

Θεωρία των επιπέδων και διαλεκτική της φύσης

Για να τιμήσουμε την 100η επέτειο από τη γέννηση του Louis de Broglie (1892-1919), τον μεγαλύτερο Γάλλο φυσικού από την εποχή του Καρτέσιου, ζητήσαμε από τον J. P. Vigier, τον κυριότερο συνεργάτη του de Broglie σε μία αποφασιστική περίοδο της ζωής του, ένα παλαιότερο κείμενό του, το οποίο και δημοσιεύουμε σήμερα. Το κείμενο εκφράζει τα ουσιαστά φιλοσοφικά κίνητρα, κατά τη δεκαετία του '50, της ομάδας φυσικών του Institut Poincaré του Παρισιού, της οποίας επικεφαλής ήταν ο L. de Broglie και η οποία συνέβαλε αποφασιστικά στη διερεύνηση των επιστημολογικών θεμελιών της κβαντικής μηχανικής και στην ανασκευή της κυρίαρχης τότε θετικιστικής ερμηνείας.

1. Οι ιδέες που εκτίθενται εδώ προέκυψαν από τον κοινό στοχασμό μιας ομάδας επιστημόνων οι διαπρεπέστεροι από τους οποίους ήταν οι καθηγητές Louis de Broglie, Yukawa, Bohm και Terletski. Η έκθεση γίνεται εδώ από το συγγραφέα στα πλαίσια της φιλοσοφίας του διαλεκτικού υλισμού. Εν πάσει περιπτώσει πρέπει να υπογραμμισθεί ότι μόνον ο Bohm, ο Terletski και ο συγγραφέας ασπάζονται αυτή τη φιλοσοφία, και ότι εδώ δε γίνεται καμμία προσπάθεια διάκρισης ανάμεσα στην προσωπική συνεισφορά και τις προσωπικές απόψεις των μεν και των δε. Δε συνάγεται συνεπώς τίποτα ως προς τις συνολικές φιλοσοφικές απόψεις του de Broglie ή του Yukawa (μόνοι αυτοί είναι αρμόδιοι να τις εκθέσουν) παρ' όλο που προφανώς ασπάζονται ένα πάρα πολύ μεγάλο μέρος από τις ιδέες που εκτίθενται εδώ για τη δομή και την κίνηση της ύλης.

Αντικείμενο αυτής της εργασίας είναι μια νέα προσπάθεια διαλεκτικής ερμηνείας της δομής της ύλης και της φύσης της κίνησης.

Το πρόβλημα της διαλεκτικής της φύσης βρίσκεται σήμερα στο κέντρο των συζητήσεων για τις σχέσεις ανάμεσα στη φιλοσοφία και τη νεότερη επιστήμη. Η σπουδαιότητα του προβλήματος είναι προφανής.

Πράγματι, αν δεχτούμε ότι η διαλεκτική, χωρίς να είναι απλά μια μέθοδος μεταξύ των άλλων, πρέπει να έλθει στο προσκήνιο ακριβώς επειδή αντανακλά σε

κάθε επιμέρους εφαρμογή την πραγματική κίνηση των αντικειμένων και τις αντικειμενικές τους ιδιότητες, τότε αναπόδραστα οδηγούμαστε στις ουσιαστικές φιλοσοφικές σχέσεις που υπεράσπισαν ο Μαρξ και ο Λένιν. Ταυτόχρονα δεν μπορούμε να περιορίσουμε την περιοχή ισχύος της στις επιστήμες του ανθρώπου, στην ιστορία, ή έστω στη βιολογία, χωρίς να έλθουμε σε ρήξη με το πνεύμα του διαλεκτικού υλισμού.

Μετά από αυτό, πρέπει να τονίσουμε ότι οι υποθέσεις που αναπτύσσονται εδώ δεν αποτελούν ακόμα παρά μία θεωρία, μια συνεισφορά στη διαμόρφωση μιας νέας αντίληψης για τη διαλεκτική της ύλης. Και θα πρέπει να τονίσω αμέσως ότι η θεωρία αυτή καταπολεμάται βίαια από διαπρεπείς επιστήμονες όπως ο καθηγητής Fock, ο οποίος επίσης επιμένει ότι είναι μαρξιστής. Η θεωρία λοιπόν αυτή δεν δεσμεύει παρά μόνον εμάς. Η αξία της θα εξαρτηθεί από τη μετέπειτα εξέλιξη των επιστημών, που μόνον αυτές μπορούν να αποδείξουν αν η θεωρία είναι σύμφωνη με την πραγματική δομή των πραγμάτων. Με τη σημερινή κατάσταση της γνώσης, θα ήταν προφανώς πρόωμο να εκφέρουμε οριστική κρίση γι' αυτήν.

Θα πρέπει τέλος να υπογραμμίσουμε ότι η αντίληψη αυτή, η λεγόμενη «των επιπέδων» περιέχει μια ολόκληρη σειρά από ιδέες οι οποίες δε βρίσκονται, και δεν μπορούσαν να βρίσκονται, στα σχετικά κλασικά κείμενα του Ένγκελς. Πράγματι, από την εποχή του θανάτου του Ένγκελς, επαναστατικές ανακαλύψεις αναστάτωσαν τις επιστήμες και μεταμόρφωσαν τις αντιλήψεις για τη φύση της ύλης.

Μια τέτοια απόπειρα, εξάλλου, είναι σύμφωνη με τον ίδιο τον προσανατολισμό του μαρξισμού. Είναι αντίθετο με το πνεύμα του να θελήσουμε να τον ακινητοποιήσουμε ή να τον αποτρέψουμε από την υλιστική και διαλεκτική ανάλυση νέων δεδομένων που προέκυψαν από την κίνηση της ιστορίας, και τις ανακαλύψεις της πιο προωθημένης επιστήμης. Από την ίδια την ουσία του, ο μαρξισμός οφείλει να εμπλουτίζεται αδιάκοπα: αντίθετος με κάθε κλειστή φιλοσοφία, είναι από τη φύση του ανοιχτός, στραμμένος προς το μέλλον και προς την ανακάλυψη. Σύμφωνα με το πνεύμα του έργου του Μαρξ και του Λένιν, η επεξεργασία μιας διαλεκτικής της φύσης είναι αδιανόητη αν δεν στηρίζεται συνεχώς στην κίνηση των επιστημών.

Για να συγκεκριμενοποιήσουμε το πρόβλημα, ενδιαφέρει να υπενθυμίσουμε σύντομα τα θεμελιώδη αξιώματα πάνω στα οποία οικοδομήθηκε αυτό που θα μπορούσαμε να ονομάσουμε «μηχανιστικό υλισμό».

Στην περίοδο της κλασικής φυσικής, του Νεύτωνα και του Λαπλάς, η κλασική μηχανική θεμελιώθηκε σε πέντε βασικά αξιώματα (postulats).

Πρώτο αξίωμα: Ο κόσμος υπάρχει αντικειμενικά, ανεξάρτητα από οποιοδήποτε παρατηρητή.

Δεύτερο αξίωμα: Το σύνολο των φυσικών κινήσεων θα μπορούσε να περιγραφεί σ' αυτό που ο καθηγητής Wheeler ονόμασε «αρένα». Η αρένα αυτή είναι το πλαίσιο του χώρου και του χρόνου. Αυτό σημαίνει ότι η κίνηση των σωμάτων

μπορεί να περιγραφεί με τις διαδοχικές θέσεις που καταλαμβάνουν στην πορεία του χρόνου.

Τρίτο αξίωμα: Μπορούμε να ανασυστήσουμε το σύνολο της φύσης με αφητηρία αυτό που ονομάστηκε «υλικά σημεία» προικισμένα με πεπερασμένο αριθμό ιδιοτήτων, όπως η μάζα, κλπ. Τα υλικά αυτά σημεία υπόκεινται σε ένα σύστημα δυνάμεων ανεξάρτητων από αυτά, και η εξέλιξή τους περιγράφεται με ακρίβεια από διαφορικές εξισώσεις, δηλαδή από εξισώσεις οι οποίες περιγράφουν την εξέλιξη του συστήματος ανάμεσα σε δύο άπειρα γειτονικές στιγμές. Οι νόμοι της φύσης είναι, συνολικά, εξωτερικοί ως προς τα αντικείμενα τα οποία διέπουν.

Τέταρτο αξίωμα: Η διάσημη αντίληψη του Νεύτωνα και του Λαπλάς, κατά την οποία, αν γνωρίζουμε όλες τις αρχικές θέσεις και τις ταχύτητες ενός συστήματος υλικών σημείων μπορούμε να προβλέψουμε την εξέλιξή του για ολόκληρο το παρελθόν, ή μάλλον μπορούμε να κάνουμε μια αναδρομή ως προς το παρελθόν και μια τέλεια καθορισμένη πρόβλεψη για το μέλλον.

Πέμπτο αξίωμα: Το σύστημα αυτό των νόμων της φύσης αποτελεί ένα πλήρες σύστημα. Δηλαδή, οι νόμοι της φύσης είναι πεπερασμένοι ως προς τον αριθμό και αυστηρά καθορισμένοι, γεγονός που επιτρέπει την πρόβλεψη της εξέλιξης των σημάτων με απόλυτο τρόπο.

Πρόκειται εδώ για μια σπουδαιότατη ιδέα, επειδή ακριβώς σ' αυτό το σημείο θέλουμε τη ρήξη με τις κλασικές ιδέες, ακόμα και με τις ιδέες της θεωρίας των χράντα. Πράγματι, αυτή η ιδέα της πληρότητας, συνεπάγεται μια δεύτερη: την ιδέα ότι οι νόμοι των πιθανοτήτων, οι στατιστικοί νόμοι (οι νόμοι, π.χ., που διέπουν τη συμπεριφορά ενός αερίου, των μορίων σ' ένα δωμάτιο) είναι, στην πραγματικότητα, το αποτέλεσμα εξαιρετικά περίπλοκων κινήσεων τις οποίες θα μπορούσε να αναλύσει κανείς με πλήρη αυστηρότητα. Ο δαίμων του Μάξγουελ θα μπορούσε, κατ' αρχήν, εφόσον θα γνώριζε το σύνολο των αρχικών θέσεων των μορίων αυτού του αερίου, να προβλέψει την κατανομή Μάξγουελ, δηλαδή τη στατιστική κατανομή και το σύνολο των ιδιοτήτων του αερίου.

Προκύπτει λοιπόν με αυστηρότητα ότι οι νόμοι των πιθανοτήτων συνάγονται από τους νόμους της μηχανικής. Εδώ βρίσκεται το βαθύτερο νόημα της απόπειρας να αποδειχθούν οι στατιστικοί νόμοι της θεωρίας των αερίων.

Αυτά είναι τα πέντε θεμελιώδη σημεία στα οποία οικοδομήθηκε η κλασική μηχανική. Συμπυκνώνουν την ουσία αυτού που ονομάστηκε λαπλασιανή ή μηχανιστική αιτιοκρατία.

Συνηθίζεται σήμερα να απορρίπτουμε όλα αυτά συνολικά, να τα θεωρούμε σαν στάδιο της γνώσης ολοκληρωτικά ξεπερασμένο. Αυτό δεν είναι ούτε ορθό, ούτε δίκαιο. Για να ξεπεράσουμε την κλασική μηχανική, πρέπει, κατ' αρχήν, να κατανοήσουμε το πραγματικό μεγαλείο της και την ιστορική της σπουδαιότητα. Ολόκληρη η νεότερη βιομηχανία – εκτός από την πυρηνική – λειτουργεί ακόμα πάνω σ' αυτή τη βάση. Η κλασική μηχανική επέτρεψε στον άνθρωπο να κάνει ένα

εξαιρετικά σπουδαίο βήμα για να κυριαρχήσει πάνω στη φύση. Η μηχανική χρησίμευσε σαν εφαλτήριο για το σύνολο της νεότερης επιστήμης.

Ωστόσο τα γεγονότα προκάλεσαν την έκρηξη αυτής της θεωρίας. Περισσότερο από έναν αιώνα, οι φυσικοί είχαν πιστέψει ότι είχαν καταλήξει στην απόλυτη αλήθεια και ότι είχαν φθάσει στο έσχατο στάδιο. Αυτό, π.χ., εξέφραζε ο Κίρχωφ, όταν έλεγε ότι θα αρκούσε πλέον να προσθέσουμε μερικά δεκαδικά ψηφία στα ήδη γνωστά αποτελέσματα. Υπάρχει επίσης η διάσημη διακήρυξη του λόρδου Κέλβιν, κατά την οποία δεν υπήρχαν πλέον παρά δύο μικρά μελανά σύννεφα στον ορίζοντα: το πείραμα των Μάικελσον-Μόρλυ και η αδυναμία να εξηγήσουμε κλασικά την ακτινοβολία του μέλανος σώματος. Αλλά όπως είναι γνωστό, αυτά τα δυο μικρά μαύρα σύννεφα σκέπασαν τελικά ολόκληρο τον ουρανό και «κατάπιαν» την κλασική μηχανική. Για να κατανοήσουμε την ακριβή φιλοσοφική σημασία αυτών των δύο σύννεφων, θα πρέπει να συνειδητοποιήσουμε ότι προέκυψαν αναγκαστικά από πειραματικές προόδους οφειλόμενες στην κλασική θεωρία.

Το πρώτο μαύρο σύννεφο είναι το πείραμα Μάικελσον-Μόρλυ, δηλαδή η ανακάλυψη ότι το φως μεταδίδεται με την ίδια ταχύτητα προς όλες τις κατευθύνσεις, ανεξάρτητα από τον παρατηρητή. Αυτή η ανακάλυψη ήταν στη βάση της θεωρίας της σχετικότητας. Για να υπερβεί αυτή τη δυσκολία, η οποία ήταν εντελώς ασύμβατη με τους νόμους της κλασικής μηχανικής, ο Αϊνστάιν όφειλε να κάνει ένα εξαιρετικά σπουδαίο βήμα. Διατηρώντας την ιδέα του αντικειμενικού χαρακτήρα των φαινομένων, ανεξάρτητα από τον παρατηρητή, ένωσε σε μια και μοναδική αντίληψη τις ακόλουθες δυο ιδέες: την ιδέα της αρένας και την ιδέα της ύλης που κινείται μέσα στην αρένα.

Στα πλαίσια της Γενικής Σχετικότητας ο Αϊνστάιν διατύπωσε την ιδέα ότι ο χώρος και ο χρόνος δεν είναι πλέον δυνατό να χωρίζονται από την ύλη και πρότεινε την εισαγωγή ενός μοναδικού υλικού πεδίου, (το οποίο περιέγραφε με μια γεωμετρία Ρήμαν) όπου η ύλη, σ' αυτό το σύμπαν, δεν ήταν παρά ιδιομορφίες του πεδίου. Το ουσιαστικό της επανάστασης του Αϊνστάιν είναι η μεγαλοφυής ιδέα ότι δεν υπάρχουν υλικά σημεία τα οποία μετατοπίζονται στην αρένα, αλλά ότι υπάρχει ένα συνεχές μέσον, και μέσα σ' αυτό το μέσον, υπάρχουν ιδιομορφες περιοχές οι οποίες αντιπροσωπεύουν την ύλη, με την κλασική έννοια του όρου. Αυτό σημαίνει, για να πάρουμε ένα παράδειγμα, ότι κάθε αντικείμενο το οποίο μπορώ να θεωρήσω ότι βρίσκεται μέσα στη χωρο-χρονική αρένα, συνιστά, κατά τον Αϊνστάιν, ένα σύνολο από ιδιομορφίες μέσα στο πεδίο βαρύτητας και μέσα στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Έτσι ο Αϊνστάιν διέσχισε ένα αποφασιστικό στάδιο στην ιστορία των ιδεών για τη φύση, επειδή διατύπωσε για πρώτη φορά την ιδέα ότι η κίνηση δεν μπορούσε πλέον να περιγραφεί ως κίνηση ενός σταθερού πράγματος. Πριν από τον Αϊνστάιν, τα υλικά σημεία του Λαπλάς ή του Νεύτωνα είχαν μία αιώνια ταυτότητα. Στατικά συστατικά της φύσης, δεν είχαν, ούτε αυτά, ιστορία και εξέλιξη.

Στην αντίληψη του Αΐνστάιν, αντίθετα, το σώματιο είναι μια ιδιομορφία, ένα είδος στροβίλου που μεταδίδεται μέσα στο πεδίο: η ύλη δε διατηρεί πλέον την ταυτότητά της κατά την κίνηση. Κατά τον Αΐνστάιν, οι ιδιομορφίες διατηρούσαν την ίδια μορφή, αλλά η ύλη δε διατηρούσε την ταυτότητά της, εφόσον οι ιδιομορφίες «ταξείδευαν» πάνω στο πεδίο. Εδώ βρίσκεται το πρώτο επαναστατικό βήμα του Αΐνστάιν.

Το δεύτερο βήμα ήταν η ιδέα ότι οι δυνάμεις δε θα έπρεπε, και αυτές, να θεωρούνται εξωτερικές ως προς την ύλη ή την αρένα, αλλά αντανακλούσαν απλώς τους τοπικούς μετασχηματισμούς της ύλης. Ο Αΐνστάιν εξέφραζε μ' αυτό τον τρόπο την ιδέα ότι υπάρχει ένα μοναδικό μέσον, ότι αυτό το μοναδικό μέσον έχει διαφορικές ιδιότητες, τις οποίες μπορώ να περιγράψω όπως περιγράψω τις διαφορές δυνάμεις οι οποίες συνδέουν τα στοιχεία, τα μόρια της θάλασσας. Η έννοια της κίνησης, και οι σχέσεις της με το πεδίο, φωτίζονται αν επανέλθει κανείς στην εικόνα της ύλης-στροβίλου, εφόσον ένας στροβίλος στην επιφάνεια της θάλασσας διαδίδεται εξαιτίας των υδροδυναμικών ιδιοτήτων του πεδίου.

Φυσικά δεν πρέπει να παίρνουμε αυτές τις έννοιες με την αυστηρή σημασία. Εντούτοις αντανακλούν το ουσιαστικό της προσπάθειάς μας.

Ο Αΐνστάιν διατηρεί, τέλος, την τελευταία υπόθεση της κλασικής μηχανικής: την ιδέα ότι η θεωρία ήταν αναγκαστικά ένα πλήρες σύστημα. Κατά τον Αΐνστάιν, γνωρίζοντας τους νόμους της ηλεκτρομαγνητικής βαρύτητας, από τη στιγμή που θα εντοπιζόνταν οι ιδιομορφίες του πεδίου, θα μπορούσαμε να περιγράψουμε την εξέλιξη του σύμπαντος για όλη την αιωνιότητα. Αυτή η ανάλυση συμπυκνώνει εκείνο που θα μπορούσαμε να ονομάσουμε «επανάσταση του Αΐνστάιν», και η οποία πρόκυψε από το «πρώτο μαύρο σύννεφο» του πειράματος του Μάικελσον-Μόρλυ.

Το δεύτερο μαύρο σύννεφο το οποίο οδήγησε πολύ πιο μακριά, επειδή ανέτρεψε εκ νέου αξιώματα της μηχανικής, είναι το πρόβλημα της εκπομπής του μέλανος σώματος. Η εκπομπή αυτή, που περιγράφεται από τον τύπο του Πλανκ, οδήγησε στην ανάπτυξη της κυματομηχανικής και της θεωρίας των κβάντα.

Ας συγκρίνουμε, σημείο προς σημείο, τα αξιώματα αυτού που ονομάζεται πιθανοκρατική ερμηνεία, της θεωρίας των κβάντα, όπως αυτή διατυπώθηκε από τη σχολή της Κοπεγχάγης, με τα αξιώματα της κλασικής μηχανικής.

Το πρώτο αξίωμα της κλασικής μηχανικής και της σχετικότητας, ήταν ο αντικειμενικός χαρακτήρας των φαινομένων. Η πιθανοκρατική ερμηνεία της θεωρίας των κβάντα απορρίπτει αυτή την ιδέα και συνδέει τα φαινόμενα με τον παρατηρητή. Δεν υπάρχουν φαινόμενα ανεξάρτητα από την παρατήρηση και τα όργανα της μέτρησης. Φυσικά υπάρχουν αποχρώσεις μεταξύ των διαφόρων πρωταγωνιστών της πιθανοκρατικής ερμηνείας. Ωστόσο η προηγούμενη θέση είναι η πιο διαδεδομένη. Μ' αυτό τον τρόπο, π.χ., παρουσιάζουν την πιθανοκρατική ερμηνεία οι Μπωρ και Χάιζενμπεργκ.

Η δεύτερη πλευρά της θεωρίας των κβάντα αφορά την ύλη στο εσωτερικό

της αρένας. Στο σημείο αυτό ο Μπωρ επιστρέφει στην αντίληψη της κλασικής μηχανικής, όχι στην αντίληψη του Αϊνστάιν. Δηλαδή θεωρεί τα σωμάτια ως υλικά σημεία μη αναλύσιμα και χωρίς δομή, τα οποία δε μετασχηματίζονται στην πορεία του χρόνου. Τα σωμάτια αντιπροσωπεύονται, με την αυστηρή έννοια της κλασικής μηχανικής, από σημεία χωρίς διαστάσεις, προικισμένα με ορισμένη μάζα. Από μαθηματική άποψη αυτό εκφράζεται με τις συναρτήσεις δ , δηλαδή από συναρτήσεις οι οποίες είναι παντού μηδενικές, εκτός από ένα σημείο.

Η περιγραφή αυτή συμπληρώνεται από την αντίληψη ότι το μόνο που θα μπορούσαμε να γνωρίζουμε γι' αυτά τα σωμάτια είναι μια ορισμένη πιθανότητα παρουσίας (πιθανότητα κατανομής στο χώρο, πιθανότητα κατανομής των ταχυτήτων κλπ.) η οποία περιγράφεται από μια κυματική συνάρτηση. Πρόκειται για πιθανοκρατική ερμηνεία του κύματος το οποίο ανακάλυψε ο L. de Broglie.

Τέλος, η θεωρία των κβάντα οικοδομήθηκε στο γεγονός ότι η ακτινοβολία του μέλανος σώματος, καθώς και άλλες ιδιότητες όπως οι «οπές του Γιογκ», δεν μπορούσαν να ερμηνευθούν παρά μόνον αν αποδίδαμε στα σωμάτια ταυτόχρονα σωματιδιακές και κυματικές ιδιότητες. Στο σημείο αυτό ο Μπωρ χρησιμοποιεί συνειδητά μια διαλεκτική πορεία. Γράφει ότι η ύλη έχει αντιφατικές όψεις οι οποίες αποκλείονται αμοιβαία: εμφανίζεται άλλοτε σαν κύμα και άλλοτε σαν σωμάτια, αλλά ποτέ και με τις δυο όψεις ταυτόχρονα.

Μια τελευταία άποψη της κβαντικής μηχανικής και μια από τις πλέον σημαντικές, αφορά τον πλήρη χαρακτήρα της θεωρίας. Σύμφωνα με το θεώρημα του von Neumann, το σύστημα των νόμων της κβαντικής μηχανικής εξαντλεί αυτό που μπορούμε να μάθουμε, οτιδήποτε μπορούμε να μάθουμε ποτέ για τη φυσική πραγματικότητα. Για τους ιντετερμινιστές (αντι-αιτιοκρατές) από τη στιγμή που θα δοθεί η κυματική συνάρτηση, από τη στιγμή που θα δοθούν οι εξισώσεις που τη διέπουν – και πρόκειται για τέλεια αιτιοκρατικές εξισώσεις (για διαφορικές εξισώσεις που είναι όμοιες με τις διαφορικές εξισώσεις της κλασικής μηχανικής) δε θα μάθουμε ποτέ τίποτα περισσότερο για τις ιδιότητες της φύσης. Η αιτιοκρατική ερμηνεία της κβαντικής θεωρίας διατηρεί μ' αυτό τον τρόπο την αντίληψη για τον πλήρη χαρακτήρα των κβαντικών νόμων και ισχυρίζεται ότι μ' αυτό τον τρόπο φτάσαμε ένα έσχατο όριο της γνώσης. Ο πεπερασμένος και πλήρης χαρακτήρας της ταυτίζεται πράγματι με το θεώρημα του von Neumann. Θα υποδείξουμε στη συνέχεια ότι το θεώρημα είναι λανθασμένο. Η απόδειξη οφείλεται στον de Broglie και στον Μπωρ. Μια παρατήρηση επ' αυτού: Λέγοντας ότι οι νόμοι ήταν πλήρεις και πεπερασμένοι, σήμαινε ότι εισάγεται μια αντίληψη για την πιθανότητα, η οποία ανατρέπει το ίδιο το νόημα της κλασικής πιθανότητας. Η κλασική πιθανότητα θα μπορούσε να αναλυθεί, κατ' αρχήν, με βάση βαθύτερες κινήσεις. Αν ρίξω ένα νόμισμα στον αέρα, πέφτει άλλοτε κορώνα, άλλοτε γράμματα. Για ένα κλασικό φυσικό, αν θα γνώριζα όλες τις κινήσεις του χεριού μου, όλες τις δυνάμεις που ασκούνται πάνω στο νόμισμα, θα όφειλα να μπορώ να πω, κατ' αρχήν, αν θα είναι κορώνα ή γράμματα. Πράγ-

ματι, αν κάνουμε ένα μεγάλο αριθμό ρίψεων, μπορούμε να αποδείξουμε ότι αν οι αιτίες είναι αρκετά περίπλοκες, ξαναβρίσκουμε την κατανομή που δίδεται από τη θεωρία των πιθανοτήτων.

Κατά τον Μπωρ και τον Χάιζενμπεργκ, αυτή η αντίληψη για την πιθανότητα είναι λανθασμένη. Μιλούν για απόλυτη πιθανότητα, μη αναλύσιμη σε βαθύτερες κινήσεις. Για το λόγο αυτό εξάλλου, θα προτείνω να ονομάσουμε αυτή την πιθανοκρατική ερμηνεία της φυσικής, «λαπλασιανό ιντετερμινισμό», επειδή σ' αυτήν ξαναβρίσκονται, σημείο προς σημείο, αλλά ανεστραμμένες οι βασικές θέσεις του Λαπλάς. Αντί να αποδίδουμε έναν απόλυτο χαρακτήρα στους αιτιοκρατικούς νόμους, αποδίδουμε έναν απόλυτο και πεπερασμένο χαρακτήρα στους νόμους των πιθανοτήτων. Ο παραλληλισμός αυτός εξάλλου αναπτύχθηκε με απόλυτα συνειδητό τρόπο από τους θεωρητικούς της κβαντικής θεωρίας, και νομίζω ότι μ' αυτόν τον τρόπο μπορούμε να παραστήσουμε την κβαντική μηχανική.

Προτού αναπτύξουμε την άποψή μας, θα ήθελα να σημειώσω δύο πράγματα: Το πρώτο, ότι βρεθήκαμε ξαφνικά, από μερικά χρόνια, μπροστά σε μια κρίση. Η κρίση αυτή εκφράζεται ταυτόχρονα από πειραματικές ανακαλύψεις και από μαθηματικές δυσκολίες. Πρώτα στο πειραματικό επίπεδο: η κβαντική θεωρία είχε ένα σαφέστατο νόημα, όσο εφαρμοζόταν σε ένα μικρό αριθμό σωματίων, με αφηρητά τα οποία θα μπορούσε κανείς να ανασυστήσει την ύλη – ας πούμε, το ηλεκτρόνιο, το πρωτόνιο, το νετρόνιο, κλπ.

Αλλά τώρα μερικά χρόνια βρισκόμαστε μπροστά σ' αυτά που ονομάστηκαν «στοιχειώδη σωματία», δηλαδή ανακαλύπτουμε συνεχώς σωματία τα οποία μετασχηματίζονται αμοιβαία. Ένας μεγάλος αριθμός από αυτά τα σωματία ανακαλύφθηκε με την ανάλυση των φαινομένων των υψηλών ενεργειών στις κοσμικές περιοχές και έχουμε ισχυρούς λόγους να υποψιαζόμαστε ότι υπάρχει ένας πολύ μεγαλύτερος αριθμός από τέτοια σωματία, βαρύτερα από αυτά που γνωρίζουμε. Αυτή η πολλαπλότητα των όντων, που έχουν πάρα πολύ σύντομη διάρκεια ζωής, μετασχηματίζονται αμοιβαία σύμφωνα με νόμους που δεν έγινε δυνατό μέχρι σήμερα να αναλυθούν στα πλαίσια της συνηθισμένης θεωρίας των κβάντα. Προφανώς υπάρχουν εμπειρικές μέθοδοι, αξιοσημείωτες εξάλλου, όπως αυτές του Αμερικανού Gell-Man και του Ιάπωνα Nishijima, οι οποίες επιτρέπουν την ποιοτική ανάλυση αυτών των αμοιβαίων μετασχηματισμών. Ωστόσο η θεωρητική μας άγνοια αναγνωρίζεται σήμερα απ' όλους.

Έτσι ο πεπερασμένος αριθμός των στοιχείων και οι θεωρίες με αφηρητά τις οποίες έλπιζαν να ανασυστήσουν την εικόνα της ύλης, δηλαδή το νετρόνιο και το πρωτόνιο για τους ατομικούς πυρήνες, το ηλεκτρόνιο, το πολιτρόνιο και το φωτόνιο για τις χημικές ιδιότητες, τείνουν να ξεπεραστούν από την ίδια την πειραματική εξέλιξη. Πιστεύω ότι δε θα βρισκόταν ούτε ένας φυσικός ο οποίος δε θα συμφωνούσε ότι σήμερα η θεωρία βρίσκεται σε υστέρηση ως προς το πείραμα και ότι βρισκόμαστε σε μια κατάσταση η οποία θυμίζει την κρίση της κλασικής μηχανικής.

νικής μπροστά στα ανεξήγητα φαινόμενα του πειράματος των Μάικελσον-Μόρλυ ή της ακτινοβολίας του μέλανος σώματος.

Η δεύτερη δυσκολία της σημερινής κβαντικής θεωρίας είναι μαθηματικού χαρακτήρα. Αν υπολογίσουμε την επίδραση της ακτινοβολίας στο ίδιο το ηλεκτρόνιο, βλέπουμε ότι καταλήγουμε σε άπειρα μεγέθη. Το ηλεκτρόνιο συνοδεύεται από μια φωτεινή ακτινοβολία, άρα εκπέμπει και επαναπορροφά φωτόνια· κατά κάποιο τρόπο επηρεάζει τον ίδιο τον εαυτό του. Αν θέλω να υπολογίσω αυτή την επίδραση στα πλαίσια της σημερινής θεωρίας, καταλήγω στις περίφημες αποκλίσεις, δηλαδή σε άπειρους αριθμούς. Και φαίνεται ότι δεν υπάρχει διαδικασία η οποία θα επέτρεπε να περιορίσουμε αυτές τις αποκλίσεις με ικανοποιητικό τρόπο. Υπάρχουν βέβαια μια σειρά μαθηματικά τεχνάσματα, που επιτρέπουν υπολογισμούς, τεχνάσματα των οποίων αγνοούμε την πραγματική εγκυρότητα. Είναι αυτό που ο διάσημος Αμερικανός Feynman αποκαλούσε «μαθηματικά της επιθυμίας»: «wishful mathematics». Έτσι εφαρμόζουμε μαθηματικές διεργασίες, χωρίς να γνωρίζουμε την πραγματική σημασία ή την εγκυρότητά τους. Από την άποψη αυτή η θεωρία βρίσκεται βυθισμένη σε ένα έλος δυσκολιών, όπου όλος ο κόσμος βρίσκεται σε διαμάχη από μια δεκαπενταριά χρόνια.

Η σημερινή θέση της τεράστιας πλειοψηφίας των φυσικών είναι ότι οι δυσκολίες αυτές είναι καθαρά τυπικές και ότι θα φτάσουμε να ξεπεράσουμε την κρίση της φυσικής, όταν θα έχουμε πραγματοποιήσει επαρκείς μαθηματικές προόδους.

Δε θα ήθελα να πάρω δογματική θέση πάνω σ' αυτό το ζήτημα. Είναι πολύ πιθανό ότι κάποιος μπορεί να πετύχει μια νέα μαθηματική μέθοδο και να καταλήξει να άρει μονομιάς όλες αυτές τις δυσκολίες. Πρόκειται για ένα πρόβλημα που θα λυθεί στα πλαίσια της εξέλιξης της επιστήμης. Εντούτοις ένας αριθμός από μας έχει τη γνώμη ότι αυτός ο τρόπος σκέψης είναι απόλυτα ακατάλληλος και ότι πρέπει να κάνουμε, σε σχέση με τη θεωρία των κβάντα, αυτό που οι θεωρητικοί του τέλους του 19ου και των αρχών του 20ου αιώνα έκαναν μπροστά στην κρίση της κλασικής μηχανικής: δηλαδή, μια σειρά επαναστατικά αξιώματα τα οποία θα μας έβγαζαν τολμηρά από το παλαιό πλαίσιο. Προτείνουμε λοιπόν να αναλύσουμε τα στοιχειώδη σωμάτια εγκαταλείποντας έναν αριθμό από τα αξιώματα της τρέχουσας θεωρίας, και βάζοντας στη θέση τους μια νέα αντίληψη. Θα ήθελα να εκθέσω πάρα πολύ σύντομα αυτή τη νέα αντίληψη, με τρόπο που να απεικονίσω τη διαλεκτική μας αντίληψη για την κίνηση της ύλης.

Πρώτο. Προτείνουμε να επανέλθουμε στο θεμελιώδες αίτημα (postulat) της κλασικής μηχανικής, δηλαδή προτείνουμε να δεχτούμε ότι η φύση, τα αντικείμενα, τα μικροαντικείμενα, υπάρχουν αντικειμενικά ανεξάρτητα από εμάς και από κάθε παρατηρητή. Για μας το ηλεκτρόνιο υπάρχει, έστω και αν κανείς φυσικός δεν το μετρά. Οι νόμοι που το διέπουν ήταν οι ίδιοι στην εποχή των δεινοσαύρων και στην εποχή μας. Η φύση υπάρχει αντικειμενικά, έξω από τον παρατηρητή, ο οποίος, εξάλλου, αποτελεί μέρος της φύσης.

Δεύτερο. Προτείνουμε να εγκαταλείψουμε την κλασική αντίληψη για το σωματίο νοούμενο ως σημείο, και να επανέλθουμε στην ιδέα ότι το σωματίο έχει πράγματι δομή στα πλαίσια του χώρου και του χρόνου και πρέπει να το δούμε σαν μια εκτεταμένη ιδιομορφία μέσα σε ένα υλικό πεδίο. Επιστρέφουμε μ' αυτό τον τρόπο στη βασική αντίληψη του Αϊνστάιν: υπάρχει ένα μοναδικό πεδίο σε α-ένηκη κίνηση, όπου τα σωματίδια συνιστούν μορφές διέγερσης αυτού του πεδίου. Θα επιστρέψω σ' αυτό το πρόβλημα.

Τρίτο. Προτείνουμε να εγκαταλείψουμε την ιδέα του πλήρους χαρακτήρα των νόμων, δηλ. να δεχτούμε α priori ότι η φύση έχει μία απειρία επιπέδων και ότι δεν υπάρχει πλήρης θεωρία ικανή να εξαντλήσει τη φυσική πραγματικότητα.

Η έννοια αυτή των επιπέδων θα φωτίσει την ανάλυση που θα ήθελα να κάνω, συγκρίνοντάς την ταυτόχρονα με τις έννοιες της διαλεκτικής.

Θα μπορούσαμε να απεικονίσουμε αυτή την ιδέα με τον ακόλουθο τρόπο: Όταν αναλύει κανείς σώματα που έχουν διαστάσεις εκατοστών ή χιλιοστών, θα έλεγε ότι πράγματι διέπονται από την κλασική μηχανική. Η μηχανική αυτή περιγράφει συνοπτικά έναν πεπερασμένο αριθμό όψεων των σωμάτων σ' αυτή την τάξη μεγέθους. Όταν περνάμε σε μια περιοχή διαστάσεων της τάξης των 10^{-8} εκατοστών, εισδύουμε στην περιοχή της θεωρίας των κβάντα, περιοχή που περιγράφεται από μια νέα μηχανική, η οποία λαμβάνει υπόψη της τους πιο λεπτούς, σύνθετους χαρακτήρες της πραγματικότητας. Κατ' επέκταση, δεχόμεστε ομοίως ότι όταν εισδύσουμε στην περιοχή διαστάσεων 10^{-13} εκατοστά, θα έπρεπε να οικοδομήσουμε μια νέα μηχανική, κ.ο.κ.

Με άλλα λόγια, προτείνουμε να πάρουμε στα σοβαρά μια ιδέα που διατυπώθηκε για πρώτη φορά στη φιλοσοφία του Πασκάλ, την ιδέα της απειρότητας της δυνατής αποσύνθεσης (décomposition) της φύσης. Δεν είναι τυχαίο ότι ο Πασκάλ διατύπωσε αυτή την ιδέα: ήτανε, μαζί με τον Λάιμπνιτς, ένας από τους δημιουργούς του διαφορικού και ολοκληρωτικού λογισμού. Σύμφωνα με τον Πασκάλ προτείνουμε λοιπόν να δεχτούμε ότι δεν υπάρχουν σημειακά στοιχεία, ότι δεν υπάρχουν σώματα χωρίς διαστάσεις στο χώρο, ότι δεν υπάρχουν χρονικές στιγμές, αλλά πάντοτε διαστήματα. Έτσι είναι πάντοτε δυνατό να αναλύουμε τα σώματα με όρους όλο και μικρότερων διαστημάτων, ή όλο και μικρότερων διαστάσεων. Αυτό σημαίνει ότι η ανάλυση πρέπει να επεκταθεί μέχρι το άπειρο. Αν όμως περιοριστεί κανείς σ' αυτό, δε θα μπορούσε να κατανοήσει πώς θα οικοδομούσε πράγματι μια επιστήμη. Η ιδέα των επιπέδων αντιστοιχεί επίσης στο εξής: σε μια ορισμένη κλίμακα διαστάσεων, διαστημάτων και χρόνου, μπορούμε να αφαιρέσουμε από την απειρότητα παραμέτρους οι οποίες επιτρέπουν να περιγράψουμε την ύλη, έναν αριθμό συλλογικών μεταβλητών οι οποίες παίζουν το θεμελιώδη νόμο σ' αυτό το επίπεδο και οι οποίες περιγράφουν αντικειμενικά τις ιδιότητές του. Αν κανείς προχωρήσει βαθύτερα, τότε πέφτει σε μία πιο σύνθετη μηχανική, ποιοτικά διαφορετική.

Αυτό εξηγεί το γεγονός ότι η ύλη έχει μια πραγματική ιστορία, με την αυ-

στηρή και διαλεκτική έννοια του όρου. Η κλασική μηχανική, η κβαντική μηχανική, και αυτή που επιχειρούμε να δημιουργήσουμε αυτή την περίοδο – δηλαδή μια νέα μηχανική για να εξηγήσουμε τη συμπεριφορά των στοιχειωδών σωμάτων – θα ήταν στάδια όχι μόνο της γνώσης μας, αλλά επίσης και σταθμοί που αντιστοιχούν σε μια αντικειμενική πραγματικότητα. Πράγματι, η κλασική μηχανική ισχύει στην περιοχή της, και δεν είναι αλήθεια ότι μπορούμε να τη θεωρήσουμε όριο της κβαντικής μηχανικής, επειδή διέπει αντικειμενικές ιδιότητες των σωμάτων. Όταν συγκεντρώνω αρκετά άτομα ή μόρια, ώστε να συγκροτήσω ένα μακροσκοπικό σώμα, υπάρχει μια μεγάλη διαφορά ανάμεσα στο αξίωμα του Μπώρ, όταν η σταθερά του Πλανκ τείνει προς το μηδέν, και αυτό που καλείται «θεώρημα του Ehrenfest» το οποίο εξηγεί πώς περνάμε από τη θεωρία των κβάντα στην κλασική μηχανική.

Με άλλα λόγια, προτείνουμε να τα συσχετίσουμε στους κβαντικούς αριθμούς με τη βοήθεια των οποίων χαρακτηρίζουμε τα στοιχειώδη σωμάτια, εσωτερικές κινήσεις των σωμάτων. Η αντίληψη αυτή ενέπνευσε, εξάλλου, την ανακάλυψη της θεωρίας των κβάντα από τον Louis de Broglie. Πράγματι, ο de Broglie είχε ήδη διατυπώσει την ιδέα ότι η δυαδικότητα του σωματίου και του κύματος δεν ερμηνευόταν απλώς από την αναλογία ανάμεσα στην κυματική μηχανική και τη γεωμετρική οπτική (εδώ βρίσκεται ένα μόνο από τα σημεία της ανακάλυψης), αλλά επίσης από την ιδέα ότι ένα σωματίο είναι ένα ρολόι, δηλαδή ότι πρέπει να του συσχετίσουμε ένα ίδιο χρόνο και μια ίδια κίνηση. Συνολικά, προτείνουμε να ερμηνεύσουμε αυτή την ιδέα λέγοντας ότι το σωματίο έχει δομή: στο εσωτερικό των σωμάτων θα υπήρχε μία πραγματική ταλάντωση της οποίας η συχνότητα θα ήταν ακριβώς η συχνότητα του ρολογιού de Broglie.

Τελευταίο ερώτημα. Με ποιο τρόπο παρόμοιες αντιλήψεις θα επέτρεπαν να αποδώσουμε στη φύση μία αντικειμενική διαλεκτική;

Η άποψη ότι δεν υπάρχει διαλεκτική στη φύση, προέρχεται από την ιδέα ότι η ύλη είναι αδρανής, δηλαδή ότι είναι δυνατόν σε μια ορισμένη στιγμή να εξαντλήσουμε την ανάλυση και να φτάσουμε σε έσχατα στοιχεία από τα οποία θα μπορούσαμε να ανασυστήσουμε την πραγματικότητα. Στην αντίληψή μας για τα επίπεδα, δεν είναι δυνατόν να φτάσουμε σε έσχατα στοιχεία, και όλα τα στοιχεία με αφετηρία τα οποία συγκροτείται μια φυσική θεωρία, σε ένα ορισμένο επίπεδο, επικαλύπτουν πραγματικές κινήσεις σε ένα βαθύτερο επίπεδο. Δηλαδή τίποτα δεν είναι σταθερό. Κατά τη γνώμη μας πρέπει να πάρουμε στα σοβαρά τη γνώμη του Ηράκλειτου κατά την οποίαν τίποτα δεν είναι ακίνητο, τίποτα δεν είναι μόνιμο. Τα πράγματα φαίνονται σταθερά, ακίνητα και μόνιμα, μόνον εξαιτίας της ανεπάρκειας της ανάλυσης και της έρευνάς μας. Στην πραγματικότητα υπάρχουν πάντοτε βαθύτερες κινήσεις. Τα λεγόμενα «στοιχειώδη» σωμάτια δεν είναι διόλου «στοιχειώδη». Επικαλύπτουν βαθύτερες κινήσεις οι οποίες, επίσης, θα μπορούσαν να αναλυθούν, κ.ο.κ. Αυτή είναι, κατά τη γνώμη μας, το βαθύτερο νόημα της περίφημης σελίδας του Πασκάλ, η οποία περιγράφει αυτή τη διαδοχή των κό-

σμων όταν κατερχόμαστε, βαθμίδα προς βαθμίδα, προς το απειροστό μικρό.

Ας επιστρέψουμε, τέλος, στην έννοια της αντίθεσης.

Πώς αναλύεται η κίνηση στο έργο του Λαπλάς, ή ακόμα στην τρέχουσα ερμηνεία της κβαντικής θεωρίας; Λένε: Αυτό το αντικείμενο το ρίχνω, κινείται, και διατηρεί τη σταθερότητά του κατά την πορεία του. Στην πραγματικότητα, κατά τη γνώμη μας, η κίνηση δε διατηρεί καμιά ταυτότητα εφόσον, πάντα σύμφωνα με τον Αϊνστάιν, δεν υπάρχει τίποτα μόνιμο. Το σώματιο, θεωρούμενο ως ιδιομορφία του πεδίου, ταξιδεύει, και ποτέ δεν αποτελείται από τα ίδια στοιχεία. Η κίνηση, συνεπώς, συνίσταται, την κάθε στιγμή από πραγματικές αντιθέσεις.

Οφείλουμε συνεπώς να αναλύσουμε την αντίθεση υπό τη μορφή ισομορφισμού με τον ανταγωνισμό των διανυσμάτων, δηλαδή υπό τη μορφή ανταγωνιστικών δυνάμεων των οποίων τα αποτελέσματα αποκλείονται αμοιβαία. Εδώ βρίσκεται, για μας, ο ορθολογικός πυρήνας της έννοιας της αντίθεσης.

Η ενότητα των αντίθετων επανερμηνεύεται σ' αυτό το επίπεδο της κίνησης ως η υλική ενότητα του βαθύτερου πεδίου, κι όπου αναδύονται οι αντιθετικές διεγέρσεις, με βάση τις οποίες μπορώ να αναλύσω κάθε κίνηση. Για να πάρουμε ένα απλό παράδειγμα: η διάδοση ενός κύματος στην επιφάνεια της θάλασσας δημιουργείται από παλινδρομικές κινήσεις, η καταστροφή των οποίων σε ένα σημείο είναι αναγκαία για να μεταδοθεί στα γειτονικά σημεία. Αλλά οι ίδιες οι ταλαντώσεις προκύπτουν από αντιθετικές υλικές δυνάμεις, των οποίων η βαθύτερη ενότητα πρέπει να αναζητηθεί στις υδροδυναμικές ιδιότητες της θάλασσας και στην ανάλυση των στοιχείων της στο μικροσκοπικό επίπεδο.

Η αντίθεση είναι πάντοτε η ανταγωνιστική προσπάθεια των δυνάμεων. Σε όλες τις έννοιες με τις οποίες χρησιμοποιείται η λέξη διαλεκτική, υπήρχε πάντα αυτή η ιδέα των ανταγωνιστικών δυνάμεων, δυνάμεων σε ασταθή ισορροπία και σε αδιάκοπη εξέλιξη. Και ακριβώς αυτή η εξέλιξη της στιγμιαίας ισορροπίας εξηγεί τη φύση της κίνησης. Μπορούμε συνολικά να αναλύσουμε κάθε κίνηση σαν την εξέλιξη μιας διέγερσης του πεδίου, συγκρίσιμη με ένα κύμα που ταξιδεύει στην επιφάνεια της θάλασσας: σαν το μετασχηματισμό μιας εσωτερικής ισορροπίας που χαρακτηρίζει αυτό το φαινόμενο. Οι ίδιες οι δυνάμεις, των οποίων η εξέλιξη καθορίζει την κίνηση κάθε στιγμή, μπορούν, με τη σειρά τους, να αναλυθούν σε λεπτότερες δυνάμεις, κ.ο.κ. Εκεί βρίσκεται η γνωστή διαλεκτική διάκριση ανάμεσα στις θεμελιώδεις αντιθέσεις σε ένα επίπεδο και τις δευτερεύουσες αντιθέσεις. Για να χρησιμοποιήσουμε το λεξιλόγιο της υλιστικής διαλεκτικής, όταν μια δύναμη δεσπόζει με τη σειρά της, στο ίδιο το εσωτερικό της αναπτύσσεται το φαινόμενο των ανταγωνισμών. Η ποιοτική φύση της μεταβάλλεται και εμφανίζονται νέες αντιθέσεις, οι οποίες δεν υπήρχαν ως εκείνη τη στιγμή. Αυτή είναι, κατά τη γνώμη μας, η βαθύτερη ουσία της φύσης της κίνησης.

Τελευταία σύγκριση με τους νόμους της διαλεκτικής: η έννοια της ολότητας. Είναι προφανές ότι η αντίληψη του Αϊνστάιν για την ύλη καλύπτει ήδη τη

διαλεκτική έννοια της ολότητας, επειδή, στο μέτρο που θεωρούμε την ύλη ως ι-διομορφία του πεδίου, το πεδίο συνεπιφέρει όλες τις οριακές συνθήκες. το σύνολο των ιδιοτήτων όλων των άλλων σωμάτων, έστω και αν δεν είναι δυνατόν, κυριολεκτικά, να αναλύσουμε ένα φαινόμενο, έξω από το σύνολο των συνθηκών στις οποίες υπάρχει. Υπάρχουν και άλλες αντιθέσεις, αυτές που προκύπτουν από όλα τα επίπεδα τα οποία αγνοούμε σε ένα καθορισμένο επίπεδο ανάλυσης. Με άλλα λόγια, η νόηση σε ένα επίπεδο οικοδομεί ένα πεπερασμένο σύστημα, αλλά αγνοεί αναγκαστικά μια απειρία παραμέτρων οι οποίες περιγράφουν τα βαθύτερα επίπεδα. Τα επίπεδα αυτά περιγράφουν τις εξωτερικές συνθήκες του φαινομένου. Μπορούμε συνεπώς να τις αγνοήσουμε σε μια ορισμένη προσέγγιση. Η κλασική μηχανική γνώριζε ήδη πολύ καλά ότι δεν μπορώ να αναλύσω θεωρητικά με πλήρη αυστηρότητα την κίνηση αυτού εδώ του κουτιού σπέρτων, χωρίς να αναλύσω την κίνηση του Σείριου, ακόμα και του γαλαξία, αλλά όμως μπορώ να τις αγνοήσω στο πρακτικό επίπεδο.

Κατά την αντίληψή μας, το θέμα είναι πιο σύνθετο, επειδή παραλείπουμε όχι μόνο την απειρία των πραγμάτων που επιδρούν σε ένα αντικείμενο, αλλά και την απειρία των βαθύτερων φαινομένων τα οποία αντιστοιχούν στην εσωτερική δυναμική της ύλης.

Έτσι έρχομαι στην έννοια της μετατροπής της ποσότητας σε ποιότητα. Είναι προφανές ότι η έννοια του επιπέδου δεν μπορεί να αναλυθεί μηχανιστικά, αποκλειστικά με όρους χώρου ή χρονικών διαστημάτων. Είναι φανερό ότι εφαρμόζεται επίσης στο ίδιο το εσωτερικό μιας μηχανικής ή μιας δεδομένης θεωρίας, με όρους, π.χ., συστήματος ή ειδικής και επιμέρους περιοχής.

Αναλύουμε πάντοτε τα φαινόμενα με τη βοήθεια πεπερασμένου αριθμού εννοιών, άρα προτύπων, και μ' αυτή την έννοια υπερασπιζόμαστε την έννοια του μοντέλου, χωρίς ωστόσο να έχουμε αυταπάτες για τον περιορισμένο χαρακτήρα τους. Ένα πρότυπο (μοντέλο) είναι την ίδια στιγμή αντικειμενικά ορθό επειδή αναπαράγει αντικειμενικά τις ιδιότητες του αντικειμένου και αντικειμενικά περιορισμένο, επειδή αφήνει αναγκαστικά κατά μέρος – πρέπει να έχουμε απόλυτα συνείδηση του γεγονότος – μια απειρία παραμέτρων, όχι μόνο στο θεωρούμενο επίπεδο, αλλά και σε άλλα επίπεδα. Έτσι γνωρίζουμε, π.χ. ότι τα συστήματα των σωμάτων δεν μπορούμε να τα συλλάβουμε και να τα κατανοήσουμε με την ανάλυση των συστατικών μερών τους. Μια τέτοια αντίληψη είναι κλασική στην πυρηνική φυσική, όπου ως γνωστόν η μάζα των συστατικών μερών δεν είναι ίση με το άθροισμα των μαζών των στοιχείων. Η μάζα του πυρήνα δεν είναι το άθροισμα των μαζών των στοιχείων που τον αποτελούν (στη βάση της ατομικής ενέργειας βρίσκεται ο περίφημος υπολογισμός του Αϊνστάιν), επειδή υπάρχει ισοδυναμία ανάμεσα στην ενέργεια και την ύλη*. Επι-

* Ο τύπος του Αϊνστάιν αφορά στην ποσοτική σχέση ενέργειας και μάζας (Σ.τ.Μ.).

πλέον, πρέπει πάντοτε να λαμβάνουμε υπ' όψη μας αυτό που αποκαλείται «συλλογική συμπεριφορά των σωμάτων» συμπεριφορά η οποία κάνει να εμφανίζονται ιδιότητες τις οποίες δεν μπορούμε να αναλύσουμε με βάση τα συστατικά τους στοιχεία.

Ως προς αυτό, θα μπορούσε να αναφέρει κανείς το παράδειγμα της φυσικής του πλάσματος.

Προς μια τέτοια κατεύθυνση προσανατολιζόμαστε σήμερα, για να εξηγήσουμε το φαινόμενο της ζωής. Η ζωή δεν αναλύεται αποκλειστικά με όρους φυσικοχημικών φαινομένων. Αυτό θα ήταν παράλογο, επειδή αν υπάρχουν ποιοτικές ιδιομορφίες στις ενώσεις των φυσικοχημικών στοιχείων, κατά μείζονα λόγον υπάρχουν ποιοτικές ιδιομορφίες στις συσχετίσεις των μορίων, κ.ο.κ. Έτσι, είναι δυνατόν να αναλύσουμε ένα φαινόμενο όπως αυτό της ζωής, κάνοντας αφαίρεση μιας απειρίας παραμέτρων και διατηρώντας έναν περιορισμένο αριθμό στοιχείων τα οποία αναπαράγουν τις ποιοτικές ιδιότητες της ζωής, θεωρούμενες ως διαφορετικές από τις φυσικοχημικές ιδιότητες των στοιχείων που τη συνιστούν. Αυτό δεν σημαίνει διόλου ότι η ζωή δεν μπορεί να ερμηνευθεί υλιστικά με την έννοια που σημειώνουμε: στα πλαίσια του είδους που υποδεικνύουμε εδώ, δηλαδή των επιπέδων. Κάθε βαθύτερο επίπεδο επιτρέπει να συλλάβουμε το ανώτερο. Αν π.χ. θέλουμε να περάσουμε στη διαλεκτική της ιστορίας, θα συμβεί περίπου το ίδιο. Αναλύουμε τα ιστορικά φαινόμενα με τη βοήθεια ενός περιορισμένου αριθμού στοιχείων, κάνοντας αφαίρεση των ατομικών διακυμάνσεων των προσώπων που συνθέτουν την ιστορία. Μπορούμε να κάνουμε μία ανάλυση στο επίπεδο της πολιτικής οικονομίας, όπως έκανε ο Μαρξ για το κεφάλαιο, κάνοντας αφαίρεση των ατόμων που ανήκουν στις διάφορες τάξεις της κοινωνίας, αλλά επίσης μπορούμε να κάνουμε μια λεπτότερη ανάλυση ενός ιστορικού φαινομένου, όπου πρέπει να πάψουμε να θεωρούμε τις τάξεις σαν μπλοκ, για να αναλύσουμε τις διακυμάνσεις, τις διαφορές, τις αντιθέσεις στο εσωτερικό των ίδιων των τάξεων. Σκέπτομαι την ανάλυση που έκανε ο Μαρξ στην «18η Μπρυμαίρ». Η θεωρία των επιπέδων επιλέγει ένα πεπερασμένο αριθμό στοιχείων, με αφετηρία τα οποία πραγματοποιεί την ανάλυση.

Έρχομαι τώρα στην αντίληψη μιας πραγματικής και αντικειμενικής ιστορίας της ύλης.

Αν δεχτούμε μια παρόμοια αντίληψη για τη φυσική, αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να αναζητήσουμε μια διέξοδο από τις σημερινές δυσκολίες, οικοδομώντας μια υποκβαντική μηχανική, βαθύτερη από τη θεωρία των κβάντα, που θα έχει τα δικά της χαρακτηριστικά.

Έτσι, με τον L. de Broglie περιγράφουμε τα ξεχωριστά μικροαντικείμενα και επιζητούμε να εξηγήσουμε την κβαντική στατιστική με τη βοήθεια βαθύτερων, μη κλασικών κινήσεων των ατομικών μικροαντικειμένων. Φαίνεται τότε σαφές ότι σύμφωνα με το σχήμα μας η ύλη έχει μια αντικειμενική ιστορία. Και είναι γνωστό ότι η αντίληψη αυτή για την πραγματική ιστορία δεν έπαψε να προο-

δεύει στις επιστήμες. Δεν εισέβαλε μόνο στη βιολογία. Εισέβαλε παντού. Η γαιοφυσική, η μακροσκοπική ύλη, ο γαλαξίας, έχουν μια ιστορία (χάρη στις εργασίες του Αμπαρτσαμιάν γνωρίζουμε ότι αντικειμενικά τα άστρα έχουν μια ιστορία)*. Στα πλαίσια αυτής της αντίληψης θα πηγαίναμε ακόμα πιο μακριά, επειδή και ξεχωριστά τα μικροσωμάτια θα είχαν μία ιστορία. Δεν θα υπήρχαν δύο ταυτόσημα σωμάτια, επειδή είναι ταυτόσημα μόνο στο βαθμό που παραλείπουμε από την ανάλυση μια απειρία παραμέτρων οι οποίες επί του παρόντος είναι λανθάνουσες. Όταν π.χ. λέμε στη σημερινή θεωρία ότι δεν μπορούμε να ξέρουμε πότε τούτο ή εκείνο το άτομο του ραδίου θα εκπέμψει μια ακτινοβολία, ισχυριζόμαστε ότι αυτό δεν αντανακλά ένα έσχατο όριο της γνώσης, αλλά μιαν αντικειμενική διαφορά ανάμεσα σ' αυτά τα δύο άτομα του ραδίου, διαφορά που θα μπορούσε κανείς να εξηγήσει όταν θα έχει αναλύσει βαθύτερα τις νέες παραμέτρους που χρησιμεύουν για την περιγραφή της βαθύτερης συμπεριφοράς της ύλης.

Τι σημαίνει η λέξη «αιτιοκρατία» (ντετερμινισμός) σε μια παρόμοια αντίληψη; Ο Λαπλάς ήθελε να αναγάγει τους πιθανοκρατικούς νόμους σε αιτιοκρατικούς, στους πεπερασμένους νόμους της κλασικής μηχανικής. Ο Μπωρ ήθελε να αναγάγει το σύνολο των πιθανοκρατικών νόμων σε μια ιντετερμινιστική αντίληψη για τους νόμους. Κατά την άποψή μας, πρέπει να έχουμε μία βαθύτερη, περισσότερο διαλεκτική θεώρηση της σχέσης ανάμεσα σ' αυτούς τους δυο τύπους νόμων. Σε κάθε επίπεδο, όταν δέχομαι έναν περιορισμένο αριθμό παραμέτρων, μπορώ να διατυπώσω αιτιοκρατικούς νόμους, αλλά επειδή υπάρχει μια απειρία παραμέτρων στη φύση, υπάρχουν αναγκαστικά πιθανοκρατικοί νόμοι οι οποίοι δεν μπορούν να αναλυθούν με βάση τις παραμέτρους του θεωρούμενου επιπέδου. Αυτό σημαίνει ότι οι πιθανοκρατικοί νόμοι έχουν μια αντικειμενική ύπαρξη τόσο πραγματική, όσο και οι αιτιοκρατικοί κατά την έννοια της κλασικής μηχανικής.

Υπάρχει ωστόσο μια διαλεκτική ανάμεσα σ' αυτούς τους δυο τύπους νόμων: τους νόμους που εκφράζονται με τη βοήθεια ενός πεπερασμένου αριθμού παραμέτρων και τους νόμους των πιθανοτήτων. Αυτοί οι δύο τύποι νόμων αντανακλούν τον πεπερασμένο χαρακτήρα των παραμέτρων με τις οποίες μπορώ να αναλύσω οποιοδήποτε επίπεδο και ταυτόχρονα τον άπειρο, πραγματικό και αντικειμενικό χαρακτήρα της φύσης. Η κίνηση σ' αυτή την περίπτωση αναλύεται πράγματι με όρους αντίθεσης. Αν, π.χ. αναλύαμε εκείνο που χωρίζει τα συνήθη χημικά φαινόμενα τα οποία συσχετίζουμε με τη ζωή, θα βλέπαμε ότι η σύγκριση με τα αυτορρυθμιζόμενα συστήματα έχει βαθύ νόημα. Οι έννοιες της βιολογικής ισορροπίας, η τάση των οργανισμών να διατηρούν μιαν ορισμένη ταυτότητα σχέσεων, να αμύνονται εναντίον του περιβάλλοντος, να αναπαράγονται... όλα αυτά συνιστούν νέες ιδιότητες χαρακτηριστικές του θεωρούμενου επιπέδου – του επιπέδου της ζωής.

* Αυτό που λέγεται εδώ είναι σήμερα κοινός τόπος για την κοσμολογία. (Σ.τ.Μ.).

Υπάρχουν διαλεκτικές σχέσεις ανάμεσα σ' αυτά τα διαφορετικά επίπεδα. Δηλαδή, οι αντιθέσεις, οι κινήσεις σε οποιοδήποτε επίπεδο, εξηγούνται με όρους βαθύτερων ανταγωνιστικών αντιθέσεων. Τα πάντα είναι σε κίνηση. Η ανάλυση μπορεί να γίνει σε ένα τέτοιο πλαίσιο, απεριορίστα. Έτσι καταλήγουμε σε μια νέα διαλεκτική του πεπερασμένου και του απείρου.

Σ' αυτό το πλαίσιο η σπουδαιότητα του έργου του Cantor είναι για μας τεράστια.

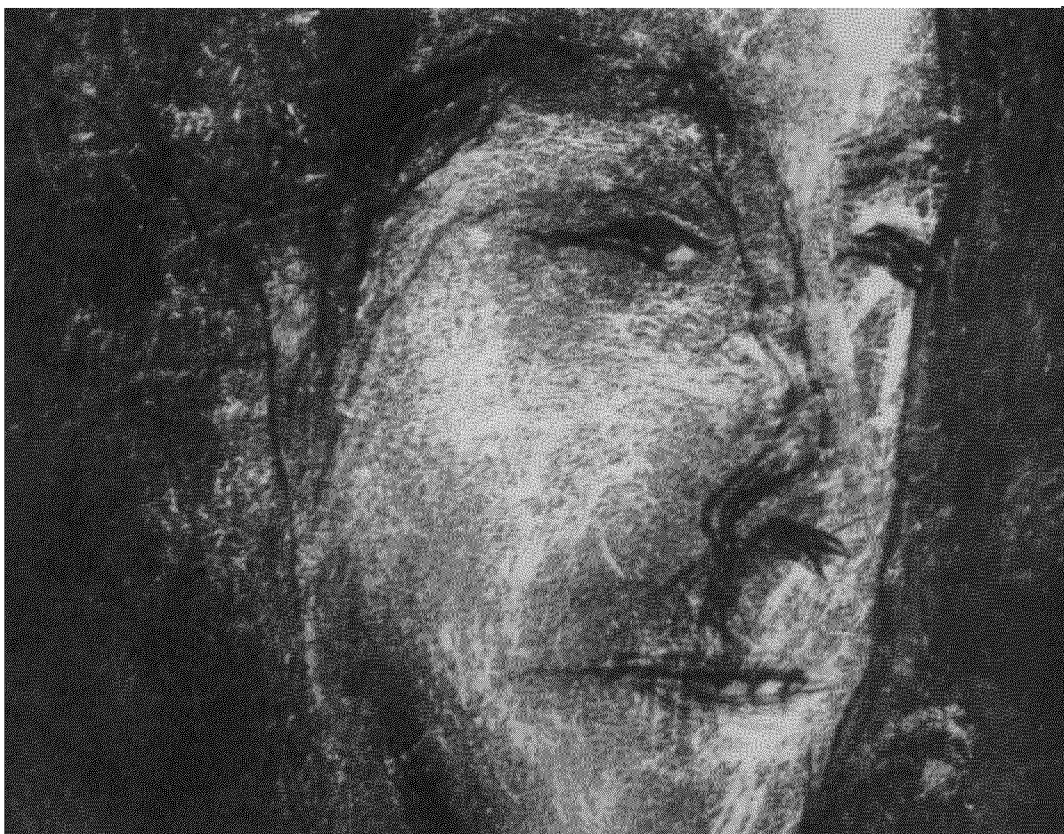
Ας θυμίσουμε αρχικά την παλαιά συλλογιστική για τους πεπερασμένους αριθμούς, των οποίων η σειρά είναι άπειρη: στο ένα πρέπει να προσθέσουμε ένα για να φτάσουμε στο δύο, στο τρία, κλπ., και μπορούμε να κάνουμε έναν άπειρο αριθμό πεπερασμένων κινήσεων, οι οποίες οικοδομούν τη σειρά των ακεραίων αριθμών. Αλλά στην ανάλυση του απείρου προχωρούμε παραπέρα, επειδή μπορούμε να εισαγάγουμε την έννοια των υπερπεπερασμένων αριθμών, να ξαναβρούμε τις μοντέρνες ιδέες για τα σύνολα και να πούμε, εξ' ορισμού, ότι προσθέτοντας μια κίνηση δεν μεταβάλλω το χαρακτήρα του δεδομένου υπερπεπερασμένου αριθμού. Για μας, το ίδιο ισχύει και για τη φύση. Μπορούμε να έχουμε μία ιστορία της φύσης, επίπεδο προς επίπεδο, η οποία αναδύεται στην πορεία μιας πραγματικά ιστορικής και άπειρης διαδικασίας, με αφετηρία άπειρο αριθμό επιπέδων που αντιστοιχούν σε προηγούμενες καταστάσεις. Αυτό σημαίνει ότι προσθέτοντας ένα επίπεδο στη φύση, π.χ. το επίπεδο της ζωής στην ιστορία της ύλης, δεν μεταβάλλουμε τον άπειρο αριθμό επιπέδων και τίποτα δεν δηλώνει ότι δεν θα ακολουθήσουν άλλα επίπεδα.

Ο ορθολογικός πυρήνας που προτείνουμε συναντά και αναπτύσσει την αντίληψη για τον άπειρο χαρακτήρα του σύμπαντος, που προτάθηκε από τον Ηράκλειτο και τον Λένιν. Θεωρούμενη μ' αυτούς τους όρους, η θεωρία των επιπέδων εμφανίζεται ως συστηματική μέθοδος ανάλυσης η οποία επιτέλους συνειδητοποιεί τον αντικειμενικό και ταυτόχρονα πεπερασμένο χαρακτήρα της γνώσης.

Όλα αυτά δεν είναι παρά μια σειρά υποθέσεις. Ωστόσο εύκολα διαπιστώνει κανείς ότι στο σχήμα μας η ύλη έχει, πράγματι, μια αντικειμενική διαλεκτική και ότι δεν μπορούμε να κατανοήσουμε την εγκυρότητα της διαλεκτικής σε οποιοδήποτε επίπεδο, π.χ. στο επίπεδο της ιστορίας, αν δεν την δεχτούμε για τα προηγούμενα επίπεδα της ύλης.

Με την έννοια που ορίσαμε προηγούμενα, η διαλεκτική της φύσης είναι πράγματι το θεμέλιο κάθε διαλεκτικής γνώσης η οποία, όποιο και αν είναι το θεωρούμενο πρόβλημα, δεν αντανακλά παρά επιμέρους πλευρές του. Η θεώρηση της ύλης και του κόσμου η οποία αναδύεται από μια τέτοια αντίληψη, συγγενεύει από μερικές πλευρές στις παλαιότερες αντιλήψεις του Ηρακλείτου. Με την άπειρη διαδοχή των επιπέδων, την άπειρη περιπλοκότητα και τη βιαιότητα των κινήσεων οι οποίες εμφανίζονται όταν εισδύουμε στο απειροστό μικρό, επανευρίσκουμε, με σύγχρονη μορφή, την ουσιαστική ιδέα του ενιαίου μέσου, η οποία διατυπώθηκε από τους μεγάλους υλιστές της Αρχαιότητας. Το μέσον αυ-

τό, ολότητα σε αέναη χαοτική κίνηση, απ' όπου γεννιούνται, αναπτύσσονται και αποσυντίθενται οι όλο και περισσότερο περίπλοκες κινήσεις οι οποίες αποτελούν την «ύλη» κάθε επιπέδου, απεικονίζει με εναργή τρόπο τη μεγαλοφυή διαίσθηση του Ένγκελς, για τον οποίον η κίνηση είναι η ίδια η ουσία της ύλης.



Louis de Broglie, 1991 Μολύβι και ακρυλικό