

# “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 συσσωρεύσουμε 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 τέτοιοι 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 χώρος/χρόνος. 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 σώματα 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 ασάθεια 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 δεκαετομύρια 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