής και εντοπισμού ορισμένων μορίων, όπως π.χ. ορμονών σε ορισμένους αποκλειστικά υποδοχείς ειδικών κυττάρων που βρίσκονται σε ορισμένα όργανα και μόνον γίνονται κατανοητά πολλά από τα προβλήματα π.χ. της ανοσοποίησης.

Αντί να κατασκευάζει ο οργανισμός, όπως νομίζαμε, αντισώματα επί παραγγελία, σε συνάρτηση με τον εκάστοτε εισβολέα, δηλαδή το αντιγόνο, την ξένη πρωτεΐνη που εισήλθε στον οργανισμό, κατασκευάζει α-ρiογι εκατομμύρια αντισώματα εν επιφυλακή. Φιλοξενούμε δηλαδή μυριάδες λεμφοκύτταρα σε εφεδρεία και καθ' ένα απ' αυτά έχει τη δυνατότητα να συνθέτει ένα ειδικό αντίσωμα. Πρόκειται δηλαδή για τους φρουρούς που αγνοούν το μέλλον, όπως οι φύλακες στην έρημο των Τατάρων, όπου αναμένουν την εισβολή των βαρβάρων, η οποία όμως δεν θα πραγματοποιηθεί ποτέ, και έτσι θα πεθάνουν χωρίς ποτέ να πολεμήσουν, χωρίς να αντικρύσουν ποτέ τους βαρβάρους. Είναι μυριάδες τα λεμφοκύτταρα που μένουν σε επιφυλακή και τα οποία επειδή δεν εμφανίστηκε ο κατάλληλος εισβολέας δεν θα ενεργοποιηθούν ποτέ.

Τώρα πλέον ξέρουμε ότι η αναγνώριση γίνεται με τοκλασικό πρωτεϊνικό μόριο που βγαίνει μέσα από το σάντουιτς της κυτταρικής μεμβράνης και απολύγει σε έναν ολιγοσακχαρίτη που μπορεί να έχει απίθανα σχήματα. Τώρα πλέον με τις γνώσεις αυτές έχουμε νέες δυνατότητες για ν' αντιμετωπίσουμε τις ασθένειες. Τα καρκινικά π.χ. κύτταρα καταλήγουν σε γλυκοπρωτεΐνες που έχουν ανώμαλους υδατάνθρακες. Αντί δηλαδή να είναι μόρια γλυκόζης ή μαννόζης, που είναι συνηθισμένο, μπορεί να υπάρξουν τελείως απίθανοι συνδυασμοί σακχάρων. Πιθανότατα αυτός είναι και ο τρόπος που ένα μεταστατικό κύτταρο αναγνωρίζει ένα άλλο που έχει ήδη εγκατασταθεί με μετάσταση κάπου αλλού. Οι συνέπειες αυτών των γεγονότων στην ιατρική τα επόμενα χρόνια θα είναι σημαντικές.

Αλλά η σημασία της γνώσης αυτής δεν σταματάει στην ιατρική είναι πολύ ευρύτερη. Δεν ξέρω πόσοι από εσάς έχετε επισκεφθεί ένα εργοστάσιο που φτιάχνει λιπάσματα. Εκεί θα βρεθείτε σε μια κόλαση τεχνολογική, όπου υπό πίεση χιλίων ατμοσφαιρών και θερμοκρασίες γύρω στους 500-600 βαθμούς με καταλύτες, προσπαθούμε να εξαναγκάσουμε σε γάμο δυο στοιχεία που δεν το επιθυμούν: το άζωτο και το υδρογόνο, ώστε να σχηματιστεί αμμωνία. Σ' αυτή την τεχνολογική κόλαση φτιάχνουμε σήμερα το κυριότερο από τα αγαθά για την πρωτογενή παραγωγή; τα αζωτούχα λιπάσματα. Χωρίς αυτά δεν ξεκινά καμιά οικονομική ζωή. Γιατί όλοι ξέρουμε ότι από τη γεωργία, από την πρωτογενή παραγωγή ξεκινάει η οικονομική δραστηριότητα.

Η φύση όμως έχει πολύ πιο απλό τρόπο να αξιοποιεί για λογαριασμό των φυτών το ατμοσφαιρικό άζωτο: τα αζωβακτηρίδια. Εάν ξεριζώσουμε ένα φυτό της οικογενείας των ψυχανθών, π.χ. αρακά ή κουκιά, θα παρατηρήσουμε προσκολλημένα στις ρίζες κάτι ροζ μπαλάκια. Πρόκειται για τα λεγόμενα αζωτοβακτηρίδια. Αυτά αθόρυβα μπορούν και δημιουργούν χωρίς πιέσεις και θερμάνσεις από το ατμοσφαιρικό άζωτο αφομοιώσιμες από το φυτό αζωτούχες ενώσεις. Αν και η παραγωγική τους διαδικασία είναι ενεργειοβόρος-απαιτούν 10-20 kg υδατάνθρακες για κάθε κιλό αζώτου, είναι βέβαιον ότι υπάρχουν περιθώρια σημαντικών βελτιώσεων.

Αλλά, τα ριζόβια, τα βακτηρίδια τα οποία παρασιτούν στις ρίζες των ψυχανθών, δεν μπορούν δυστυχώς να επιδώσουν με τις κυριότερες τάξεις φυτικής παραγωγής, όπως τα δημητριακά. Και αυτό ενδιαφέρει άμεσα, γιατί όπως ξέρετε, ο πληθυσμός της Γης αυξάνει κατά τρόπους εκρηκτικούς, και η παραγωγή των βασικών τροφίμων έχει άμεση προτεραιότητα. Το 1992 η αύξηση ανήλθε σε εννενήντα εννιά εκατομμύρια, εκ των οποίων τα εννενήντα δυστυχώς στις υποανάπτυκτες χώρες, και μόνον τα εννέα στις ανεπτυγμένες βιομηχανικά χώρες, που έχουν επίτελους την δυνατότητα να τα διαθρέψουν. Έχουμε ανάγκη στις περιοχές αυτές του Νότου, όπου ο πληθυσμός αυξάνεται ασύδοτα, να τους εξασφαλίσουμε την στοιχειώδη τουλάχιστον διατροφή, τις 1.500 θερμίδες που χρειάζονται για να κάψουν κάθε μέρα, και που είναι το ελάχιστο για να επιζήσουν. Αυτό όμως σημαίνει καλαμπόκι, σιτάρι, κ.λπ. Επειδή όμως και εκεί τα εδάφη έχουν εξαντληθεί, καταφεύγουμε στα λιπάσματα, τα οποία όμως απαιτούν και τεχνολογία και ενέργεια. Εκτιμάται ότι η ενέργεια συμμετέχει κατά 87% στο κόστος παραγωγής της αμμωνίας. Έτσι ο κύκλος είναι φαύλος: Επειδή στις υπανάπτυκτες περιοχές δεν έχουν ενέργεια ούτε τεχνολογία, δεν έχουν και λιπάσματα και επαρκή τροφή. Για να τα αποκτήσουν, πρέπει να πληρώσουν πανάκριβα με χρήματα τα οποία δεν έχουν ή τα οποία πρέπει να δανειστούν και ο φαύλος κύκλος διαιωνίζεται.

Εάν λοιπόν με βάση αυτές τις γνώσεις που έχουμε σήμερα επάνω στην αναγνώριση μορίου από μόριο με βάση της γλυκοπρωτεΐνες, μπορούσαμε και προσδιορίσουμε τον τρόπο με τον οποίον τα αζωβακτηρίδια προσκολλόνται στα ψυχανθή και όχι στα δημητριακά, τότε σίγουρα θα δημιουργήσουμε τις προϋποθέσεις για βακτηριακή λίπανση. Με τον τρόπο αυτό δεν δημιουργείται ρύπανση, τρύπα όζοντος, φαινόμενα θερμοκηπίου, κατανάλωση ενέργειας, αλλά αντίθετα θα παράγεται συγχρόνως και οξυγόνο, που όπως ξέρετε, είναι η βάση για την κάθε ζωή.

Έτσι λοιπόν, νομίζω ότι το μέλλον των γλυκοπρωτεϊνών το οποίο χάραξε με το τέλος της δεκαετίας του '80, θα είναι γόνιμο τα επόμενα χρόνια.

Ελπίζω ότι με τα όσα μέχρι τώρα αναφέρθηκαν έχει φωτιστεί ένα μέρος αυτού που λέγεται αυτοοργάνωση, ζωή και ζωντανό.

Όσφρηση Μια από τις χημικές αισθήσεις

Θα ήθελα για ολοκλήρωση να αναφερθώ σε μια άλλη περιοχή: την περιοχή των αισθήσεων, και συγκεκριμένα των χημικών αισθήσεων, δηλαδή την όσφρηση και τη γεύση. Βασικά η όσφρηση, είναι μια από τις πιο σημαντικές αισθήσεις, η πιο πληροφορική, αυτή που δημιουργεί τις πιο μόνιμες μνήμες.

Με την όσφρηση ξεκινάει η μητρική σχέση, η σχέση παιδιού και μητέρας είναι βασικά οσμική. Υπάρχουν πάρα πολλά πειράματα. Σας υπενθυμίζω ένα από τα πιο γνωστά. Εάν σε παρθένας ποντικίνες γίνει έγχυση στη μήτρα τους ενός αρώματος, π.χ. λεμονιού, και στη συνέχεια γονιμοποιηθούν, τα ποντικάκια τα οποία θα γεννηθούν θα κατευθύνονται προς οποιαδήποτε ποντικήνια η οποία μυρίζει άρωμα λεμονιού. Αργότερα, όταν φτάσουν σε ηλικία να αναπαραχθούν, εάν αυτά τα ποντικάκια βρεθούν ανάμεσα σε πολλές ποντικίνες, θα διαλέξουν εκείνες οι οποίες έχουν αρωματισθεί με άρωμα λεμονιού. Αυτό εξηγεί λιγάκι αυτό που πολλές φορές απορούμε. Λέμε, μα τί της βρήκε αυτός; Αυτή είναι κακάσχημη, ή αυτός είναι ζαβός. Μα απλούστατα, του θυμίζει το αμνιακό υγρό της μητέρας του, ή άλλες ευχάριστες αναμνήσεις ζωηρά χαραγμένες στο υποσυνείδητο τους.

Ερωτευόμαστε με τη μύτη, κάνουμε sex με τη μύτη. Η περίοδος των γυναικών ρυθμίζεται από την ανδρική ορμόνη που είναι η ανδροστερόνη και παράγεται στις ανδρικές μασχάλες. Συνηθέστατα σε γυναίκες με περίοδο η οποία δεν είναι ομαλή, δεν είναι σεληνιακή δηλαδή, η περίοδος τους ρυθμίζεται εάν μυρίσουν την πιτζάμα του συζύγου τους.

Η πιο παλιά βιομηχανία είναι αυτή της αρωματοποιίας. Φαίνεται ότι τα πετυχημένα αρώματα έχουν κάποια σχέση με τις δομές οι οποίες έχουν ορμονική δράση και παίζουν τεράστιο ρόλο στη ζωή μας. Κατ' αρχήν θα ήθελα να σας θυμίσω πόσο πολύπλοκο είναι ένα άρωμα. Το οποιοδήποτε άρωμα. Το χρωματογράφημα ενός αρώματος αποτελείται από ένα δάσος από καμπύλες που συνιστούν τα διάφορα συστατικά του. Αυτό π.χ. που λέμε ότι "μυρίζει τριαντάφυλλο" δεν είναι τόσο απλό. Είναι η σύνθεση των μνημάτων που δημιουργούν στον εγκέφαλο οι περίπου τριακόσιες ουσίες που συνιστούν το άρωμα του τριαντάφυλλου.

Τώρα αρχίζουμε να καταλαβαίνουμε πώς λειτουργεί η όσφρηση, η οποία είναι και η αίσθηση των ενστίκτων. Το οσφρητικό νεύρο έχει τις εξής ιδιαιτερότητες. Πρώτον είναι το μόνο απ' όλα τα νευρικά κύτταρα που αναπαράγεται, ενώ τα νευρικά κύτταρα συνεχώς πεθαίνουν και δεν αναγεννώνται, γι' αυτό η όσφρηση παραμένει, καίτοι βέβαια με την ηλικία εξασθενίζει κι αυτή. Δεύτερον, έχουν άμεση επικοινωνία με τον εγκέφαλο. Δηλαδή όταν μυρίζουμε, οι οσμηρές ουσίες φθάνουν στα οσφρητικά τριχίδια της μύτης, τα οποία συνίστανται από μόρια πρωτεϊνών και γλυκοπρωτεϊνών. Αυτά τα νευρικά κύτταρα ή νευρώνες καταλαμβάνουν έκταση περίπου πέντε τετραγωνικών χιλιοστών στα δύο ρουθούνια και ανέρχονται σε εκατό εκατομμύρια περίπου.

Αυτά τα κύτταρα έχουν το προνόμιο να επικοινωνούν κατευθείαν με τον εγκέφαλο. Και μάλιστα με τον εγκέφαλο εκείνον ο οποίος είναι ο πιο σημαντικός, ο πιο παλιός, ο λεγόμενος "ρινεγκέφαλος" ή "ερπετόμορφος εγκέφαλος" και είναι ο ίδιος σ'ένα σκουλήκι, τον άνθρωπο, έναν ελέφαντα, ή έναν καρχαρία.

Ο ρινεγκέφαλος είναι το κέντρο των ενστίκτων: Ερωτες, μίσση, πάθη, πείνα από εδώ ξεκινάνε. Η μυρωδιά λοιπόν πάει κατ' ευθείαν στο μεταιχμακικό σύστημα και από εκεί στον υποθάλαμο και την υπόφυση, δηλαδή τα κέντρα ενεργοποίησης του ορμονικού συστήματος και επηρεάζει δραστικά τη συμπεριφορά μας. Γι' αυτό και η σημασία του είναι μεγάλη. Ας μην ξεχνάμε ότι αυτό που λέμε «ευτυχία» δεν είναι σε τελευταία ανάλυση παρά ορμονική ισορροπία.

Στη Γαλλία, την περίοδο της γερμανικής κατοχής, οι γυναίκες εστερούσαν το φαγητό, αλλά οι βιομηχανίες καλλυντικών και αρωμάτων ήταν οι μοναδικές που παρουσίαζαν ανοδική πορεία. Μια γυναίκα έχει απόλυτη ανάγκη να αρωματιστεί. Είναι έμφυτο, το έχει μέσα της. Είναι γραμμένο στους κωδικούς της πριν γεννηθεί, είναι το όπλο της για την κατάκτηση του ετερόφυλου.

Τώρα, ποιο άρωμα διαλέγει; Εδώ πλέον, με τα μέσα που ανέφερα στην αρχή της σημερινής ομιλίας, με τον μαγνητοεγκεφαλογράφο, με την positron emission tomography, και γενικά με τα ηλεκτρονικά μηχανήματα που έχουμε στη διάθεση μας σήμερα, αρχίζουμε να τα κατανοούμε κάπως. Οι συνεργάτες μου κι εγώ είμαστε σ' έναν τέτοιο τομέα έρευνας, ο οποίος πραγματικά μπορώ να πω ότι είναι συναρπαστικός. Όταν αναφερόμαστε στις οσμές οι χαρακτηρισμοί μας είναι τελείως υποκειμενικοί. Αν ερωτηθούμε τί μυρίζει κάτι, θα απαντούσαμε υποκειμενικά: σαν ξύλο, σαν λουλούδι, σαν κρεμμύδι, σαν χορτάρι, αλλά δεν μπορούμε να το χαρακτηρίσουμε αντικειμενικά π.χ. με κάποιον αριθμό.

Είναι βέβαιο ότι προχωράμε τώρα κάπως πιο αντικειμενικά στην κατεύθυνση αυτή, γιατί αρχίζουμε να διαβάζουμε την επίδραση αυτών των ουσιών στον ρινεγκέφαλο και θ' αρχίσουμε να καταλαβαίνουμε γιατί ορισμένα εμπορικά προϊόντα πετυχαίνουν και ορισμένα άλλα αποτυγχάνουν.

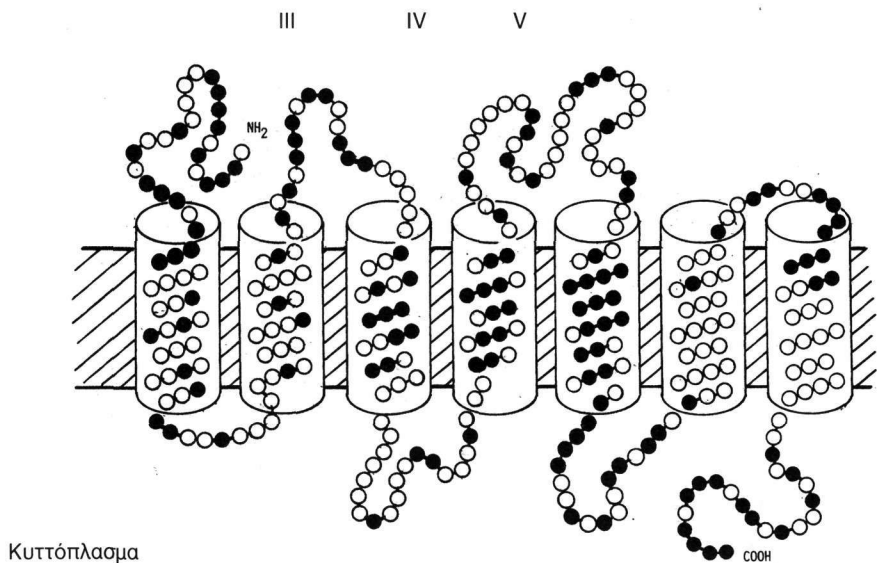
Σήμερα, όταν βγει ένα καινούργιο προϊόν, που είναι αρωματισμένο συνήθως γίνεται ένα "panel test", ερωτάται δηλαδή ένας στατιστικά σημαντικός αριθμός απόμων, για το αν αρέσει και πόσο του αρέσει το προϊόν. Αν οι αριθμοί είναι ενθαρρυντικοί το προϊόν κυκλοφορεί. Αυτή όμως είναι μια τελείως τυχαία και λανθασμένη μέθοδος, γιατί αν το ίδιο πείραμα γίνει την επόμενη εβδομάδα, με έναν άλλον κωδικό, με μίαν άλλη μορφή, οι απαντήσεις κατά πάσαν πιθανότητα θα είναι τελείως διαφορετικές, και κυρίως από το γυναικείο φύλο, το οποίο μυρίζει τελεί-

ως διαφορετικά σε συνάρτηση με τον κύκλο της περιόδου τον οποίο διανύει. Αλλιώς μυρίζει μια γυναίκα όταν είναι στην ωοφορία, αλλιώς μετά την περίοδο, οπότε οι αισθήσεις είναι εντονότερες και ο σεξουαλισμός είναι μεγαλύτερος, ακριβώς λόγω υπερ-ανάπτυξης της όσφρησης.

Δεν αποτελεί υπερβολή ότι κατά την πρώτη δεκαετία του 2.000, όπως ήδη έχουμε στην ταυτότητα μας τα δακτυλικά μας αποτυπώματα, τα οποία είναι τα δικά μας και κανενός άλλου, θα έχουμε και το ιδιοσμοφορικό μας πορτραίτο. Δηλαδή ο καθένας από μας θα έχει μια εικόνα. Κανείς δεν μυρίζει το ίδιο με έναν άλλον. Εάν πολλές φορές λέμε: αυτός μου είναι αντιπαθής, χωρίς να μας έχει κάνει τίποτα, φταίει η μύτη μας. Ή εάν λέμε ότι αυτός μας αρέσει, πάλι η μύτη μας παίζει το ρόλο της. Μας θυμίζει κάτι αγαπτό. Η όσφρηση είναι η ισχυρότερη μνήμη. Ολοι θυμόμαστε τις χαρακτηριστικές μυρωδιές του πατρικού μας σπιτιού.

Ας ριξουμε όμως τώρα μια ματιά στους μηχανισμούς με τους οποίους δημιουργείται η όσφρηση. Κατ' αρχήν βέβαια θα πρέπει να υπάρξουν ουσίες με κάποια πτητικότητα ώστε να εγκατασταθούν και να ερεθίσουν τους υποδοχείς-δηλαδή τα μόρια των πρωτεϊνών ή των γλυκοπρωτεϊνών-που βρίσκονται στα όσφρητικά τριχίδια.

Στη συνέχεια χάρη στην ανακάλυψη που έγινε από την Axel το '92, έχουμε μια πρώτη ιδέα για το πώς μεταφέρεται το όσφρητικό μήνυμα. Γιατί δεν είναι πάρα πολύ απλό το γεγονός ότι ανιχνεύουμε αμέσως τριακόσιες ουσίες που συνιστούν ένα απλό άρωμα και μπορούμε να το χαρακτηρίσουμε αμέσως ότι πρόκειται π.χ. για τριαντάφυλλο ή γαρύφαλο, κρεμμύδι ή λεβάντα.



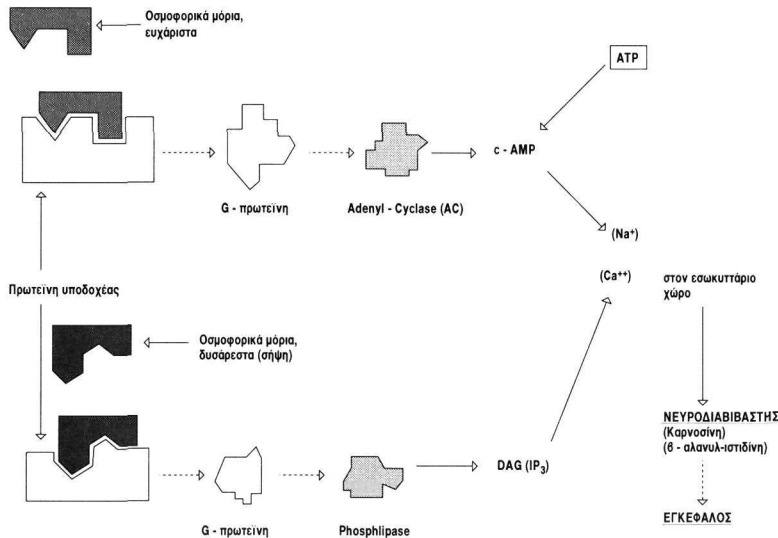
Σχήμα 15

Όπως αναφέραμε, η θαυμαστή κυτταρική μεμβράνη συνίσταται από μόρια φωσφορολιπιδίων τοποθετημένα σε μια διμοριακή στοιβάδα υπό μορφή σάντουιτς. Η στοιβάδα διακόπτεται από την παρουσία πρωτεϊνικών μορίων που μπαμβογαίνονται μέσα από την κυτταρική μεμβράνη, όπως φαίνεται στο Σχ. 15 ένα τέτοιο πρωτεϊνικό μόριο με την αμινομάδα στην αρχή και την καρβοξυλομάδα στην άλλη άκρη της.

Στο σχήμα διακρίνεται η αλληλουχία των αμινοξέων και συγκεκριμένα οι μαύρες μπίλιες είναι οι θέσεις οι οποίες υποδέχονται τα οσμοφορικά μόρια. Δηλαδή δεν είναι μόνο οι γλυκοπρωτεΐνες οι οποίες έχουν κατάλληλους υποδοχείς για να τα αναγνωρίσουν, αλλά και το ίδιο το πρωτεϊνικό μόριο με τη χαρακτηριστική αλληλουχία των αμινοξέων του.

Φαίνεται δηλαδή τώρα στη συνέχεια ότι όταν φθάσει το οσμοφορικό μόριο στη μύτη μας, τα οσφρητικά νεύρα της μύτης μας δουλεύουν όπως ένα τηλεφωνικό κέντρο το οποίο ενεργοποιεί, π.χ. τις θέσεις των σχημάτων 3, 4 και 5 κ.ο.κ., το ερέθισμα μιας από τις τριακόσιες ουσίες που συνιστούν την οσμή, υπόθεση που είχαμε εκφράσει στην αίθουσα αυτή νομίζω προ είκοσι περίπου ετών.

Ο μηχανισμός, σήμερα πλέον έχει σχετικά αποσαφηνιστεί. Το μήνυμα δηλαδή το οσφρητικό δίνεται κατά τον εξής τρόπο. Ας υποθέσουμε ότι ο υποδοχέας, η πρωτεΐνη ή η γλυκοπρωτεΐνη η οποία διασχίζει την κυτταρική μεμβράνη δέχεται ένα οσμοφορικό μόριο, π.χ. ένα από τα συστατικά του τριαντάφυλλου. Αυτό λοιπόν, όπως αναφέραμε, έρχεται και φωλιάζει σε κάποιον υποδοχέα που του ταιριάζει όπως το κλειδί στην κλειδαριά. (Η διαίσθηση του Emil Fischer το 1915 δικαιώνεται απόλυτα). Τότε ενεργοποιείται μια από τις πρωτεΐνες αυτές, τις οποίες στη βιοχημεία τις χαρακτηρίζουμε σαν G πρωτεΐνες. Αυτή με τη σειρά της ενεργοποιεί ένα ένζυμο, την αδενολυλ-κυκλάση, η οποία δίνει το έναυσμα για την παραγωγή ενός δευτερεύοντος αγγελιοφόρου, του γνωστού κυκλικού AMP, μετασχηματίζοντας μόρια του παγκόσμιου ενεργειακού νομίσματος, του αδενοσινωτριφωσφορικού οξέος (ATP).



Σχήμα 16

Ένας άλλος ανάλογος μηχανισμός δημιουργείται με την βοήθεια φωσφολιπάσης, η οποία απολήγει στην παραγωγή 1,4,5-τριφωσφορικής ινοσιτόλης (IP₃). Και στις δυο περιπτώσεις πρόκειται για ένα κλασικό παράδειγμα ενίσχυσης, όμως αντί η ενίσχυση να γίνεται με ηλεκτρονικό τρόπο, όπως στους μυριάδες ηλεκτρικούς ενισχυτές του ραδιοφώνου ή της τηλεόρασης, γίνεται ενίσχυση του χημικού σήματος, όπου ένα μόριο οσμοφορικό σηματοδοτεί την παραγωγή χιλιάδων μορίων του κυκλικού AMP ή IP₃, μηχανισμός γνωστός και από τις ορμονικές δραστηριότητες.

Αυτό αποτελεί το μήνυμα για το νευρώνα για να ενεργοποιηθεί. Αρχίζουν τότε να εξέρχονται από τον νευρώνα ιόντα ασβεστίου και να εισέρχονται μόρια νατρίου. Αυτό όμως, όπως γνωρίζετε, ισοδυναμεί με έναν ηλεκτρικό παλμό. Και αυτό το ηλεκτρικό μήνυμα προχωράει κατευθείαν προς τον εγκέφαλο. Ο παλμός δηλαδή μεταδίδεται με τη βοήθεια ενός νευροδιαβιβαστή, π.χ. της καρνοσίνης (β-αλανυλ-ιστιδίνης), από νευρώνα σε νευρώνα και τελειώνει στα εγκεφαλικά κύτταρα, σε ορισμένα για κάθε περίπτωση εγκεφαλικά κέντρα, εκεί όπου διαφυλάσσεται η ανίσχυρη οσφρητική μνήμη (πρβ. Σχ. 16).

Είχαμε την ευκαιρία προηγουμένως να αναφέρουμε ότι τρώμε με τη μύτη μας, αλλά φαίνεται όμως ότι η μύτη μας έχει και αυτιά. Μπορεί να φαίνεται λίγο παράδοξο αυτό, κι όμως υπάρχει εξήγηση όπως τη φαντάζεται με χιούμορ ο David Jones.

Γνωρίζουμε ότι όσο πιο μεγάλος είναι ένας ζωικός οργανισμός, τόσο τ' αυτιά του είναι δυνατόν να συλλαμβάνουν ήχους πιο χαμηλών συχνοτήτων. Ένας ελέφαντας, για παράδειγμα, ερεθίζεται με ήχους ενός ΚHz. Ο άνθρωπος, ο οποίος είναι μικρότερος, φτάνει στα 15 ΚHz, η νυχτερίδα στα 150 ΚHz. Βέβαια δεν ξέρουμε προς το παρόν τί συμβαίνει από εκεί και κάτω, αλλά εφόσον το φαινόμενο συνεχίζεται, όσο μικραίνει ο οργανισμός, είναι πιθανόν να αυξάνονται και οι συχνότητες στις οποίες "ακούει". Έτσι θα πρέπει να υποθέσουμε ότι ένα έντομο ακούει σε συχνότητες μερικών Megahertz και αντίστοιχα ένα βακτηρίδιο σε Gigahertz. Αλλ' όταν φτάσουμε σε Gigahertz, όπως ξέρετε, φθάνουμε στα όρια εκεί που λειτουργούν οι ενδομοριακές δονήσεις, η περιστροφή (rotation) των ατόμων εντός του μορίου.

Έτσι λοιπόν είναι δυνατόν, ενώ εμείς δεν αντιλαμβανόμαστε τίποτα σ' αυτές τις ηχητικές περιοχές- ξέρουμε άλλωστε πόσο πιο ισχυρή είναι η ακοή των ζώων σε σχέση με τον άνθρωπο- ένα βακτηρίδιο, να αισθάνεται τα ερεθίσματα αυτών των απόηχων. Ένα βακτηρίδιο δηλαδή είναι πιθανόν να ακούει τις δονήσεις των μορίων. Έτσι ίσως εξηγείται η δυνατότητα των εντόμων να ανιχνεύουν από απόσταση τα μόρια των φερομονών, μορίων δηλαδή που παράγονται σε ελάχιστες ποσότητες κάτω από τα φτερά των εντόμων - που αντιστοιχούν με τις δικές μας μασχάλες - και τα χημικά αυτά μηνύματα διαχέονται στον αέρα, τα συλλαμβάνει στους υποδοχείς του ο ετερόφυλος και έλκεται για αναπαραγωγή. Αυτό το εκμεταλλευόμαστε όμως εμείς οι άνθρωποι με κατάλληλες παγίδες για την καταπολέμηση των εντόμων.

Έτσι δικαιολογείται ο ισχυρισμός ότι η μύτη μας έχει "αυτιά". Δεν υφίστανται δηλαδή διαφορές αισθητές μεταξύ όσφρησης και ακοής. Όλα είναι σχετικά σ' αυτό τον κόσμο. Είναι απίθανο, για παράδειγμα, το πόσο θα απογοητευθείτε από την τερατώδη εικόνα που θα αντικρύσετε, αν δείτε τη γλώσσα της αγαπημένης σας υπό το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.

Ευτυχώς η φύση μας όπλισε να βλέπουμε μια μικρή σχισμή του φάσματος των ακτινοβολιών. Δηλαδή σ' ένα φάσμα που ξεκινά από 10^{-12} του εκατοστού και φθάνει στα 10^{10} μέτρα, εμείς βλέπουμε από μια πολύ μικρή σχισμή ανάμεσα στα 3.500 και 8.000 Angstrom. Βέβαια είναι κατόρθωμα για τον άνθρωπο ότι κατάφερε να μπορεί να εποπτεύει όλη αυτή την τεράστια περιοχή, ενώ η φύση του έδωσε τόσο πολύ πενιχρές αισθήσεις, τις οποίες όμως με την περιέργεια και την επιμονή γιγάντωσε.

Θα ήθελα να τελειώσω απαντώντας στο ερώτημα που μου ετέθη προ της διαλέξεως από συναδέλφους: Σε τί τομείς έρευνας εργαζόμαστε τώρα. Θα έλεγα-γιατί ο χρόνος δεν επιτρέπει να μπούμε σε λεπτομέρειες-ότι εδώ και πολλά χρόνια μαζί με τους εξαιρετους συνεργάτες μας, δουλεύουμε στα πλαίσια ενός γενικού προγράμματος υπό τον τίτλο “Βελτίωση της ποιότητας της ζωής”. Κάτω από αυτή την ομπρέλλα προσπαθούμε να βοηθήσουμε όσο επιτρέπουν οι πενιχρές δυνάμεις μας, στις κατευθύνσεις των προβλημάτων που έχει δημιουργήσει ο υπερπληθυσμός, η αύξηση του αριθμού των υπερηλίκων, η ρύπανση του περιβάλλοντος, ο υποσιτισμός (στις υποανάπτυκτες περιοχές) και ο υπερσιτισμός (στις ανεπτυγμένες χώρες).

Χρειάστηκε ένα εκατομμύριο χρόνια για να δημιουργηθεί το πρώτο δισεκατομμύριο ανθρώπων. Το επόμενο δισεκατομμύριο δημιουργήθηκε σε μόλις 130 χρόνια, το τρίτο σε 30, το τέταρτο σε 15 και το πέμπτο σε 7,5 χρόνια. Αντιλαμβάνεστε ότι με τους ρυθμούς αυτούς, έστω και ελαφρά χαλινωμένους, ότι το 2010 ο πληθυσμός θα προσεγγίσει τα δώδεκα δισεκατομμύρια, Ο,τι μέτρα και να πάρουμε, αφού δεν μπορούμε να περάσουμε το μήνυμα της αυτοσυγκρατήσεως στις υπανάπτυκτες περιοχές, όπου δεν υπάρχει επικοινωνία, δεν υπάρχει παιδεία, δεν υπάρχει βιβλίο, δεν υπάρχει δάσκαλος. Υπάρχει μόνο κάποιος απεσταλμένος του Υψίστου, ο οποίος περνάει το μήνυμα: να πολλαπλασιάζονται ασύδοτα.

Σ' αυτό το φιλόδοξο πρόγραμμα λοιπόν, της βελτίωσης της ποιότητας της ζωής, η συμβολή της ομάδας μας είναι περιορισμένη και έχει εντοπισθεί στην ανάπτυξη της γεωργίας κατά κατακόρυφο τρόπο, αφού η Γη είναι περιορισμένη και τα εδάφη συνεχώς υφίστανται διάβρωση (erosion) ενώ το νερό συνεχώς λιγοστεύει. Προσπαθούμε να δουλέψουμε ανεξάρτητα από το έδαφος-υδροπονικά-και προσπαθούμε να δώσουμε και τη βιοχημικά σωστή διατροφή στα φυτά μελετώντας όλες τις παραμέτρους τις οποίες ανέφερα: ιχνοστοιχεία, ιχνοουσίες, αυξητικούς παράγοντες κ.λπ.

Ένα δεύτερο πρόγραμμα αναφέρεται στις “φερομόνες”, δηλαδή τη σύνθεση αυτών των σεξουαλικών ουσιών και γενικότερα ελκυστικών ουσιών των εντόμων, ώστε να αποφύγουμε την καταπόλεμση με τα εντομοκτόνα. Ηδη φέτος σε συνεργασία με το Υπουργείο Γεωργίας, ελπίζουμε να αποφευχθεί το ράντισμα ή να περιοριστεί σημαντικά σ' ένα μέρος του νησιού της Κρήτης και των Παξών, όπου η καταπόλεμση του δάκου θα πραγματοποιηθεί με παγίδες και φερομόνες, χωρίς να γίνει ψεκασμός εντομοκτόνων. Αυτό το πρόγραμμα έχει πάρα πολλές δυνατότητες και μπορεί να επεκταθεί και σε πολλές άλλες καλλιέργειες, ώστε ν' αποφευχθεί ο ασύδοτος ραντισμός εντομοκτόνων που τόσα προβλήματα προκαλεί στο οικοσύστημα και την υγεία.

Μια άλλη κατεύθυνση είναι προς την παραγωγή πιο υγιεινών-χαμηλών θερμίδων, αντιχοληστερινικών-τροφίμων, δεδομένου ότι για τις καρδιοπάθειες και τον καρκίνο η συμβολή της κακής διατροφής είναι σημαντική.

Τέλος θα ήθελα ν' αναφερθώ στην πιο παλιά δραστηριότητα μας στον τομέα της ανάλυσης των δευτερογενών μεταβολιτών των φυτών, κυρίως των αρωματικών ουσιών και με την ανασύνθεση ορισμένων από τα συστατικά τους.

Τα τελευταία χρόνια επανήλθε στην επικαιρότητα η πανάρχαια αντίληψη των θεραπευτικών ιδιοτήτων των αιθερίων ελαίων. Τάση που εδράζεται στην παράδοση, στις δοξασίες και πολλές φορές τον κομπογιαννιτισμό και τον τσαρλατανισμό. Ετσι η αρωματοθεραπεία-όταν εφαρμόζεται από γνώστες γιατρούς-έχει αρχίσει να κατακτά κάποιο έδαφος στη θεραπευτική.

Εμείς ασχολούμεθα με μια νέα τάση, που λέγεται "aromachologie" ή "osmotherapy". Στα ελληνικά ίσως θα μπορούσε ν' αποδοθεί ως "αρωματοαισθησιασμός". Αφορά στην επίδραση του αρώματος διά της εισπνοής ή απλής μαλάξεως (massage) στη τροποποίηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς και διαθέσεως. Υφίστανται δύο λόγοι να υποψιαστεί κανείς μια τέτοια δραστηριότητα:

Πρώτον, το πολύπλοκο της συστάσεως των αρωμάτων και η πιθανή εξήγηση αυτής της πολυπλοκότητας. Δεύτερον, το γεγονός ότι μετά την εισπνοή τα αρωματικά συστατικά του αρώματος ανευρίσκονται στην κυκλοφορία του αίματος.

Είδαμε ότι το άρωμα το φυσικό είναι ένα μίγμα εξαιρετικά πολύπλοκο. Γιατί όμως αυτή η πολυπλοκότητα; ένα τριαντάφυλλο πρέπει να φτειάζει 300 ουσίες που συνιστούν το άρωμα του: Διερωτώμαστε γιατί, αφού η φύση ούτε άσκοπα δουλεύει, ούτε σπαταλάει, ούτε όταν υπάρχει απλός δρόμος επιλέγει τον πολύπλοκο.

Μια απάντηση συνήθως είναι: για να προσελκύσει το έντομο τάδε και να γονιμοποιηθεί. Αλλά γιατί να μην χρησιμοποιήσει ένα-δύο μόρια, γιατί πρέπει να συνθέσει τριακόσια, όπως τα έντομα το μόριο της φερομόνης;

Μια υπόθεση μοιάζει να έχει κάποια βάση, χωρίς να είναι αποδεδειγμένη ακόμη. Η δική μας υπόθεση είναι ότι πιθανόν πριν ένα δισεκατομμύριο χρόνια-τάξη μεγέθους-ένα φυτό προσεβλήθη από έναν μύκητα. Το φυτό πάλαιψε π.χ. χίλια χρόνια και δημιούργησε μια ουσία για να καταπολεμήσει αυτόν τον μύκητα. Ο μύκητας στη συνέχεια αμυνόμενος άρχισε να μεταλλάσσεται, όπως πάντα συμβαίνει στον αδυσώπητο αγώνα για επιβίωση. Ετσι ύστερα από ακόμα χίλια χρόνια απέκτησε ανοσία στην αμυντική ουσία του φυτού και μπόρεσε να το ξαναπροσβάλλει. Το φυτό τότε μετά από χίλια χρόνια έφτιαξε μια νέα ουσία, δραστική κατά του μεταλλαγμένου μύκητα κ.ο.κ. Οι εντολές όμως αυτές είχαν αποτυπωθεί ανεξίτηλα στον γενετικό κώδικα του φυτού και συνεχίζουν να υφίστανται και σήμερα. Φυσικά το παραπάνω είναι ενδεικτικό, αφού το φυτό έχει χιλιάδες εχθρούς και υποχρεώνεται να συνθέτει δραστικές αμυντικές ουσίες συνεχώς. Η πολυπλοκότητα δηλαδή της συστάσεως του αρώματος δημιουργεί πιθανότητες βιολογικές δράσης για κάποια από τα συστατικά του.

Το δεύτερον βασίζεται στο γεγονός ότι όταν μυρίσουμε μια ευχάριστη μυρωδιά δεν τελειώνει εκεί η δράση της, αλλά όπως έχει προσδιοριστεί ότι ύστερα από μερικά δευτερόλεπτα τα συστατικά της, εκατοντάδες στερεοειδικευμένα μόρια, κυκλοφορούν στο αίμα μας και διά του αίματος είναι δυνατόν να προχωρήσουν προς κάθε γωνιά του σώματος. Στους ενδοκρινείς αδένες, στον εγκέφαλο, παντού. Επομένως, η επίδραση την οποία μπορεί να εξασκήσουν στον ανθρώπινο οργανισμό, μπορεί να είναι σημαντική. Για παράδειγμα, από στατιστικά στοιχεία προκύπτει ότι εάν μυρίσει κανείς λεβάντα, μπορεί να κοιμηθεί ευκολότερα.

Με το οπλοστάσιο το οποίο διαθέταμε και του οποίου προσπάθησα με πολύ πενήχρα μέσα να δώσω μια φτωχή εικόνα σήμερα, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι υπάρχει ελπίδα να ανακουφίσουμε αυτούς που καταφεύγουν στα αναβολικά και τα καταπραϊντικά λόγω άγχους και των άλλων καταθλίψεων που συνεπάγεται ο σημερινός τρόπος ζωής, με τη βοήθεια των δευτερογενών μεταβολιτών των φυτών. Ας μην λησμονείται το γεγονός ότι τα αντικαταθλιπτικά και τα ψυχοφάρμακα είναι δυστυχώς τα πρώτα σε κατανάλωση.

Φυσικά κανείς δεν περιμένει θεραπεία για παθολογικές οργανικές παρανοϊκές ή σχιζοφρενικές καταστάσεις με τη μυρωδιά της λεβάντας ή του χαμομηλιού, ή αυτά που η γιαγιά μας πίστευε, αλλά πιστεύω ότι είναι δυνατόν να υπάρξει βοήθεια στις συνηθισμένες περιπτώσεις κατάθλιψης που οφείλονται βασικά στο νοογενές κενό-για να το πω απλούστερα: στην ακορεστότητα που δημιουργεί η σημερινή καταναλωτική κοινωνία που μας σπρώχνει συνεχώς να θέλουμε όλο και περισσότερα. Αυτό το σύμπλεγμα καταναλωτισμού που δημιουργεί το νοογενές κενό, το οποίο το ενισχύει η τηλεόραση, η οποία δεν προσφέρει παρά εγκλήματα και πορνό από το πρωί ως το βράδυ, και ειδικότερα στα παιδιά.

Είμαι βέβαιος, ότι τώρα που μπορούμε και έχουμε προσπέλαση κατευθείαν στον ανθρώπινο εγκέφαλο και παρακολουθούμε καθαρά τη λειτουργία του, είμαι βέβαιος ότι όπως ξετυλίγονται τα νήματα αυτά, πολύ σύντομα θα μπορούμε να ανακουφιστούμε στα συνηθισμένα καθημερινά άγχη και καταθλίψεις, με πολύ απλούστερα μέσα από τα συνθετικά χημικά μόρια της φαρμακευτικής τα οποία σήμερα χρησιμοποιούμε.

Φοβάμαι όμως ότι ο ενθουσιασμός μου σχετικά με τις δυνατότητες που μας παρέχει η επιστήμη και η τεχνολογία, ίσως ετόνισαν την αλαζονεία μας, γι' αυτό θα ήθελα να τελειώσω κάπως πιο προσγειωμένος στην πραγματικότητα.

Το ξετύλιγμα των μυστικών της φύσης συνοδεύεται με παράλληλη διεργασία περιτυλίγματος. Και οποιαδήποτε προσπάθεια να συλλάβουμε τη γυμνή αλήθεια, σημαίνει αυτοσυντριβή τελικά. Οπως λέει ο Α. Κοεστλερ : “Η Ουρανία, όπως και οι άλλες Μούσες κρατάνε πάντα ένα τελευταίο πέπλο για να τυλίγονται μέσα”.

Μάθαμε πολύ περισσότερα. Και αυτά που μάθαμε μας έπεισαν ότι αυτά που ξέρουμε είναι ακόμη πολύ λιγότερα. Το “Εν οίδα ότι ουδέν οίδα” του Σωκράτη, όπως το εξέφρασε πιο έντονα ο Ρορρεν που ασχολείται με την φιλοσοφία της επιστήμης: “Ξέρω ότι δεν ξέρω τίποτα και ούτε καν αυτό”, αποτελεί αδήρητη εμπειρία για όποιον βρίσκεται στα ερευνητικά μονοπάτια.

Έτσι λοιπόν εμείς που είμαστε τώρα στο γέρμα της ζωής μας, μακαρίζουμε εσάς τους νεότερους που έχετε την δυνατότητα να πλεύσετε στους ωκεανούς μιας αλήθειας που ακόμα δεν έχει ανακαλυφθεί. Είναι πολλές οι αλήθειες που δεν ξέρουμε.

Θα ήθελα να σας πω, ότι όπως νοιώθουμε αλαζονικά όταν πατάμε τα κουμπιά των ηλεκτρονικών υπολογιστών και βλέπουμε τους εγκεφάλους στις οθόνες μας, νοιώθουμε εξίσου ταπεινοί μπροστά σε ένα χορταράκι που φωτοσυνθέτει, διότι εμείς, χημικοί, με εμπειρίες στην χημεία, μόλις εκατοπενήντα χρόνων, δεν μπορούμε να προσεγγίσουμε καθόλου την εμπειρία των δισεκατομμυρίων ετών που διαθέτει το πιο απλό αγριόχορτο, το οποίο μπορεί και συνθέτει εκατοντάδες πολύπλοκα μόρια χωρίς ρύπανση, χωρίς θόρυβο, χωρίς εγκαταστάσεις, χωρίς τεχνολογία ευεργετώντας το περιβάλλον.

Η διερεύνηση του θαυμαστού, του γοπητευτικού αυτού κόσμου αποτελεί πρόκληση για τις γενιές τις δικές σας.

Σας ευχαριστώ για την υπομονή σας.

“Πληροφορική και Επικοινωνίες”

Ομιλητής: Γ. ΣΤΑΣΙΝΟΠΟΥΛΟΣ

*(Τον ομιλητή προλόγισε και παρουσίασε στο ακροατήριο
ο Πρόεδρος του Ιδρύματος Καθηγητής κ. Ν. Αθανασιάδης)*

Η ομιλία σήμερα, αρχίζει με την μικρο-ηλεκτρονική, αλλά ουσιαστικά για να δείξει τη διάδοση των αποτελεσμάτων της, περνάει μέσα από την πληροφορική. Δηλαδή, τη χρήση των μικροκυκλωμάτων στην πληροφορική λιγότερο και περισσότερο την επιρροή της πληροφορικής στις επικοινωνίες.

Διότι, εάν το κοιτάξουμε το θέμα από την κοινωνική του άποψη, από την άποψη της επιρροής που έχει στη ζωή, είναι φανερό ότι εάν πετύχουμε τα αποτελέσματα να τα διαδώσουμε σε μεγάλο αριθμό ανθρώπων, τότε η σημασία οποιασδήποτε ανακάλυψης και οποιασδήποτε πρόόδου σε κάθε επιμέρους τομέα της μικρο-ηλεκτρονικής ή της πληροφορικής, θα είναι πολύ μεγαλύτερη, διότι θα υπάρχει δυνατότητα μεγάλος αριθμός ανθρώπων να έχει πρόσβαση σ' αυτά.

Άρα λοιπόν, ένα μεγάλο - ίσως και το ουσιαστικότερο μέρος - και το μέρος εκείνο στο οποίο αναφέρεται η βιομηχανική επανάσταση εάν θέλουμε να τη θεωρήσουμε σαν κάτι ανάλογο με τις προηγούμενες επαναστάσεις του ατμού και του ατόμου, είναι το θέμα της επικοινωνίας και το θέμα της δικτύωσης σε επίπεδο γραφείου, χώρας ή και ηπείρων, ολόκληρης της γης. Των δυνατοτήτων της μεταφοράς πληροφορίας και κατ' επέκταση όλων των δυνατοτήτων της πληροφορικής.

Άρα λοιπόν, περισσότερο η ομιλία θα επικεντρωθεί στις επικοινωνίες και πως η πληροφορική βοηθάει τις επικοινωνίες.

Και ένα άλλο σημαντικό σημείο που θα ήθελα να επισημάνω από την αρχή, είναι ότι δεν θα μιλήσω για το τι είναι δυνατόν να γίνει, καθώς το σύνολο των πραγμάτων που είναι δυνατά σήμερα, που έχουν ήδη γίνει σε εργαστηριακό επίπεδο, κάπου στον κόσμο, είναι πολύ ευρύτερο από το σύνολο εκείνων των πραγμάτων και των ανακαλύψεων, τα οποία έχουν κάποια πιθανότητα ή κάποια αβεβαιότητα να αποτυπωθούν σε προϊόντα ευρείας χρήσεως, όπως είναι οποιοδήποτε προϊόν έχει σχέση με τις επικοινωνίες. Διότι οι επικοινωνίες από τον ορισμό τους απαιτούν μεγάλο αριθμό χρηστών.

Δηλαδή, ένα μαζικό προϊόν, όπως είναι το rocket calculator, αλλά σε μορφή διασυνδεδεμένη, όπου θα μπορούν πολλοί να έχουν πρόσβαση σε κάποια λειτουργία βασισμένη στην πληροφορική ή στη μικροηλεκτρονική.

Άρα λοιπόν, θα μιλήσουμε για πράγματα τα οποία γίνονται αυτήν τη στιγμή, ή προβλέπεται ότι θα γίνουν τα επόμενα 5 ή 10 χρόνια. Δε θα μιλήσουμε για πράγματα τα οποία βρίσκονται στο εργαστήριο και ξέρουμε ότι δουλεύουν, αλλά οικονομικοί λόγοι αποτρέπουν τη χρήση τους σε ευρεία κλίμακα.

Υπό την έννοια αυτή, είναι η καινούργια θεώρηση των πραγμάτων. Μιλάει ότι τα δίκτυα και οι επικοινωνίες εν γένει, είναι ένα μέρος της κοινωνικής υποδομής. Οι Ιάπωνες αυτήν τη στιγμή μιλάνε ότι θα ξοδέψουν πάρα πολλά χρήματα στον τομέα των επικοινωνιών και το θεωρούν σαν μια κοινωνική υποδομή. Σαν μια υποδομή η οποία θα έχει άμεση επιρροή σε οποιαδήποτε άλλη όψη της ανθρώπινης ύπαρξης.

Δηλαδή, θα μπορέσει για παράδειγμα να αντικαταστήσει σε μεγάλο μέρος τη μετακίνηση; Άρα, έχει σημασία ότι με μικρότερη μετακίνηση διότι θα υπάρχει καλύτερη δυνατότητα επικοινωνίας, θα βελτιωθεί το περιβάλλον, πράγμα το οποίο σε μερικές χώρες και κυρίως στην Ιαπωνία είναι σε πολύ άσχημη κατάσταση.

Άλλη συνιστώσα είναι αυτά που ακούμε ότι τα σύνορα τείνουν να εκλείψουν, διότι δεν έχει αξία το προϊόν το ίδιο, αλλά η πληροφορία που δεν μπορεί εκ των πραγμάτων να τεθεί περιορισμός. Άρα λοιπόν, γι' αυτό ακριβώς μιλάμε για επανάσταση, διότι η δικτύωση των πληροφοριακών συστημάτων και η δυνατότητα να το απολαμβάνουν πολλοί, φέρνει πραγματικά αποτελέσματα τα οποία είναι έξω από την τεχνολογία.

Και εάν το κοιτάξουμε ιστορικά, τα δίκτυα των υπολογιστών ήταν τα πρώτα τα οποία αναπτύχθηκαν και υπάρχουν πλέον ήδη σαν κοινότητα υποδομή. Στη δεκαετία του '65-'70 βρέθηκε τρόπος, ή μάλλον τρόπος υπήρχε πάντα, αλλά κατορθώθηκε σε εμπορικό τρόπο να συνδεθούν πολλά συστήματα στην αρχή μεγάλων εταιρειών, αλλά αργότερα χάρη σε διεθνείς προσπάθειες προτυποποίησης.

Φτιάχτηκαν τέτοια πρωτόκολλα επικοινωνίας, ώστε να μπορούν να συνδεθούν πλέον μηχανήματα πολλών κατασκευαστών. Και έτσι από μεμονωμένες υπολογιστικές μηχανές, δηλαδή από μεμονωμένους υπολογιστές, να έχουμε σήμερα δίκτυα υπολογιστών και τα δίκτυα αυτά να είναι σε διάφορα επίπεδα.

Να μπορούμε με γεωγραφικά κριτήρια να τα κρίνουμε. Δηλαδή δίκτυα που καταλαμβάνουν ένα κτίριο και μπορούν οι προσωπικοί υπολογιστές του κτιρίου αυτού να επικοινωνούν χωρίς να χρειάζεται φυσική μεταφορά της πληροφορίας σε χαρτί ή σε οτιδήποτε άλλο. Είτε σε επίπεδο πόλης, είτε σε επίπεδο χώρας, είτε και σε επίπεδο παγκόσμιου.

Αλλά μπορούμε να χωρίσουμε και τον τρόπο της δικτύωσης με κριτήρια οργανωτικά. Δηλαδή μπορούμε να πούμε ότι υπάρχουν δίκτυα τα οποία είναι αποκλειστική κατασκευή και λειτουργία και κτήμα εταιρειών. Και οι εταιρείες αυτές μπορεί να είναι μεγάλες εταιρείες που είναι άσχετες με την πληροφορική.

Απλώς τα χρησιμοποιούν για να διευκολύνουν την δουλειά τους. Μπορεί να είναι δίκτυα εταιρειών που έχουν σχέση με την πληροφορική, μεγάλοι κατασκευαστές υπολογιστικών συστημάτων. Μπορεί να είναι δίκτυα χωρών, δηλαδή κρατικών οντοτήτων. Ή και μπορεί να είναι παγκόσμια δίκτυα, είτε με χρέωση, όπως είναι κατ' αναλογία του τηλεφωνικού, είτε και δωρεάν.

Υπό την έννοια ότι ο καθένας και αυτό είναι το ωραίο στο δίκτυο, όπως στα ακαδημαϊκά δίκτυα τα οποία είναι παγκόσμια, συνεισφέρει τη δική του σύνδεση στο δίκτυο, δηλαδή πληρώνει μια κάποια τηλεπικοινωνιακή σύνδεση με τον κοντύτερό του κόμβο. Κι αυτό είναι το μόνο πράγμα που πληρώνει.

Από εκεί και πέρα, αυτό το δίκτυο μεγαλώνει μόνο του. Δεν υπάρχει κανένας οργανισμός ή καμία ανώτερη αρχή η οποία εμποδίζει ή προωθεί την επέκταση του δικτύου. Είναι ένα δίκτυο στο οποίο ο καθένας που εκπληρώσει κάποια ελάχιστα κριτήρια, μπορεί να συνδεθεί, να πληρώσει κάποιο μικρό κόστος που είναι προς το κοντύτερό του άκρο του προηγούμενως υπάρχοντος δικτύου.

Και από εκεί και πέρα, όλη η επικοινωνία είναι δωρεάν. Και βλέπετε σήμερα, και στο Πολυτεχνείο έχουμε φοιτητές πρωτοετείς που επικοινωνούν σε καθημερινή βάση με φίλους τους στην Αυστραλία, στην Αμερική κλπ., χωρίς να χρεώνονται τίποτα. Δηλαδή είναι ένα κατασκευασμα τεχνικό το οποίο για πρώτη φορά φέρνει κοντά τους ανθρώπους με αυτό τον τρόπο και με αυτό τον έξυπνο τρόπο.

Άρα λοιπόν πρέπει κανείς όταν μιλάει για τηλεπικοινωνιακά δίκτυα να καθορίζει ξεκάθαρα αυτούς τους τρόπους διαχωρισμού τους και τους τρόπους χρήσεως. Μια άλλη βασική σημασία που έχει σχέση με την τεχνολογία, είναι τα πρώτα δίκτυα και μέχρι τώρα σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα, τα δίκτυα που είχαν σχέση τουλάχιστον με την πληροφορική - όπως την εννοούμε - ήταν δίκτυα μεταφοράς δεδομένων.

Άρα, ήταν δίκτυα με τα οποία επικοινωνούσαν οι υπολογιστές. Και μέσω των δικτύων αυτών ανταλλάσσουν και αντάλασσαν οι υπολογιστές είτε δεδομένα - για να κάνουν την επεξεργασία πάνω σ' αυτά - είτε και προγράμματα.

Όμως πέραν αυτού, υπήρχε και υπάρχει και είναι το μεγαλύτερο δίκτυο φυσικά, το τηλεφωνικό δίκτυο το οποίο μέχρι τώρα πολλοί το θεωρούν ότι είναι κάτι έξω από την πληροφορική. Τα πράγματα όμως ραγδαία αλλάζουν. Ήδη σε πολλές χώρες έχουν αλλάξει.

Και υπάρχει το πρόγραμμα, ούτε καν η βούληση, υπάρχουν σαφή βήματα τα οποία άλλες χώρες έχουν προχωρήσει πιο πολύ, άλλες πιο λίγο, να κοιτάμε όλοι τη δικτύωση την επικοινωνιακή με έναν ενιαίο τρόπο. Δηλαδή, να μη θέλουμε να διαχωρίσουμε το δίκτυο του τηλεφώνου, από το δίκτυο της μεταφοράς δεδομένων.

Γιατί αυτό; Διότι έχοντας έναν ενιαίο τρόπο δικτυώνοντας με ενιαίο τεχνολογικά τρόπο και για τις δυο περιπτώσεις, έχουμε τη δυνατότητα, κατ' αρχήν ο εξοπλισμός να είναι κοινός, και καλύτερες θέσεις του εξοπλισμού.

Έχουμε τη δυνατότητα προφανώς να συντηρούμε ένα δίκτυο. Αλλά επιπλέον, έχουμε τη δυνατότητα αναμειγνύοντας τη φωνή που είναι το τηλέφωνο και τα δεδομένα, να φτιάξουμε υπηρεσίες επικοινωνιακές, οι οποίες είναι ανοιχτές.

Δηλαδή, ούτε ξέρουμε, ούτε μπορούμε να προβλέψουμε ποια θα είναι τα μελλοντικά βήματα εκεί πέρα και ποιες θα είναι οι μελλοντικές αναμειξεις των δυο πραγμάτων και τι προϊόντα. Προϊόντα υπό την έννοια των υπηρεσιών. Τι είδους υπηρεσίες συνεχώς θα βλέπουμε.

Και αυτό το φαινόμενο που παρατηρούμε, οδηγεί στα λεγόμενα ολοκληρωμένα δίκτυα. Ολοκληρωμένα υπό την έννοια ότι ένα και μοναδικό δίκτυο θα μπορεί να είναι ικανό να μεταφέρει φωνή, δεδομένα και σε μεγαλύτερο βαθμό στο μέλλον και εικόνα. Και όταν λέμε εικόνα, πάλι διαχωρίζουμε τη σταθερή εικόνα και την κινούμενη εικόνα που ουσιαστικά καταλήγει στην τηλεόραση.

Άρα λοιπόν, η τάση είναι και φυσικά όλα αυτά με βάση τα επιτεύγματα της μικροηλεκτρονικής, διότι όλα αυτά είναι κυκλώματα τα οποία πρέπει να συμπυκνωθούν σε όγκο και σε βάρος, να είναι πολύ μικρά, ώστε να μπορούμε σε ένα συγκεκριμένο μηχάνημα να βάλουμε πάρα πολλές λειτουργίες για να μπορέσουν να γίνουν δυνατά όλα αυτά τα πράγματα.

Και δεύτερο και σημαντικότερο, δεν είναι ούτε ο όγκος, ούτε το βάρος, αλλά είναι το κόστος. Η μικροηλεκτρική επιτρέπει δραστική και θεαματική μείωση του κόστους π.χ. μια πράξη η οποία το 1950, μια λειτουργία, μια στοιχειώδης, πρόσθεση, είχε αξία 10 δραχμών, τώρα έχει αξία χιλιοστών της δραχμής.

Διότι, δίνει τη δυνατότητα μαζικής παραγωγής κυκλωμάτων. Και τα κυκλώματα αυτά είναι όλο και περισσότερο πυκνότερα, άρα μπορούν να κάνουν όλο και περισσότερες λειτουργίες με το ίδιο κόστος.

Άρα λοιπόν η μικροηλεκτρονική συνεισφέρει στο να μπορούμε να συμπιέσουμε όλες αυτές τις υλοποιήσεις των λειτουργιών αυτών, τις πραγματοποιήσεις αυτών των λειτουργιών. Και να μπορούμε να μιλάμε σήμερα για δίκτυα τα οποία είναι κοινά, σε λίγο θα είναι κοινά για όλες τις λεγόμενες υπηρεσίες.

Για παράδειγμα, σήμερα, η τηλεφωνία είναι μια τηλεπικοινωνιακή υπηρεσία την οποία γνωρίζουμε όλοι. Γνωρίζουμε ποιος την παρέχει, πως την πληρώνουμε.

Άλλη τηλεπικοινωνιακή υπηρεσία είναι η μεταφορά δεδομένων, όπως είπαμε. Εκεί πέρα είναι πιο περίεργη η κατάσταση, διότι η χρέωση μπορεί να είναι ανάλογη χρέωση του τηλεφώνου μέχρι 0, να μη χρεώνεται τίποτα, όπως το παράδειγμα που σας είπα.

Άρα λοιπόν, δεν μπορούμε να μιλάμε για επικοινωνίες και για επέκταση των επικοινωνιών, χωρίς να σκεφτόμαστε, τον κοινωνικό και οικονομικό παράγοντα που είναι ο βασικός και η κινητήρια δύναμη αυτής της ιστορίας.

Παράδειγμα σημαντικότητας, αλλά πεπαλαιωμένο ήδη, είναι το "Μινιτέλ" στη Γαλλία το οποίο ξεκίνησε, αυτό είναι μια υπηρεσία καθαρά, κι αυτό είναι ένα άλλο παράδειγμα, πως πάμε στην ολοκλήρωση των υπηρεσιών.

Το "Μινιτέλ" στην Γαλλία ήταν μια ιδέα του γαλλικού οργανισμού Τηλεπικοινωνιών να αντικαταστήσει τον τυπωμένο κατάλογο, δηλαδή τον κατάλογο που κάθε δυο χρόνια είχε υποχρέωση να στέλνει σε όλους τους συνδρομητές, και ο οποίος είχε καταντήσει να γίνει μια ολόκληρη εγκυκλοπαίδεια, δηλαδή δεκάδες φύλλα χαρτί για κάθε συνδρομητή, να τον αντικαταστήσει με έναν ηλεκτρονικό κατάλογο που σε ορισμένα κεντρικά σημεία του δικτύου, υπολογιστές είχαν πρόσβαση στα δεδομένα του τηλεφωνικού καταλόγου. Μπορούσαν δηλαδή να δουν το τηλεφωνο των συνδρομητών και να δώσει πρόσβαση σε όποιον θέλει, σε όποιον ήθελε τότε. Δηλαδή αντί να στείλει τον κατάλογο σε τυπωμένη μορφή, του έδινε δωρεάν ένα μικρό τερματικό, και με στοιχειώδεις ενέργειες τότε, κατόρθωνε να περνάει την κίνηση του τερματικού. Δηλαδή να περνάει δεδομένα μέσω του τηλεφωνικού δικτύου μέχρι τη βάση δεδομένων και μέχρι τον υπολογιστή που ήταν αποθηκευμένα τα στοιχεία αυτά.

Έτσι είχε πολλά πλεονεκτήματα. Πρώτον, η εξοικονόμηση του χαρτιού και το κόστος. Δεν υπήρχε καινούργιος και παλιός κατάλογος γιατί πάντοτε περνούσαν μέσα κάθε αλλαγή, κάθε εβδομάδα, ή κάθε μέρα το βράδυ. Δηλαδή ο κατάλογος ήταν απόλυτα σωστός.

Και τρίτο και σπουδαιότερο, κατόρθωσε έτσι να διαδώσει σε πάρα πολύ μεγάλο αριθμό ανθρώπων μερικές εκατοντάδες χιλιάδες οι οποίοι δεν πληρώσανε τίποτα, το πήραν αυτό δωρεάν, να διαδώσει τη χρήση του ηλεκτρονικού αυτού τρόπου πρόσβασης σε κάποια βάση δεδομένων. Δηλαδή, τους έκανε χρήστες δικτύων δεδομένων. Το ευρύ κοινό. Όχι τους επιστήμονες, ούτε τους ειδικούς, αλλά το ευρύ κοινό.

Η ιδέα αυτή σιγά-σιγά άρχισε να επεκτείνεται και το επόμενο βήμα ήταν ότι διάφοροι άλλοι σκέφτηκαν ότι ο Γαλλικός Οργανισμός κάνει αυτό το πράγμα με τον τηλεφωνικό κατάλογο, γιατί να μην το κάνουμε εμείς με τους κινηματογράφους της πόλης μας, ή με οποιαδήποτε άλλη πληροφορία που έχει κάποια εμπορική αξία.

Άρα λοιπόν μπήκαν άλλοι πάνω στο ίδιο δίκτυο, δηλαδή χρησιμοποιήθηκε η ίδια υποδομή για να διοχετεύσουν οι άλλοι, για να προσφέρουν πληροφορίες μέσω του συστήματος. Τα τερματικά υπήρχαν ήδη. Με το να μπουνε καινούργιοι πωλητές πληροφορίας, ή μάλλον στην αρχή δεν ήταν πωλητές, γιατί την πληροφορία αυτή την έδιναν δωρεάν, γιατί είχαν συμφέρον να τη διαδώσουν.

Με το να γίνει αυτό το πράγμα, αμέσως-αμέσως. Και επειδή, μερικοί ήδη ξέρανε αυτή τη χρήση, οι υπόλοιποι από μίμηση ή από πραγματική ανάγκη, άρχισαν να ζητάνε και να αγοράζουν και οι ίδιοι τέτοια τερματικά. Και έτσι σιγά-σιγά έφυγε από τη φάση της δωρεάν παροχής αυτών των τερματικών. Βέβαια έγινε πιο πλούσιο κλπ. με αποτέλεσμα να γίνει μια κανονική υπηρεσία η οποία είναι τόσο αναγκαία πλέον, που οι Γάλλοι αγοράζουν το τερματικό τους και πληρώνουν το κόστος το επικοινωνιακό και οι άλλες υπηρεσίες που τέθηκαν εκ των υστέρων δεν είναι πια δωρεάν.

Και ο αριθμός σήμερα των οργανισμών, των εταιρειών, ή και των ιδιωτών που πουλάνε την πληροφορία, ή τη διαθέτουν την πληροφορία, ή την προσφέρουν δωρεάν μέσω αυτού του τηλεφωνικού δικτύου ουσιαστικά, είναι μερικές χιλιάδες. Και οι συνδρομητές φυσικά είναι δεκάδες εκατομμύρια.

Πρέπει να συμπληρώσω ότι σε άλλες χώρες που είναι εξίσου, ή και ανώτερα τεχνολογικά ανεπτυγμένες από τη Γαλλία, αυτή η επανάσταση δεν έγινε. Διότι κανείς δεν είχε το θάρρος εκεί να κάνει αυτό το πρώτο βήμα. Διότι το πρώτο βήμα αυτό είναι σημαντικό στα δίκτυα. Διότι, τα δίκτυα επικοινωνιακά σημαίνουν συνδρομητές.

Κι εάν δεν υπάρχει μια κριτική πρώτη μάζα, ουδέποτε θα μπορέσουν να αυξηθούν. Διότι ο καθένας που μπαίνει στο δίκτυο, όχι μόνο είναι ένας καινούργιος πελάτης, αλλά αυξάνει την αξία του δικτύου για όλους τους άλλους. Γιατί όλοι οι άλλοι μπορούν να επικοινωνήσουν με έναν παραπάνω.

Άρα λοιπόν υπάρχει πάντοτε μια κριτική μάζα σε όλα αυτά και είναι το θέμα με ποιον τρόπο κανείς θα μπορέσει να την εξασφαλίσει για να αρχίσει μετά από μόνο του αυτό το πράγμα να επεκτείνεται.

Έτσι λοιπόν, σε άλλες χώρες έγιναν άλλα πειράματα, άλλες τέτοιες προσπάθειες. Και εν πάση περιπτώσει, η ολοκλήρωση του δικτύου δεδομένων με το τηλεφωνικό δίκτυο, είναι πλέον πραγματικότητας τεχνολογική. Και φυσικά, βασίζεται στο ότι όλη η πληροφορία, εάν το κοιτάξουμε από τεχνολογική άποψη, είναι ψηφιοποιημένη.

Δηλαδή, είτε μιλάμε για μετάδοση φωνής, είτε αργότερα θα μιλήσουμε για μετάδοση εικόνας τα δεδομένα είναι έτσι κι αλλιώς σε ψηφιακή μορφή. Όλα πριν μπουν στο δίκτυο, πρέπει να μετατραπούν σε ψηφιακή μορφή. Διότι το δίκτυο ακριβώς επειδή πρέπει να είναι ενιαίο - όπως είπαμε - δε μπορεί να μεταφέρει τίποτε άλλο παρά bit πληροφορίες.

Άρα λοιπόν, η ψηφιοποίηση, είναι το βασικό βήμα και είναι τεχνικά πραγματοποιήσιμο, με φτηνό κόστος ώστε να μην υπάρχει πρόβλημα.

Τώρα, πάνω σ' αυτά αρχίζουν και όπως σας είπα αυτή η ιστορία με το "Μινιτέλ" είναι ένα μικρό παράδειγμα. Αλλά επειδή η δυνατότητα άνοιξε, από εδώ και πέρα υπάρχει μια ολόκληρη επιστήμη, μια ολόκληρη περιοχή των επικοινωνιών που ασχολείται ακριβώς μ' αυτό, με τη διατύπωση, τις προδιαγραφές και την πραγματοποίηση υπηρεσιών. Κι όταν λέμε υπηρεσιών, εννοούμε επικοινωνιακών υπηρεσιών.

Και η κατάσταση είναι ως εξής. Υποτίθεται ότι υπάρχει μια δικτυακή υποδομή σε μια χώρα, δηλαδή ένα τηλεφωνικό δίκτυο το οποίο όμως είναι τέτοιας μορφής και σε τέτοιο βαθμό εκσυγχρονισμένο, που μπορεί να μεταφέρει ψηφιακή πληροφορία. Άρα μπορούμε να το φέρουμε και σε δεδομένο. Άρα μπορούμε πάνω από εκεί να προσφέρουμε υπηρεσίες. Οι υπηρεσίες αυτές αρχίζουν από την τηλεφωνία και επεκτείνονται. Μπορούμε να τις κατατάξουμε σε βασικές κατηγορίες, όπως είναι για παράδειγμα οι υπηρεσίες αλληλεπίδρασης. Οι υπηρεσίες αλληλεπίδρα-

σης σημαίνει ότι υπάρχει κάποια συμμετρία. Το πιο συμμετρικό παράδειγμα είναι το τηλέφωνο, η τηλεφωνία. Όπου δυο άνθρωποι τηλεφωνούν και ο ρόλος των δυο είναι τελείως συμμετρικός. Δεν υπάρχει καμία διαφοροποίηση. Ο ένας μιλάει ο άλλος ακούει και μετά αλλάζει ο ρόλος τους κατά τη διάρκεια της σύνδεσης.

Κατά τον ίδιο τρόπο, υπάρχουν μέσα στις υπηρεσίες της αλληλεπίδρασης που είναι γενικότερες, μάλλον η αλληλεπίδραση είναι ότι κάποιος είναι συνδεδεμένος μέσω ενός δικτύου με κάτι άλλο και υπάρχει επικοινωνία και στις δυο κατευθύνσεις.

Μέσα στην αλληλεπίδραση υπάρχει η υπηρεσία διαλόγου, όπως είναι η υπηρεσία της τηλεφωνίας και η υπηρεσία της βιντεοτηλεφωνίας, δηλαδή της τηλεφωνίας με μικρή τηλεόραση η οποία είναι δυνατή, έχει φτιαχτεί εδώ και πολλά χρόνια, αλλά δεν έχει, για προφανείς λόγους, εμπορική επιτυχία, διότι κανείς δεν θέλει την ώρα που τηλεφωνάει να τον βλέπει ο άλλος.

Δηλαδή είναι μια υπηρεσία η οποία από το κοινό δεν έχει γίνει δεκτή. Στη Γερμανία και στη Γαλλία είχε δοκιμαστεί πριν τουλάχιστον 10 χρόνια. Το κοινό δεν τη θέλει, παρ' όλο που προσπαθήσανε εκεί πέρα με τον ίδιο τρόπο και στην αρχή δωρεάν να την προωθήσουν.

Άλλη υπηρεσία αλληλεπίδρασης είναι η υπηρεσία μηνυμάτων. Δηλαδή η δυνατότητα μέσω του ίδιου δικτύου να μεταδίδουμε μηνύματα, μικρά προσωπικά μηνύματα, όπως σας είπα πριν το παράδειγμα του Πολυτεχνείου. Οποιοδήποτε ερευνητικό ίδρυμα είναι συνδεδεμένο σε ένα ενιαίο ακαδημαϊκό δίκτυο.

Το μήνυμα έχει μια βασική διαφορά από την υπηρεσία διαλόγου. Η υπηρεσία διαλόγου σημαίνει ότι και οι δυο πρέπει να είναι διαθέσιμοι. Για παράδειγμα όταν τηλεφωνήσουμε και ο άλλος δεν απαντήσει, χάνουμε την προσπάθεια, χάνουμε την ώρα μας, εκνευριζόμαστε και εντέλει χρησιμοποιούμε και το δίκτυο. Γιατί το δίκτυο εάν τηλεφωνήσουμε από εδώ στο Λονδίνο και αφήσουμε το τηλέφωνο να χτυπήσει μισό λεπτό, όλη αυτή η φασαρία κοστίζει. Δηλαδή χρησιμοποιούμε λειτουργίες του δικτύου, χωρίς να πετύχουμε ουσιαστικά τίποτα.

Το μήνυμα έχει το προτέρημα ότι μπορεί και αποθηκεύεται. Άρα λοιπόν μπορούμε να στείλουμε σε κάποιον ένα μήνυμα και αυτός να το λάβει όταν πάει στο γραφείο του, θα αποθηκευτεί κάπου. Είναι υπηρεσία που αποθηκεύει το μήνυμα το οποίο είναι σε μορφή κειμένου. Και διαχωρίζεται.

Και γύρω απ' αυτό φυσικά υπάρχει μια ολόκληρη διακλάδωση, μια ολόκληρη άλλη κατανομή που μπορεί κανείς να σκεφτεί ότι τα μηνύματα αυτά πάνε από τον έναν στον άλλον, ή πάνε σε μια κεντρική αποθήκευση όπου ο άλλος μπορεί να τα πάρει και να τα παίρνει περιοδικά, ή να στέλνουμε κάτι και εκεί πέρα στην κεντρική αποθήκευση να υπάρχει κάποιος κατάλογος διανομής, έτσι ώστε να μπορούμε να στείλουμε ένα μήνυμα σε πολλούς σε διαφήμιση κλπ.

Άρα λοιπόν, πίσω απ' αυτό κρύβονται πάρα πολλά. Δεν τα λέμε όλα. Απλώς να πάρετε μια ιδέα του βασικού διαχωρισμού όλων αυτών των πραγμάτων. Και φυσικά όταν λέμε μήνυμα σήμερα το πράγμα το οποίο μεταφέρεται είναι κείμενο. Αύριο πολύ σύντομα θα μπορεί να έχουμε και φωνή. Αυτό φυσικά υπάρχει τώρα υπό την έννοια ότι υπάρχει ο τηλεφωνητής. Αυτό είναι ωραίο παράδειγμα.

Υπάρχει ο τηλεφωνητής και μπορεί κανείς πάνω στο τηλεφωνικό δίκτυο, όσο και πρωτόγονο να είναι, να φτιάξει μια τέτοια υπηρεσία μηνύματος. Και μάλιστα ακόμα πιο εξελιγμένη απ' αυτή που σας την περιγράψω, δεδομένου ότι στην άλλη άκρη πάει και αποθηκεύεται η φωνή αυτού που στέλνει σε ένα μαγνητόφωνο.

Αυτό βέβαια, όπως και το fax για παράδειγμα, είναι και υπηρεσίες οι οποίες όμως είναι υπό την έννοια αυτήν πρωτόγνωρες, ότι δεν χρησιμοποιούν ακριβώς το δίκτυο και όλες του τις δυνατότητες που μελλοντικά θα έχει, αλλά απλώς κάνουν την υπηρεσία, την υλοποιούν στα δύο άκρα. Το ενδιάμεσο μέρος είναι φτωχό και αρκετά πεζό και αρκετά πεπαλαιωμένο. Όσο πεπαλαιωμένο και να είναι, τα δυο τερματικά στα δύο άκρα είναι τόσο εξελιγμένα στην περίπτωση του μηχανήματος του fax ή στην περίπτωση του τηλεφωνητή.

Και αντίστοιχα, τόσο ακριβά φυσικά γιατί τα χρησιμοποιεί ένα άτομο μόνο, ώστε να κρύβουν τις ατέλειες του δικτύου. Στην εξέλιξη που μιλάμε, λέμε ότι το δίκτυο το ίδιο θα έχει ενσωματωμένες λειτουργίες τις οποίες θα χρεώνει βέβαια, αλλά με πολύ μικρότερο κόστος απ' ότι κοστίζει σήμερα να έχουμε ένα ιδιωτικό fax, ή έναν ιδιωτικό τηλεφωνητή. Θα χρεώνει μια τέτοια υπηρεσία μηνυμάτων.

Δηλαδή θα μπορεί κανείς να μιλάει για μισό λεπτό, να αποθηκεύεται σε ψηφιακή μορφή στο δίκτυο και ο άλλος όταν πάει σπίτι του να καλεί έναν αριθμό και να συνδέεται με αυτήν τη βάση των δεδομένων και να ακούει τη φωνή. Δηλαδή, το ίδιο πράγμα, αλλά φτιαγμένο με πολύ καλύτερα τεχνολογικό τρόπο και άρα και με πολύ πιο φτηνή διάθεση στον κόσμο. Άρα, θα χρησιμοποιηθεί πολύ περισσότερο απ' ότι το ξέρουμε τώρα, θα είναι διαθέσιμο σε όλους και οποιοσδήποτε συνδέεται στο τηλεφωνικό δίκτυο, θα μπορεί να έχει όλες αυτές τις υπηρεσίες. Αυτή είναι η επανάσταση. Το καθένα απ' αυτά μόνο του εάν το σκεφτείτε γίνεται και γινόταν ίσως και παλιότερα. Αλλά ο συνδυασμός όλων αυτών κάτω από ένα ενιαίο κατασκεύασμα, είναι το καινούργιο.

Προχωράμε. Υπάρχουν οι υπηρεσίες χρήσης πληροφορίας. Το video-text είναι κάτι σαν το "Μινιτέλ" που σας είπα, που εκεί πέρα ο ρόλος είναι διαφορετικός. Υπάρχουν πάρα πολλά εκατομμύρια συνδρομητές. Και υπάρχουν μερικές χιλιάδες οργανισμοί, ιδιώτες ή στιδιδήποτε, που δίνουν πληροφορίες.

Στην Αμερική για παράδειγμα μπορεί κανείς να τηλεφωνήσει σε ορισμένα νούμερα που αρχίζουν από 800 ή από 900. Τα μεν είναι δωρεάν, τα δε είναι τόσα πολλά, που μπορείτε να τηλεφωνήσετε σε αυτά τα νούμερα και να σας πούνε οποιοσδήποτε φαγητού σε όλο τον κόσμο, π.χ. κινέζικου φαγητού, τη συνταγή.

Αυτό είναι μια τηλεφωνική υπηρεσία υπό την έννοια, ότι παρ' όλο ότι πάλι είναι ένα κοινό τηλέφωνο, το δίκτυο έχει επιτρέψει το έξυπνο μέρος του δικτύου, δηλαδή η πληροφορική που έχει εισχωρήσει μέσα σ' αυτό το δίκτυο και έχει κάνει αυτό το πράγμα, το μόνο που έχει κάνει δυνατό, είναι τη χρέωση ουσιαστικά.

Δηλαδή, αυτός τον οποίο θα καλέσετε, όταν θα κάνετε ένα τέτοιο τηλεφώνημα, θα πληρώσετε στον τελικό σας λογαριασμό, όχι μόνο το κόστος του τηλεφωνήματος, αλλά και το κόστος της πληροφορίας. Κι αυτό είναι λογικό. Και υπάρχει η δυνατότητα μέσω του δικτύου και η εξυπηνάδα όλου του δικτύου και η πληροφορική διάσταση, είναι ότι καταλαβαίνει το δίκτυο ότι κλήθηκε ένας αριθμός που πληρώνει πληροφορία και χρέωσε δύο πράγματα. Πρώτον τη χρήση του δικτύου και δεύτερον τη χρήση πληροφορίας.

Εσείς πληρώνετε με έναν ενιαίο λογαριασμό στον ΟΤΕ, αλλά εκεί πέρα γίνεται διαχωρισμός του κόστους και ο άλλος παίρνει τα χρήματα που του ανήκουν, επειδή προσέφερε αυτήν την υπηρεσία.

Αυτό πάλι μπορεί να φαίνεται πεζό, αλλά είναι η κινητήρια δύναμη που έκανε όλους αυτούς τους ανθρώπους να θελήσουν να φτιάξουν αυτήν την υπηρεσία και να την προσφέρουν μέσω του δικτύου, αλλιώς δε θα το κάνανε ποτέ.

Αυτές είναι οι υπηρεσίες αλληλεπίδρασης - όπως είπαμε. Ένα μεγάλο άλλο σύνολο υπηρεσιών, είναι οι λεγόμενες υπηρεσίες κατανομής. Αυτά κατά κανόνα σήμερα τα ξέρουμε πάρα πολύ καλά. Και πάλι δεν είναι τίποτα καινούργιο. Ουσιαστικά είναι το ραδιόφωνο και η τηλεόραση.

Υπηρεσία κατανομής σημαίνει ότι ένας στέλνει σε εκατομμύρια, όπως είναι ένας ραδιοφωνικός σταθμός. Τι σχέση έχει αυτό με τις επικοινωνίες; Η τάση είναι τα δυο δίκτυα. Δηλαδή το δίκτυο το ασύρματο που είναι η επικοινωνία και που η τηλεφωνία σήμερα και τα δίκτυα για τα οποία μιλάμε. Και τα οποία γρήγορα θα έχουν και μέρος ασύρματο για κινητή επικοινωνία. Και το δίκτυο - εντός εισαγωγικών - γιατί δεν πρόκειται για δίκτυο, διότι ο ραδιοφωνικός σταθμός και ο τηλεοπτικός σταθμός στέλνουν στον αέρα, στον αιθέρα αντί στο κενό, με ηλεκτρομαγνητικά κύματα και τα οποία συλλαμβάνουν με κεραίες και τα οδηγούν στην τηλεόραση.

Αυτά τα δυο θέλουμε να συγχωνευθούν. Και είναι τεχνικά πάλι δυνατόν να συγχωνευθούν. Και σε πολλές χώρες, όπως είναι οι Κάτω Χώρες. Στο Βέλγιο από το 1965 έχουν συγχωνευθεί υπό την έννοια ότι εάν πάτε στο Βέλγιο δεν βλέπετε κεραίες πουθενά, διότι από τότε υπάρχει καλωδίωση όλης της χώρας. Και στο μικρότερο χωριό, πέραν των καλωδίων του ρεύματος και του τηλεφώνου, υπάρχει και ένα καλώδιο που περιφέρεται σε όλα τα σπίτια του χωριού και δίνει τηλεόραση. Άρα λοιπόν το ηλεκτρομαγνητικό κύμα που μεταδίδει η τηλεόραση είναι εγκλωβισμένο μέσα σε ένα καλώδιο.

Τι προτέρημα έχει αυτό; Πρώτον, έχει βέβαια το προτέρημα ότι η λήψη είναι τέλεια. Δεν υπάρχει επιρροή από ατμοσφαιρικές συνθήκες κλπ. Δεύτερο, ότι εκεί, εκεί πάνω πάλι, υπάρχει η δυνατότητα μικρής αλληλεπίδρασης με το χρήστη. Λέμε ότι στις υπηρεσίες κατανομής, είναι χωρίς δυνατότητα ελέγχου από το χρήστη, είναι η κανονική τηλεόραση.

Γιατί; Διότι στην αντίστροφη φορά, δηλαδή από τον συνδρομητή αυτόν που ακούει την ΕΡΤ προς την ΕΡΤ, δεν υπάρχει τεχνολογικός τρόπος αυτήν τη στιγμή να επέμβουμε. Και ο λόγος είναι απλός. Διότι, η ΕΡΤ είναι μία, ενώ οι συνδρομητές είναι δεκάδες δισεκατομμύρια.

Αρα το καλώδιο, το οποιοδήποτε μέσο, δεν έχει τη δυνατότητα να φέρει στην αντίθετη πλευρά τόσα πολλά μηνύματα ξεχωριστά. Έχει τη δυνατότητα να φέρει μόνο ένα σήμα όσο και ευρέως φάσματος να είναι, όπως η τηλεόραση, το οποίο να είναι κοινό για όλους. Όλοι να ακούνε. Άρα είναι κοινό το σήμα. Ενώ εάν θέλανε όλοι να μιλήσουν πίσω και να πούνε έστω και κάτι ελάχιστο, αυτό δε γίνεται με το να χρησιμοποιούμε τον αέρα ή το κενό σα μέσο διάδοσης.

Εάν όμως χρησιμοποιούμε καλώδιο, επειδή το καλώδιο αυτό διαχωρίζεται τοπολογικά και μπορεί κανείς ανά μερικούς χιλιάδες συνδρομητές να το οδηγεί από εκεί και πέρα μέσα στο κανονικό δίκτυο. Μπορεί να υπάρχει έστω και μια μικρή αλληλεπίδραση από τους χρήστες προς το μέρος που εκπέμπει.

Αυτό τι σημαίνει; Μπορεί να σημαίνει ότι εάν μια χώρα στην Ευρώπη είναι συνδεδεμένη με τον τρόπο αυτό με όλους τους ραδιοφωνικούς σταθμούς όλων των χωρών που θα είναι μερικές χιλιάδες, θα μπορεί εδώ στην Ελλάδα ένας συνδρομητής να έχει με τον καλωδιακό αυτό τρόπο πάλι 20 κανάλια, όπως έχει και τώρα. Αλλά τα 20 αυτά θα είναι επιλεγμένα από τις μερικές χιλιάδες.

Μ' αυτήν τη μικρή δυνατότητα επιλογής, δεν λέμε ότι εσείς θα στέλνετε και θα λέτε ότι θέλω να δω το τάδε έργο, αλλά θα μπορείτε να επιλέγετε ένα υποσύνολο από ένα πολύ μεγαλύτερο σύνολο σταθμών. Κι αυτός είναι ένας από τους λόγους που θέλουμε τα δίκτυα της διανομής, που είτε είναι δίκτυα είτε δεν είναι, να ενσωματωθούν στο κοινό αυτό επικοινωνιακό δίκτυο για το οποίο μιλάμε.

Βεβαίως εδώ πρέπει να πούμε ότι αυτό που υπάρχει σαν καλωδιακή τηλεόραση που λέω ότι υπήρχε πριν πολλά χρόνια, ήταν σε ένα καλώδιο αμαξωνικό. Τώρα όλα αυτά γίνονται με οπτικές ίνες, μια τεχνολογία η οποία είναι πλέον αρκετά ώριμη, χρησιμοποιείται σε πολλές χώρες. Στην Ελλάδα υπάρχουν πάρα πολλές συνδέσεις με οπτικές ίνες, του ΟΤΕ.

Και οι οπτικές ίνες έχουν πάλι θεαματικά αυξημένες δυνατότητες εύρους ζώνης, δηλαδή εάν ένα αμαξωνικό καλώδιο, ένα κοινό καλώδιο μπορεί να περάσει 10 σταθμούς τηλεόραση, μια οπτική ίνα με την τεχνολογία που έχουμε, μπορεί να περάσει 100 φορές παραπάνω σταθμούς.

Άρα ουσιαστικά με την πρόοδο στις οπτικές ίνες και στη μετάδοση, εκλείπει πλέον αυτή η ακρίβεια. Η έννοια του εύρους ζώνης. Το εύρος ζώνης είναι το στοιχείο εκείνο με το οποίο αποτυπώνεται πόσο συχνά στο χρόνο μπορούμε να στέλνουμε πληροφορία.

Άρα, δεδομένου ότι ένα συγκεκριμένο εύρος ζώνης δίνει ένα συγκεκριμένο αριθμό πληροφορίας. Και δεδομένου ότι η φωνή για παράδειγμα, θέλει 10.000 φορές λιγότερα δείγματα από τη μετάδοση κινούμενης εικόνας, δηλαδή την τηλεόραση. Αυτό σημαίνει ότι για να περάσετε ένα τηλεοπτικό κανάλι, θυσιάζετε μερικές χιλιάδες τηλεφωνικά κανάλια.

Έτσι και τη στιγμή που σήμερα ο ΟΤΕ μεταφέρει κάποια εικόνα κάποιου ποδοσφαιρικού αγώνα από κάποια άλλη χώρα, εκείνη την ώρα τα κυκλώματα αυτά θα μπορούσε να τα χρησιμοποιήσει για να έχει πολύ καλύτερη τηλεφωνική σύνδεση. Αυτό με τα σημερινά δεδομένα.

Με τις οπτικές ίνες, τείνει να γίνει η κατάσταση, να ανατραπεί τόσο θεαματικά ώστε ουσιαστικά το εύρος ζώνης να είναι σχεδόν δωρεάν. Να μην είναι ο περιορισμός στα δίκτυα, το εύρος ζώνης των γραμμών μετάδοσης, αλλά να είναι η δυνατότητα των κόμβων για μεταγωγή. Να φτιάχνουν τις συνδέσεις. Πόσο γρήγορα και πόσο αξιόπιστα και πόσες πολλές συνδέσεις συγχρόνως μπορούν τα κέντρα να ελέγξουν. Αυτό είναι το πρόβλημα σήμερα και όχι η μετάδοση. Για τις οποίες έχουμε ξεχάσει να πούμε ότι υπάρχουν και οι δορυφόροι, υπάρχουν και άλλοι τρόποι.

Εν πάση περιπτώσει ο στάνταρ τρόπος του μέλλοντος, ο τρόπος που είναι ο πιο φτηνός, ο πιο αξιόπιστος και που μέχρι στιγμής τίποτα δεν φαίνεται να μπορεί να τον συναγωνιστεί, είναι οι οπτικές ίνες.

Για να δείξουμε μια εικόνα το πως γίνονται αυτά. Σας είπα ότι πρώτον, ήθελα να πούμε για την έννοια των ψηφιακών δικτύων ολοκληρωμένων υπηρεσιών. Αυτές οι λέξεις από τα οποία βγήκαν αυτά τα αρχικά, τα ISDN, είναι πάρα πολύ έξυπνα διαλεγμένες. Και άμα το συζητήσουμε λίγο, θα πάρετε μια χοντρική εικόνα για το πως πραγματικά γίνονται.

Αυτό λέει ότι είναι ένα δίκτυο το οποίο είναι ψηφιακό. Δηλαδή, μπορεί να μεταφέρει μόνο ψηφιακής μορφής πληροφορία. Που σημαίνει ότι οτιδήποτε άλλο μεταφέρουν, πρέπει πρώτα να μετατραπεί σε σειρά από bit.

Σημαίνει επίσης, και αυτό είναι το πιο σημαντικό απ' όλα, δεν είναι πάλι το τεχνολογικό, είναι ότι όλα τα τηλέφωνα όλου του κόσμου που είναι μερικές εκατοντάδες εκατομμύρια, πρέπει να είναι ψηφιακά. Δηλαδή το σήμα να βγαίνει σε ψηφιακή μορφή. Τέτοια τηλέφωνα υπάρχουν, είναι φτηνά, αλλά παρ' όλα αυτά σαν κόστος, εάν το δείτε σαν ολικό κόστος για όλη την ανθρωπότητα είναι κάτι το τερατώδες.

Εν πάση περιπτώσει, για να συνδεθούμε σ' αυτά τα δίκτυα, πρέπει να έχουμε ψηφιακό τηλέφωνο. Άρα, το ψηφιακό μέρος είναι εκείνο το οποίο είναι ο κοινός παρονομαστής. Και το άλλο, είναι ότι είναι ολοκληρωμένες υπηρεσίες, ή "ιντεγκρέιτ σέρβις", εάν μπορούσαμε να το πούμε αλλιώς ότι είναι κοινές και ενσωματωμένες στο ίδιο δίκτυο. Αυτό ουσιαστικά σημαίνει, ότι το δίκτυο είναι ένα και σ' αυτό είναι ενσωματωμένες όλες οι υπηρεσίες. Αυτό που λέγαμε πριν. Αυτός ο τύπος δικτύου σε δύο φάσεις θα έρθει. Και ίσως οι τεχνολογικές εξελίξεις να είναι τέτοιες ώστε η πρώτη φάση να μην επικρατήσει καν. Δηλαδή πριν προλάβει να επικρατήσει η πρώτη φάση, να ξεχαστεί και να φτάσουμε αμέσως στη δεύτερη.

Ποιες είναι αυτές οι δυο φάσεις; Η πρώτη φάση η οποία υπάρχει σε όλες τις ανεπτυγμένες χώρες, στην Ελλάδα υπάρχει σε πειραματική μορφή και όπως σας είπα, ίσως και να μην την δούμε και ποτέ, γιατί πριν προφτάσει να ανδρωθεί θα είναι ήδη πεπαλαιωμένη. Στις ανεπτυγμένες χώρες υπάρχει αλλά δεν έχει επικρατήσει. Οι συνδρομητές είναι πάρα πολύ λίγοι. Δηλαδή δίκτυο στενής ζώνης.

Και βασίζεται στη βασική τεχνοοικονομική παραδοχή. Είναι τεχνοοικονομική παραδοχή, δεν είναι τίποτε άλλο. Ότι δεν μπορούμε να αλλάξουμε τα σύρματα. Ότι εάν πάρετε όλη την εγκατεστημένη επένδυση ενός δικτύου, ή του παγκόσμιου τηλεφωνικού δικτύου, γιατί εάν τα κοιτάμε από οικονομικής πλευράς όλα τα μεγέθη, το 99,9% του κόστους είναι το τηλεφωνικό δίκτυο. Όλα τα άλλα που λέμε είναι ακόμα ένα μικρό ποσοστό. Όχι, ίσως είναι υπερβολικό αυτό. Το 95% σίγουρα της επένδυσης είναι επενδεδυμένο στο τηλεφωνικό μέρος του δικτύου και το 5% στα δεδομένα για παραδείγμα.

Αλλά αυτό είναι το απόλυτο μέγεθος. Εάν κοιτάξετε ανάλογες στατιστικές ως προς την εξέλιξη, θα δείτε ότι το μεν τηλεπικοινωνιακό δίκτυο είναι σταθερό, το δε άλλο αυξάνει με θετικούς ρυθμούς. Όχι το δίκτυο, αλλά οι αντίστοιχες υπηρεσίες. Άρα λοιπόν αυτό είναι η στατική εικόνα, αλλά η εξέλιξη ευνοεί σαφώς τα δίκτυα δεδομένων.

Εν πάση περιπτώσει το τηλεφωνιακό δίκτυο είναι η μεγαλύτερη εγκατεστημένη επένδυση. Και μέσα σ' αυτήν την επένδυση, το μεγαλύτερο μέρος της δεν είναι ούτε τα κέντρα, ούτε τα τερματικά, τα τηλέφωνα, αλλά είναι τα εκατοντάδες εκατομμύρια χιλιομέτρων των δρόμων που έχουν σκαφτεί για να πέσουν τα καλώδια που συνδέουν το σπίτι μας με τα τοπικά μας κέντρα στα οποία ανήκουν εν γένει, απέχουν μερικά χιλιόμετρα ίσως και λιγότερο. Από ένα χιλιόμετρο μέχρι 5 χιλιόμετρα - ως πούμε τυπικά - απέχει το σπίτι μας από κάποιο κέντρο του ΟΤΕ.

Εάν προσθέσετε το έξοδο που έγινε για να σκαφτούν οι δρόμοι, να περάσουν τα καλώδια και το κόστος του καλωδίου, αυτό κάνει το μεγαλύτερο μέρος της επένδυσης.

Στο πρώτο στάδιο προς το ISDN - το λεγόμενο στενής ζώνης - προϋποθέτει ότι αυτό δεν θα αλλαχθεί. Άρα λοιπόν, χωρίς να αλλάξουμε την πρόσβασή μας, το καλώδιο αυτό, αλλάζοντας όμως το τερματικό μας, το τηλέφωνο που είναι ψηφιακό το οποίο θα κοστίζει όσο και το τηλέφωνο τώρα, και κάνοντας ελαφρές επεκτάσεις στα ψηφιακά κέντρα, όπου υπάρχουν. Γιατί όπως ξέρετε τα ψηφιακά κέντρα στην Ελλάδα είναι αναλογικά και τώρα ψηφιοποιούνται. Σε άλλες χώρες είναι μεγαλύτερο το ποσοστό των ψηφιακών κέντρων.

Κάνοντας μικρές αλλαγές στα ψηφιακά κέντρα και αλλάζοντας τα ψηφιακά, θα είναι δυνατή η πρόσβαση με ψηφιακό τρόπο του χρήστη προς το δίκτυο. Από τη στιγμή που ο χρήστης φτάσει στο δίκτυο με ψηφιακό τρόπο, από εκεί και πέρα η υποδομή σχεδόν υπάρχει και στην Ελλάδα και στο εξωτερικό.

Δηλαδή τα κέντρα μεταξύ τους είναι συνδεδεμένα με πολύ νεότερη τεχνολογία, απ' ότι τα σπίτια με το κέντρο. Γιατί; Διότι οι συνδέσεις από τα σπίτια προς το κέντρο είναι πάλι εκατομμύρια. Ενώ τα κέντρα μεταξύ τους είναι μερικές εκατοντάδες ή μερικές χιλιάδες και έχουν φτιαχτεί και συνεχώς εξελίσσονται.

Άρα, η πρόσβαση λοιπόν θα είναι η ίδια, αλλά θα είναι με ψηφιακό τρόπο, το μέσο θα είναι το ίδιο. Ο τρόπος θα είναι ψηφιακός. Και έτσι θα μπορούμε, πέραν από το τηλέφωνο, όταν είναι διαθέσιμη η ρίζα του ISDN, να συνδέσουμε και ψηφιακές συσκευές, όπως οι υπολογιστές.

Σύμφωνα μόνο με το πρότυπο, θα υπάρχει η δυνατότητα ο μικρότερος συνδρομητής να έχει ένα τηλέφωνο μαζί με τον υπολογιστή του συνδεδεμένα στο δίκτυο.

Εκεί πέρα, το αντίστοιχο θα είναι μια σύνδεση που θα επιτρέπει να έχουμε δύο τηλέφωνα αντί ένα σήμερα. Συν κάποια άλλη συσκευή που δέχεται και στέλνει δεδομένα, όπως είναι ένα fax, ή ένας προσωπικός υπολογιστής. Δηλαδή, θα είμαστε αυτομάτως συνδεδεμένοι με τον υπολογιστή σας με οποιονδήποτε άλλο συνδρομητή στον κόσμο και με οποιονδήποτε άλλον υπολογιστή μέσω αυτού του συστήματος το οποίο είναι τεχνικά δυνατό.

Και επιπλέον, είπαμε ότι μπορούμε να έχουμε δύο τηλέφωνα, θυσιάζοντας το ένα τηλέφωνο, θα μπορείτε να έχετε ένα τηλέφωνο και το άλλο να αντικατασταθεί με κάποια μετάδοση εικόνας χαμηλής ευκρίνειας, δηλαδή όπως είναι το να βλέπετε τον συνομιλητή σας. Δεν είναι εικόνα αυτή όμως ποιότητας τηλεόρασης. Είναι μόνο μαυρόασπρη εικόνα που δείχνει το πρόσωπο του άλλου ομιλητή. Η υπηρεσία για την οποία, όπως είπαμε πριν, δεν υπάρχει μεγάλος ενθουσιασμός.

Εν πάση περιπτώσει αυτό είναι το ISDN στενής ζώνης. Πριν όμως φτάσει αυτό και με διάφορους τρόπους που εν τω μεταξύ έχουν γίνει δυνατοί να παρακαμφθεί αυτή η ιστορία ότι πρέπει να αντικατασταθούν όλα αυτά τα καλώδια και να ξαναπεράσουν ακτινωτά από το κέντρο σε κάθε σπίτι, καινούργια καλώδια. Καινούργια καλώδια που θα έχουν πολύ μεγαλύτερο εύρος ζώνης. Δυνατότητα δηλαδή μεγαλύτερης μετάδοσης πληροφορίας ανά μονάδα χρόνου, εννοούμε πλέον οπτικά καλώδια. Να αντικατασταθεί ο χαλκός με οπτικά καλώδια

Το ίδιο το οπτικό καλώδιο σαν κόστος δεν διαφέρει ουσιαστικά πλέον από το κόστος του χαλκού. Αλλά το κόστος είναι και στις συνδέσεις που πρέπει να είναι με μεγάλη βιομηχανική ακρίβεια, ή στα ηλεκτρονικά εξαρτήματα που οδηγούν το σήμα.

Εν πάση περιπτώσει, δεν είναι το ίδιο το κόστος τόσο μεγάλο, επειδή αρχίζουν και γίνονται δυνατές τεχνικές όπου ένα οπτικό καλώδιο μπορεί να περνάει και να επισκέπτεται πολλά σπίτια για να μπορούν σιγά-σιγά περιοχές να συνδέονται μεταξύ τους κάπως σαν τον καλωδιακό τρόπο που υπάρχει για την τηλεόραση, όπως σε άλλες χώρες που είπα πριν.

Υπάρχουν δηλαδή αρχιτεκτονικές δικτύων που ξεφεύγουν από τις κλασικές τις ακτινωτές, αλλά θα υπάρχει και η δυνατότητα το καλώδιο να περνάει και να επισκέπτεται αυτούς. Αλλά επειδή το καλώδιο θα είναι οπτικό, θα έχει τέτοιο εύρος ζώνης που θα μπορεί να μαζεύει την κίνηση πολλών.

Άρα, σιγά-σιγά βλέπουμε ότι τεχνοοικονομικά είναι δυνατή πράγματι η αντικατάσταση της πρόσβασης μ' αυτόν τον τρόπο, έτσι ώστε - όπως σας είπα πριν - πολύ πιθανό είναι να ξεχαστεί και να μη δούμε ποτέ αυτό το ISDN που είπαμε και να πάμε κατευθείαν στο ISDN ευρείας ζώνης. Οπου όταν λέμε ευρείας ζώνης σημαίνει ότι έναντι του προηγούμενου, θα έχουμε περίπου 10.000 φορές παραπάνω ευροζώνες. Δηλαδή παραπάνω bit ανά μονάδα χρόνου.

Αυτό σημαίνει επανάσταση πραγματικής επικοινωνίας. Σημαίνει ότι θα μπορούμε να έχουμε πρόσβαση σε κινούμενη εικόνα πλέον. Θα μπορούμε για παράδειγμα, σαν απλοί συνδρομητές, κι αυτό έχει γίνει σήμερα, δηλαδή έχει γίνει σε πειράματα που είναι μερικές εκατοντάδες συνδρομητές. Δεν έχει γίνει φυσικά σε ολόκληρες πόλεις.

Αλλά λένε ότι μέχρι την αρχή της επόμενης χιλιετίας θα μπορεί κανείς - για παράδειγμα - όχι πλέον να συνδέεται με έναν τηλεοπτικό σταθμό μέσω αυτού του δικτύου και όχι με τον αέρα. Αλλά να μπορεί να έχει πρόσβαση σε μια βιβλιοθήκη από video. Δηλαδή αντί να πηγαίνει να νοικιάζει την κασέτα του video, να πληρώνει από μακριά και να φέρνει στο σπίτι του το έργο που θέλει και να το παίζει, μέσω του τηλεφωνικού δικτύου ουσιαστικά, της επέκτασης του τηλεφωνικού του δικτύου.

Αυτό είναι λοιπόν το τελευταίο στάδιο της επανάστασης της επικοινωνιακής. Ουσιαστικά πίσω της κρύβεται η μικροηλεκτρονική. Το στάδιο αυτό έχει περισσότερες κοινωνικές επιπτώσεις, παρά τεχνολογικές. Γιατί, το τεχνολογικό μέρος - όπως σας είπα - έχει λυθεί. Είναι θέμα εάν θέλουμε να γίνει, ποιος θέλει να γίνει, ποιοι θα το δεχτούν και με ποιον τρόπο θα το προωθήσει. Όπως χαρακτηριστικό παράδειγμα που σας είπα πριν το "Μινιτέλ" που ήταν μια μικρογραφία αυτού.

Εάν κάποιος είχε τα κεφάλαια σήμερα να προσφέρει σε μερικές δεκάδες χιλιάδες κόσμο σε κάποια πόλη, αυτό το πράγμα, είτε θα έχανε αυτά τα λεφτά, είτε θα γινόταν μια κίνηση αμέσως αυτό να επεκταθεί στο δεκαπλάσιο και στο εκατονταπλάσιο. Τεχνολογικά η πιθανότητα υπάρχει.

Και το θέμα είναι εάν πράγματι φυσικά χρειάζεται αυτό. Δηλαδή, στην περίπτωση της οικιακής χρήσης, το παράδειγμα που είπα φυσικά είναι αστείο να γίνεται φασαρία για να γλιτώσουμε, για να πηγαίνουμε να παίρνουμε την κασέτα του video. Τίποτε άλλο δε θα προσφέρει ουσιαστικό.

Αλλά εάν σκεφτείτε λίγο παραπέρα, όπως σας είπα και πριν, στην Ιαπωνία αυτό ονομάζεται κοινωνική υποδομή, σημαίνει για παράδειγμα - δηλαδή εάν ξεφύγουμε από την οικιακή χρήση, την καθαρά οικιακή χρήση και τη χρήση - διασκέδαση. Γιατί τη λέω χρήση- διασκέδαση; Γιατί πίσω απ' όλα αυτά, κρύβεται η επιθυμία να μεταφέρουμε κινούμενη εικόνα. Όλα τα άλλα μπορούμε σήμερα τα δεδομένα και τη φωνή.

Άρα το θέμα είναι θέλουμε ή δεν θέλουμε να μεταφέρουμε κινούμενη εικόνα, υψηλής ποιότητας, βέβαια. Τηλέοραση υψηλής ευκρίνειας όπως θα δούμε στο μέλλον. Εάν θέλουμε να τα μεταφέρουμε με αυτόν τον τρόπο, δηλαδή τον επιλεγόμενο τρόπο.

Και είπαμε ότι αυτό το πράγμα, φυσικά μια πρώτη χρήση του είναι στη διασκέδαση στο σπίτι. Μπορεί όμως να σκεφτεί κανείς και έτσι όπως το λένε οι Ιάπωνες, το λένε κοινωνική υποδομή, ότι αυτό μπορεί να φέρει επανάσταση στον τρόπο ζωής. Δηλαδή, από εκεί και πέρα, πέραν του ότι για μερικούς ανθρώπους, τους ηλικιωμένους, τους άρρωστους κλπ. είναι μια άμεση επαφή πλέον.

Θα μπορούν συνέχεια να έχουν μια προσωπική επαφή με εικόνα και ήχο με άλλους, αλλά το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η τηλεργασία. Λένε ότι πλέον ήδη η εργασία έχει ξεφύγει από τη μυική εργασία. Και έχει γίνει εργασία γραφείου. Πολύ μικρό μέρος του πληθυσμού ασχολείται με παραγωγή ή με μηχανήματα άλλα ή εκτός από προσωπικό υπολογιστή, τηλέφωνο, γραφομηχανή, φωτοαντιγραφικό και fax.

Αρα λοιπόν, όλοι αυτοί οι άνθρωποι δε θα χρειάζεται να πηγαίνουν σε έναν κοινό χώρο, διότι θα μπορούν ανά πάσα στιγμή με ένα ή πολλά τερματικά, διότι αντίστοιχα έχουν γίνει και για τα τερματικά. Θέλουν να φτιάξουν ένα ολοκληρωμένο τερματικό όπως το θέλουν. Δηλαδή, που να έχει μια κάμερα, να έχει μεγάλη οθόνη. Να έχει δίπλα του ένα σχεδιαστήριο όπου κανείς να μπορεί να γράφει κάτι, να σημειώνει και αυτό που γράφει, με ακριβώς τον ίδιο γραφικό χαρακτήρα χωρίς να γίνεται τυπωμένο, να εμφανίζεται στην άλλη άκρη. Όλα αυτά είναι δυνατά και μπορεί να τα δει κανείς σε κάθε διεθνή έκθεση μεμονωμένα.

Αρα λοιπόν λένε ότι η τηλεργασία αυτής της εξέλιξης θα γίνει πραγματικότητα. Οπότε, η πρώτη και άμεση συνέπεια, είναι η μείωση της μεταφοράς των ανθρώπων. Δηλαδή η πόλη, η ατμόσφαιρα, όλα αυτά, θα φτιάξουν αυτόματα, γιατί οι άνθρωποι δεν θα χρειάζεται να κινούνται. Και θα μπορούν να επικοινωνούν ανά πάσα στιγμή. Και όταν λένε θα επικοινωνούν, όχι μόνο ένας προς έναν, αλλά μεταξύ τους πολλοί. Τα λεγόμενα video-conference. Δηλαδή, συνεδριάσεις με video. Όπου κι αυτές μπορούν να γίνουν.

Η Ελλάδα έχει στον ΟΤΕ μια τέτοια Αίθουσα που χρησιμοποιεί για συνεδριάσεις της ΕΟΚ, σε περιπτώσεις που οι Υπουργοί δεν πηγαίνουν στο εξωτερικό, κάθονται σε ένα ωραίο στούντιο, όπως η Αίθουσα αυτή, και ο ένας βλέπει τους άλλους 11.

Αυτό το ίδιο πράγμα, με βεβαιότητα σας λέω, ότι σε μερικά χρόνια θα μπορεί κανείς να το συναντά πολύ πιο συχνά. Και ίσως το 2010 να το έχουμε στο σπίτι μας σαν στάνταρ εξοπλισμό, όπως σήμερα έχουμε το τηλέφωνο.

Στην ομιλία μου αυτή νομίζω ότι έθιξα περισσότερο το μέρος το κοινωνικό και το εμπορικό και λιγότερο το τεχνολογικό με σκοπό να προσεγγίσω κάπως τα προβλήματα και τον ενθουσιασμό που υπάρχει γύρω από τα θέματα της πληροφορικής.

Σας ευχαριστώ πολύ.

“Οι Ορίζοντες της Φυσικής Επιστήμης στα τέλη του αιώνα μας”

Ομιλητής: Ν. ΑΝΤΩΝΙΟΥ

*(Τον ομιλητή προλόγισε και παρουσίασε στο ακροατήριο
ο Πρόεδρος του Ιδρύματος Καθηγητής κ. Ν. Αθανασιάδης)*

Κύριε πρόεδρε, κυρίες και κύριοι, αισθάνομαι κι εγώ μεγάλη ευχαρίστηση και τιμή για την πρόσκληση του Εθνικού Ιδρύματος Ερευνών, στη σειρά αυτή των ομιλιών του Ανοιχτού Πανεπιστημίου. Θέλω να συγχαρώ τους οργανωτές και την διοίκηση, γιατί πιστεύω ότι η εσωστρέφεια της επιστήμης, όταν παρατείνεται, την απομακρύνει από την κοινωνία. Και αυτό έχει συνέπειες οι οποίες πολλές φορές μπορούν να είναι σε βλάβη και της προόδου της επιστήμης, αλλά και του κοινωνικού συνόλου.

Γι' αυτό θέλω ιδιαίτερα να ευχαριστήσω πάλι τον καθηγητή κ.Αθανασιάδη. Αισθάνομαι ιδιαίτερη χαρά, γιατί τον είχα καθηγητή στο Πολυτεχνείο. Και τώρα με τη σοφία του διοικεί το Ίδρυμα Ερευνών.

Πιστεύοντας ότι η έρευνα σε μια κοινωνία είναι κι αυτή μια κοινωνική λειτουργία. Και επομένως όλοι εμείς στους οποίους έχει ανατεθεί από την κοινωνία η διερεύνηση των επιστημονικών προβλημάτων, έχουμε υποχρέωση κάπου κάπου να αποδίδουμε και τους λογαριασμούς.

Και έτσι φτάσαμε τώρα στην τελευταία δεκαετία του αιώνα μας και ασφαλώς είναι η περίοδος όπου γίνονται οι απολογισμοί της 100ετίας σε όλους τους τομείς. Τους κοινωνικούς, τους πολιτικούς. Και ασφαλώς η επιστήμη ως ένα στοιχείο πολιτισμού και ως ένα στοιχείο εξέλιξης και προόδου, έχει κι αυτή την υποχρέωση να κάνει τους δικούς της απολογισμούς.

Στη σημερινή ομιλία θα ήθελα αναφερόμενος στη φυσική επιστήμη, να τονίσω μια πλευρά της η οποία ίσως αγνοείται, διότι ασφαλώς το πρώτο που συνδέει τη φυσική επιστήμη με την κοινωνία, είναι η συμβολή στην τεχνολογική πρόοδο. Στην ανάπτυξη του τεχνολογικού πολιτισμού.

Εγώ ήθελα να τονίσω σήμερα μέσα σ' αυτό το οδοιπορικό ότι η Φυσική επιστήμη, ως θετική επιστήμη και ως εκπρόσωπος του ορθού λόγου έχει και ένα σημαντικό πολιτισμικό περιεχόμενο. Έχει ένα ουμανιστικό περιεχόμενο.

Συντελεί στην αυτογνωσία του ανθρώπου όταν προσπαθεί να μελετήσει το περιβάλλον του το φυσικό, τους νόμους, την ιστορία του σύμπαντος. Και επομένως, μέσα σ' αυτό το πνεύμα ήθελα λίγο, παρ' όλο ότι μπορεί στην εποχή μας να θεωρείται αιρετικό αυτό, να θεωρήσω την φυσική επιστήμη, ότι έχει μια πολύ έντονη ουμανιστική συνιστώσα.

Για να μιλήσουμε τώρα για τη φυσική επιστήμη του 20ού αιώνα και να μπορέσουμε να σκιαγραφήσουμε τις υποθήκες για την ερχόμενη 100ετία, είναι φυσικά απαραίτητο μέσα σ' αυτό τον ιστορικό συνειρμό, να στραφούμε και λίγο στο παρελθόν. Να δούμε δηλαδή μέσα από την ιστορία της επιστήμης πως η φυσική αναπτύχθηκε. Και ιδιαίτερα πως αναπτύχθηκε στη δική μας πατρίδα, στην αρχαία Ελλάδα.

Έχω επομένως καταγράψει εδώ ορισμένες μεγάλες περιόδους της ιστορίας της διανόησης, μέσα από την οποία η φυσική επιστήμη διαμορφώθηκε και είναι ενδιαφέρον ότι η φυσική, ο όρος φυσική ως επιστήμη, δόθηκε και καλλιεργήθηκε από τον Αριστοτέλη

Αλλά σε μια πρόσφατη συνομιλία με τον πρόεδρο της Ακαδημίας καθ.κ.Δεσποτόπουλο, μου έλεγε ότι ο πρώτος που έδωσε τον όρο φυσική ήταν ο Ξενοκράτης. Ήταν ένας μαθητής του Πλάτωνα. Ο ίδιος ο Πλάτωνας δεν είχε ασχοληθεί τόσο πολύ με τη φυσική. Ήταν η σχολή της ανθρωπολογικής φιλοσοφίας.

Αλλά οι προσωκρατικοί φιλόσοφοι ασφαλώς θεώρησαν σαν υπόθεση της φιλοσοφίας και της οντολογίας την κατανόηση του κόσμου. Η κατανόηση του είναι και του γίνεσθαι.

Και αναφέρω εδώ ως τυπικά ονόματα τον Ηράκλειτο, τον Αναξίμανδρο και το Δημόκριτο για παράδειγμα, όπου έννοιες της κίνησης, της μεταβολής, της απειρότητας του σύμπαντος, της ατομικής θεωρίας που εκπροσωπείται από το Δημόκριτο, ακόμα και η έννοια του κενού, μια πολύ σημαντική και επίκαιρη δομή στη σύγχρονη θεωρία των ιδεών στη φυσική, ήταν αυτοί οι οποίοι ξεκίνησαν τις ιδέες αυτές παράλληλα με άλλους διανοητές της Ανατολής, τους φιλοσόφους της Κίνας και των Ινδιών.

Κατόπιν, η φυσική επιστήμη πήρε τη μορφή μιας πειθαρχημένης, διανοητικής διαδικασίας από τον Αριστοτέλη. Ο Αριστοτέλης πράγματι θεωρείται μέσα σε όλη αυτήν τη μεγαλοσύνη του, ότι έθεσε τους κανόνες της φυσικής επιστήμης και είχε τη διαίσθηση να θεωρήσει τη φυσική ότι εξαρτάται τόσο πολύ από την παρατήρηση, όσο και από την επεξεργασία.

Είναι ενδιαφέρον ότι εμφανίστηκαν σημαντικές πρώτες αρχές και πρώτες ιδέες στη Φυσική του Αριστοτέλη οι οποίες έχουν ενδιαφέρον ακόμα και σήμερα, γι' αυτό τις αναφέρω. Για παράδειγμα, είχε συλλάβει τη φυσική πραγματικότητα με έναν διαλεκτικό τρόπο, την εν δυνάμει και εν ενεργεία φυσική πραγματικότητα

Είναι ενδιαφέρον ότι ο Αριστοτέλης σε αντίθεση με τη σύγχρονη φυσική, η οποία θεωρεί ότι η αιτιοκρατία είναι το βασικό στοιχείο της εξέλιξης και της κίνησης των συστημάτων, θεώρησε ότι δεν είναι το πρώτο αίτιο το οποίο κινεί τα συστήματα, αλλά είναι το τελικό αίτιο. Ήταν μια τελεολογική θεωρία. Είχε αυτό που ονόμαζε εντελέχεια ο Αριστοτέλης σ' αυτήν την περιγραφή.

Σημειώνω αυτά τα οποία είναι σημαντικά, γιατί δημιουργούν και αντιθέσεις και σημεία συζήτησης ακόμα και για τη σημερινή επιστήμη. Ασφαλώς ο Αριστοτέλης θεωρούσε ένα γεωκεντρικό, κλειστό και πεπερασμένο σύμπαν και θεωρούσε επίσης και την τελειότητα της κυκλικής κίνησης, όπου στην αρχαία Ελλάδα η συμμετρία και η απόλυτη ομοιομορφία της κυκλικής κίνησης, πήγαζε από τις ιδέες και κυρίως από τον Πλάτωνα.

Αλλά από την άλλη μεριά, αυτό στάθηκε εμπόδιο για να μπορέσει η επιστήμη να δεχτεί ότι τελικά η τελειότητα του κύκλου δεν είναι αυτή που ακολουθεί η φύση. Όταν η κίνηση των πλανητών βρέθηκε ότι είναι πάνω σε ελλείψεις, οι ελλείψεις δεν είναι τέλεια σχήματα.

Ακριβώς ήταν η πρώτη ρήξη με την αρχαία φιλοσοφία στην οποία κανείς πήρε το μάθημα ότι η φύση έχει τη δική της αισθητική και τη δική της τελειότητα. Και δεν μπορούμε να επιβάλλουμε εμείς τους δικούς μας κανόνες.

Είναι ενδιαφέρον μετά να περάσουμε με ένα άλμα στην περίοδο του μεσαίωνα. Η φυσική του Αριστοτέλη μετατράπηκε στο λεγόμενο αριστοτελισμό. Και για τους ειδικούς βέβαια ο αριστοτελισμός του μεσαίωνα δεν ταυτίζεται με την καθαρή φιλοσοφική σκέψη του Αριστοτέλη.

Ο αριστοτελισμός ήταν μια κατασκευή κυρίως την οποία ξεκίνησε ένας από τους πατέρες της καθολικής εκκλησίας, ο Θωμάς ο Ακινάτης, ώστε να μπορεί να ενσωματωθεί μέσα στο δόγμα της καθολικής εκκλησίας στην οποία κυριαρχούσε η νομοκρατία και ο ορθολογισμός, κάτι που ήταν αντίθετο με την ορθόδοξη εκκλησία.

Και ασφαλώς ο Αριστοτέλης με το γεωκεντρικό και κλειστό του σύμπαν, θεωρήθηκε από τότε ως ένα δόγμα της καθολικής εκκλησίας. Είναι ενδιαφέρον ότι για πολλούς αιώνες η φυσική επιστήμη ως ένα σύστημα ορθού λόγου, ανεξάρτητα εάν ήταν σωστή ή όχι, αποτέλεσε συγχρόνως και ένα δόγμα της καθολικής εκκλησίας, μέχρις ότου φτάσαμε στη λεγόμενη επιστημονική επανάσταση που εκπροσωπείται κυρίως από το Γαλιλαίο και τον Κέπλερ μέχρι το Νεύτωνα. Και είναι γνωστή η ρήξη του Γαλιλαίου με την καθολική εκκλησία, διότι τότε ακριβώς έρχεται για πρώτη φορά η φυσική επιστήμη από την αρχιτεκτονική του ουρανού που ήταν πριν, όπου τα φαινόμενα κανείς τα μελετούσε κυρίως προσπαθώντας να κατανοήσει το σύμπαν, να γίνει μια επιστήμη στην οποία να μπορεί κανείς να αναπαράγει τα φαινόμενα, να γίνει μια πειραματική επιστήμη.

Το “κεκλιμένο επίπεδο” είναι η πρώτη πειραματική διαδικασία που ο Γαλιλαίος εφάρμοσε ώστε πια από εκεί και πέρα, η φυσική να βασίζεται στην παρατήρηση, στην επαναληψιμότητα των φαινομένων, στην επαλήθευσή τους από το πείραμα και στη διεργασία η οποία συνεχίζεται μέχρι τώρα.

Συνεπώς, με αυτά τα άλματα που κάπως θέλησα να συνδέσω το παρελθόν για την ιστορία της διανόησης σε σχέση με τη φυσική, φτάσαμε στη φυσική του 19ού αιώνα, η οποία πράγματι είναι ένα στέρεο σχήμα, ένα ορθολογικό σχήμα διανοητικό και θεωρητικό, το οποίο συνοδεύεται και επαληθεύεται πάντοτε από το πείραμα.

Ήθελα να κάνω μια παρένθεση εδώ και να πω ότι η ομιλία μου σήμερα κυρίως θα είναι από την πλευρά της θεωρητικής φυσικής. Αυτό λίγο να το εξηγήσω, γιατί η φυσική είναι μια πειραματική επιστήμη. Είναι η επιστήμη η οποία βρίσκει τη δικαίωσή της και την επαλήθευσή της στο πείραμα.

Δεν είναι μια διαδικασία διανοητική όπως τα μαθηματικά για παράδειγμα, στα οποία κανείς με διάφορες αφαιρέσεις μπορεί να προωθήσει τη γνώση στον τομέα αυτό, αλλά είναι μια επιστήμη πειραματική.

Παρ' όλα αυτά ήθελα να παρομοιάσω λίγο τη θεωρητική φυσική μέσα στο πλαίσιο αυτής της εμπειρικής επιστήμης, σαν την αφηρημένη τέχνη. Δηλαδή μπροστά στην πραγματικότητα. Την εν ενεργεία πραγματικότητα. Ο καλλιτέχνης, ο ζωγράφος της αφηρημένης τέχνης προσπαθεί να αφαιρέσει την πολυπλοκότητα και να παραμείνουν οι σχέσεις και οι νομοτέλειες, οι οποίες καθορίζουν αυτό που είναι μπροστά. Αυτό κάνει και η θεωρητική φυσική.

Προσπαθεί να απομακρύνει την πολυπλοκότητα της πραγματικότητας, χωρίς να απομακρύνεται από το ρεαλισμό για να μπορέσει να διατυπώσει, χρησιμοποιώντας το μαθηματικό λογισμό, τους νόμους της φύσης, τις νομοτέλειες, τις συμμετρίες και τις ισοροπίες, οι οποίες καθορίζουν το είναι και το γίνεσθαι της φυσικής πραγματικότητας.

Επομένως, φτάσαμε στο 19ο αιώνα, όπου η φυσική διαμορφώνεται στα πλαίσια τριών βασικών θεωριών οι οποίες πράγματι απετέλεσαν ακρογωνιαίους σταθμούς στην ιστορία της επιστήμης.

Η πρώτη είναι η μηχανική του Νεύτωνα. Δηλαδή η επιστήμη η οποία καθορίζει τους νόμους της κίνησης και τη νομοτέλεια η οποία υπάρχει στο φυσικό κόσμο.

Η δεύτερη κατεύθυνση ήταν η ηλεκτρομαγνητική θεωρία, όπου διατυπώθηκε κι εκεί μια πολύ σαφής στέρεη και ισχυρή θεωρία που προβλέπει τα φαινόμενα που έχουν σχέση με τον ηλεκτρισμό, το μαγνητισμό και την ενοποίησή τους.

Και στο τέλος αναπτύχθηκε η θερμοδυναμική η οποία εξετάζει ένα άλλο στοιχείο, ένα άλλο χαρακτηριστικό της πολυπλοκότητας των φαινομένων, το οποίο θα μπορούσα περισσότερο να το περιγράψω σ' αυτήν τη διαφάνεια.

Έχουμε επομένως τη φυσική του 19ού αιώνα στην οποία από τη μια μεριά είναι η μηχανική του Νεύτωνα η οποία απευθύνεται στους νόμους της κίνησης της ύλης. Καθορίζει βασικές ιδιότητες όπως είναι η αδράνεια. Μιλά για τα υλικά σώματα με την έννοια ότι μπορούμε να περιγράψουμε την κίνηση ενός υλικού συστήματος σε σχέση με την κλίμακα του περιβάλλοντος θεωρώντας το σύστημα ως ένα γεωμετρικό σημείο. Και επομένως, να έχουμε αυτήν την αφαίρεση που μιλούσα πριν.

Όταν μελετάμε τον πλανήτη που κινείται γύρω από τον ήλιο, επειδή η κλίμακα της κίνησης του είναι πολύ μεγάλη σε σχέση με τις διαστάσεις του πλανήτη, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι είναι ένα σημείο ο πλανήτη.

Όταν μελετάμε την τροχιά της μπάλας σε ένα γήπεδο ποδοσφαίρου, μπορεί να θεωρηθεί ότι η τροχιά της είναι η τροχιά ενός σημείου μέσα στην κλίμακα του γηπέδου, όπου το μέγεθος της μπάλας είναι μικρό.

Επομένως, μ' αυτήν τη σχετική έννοια, ο Νεύτωνας μπορούσε να διατυπώσει τους νόμους της κίνησης με πολύ απλό τρόπο. Εάν συνδυάσουμε τώρα την έννοια του υλικού σημείου με τη γνώση για τη βαρύτητα και την παγκόσμια έλξη, εισάγεται για πρώτη φορά στην επιστήμη ένα σημαντικό στοιχείο το οποίο την ακολουθεί και στις μέρες μας.

Είναι η έννοια της παγκοσμιότητας ή της οικουμενικότητας των φυσικών νόμων. Δηλαδή ο ίδιος νόμος που καθορίζει το μήλο όταν πέφτει από τη μηλιά που παρατήρησε ο Νεύτωνας, είναι ο ίδιος νόμος ο φυσικός που καθορίζει την κίνηση του πλανήτη γύρω από τον ήλιο.

Οτι ποσοτικά οι νόμοι αυτοί μπορεί να αναχθούν από την μια κλίμακα στην άλλη, είναι ένα στοιχείο πολύ σημαντικό, το οποίο πρώτη φορά τέθηκε με την αρχή της παγκοσμιότητας του Νεύτωνα. Και που σήμερα, πιστεύουμε ότι είναι ένα στοιχείο γενικότερο και ελπίζουμε με αυτή την παγκοσμιότητα να καταλάβουμε πια το σύμπαν συνολικά και όχι αποσπασματικά όπως η αρχή του αναγωγισμού του 19ου αιώνα μας έχει υποχρεώσει να μελετάμε τα συστήματα, διαμορφώνοντας διάφορες κλίμακες απομονωμένες μεταξύ τους.

Επομένως, έχει κανείς μπροστά του την “εν ενεργεία” φυσική πραγματικότητα που τη ζούμε όλοι. Μηχανική ενέργεια είναι η κίνηση που συναντάμε όλοι γύρω μας. Ενώ στην ηλεκτρομαγνητική θεωρία έχει κανείς στο κέντρο τη θεωρία του φωτός. Καταλάβαμε πια τι είναι το φως.

Καταλάβαμε ότι το φως ανήκει σε μια γενικότερη κατηγορία ενός φαινομένου που έχει τη μορφή ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος που μεταφέρει ενέργεια, η οποία μπορεί να υπάρχει και στον κενό χώρο. Είναι κάτι πολύ γενικότερο από τα κύματα τα ακουστικά που έχουμε συνηθίσει στο κλειστό μας περιβάλλον.

Και αυτό ήταν πολύ σημαντικό, γιατί πράγματι η θεωρία του φωτός και η αλληλεπίδραση του φωτός με την ύλη, που είναι το σημαντικό στοιχείο ζωής στο περιβάλλον, πως το φως αλληλεπιδρά με την ύλη, αυτό λύθηκε τον 19ο αιώνα σε μεγάλο βάθος και σε μεγάλη λεπτομέρεια.

Τέλος η θερμοδυναμική μας διδάσκει κάτι άλλο πολύ σημαντικό, ότι η ενέργεια στο σύμπαν είναι σταθερή, ότι η ενέργεια είναι ένα φυσικό μέγεθος που μπορεί να αλλάζει μορφές και να διανέμεται με διάφορους τρόπους, αλλά είναι σταθερή στο σύμπαν. Δεν μειώνεται, ούτε μεγαλώνει.

Αλλά πέρα απ' αυτό το ποσοτικό χαρακτηριστικό, η θερμοδυναμική μας διδάσκει ότι η ενέργεια έχει και ένα ποιοτικό χαρακτηριστικό. Έχει μια ποιότητα. Υπάρχει ενέργεια που είναι

χρήσιμη και υπάρχει ενέργεια που είναι ευτελής. Αυτό έχει μεγάλη σημασία και καθορίζει ένα γενικό νόμο, κατά τη γνώμη μου τον θεμελιωδέστερο νόμο της φυσικής, ο οποίος ακόμα είναι ανεξιχνίαστος, ο λεγόμενος δεύτερος θερμοδυναμικός νόμος.

Είναι ένας νόμος που μας διδάσκει ότι ενώ η ποσότητα της ενέργειας στο σύμπαν παραμένει ίδια, η ποιότητά της υποβαθμίζεται συνεχώς. Ζούμε σε ένα σύμπαν το οποίο έχει την τάση συνεχώς, η ποιότητα της ενέργειας να υποβαθμίζεται.

Αυτό βέβαια έχει και κάποια στοιχεία που μας αφήνουν αισιοδοξία με την έννοια ότι σε ένα περιορισμένο χώρο, στο περιβάλλον το δικό μας που ζούμε, ακόμα και στον πλανήτη το δικό μας, ή στο δικό μας γαλαξία μπορεί αυτή η διαδικασία να διαμορφώνει εξάρσεις υψηλής ποιότητας.

Όταν ανθίζει ένα λουλούδι, αυτό είναι μια ενέργεια που έχει επενδυθεί, που έχει υψηλή ποιότητα. Ασφαλώς όταν γεννιέται ένας άνθρωπος, έχει την ύψιστη αξία η ενέργεια. Αλλά ο νόμος αυτός μας λέει ότι κάπου αλλού έχει υποβαθμιστεί η ποιότητα της ενέργειας. Ωστε η συνολική ποιότητα της ενέργειας στο σύμπαν, να ευτελίζεται.

Επομένως όλη η προσπάθεια και όλη η ζωή, βασίζεται στο πως θα δημιουργούμε όλο και περισσότερες εξάρσεις όπου θα εμφανίζεται αυτή η ανώτερης ποιότητας ενέργεια. Κι αυτό άλλωστε είναι και το πρόβλημα πάντοτε του τεχνικού πολιτισμού. Να δημιουργήσει δηλαδή τις επαναστάσεις τις βιομηχανικές οι οποίες να συγκεντρώνουν ενέργεια υψηλής ποιότητας για την κοινωνία. Εάν αυτό το πετυχαίνει ή όχι, αυτό είναι ένα άλλο ερώτημα που ίσως το συζητήσουμε.

Συνοψίζοντας την Φυσική του 19ου αιώνα, έχουμε ένα κοσμο-είδωλο, έχουμε ένα σύστημα ιδεών για την περιγραφή του κόσμου, που έχει την αυστηρότητα της επιστήμης και έχει και την επαλήθευση την πειραματική.

Και τελικά ένα βασικό στοιχείο που προκύπτει αναζητώντας την απλότητα μέσα απ' αυτήν την πολυπλοκότητα, είναι ότι οι βασικές αλληλεπιδράσεις, οι δυνάμεις αυτές που δημιουργούν την ιδέα ενός φυσικού φαινομένου είναι δύο για το 19ο αιώνα. Είναι η βαρύτητα και ο ηλεκτρομαγνητισμός. Αυτές είναι οι μοναδικές δυνάμεις τις οποίες ανακαλύπτουμε στη φύση. Δεν υπάρχουν άλλες δυνάμεις.

Και επομένως έχουμε ένα κλειστό σύστημα με σημαντική αξία επιστημονική, αλλά συγχρόως, και με κάποια άλλη σημαντική διάσταση κοινωνική, διότι με τη φυσική του 19ου αιώνα και κυρίως με τη θερμοδυναμική η οποία οδήγησε στην κατασκευή των μηχανών, τότε έχουμε τις πρώτες μηχανές, με την ατμομηχανή, δημιουργήθηκε αυτή η στενή σύνδεση ανάμεσα στη φυσική και τη λεγόμενη βιομηχανική επανάσταση.

Βιομηχανική επανάσταση σημαίνει μια αλλαγή στην κοινωνία, όπου αλλάζουν οι παραγωγικές δυνάμεις και επομένως και οι παραγωγικές σχέσεις. Και αυτό συντελέστηκε στο 19ο αιώνα με την ανακάλυψη της ατμομηχανής, όπου πια ως παραγωγική δύναμη εμφανίζεται τώρα αυτό που ονομάζουμε βιομηχανία σε μια κοινωνία.

Βλέπουμε συνεπώς ότι η φυσική (σαν ένα παράδειγμα έχω σταθεί στον 19ο αιώνα τον οποίο κληρονομήσαμε) δημιουργεί - αυτό που ανέφερα στην αρχή - συνθήκες τις οποίες ο άνθρωπος αισθάνεται να αποκτά οξυμένη κοινωνική συνείδηση, γνωρίζοντας τους φυσικούς νόμους που διέπουν το περιβάλλον.

Στην εποχή μας σήμερα θα δούμε ότι βρισκόμαστε μπροστά στην εκκίνηση μιας νέας επανάστασης βιομηχανικής. Την ονομάζουμε τεχνολογική επανάσταση. Και θα δούμε πώς αυτό συνδέεται με τη φυσική του 20ού αιώνα. Και έτσι -ας μιλήσουμε τώρα για τη φυσική του 20ου αιώνα, κρατώντας το πρότυπο της παρουσίας και της καταγραφής όπως κάναμε για τον 19ο αιώνα.

Ο 20ος αιώνας ασφαλώς για τις γενιές που έρχονται και για τον ιστορικό της επιστήμης, θα έχει να προσφέρει πολλά σημαντικά στοιχεία, αλλά θα υπάρχει και ένα μελανό σημείο.

Γιατί είναι ο αιώνας όπου η επιστημονική επανάσταση στην περιοχή της πυρηνικής φυσικής, απελευθέρωσε αυτήν την τρομερή ενέργεια που φεύγει από το μέτρο του ανθρώπου. Η ενέργεια που μιλούσαμε ως τώρα ήταν στα μέτρα του ανθρώπου. Η πρώτη βιομηχανική επανάσταση αντικατέστησε ενέργειες τις οποίες έως τότε ο άνθρωπος χρησιμοποιούσε, ενώ η πυρηνική ενέργεια που ελευθερώθηκε ήταν ύβρις με την έννοια την αρχαιοελληνική, γιατί ήταν έξω από τα μέτρα του ανθρώπου. Και όντας έξω από τα μέτρα του ανθρώπου, χρειαζόταν πέρα από τη γνώση την τεχνική και ισχυρή συνείδηση για να μπορέσει κανείς να την χειριστεί.

Και δυστυχώς, ο 20ος αιώνας θα αφήσει αυτό το μελανό σημείο, ότι ήταν ο αιώνας στον οποίο δαπανήθηκαν και χρήματα και ζωές και κοινωνίες στο βωμό των πυρηνικών όπλων. Τα πυρηνικά όπλα με τη μεγάλη καταστροφή τους. Ελπίζω ότι έχουμε περάσει σε μια άλλη περίοδο τώρα, τέτοιας ύφεσης ώστε οι κοινωνίες να ξεχάσουν πια αυτόν το φοβερό επιόλιον.

Τα επιστημονικά χαρακτηριστικά αυτής της εποχής (αρχές του 20ου αιώνα) είναι τρεις πάλι κατευθύνσεις θεωρητικές που συνεχίζονται από το 19ο αιώνα. Και θα έλεγα ότι ακολουθούν κατά κάποιο τρόπο την προηγούμενη εποχή μέσα σε κάποιες συνθήκες ρήξης.

Δηλαδή, η φυσική του 20ου αιώνα ήρθε να αμφισβητήσει την ακρίβεια των θεωριών και την παγκοσμιότητα των θεωριών, που όπως είπαμε, είχαν στηριχθεί στο 19ο αιώνα. Και βέβαια αυτή η ρήξη αμέσως αποκάλυψε ότι οι θεωρίες αυτές που ξέραμε το 19ο αιώνα, είναι προσεγγίσεις της πραγματικότητας.

Εξαρτάται τι είδους φυσικά συστήματα μελετάμε. Αποκαλύφθηκε ότι εκτός από το "σύμπαν" της κλίμακας του ανθρώπου, των λεγόμενων μακροσκοπικών συστημάτων στα οποία εφαρμόζονται η μηχανική του Νεύτωνα, ο ηλεκτρομαγνητισμός και η θερμοδυναμική, υπάρχει ένα μικρο-

σκοπικό “σύμπαν” με τους δικούς του νόμους και τις δικές του νομοτέλειες και ποιότητες σε κλίμακες μικρότερες από 10^{-10} μέτρα, το οποίο μελετά η λεγόμενη κβαντική μηχανική.

Ο όρος κβαντική μηχανική έρχεται από τη λατινική ονομασία “quantum” που σημαίνει μια ποσότητα. Ο Planck ήδη με την ανατολή του 20ου αιώνα το έχει εισάγει στη φυσική επιστήμη. Ας το κρατήσουμε σαν όρο. Ας μην μας απασχολήσει περισσότερο αυτή η ορολογία.

Είναι η μηχανική η οποία σε αντιδιαστολή με τη θεωρία του Νεύτωνα, έρχεται να μας πει τώρα για τους νόμους της κίνησης και για τις ποιότητες των φαινομένων σε κλίμακες μικροσκοπικές, με την απόλυτη έννοια του όρου.

Ο Νεύτωνας μιλούσε για τα μικρά και τα μεγάλα. Μιλούσε για το υλικό σημείο, όπως είπαμε, αλλά με έναν μεθοδολογικό χαρακτήρα. Δηλαδή ότι η γη είναι ένα σωμάτιο που κινείται γύρω από τον ήλιο. Αλλά δεν είχε απόλυτο χαρακτήρα η έννοια του μικρού στη φυσική. Τώρα αποκτά απόλυτο χαρακτήρα.

Ξέρουμε, κι αυτό μας το καθορίζουν ορισμένες ποσότητες φυσικές, όπως η λεγόμενη σταθερά του Planck. Προκύπτει έτσι η κλίμακα που αρχίζει το σύμπαν το καινούργιο, το μικροσκοπικό σύμπαν να υπάρχει. Είναι αυτό που ονομάζουμε, τα φαινόμενα της ατομικής φυσικής, της πυρηνικής φυσικής.

Όλος αυτός ο άγνωστος κόσμος. Που παρ’ όλο ότι είναι συμπυκνωμένος σε τόσο μικρές κλίμακες ελευθέρωσε τόσο τεράστιες ενέργειες. Αυτή η σχέση η διαλεκτική ήταν ακριβώς το χαρακτηριστικό του αιώνα μας, όπου χρειάστηκε να πάμε σε πολύ μικρές αποστάσεις για να ανακαλύψουμε νέες δυνάμεις και επομένως κι άλλες μορφές ενέργειας.

Άρα φτάνουμε σε μια οργάνωση της ύλης που έως τώρα δεν την ξέραμε. Η οποία έχει τους δικούς της νόμους. Είναι η οργάνωση της ύλης που θα έχετε δει πολλές φορές και εδώ σας έχω μερικά παραδείγματα, όπου μιλά κανείς για τα άτομα, μιλά για το απλούστερο άτομο που είναι το άτομο του υδρογόνου. Που έχει στον πυρήνα μόνο ένα σωματίδιο και γύρω του ένα ηλεκτρόνιο ή το δευτέριο που έχει δύο σωματίδια στον πυρήνα.

Προχωρώντας, βλέπει κανείς ότι μπορούμε να δημιουργήσουμε μια οργάνωση της ύλης, αρκετά πολύπλοκη, σε πολύ μικρές κλίμακες. Άρα, έχουμε ένα καινούργιο κόσμο και χρειάζεται κι αυτός την ερμηνεία του. Ο 20ος αιώνας λοιπόν ήταν ο αιώνας που έκανε αυτή την προσπάθεια να προχωρήσει σ’ αυτές τις λεγόμενες μικροσκοπικές κλίμακες. Και τα αποτελέσματα ήταν πολύ σημαντικά, τόσο στο επίπεδο της θεωρίας και της οντολογίας, με την έννοια να καταλάβουμε το σύμπαν, όσο και στο επίπεδο των εφαρμογών.

Το δεύτερο σκέλος της Φυσικής του 20ου αιώνα ήταν η θεωρία της σχετικότητας. Η θεωρία της σχετικότητας στην οποία ο Αϊνστάιν σε δυο σημαντικές περιόδους στη ζωή του, το 1905 με την ειδική θεωρία και αργότερα μετά από 10 χρόνια με τη γενική θεωρία της σχετικότητας, ανέτρεψε κι αυτός ιδέες οι οποίες είχαν ριζώσει το 19ο αιώνα, τόσο στη φυσική επιστήμη, όσο και τη φιλοσοφία με πρωταγωνιστές τον Kant και τον Νεύτωνα, τις απόλυτες έννοιες του χρόνου και του χώρου.

Οι ιδέες αυτές μέσα στις οποίες στηρίζεται η κίνηση των φυσικών συστημάτων, ήρθαν τώρα να αμφισβητηθούν στον 20ο αιώνα με τη θεωρία της σχετικότητας.

Απλώς θα ανατρέξω σε μερικά χαρακτηριστικά. Το πρώτο είναι ότι τέθηκε ανώτερο όριο στις ταχύτητες που συναντάμε στο σύμπαν. Αυτό είναι σημαντικό. Τέθηκε ένα όριο, ότι καμία ταχύτητα δεν επιτρέπεται στο σύμπαν που να ξεπερνά την ταχύτητα του φωτός. Η ταχύτητα του φωτός που είναι μια συγκεκριμένη σταθερά, μια παγκόσμια σταθερά, είναι μια οριακή ταχύτητα στο σύμπαν.

Αυτό είχε πολύ μεγάλες συνέπειες για την έννοια του χώρου και του χρόνου που είχαμε έως τότε και έπρεπε να αλλάξουμε. Αυτό μας έφερε σε ορισμένες εννοιολογικές διαφοροποιήσεις όπως είναι η ενοποίηση του χρόνου και του χώρου. Θα ακούτε για την τέταρτη διάσταση. Για θέματα τα οποία ήθελα να επισημάνω ότι υπάρχει ο κίνδυνος πολλές φορές να νομίσουμε ότι η φυσική επιστήμη αφήνει τη δυνατότητα να δημιουργηθεί κάποτε μέσα απ' αυτές τις έρευνες, μια υπέρβαση της πραγματικότητας.

Αυτό δε συμβαίνει ποτέ. Την πραγματικότητα δεν την υπερβαίνουμε. Η πραγματικότητα είναι δεδομένη. Είναι ένα σύμπαν, είναι η ύλη η οποία με τις αλλαγές της και με τις τροποποιήσεις της ενέργειας, καθορίζει κάθε φορά τη μορφή της. Αλλά η υπέρβαση της πραγματικότητας δεν γίνεται ποτέ.

Αυτό που συμβαίνει στη φυσική βέβαια, είναι ότι συντελείται πολλές φορές υπέρβαση της εμπειρίας. Η εμπειρία την οποία έχουμε χρειάζεται να την υπερβούμε. Οτι έχουμε συνηθίσει σε ένα χώρο τριών διαστάσεων και σε ένα χρόνο ο οποίος ρέει και παρασύρει τα φαινόμενα και τα γεγονότα, αυτό είναι μια εμπειρία η οποία είναι ριζωμένη. Δεν μπορούμε να φανταστούμε ξαφνικά ότι ζούμε σε τέσσερις διαστάσεις. Αυτό πρέπει να το υπερβούμε. Σε αυτό μας βοηθάει ο μαθηματικός λογισμός και η θεωρητική φυσική.

Και το λέω αυτό, γιατί η σημερινή επιστήμη και η επιστήμη που οδηγείται στον 21ό αιώνα, ακριβώς έχει πολλά στοιχεία που έχουν τον κίνδυνο να μας οδηγήσουν σε ιδέες υπέρβασης της πραγματικότητας.

Αυτό νομίζω ότι είναι ένα σημείο συζήτησης και κριτικής, μπορεί να φτάσουμε στο τέλος, αλλά ίσως είναι μια υποθήκη για την επόμενη σειρά των ομιλιών αυτών.

Η θεωρία της σχετικότητας πέρα απ' αυτό, πέρα απ' αυτά τα εννοιολογικά ζητήματα, έδωσε και μια νέα θεωρία για τη βαρύτητα. Η θεωρία της βαρύτητας του Νεύτωνα τώρα αλλάζει. Και αλλάζει με έναν τρόπο σημαντικό, ριζικό και θεαματικό. Η βαρύτητα εμφανίζεται σαν μια γεωμετρική ιδιότητα. Και μάλιστα με τέτοιο τρόπο ώστε να μας αλλάζει την καμπυλότητα του χώρου και με την έννοια της προηγούμενης συζήτησης πρέπει να έχουμε τη φαντασία να υπερβούμε αυτή την εμπειρία, αλλά αυτό δεν είναι πολύ εύκολο

Η σημασία είναι όμως ότι μια ειδική λύση αυτής της θεωρίας σήμερα, αποτελεί ένα πολύ ενδιαφέρον πρότυπο για τη γένεση και την εξέλιξη του σύμπαντος. Η θεωρία της σχετικότητας, ει-

δικά η θεωρία της βαρύτητας μας έδωσε τη δυνατότητα την εννοιολογική, να αναζητήσουμε λύσεις για συστήματα πολύ μεγάλα σε κοσμική κλίμακα. Και τα συστήματα σε κοσμική κλίμακα βέβαια εξαντλούνται όταν θεωρήσουμε το σύμπαν ολόκληρο

Άρα, ένα σημαντικό στοιχείο της επιστήμης του 20ου αιώνα που αναφέρεται μέσα από τη θεωρία της σχετικότητας, είναι η θεωρία της μεγάλης έκρηξης, το περίφημο big-bang που είναι γνωστό, που αποτελεί πράγματι, όπως θα δούμε, μια νέα ποιότητα στην αντιμετώπιση των προβλημάτων της φυσικής σε διάφορες κλίμακες

Τέλος, η τρίτη κατεύθυνση για την οποία δε θα έχουμε χρόνο να μιλήσουμε πολύ, αλλά είναι το αντίστοιχο της θερμοδυναμικής του 19ου αιώνα, σχετίζεται με το θεμελιακό ερώτημα, ποιά είναι η προέλευση του δεύτερου θερμοδυναμικού νόμου, ένας τόσο ισχυρός νόμος, που διέπει τα συστήματα σε όλες τις κλίμακες, από που προέρχεται.

Θα μπορούσαμε ενδεχομένως να εντάξουμε την “πληροφορία” μέσα σε ένα σύστημα αξιών της φυσικής που έως τώρα δεν έχει γίνει. Η έννοια της “πληροφορίας” δεσπόζει στη σύγχρονη τεχνολογική επανάσταση. Όπως η “ενέργεια” καθόριζε τη βιομηχανική επανάσταση του 19ου αιώνα, έτσι η “πληροφορία” καθορίζει τη σύγχρονη τεχνολογική επανάσταση.

Η θεωρία του Χάους η οποία εξετάζει αυτή την προέλευση της ποιότητας της ενέργειας μέσα από πρώτες αρχές ενδεχομένως θα μας απαντήσει ποια είναι η προέλευση του δεύτερου θερμοδυναμικού νόμου και ίσως μας οδηγήσει σε μια γενικότερη παγκοσμιότητα των νόμων της φυσικής, όπως ο Νεύτωνας είχε πρωτοθέσει την παγκοσμιότητα της έλξης.

Αυτό πράγματι είναι ένα νέο χαρακτηριστικό στοιχείο της επιστήμης του 20ου αιώνα, που μόλις τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό. Είναι δυνατότητες οι οποίες εμφανίζονται και σε συστήματα πέρα από τα όρια της φυσικής, όπως είναι η βιολογία.

Εμφανίζονται οι μηχανισμοί οι οποίοι ήταν άγνωστοι έως τώρα στη φυσική, κυρίως για τις δυνατότητες που έχει ένα σύστημα να αυτοοργανώνεται. Αγγίζεται έτσι το θέμα της “δημιουργίας”, ως υπερβατικής πραγματικότητας που απασχόλησε τη θεολογία για πολλούς αιώνες και σήμερα ακόμη.

Και μάλιστα ήθελα να παρατηρήσω ότι είμαστε σε μια εποχή όπου έχει αρχίσει ένας διάλογος ανάμεσα στην επιστήμη και στη θεολογία επάνω σ’ αυτά τα ζητήματα.

Αλλά νομίζω ακριβώς εδώ χρειάζεται κανείς, επειδή υπάρχει αυτή η πρόκληση, να εμβαθύνει λίγο στα πράγματα θεωρώντας ορισμένες οριακές συνθήκες αμετάβλητες. Και αυτή η οριακή συνθήκη - θα επαναλαμβάνω πάντοτε - είναι ότι η φυσική δεν έχει ανάγκη μιας υπερβατικής πραγματικότητας.

Έχει δύσκολα προβλήματα να λύσει, αλλά πρέπει να τα λύσει μέσα σε ένα σύστημα αυτοσυνέπειας του φυσικού κόσμου, όπου οι νόμοι της ύλης αυτοπροσδιορίζονται. Και επομένως η φύση έχει την ικανότητα να αυτοπροσδιορίζεται.

Μέσα στο σχήμα των ιδεών της φυσικής του 20ου αιώνα, εμφανίζεται τώρα η αντίστοιχη επανάσταση στην κοινωνία. Και η επανάσταση αυτή είναι η επανάσταση της πληροφορίας, είναι η τεχνολογική λεγόμενη επανάσταση, η οποία έχει αρχίσει, δεν ξέρουμε που μας οδηγεί, αλλά από την πλευρά βέβαια της κοινωνίας ήδη ξέρουμε πολλά και έχουν δοθεί και ενδιαφέρουσες ομιλίες και σ' αυτή τη σειρά. Για το ρόλο της επικοινωνίας μέσα από την πληροφορική και ούτω κάθε εξής.

Επανερχόμενοι στην Κβαντική Μηχανική του 20ου αιώνα, θέλουμε να υπενθυμίσουμε ότι στα πλαίσια αυτής της θεωρίας έχουν αναπληρωθεί εφαρμογές οι οποίες είναι γνωστές από την καθημερινή ζωή των τελευταίων χρόνων. Για παράδειγμα, καταλάβαμε τη δομή και τη λειτουργία των λεγομένων ημιαγωγών.

Τα τρανζίστορς τα οποία ήδη θεωρούνται παλαιά τεχνολογία μέσα στις εξελίξεις της ηλεκτρονικής, προέκυψαν μέσα από τους νόμους της κβαντικής φυσικής. Επομένως, αυτό το μικροσκοπικό "σύμπαν" ήρθε να δώσει την παρουσία του στην κλίμακα της ζωής και της επιστήμης που μας περιβάλλει.

Ακόμη τα υπεραγώγιμα υλικά τα οποία δεν παρουσιάζουν αντίσταση στο ηλεκτρικό ρεύμα. Πολύ χρήσιμα για τη βιομηχανία και τις εφαρμογές.

Το φαινόμενο λείζερ που επίσης είναι τόσο γνωστό, το κατανοήσαμε μέσα από τους νόμους αυτής της μικροσκοπικής θεωρίας. Και τα ηλεκτρονικά υλικά τα οποία σήμερα είναι η βασική απαίτηση της τεχνολογικής επανάστασης, ώστε με την ηλεκτρονική να μπορέσουμε να συσσωρεύουμε τις πληροφορίες σε πολύ μικρούς υπολογιστές.

Οι δυνατότητες είναι μεγάλες γιατί ξέρουμε πολύ καλά τις ιδιότητες στο μικροσκοπικό επίπεδο. Μπορούμε να τις χειριστούμε ώστε να παράγουμε ηλεκτρονικά υλικά με κατάλληλες μακροσκοπικές ιδιότητες.

Η Φυσική του 20ου αιώνα έχει δημιουργήσει ένα πρότυπο για τη μελέτη του σύμπαντος συνολικά. Να μπορούμε να ανατρέξουμε από τις μικρότερες κλίμακες, έως τις κοσμικές κλίμακες. Και να μπορέσουμε με έναν ενιαίο τρόπο να συνδέσουμε αυτές τις ιεραρχίες και να καταλάβουμε επιτέλους κάποτε το σύμπαν με αυτό τον ολιστικό μηχανισμό.

Εδώ θα ήθελα να κάνω μια παρένθεση. Οτι η εξέλιξη της επιστήμης στη Δύση, η οποία ακολούθησε την αναγέννηση και τον 17ο αιώνα για να φτάσουμε στον 19ο αιώνα, βασίστηκε σε μια πολύ βασική αρχή, μεθοδολογική αρχή. Είναι η αρχή του αναγωγισμού.

Για να κατανοήσω τους νόμους τους φυσικούς, πρέπει να κάνω μια αναγωγή στο σύστημά μου. Δεν μπορώ να πάρω όλο το σύμπαν και να το μελετήσω. Θα πρέπει να κάνω επιμέρους μελέτες, να περιορίσω τα συστήματά μου και να μελετήσω χωριστά τον ηλεκτρομαγνητισμό, χωριστά ένα άλλο σύστημα μηχανικής, χωριστά τη βιολογία, χωριστά τη χημεία και ούτω κάθε εξής.

Αυτό ασφαλώς οδήγησε σε μια αλματώδη πρόοδο. Και ίσως είναι κι ένας λόγος αυτός γιατί στην Ανατολή σε πολιτισμούς πολύ υψηλής ποιότητας όπως ήταν στην Κίνα, δεν αναπτύχθηκε η επιστήμη τόσο πολύ. Δεν αναπτύχθηκε γιατί εκεί δεν μπορούσαν να απομακρυνθούν από τη φυσική τους φιλοσοφία, από την έννοια του ολικού σύμπαντος. Σ' αυτές τις θρησκείες και σ' αυτές τις φιλοσοφίες, το σύμπαν είναι ενιαίο. Δεν μπορεί να το αποχωρήσει κανείς. Άρα η αρχή του αναγωγισμού δεν μπορούσε να βοηθήσει κατά τη γνώμη τους. Βοήθησε την επιστήμη να αναπτυχθεί, αλλά τώρα όμως κανείς πρέπει να ξεπληρώσει το χρέος. Δηλαδή, ήρθε η ώρα που υπάρχουν φαινόμενα που για να τα καταλάβουμε, πρέπει να δούμε το σύμπαν συνολικά. Και αυτό νομίζω είναι ένα χαρακτηριστικό της φυσικής του 20ου αιώνα, το οποίο υποθηκεύεται για το μέλλον, γιατί υπάρχουν προβλήματα που δεν έχουν απαντηθεί.

Επομένως, εάν θέλατε να συνοψίσουμε τα χαρακτηριστικά της φυσικής του 20ου αιώνα και να εντοπίσουμε μετά την εικόνα αυτής της κλίμακας των διαφόρων ιεραρχιών των φαινομένων που ξεκινάνε από τις πολύ μικροσκοπικές κλίμακες μέχρι τις κοσμικές κλίμακες του σύμπαντος, θα ήθελα πρώτα να κάνω αυτή τη σύνοψη και να πούμε ότι στη φυσική του 20ου αιώνα κατ' αρχήν έχει εισαχθεί με απόλυτο τρόπο η έννοια του μικρού, η έννοια του μικροσκοπικού πια είναι καθορισμένη. Καθορίζεται δηλαδή από σταθερές φυσικές και δεν είναι ένα σχετικό μέγεθος. Και αυτό είναι η είσοδος μας στο μικρόκοσμο.

Επίσης αποκτά κανείς μια ιδέα γεωμετρική για το χωρόχρονο. Είναι η θεωρία της σχετικότητας που ανέφερα, στην οποία δε θα επιμείνω γιατί χρειάζεται - όπως είπα - μια υπέρβαση της εμπειρίας την οποία δεν διαθέτουμε εύκολα.

Το τρίτο είναι αυτό το οποίο είναι σημαντικό. Οτι καθορίζεται κάποια ιεραρχία των κλιμάκων. Και κάθε κλίμακα οργάνωσης της ύλης έχει νόμους οι οποίοι καθορίζονται από τις σταθερές τις φυσικές με ένα απλό τρόπο. Και μπορούμε να επενδύσουμε πάνω σ' αυτό το σκελετό των κλιμάκων, ώστε να οικοδομήσουμε με λεπτομερείς θεωρίες και με νέα πειράματα τις λεπτομέρειες της φυσικής πραγματικότητας

Ένα άλλο στοιχείο είναι ότι οι παγκόσμιες σταθερές που σας ανέφερα δεν ξέρουμε ακόμα γιατί έχουν την τιμή αυτή που έχουν. Π.χ. δεν ξέρουμε γιατί το ηλεκτρικό φορτίο του ηλεκτρονίου που είναι το ελάχιστο φορτίο που συναντάμε στη φύση είναι αυτό που είναι

Ή γιατί η μάζα του ηλεκτρονίου είναι αυτή που είναι. Την ξέρουμε. Την έχουμε μετρήσει. Τα ξέρουμε τα μεγέθη αυτά, αλλά ξέρουμε επίσης - όπως θα προσπαθήσω να σας δείξω - ότι το σύμπαν είναι πολύ ευαίσθητο και πολύ ασταθές σε μικρές αλλαγές αυτών των σταθερών

Αν αυτές οι σταθερές είχαν λίγο διαφορετικές τιμές απ' ότι έχουν τώρα, το σύμπαν θα ήταν πολύ διαφορετικό. Κι αυτό εισάγει ένα σοβαρότατο πρόβλημα οντολογικό, σχεδόν φιλοσοφικό, που θα αναφέρω στη συνέχεια.

Αλλά να σας δώσω ένα απλό παράδειγμα, εάν θεωρήσετε τη μάζα του πρωτονίου, πρωτόνιο θυμόσαστε ήταν ένα σωματίο στον πυρήνα όλων των ατόμων που ξέρουμε. Και υπάρχει το πρωτόνιο και το νετρόνιο. Αυτά είναι σωματίδια τα οποία είναι σχεδόν ίδια. Η μόνη τους διαφορά που είναι βασική, είναι ότι το ένα έχει φορτίο ηλεκτρικό, το άλλο δεν έχει.

Αλλά υπάρχει ένα άλλο χαρακτηριστικό. Οι μάζες τους δεν έχουμε κανένα λόγο ακόμα και δεν ξέρουμε στη φυσική γιατί πρέπει να είναι διαφορετικές. Περιμένανε οι μάζες τους να είναι ίδιες

Αλλά ξέρουμε ότι η μάζα του πρωτονίου και του νετρονίου, διαφέρουν μεταξύ τους, αλλά πάρα πολύ λίγο. Δηλαδή η διαφορά τους είναι το ένα χιλιοστό της μάζας του πρωτονίου. Και θα έλεγε ένας φυσικός ότι σε μια καλή προσέγγιση θα μπορούσε κι αυτό να είναι μηδέν. Δηλαδή, η φύση θα άλλαζε εάν ήταν μηδέν

Είναι ενδιαφέρον να δει κανείς ότι εάν η μάζα του πρωτονίου ήταν ίδια με τη μάζα του νετρονίου, μέσα σ' αυτό το πλαίσιο της κοσμολογίας της μεγάλης έκρηξης, το σύμπαν θα ήταν διαφορετικό.

Δηλαδή, θα ήταν τόσο διαφορετικό, ώστε δε θα υπήρχε ζωή, δε θα υπήρχε υδρογόνο στο σύμπαν. Όλα τα πρωτόνια θα είχαν δεσμευτεί σε άλλους πυρήνες, δε θα είχε περισσέψει υδρογόνο, δε θα είχε γίνει το νερό, δε θα υπήρχαν ωκεανοί, δε θα υπήρχε ζωή

Επομένως, βλέπουμε και νομίζω για πρώτη φορά αυτό διαπιστώθηκε στην επιστήμη, ότι μικρές αλλαγές στις παγκόσμιες σταθερές, θα δημιουργούσαν τελείως άλλη εικόνα του σύμπαντος. Που αυτό σημαίνει ότι υπάρχει μια σοφία στη φύση. Η οποία σαν να έχει κουρδίσει αυτή τη συγχροδία των σταθερών των παγκοσμίων, ώστε να έχουν ακριβώς αυτές τις τιμές

Και εδώ υπάρχει πάλι το ερώτημα. Κάθε φορά που μιλάει κανείς για σοφία στη φύση, είναι έτοιμος να μεταβεί σε μια υπερβατική πραγματικότητα; Αυτό όμως δεν είναι απαραίτητο, η φύση έχει η ίδια τη σοφία μέσα από τη νομοτέλειά της.

Επομένως, όταν μιλώ για τη σοφία της φύσης, εννοώ για τη νομοτέλεια των νόμων της οι οποίοι πρέπει να μας δώσουν κάποτε την απάντηση, γιατί οι σταθερές έχουν αυτές τις τιμές. Αυτό είναι το σημαντικό πρόβλημα της φυσικής του 20ου αιώνα και αυτό θα ήθελα να το συζητήσουμε στο τελευταίο μέρος της ομιλίας.

Η ενότητα των φυσικών νόμων προκύπτει μέσα από την ετερότητα των φαινομένων. Τα φαινόμενα είναι μεταξύ τους διαφορετικά, πολύπλοκα, ποικίλα σε πολλές κλίμακες. Αλλά οι φυσικοί νόμοι έχουν μια ενότητα μεταξύ τους.

Υπάρχει επίσης μια απλότητα της φυσικής θεωρίας. Η οποία προκύπτει μέσα από την πολυπλοκότητα των συστημάτων. Αυτά είναι όλα αισιόδοξα χαρακτηριστικά, γιατί πράγματι θέλουμε η απλότητα να κυριαρχήσει. Η φύση είναι πολύπλοκη γύρω μας. Αλλά οι βασικοί νόμοι μέσα σ' αυτό το φόντο θα πρέπει να βρεθούν και να είναι απλοί και νομοτελειακοί. Αυτά όλα χαρακτηρίζουν τη φυσική του 20ου αιώνα. Υπάρχουν. Δεν είναι όλα απαντημένα ερωτήματα, αλλά υπάρχουν νύξεις σοβαρές

Η γένεση και η εξέλιξη του σύμπαντος αποτελούν ένα πρότυπο της ιστορικότητας των φυσικών νόμων. Είναι ένα νέο στοιχείο που δεν υπήρχε τις προηγούμενες εποχές. Το 19ο αιώνα,

οι νόμοι που ανέφερα πριν, ήταν νόμοι οι οποίοι ήταν καθοριστικοί, ήταν δοσμένοι, είχαν μια προαιώνια ισχύ και δεν άλλαζαν μέσα στον ιστορικό χρόνο.

Αυτό άλλωστε έκανε και τη φυσική ως επιστήμη να έχει το προνόμιο απέναντι στις ιστορικές επιστήμες. Τα φαινόμενα στη φυσική, πιστεύαμε πάντοτε ότι επαναλαμβάνονται. Η αρχή της επαναληψιμότητας. Μπορεί το φαινόμενο να το επαναλάβω εγώ στο πείραμά μου. Πολλές φορές να επαληθευτεί ο φυσικός νόμος που προσπαθώ να βρω, κι έτσι έχω πειστεί για την ισχύ των αποτελεσμάτων.

Αποδείχτηκε τώρα μέσα σ' αυτές τις θεωρίες και στην επαλήθευσή τους την πειραματική ως τώρα, ότι οι νόμοι της φύσης που έχουμε σήμερα δεν είναι πρωτογενείς. Μέσα στην εξέλιξη του σύμπαντος ήταν διαφορετικοί. Και πολύ διαφορετικοί και άλλαξαν. Επομένως, αυτό φέρνει κατά κάποιο τρόπο την επιστήμη και την μεθοδολογία της κοντά στις ιστορικές επιστήμες.

Οι ιστορικές επιστήμες δε μπορούν να αναπαράγουν τα φαινόμενα. Η μεθοδολογία του ιστορικού είναι ότι δε μπορεί να αναπαράγει το φαινόμενο του πολιτισμού ή το φαινόμενο των αλλαγών των κοινωνιών. Πρέπει να βρει άλλες μεθόδους για να βγάλει τους νόμους τους ιστορικούς

Φαίνεται ότι και ο φυσικός έχει τώρα πια αυτό το πρόβλημα. Διότι οι νόμοι της φύσης στην εξέλιξη του σύμπαντος άλλαξαν. Κι αυτούς που έχουμε κληρονομήσει τώρα, απλώς είναι τέτοι-οι ώστε να μας δίνουν κάποια δείγματα και κάποιες νύξεις ώστε να ανατρέξουμε και να ανακαλύψουμε πως ήταν οι νόμοι τις πρώτες στιγμές της εξέλιξης του σύμπαντος.

Επομένως, μ' αυτό θέλω να πω ότι η γένεση και η εξέλιξη του σύμπαντος μέσα από το πρότυπο της μεγάλης έκρηξης, μας δημιουργεί ένα νέο πρότυπο για την ιστορικότητα των φυσικών νόμων που είναι ένα νέο στοιχείο πρωτοφανές για τη φυσική επιστήμη. Γι' αυτό και πολύ ενδιαφέρον

Και τέλος βέβαια το τρομερό ερώτημα το οποίο ανάγεται στις πρώτες στιγμές του σύμπαντος, είναι πως γεννήθηκε ο χωρόχρονος. Ποια είναι η αρχή του χρόνου. Τι συνέβη στο σύμπαν; Αυτή η τάξη που χαρακτηρίζει τη γεωμετρία και το χρόνο, αυτή η τάξη πώς προέκυψε;

Και οι εικασίες σ' αυτή την κατεύθυνση είναι ότι δεν αποκλείεται αυτός ο σπουδαίος, δεύτερος θερμοδυναμικός νόμος ο οποίος μας μιλά για το πως κατανέμεται η τάξη και η αταξία στη φύση, να έχει παίξει το σημαντικό ρόλο.

Όταν έχετε αταξία η ποιότητα της ενέργειας που συμμετέχει είναι χαμηλή. Ισως ο δεύτερος θερμοδυναμικός νόμος είναι υπεύθυνος και για τη γέννηση του χώρου, του ίδιου του χώρου που είναι ένα στοιχείο τάξης και του χρόνου. Αυτά όμως είναι ερωτήματα τα οποία, ακριβώς όπως σας είπα, είναι ερωτήματα τα οποία τίθενται μέσα απ' αυτές τις έρευνες και δεν έχουν ακόμη ξεκάθαρες απαντήσεις.

Μας δημιουργούνται προβλήματα νέα τα οποία πρέπει να αντιμετωπίσουμε. Ξαναγυρίζουμε πάλι στην αρχιτεκτονική του ουρανού.

Διότι, όπως θα δούμε, τα πειράματα στη γη ίσως έχουν ένα όριο. Με το τέλος του αιώνα - κατά τη γνώμη μου - δε θα μπορούμε να φτιάξουμε νέους επιταχυντές. Θα εξαντλήσουμε το μέγεθος των επιταχυντών, γιατί κάθε φορά που θέλουμε μεγαλύτερη ενέργεια, θέλουμε μεγαλύτερες ακτίνες. Δεν μπορούμε να φτάσουμε την ακτίνα της γης και να κάνουμε επιταχυντές.

Επομένως, μετά το τελευταίο “κεκλιμένο επίπεδο” που κάποτε θα έρθει στο τέλος του αιώνα, θα πρέπει ξανά πάλι να επιστρέψουμε με τα μάτια μας στην αρχιτεκτονική του ουρανού για να πάρουμε τις ιδέες και τους νόμους από τη συγκρότηση και από την ιστορία του σύμπαντος.

Αυτό επομένως με έναν τρόπο μας φέρνει πίσω, μας φέρνει στην εποχή της φυσικής του Αριστοτέλη, όπου τα φαινόμενα κανείς τα έβλεπε μέχρι το Γαλιλαίο, μελετώντας την αρχιτεκτονική του ουρανού. Αυτό που εμφανίζεται όπως σας είπα ενδιαφέρον και μπορεί να μας αποκαλύψει με έναν απλό τρόπο το σύμπαν ολόκληρο μέσα από μια ιεραρχία κλιμάκων, είναι πράγματι μια καταγραφή, στην οποία κανείς αρχίζει και μελετά τα διάφορα φαινόμενα με κάποια αντιστοιχία κλίμακας αποστάσεων.

Τώρα, το ενδιαφέρον, είναι ότι αυτές οι κλίμακες όπως σας είπα, συνδέονται με τις παγκόσμιες σταθερές. Οι παγκόσμιες σταθερές είναι το αλφαριθμητικό της φύσης. Όπως σας είπα, είναι κάποιες σταθερές οι οποίες έχουν μετρηθεί ξέρουμε τι τιμές έχουν οι φυσικές ποσότητες. Αλλά δεν ξέρουμε γιατί έχουν αυτές τις τιμές;

Επομένως, η ακριβής τιμή αυτών των σταθερών, είναι το αποτέλεσμα μιας λεπτής επιλογής, έχουμε κουρδίσει πάρα πολύ καλά τα όργανα της κοσμικής ορχήστρας για να πετύχουμε το σύμπαν που υπάρχει σήμερα. Κι αυτό είναι ένα ενδιαφέρον ερώτημα. Οι σταθερές αυτές καθορίζουν τις κλίμακες οργάνωσης της ύλης.

Εάν ξεκινήσει κανείς από τον άνθρωπο, προς τα δεξιά του οι κλίμακες μεγαλώνουν. Είναι τα βουνά, είναι οι πλανήτες, είναι τα αστέρια, είναι οι γαλαξίες. Και φτάνουμε μέχρι το 10^{30} m που είναι οι διαστάσεις του σύμπαντος. Είναι το σύμπαν ολόκληρο.

Αριστερά από τον άνθρωπο αρχίζουν τα μικρά συστήματα. Είναι η αμοιβάδα, είναι το κύτταρο, είναι το DNA, είναι το άτομο, είναι ένας πυρήνας, είναι άλλα σωμάτια τα οποία βρίσκονται σ' αυτή την περιοχή εδώ και χαρακτηρίζουν αυτό το κβαντικό σύμπαν μέχρι έως ότου φτάσουμε σε αποστάσεις 10^{-35} εκατοστά. Αυτός ο φοβερά μικρός αριθμός μας καθορίζει τη λεγόμενη περιοχή της κβαντικής βαρύτητας. Εκεί τα φαινόμενα είναι τελείως άγνωστα.

Πίσω απ' αυτή την πολυπλοκότητα και απ' αυτή την αφάνταστη διαφορά των κλιμάκων, υπάρχουν ορισμένες απλές φυσικές σταθερές που έχουν καθορισμένες τιμές και οι οποίες χαρακτηρίζουν αυτές τις κλίμακες. Και είναι ενδιαφέρον ότι η δομή και η λειτουργία του σύμπαντος έχουν μεγάλη αστάθεια σ' αυτές τις σταθερές. Το σύμπαν αλλάζει δραστικά σε μικρές αλλαγές των σταθερών.

Στην εξέλιξη του σύμπαντος έχουμε διάφορες “μεγαλειώδεις στιγμές”, στις οποίες οι νόμοι της φύσης έχουν αλλάξει δραστικά.

Υπάρχει αυτή η ιστορικότητα των φυσικών νόμων. Όλες οι δυνάμεις ξεκίνησαν ενοποιημένες στην αρχή, αλλά όπως περνούσε ο χρόνος και υπήρχε η διαστολή του σύμπαντος, άρχισαν να ξεχωρίζουν οι δυνάμεις. Η βαρύτητα να ξεχωρίζει από τον ηλεκτρομαγνητισμό, από τις ισχυρές δυνάμεις.

Αυτό συντελέστηκε μέσα σε όλη τη διαδρομή από τις πολύ μικρές διαστάσεις του σύμπαντος και φτάσαμε σήμερα μετά από κάποια δισεκατομμύρια χρόνια το σύμπαν να είναι αυτό που είναι. Κι εδώ βλέπουμε πως ξεκινήσαμε από κάποια περιέργα σωματίδια τα οποία κυκλοφορούσαν στο σύμπαν την εποχή εκείνη. Η θερμοκρασία ήταν πάρα πολύ μεγάλη. Η πυκνότητα ήταν πολύ μεγάλη. Δεν μπορούσαν να υπάρχουν σχηματισμοί και δομές με τη μορφή που έχουμε σήμερα.

Όλη η ύλη ήταν απλώς σωματίδια που κολυπούσαν μέσα σ' αυτό το σύμπαν το οποίο ξεκίνησε σε μικρές διαστάσεις και άρχισε να διαστέλλεται. Αλλά ήρθε η ώρα όπου η θερμοκρασία ήταν κατάλληλη ώστε να δημιουργηθούν οι πρώτοι πυρήνες, να δημιουργηθούν τα πρώτα άτομα, να δημιουργηθούν οι γαλαξίες και να φτάσουμε στη σημερινή εικόνα.

Και για να τελειώσω τώρα, θέλω να τονίσω ότι η σύγχρονη πυρηνική φυσική, έχοντας μπροστά της αυτό το νέο ποιοτικό χαρακτηριστικό, ότι οι νόμοι της φύσης έχουν μια ιστορικότητα και ότι δεν μπορώ να τους επαναλάβω, δεν μπορώ να ξαναφτιάξω το σύμπαν τις πρώτες στιγμές για να δω πως συντελέστηκαν αυτές οι διεργασίες, αναζητεί νέα πειράματα.

Βλέπω εδώ τον καθηγητή τον κ. Παναγιώτου, ο οποίος συμμετέχει από την ελληνική πλευρά στα πειράματα που γίνονται στο CERN, όπου προσπαθούμε έχοντας πυρήνες, βαριά ιόντα, όπως λέμε, να δημιουργήσουμε τις συνθήκες που είχε το σύμπαν το πρώτο 1 εκατομμυριοστό του δευτερολέπτου

Αυτό γιατί; Γιατί σ' αυτή την περίοδο συντελέστηκε πιστεύουμε ένα πολύ σημαντικό φαινόμενο. Φτιάχτηκαν τα πρώτα νουκλεόνια. Φτιάχτηκε δηλαδή η πρώτη ύλη από την οποία μετά έχουμε τους πυρήνες και την ύλη των γαλαξιών όπως υπάρχει σήμερα

Αλλά μας έχει διδάξει η κβαντική φυσική που αναφέραμε στην αρχή, ότι όταν θέλω εγώ να προχωρήσω σε πολύ μικρές κλίμακες, θα πρέπει να πληρώσω ένα αντίτιμο. Χρειάζομαι πάρα πολύ μεγάλη ενέργεια. Όσο μικρότερη κλίμακα θέλω να ανιχνεύσω στο πείραμά μου, πρέπει να διαθέτω μεγαλύτερη ενέργεια. Γι' αυτό και οι επιταχυντές συνεχώς ζητάνε μεγαλύτερη ενέργεια για να μπορέσουμε να φτάσουμε σε μικρότερες αποστάσεις.

Γι' αυτό το λόγο σας ανέφερα ότι αυτό δε μπορεί να συνεχίζεται επ' άπειρο. Και επομένως, κάποτε θα σταματήσουμε να φτιάχνουμε επιταχυντές. Πρέπει οι επιστήμονες κάτι να σκεφτούνε για νέα πειράματα. Και το σύμπαν, ο ουρανός είναι εκεί και μας περιμένει βέβαια με τα δικά του φαινόμενα

Εάν θέλετε κάποια πληροφόρηση, τα μελλοντικά πειράματα για τα επόμενα λίγα χρόνια, μέχρις ότου τελειώσει ο αιώνας μας, σχεδιάζονται στην Ευρώπη, στο CERN, που είναι το κέντρο

πυρηνικής έρευνας στη Γενεύη της Ελβετίας, το ευρωπαϊκό κέντρο όπου υπάρχουν οι μεγάλοι επιταχυντές στους οποίους φανταζόμαστε ότι θα έχουμε αυτά τα χαρακτηριστικά.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες σχεδιάζεται νέος επιταχυντής παράλληλα με τον ευρωπαϊκό για τα επόμενα 10 χρόνια, ο οποίος θα φτάσει κι αυτός μια πολύ μεγάλη ενέργεια.

Τώρα για μας τι σημαίνουν οι ενέργειες των επιταχυντών; Γιατί δεν μιλήσαμε για την κλίμακα των ενεργειών, μιλήσαμε για την κλίμακα των αποστάσεων. Έχουμε συνθίσει τώρα να βλέπουμε τις διάφορες κλίμακες. Το μικροσκοπικό σύμπαν καλύπτει την περιοχή από 10^{-8} cm μέχρι 10^{-33} cm.

Πάρτε τους εκθέτες αυτούς. Μας δίνουν ένα μέτρο των μικροσκοπικών κλιμάκων από 8 μέχρι 33, την έκταση του μικροσκοπικού σύμπαντος.

Να δούμε μ' αυτές τις ενέργειες το οδοιπορικό μας μέχρι που μπορεί να φτάσει. Με τις ενέργειες που θα έχουμε στην Ευρώπη και στις Ηνωμένες Πολιτείες θα φτάσουμε μέχρι τον εκθέτη -18. Δηλαδή από το -8 θα προχωρήσουμε αρκετά μέχρι το -18. Και με την ενέργεια στις Ηνωμένες Πολιτείες θα φτάσουμε μέχρι το -21.

Εάν το δείτε αυτό, ακριβώς φτάνουμε στη μέση του οδοιπορικού αυτού. Δηλαδή από το 8 στο 33, θα έχει καλυφθεί ο μισός δρόμος στο οδοιπορικό αυτό του σύμπαντος. Και επομένως επειδή δεν φανταζόμαστε ότι μετά απ' αυτή τη γενιά των επιταχυντών, θα επιτρέψουν οι κοινωνίες και τα οικονομικά των κοινωνιών να δοθούν γι' αυτά τα πάρα πολύ ακριβά έργα αρκετά χρήματα, θα πρέπει οι επιστήμονες ως μέλη των κοινωνιών να φανταστούν νέα πειράματα. Και γι' αυτό είναι πολύ σημαντικός σταθμός το τέλος του 20ου αιώνα για τη φυσική επιστήμη.

Και τώρα θα τελειώσω, αναφέροντας και κρίνοντας πως η φυσική και κυρίως οι ιδέες της, μας οδηγούν κατ' ανάγκη σε ορισμένα πολύ θεμελιώδη ερωτήματα τα οποία είναι και οντολογικά ερωτήματα.

Και θα μιλήσω με μια διαφάνεια για τη λεγόμενη ανθρωπική αρχή. Η οποία αποτελεί σήμερα - όπως σας είπα - ένα διάλογο της επιστήμης με τη θεολογία. Και είναι ενδιαφέρον διότι αυτός ο διάλογος έχει αρχίσει όχι μόνο από το Βατικανό, αλλά έχει αρχίσει τώρα και από τους φυσικούς και τους ορθόδοξους θεολόγους της Αγίας Πετρούπολης.

Στο Λένινγκραντ το οποίο είχε την παράδοση της επιστήμης, αλλά επίσης και την παράδοση της ορθοδοξίας έχει δημιουργηθεί μια ομάδα επιστημόνων και θεολόγων που συζητούν αυτά τα ερωτήματα.

Το λέω αυτό, δε διστάζω να το πω, γιατί είναι σεβαστό, όπως σας είπα, να υπάρχουν οι τάσεις αυτής της υπερβατικής πραγματικότητας σε ανθρώπους οι οποίοι σκέφτονται συνδέοντας τα υπαρξιακά προβλήματα με αυτές τις υπερβάσεις. Αλλά από την άλλη μεριά είναι και η επιστήμη η οποία έχει τη νομοτέλειά της. Και αυτός ο διάλογος πρέπει να υπάρχει και πρέπει να εμφανίζεται με έναν τρόπο που να οδηγεί στην πρόοδο.

Η ανθρωπική αρχή τι λέει; Είναι μια υπόθεση η οποία έχει διατυπωθεί από φυσικούς τα τελευταία χρόνια κι αυτό είναι το ενδιαφέρον. Σύμφωνα με την αρχή αυτή, το σύμπαν έχει συγκροτηθεί με λεπτές ρυθμίσεις των θεμελιακών σταθερών, έτσι ώστε να είναι κατάλληλο για την εμφάνιση και τη διατήρηση της ζωής και του πολιτισμού του ανθρώπου, διαμέσου του οποίου παρατηρείται τελικά και επιβεβαιώνεται η ίδια η ύπαρξη του σύμπαντος.

Είναι ενδιαφέρον ότι 500 χρόνια μετά τον Κοπέρνικο όπου συντελέστηκε επανάσταση ώστε να απαλλαγούμε από το γεωκεντρικό σύστημα και να οδηγηθούμε μετά στην επιστημονική επανάσταση του Γαλιλαίου, επανερχόμαστε τώρα όχι απλώς σε ένα γεωκεντρικό σύστημα, αλλά σε ένα ανθρωποκεντρικό σύστημα. Δηλαδή θεωρείται ότι ο άνθρωπος είναι το κέντρο του σύμπαντος! Οτι έχει ρυθμιστεί το σύμπαν ολόκληρο με σκοπό την ύπαρξη του ανθρωπίνου γένους!!

Η πρόταση είναι ενδιαφέρουσα, αλλά έχει πολύ έντονα αντιεπιστημονικά χαρακτηριστικά. Η επιστήμη θα πρέπει να αντιμετωπίζει τα δύσκολα προβλήματα, και είναι ένα πολύ δύσκολο πρόβλημα να βρούμε γιατί οι σταθερές είναι αυτές που είναι μέσα από συμφωνίες και όρους παρατήρησης και επεξεργασίας του ορθού λόγου.

Μια διαφορετική άποψη η οποία δεν έχει ακόμη το περιεχόμενο το ποσοτικό για να αποτελέσει μια θεωρία αντί της ανθρωπικής αρχής, πιστεύω ότι θα μπορούσε να στηριχθεί σε ένα είδος δαρβινικής υπόθεσης. Ένα είδος αρχής επιλογής για τις σταθερές της φύσης. Μια τέτοια αρχή θα πρέπει να καθοδηγείται από την ίδια τη φύση, από την αυτοσυνέπειά της, από τη νομοτέλειά της, από τους κανόνες παγκοσμιότητας και την ολική συμπεριφορά του σύμπαντος.

Μ' αυτές τις παρατηρήσεις ήθελα να τονίσω ότι οι επιστημονικές αποσκευές για τον επόμενο αιώνα δεν είναι ακόμα έτοιμες. Δεν ξέρουμε ακόμα ποια θα είναι τα κρίσιμα πειράματα και ποια θα είναι τα κρίσιμα ερωτήματα.

Αλλά πάντως πιστεύω ότι μέσα απ' αυτά τα διάσπαρτα ζητήματα που προσπάθησα να σας θίξω, θα αναδειχτούν με κάποιου είδους πειθαρχημένη προτεραιότητα, τα σημαντικά προβλήματα της φυσικής επιστήμης. Και η φυσική θα συνεχίζει βέβαια την περιπέτειά της, ελπίζοντας τώρα ότι η πείρα των προηγούμενων αιώνων θα έχει δείξει ότι δεν χρειάζεται δογματισμός στην επιστήμη.

Η καθαρή και η ελεύθερη σκέψη οδηγεί πάντοτε στην πρόοδο. Αλλά ασφαλώς χρειάζεται μαζί με την καλλιέργεια της επιστήμης και καλλιέργεια της συνείδησης. Της συνείδησης της κοινωνικής κατ' αρχήν.

Αλλά τώρα φαίνεται ότι χρειάζεται και μια ευρύτερη συνείδηση. Με τον κίνδυνο που έχει το περιβάλλον που ζούμε, χρειάζεται ίσως και μια πλανητική συνείδηση, μια σκέψη πλανητική. Και γιατί να μην μπορούμε να σκεφτόμαστε και να ονειρευόμαστε το σύμπαν ολόκληρο;; Ευχαριστώ πάρα πολύ.

Λήξη διάλεξης

“Η Μοριακή Βάση του Φαινομένου της Ζωής”

Ομιλητής: Κ. ΣΚΡΕΤΤΑΣ

(Τον ομιλητή προλόγισε και παρουσίασε στο ακροατήριο
ο Διευθύνων Σύμβουλος του Ιδρύματος Καθηγητής κ. Κ. Σέκερης)

Το φαινόμενο της ζωής είναι τόσο πολύπλοκο ώστε δε μπορεί να είναι κανείς βέβαιος ότι το κατανοεί επαρκώς ώστε να του δώσει και τον σωστό ορισμό. Ένας λίγο ως πολύ ατελής ορισμός βασιζόμενος στην περιγραφή των βασικότερων ιδιοτήτων των αντικειμένων τα οποία χαρακτηρίζονται ως ζώντα είναι ο εξής: “Ζωή είναι η ύπαρξη εξατομικευμένων οντοτήτων οι οποίες έχουν ημερομηνία λήξεως και έναν αριθμό κοινών χαρακτηριστικών, τα βασικότερα από τα οποία είναι: η ικανότητα να διατρέφονται, να αναπτύσσονται, να αναπαράγονται και να αντιδρούν σε ερεθίσματα”. Η ζωή και η πληθώρα των διεργασιών που τη χαρακτηρίζουν είναι το αντικείμενο της Βιολογίας. Η βιολογία ξεκίνησε σαν μια καθαρά περιγραφική επιστήμη, αλλά εδώ και εξήντα περίπου χρόνια άρχισε να χρησιμοποιεί τις μεθόδους της χημείας και των άλλων φυσικών επιστημών και έτσι από περιγραφική έχει μετατραπεί σε μοριακή ή μηχανιστική επιστήμη.

Επειδή λοιπόν θα μιλήσουμε για μόρια θα ήθελα να υπενθυμίσω σε όσους δε θυμούνται μερικές βασικές έννοιες της χημείας. Όπως οι λέξεις ενός κειμένου προκύπτουν από συνδυασμούς 24 το πολύ γραμμάτων, έτσι και τα υλικά αντικείμενα που μας περιβάλλουν είναι κατωμένα από ένα σχετικά μικρό αριθμό ειδών ύλης τα οποία ονομάζουμε **χημικά στοιχεία**. Τα χημικά στοιχεία είναι ασυνεχή, που σημαίνει ότι αποτελούνται από ξεχωριστές οντότητες τις οποίες ονομάζουμε **άτομα**. Τα άτομα ενός στοιχείου είναι όλα όμοια μεταξύ τους και διακρίνονται από τα άτομα των άλλων στοιχείων από τη μάζα τους, την ενέργειά τους και τον όγκο τους. Θα πρέπει να τονίσουμε ότι τα άτομα των στοιχείων είναι απείρως μικρά αλλά αυτό δεν εμπόδισε την επιστήμη να προσδιορίσει με εκπληκτική ακρίβεια τη μάζα, την ενέργεια και τον όγκο των ατόμων. Τα άτομα των διαφόρων στοιχείων, πλην ορισμένων εξαιρέσεων, έχουν την τάση να ενώνονται σύμφωνα με ορισμένους κανόνες και να σχηματίζουν **μόρια**. Τα άτομα που σχηματίζουν μόριο προσδίδουν σ' αυτό μάζα, ενέργεια και όγκο. Ο ιδιαίτερος τρόπος με τον οποίο ενώνονται τα άτομα στο μόριο λέγεται δομή του μορίου. Είναι δηλαδή δυνατόν μια συγκεκριμένη ομάδα ατόμων να σχηματίσει ένα ή περισσότερα μόρια. Τα μόρια λοιπόν αυτά έχουν διαφορετική δομή. Για παραδειγμα, όπως τα γράμματα Α, Ε και Ν μπορούν να σχηματίσουν τις λέξεις ΕΝΑ και ΝΕΑ, έτσι και η ίδια ομάδα ατόμων μπορεί να σχηματίσει δυο ή περισσότερα μόρια. Τα μόρια συχνά αναφέρονται και ως χημικές **ενώσεις**. Μια άλλη έννοια που μας χρειάζεται είναι η έννοια του **μηχανισμού αντίδρασης**. Σε μια χημική αντίδραση συγκρούονται δυο συνήθως μόρια και ανταλλάσσουν άτομα ή ομάδες ατόμων. Την πλήρη κατανόηση των όσων συμβαίνουν σε μια αντίδραση την ονομάζουμε **μηχανισμό της αντίδρασης**. Ο μηχανισμός αντίδρασης είναι αποτέλεσμα πειραματικών μετρήσεων σε συνδυασμό με αξιολόγηση των πειραματικών αποτελεσμάτων επι τη βάση ενός θεωρητικού προτύπου.

Έτσι, όταν λέμε ότι σήμερα η βιολογία είναι μοριακή ή μηχανιστική επιστήμη, εννοούμε ότι ασχολείται με τη μελέτη χημικών διεργασιών που συμβαίνουν στο κύτταρο, προσπαθώντας να διεκρινίσει τους μηχανισμούς αυτών των διεργασιών.

Και τώρα νομίζω ότι μπορούμε να μιλήσουμε στο κυρίως θέμα μας.

Ζωή και Χημεία του Άνθρακα

Το 1869 ανακαλύφθηκε μια κατηγορία οργανικών ενώσεων οι οποίες ονομάστηκαν νουκλεϊνικά οξέα. Το όνομά τους το οφείλουν στο γεγονός ότι απομονώθηκαν από πυρήνες κυττάρων. Έπειτα από μακροχρόνιες έρευνες χημικών και βιολόγων τα μόρια αυτά αναγνωρίστηκαν ως τα πιο θεμελιώδη συστατικά των ζώντων οργανισμών. Νομίζω ότι όλοι θα έχουμε ακούσει κάτι για το DNA, που είναι ακρωνύμιο του **δεσοξυριβονουκλεϊνικού οξέος**. Θα μπορούσε να πει κανείς απλά ότι το DNA είναι η ταινία πάνω στην οποία είναι γραμμένη η κληρονομικότητα. Ανάλυση των νουκλεϊνικών οξέων έδειξε ότι περιέχουν άνθρακα, υδρογόνο, οξυγόνο, άζωτο και φωσφόρο. Και επειδή τα προαναφερθέντα στοιχεία χαρακτηρίζονται από τη μικρή τους σχετικά μάζα, και λόγω της θεμελιώδους σημασίας των νουκλεϊνικών οξέων για τη ζωή, δεν θα ήταν υπερβολή να πούμε ότι η ζωή στον πλανήτη μας αποτελεί εκδήλωση της χημείας των ελαφρών στοιχείων και κυρίως του άνθρακα. Η χημεία της ζωής είναι επιπλέον χαρακτηρίζεται από πολύ υψηλό βαθμό μοριακής πολυπλοκότητας. Και αυτό αν το δει κανείς από τη σκοπιά της πληροφορικής σημαίνει ότι η ζωή έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε πληροφορίες. Αυτό ισχύει τόσο για τους πιο μικρούς ιούς όσο και για τους πλέον εξελιγμένους οργανισμούς: δηλαδή, όλα τα έμβια όντα θεμελιώνονται πάνω στα νουκλεϊνικά οξέα και τις πρωτεΐνες που είναι τα κατεξοχήν μόρια με πληθώρα πληροφοριών.

Όλα τα κύτταρα και οργανισμοί αποτελούν εκφράσεις των πληροφοριών που εμπεριέχονται στη δομή των γονιδίων τους, δηλαδή το DNA. Όλες αυτές οι πληροφορίες αφορούν άμεσα ή έμμεσα στην παραγωγή μορίων πρωτεΐνης. Επιπλέον, οι πληροφορίες αυτές καθορίζουν τη δομή των πρωτεϊνών, το χρόνο της εμφάνισής τους καθώς και την ταχύτητα σύνθεσής τους. Έτσι, η γενετική κληρονομία κάθε έμβιου είδους αποτελεί μια ομάδα προδιαγραφών οι οποίες είναι κωδικοποιημένες στο DNA, για τη σύνθεση μιας σειράς ενζύμων και άλλων πρωτεϊνικών μορίων. Όλα λοιπόν τα χαρακτηριστικά ενός οργανισμού, δηλαδή, η δομή, η ανάπτυξη, ο μεταβολισμός και η συμπεριφορά είναι γενετικώς καθορισμένα.

Και τώρα άς δούμε πως δημιουργείται ο γενετικός κώδικας.

Οι πληροφορίες που περιέχονται στα γονίδια δημιουργούνται από τυχαίες μεταλλάξεις στο DNA, ύστερα από φυσική επιλογή. Οι γενετικές, λοιπόν, προδιαγραφές αποτελούν προϊόν εξέλιξης, δηλαδή, αρχείο στο οποίο καταγράφονται οι κατά καιρούς ανακαλυφθέντες τρόποι επιβίωσης όταν το είδος διέτρεχε κινδύνους αφανισμού κατά τη μακρά ιστορία της ύπαρξής του. Το ό,τι λοιπόν σήμερα υπάρχει ένας σχεδόν αλάνθαστος μηχανισμός αναδιπλασιασμού των νουκλεϊνικών οξέων και μέσω αυτών μηχανισμός σύνθεσης πρωτεϊνών, αυτό είναι αποτέλεσμα εξέλιξης και φυσικής επιλογής. Επειδή η γενετική ιδιότητα είναι ο κοινός παρονομαστής όλων των αντικειμένων τα οποία χαρακτηρίζουμε ως ζώντα, είναι αυτή η ιδιότητα η οποία θεμελιωδώς ξεχωρίζει τη ζωή από την ανόργανο ύλη.

Όμως πίσω από την ικανότητα δημιουργίας, αποθήκευσης, αναπαραγωγής και χρησιμοποίησης μεγάλου αριθμού πληροφοριών κρύβεται μια μοριακή πολυπλοκότητα η οποία είναι γνωστή μόνο στις χημικές ενώσεις του άνθρακα. Τα άτομα του άνθρακα έχουν την ιδιορρυθμία να ενώνονται μεταξύ τους καθώς και με άτομα άλλων στοιχείων και να σχηματίζουν μακρές αλυσίδες. Αλλά εκείνη η ιδιότητα που κάνει τον άνθρακα τόσο απαραίτητο για τη ζωή είναι η καταλληλότητά του για την κατασκευή μεγάλων και πολύπλοκων μορίων και σε τεράστια ποικιλία, τα οποία αν και ασταθή θερμοδυναμικώς, είναι κινητικώς σταθερά. Ως παράδειγμα ενός τέτοιου συστήματος θα μπορούσε να αναφέρει κανείς την εκρηκτική γόμωση της χειροβομβίδας. Η χειροβομβίδα είναι ένα χημικό σύστημα με υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο που του δίνει θερμοδυναμική αστάθεια, αλλά είναι κινητικώς σταθερό σύστημα. Και μόνον όταν μπει σε λειτουργία ο πυροκροτητής, εκδηλώνεται η θερμοδυναμική αστάθεια του συστήματος. Όπως καταλαβαίνεται λοιπόν, χωρίς αυτή τη θεμελιώδη ιδιότητα των μορίων που περιέχουν άνθρακα, ζωή δεν θα ήταν δυνατόν να υπάρξει.

Όπως έχουμε αναφέρει προηγουμένως, ο γενετικός κώδικας αποτελεί καταγραφή λύσεων σε προβλήματα επιβίωσης, και ότι οι λύσεις αυτές επιτυγχάνονται με αλλαγές στο γενετικό κώδικα. Δηλαδή στην περίπτωση αυτή η μάχη για την επιβίωση δύνεται από ένα και μόνο είδος οργανισμού. Υπάρχει όμως και άλλος, οικονομικότερος τρόπος επιβίωσης, κατά τον οποίο δυο ή περισσότεροι οργανισμοί συμμαχούν για να δώσουν τη μάχη της επιβίωσης με μεγαλύτερη πιθανότητα νίκης. Αυτός ο τρόπος συμπληρωματικής επιβίωσης ονομάζεται **συμβίωση**.

Και για να κατανοήσουμε καλύτερα τη χημική διάσταση της συμβίωσης, και κατά συνέπεια της ζωής, θα ήθελα να σας αναφέρω μια ιστορία που τη γνώριζαν οι εντομολόγοι εδώ και εκατό και πλέον χρόνια. Άλλα η βιοχημική της ερμηνεία είναι αποτέλεσμα μόλις των τελευταίων ετών.

Πρόκειται για ένα είδος μυρμηγκιών που ζούν στα τροπικά δάση της Νότιας Αμερικής, γνωστά στους εντομολόγους με το όνομα Atta. Υπάρχουν πολλά είδη μυρμηγκιών Atta, και ενδεικτικά αναφέρω το είδος εκείνο που φέρει το όνομα **Μυκοκνπουρός**. Και πραγματικά, τα μυρμηγκία αυτά κάνουν εκείνο που δηλώνει το όνομά τους, δηλαδή καλλιεργούν την τροφή τους που είναι ένα συγκεκριμένο είδος μυκήτων. Οι μύκητες καλλιεργούνται συνήθως πάνω σε κομμάτια φύλλων και λουλουδιών που κόβουν τα μυρμηγκία από χλωρά φυτά. Οι μύκητες που καλλιεργούνται από τα μυρμηγκία δεν έχουν βρεθεί παρά μόνο σε άμεση συνύπαρξη με τα συγκεκριμένα μυρμηγκία.

Αν επιχειρήσει κανείς να καλλιεργήσει τους μύκητες αυτούς σε θρεπτικά υποστρώματα, διαπιστώνει ότι αυτό είναι αδύνατο. Δηλαδή, οι μύκητες αναπτύσσονται τόσο αργά, που τελικά υποσκελίζονται και αφανίζονται από άλλα είδη μυκήτων που αναπτύσσονται γρήγορα στο θρεπτικό υπόστρωμα. Έχει παρατηρηθεί όμως, ότι αν το υπόστρωμα στο οποίο επιχειρείται η καλλιέργεια των μυκήτων έρχεται σε επαφή με τα μυρμηγκία, τότε η καλλιέργεια μπορεί να διατηρηθεί επ' αόριστον, και αν ακόμη βρίσκεται κοντά σε μεγάλες περιοχές με ανταγωνιστικούς μύκητες. Από τη στιγμή, όμως που πάλι διακοπεί η επαφή των μυρμηγκιών με το θρεπτικό υπόστρωμα, οι μύκητες των μυρμηγκιών χειροτερεύουν γρήγορα και σύντομα αντικαθίστανται από άλλους ανταγωνιστικούς μύκητες.

Βλέπομε, λοιπόν, ότι η αύξηση των μυκήτων σε φωλιές μυρμηγκιών δεν είναι τυχαία αλλά, μάλλον εξαρτάται κατά τρόπο κρίσιμο από τις δραστηριότητες και λειτουργίες των μυρμηγκιών. Οι εντομολόγοι έχουν καταγράψει την εκ μέρους των μυρμηγκιών φροντίδα και συντήρηση κήπων με μύκτες και πολλά χαρακτηριστικά της συμπεριφοράς των μυρμηγκιών αυτών. Για παράδειγμα, όταν το μυρμήγκι έρθει σε επαφή με ένα υπόστρωμα αποθέτει πάνω σ' αυτό υγρά περιττώματα ή και σιέλο, προτού το ενσωματώσει στον κήπο των μυκήτων. Προφανώς, το υλικό των περιττωμάτων και του σιέλου δημιουργούν τις περιβαντολογικές εκείνες συνθήκες οι οποίες ευνοούν την αύξηση των μυκήτων.

Όλα αυτά μπορούμε τώρα να τα δούμε από **οικολογική** σκοπιά. Οι δραστηριότητες των μυρμηγκιών Atta, που σχετίζονται με την καλλιέργεια μυκήτων επηρεάζουν το αποτέλεσμα των ειδικών ανταγωνιστικών αλληλεπιδράσεων στο συγκεκριμένο οικοσύστημα. Έτσι, έχουμε πρώτον έξω από τη φωλιά των μυρμηγκιών τον μύκητα να είναι ένας πολύ αδύνατος ανταγωνιστής και εκεί να αποκλείεται από άλλους ανταγωνιστές, παρά το γεγονός ότι το εκτός της φωλιάς των μυρμηγκιών υπόστρωμα μπορεί να είναι κατά τα άλλα πολύ κατάλληλο για την ανάπτυξή του. Αντίθετα, ο μύκτας μέσα στη φωλιά των μυρμηγκιών είναι τόσο ισχυρός ανταγωνιστής, ώστε να είναι πάντοτε το επικρατέστερο είδος.

Όλα αυτά, λοιπόν, τώρα μπορούν να μπου σε μια χημική ή μοριακή βάση. Και έτσι, ερχόμαστε στο θέμα της συμβίωσης, η οποία δεν είναι τίποτε άλλο παρα μια **βιοχημική συμμαχία**. Η βιοχημική αυτή συμμαχία εκφράζεται από την συμπληρωματικότητα των μεταβολικών ικανοτήτων των μυρμηγκιών και των μυκήτων.

Συμβολή των μυκήτων

Ας δούμε λοιπόν τι προσφέρουν οι μύκτες στους συμμάχους τους, τα μυρμήγκια. Τα τελευταία ζώντας μέσα σε τροπικά δάση, βρίσκονται σε ένα περιβάλλον με ατέλειωτες ποσότητες κυτταρίνης. Επομένως, η κυτταρίνη, ένας πολυσακχαρίτης, θα μπορούσε να αποτελέσει τη βάση της διατροφής των μυρμηγκιών Atta. Το πρόβλημα όμως είναι ότι πολύ λίγοι από τους ανώτερους οργανισμούς μπορούν να μεταβολίσουν κυτταρίνη. Επομένως, οι ανώτεροι οργανισμοί, όπως τα μυρμήγκια Atta, εξαρτώνται από την παρουσία συμβιωτικών μικροοργανισμών για να τους παράσχουν ένζυμα που χρειάζονται για την αποικοδόμηση των πολυσακχαριτών. Οι μύκτες αποπολυμερίζουν πολύ εύκολα κυτταρίνη. Έτσι, όταν τα μυρμήγκια απομυζούν τους χυμούς οι οποίοι περιέχονται στα μυκήλια των μυκήτων λαμβάνουν θρεπτικά συστατικά τα οποία περιέχουν άνθρακα, ο οποίος προέρχεται από την κυτταρίνη του υποστρώματος ανάπτυξης των μυκήτων.

Συμβολή των μυρμηγκιών

Έχει αποδειχθεί ότι οι μύκτες που καλλιεργούνται από τα μυρμήγκια Atta, έχουν πρόβλημα με τον μεταβολισμό πρωτεϊνών. Αυτό οφείλεται στην έλλειψη πρωτεολυτικών ενζύμων τα οποία χρειάζονται για να εκμεταλλευτούν το άζωτο των πολυπεπτιδίων. Όπως καταλαβαίνετε, αυτό το μεταβολικό χαρακτηριστικό των μυκήτων είναι σημαντικής οικολογικής σημασίας, διότι τους βάζει σε πολύ μειονεκτική θέση απέναντι σε άλλα είδη μυκήτων που από μόνα τους έχουν την ικανότητα να μεταβολίζουν πρωτεΐνες.

Ας θυμηθούμε τώρα ότι οι μύκητες αναπτύσσονται πάνω σε κομμάτια φύλλων, μέσα στη φωλιά των μυρμηγκιών. Το άζωτο όμως των φύλλων βρίσκεται υπό μορφή πολυπεπτιδίων. Η συλλογή, λοιπόν, των μυρμηγκιών στη βιοχημική τους συμμαχία με τους μύκητες είναι η παροχή των πρωτεολυτικών ενζύμων, τα οποία έχουν ανάγκη οι μύκητες.

Εδώ ίσως να ήταν σκόπιμο να αναφέρομε ότι πολλοί οργανισμοί, όπως είναι σήμερα, είναι αποτέλεσμα της πλήρους ενσωμάτωσης συμβιούντων οργανισμών σε ενιαία οντότητα. Για παράδειγμα, θεωρείται πολύ πιθανό ότι οι χλωροπλάστες έχουν εξελιχθεί από βακτηρίδια τα οποία είχαν εισχωρήσει μέσα σε κύτταρα υπό συνθήκες συμβίωσης. Τελικά η συναρμογή των βιοχημικών λειτουργιών έφθασε να είναι τόσο τέλεια, ώστε στο τέλος οι συμβιούντες οργανισμοί ενώθηκαν σε ένα ενιαίο οργανίδιο. Το ίδιο ισχύει και για τα μιτοχόνδρια. Τα παραπάνω προκύπτουν από το γεγονός ότι οι χλωροπλάστες (όπου γίνεται η μετατροπή της ενέργειας του φωτός σε χημική ενέργεια) και τα μιτοχόνδρια (όπου γίνεται μετατροπή χημικής ενέργειας μιας μορφής σε χημική ενέργεια άλλης μορφής) έχουν το δικό τους γενετικό υλικό, το οποίο μοιάζει με εκείνο των βακτηριδίων.

Αν δούμε τώρα το φαινόμενο της συμβίωσης σε όλη του τη έκταση, θα διαπιστώσαμε ότι **ζωή χωρίς συμβίωση δεν είναι δυνατόν να υπάρξει**. Αυτό θα φανεί αν εξετάσουμε την προέλευση των θρεπτικών υλών που έχει ανάγκη κάθε οργανισμός για τη διατροφή του. Όλα αυτά τα θρεπτικά υλικά αντλούνται σε τελευταία ανάλυση από τη λιθόσφαιρα και την ατμόσφαιρα. Ο άνθρωπος, φυσικά, δεν μπορεί να αντλήσει αυτά τα υλικά χωρίς τη διαμεσολάβηση άλλων κατώτερων οργανισμών. Δηλαδή μεταξύ της λιθόσφαιρας και της ατμόσφαιρας παρεμβάλλονται τα βακτηρίδια του εδαφους, τα φυτά, οι μικροοργανισμοί του πεπτικού συστήματος των μηρυκαστικών, και τα μηρυκαστικά.

Αυτό λοιπόν μας επιτρέπει να δούμε τη ζωή από μια άλλη σκοπιά και μας οδηγεί σε εναλλακτικό ορισμό της ζωής.

Ζωή είναι μηχανισμός άντλησης στοιχείων από τη λιθόσφαιρα και την ατμόσφαιρα της Γης, την οργάνωσή τους σε εξατομικευμένες οντότητες οι οποίες στη συνέχεια προωθούν τα στοιχεία βαθμιαία σε καλύτερα οργανωμένες οντότητες και μέχρι της κορυφαίας, δηλαδή τον άνθρωπο.

Η διεργασία αυτή της άντλησης απαιτεί ενέργεια την οποία παρέχει το φως.

Ενέργεια και Ζωή

Οι χημικές διεργασίες που συμβαίνουν μέσα στο κύτταρο έχουν κάποιο σκοπιμότητα. Παράδειγμα μιας τέτοιας διεργασίας είναι η αντίδραση που σκοπό έχει τη σύνθεση γλυκογόνου στον οργανισμό. Το γλυκογόνο είναι ένας πολυσακχαρίτης τον οποίο συνθέτει ο οργανισμός για να αποταμιεύσει ενέργεια. Το γλυκογόνο αποτίθεται στους μυϊκούς ιστούς, αλλά οι μυϊκοί ιστοί μπορούν να αποθηκεύσουν μέχρι 60 γραμμάρια γλυκογόνου ανά χιλιόγραμμα μυϊκού ιστού. Όταν ο οργανισμός υποχρεωθεί, λόγω πολυφαγίας, να παραγάγει πρόσθετες ποσότητες γλυκογόνου, αναγκάζεται, λόγω κορεσμού των μυϊκών ιστών, να αλλάξει μηχανισμό και αρχίζει να συνθέτει λίπος. Τα λίπη γενικά είναι εστέρες λιπαρών οξέων με γλυκερόλη, δηλαδή γλυκερίνη. Τα φυσικά λιπαρά οξέα έχουν πάντοτε άρτιο αριθμό ατόμων άνθρακα στο μορίο τους. Και αυτό είναι συνακόλουθο του μηχανισμού σύνθεσής τους από τον οργανισμό. Όταν ο άνθρωπος υποβάλλεται σε εντατική άσκηση, και το γλυκογόνο των μυών τείνει να εξαντληθεί, τότε ο οργανισμός αρχίζει να χρησιμοποιεί και την ενέργεια που έχει αποταμιεύσει υπό μορφή λίπους.

Ας δούμε τώρα πως κατανέμεται η ενέργεια μέσα στο μόριο ενός λιπαρού οξέος. Και ας πάρουμε για παράδειγμα το βουτυρικό οξύ. Το βουτυρικό οξύ έχει τρεις όμοιες φαινομενικά ομάδες, τις μεθυλενικές, από τις οποίες η κάθε μια από αυτές βρίσκεται σε διαφορετικό χημικό περιβάλλον. Παρόλα αυτά και οι τρεις είναι ενεργειακά ισοτήμες, δηλαδή, όλες περιέχουν την ίδια ποσότητα ενέργειας. Αυτό αποτελεί φυσικοχημικό παράδοξο, και, νομίζω ότι, συμβαίνει προς χάριν της ζωής. Δηλαδή ο οργανισμός όταν χρειάζεται ενέργεια πρέπει να την παίρνει κατά συγκεκριμένες και προβλέψιμες ποσότητες αποικοδομώντας τα λιπαρά οξέα. Και για να συμβαίνει αυτό θα πρέπει όλες οι μεθυλενικές ομάδες να δίνουν την ίδια ποσότητα ενέργειας.

Το ίδιο συμβάνει και με τις άλλες κατηγορίες οργανικών ενώσεων, όπως αλκοόλες, αμίνες, νιτρίλια κ.τ.λ. Δηλαδή και στις ενώσεις αυτές όλες οι μεθυλενικές ομάδες είναι ενεργειακά ισοτήμες. Αυτό όμως μας δίνει την εξής δυνατότητα. Αν από την ενέργεια του μορίου π.χ. της προπανόλης, αφαιρέσουμε τρεις φορές την ενέργεια μιας μεθυλενικής ομάδας, εκείνο που θα μας μείνει είναι η ενέργεια του νερού. Κάτι ανάλογο θα συμβεί αν αφαιρέσουμε τρεις φορές την ενέργεια μιας μεθυλενικής ομάδας από την ενέργεια της προπυλαμίνης, δηλαδή θα προκύψει η ενέργεια της αμμωνίας. Τα μόρια του νερού και της αμμωνίας είναι μόρια που υπήρχαν προτού εμφανισθεί η ζωή στον πλανήτη μας, δηλαδή είναι αβιωτικά μόρια.

Αυτό μας κάνει, λοιπόν, να σκεφτούμε ότι οι οργανικές ενώσεις “θυμούνται” ότι προέρχονται από αβιωτικές χημικές διεργασίες. Δηλαδή υπήρχαν και πριν από την εμφάνιση της ζωής. Και έτσι μπαίνομε στο θέμα “χημική προέλευση της ζωής”.

Ο άνθρακας στο Σύμπαν

Ο άνθρακας και τα άλλα ελαφρά στοιχεία τα οποία συγκροτούν το βιολογικό υλικό είναι από τα πλέον διαδεδομένα στο Σύμπαν. Στο ηλιακό μας σύστημα ο άνθρακας κατέχει την τέταρτη θέση, μετά το οξυγόνο, και με πρώτο το υδρογόνο. Επειδή όμως το 99.9% της μάζας του ηλιακού μας συστήματος βρίσκεται συγκεντρωμένη στον ήλιο και επειδή όλοι οι ήλιοι, ακόμη και των πιο απομακρυσμένων γαλαξιών, έχουν την ίδια σύσταση με τον ήλιο του δικού μας ηλιακού συστήματος, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ο άνθρακας είναι το τέταρτο στοιχείο από άφωφης ποσότητας στο Σύμπαν.

Οργανική ύλη σε μετεωρίτες

Εκτός από την ευρεία εξάπλωση του άνθρακα στο Σύμπαν, στο διαστρικό χώρο συμβαίνουν χημικές αντιδράσεις οι οποίες οδηγούν στο σχηματισμό μεγάλων ποσοτήτων μορίων βιολογικού ενδιαφέροντος. Ήταν ήδη γνωστό από το πρώτο ήμισυ του 19ου αιώνα ότι μερικοί μετεωρίτες περιέχουν οργανική ύλη. Σύγχρονες έρευνες έχουν δείξει ότι οργανικές ενώσεις ευρίσκονται σχεδόν αποκλειστικά στους ανθρακούχους χονδρίτες. Οι χονδρίτες είναι μια κατηγορία μετεωριτών οι οποίοι περιέχουν πρωταρχικά, αμετάβλητα προϊόντα συμπύκνωσης από αντιδράσεις που συμβαίνουν σε νεφελώματα του διαπλανητικού χώρου. Οι μετεωρίτες αυτοί περιέχουν μέχρι και 5% άνθρακα, κυρίως υπό οργανική μορφή. Το μεγαλύτερο ποσοστό του άνθρακα ευρίσκεται υπό μορφή αδιάλυτου αρωματικού πολυμερούς, ενώ το εκχυλίσιμο μέρος περιέχει υδρογονάνθρακες και μια ποικιλία ενώσεων που περιέχουν οξυγόνο, άζωτο, αλογόνα, και θείο. Φυσικά, θα

μπορούσε να αμφισβητήσει κανείς την προέλευση των οργανικών ενώσεων που περιέχονται στους μετεωρίτες. Δηλαδή θα μπορούσαν οι οργανικές ενώσεις να είχαν ενσωματωθεί στη μάζα του μετεωρίτη κατά την πρόσκρουσή του στην επιφάνεια του εδάφους. Ευτυχώς όμως σύγχρονες αναλυτικές μέθοδοι επιτρέπουν την διάκριση μεταξύ εξωγήινων και γήινων οργανικών ενώσεων. Οι εξωγήινες οργανικές ενώσεις είναι πλούσιες σε ισότοπο άνθρακα 13 . Επομένως, οι οργανικές ενώσεις των χονδριτών είναι εγγενείς. Αλλά εκείνο που έχει μεγαλύτερη σημασία είναι το ό,τι έχουν βρεθεί ελεύθερα αμινοξέα σε υδατικά εκχυλίσματα μετεωριτών, καθώς και ενώσεις οι οποίες υδρολύομενες μπορούν να δώσουν αμινοξέα. Έχουν ταυτοποιηθεί είκοσι αμινοξέα από τα οποία τα οκτώ είναι συστατικά πρωτεϊνών. Τα εξής: γλυκίνη, αλανίνη, βαλίνη, λευκίνη, ισολευκίνη, προλίνη, γλουταμινικό οξύ και ασπαραγινικό οξύ. Όλα τα αμινοξέα με ασύμμετρο άτομο άνθρακα βρέθηκαν να είναι ρακεμικά. Αυτά τα αποτελέσματα αποτελούν ισχυρές ενδείξεις ότι τα αμινοξέα των χονδριτών έχουν εξωγήινη και μη βιολογική προέλευση.

Οργανικές ενώσεις στο διαστρικό χώρο

Πολύπλοκες οργανικές ενώσεις έχουν ανιχνευθεί στο διαστρικό χώρο. Πολλές από τις ενώσεις αυτές μπορούν να μετατραπούν σε αμινοξέα, για παράδειγμα, με υδρόλυση. Η σημαντική αυτή ανακάλυψη έχει γίνει με φασματοσκοπία μικροκυμάτων. Τα μόρια έχουν βρεθεί να συνυπάρχουν σε αστρικά νεφελώματα αποτελούμενα από αέρια και διαστρική σκόνη. Εικάζεται ότι τα σωματίδια της σκόνης συμβάλλουν στο σχηματισμό των οργανικών ενώσεων από αραιά αστρικά αέρια και επιπλέον προστατεύουν τις ενώσεις από τη διάσπαση που θα μπορούσε να προκαλέσει η υπεριώδης ακτινοβολία. Τα κυριότερα από τα αέρια που έχουν ανιχνευθεί στα νεφελώματα αυτά είναι: Μονοξειδίο του άνθρακα, Υδρογόνο, Αμμωνία, Υδροκυάνιο, Μυρμηκικό οξύ, Φορμαλδεΰδη, Μεθυλακετυλένιο, Κυανοακετυλένιο, Μεθανόλη, Ακετονιτρίλιο, Νερό, Ακεταλδεΰδη, Φορμαμίδιο και Ακρυλονιτρίλιο. Οι ενώσεις οι οποίες έχουν ανιχνευθεί στο διαστρικό χώρο και σε μετεωρίτες μοιάζουν πολύ με εκείνες που έχουν παρασκευασθεί σε εργαστηριακά πειράματα υπό συνθήκες όμοιες με εκείνες που επικρατούν στα νεφελώματα και στην προβιωτική Γη. Όλα τα αμινοξέα τα οποία έχουν ευρεθεί σε μετεωρίτες και τα μόρια που έχουν ανιχνευθεί στον διαστρικό χώρο, έχουν παρασκευασθεί στο εργαστήριο.

Υποτίθεται, λοιπόν, ότι αρχικά η ατμόσφαιρα της Γης ήταν αναγωγική και ότι περιείχε μεθάνιο, αμμωνία, μονοξειδίο του άνθρακα, διοξειδίο του άνθρακα, άζωτο και νερό. Μια τέτοια ατμόσφαιρα δεν προστατεύεται από την υπεριώδη ακτινοβολία, διότι δεν υπάρχει στρώμα όζοντος. Η υπεριώδης ακτινοβολία ή και ηλεκτρικές εκκενώσεις θα μπορούσαν να προκαλέσουν το σχηματισμό μορίων σαν και αυτά που έχουν ανιχνευθεί στο διαστρικό χώρο. Και όπως έχουμε ήδη προαναφέρει, αυτό έχει αποδειχθεί πειραματικά.

Λόγω της θμελειώδους σημασίας των νουκλεϊνικών οξέων για τη ζωή η όλη προσπάθεια στρέφεται γύρω από την ερμηνεία του σχηματισμού του πρώτου νουκλεϊνικού οξέος από οργανικά μόρια προβιωτικής προέλευσης. Τα νουκλεϊνικά οξέα είναι πολυ-διεστέρες του φωσφορικού οξέος. Πλήρης υδρόλυση αυτών των πολυεστέρων δίνει κάτι το μη αναμενόμενο. Δηλαδή, ένα σχετικά απλό μίγμα από τέσσερες κατηγορίες ενώσεων. Και πρώτα- πρώτα φωσφορικό οξύ, πεντόζες, δηλαδή σάκχαρα με πέντε άτομα άνθρακα και ετεροκυκλικές βάσεις, πυριμιδίνες και πουρίνες.

Επομένως θα πρέπει να εξηγήσομε την προβιωτική ύπαρξη των σακχάρων και των ετεροκυκλικών βάσεων.

Ήδη από τον περασμένο αιώνα ήταν γνωστή η αντίδραση Butlerow η οποία μετέτρεπε τη φορμαλδεΰδη σε μίγμα σακχάρων με τη χρήση αλκαλικών καταλυτών. Ανάλυση του μίγματος με τις σημερινές μεθόδους έδειξε και την παρουσία ριβόζης, δηλαδή του σακχάρου που βρίσκομε στα προϊόντα υδρόλυσης του RNA. Αυτό λοιπόν μπορεί να θεωρηθεί ως ικανοποιητική ένδειξη ότι σάκχαρα ήταν δυνατόν να υπάρχουν πριν από την εμφάνιση της ζωής. Αλλά και οι ετεροκυκλικές αμίνες, δηλαδή οι πουρίνες και πυριμιδίνες έχουν παρασκευασθεί από προβιωτικά μόρια. Για παράδειγμα, βράζοντας επί πολλές ώρες υδατικό διάλυμα αμμωνίας και υδροκυανίου, σχηματίζεται η πουρίνη αδερίνη. Αλλά και η πυριμιδίνη, κυτοσίνη μπορεί να συντεθεί από κυανοακετυλένιο και κυανικό οξύ. Φυσικά για το φωσφορικό οξύ δεν γεννάται θέμα σύνθεσης, διότι είναι ανόργανο μόριο.

Γενικά, βιολογικώς σημαντικές ενώσεις, όπως σάκχαρα, αμινοξέα, πουρινικές βάσεις και πυριμιδινικές βάσεις μπορούν να παρασκευαστούν σε υδατικό διάλυμα υπό ήπιες συνθήκες από μια μικρή ομάδα μορίων, όπως αμμωνία, φορμαλδεΰδη, υδροκυάνιο, κυανοακετυλένιο, και δικυάνιο τα οποία με τη σειρά τους, μπορούν να παρασκευστούν από μεθάνιο υδρογόνο, άζωτο και νερό.

Η θεωρία υποστηρίζει ότι στο προβιωτικό διάλυμα όπου υπήρχαν τα σάκχαρα, οι ετεροκυκλικές αμίνες και το φωσφορικό οξύ, σχηματίστηκαν αρχικά πιο πολύπλοκα μόρια από τη σύνθεση ενός μορίου σακχάρου, ενός μορίου ετεροκυκλικής βάσης και ενός μορίου φωσφορικού οξέος. Αυτά τα μόρια ονομάζονται νουκλεοτίδια. Συμπολυμερισμός διαφόρων νουκλεοτιδίων θα μπορούσε να οδηγήσει στο σχηματισμό του πρώτου νουκλεϊνικού οξέος.

Μέχρι πρότινος επικρατούσε η άποψη ότι το πρώτο αυτοαναδιπλασιαζόμενο σύστημα ήταν ένας συνδυασμός νουκλεϊνικού οξέος και πρωτεΐνης. Το νουκλεϊνικό οξύ χρoσίμευε για την διατήρηση των πληροφοριών ενώ η πρωτεΐνη παρείχε την καταλυτική δράση, η οποία απαιτείται για την κατασκευή αντιτύπων του νουκλεϊνικού οξέος ώστε να αναπαραγάγουν τον εαυτό τους.

Πριν από μερικά χρόνια, ανακοινώθηκαν περιπτώσεις κατά τις οποίες το ριβονουκλεϊνικό οξύ δρα ως ένζυμο. Αυτό έδωσε αφορμή στον Walter Gilbert, των εργαστηρίων Βιολογίας του πανεπιστημίου Harvard να υποστηρίξει την άποψη ότι, εφόσον έχουν αποδειχθεί ενζυμικές δράσεις του RNA, είναι δυνατόν να υπάρχουν και άλλες ανάλογες δράσεις, και έτσι θα μπορούσε το RNA, χωρίς τη σύμπραξη πρωτεΐνης να ξεκινήσει τη ζωή.

Επίλογος

Ελπίζω από τα όσα ελέχθησαν να έχει διαφανεί ότι οι διεργασίες που χαρακτηρίζουν το φαινόμενο της ζωής είναι χημικές ή και φυσικοχημικές φύσεως. Αυτό λοιπόν καθιστά τον ανθρώπινο οργανισμό να υπόκειται στους νόμους της χημείας. Δηλαδή ο ανθρώπινος οργανισμός, όπως και κάθε οργανισμός έχει όρια τα οποία είναι γενετικώς καθορισμένα. Ως έμβιο ον, όμως, έχει και την ικανότητα να αντιδρά σε ερεθίσματα. Όταν το ερέθισμα είναι αφύσικα έντονο και ισχυρό, δηλαδή ξεπερνά τα γενετικώς καθορισμένα όρια αντοχής, ο οργανισμός μπαίνει σε δοκιμασία και προσπαθεί να αντιδράσει για να επιβιώσει. Αν θυμάστε επιβίωση επιτυγχάνεται με λύση που οδηγεί σε μετάλλαξη. Μια μετάλλαξη δεν οδηγεί πάντοτε σε σωστή λύση σε πρόβλημα επιβίωσης, αλλά τουναντίον μπορεί να προκαλέσει μεγαλύτερο κακό.

Έτσι ερχόμαστε στο θέμα του καπνίσματος και του καρκίνου των πνευμόνων. Τα αέρια που εκλύονται κατά την καύση του καπνού και που εισπνέονται από τον καπνιστή ή τους παθητικούς καπνιστές, περιέχουν μια πληθώρα συστατικών μεταξύ των οποίων και φορμαλδεΰδη. Η φορμαλδεΰδη είναι ένα πολύ δραστικό αέριο, δηλαδή έχει την τάση να αντιδρά σχεδόν ακαριαία με ορισμένες χαρακτηριστικές ομάδες που βρίσκονται σε μεγάλη αφθονία σε βιολογικά μόρια, όπως αμινομάδες, αμιδικές ομάδες και τη σουλφυδρυλική ομάδα της κυστεΐνης. Η σουλφυδρυλική ομάδα είναι απαραίτητη για τη δράση πολλών ενζύμων και συνενζύμων. Η ένωση λοιπόν της φορμαλδεΰδης με το δραστικό σημείο του ενζύμου μπορεί να προκαλέσει την αδρανοποίησή του. Στην προσπάθειά του λοιπόν, ο οργανισμός να λύσει αυτό το πρόβλημα, μπορεί να οδηγηθεί σε ατυχείς μεταλλάξεις, που σημαίνει καρκίνο.

Και τώρα ας δούμε και το θέμα της χρήσης ναρκωτικών. Αν λάβουμε υπόψη μας και πάλι ότι ο ανθρώπινος οργανισμός υπόκειται στους νόμους της χημείας, θα κατανοήσουμε εύκολα ότι η χρήση ναρκωτικών ουσιών αποτελεί βίαιη εκβίαση του ανθρώπινου οργανισμού. Δηλαδή, σχεδόν όλες οι λειτουργίες του οργανισμού μας είναι γενετικά προγραμματισμένες να γίνονται με συγκεκριμένη ταχύτητα. Για παράδειγμα η έκκριση αδρεναλίνης γίνεται με τέτοια ταχύτητα ώστε να υπάρχει στο αίμα μας συνεχώς, διότι έλλειψη αδρεναλίνης θα προκαλούσε δυσθυμία. Αν, τώρα, πάρουμε κάτι που μπορεί να προκαλέσει ταχύτερη έκκριση αδρεναλίνης, ο οργανισμός μας που όπως είπαμε υπόκειται στους νόμους της χημικής κληρονομικότητας, δεν προλαβαίνει να συνθέσει αδρεναλίνη και επομένως θα ακολουθήσει περίοδος έλλειψης. Έτσι εξηγείται η γνωστή περίοδος δυσθυμίας που ακολουθεί το κάπνισμα χασισιού.

Ένα τρίτο και τελευταίο θέμα που θα ήθελα να τονίσω και πάλι είναι το ότι συμβίωση είναι η ίδια η ζωή. Αν το συνειδητοποιήσουμε αυτό θα κατανοήσουμε καλύτερα την αξία της αρμονικής συνύπαρξής μας με τη Φύση και τη σημασία που έχει για την επιβίωση του ανθρώπινου γένους η διατήρηση των οικοσυστημάτων.

Βιογραφικά Σημειώματα

Αντώνιος Κονταράτος

Ο Καθηγητής Αντώνιος Κονταράτος γεννήθηκε στην Αθήνα το 1933. Σπούδασε Ηλεκτρολόγος Μηχανικός στο Τεχνολογικό Ινστιτούτο της Μασσαχουσέτης (Μ.Ι.Τ.), στο Τεχνολογικό Ινστιτούτο της Καλιφόρνιας και στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Υπηρέτησε, αρχικά, στο Δημόκριτο και στη Δ.Ε.Η. Αργότερα εργάστηκε για την Κυβέρνηση και τη Βιομηχανία των Η.Π.Α. ως κύριος ερευνητής, ως μηχανικός συστημάτων, ως προϊστάμενος έρευνας και ανάπτυξης, ως επιτελικό στέλεχος και ως ανώτερο μέλος της διευθυντικής ιεραρχίας. Είχε ουσιαστική συμμετοχή σε έξι από τα πιο σημαντικά προγράμματα των Η.Π.Α.: στο εθνικό διαστημικό πρόγραμμα, στο εθνικό αντικαρκινικό πρόγραμμα, στο εθνικό ενεργειακό πρόγραμμα καταπολέμησης του AIDS. Το 1976 εξελέγη τακτικός καθηγητής στον τομέα Διοίκησης της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Πατρών. Από τη θέση αυτή παραιτήθηκε το 1984. Μεταξύ 1979 και 1982 διετέλεσε παράλληλα και Διευθύνων Σύμβουλος του Εθνικού Ιδρύματος Ερευνών. Μεταξύ 1985 και 1990 διετέλεσε Αντιπρόεδρος Επιχειρησιακής Στρατηγικής της Εταιρείας Biotech Research Laboratories στις Η.Π.Α. Το Μάρτιο του 1991 διορίσθηκε πρόεδρος του Διοικητικού Συμβουλίου του Θεραπευτηρίου “Ευαγγελισμός” και τον Οκτώβριο του 1992 διορίσθηκε Γενικός Διευθυντής στο Ωνάσειο Καρδιοχειρουργικό Κέντρο. Είναι μέλος των Τεχνικών Επιμελητηρίων Ελλάδος και Η.Π.Α., ανώτερο μέλος του Ινστιτούτου Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών των Η.Π.Α., μέλος της Ακαδημίας Επιστημών της Νέας Υόρκης και εταίρος της Βρετανικής Διαπλανητικής Εταιρείας. Έχει τιμηθεί με τρία βραβεία από την Κυβέρνηση και Βιομηχανία των Η.Π.Α.

Αναστάσιος Βάρβογλης

Ο Αναστάσιος Βάρβογλης είναι καθηγητής της Οργανικής Χημείας στο Πανεπιστήμιο Θεσ/νίκης. Γεννήθηκε στην Αθήνα, το 1938, σπούδασε στο Παν/μίο Θεσ/νίκης και πήρε το διδακτορικό του από το Παν/μιο του Καίμπριτζ. Τα ακαδημαϊκά του ενδιαφέροντα επικεντρώνονται στη διερεύνηση της χημείας του ιωδίου. Έχει γράψει αρκετά διδακτικά βιβλία και έχει εκδώσει ένα φωτογραφικό λεύκωμα με σιδεριές της Θεσ/νίκης. Εκτός από τα εξειδικευμένα θέματα του χώρου του, τον ενδιαφέρουν επίσης η ιστορία της Χημείας, τα επιτεύγματά της και οι επιπτώσεις της. Ακόμη, τον προβληματίζουν οι σχέσεις της με άλλες επιστήμες, τα γράμματα και την τέχνη. Καρπός αυτών των προβληματισμών είναι το εκλαϊκευμένο βιβλίο “Χημείας Απόσταγμα”.

Αλέξανδρος Σταυρόπουλος

Ο Αλέξανδρος Σταυρόπουλος είναι ιδρυτής και πρόεδρος του ερευνητικού κέντρου ΒΙΟΡΥΛ Α.Ε. Ασχολείται με εφαρμοσμένη έρευνα στη βιοτεχνολογία και τη βιοχημεία των φυσικών προϊόντων στους τομείς της οικολογικής γεωργίας, της βιολογικής φυτοπροστασίας και της παραγωγής υγιεινών τροφίμων, με στόχο τη βελτίωση της ποιότητας ζωής. Διετέλεσε καθηγητής στο Τμήμα Τεχνολογίας και Παραγωγής του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Κατά τη διάρκεια της μακράς θητείας του στους χώρους της έρευνας και της παιδείας έχει αναπτύξει πλούσιο συγγραφικό έργο.

Συγγράμματά του:

- α) Φυσικές επιστήμες. Εισαγωγή
- β) Βιομηχανικοί κλάδοι (Ανάλυση)
- γ) Εισαγωγή στους Βιομηχανικούς κλάδους (Βασικές βιομηχανικές διεργασίες)

δ) Βιομηχανική Τεχνολογία

ε) Το ενεργειακό πρόβλημα

στ) Η Ζωή σε επίπεδο μορίων (τόμοι 2). (Βραβείο Ακαδημίας Αθηνών) 1992

Γεώργιος Στασινόπουλος

Ο καθηγητής Γεώργιος Στασινόπουλος γεννήθηκε στην Αθήνα το 1951. Τελείωσε την Γερμανική Σχολή το 1969 και έλαβε το δίπλωμα του Ηλεκτρολόγου Μηχανικού από το Ομοσπονδιακό Πολυτεχνείο της Ζυρίχης το 1974. Παρέμεινε επί ένα επί πλέον ακαδημαϊκό έτος στη Ζυρίχη παρακολουθώντας το μεταπτυχιακό πρόγραμμα αυτομάτου ελέγχου στο Institut für Automatik und Industrielle Elektronik, με παράλληλη απασχόληση σαν βοηθός του Καθηγητού Μ. Mansour. Το 1974 έγινε δεκτός στο Imperial College για διδακτορικό στο Department of Computing and Control χωρίς να του ζητηθεί η προηγούμενη παρακολούθηση του προγράμματος του MSc. Το 1977 έλαβε διαδοχικά το Diploma of Imperial College (D.I.C.) και το Ph.D. Απόκτησε τριετή βιομηχανική εμπειρία σε βιομηχανικούς αυτοματισμούς. Από το Δεκέμβριο 1980 υπηρετεί στο Ε.Μ.Π. όπου τώρα κατέχει τη θέση του Καθηγητού. Συμμετέχει σε ευρωπαϊκά προγράμματα (RACE, ESPRIT). Έχει άνω των 30 επιστημονικών εργασιών στις περιοχές αυτομάτου ελέγχου, επικοινωνιακών συστημάτων και επικοινωνιακών δικτύων.

Νικόλαος Αντωνίου

Ο καθηγητής Νικόλαος Αντωνίου γεννήθηκε στην Αθήνα το 1939. Σπούδασε Ηλεκτρολόγος Μηχανολόγος στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (1962), πήρε το διδακτορικό του στη Μαθηματική Φυσική από το Πανεπιστήμιο του Birmingham (1967) και ανακηρύχτηκε Υφηγητής στη Θεωρητική Φυσική από το Πανεπιστήμιο της Αθήνας (1970). Είχε επιστημονική συνεργασία με διάφορα Πανεπιστήμια και Ερευνητικά Κέντρα όπως: το Πανεπιστήμιο της Οξφόρδης (1967), το Διεθνές Κέντρο Θεωρητικής Φυσικής της Τριέστης, Ιταλία (1968), το Πανεπιστήμιο του Tubingen, Γερμανία, (1969), το ΔΗΜΟΚΡΙΤΟ (1970), το CERN, Γενεύη, (1971-1975). Από το 1972-1975 υπήρξε ερευνητής στο ΔΗΜΟΚΡΙΤΟ, το 1975-1980 εξελέγη Αναπληρωτής Καθηγητής στη Θεωρητική Φυσική στο Πανεπιστήμιο Αθηνών και από το 1980 είναι Καθηγητής Θεωρητικής Φυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών. Διετέλεσε μέλος του Δ.Σ. της Ελληνικής Ατομικής Ενέργειας (1974-1977), Πρόεδρος της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών (1981-1983), Πρόεδρος της Εθνικής Συμβουλευτικής Επιτροπής για το CERN (1982-1986), Επιστημονικός Διευθυντής του ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΥ (1982-1989), Επιστημονικός Εκπρόσωπος της Ελλάδας στο CERN (1982-1989), και Διευθυντής του Τομέα Πυρηνικής Φυσικής και της Φυσικής Στοιχειωδών Σωματιδίων κατά τα χρονικά διαστήματα (1984-86, 1988-89, 1990-91).

Κωνσταντίνος Σκρέττας

Ο Κωνσταντίνος Σκρέττας είναι καθηγητής έρευνας στο Ινστιτούτο Οργανικής και Φαρμακευτικής Χημείας του Ε.Ι.Ε. Γεννήθηκε στη Θεσσαλονίκη, όπου και φοίτησε στο εκεί Πανεπιστήμιο. Μετά τη λήψη πτυχίου χημείας μετέβη στις Η.Π.Α. για μεταπτυχιακές σπουδές και έλαβε MS από το Texas A&M University και Ph.D. από το Πανεπιστήμιο του Tennessee. Έχει εργασθεί σε διάφορα ερευνητικά Κέντρα των Η.Π.Α. (Oak Ridge National Laboratory, Chemetron Corp., Lithium Corporation of America) πάνω σε θέματα χημικής τεχνολογίας και έχει λάβει αριθμό αμερικανικών και διεθνών διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας. Η οργανική χημεία του λιθίου και η οργανική φυσικοχημεία αποτελούν τα πεδία του ερευνητικού του ενδιαφέροντος.

ΕΘΝΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΕΡΕΥΝΩΝ

Βασιλέως Κωνσταντίνου 48, 116 35 Αθήνα, Τηλ.: 7246618 - 7229811, Fax: 7246618