

Η ΔΙΑΛΕΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΔΟΜΗΣ ΤΗΣ ΎΛΗΣ

Τοῦ Κώστα Πολίτη

«Ὁ ὑλιστικὸς μονισμὸς κατήργησε ἐπιτυχῶς τὸ δυϊσμὸ τῆς σκέψης καὶ τοῦ ὄντος, πρὸς ὄφελος τοῦ ἀκεραίου ὄντος, τοῦ θεωρουμένου κατὰ συνέπειαν εἰς τὴν ὑλικότητά του» (Σάργε).

Ο ἀνθρώπινος νοῦς ἀναζητεῖ μέσα στὸ χάος τῶν φαινομένων, τὸ συνθετικὸ νῆμα τῆς φυσικῆς νομοτέλειας. Μέσα στὴν πολλαπλότητα, τὴν ἐνότητα. Μέσα στὶς διαφορὲς τοῦ φαινομένου, τὴν ταυτότητα τῆς οὐσίας (καὶ τὸ ἀντίστροφο). Τὸ αἶτημα τῆς ἐνιαίας σύλληψης τοῦ ὄντος ὁδήγησε σὲ παλαιότερες ἐποχὲς στὴ μεταφυσικὴ ἀναζήτησι τῆς οὐσίας τοῦ κόσμου. Τὸ νερὸ τοῦ Θαλῆ, τὸ ἀπειρο τοῦ Ἀναξίμανδρου, ὁ ἀέρας τοῦ Ἀναξίμενη, ἀκόμα καὶ ἡ φωτιὰ τοῦ πατέρα τῆς ἀρχαίας διαλεκτικῆς, εἶναι ἀπὸ τὴν ἀποψη αὐτὴ τόσο μεταφυσικὰ δημιουργήματα, ὅσο καὶ τὸ «ὄντως ὄν» τῆς πλατωνικῆς ἰδεοκρατίας.

Ὡστόσο ὁ ὑλιστικὸς πυρῆνας τοῦ ἀρχαίου στοχασμοῦ ποὺ ἔφτασε στὸ ὕψος προφητικῆς σύλληψης μὲ τὴν ἀτομικὴ θεωρίαν τοῦ Λεύκιππου καὶ τοῦ Δημόκριτου, θὰ ἀποτελοῦσε μιὰ γόνιμη καταβολὴ στὴν ἀνθρώπινη σκέψη. Νεώτεροι στοχαστές, ὅπως ὁ Γκασσαντί ἢ ὁ Λομονόσωφ, θὰ ξεκινοῦσαν ἀπὸ τὶς ἀντιλήψεις τοῦ Δημόκριτου, γιὰ νὰ οἰκοδομήσουν μιὰ μονιστικὴ - ὑλιστικὴ ἀντίληψη τοῦ κόσμου.

Θεμέλιο γιὰ τὴ διαμόρφωση μιᾶς σύγχρονης κοσμοαντίληψης, ἀποτελοῦν οἱ γνῶσεις μας γιὰ τὴ δομὴ τῆς ὕλης. Ἀπὸ τὶς ἀρχὲς τοῦ περασμένου αἰῶνα, τὸ πρόβλημα τῆς δομῆς τῆς ὕλης ἀπὸ πρόβλημα φιλοσοφικὸ, ἔγινε ἀντικείμενο τῆς πειραματικῆς ἐπιστήμης. Τὰ σύγχρονα λοιπὸν ἐπιστημονικὰ δεδομένα γι' αὐτὸ τὸ πρόβλημα, πέρα ἀπὸ τὴν ἀξία τους σὰν ὑλικοῦ ἐνὸς κλάδου τῆς ἐπιστήμης (τῆς φυσικῆς καὶ τὶς ἐπαναστατικὲς πρακτικὲς τους συνέπειες (ἀτομικὴ ἐνέργεια), ἀποτελοῦν ἀπαραίτητη προϋπόθεση γιὰ κάθε ἐπιστημονικὰ θεμελιωμένη κοσμοθεωρίαν. Στὸ φῶς μιᾶς τέτοιας χρησιμότητος εἶναι γραμμένη ἡ παροῦσα μελέτη.

1. 'Από τὸ ἄτομο τοῦ Δημόκριτου στὸ κύματομηχανικὸ πρότυπο

Η ΥΛΗ ἀποτελεῖται ἀπὸ ἄτομα. Οἱ νόμοι τῶν ὀρισμένων καὶ τῶν ἀπλῶν ἀναλογιῶν τῆς χημείας, γνωστοὶ ἀπὸ τὶς ἀρχὲς τοῦ περασμένου αἰῶνα, ἦταν ἤδη μιὰ ἔμμεση ἀπόδειξη γιὰ τὴν ὑπαρξή τους. Ἡ φυσικὴ ὑπελόγισε ἀργότερα τὰ δάρη τους, τὸν ἀριθμὸ τῶν μορίων (καὶ τῶν ἀτόμων) ποὺ περιέχονται σὲ ὀρισμένη ποσότητα ὕλης, καθὼς καὶ ἄλλα στοιχεῖα, ὅπως τὶς ἀτομικὲς διαμέτρους.

Τὰ ἄτομα, ὅπως τὰ φανταζόταν ἡ ἐπιστῆμη τοῦ 19ου αἰῶνα, ἦταν πάλι τὰ ἀπλᾶ, συμπαγῆ, ἀναλλοίωτα καὶ ἔσχατα δομικὰ στοιχεῖα τοῦ κόσμου. Οὐσιαστικὰ δὲ διέφεραν ἀπὸ τὰ ἄτομα τῶν ἀρχαίων. Ποιό εἶναι ἐν τούτοις τὸ κοινὸ ἀνάμεσα στὰ διάφορα εἶδη τῶν ἀτόμων ποὺ γνώριζε ἡ ἐπιστήμη; Μήπως στὴν προσπάθεια γιὰ ἐνιαῖα σύλληψη τῆς πραγματικότητας, ἡ ἐπιστήμη ἀπεκάλυψε μιὰ μηχανικὴ πολλαπλότητα; Βέβαια, τὸ περιοδικὸ σύστημα τῶν στοιχείων (Μεντελέγιεφ), εἶχε ταξινομήσει μιὰ σειρὰ κανονικότητες καὶ ὁμοιότητες ἀνάμεσα στὰ χημικὰ στοιχεῖα. Ἐν τούτοις μὲ βάση τὶς γνώσεις ἐκείνης τῆς ἐποχῆς γιὰ τὰ ἄτομα, δὲν ἦταν ἀντικειμενικὰ δυνατὸ νὰ ἀποκαλυφθεῖ ἡ ἐνύπνια μέσα στὴ φαινομενικὴ πολυμορφία τῆς ὕλης. Ἀλλὰ πέρα ἀπ' αὐτό, σιχολὲς ὁλόκληρες ἐμπειροκριτικῶν, ἐνεργειακῶν, ὑποκειμενικῶν ἰδεαλιστῶν, ἀλλὰ καὶ ἐπιστήμονες καὶ ἰδιαίτερα χημικοί, πρωτοπόροι στὴ πειραματικὴ ἔρευνα, ἀμφισβητοῦσαν ὡς καὶ τὴν ἴδια τὴν ὑπαρξή τους. Ὁ Ὀσθβαλντ π.χ. πίστευε πὼς θάρχόταν μιὰ ἐποχὴ ποὺ τὰ ἄτομα θὰ ὑπῆρχαν μόνο στὴ σκόνῃ τῶν βιθλίων κι ὁ Μπερτελό δὲν ἤθελε νὰ δεῖ τὴ χημεία νὰ ἐκφυλίζεται σὲ θρησκεία, μὲ τὸ νὰ πιστέψει στὴν ὑπαρξὴ τῶν ἀτόμων. Τὸ μηχανικὸ ἄτομο, θεμέλιο τῆς μεταφυσικῆς κοσμολογίας, ἀπετέλεσε σημεῖο ἔντονου ἰδεολογικοῦ ἀγῶνα ἀνάμεσα στοὺς ἐπιστήμονες ὁλόκληρου τοῦ περασμένου αἰῶνα.

Ἡ ἐπιστημονικὴ πρόοδος σάρωσε τὴ μηχανιστικὴ ἀντίληψη γιὰ τὴν ὕλη. Τὸ περιοδικὸ σύστημα τῶν στοιχείων ὑπεδήλωνε καθὼς εἴπαμε κάποια συγγένεια ἀνάμεσα στὰ διάφορα εἶδη τῶν ἀτόμων. Ἡ περίπλοκη φύση τῆς ἀκτινοβολίας τους, ἀρκετὰ μελετημένη κεῖνη τὴν ἐποχὴ, ὑπέβαλλε ἐπίσης τὴν ἄποψη ὅτι τὰ ἄτομα δὲ μπορεῖ νὰ εἶναι ἀπλᾶ. Τὰ γεγονότα ποὺ στερέωσαν περισσότερο αὐτὴ τὴν ἀντίληψη, ἦταν ἡ ἀνακάλυψη τοῦ ἠλεκτρονίου καὶ ἀργότερα τῆς ραδιενέργειας.

Ἡ ἱστορία τοῦ ἠλεκτρονίου ἀρχίζει ἀπὸ τὸ 1853, μὲ τὶς ἠλεκτρικὲς ἐκκενώσεις τοῦ Γάλλου φυσικοῦ Μασσόν. Τὸ πρόβλημα μελετήθηκε βαθύτερα ἀπὸ τὸν Κρούκς καὶ ὁ Ζάν Περρέν μπόρεσε νὰ ἀνακαλύψει τὸ 1895 πὼς οἱ καθοδικὲς ἀκτίνες ἀποτελοῦνται ἀπὸ σωμάτια (ἠλεκτρόνια). Ἀργότερα ὁ Τόμσον μέτρησε τὸ λόγος τοῦ φορτίου πρὸς τὴ μάζα

τοῦ ἠλεκτρονίου. Τὸ 1906 ὁ Μίλλικαν μέτρησε ἀπ' εὐθείας τὸ φορτίο του.

Τὸ ἠλεκτρόνιο — ἀρνητικὸ «σωμάτιο» — εἶναι λοιπὸν ρυστατικὸ τῆς ὕλης. Ἡ μελέτη τῶν ἀνοδικῶν ἀκτίνων ἀπεκάλυψε ὅτι ἡ ὕλη περιέχει καὶ θετικὰ σωμάτια. Ἐτσι ἀποκαταστάθηκε μιὰ βαθύτερη σχέση ἀνάμεσα στὴν ὕλη καὶ τὸν ἠλεκτρισμό. Ἡ ἀνακάλυψη τῆς ραδιενέργειας (1896) καὶ ἡ ἀπομόνωση τοῦ ραδίου, «τοῦ μεγάλου αὐτοῦ ἐπαναστάτη», ἔκανε πιὰ ὀλοφάνερη τὴν ἀνεπάρκεια τοῦ ἀπλοῦ, ἀναλλοίωτου καὶ ἄτμητου, μὲ μιὰ λέξη, τοῦ μηχανικοῦ προτύπου γιὰ τὸ ἄτομο. Ὁ Ράδερφορντ καὶ οἱ συνεργάτες του ἀπεκάλυψαν ἀργότερα πὼς οἱ «μυστηριώδεις» ἀκτίνες Μπεκερέλ (ραδιενέργεια), ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἰονισμένα ἄτομα ἡλίου, ἠλεκτόνια καὶ ἠλεκτρομαγνητικὴ ἀκτινοβολία. Ἡ ὕλη λοιπὸν, τὸ «ἄτομον», ἐκπέμπει ἀρνητικὰ σωμάτια (ἠλεκτρόνια), θετικὰ σωμάτια (ἀκτίνες α) καὶ ἠλεκτρομαγνητικὴ ἀκτινοβολία, ὅμοια μὲ τὶς σκληρὲς ἀκτίνες Ραϊντγκεν. Τὸ παλιὸ μυστήριον τῆς ὕλης εἶχε ἀρχίσει νὰ φωτίζεται, ἀποκαλύπτοντας ταυτόχρονα τὰ νέα, σκοτεινὰ βάθη του.

Μὲ τὰ παραπάνω δεδομένα οἱ φυσικοὶ ἄρχισαν νὰ κατασκευάζουν «πρότυπα» ἀτόμων. Ὁ Τόμσον θεωροῦσε τὸ ἄτομο σὰ μιὰ σφαῖρα ἀπὸ θετικὸ ἠλεκτρισμό, ποὺ μέσα της καλυμποῦσαν τὰ ἠλεκτρόνια. Ὁ Περρέν παρομοίαζε τὸ ἄτομο μὲ μικρογραφία τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος, ὅπου ὁ κεντρικὸς ἥλιος ἔφερε τὸ θετικὸ φορτίο καὶ γύρω στρέφονταν τὰ ἀρνητικὰ ἠλεκτρόνια. Τὰ πρότυπα ὅμως αὐτὰ ἦταν πειραματικὰ ἀστήρικτα.

Ἀργότερα ὁ Ράδερφορντ καὶ οἱ συνεργάτες του παρετήρησαν ὅτι τὰ σωμάτια α, περνώντας μέσα ἀπὸ λεπτὰ φύλλα χρυσοῦ ἢ ἄλλων μετάλλων, ἄλλαζαν ἀπότομα διεύθυνση καὶ μὲ τρόπο ποὺ νὰ ἐπιβάλλονται τὰ ἐξῆς συμπεράσματα. 1) Ὅτι ὅλο τὸ φορτίο τοῦ ἀτόμου περιορίζεται σ' ἓνα χωρὸ μὲ διάμετρο μικρότερη ἀπὸ 10^{-12} ἑκατοστά, καὶ 2) Ὅτι πρακτικὰ ὅλο τὸ βάρος τοῦ ἀτόμου περιορίζεται σ' αὐτὴ τὴν περιοχὴ. Μὲ βάση τὰ πειραματικὰ αὐτὰ δεδομένα καὶ τὶς ἰδέες τοῦ Περρέν, ὁ Ράδερφορντ διετύπωσε τὴν ἄποψη ὅτι τὸ ἄτομο ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα κεντρικὸ πυρῆνα, ὅπου εἶναι συγκεντρωμένο τὸ θετικὸ φορτίο καὶ ἀπὸ τὰ ἀρνητικὰ ἠλεκτρόνια, ποὺ περιφέρονται γύρω του, ὅπως οἱ πλανῆτες γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο.

Βλέπουμε πὼς ὁ Ράδερφορντ προσπάθησε νὰ ἐξηγήσει τὰ δεδομένα τοῦ μικρόκοσμου μὲ τοὺς τότε γνωστοὺς νόμους τοῦ ἠλεκτρισμοῦ καὶ ὀρισμένους νόμους τῆς ἀστρονομίας. Ἡ μηχανικὴ ὅμως αὐτὴ μεταφορὰ τῶν νόμων τοῦ μακρόσκοφου στὴν περιοχὴ τῆς μικροφυσικῆς, ἦταν ἀπίθανο νὰ καρποφορήσει. Τὸ πρότυπο τοῦ Ράδερφορντ δὲν ἐξήγησε πλῆθος ἰδιοτήτων τῶν ἀτόμων καὶ ἰδιαίτερα τὶς φασματικὲς τους ἰδιότητες. Περι-

σότερο απ' όλα θρискόταν μπροστά στο ακόλουθο βασικό πρόβλημα: σύμφωνα με τους νόμους της ηλεκτροδυναμικής, ένα επιταχυνόμενο ή επιβραδυνόμενο ηλεκτρικό φορτίο ακτινοβολεί. Πώς είναι λοιπόν δυνατόν τα ηλεκτρόνια, που λόγω της περιστροφής τους γύρω από τον πυρήνα ακολουθούν επιταχυνόμενη κίνηση, να μην εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία; Το πρότυπο του Ράδερφορντ δε μπορούσε να ερμηνεύσει αυτή την «άνωμαλία».

Η περιοχή του μικρόκοσμου απαιτούσε την ανακάλυψη των δικών της, ιδιαίτερων νόμων. Το άλμα προς την κατεύθυνση αυτή έγινε από το Δανό φυσικό Νήλς Μπώρ, που πρώτος εισήγαγε στην ατομική φυσική τις ιδέες της κβαντικής θεωρίας (1913).

Το βασικό αξίωμα της κβαντικής θεωρίας (που διατυπώθηκε το 1900 από το Γερμανό φυσικό Μάξ Πλάνκ), ήταν ο επαναστατικός ισχυρισμός για το άσυνεχές των ενεργειακών μεταβολών. Η θεωρία ισχυρίζεται ειδικότερα, ότι το φως εκπέμπεται και απορροφάται κατά άσυνεχείς απειροελάχιστες ποσότητες, που ονομάστηκαν κβάντα. Εισάγοντας στο άτομα την αρχή της ασυνέχειας, ο Μπώρ έδωσε ριζικά νέο περιεχόμενο στο πρότυπο του Ράδερφορντ. Κατά την κλασική αντίληψη, το ηλεκτρόνιο μπορεί να καταλάβει οποιαδήποτε τροχιά γύρω από τον πυρήνα. Κατά την κβαντική άποψη, στο ηλεκτρόνιο «επιτρέπονται» ορισμένες μόνο τροχιές, και η διαφορά της ενέργειας του ηλεκτρονίου στις τροχιές αυτές είναι ακέραιο πολλαπλάσιο μιάς παγκόσμιας σταθεράς, της σταθεράς του Πλάνκ. Κατά τον Μπώρ:

«1. Ένα ατομικό σύστημα κατέχει κάποιο πλήθος καταστάσεων, τις «στάσιμες καταστάσεις», στις οποίες γενικά αντιστοιχεί μία διακεκριμένη σειρά ενεργειακών τιμών, και οι οποίες έχουν ιδιαίτερη σταθερότητα.

Το τελευταίο αυτό εκδηλώνεται με το ότι κάθε μεταβολή στην ενέργεια του ατόμου, πρέπει να οφείλεται στη «μετάβαση» του ατόμου από μια στάσιμη κατάσταση σε άλλη.

2. Η δυνατότητα για έκπομπή και απορρόφηση ακτινοβολίας καθορίζεται από τη δυνατότητα για ενεργειακές μεταβολές στο άτομο, με τρόπο που η συχνότητα της ακτινοβολίας συνδέεται με την ενεργειακή διαφορά ανάμεσα στην αρχική και την τελική κατάσταση, με τη σχέση $h\nu = E_1 - E_2$ ».

Ο Μπώρ ξεπέρασε τη βασική αδυναμία του προτύπου του Ράδερφορντ, γιατί κατά

το κβαντικό πρότυπο τα περιφερειακά ηλεκτρόνια ακτινοβολούν μόνον όταν πέσουν από μια ανώτερη τροχιά, σε κάποια από τις κατώτερες. Έφ' όσον όμως κινούνται παραμένουν στην ίδια τροχιά, ακτινοβολία δεν εκπέμπεται. Η επιτυχία του κβαντικού προτύπου ήταν γενικότερη. Εξήγησε τις φασματικές γραμμές του υδρογόνου και πρόβλεψε νέες που ανακαλύφθηκαν αργότερα. Έδωσε μια λογική βάση στον όλο μηχανισμό της ακτινοβολίας. Ο Μπώρ, σε συνεργασία με τον Στόνερ, επεξέτεινε αυτό το πρότυπο και στα υπόλοιπα άτομα του περιοδικού συστήματος. Έν τούτοις και το κβαντικό πρότυπο του Μπώρ ίσχυσε ποσοτικά μόνο για το άτομο του υδρογόνου. Δε μπόρεσε π.χ. να εξηγήσει το φαινόμενο Ζήμαν (αύξηση του αριθμού των σταθμών ορισμένων ατόμων, όταν βρεθούν μέσα σε ομοιόμορφο μαγνητικό πεδίο). Και πέρα απ' αυτά, περιέκλεινε και ένα στοιχείο «αυθαιρεσίας». Πράγματι, γιατί στο ηλεκτρόνιο να εκπέμπονται ορισμένες μόνο τροχιές γύρω από τον πυρήνα; Το έρωτημα αυτό θα εύρισκε απάντηση στα πλαίσια ενός ολοκληρωτικά νέου κλάδου της επιστήμης (κυματομηχανική).

Παράλληλα με τη μελέτη της περιφέρειας του ατόμου προχωρούσε και η έρευνα του πυρήνα του. Η άποψη ότι ο πυρήνας ήταν συμπαγής, φαινόταν απίθανη, γιατί τότε θαπρεπε να υπάρχουν 92 διαφορετικά πυρηνικά σωματίδια (και σύμφωνα με τις σημερινές αντιλήψεις πάνω από 100). Η έκπομπή ακτίνων α , β και γ , από τον πυρήνα, απέκλεισε μια τέτοια έκδοχή. Παραπέρα, η ανακάλυψη των ισοτόπων, (Τόμσον, 1912) ενίσχυσε την άποψη για τη συνθετικότητα των πυρήνων. Το 1919 ο Ράδερφορντ απέδειξε σχεδόν άμεσα τη συνθετικότητα του ατομικού πυρήνα, με την τεχνητή διάσπαση του αζώτου.

Το πρώτο πυρηνικό πρότυπο ήταν το πρωτονηλεκτρονικό, σύμφωνα με το οποίο ο πυρήνας αποτελείται από πρωτόνια και ηλεκτρόνια. Η ανακάλυψη του νετρονίου (ουδέτερου σωματίου, Τσάντουϊκ, 1932) και μια σειρά άλλα γεγονότα, οδήγησαν τον Χάιζμπεργκ στη διατύπωση της πρωτονο-νετρονιακής θεωρίας για τον ατομικό πυρήνα (1932). Για πολλά χρόνια γινόταν δεκτό πως ο πυρήνας αποτελείται από θετικά σωματίδια (πρωτόνια) και ουδέτερα (νετρόνια), ωστόσο, καθώς θα δούμε, αργότερα έπεσαν και οι φραγμοί που χώριζαν το πρωτόνιο από το νετρόνιο.

2. Η ενότητα μέσα στην ανεξάντλητη πολυμορφία

ΠΑΡΧΕΓΟΝΟΣ υλισμός, «στο πρώτο στάδιο της ανάπτυξής του, βλέπει έντελώς φυσικά την ενότητα μέσα στην άπειρη ποικιλία των φυσικών φαινομένων σαν αυτόνομη και την αναζητεί σε κάτι καθαρά φυσικό, σ' ένα ιδιαίτερο σώμα, όπως ο Θαλής στο νερό». Η γενική αυτή αντίληψη της ενότητας ήταν ανεπαρκής. Έπρεπε, με

τη βοήθεια της επιστήμης, να προχωρήσουμε στο συγκεκριμένο, να το χωρίσουμε στα συστατικά στοιχεία του κι' έτσι να ξαναβρούμε την ενότητα σ' ένα βαθύτερο επίπεδο, σε μια έκφραση όπου το γενικό και το ειδικό θα συνδέονται με συγκεκριμένες σχέσεις.

Η φυσική, προχωρώντας πέρα από το αφηρημένο — και μηχανικό — άτομο του

19ου αιώνα, έφτασε στὰ σύνθετα, στὰ διασπώμενα, στὰ ἀλληλομετατρέπόμενα ἄτομα τῆς ἐποχῆς μας. «Ἡ πυρηνικὴ φυσικὴ ἀπεκάλυψε τὴν ἰδιομορφία τῶν στοιχείων νὰ μετατρέπονται ποιοτικά, νὰ περνοῦν τὸ ἓνα στὸ ἄλλο, νὰ συγχωνεύονται μεταξύ τους, νὰ ἐκμηδενίζονται μὲ τὴν παλιά τους ἰδιότητα καὶ νὰ γεννοῦν καινούργια. Καμμιά μονιμότητα δὲ διακρίνει τὴ φύση».⁴

Τὴ στατικὴ εἰκόνα τῆς ὕλης ἀντικατέστησε ἡ δυναμικὴ, τὴν ἀπλοποιημένη ἀνεξαρτησία, ἡ ἀλληλεξάρτηση. Τὴν πολλαπλότητα τῶν 100 περίπου εἰδῶν ἀτόμων, ἡ ἀντίληψη γιὰ τὰ (ἐπὶ ἓνα διάστημα θεωρούμενα) τέσσερα «δομικὰ» στοιχεῖα τοῦ κόσμου: τὸ πρωτόνιο (θετικὸ σωματίο), τὸ ἠλεκτρόνιο (ἀρνητικὸ σωματίο), τὸ νετρόνιο (οὐδέτερο σωματίο) καὶ τὸ φωτόνιο (κβάντο τῆς ἀκτινοβολίας).

Ποιό εἶναι τὸ κοινὸ ἀνάμεσα στὰ 4 αὐτὰ «στοιχεῖα»; Ποιό εἶναι ἐκεῖνο ποὺ τὰ συνδέει ὥστε νὰ μπορεῖ νὰ ἱκανοποιηθεῖ τὸ αἶτημα τῆς ἐνόητας τῆς ὕλης; Τὰ 4 αὐτὰ «στοιχεῖα» θὰ μπορούσαν νὰ χωρέσουν ἀκόμα στὰ μηχανιστικὰ πλαίσια. Νὰ θεωρηθοῦν δηλαδὴ σὰν 4 ἔσχατα σωματία, ποὺ σταθερὰ καὶ ἀναλλοίωτα συμμετέχουν στὴ συγκρότηση τῆς ὕλης. (Ἐδῶ κάνουμε μιὰ θελημένη ἀνακρίβεια: τὸ νετρόνιο ἀνακαλύφθηκε τὸ 1932, ὅταν ἦταν πιά γνωστὸ, καθὼς θὰ δοῦμε, τὸ σωματίο κύμα). Ὡστόσο τώρα εἶχαν ὠριμάσει οἱ προϋποθέσεις γιὰ μιὰ ποιοτικὴ ἀλλαγὴ στὶς ἀντιλήψεις μας γιὰ τὴν ὕλη, ποὺ θὰ σάρωνε καὶ τὸ τελευταῖο τοῦτο προπύργιο τῆς μεταφυσικῆς. Τὴν ἀλλαγὴ αὕτῃ θὰ τὴν ἔφερνε ἡ κυματομηχανικὴ καὶ ἡ κβαντομηχανικὴ.

Ἡ μηχανιστικὴ σκέψη δουλεύει μὲ στατικές καὶ ἀλληλοαποκλειόμενες ἔννοιες. Μιὰ τέτοια ἔννοια εἶναι τὸ σωματίο, ποὺ θεωρεῖται σταθερό, ὕλικὸ καὶ κατέχει μιὰ ὀρισμένη ἔκταση. Τὸ κύμα εἶναι ἔννοια ἀντίθετη. Τὸ κύμα ἐκτείνεται σὲ χῶρο, δὲν εἶναι ὕλικὸ καὶ ἔχει ἀνάγκη ἀπὸ κάποιο (ὕλικὸ ἢ μὴ) φορέα.

Στὴν ἐποχὴ τοῦ Νεύτωνα (17ος αἰώνας) εἶχε ξεσπάσει μιὰ μεγάλη διαμάχη γιὰ τὴ φύση τοῦ φωτός. Ὁ Νεύτωνας ὑπεστήριζε ὅτι τὸ φῶς ἀποτελεῖται ἀπὸ μικροσκοπικὰ σωματίδια ποὺ ἐκπέμπονται ἀπὸ τὴ φωτεινὴ πηγὴ. Ὁ Χιούγκενς ἀντίθετα, ὑπεστήριζε τὴν ἀποψη ὅτι τὸ φῶς ἔχει κυματικὴ φύση. Κάθε ἀποψη στηριζόταν σὲ ὀρισμένα πειραματικὰ δεδομένα (εὐθύγραμμη διάδοση καὶ γενικότερα νόμοι τῆς γεωμετρικῆς ὀπτικῆς, ἀφ' ἐνός, περίθλαση, πόλωση καὶ συμβολὴ τοῦ φωτός ἀφ' ἑτέρου). Στὶς ἀρχὲς τοῦ περασμένου αἰώνα, ἡ πληρέστερη μελέτῃ τῶν φαινομένων τῆς περίθλασης, τῆς συμβολῆς καὶ τῆς πόλωσης, ἐπέβαλε τὴν κυματικὴ θεωρία τοῦ φωτός. (Φρενέλ, κλπ.). Ἡ ἠλεκτρομαγνητικὴ θεωρία (Μάξγουελ) θάκανε ἀργότερα ἀναμφισβήτητο τὸ κύρος της.

Ὡστόσο στὶς ἀρχὲς τοῦ αἰώνα μας ἀνακαλύφθηκε ὅτι τὸ φῶς, πέφτοντας πάνω στὴν ἐπιφάνεια ὀρισμένων μετάλλων ἀποσποῦσε ἡ-

λεκτρόνια καὶ οἱ νόμοι τοῦ φαινομένου αὐτοῦ, ποὺ ὀνομάστηκε φωτοηλεκτρικὸ, δὲν συμβιβάζονταν μὲ τὴν ἰσχύουσα τότε κυματικὴ ἀντίληψη τῆς ἀκτινοβολίας.

Ὁ Ἀϊνστάιν, ξεκινώντας ἀπὸ τὶς ἀφετηριακὲς ἰδέες τοῦ Πλάνκ, ἐξήγησε τὸ φωτοηλεκτρικὸ φαινόμενο δεχόμενος ὅτι τὸ φῶς ἀποτελεῖται ἀπὸ μικρότατους κόκκους φωτεινῆς ἀκτινοβολίας, ποὺ τοὺς ὀνόμασε φωτόνια (1907). Ἡ πειραματικὴ βάση γιὰ τὴν ὑπαρξὴ τῶν φωτονίων ἦταν γερή. Ὡστόσο δὲν ἦταν ἱκανὴ νὰ ξαναδώσει ζωὴ στὴ σωματιδιακὴ θεωρία τοῦ Νεύτωνα, γιὰ τὴν τὰ φαινόμενα τῆς περίθλασης, τῆς συμβολῆς καὶ τῆς πόλωσης, ἦταν ἀδιάψευστοι μάρτυρες γιὰ τὴν ὀρθότητα τῆς κυματικῆς θεωρίας. Τὸ 1923 ὁ Ἀμερικάνος ψυχικὸς Κάμπτον παρετήρησε τὸ ὁμώνυμο φαινόμενο (σκέδαση ἠλεκτρομαγνητικῆς ἀκτινοβολίας ἀπὸ ἐλεύθερα ἠλεκτρόνια) ποὺ φανέρωνε πῶς καὶ οἱ ἀκτίνες Χ ἔπρεπε νὰ ἀποτελοῦνται ἀπὸ σωματίδια. Γενικὰ ἡ ἠλεκτρομαγνητικὴ ἀκτινοβολία παρουσίαζε δυὸ ὅψεις: κυματικὴ καὶ σωματιδιακὴ, τυπικὰ ἀσυμβίβαστες.

Τί εἶναι τὸ φῶς, ἡ θερμικὴ ἀκτινοβολία, οἱ ἀκτίνες Χ, ἡ ἀκτινοβολία γ τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων, τὰ κύματα τῆς ραδιοφωνίας; Εἶναι σωματίδια ἢ κύματα; Ἡ φυσικὴ γύρω στὰ 1925 βρισκόταν μπροστὰ σ' ἓνα σκληρὸ πρόβλημα. Καμμιά ἀπὸ τὶς δυὸ ἀντίθετες καὶ τυπικὰ ἀλληλοαποκλειόμενες ὁψεις τῆς πραγματικότητας δὲ μπορούσε νὰ δεχτεῖ ἀποκλειστικὰ καὶ καμμιά πάλι δὲν μπορούσε νὰ ἀπορρίψει.

Ἄς δοῦμε ὅμως ἀναλυτικότερα τὸ ζήτημα. Τὸ φωτόνιο (σωμάτιο τῆς ἀκτινοβολίας) ὀρίστηκε ἀπὸ τὸν Ἀϊνστάιν σὰ γινόμενο τῆς σταθερᾶς τοῦ Πλάνκ, ἐπὶ τὴ συχνότητα τῆς ἀκτινοβολίας. Δηλαδὴ ἐξ ὀρισμοῦ περιέχει ἓνα μέγεθος (συχνότητα), ποὺ χαρακτηρίζει τὸ κύμα. Τὸ ἴδιο λοιπὸν τὸ φωτόνιο ὑποδηλώνει ἐξ ὀρισμοῦ κάποια ὀργανικὴ σχέση ἀνάμεσα στὶς τυπικὰ ἀλληλοαποκλειόμενες ὁψεις τῆς πραγματικότητας (σωματικὴ καὶ κυματικὴ). Ἀφ' ἑτέρου τὸ ἄτομο ἐκπέμπει κατὰ τὴν ἀκτινοβολία του ὀρισμένες μόνο συχνότητες. Στὶς ἐξισώσεις τῆς δομῆς του ὑπεισέρχεται ἡ σταθερὰ τοῦ Πλάνκ, ποὺ χαρακτηρίζει κυματικὰ φαινόμενα. Ὅλα αὐτὰ ὑποβάλλουν τὴν ἰδέα ὅτι τὰ «ἔσχατα» συστατικὰ τῆς πραγματικότητας, σωματίδια ὕλης ἀπὸ τὴ μιὰ καὶ κύματα φωτός ἀπὸ τὴν ἄλλη, δὲν εἶναι ἴσως ἄσχετα μεταξύ τους.

Ἡ θεωρία ποὺ ὀδήγησε στὴν ἄρση τῶν ἀντιθέσεων οἱ ὁποῖες εἶχαν ἐμφανιστεῖ στὴν πορεία τῆς μελέτῃς τῆς δομῆς τῆς ὕλης, πραγματοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Γάλλο φυσικὸ Λουί ντε Μπρέϊγ (1924). Ὁ Ντε Μπρέϊγ θεμελίωσε τὴν κυματομηχανικὴ, «ποὺ ἐπιχειρεῖ μιὰ σύνθεση ἀνάμεσα στὴ δυναμικὴ τοῦ ὕλικου σημείου καὶ τὴν κυματικὴ θεωρία, θεωρούμενη κατὰ τὴν ἀποψη τοῦ Φρενέλ».⁵

Κατὰ τὴν κυματομηχανικὴ, ὄχι μόνο τὸ φῶς καὶ γενικότερα ἡ ἠλεκτρομαγνητικὴ ἀκτινοβολία (θερμικὴ, ἀκτίνες Χ, ἀκτίνες γ,

κύματα ραδιοφωνίας), αλλά και όλα τα «σωμάτια», συστατικά του ατόμου — ηλεκτρόνιο, πρωτόνιο — έχουν σύνθετη, αντιφατική φύση, είναι σωμάτια-κύματα. Κάθε αντίληψη του θεωρεί τα στοιχειώδη συστατικά της ύλης είτε σαν σωμάτια είτε σαν κύματα είναι μονόπλευρη και συνεπώς αποτελεί παραποίηση της πραγματικότητας. Η θεωρία του Ντε Μπρέϊγ βρίσκεται σε συμφωνία με τη θεωρία της σχετικότητας και οι βασικές της εξισώσεις έχουν απλή μαθηματική διατύπωση. Για το κβάντο της φωτεινής ακτινοβολίας, το μήκος κύματος εξαρτάται από τη συχνότητα (αυτό φυσικά ήταν γνωστό). Για το ηλεκτρόνιο και τα υπόλοιπα «σωμάτια» το μήκος κύματος εξαρτάται από την ταχύτητά τους. Όπως λέει ο Ντε Μπρέϊγ, «άποκατάστησα μ' αυτό τον τρόπο, ανάμεσα στην ενέργεια ενός σωματίου και τη συχνότητα του κύματος που του απέδιδα (associatis) από τη μία, κι' ανάμεσα στην ποσότητα της κίνησης αυτού του σωματίου και το μήκος κύματος του κύματος από την άλλη, σχέσεις θεμελιώδεις ($w = h\nu$, $p = h/\lambda$) που περιείχαν σαν ειδική περίπτωση, εφαρμοζόμενες στο φωτόνιο, τους τύπους της κβαντικής θεωρίας του φωτός».

Η τολμηρή υπόθεση του Ντε Μπρέϊγ επαληθεύτηκε πειραματικά τρία χρόνια μετά τη διατύπωσή της. Έτσι το 1927, οι Άμερικανοί Ντάβινσον και Τζέρμερ, ρίχνοντας μια δέσμη ηλεκτρονίων πάνω σε κρύσταλλο από νικέλλιο, παρατήρησαν φαινόμενα περίθλασης και συμβολής ακριβώς ανάλογα με τα φαινόμενα που παρουσιάζουν το φως, οι ακτίνες Χ κλπ. Τα επόμενα χρόνια η θεωρία βρήκε πλήθος πειραματικές επιβεβαιώσεις. Η κυματομηχανική με τη σειρά της οδήγησε σε πλήθος γόνιμα αποτελέσματα. Μαζί με τ' άλλα οδήγησε στην αδιάσπλη έρμηνεία του προτύπου του Μπώρ: Όπως έχουμε πει, σύμφωνα με το κβαντικό πρότυπο του Μπώρ, στο ηλεκτρόνιο επιτρέπονται ορισμένες μόνο τροχιές γύρω από τον ατομικό πυρήνα. Για το ηλεκτρόνιο, θεωρούμενο ως σωμάτιο, η απαίτηση αυτή είναι αυθαίρετη. Για το ηλεκτρόνιο, σωμάτιο-κύμα, είναι αναγκαία συνέπεια της φύσης του (το ηλεκτρόνιο γύρω από τον πυρήνα, αποτελεί στάσιμο κύμα. Το μήκος λοιπόν των ηλεκτρονικών τροχιών, οφείλει να είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του μήκους κύματος του ηλεκτρονίου).

Τα επόμενα χρόνια, με πρωτεργάτες τους Στραίντινγκερ, Μπώρ, Χάϊζεμπεργκ, Μπόρν, Τζόρνταν, Ντιράκ κλπ., διαμορφώθηκε η θεωρία του μικρόκοσμου, η κβαντική θεωρία. Στη βάση της κβαντικής θεωρίας βρίσκεται η έννοια του σωματίου-κύματος, σαν κύριου χαρακτηριστικού του μικρόκοσμου. Έτσι η πειραματική επιστήμη, ξεπερνώντας σειρά δολόκληρη δυσκολιών και αντιθέσεων και προχωρώντας όλο και βαθύτερα στην έρευνα της δομής της ύλης, απέκάλυψε την έννοια που

υπάρχει πίσω από τη φαινομενική πολυμορφία του κόσμου.

Το αίτημα της ενότητας θα μπορούσε να ικανοποιηθεί μ' αυτή την εικόνα. Αυτό ωστόσο θα αποτελούσε απλούστευση του προβλήματος. Τα «σωμάτια» της μικροφυσικής ταυτίζονται από την άποψη της αντιφατικότητας συγκρότησης, σαν σωμάτια-κύματα. Ταυτόχρονα διαφέρουν σε μια σειρά ιδιότητες. Έτσι το φωτόνιο και το νετρόνιο είναι ηλεκτρικά ουδέτερα. Το ηλεκτρόνιο είναι αρνητικό. Το πρωτόνιο θετικό. Ένα άλλο μέγεθος, το σπίν, (μέγεθος που χαρακτηρίζει την περιστροφή ενός μικροσωματίου περί τον εαυτό του), θα χώριζε τα «σωμάτια» της μικροφυσικής σε δυο μεγάλες κατηγορίες (στατιστική Μπόζ-Αϊνστάϊν και στατιστική Φερμι-Ντιράκ). Έξ άλλου από τα παραπάνω σωμάτια, το ηλεκτρόνιο, το πρωτόνιο και το νετρόνιο έχουν μη μηδενική μάζα ήρεμίας, ενώ η μάζα ήρεμίας του φωτονίου θεωρείται μηδενική. Οι διαφορές αυτές και πολλές άλλες δεν μας επιτρέπουν να απλοποιήσουμε το ζήτημα της ενότητας της ύλης. Οφείλουμε αντίθετα να αναζητήσουμε τα βαθύτερα αίτια της ταυτότητας και των διαφορών, των αλληλομετατροπών και των αλληλοεξαρτήσεων.

Η μεταγενέστερη πορεία της γνώσης απέκλυσε τα νέα, τεράστια προβλήματα που είχε να αντιμετωπίσει μια προσπάθεια — για ενιαία αντίληψη της ύλης. Η γνώση μας για τα στοιχειώδη «σωμάτια» δεν περιορίστηκε στο φωτόνιο, στο πρωτόνιο, στο νετρόνιο και στο ηλεκτρόνιο. Σήμερα η μικροφυσική γνωρίζει 30 περίπου «στοιχειώδη σωμάτια»: φωτόνια, πρωτόνια, νετρόνια, μεσόνια, υπερόνια, νετρίνο, πιθανόν το γκραβιτρόνιο και βέβαια, η ανακάλυψη τέτοιων σωματιδίων δεν μπορεί να ισχυριστεί κανείς ότι τέλειωσε. Η ύπαρξη ενός τόσο μεγάλου αριθμού «στοιχειωδών σωματιδίων» δε σημαίνει πως η ύλη αποκαλύπτεται πάλι με κάποια χαώδη πολυμορφία. Όλα τα γνωστά μικροσωμάτια μπορούν να καταταχθούν σε 4 ομάδες: φωτόνια, λεπτόνια, μεσόνια και βαρυόνια. Τα περισσότερα απ' αυτά εμφανίζονται σαν ζεύγη σωματιδίων-αντισωματιδίων. Έτσι γνωρίζουμε το αρνητικό και το θετικό ηλεκτρόνιο. Το πρωτόνιο και το αντιπρωτόνιο. Το νετρόνιο και το αντινετρόνιο. Το θετικό και το ουδέτερο κ-μεσόνιο και τα αντισωματίά τους, το ουδέτερο και τα φορτισμένα π-μεσόνια. Ορισμένα υπερόνια και αντιυπερόνια. Και πέρα απ' αυτά, τα διάφορα ζεύγη, ή τα μεμονωμένα μικροσωμάτια, δεν είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους. Κάτω από κατάλληλες προϋποθέσεις τα μικροσωμάτια υφίστανται ποιοτικές μεταβολές, μετατρέπονται σε μικροσωμάτια άλλου είδους. Έτσι ένα ηλεκτρόνιο και ένα ποζιτρόνιο μπορούν υπό κατάλληλες συνθήκες να δώσουν ένα φωτόνιο. Αντίστροφα ένα φωτόνιο μπορεί να μετατραπεί σ' ένα ηλεκτρόνιο και ένα ποζιτρόνιο. Ένα πρωτόνιο μπορεί να μετατραπεί σε ένα νετρόνιο

καὶ ἓνα θετικὸ π - μεσόνιο καὶ ἀντίστροφα. Ἐνα νετρίνο καὶ ἓνα πρωτόνιο μποροῦν νὰ μετατραποῦν σὲ νετρόνιο καὶ ποζιτρόνιο. Ἐνα λεπτόνιο μ δίνει ἓνα πιζιτρόνιο, ἓνα νετρίνο καὶ ἓνα ἀντινετρίνο. Τὸ πρωτόνιο καὶ τὸ νετρόνιο δὲ θεωροῦνται πιά σὰ δυὸ διαφορετικὰ σωμάτια, ἀνεξάρτητα μεταξύ τους, ἀλλὰ σὰ δυὸ διαφορετικὲς καταστάσεις τοῦ ἰδίου σωμάτιου (νουκλενίου), ἀπὸ τὸ ὁποῖο καὶ μόνο θεωρεῖται σήμερα ὅτι συντίθεται ὁ ἀτομικὸς πυρήνας.⁸

3. Ἡ κρίση στὴν Κβαντικὴ θεωρία καὶ ὁ νεώτερος θετικισμὸς

Η ΕΝΟΤΗΤΑ εἶναι συγκεκριμένη. Σημειώσαμε τὶς σχέσεις τῶν μικροσωματίων καὶ τὶς ἀλληλομετατροπές. Σημειώσαμε τὶς διαφορὲς στὴ μάζα, στὸ φορτίο, στὸ σπίν, ἀκόμα καὶ στὴ σταθερότητα (ἀπὸ τὰ μικροσωμάτια τὰ 7 εἶναι σχετικῶς σταθερά. Τὰ ἄλλα εἶναι ἀσταθῆ καὶ διασπῶνται «αὐτόματα»). Γιατί ὅλα αὐτά; Ποιά εἶναι ἡ κοινὴ βάση ὅλων τῶν σχέσεων ποὺ διαπιστώνουμε; Μποροῦμε, σύμφωνα μὲ ὁρισμένες νεώτερες ἀντιλήψεις, νὰ ποῦμε πῶς ὅλα τὰ μικροσωμάτια δὲν εἶναι παρὰ εἰδικὲς καταστάσεις, ἰδιομορφίες ἐνὸς ἐνιαίου κβαντικοῦ πεδίου. Ἔτσι μποροῦμε κατ' ἀρχὴν νὰ κατανοήσουμε τὶς ὁμοιότητες καὶ τὶς ἀλληλομετατροπές. Ὡστόσο ἡ διατύπωση μιᾶς ἐνιαίας πεδιακῆς θεωρίας δὲν εἶναι πρόβλημα ποὺ μπορεῖ εὐκολὰ νὰ λυθεῖ.

Οἱ ἐπιστημονικὲς θεωρίες γεννιοῦνται ἀπὸ τὴ σύγκρουση τῶν παραδεδομένων ἰδεῶν μὲ τὰ νέα πειραματικὰ δεδομένα. Καμμιά θεωρία δὲν ἐξαντλεῖ τὴν πραγματικότητα, ἄρα δὲν εἶναι αἰώνια. Ἡ κβαντικὴ θεωρία ὑπῆρξε τὸ νέο στὴν τρίτη δεκαετία τοῦ αἰῶνα μας. Σήμερα «εἶναι πασίγνωστο ὅτι ἡ θεωρητικὴ φυσικὴ εἶναι σχεδὸν ἀνίσχυρη μπροστὰ στὸ πρόβλημα τῶν ἰσχυρῶν ἀλληλοεπιδράσεων». (Λαντάου).⁹ Τὸ πλῆθος τῶν ὑποατομικῶν σωματίων, οἱ ἀλληλομετατροπές καὶ οἱ σχέσεις τους, ἔθεσαν θεμελιώδη προβλήματα στὴν κβαντικὴ θεωρία. Ἡ κλασικὴ θεωρία δὲ μπορεῖ νὰ ἀντιμετωπίσει φαινόμενα ποὺ παρουσιάζονται ὅταν μελετοῦμε σωμάτια μὲ ὑψηλὴ ἐνέργεια (τῆς τάξεως τῶν 100 ἑκατ. ἠλεκτρονιοβόλτ καὶ ἄνω) ἢ ὅταν ἐπιχειροῦμε νὰ εἰσδύσουμε σὲ πάρα πολὺ μικρὲς περιοχές. Ὅπως λέγει ὁ καθηγητὴς Μπώμ, «ὑπάρχει κρίση στὴ φυσικὴ, προερχόμενη ἀπὸ τὴν ἀνεπάρκεια τῶν τρεχουσῶν θεωριῶν νὰ ἀντιμετωπίσουν φαινόμενα ποὺ περιλαμβάνουν πολὺ ὑψηλὲς ἐνέργειες καὶ πολὺ μικρὲς ἀποστάσεις (τῆς τάξεως τῶν 10⁻¹³ ἑκατ. ἢ καὶ μικρότερες).¹⁰ Ἡ κρίση ποὺ δημιουργοῦν στὴν περιοχὴ τῆς κβαντικῆς θεωρίας, τὰ νέα πειραματικὰ δεδομένα, ὁξύνεται ἀπὸ τὸ ὅτι ἡ θεωρία αὐτὴ ἐρμηνεύθηκε καὶ ἐρμηνεύεται ἀκόμα ἀπὸ μεγάλο ποσοστὸ ἐπιστημόνων μὲ θετικιστικὰ κριτήρια. Τὸ γεγονὸς αὐτὸ κάνει δύσκολη τὴ σωστὴ τῆς ἀξιολόγηση καὶ τὴν ἀνέυρεση τοῦ δρόμου πρὸς μιὰ πληρέστερη ἀπεικόνιση τῆς πραγματι-

Βλέπουμε πῶς ὄχι μόνο τὰ ἄτομα, ἀλλὰ καὶ τὰ συστατικὰ τους μποροῦν νὰ μετατρέπονται τὸ ἓνα στὸ ἄλλο. Τὰ «θεμελιώδη» συστατικὰ τοῦ μικρόκοσμου ἀποκαλύπτουν τὴν ἀντιφατικὴ τους ὑφή, τὴν εὐκίνησιν καὶ τὴν ἀλληλεξάρτησιν τους. Στὰ χαρακτηριστικὰ τους αὐτὰ ἀναγνωρίζεται ἡ ἀντικειμενικότητα τῆς διαλεκτικῆς, ποὺ πρὶν ἐμφανιστεῖ στὴν κίνηση τῆς γνώσης ἢ τῆς ἀνθρώπινης κοινωνίας, ὑπῆρχε μέσα στὴ φύση τόσο στὴν ὀργανικὴ, ὅσο καὶ στὴν ἀνόργανη.

κότητας. - Πρωτοῦ περάσουμε στὴ σκιαγράφηση τῶν νέων τάσεων στὴν κβαντικὴ θεωρία, θὰ ἐκθέσουμε περιληπτικὰ τὶς θετικιστικὲς προκαταλήψεις ποὺ ἀναμίχθηκαν μὲ τὸ ὑλιστικὸ τῆς περιεχόμενο, συσκοτίζοντας τὰ προβλήματα τῆς, καθὼς καὶ τοὺς νέους δρόμους τῆς.

Τὴ θεωρία τοῦ Ντὲ Μπρέϊγ ἀνέπτυξε παρὰπέρα ὁ Στραϊντινγκερ, ὁ ὁποῖος μὲ μιὰ διαφορικὴ ἐξίσωση μπόρεσε νὰ περιγράψει τὴν κατάσταση τοῦ σωματίου - κύματος. Ἡ ἐξίσωση τοῦ Στραϊντινγκερ ἔδωσε γόνιμα ἀποτελέσματα. Ἔδωσε τὴ δυνατότητα νὰ μελετηθοῦν μὲ ἀκρίβεια πολλὰ ἀτομικὰ συστήματα. Ἐκεῖ ὅπου οἱ θεωρίες τῶν Μπώρ καὶ Ντὲ Μπρέϊγ ἀποδείχθηκαν ἀνεπαρκεῖς, αὐτὴ μπόρεσε νὰ ἐφαρμοσθεῖ μὲ ἐπιτυχία. Κατὰ τὴν ἐξίσωση τοῦ Στραϊντινγκερ τὸ ἠλεκτρόνιο θεωρεῖται συνεχὴς κατανομή ἠλεκτρικοῦ φορτίου στὸ χῶρο. Ἡ πυκνότης τοῦ φορτίου εἶναι συνάρτηση τοῦ πλάτους τοῦ ἠλεκτρονικοῦ κύματος. Τὸ τετράγωνο τῆς κυματικῆς συνάρτησης Ψ ἐπὶ ἓναν ὀγκο ΔΥ, δίδει τὸ σύνολο τῆς ὕλης ποὺ περιέχεται σ' αὐτὸ τὸν ὀγκο. Σύμφωνα μ' αὐτὸ τὸ πρότυπο, τὸ ἠλεκτρόνιο πρέπει νὰ ἐκτείνεται ἀπεριόριστα στὸ χῶρο. Μιὰ σειρὰ ὁμῶς πειραματικὰ δεδομένα ἐπέβαλαν τὴν ἀντίληψη ὅτι τὸ ἠλεκτρόνιο πρέπει νὰ κατέχει περιορισμένη ἔκταση. Ὁ Μπόρν ἔδωσε μιὰ νέα ἐρμηνεία στὴν ἐξίσωση τοῦ Στραϊντινγκερ. Κατὰ τὸν Μπόρν, τὸ τετράγωνο τῆς συντήρησης Ψ ἐκφράζει τὴν πιθανότητα νὰ βρεθεῖ τὸ ἠλεκτρόνιο, θεωρούμενο σὰν ἐντοπισμένο σωμάτιο, σὲ ὀγκο ΔΥ.

Ἡ ἐρμηνεία τοῦ Μπόρν εἰσάγει καθὼς βλέπουμε στὴν κβαντικὴ θεωρία, ἓνα στοιχεῖο ἀβεβαιότητας, ἀντίθετο μὲ τὶς αὐστηρὲς προβλέψεις τῆς κλασικῆς φυσικῆς: ἡ ἐξίσωση Σαϊντινγκερ μᾶς δίνει ἀπλῶς τὴν πιθανότητα τοῦ νὰ βρεθεῖ τὸ ἠλεκτρόνιο σὲ μιὰ ὁρισμένη χρονικὴ στιγμή σὲ ἓνα ὀγκο ΔΥ. Ἀς προσπαθήσουμε τώρα νὰ παρακολουθήσουμε τὴν κίνηση ἐνὸς μικροφυσικοῦ σωματίου, π.χ. ἐνὸς ἠλεκτρονίου. Ὅσο μεγαλύτερη ἀκρίβεια ἐπιτυγχάνουμε στὸν καθορισμὸ τῆς θέσης, τόσο μεγαλύτερο λάθος κάνουμε στὸν προσδιορισμὸ τῆς ταχύτητας καὶ ἀντίστροφα (νόμος ἀπροσδιοριστίας, Χάϊζεμπεργκ). Μὲ πιθανότητες ἐπίσης μποροῦμε νὰ προβλέψουμε φαινόμενα ὅπως ἡ

διάσπαση ατομικῶν πυρήνων κλπ. Ἡ κβαντική θεωρία ἔχει γενικὰ στατιστικὸ χαρακτήρα. Αὐτὸ δὲν τὴν ἐμπόδισε νὰ ἐρμηνεύσει μιὰ θεμελιακὴ περιοχὴ τῆς φύσης καὶ νὰ δώσει ἀποτελέσματα ποὺ ἀντέξαν στὴν πειραματικὴ δοκιμασία. Οἱ ἐξισώσεις τοῦ Ντὲ Μπρέϊγ, ἡ ἐξίσωση Σραϊντινγκερ, ὁ νόμος ἀπροσδιοριστίας τοῦ Χάϊζεμπεργκ, ἀποτελοῦν θετικὴ συνεισφορὰ στὴν ἀνθρώπινη γνώση. Ἡ κβαντικὴ θεωρία εἰσδύει ὥστόσο ὡς ἓνα μόνον ἐπίπεδο στὸ βάθος τῆς πραγματικότητος. Ὅπως κάθε θεωρία, ἀποτελεῖ ἓνα προσωρινὸ ὁρόσημο στὴ γνώση τοῦ φυσικοῦ κόσμου. Μπροστὰ στὴν ἀνεπάρκεια τῆς κβαντικῆς θεωρίας, ἡ ἐπιστῆμη εἶναι ὑποχρεωμένη νὰ ἀναζητήσῃ νέες θεωρίες γιὰ τὴ δομὴ τῆς ὕλης, νὰ πραγματοποιήσῃ ἓνα νέο ἄλλα στὴν ἐξερεύνηση τῆς φύσης τοῦ ὑλικοῦ κόσμου.

Ὡστόσο ἡ κβαντικὴ θεωρία δὲν ἐρμηνεύθηκε ἐν γένει μ' αὐτὰ τὰ μεθοδολογικὰ καὶ γνωσιολογικὰ κριτήρια. Μὲ πρωτεργάτες τὸν Μπῶρ καὶ Χάϊζεμπεργκ στὴν κβαντικὴ θεωρία δόθηκε μιὰ θετικιστικὴ ἐρμηνεία ποὺ ἐπὶ τριάντα χρόνια συσκοτίζει τὸ χαρακτήρα καὶ τὴν ἀξία της. «Ὁ δρόμος γιὰ μιὰ καλύτερη κατανόηση εἶχε κλειστῇ ἐπὶ τριάντα χρόνια μὲ τὸ «σύμβολο τῆς πίστεως» ὅτι ὁ δυϊσμός ἀντιπροσωπεύει τὸ ἔσχατο ἐπίπεδο θεωρητικῆς ἀνάλυσης καὶ ὅτι πρέπει νὰ κατανοήσουμε πῶς δὲν ὑπάρχει τίποτα παραπέρα γιὰ νὰ κατανοήσουμε «στὴν κβαντικὴ θεωρία (Λαντέ).¹¹ Ἀναλυτικώτερα:

1. Ὁ Χάϊζεμπεργκ εἰσήγαγε στὴν κβαντικὴ θεωρία τὴ θετικιστικὴ ἀξίωση νὰ ἐργαζόμαστε ἀποκλειστικὰ μὲ παρατηρήσιμα μεγέθη. Ἀπὸ πρώτη ματιὰ αὐτὸ φαίνεται νὰ προφυλάσσει τὴν ἐπιστημονικὴ ἔρευνα ἀπὸ τὸ στοιχεῖο τῆς αὐθαιρεσίας, νὰ τῆς ἐξασφαλίζει τὴν ἀντικειμενικότητα «στὸ μέτρο ποὺ ἀπορρίπτει τὴν ἔρευνα λαθανουσῶν ὄντοτήτων, πράγμα ποὺ ἦταν λογικὸ πρὶν ἀπὸ τέσσερις αἰῶνες, σὰν ἀντίδραση ἐνάντια στὴ σχολαστικὴ φλυαρία γιὰ τὶς κρυμμένες οὐσιαστικὲς μορφές καὶ στὸ μέτρο ποὺ τονίζει τὸν ἀναμφίβολα ἐνεργητικὸ ρόλο τῆς γνώσης καὶ κυρίως τὸ ρόλο τοῦ πειράματος». ¹² Στὴν πραγματικότητα, ὥστόσο, πρόκειται γιὰ μιὰ θετικιστικὴ ἀρχή, ποὺ ἀντιλαμβανόμενη μονόπλευρα τὴ γνωστικὴ λειτουργία, θέτει ἐμπόδια στὴν ἐξέλιξή της. Ὁ ρόλος τῆς παρατήρησης καὶ τοῦ πειράματος εἶναι πρωταρχικός. Τὸ πείραμα θὰ ἀνοίξῃ δρόμους καὶ τὸ πείραμα θὰ κρίνῃ τελικὰ τὴν ἀξία μιᾶς θεωρίας. Ὡστόσο ἡ σχέση πειράματος καὶ θεωρίας δὲν εἶναι πάντα ἄμεση καὶ ἀπλὴ καὶ ἡ ἱστορία τῆς ἐπιστῆμης ἔχει νὰ παρουσιάσῃ θεωρίες ποὺ στηρίχθηκαν σὲ ἔννοιες κάθε ἄλλο παρὰ ἄμεσα παρατηρήσιμες. Ἡ ἀρχὴ τῶν παρατηρήσιμων μεγεθῶν ποὺ ἀπλοποιεῖ καὶ παραμορφώνει τὴ γνωστικὴ διαδικασία, ἔχει σὰν ὄντολογικὸ θεμέλιο τὴ θετικιστικὴ θέση ὅτι, αὐτὸ ποὺ δὲν μπορούμε νὰ παρατηρήσουμε, δὲν ὑπάρχει. Ἀλλὰ «ἡ ἐπιστῆμη πῆρε ἄλλοιῶτικο δρόμο καὶ ἡ σύγ-

χρονη θεωρία εἶναι γεμάτη ἀπὸ μεγέθη ποὺ δὲν εἶναι ἄμεσα οὔτε παρατηρήσιμα, οὔτε μετρήσιμα» (Σινέλνικωφ).¹³

2. Τὴ θέση αὕτῃ τὴν κάνουν θεμέλιο στὴν προσπάθειά τους οἱ θετικιστὲς φυσικοί, γιὰ νὰ ἀποφύγουν κάθε «μεταφυσικὴ», κάθε «μηχανιστικὸ ὕλισμό». Ἔτσι π.χ. ἀρνοῦνται τὴν ὕπαρξη τῶν ἠλεκτρονικῶν τροχιῶν ἐπειδὴ δὲν εἶναι παρατηρήσιμες, ὅπως περίπου τὸν 19ο αἰῶνα ἀρνιόταν τὴν ὕπαρξη τῶν ατόμων ἐπειδὴ δὲν μπορούσαν νὰ τὰ δοῦν. Μ' αὐτὸν ὅμως τὸν τρόπο, πέφτουν στὸ τέλμα τοῦ ὑποκειμενικοῦ ἰδεαλισμοῦ. Ἐξαρτοῦν τὴν ὕπαρξη τοῦ ἀντικείμενου ἀπὸ τὸ ὑποκείμενο, μετατρέποντας τὸν κόσμο τελικὰ σὲ σύμπλεγμα αἰσθημάτων. Ὁ ἐμπειρισμὸς ἀπὸ τὴν ἐποχὴ τοῦ Μπέρκλεϋ κατέληγε στὸν ὑποκειμενισμό. Ἐκεῖ καταλήγουν οἱ φυσικοὶ ποὺ ἀκολουθοῦν τὴ λεγόμενη σχολὴ τῆς Κοπεγχάγης. Νὰ ἡ θέση ἐνὸς ἀπὸ τοὺς μεγαλύτερους ἐκπροσώπους της: «Στὰ πειράματα γύρω ἀπὸ τὰ ἀτομικὰ γεγονότα, ἔχουμε νὰ κάνουμε μὲ πράγματα καὶ γεγονότα, μὲ φαινόμενα ποὺ εἶναι τόσο ἀληθινὰ, ὅσο καὶ κάθε φαινόμενο τῆς καθημερινῆς ζωῆς. Ἀλλὰ τὰ ἄτομα ἢ τὰ στοιχειώδη σωματίδια αὐτὰ καθεαυτὰ δὲν ὑπάρχουν. Συνιστοῦν ἓνα κόσμο πιθανοτήτων περισσότερο, παρὰ ἓνα κόσμο πραγμάτων ἢ γεγονότων. (Χάϊζεμπεργκ).¹⁴

Ἡ τέτοια ὅμως ὄντολογικὴ ἐρμηνεία τῆς κβαντικῆς θεωρίας μπαίνει ἐμπόδιο στὴ σωστὴ ἀντιμετώπιση τῶν προβλημάτων της καὶ στὸ ξεπέρασμά της σημερινῆς κρίσης. Γιατὶ ὅταν τὸ ἀντικείμενο δὲν ὑπάρχει, κατὰ μείζονα λόγο, οἱ ιδιότητες καὶ οἱ νομοτέλειες στὶς ὁποῖες ὑπακούει δὲν ἔχουν ἀντικειμενικὴ ὑπόσταση: «Ἐνα ἄτομο δὲν ἔχει κανὶν ιδιότητες ὅταν δὲν τὸ παρατηροῦμε». Κι' ἔτσι ἡ ἐπιστῆμη βάζει τελικὰ ὡς σκοπὸ της νὰ δημιουργεῖ θεωρίες ποὺ δὲν εἶναι τίποτα περισσότερο ἀπὸ «συνεπεῖς σειρὲς σχέσεων μεταξὺ μερικῶν ἐννοιῶν». ¹⁵

3. Ἡ φύση ἀποκαλύπτεται στὴν πορεία τῆς γνώσης σὰν ἐνότητα ἀντιθέσεων. Ἡ ἀρχὴ αὕτῃ τοῦ Ἡράκλειτου ἀπέκτησε βαθὺ καὶ συγκεκριμένο περιεχόμενο στὶς μέρες μας. Ὡστόσο οἱ νεοθετικιστὲς πρωταγωνιστὲς τῆς κβαντικῆς θεωρίας ἀρνοῦνται μὲ τὴ λεγόμενη ἀρχὴ τῆς συμπληρωματικότητος, τὴν ἀντικειμενικότητα τοῦ διαλεκτικοῦ χαρακτήρα τῶν ὄντοτήτων καὶ τῶν ἐννοιῶν τῆς μικροφυσικῆς. Οἱ ὀντότητες αὐτὲς δὲν ἔχουν κατὰ τὴ σχολὴ τῆς Κοπεγχάγης ἀντικειμενικὴ ὑπόσταση. Κατὰ συνέπειαν καὶ οἱ ἀντίστοιχες ἔννοιες δὲν ἔχουν ἀντικειμενικὴ βάση. Στὴ φύση π.χ. δὲν ὑπάρχει τὸ σωματίο-κύμα. Ἀπλῶς παρατηροῦμε ἄλλοτε σωματιδιακὲς καὶ ἄλλοτε κυματικὲς ιδιότητες. Ἐπειδὴ δὲ μπορούμε νὰ παρατηρήσουμε ταυτόχρονα καὶ τὶς δυὸ ἀντίθετες ὁψεις τοῦ σωματίου-κύματος, πρέπει νὰ τὸ θεωροῦμε ἄλλοτε σὰ σωματίο κι' ἄλλοτε σὰν κύμα. Οἱ δυὸ αὐτὲς ὁψεις δὲν συνιστοῦν ἐνότητα ἀντιθέσεων. Εἶναι ἀπλῶς συμπληρωματικὲς. Συμπληρωμα-

τικές είναι επίσης οι έννοιες της θέσης και της όρμης ενός μικροαντικειμένου, κλπ. 'Η αρχή της συμπληρωματικότητας αρνείται ότι μπορούμε να συλλάβουμε τις αντιφατικές όψεις της πραγματικότητας και μη αντιλαμβανόμενη το ποιοτικά νέο των κβαντικών εννοιών, επιμένει στη χρησιμοποίηση μακροσκοπικών μόνον εννοιών.

4. Οι νεοθετικιστές ανήγαγαν σε καθολική αρχή που δεσπόζει στο μικρόκοσμο για σήμερα και για το μέλλον την αρχή της απροσδιοριστίας (Χάϊζεμπεργκ), που στην πραγματικότητα είναι ένας νόμος της κβαντικής θεωρίας στη σημερινή της μορφή. Έτσι ισχυρίζονται ότι δε θα μπορούσαμε ποτέ να προσδιορίσουμε με ακρίβεια και την ίδια στιγμή, τη θέση και την ταχύτητα ενός μικροσωματίου, άρα ότι η αρχή του ντετερμινισμού δεν ισχύει για τη μικροφυσική. Με την έννοια της καθολικής αρχής ή απροσδιοριστία πολεμήθηκε από φυσικούς της περιωπής του Άϊνστάϊν, του Πλάνκ, του Λανζεβέν, του Ντέ Μπρέϊγ, κλπ. Το ίδιο το πρόβλημα τίθεται στην προκειμένη περίπτωση λαθεμένα. Γιατί προσπαθώντας να προσδιορίσουμε τη θέση και την όρμη ενός μικροφυσικού σωματίου θέλουμε να το υποχρεώσουμε να προσαρμοστεί σε μακροφυσικές και όχι μικροφυσικές έννοιες. Για να πετύχουμε σωστή απάντηση, οφείλουμε να χρησιμοποιήσουμε έννοιες που του προσιδιάζουν, δηλαδή κβαντικές έννοιες. «'Ας παραστήσουμε την κίνηση ενός ηλεκτρονίου με την εξέλιξη του «κατάστατικού του διάνυσματος», μαθηματικού αντικειμένου που υπακούει σε μια εξίσωση Σράϊντινγκερ». 'Από την εξίσωση αυτή προκύπτει άμεσα, πώς δεν υπάρχει κανείς Ιντετερμινισμός, αλλά ένας ντετερμινισμός κλασσικού τύπου: η γνώση της τωρινής κατάστασης του ηλεκτρονίου και των δράσεων που θα υποστεί κατά τη διάρκεια της κίνησής του, επιτρέπουν να προσδιορίζουμε την μελλοντική του κατάσταση σε κάθε στιγμή. Κι' αυτό, γιατί το καταστατικό διάνυσμα είναι μία κβαντική έννοια» (Φ. Λυρσά).¹⁹

5. Τέλος, μέσα στα γενικά φιλοσοφικά πλαίσια της άρνησης της αντικειμενικής υπόστασης του υλικού κόσμου, της αρχής της αιτιότητας και της αντίληψης της σημερινής κβαντικής θεωρίας σαν τελειωτικής, τοποθετείται και το περίφημο θεώρημα του φόν Νόϋμαν. Το θεώρημα ισχυρίζεται πώς στη μικροφυσική δεν υπάρχουν «λανθάνουσες παράμετροι», που η ανακάλυψή τους θα μάς έδινε μια περιγραφή των μικροφυσικών φαινομένων πληρέστερη από τη σημερινή. 'Ο τελειωτικός χαρακτήρας του θεωρήματος του

Νόϋμαν αμφισβητείται σήμερα από διαπρεπείς φυσικούς. «'Η απόδειξη του φόν Νόϋμαν, άφηρημένη και λαμπρή, ήταν πολύ έντυπωσιακή. 'Επί μακρόν τη θεώρησα ακλόνητη. Θα πω άμέσως γιατί σήμερα έχω αμφιβολίες για την ισχύ της». (Λ. Ντέ Μπρέϊγ).¹⁷ Οι Ντέ Μπρέϊγ, Βιζιέ και Μπώμ, στην προσπάθεια για διατύπωση μιάς υποκβαντικής θεωρίας, αμφισβητούν την ισχύ των παραδοχών του θεωρήματος του Νόϋμαν που κατά τον Μπώμ «αναμφισβήτητα έχουν λογική συνέπεια, αλλά εξαρτιόνται ουσιαστικά από την παραδοχή ότι τα κβαντομηχανικά πλαίσια έχουν καθολική και όχι προσεγγιστική αξία. 'Η εισαγωγή του υποκβαντικού επιπέδου αντικρούει τις βασικές παραδοχές όπου στηρίζονται οι συλλογισμοί του Χάϊζεμπεργκ και του φόν Νόϋμαν». Την άνυπαρξία των λανθάνουσων παραμέτρων αμφισβητεί ουσιαστικά και ο Ρώσος θεωρητικός Μπλόκιζνεφ: «Τέτοιες παράμετροι υπάρχουν στη φύση; Πρόκειται για μια έρώτηση που δεν πρόκειται να λυθεί παρά με την παραπέρα ανάπτυξη της θεωρίας και του πειράματος». Πιο κατηγορηματικός είναι ο Ούγγρος Γιάνοσσυ, σε μια προσπάθεια να σκιαγραφήσει μια νέα αντίληψη του προβλήματος «σωμάτιο - κύμα»: «Οι παράμετροι που εισήχθησαν μ' αυτό τον τρόπο, είναι ουσιαστικά οι «λανθάνουσες παράμετροι» που ο Νόϋμαν απέδειξε πώς δεν υπάρχουν στην κβαντική μηχανική. 'Αντίθετα με την πρόβλεψη του Νόϋμαν, λέμε πώς τέτοιες παράμετροι υπάρχουν. 'Ο Νόϋμαν απέδειξε απλώς ότι δεν μπορούν να υπάρξουν λανθάνουσες παράμετροι στα πλαίσια της κβαντικής μηχανικής».²⁰

Βλέπουμε πόσο αμφισβητούνται οι θετικιστικές προσπάθειες να παρουσιαστεί σαν τελική ή σημερινή κβαντική θεωρία, άρα και οι γνώσεις μας για την ύλη. 'Η άποψη που στρέφεται έναντίον της Ιδεαλιστικής ερμηνείας της κβαντικής θεωρίας, έναντίον του ντετερμινισμού και του υποκειμενισμού, αποκτά όλο και περισσότερους οπαδούς. Στη Ρωσία, στη Γαλλία, στην 'Αμερική, στο 'Ισραήλ, στην 'Ιαπωνία, διαπρεπείς επιστήμονες εργάζονται με βάση τις υλιστικές αντιλήψεις για να ξεκαθαρίσουν την κβαντική θεωρία από τις θετικιστικές προσμίξεις της και να προχωρήσουν παραπέρα, στη διατύπωση μιάς πληρέστερης θεωρίας του μικρόκοσμου. 'Η τυραννική επίδραση μερικών αντιλήψεων που είχαν καταλήξει να τις θεωρούν δόγμα» (Ντέ Μπρέϊγ) εξασθενεί συνεχώς και η μικροφυσική τείνει να ξανάρθει στο σωστό δρόμο της, που καθώς θα δούμε είναι ο δρόμος της αιτιοκρατίας και του υλισμού.

4. Προς τα ανεξάντλητα βάθη του μικρόκοσμου

ΣΕ ΣΧΕΣΗ με την κλασική κβαντομηχανική, η κβαντική θεωρία των πεδίων απέτελεσε αναμφισβήτη πρόοδο. Έδωσε συγκεκριμένα αποτελέσματα που συμφωνούν

με τα πειραματικά δεδομένα πολλές φορές και μέχρι το 60 δεκαδικό ψηφίο, εκεί όπου η κλασική θεωρία έδινε άπειρες τιμές. Πρόβλεψε την ύπαρξη νέων μικροφυσικών σωμα-

τίων. Όσοσο δὲν μπόρεσε νὰ ἐξηγήσει τὸ φάσμα μάζας (τὶς τιμὲς μάζας) τῶν στοιχειωδῶν σωματίων καὶ γενικώτερα τὰ φαινόμενα ποὺ παρατηροῦνται καθὼς εἴπαμε σὲ πολὺ ὑψηλὲς ἐνέργειες καὶ σὲ πάρα πολὺ μικρὲς περιοχές. Οἱ μέχρι τώρα θεωρίες θεμελιώνονται στὴ βάση ὅτι τὰ μικροσωμάτια δὲν ἔχουν ἐσωτερικὴ δομὴ, ἀλλὰ ἀποτελοῦν κβαντικές διεγέρσεις τοῦ ὑλικοῦ πεδίου. Όσοσο καθὼς λέει ὁ Μπλόκινζεφ, «εἶναι πολὺ δύσκολο νὰ οἰκοδομήσουμε μιὰ θεωρία τῶν φαινομένων ποὺ ἀντιστοιχοῦν σὲ διαστάσεις τῆς τάξεως τῶν 10^{-13} cm χωρὶς νὰ εἰσδύσουμε στὸ ἐσωτερικὸ τῶν σωματίων. Ἀντιλαμβάνομαστε ὅτι ἡ ἐσωτερικὴ δομὴ τοῦ σωματίου ἔχει μεγάλη ἐπίδραση στὴν περιφέρειαν». ²¹ Ἡ ἀνάγκη γιὰ νέα θεωρία διαπιστώνεται γενικὰ ἀπὸ τοὺς εἰδικούς. Καὶ ἓνα ἀπὸ τὰ κεντρικὰ τῆς προβλήματος, εἶναι νὰ ἀντιμετωπίσει τὴ συνθετικότητα τῶν μικροσωματίων, νὰ περάσει δηλαδὴ ἀπὸ τὸ κβαντικὸ στὸ ὑποκβαντικὸ ἐπίπεδο, ἀπὸ τὸ μικρόκοσμο, στὸν ὑπομικρόκοσμο.

Μὲ βάση τὴ στάση τοὺς ἀπέναντι στὴ σημερινὴ κβαντικὴ θεωρία, οἱ φυσικοὶ μποροῦν νὰ χωριστοῦν σὲ τρεῖς κατηγορίες. Στὴν πρώτη κατηγορία ἀνήκουν ὅσοι διαποτισμένοι ἀπὸ μηχανιστικὲς ἀντιλήψεις, δὲν κατανοοῦν πὼς ἡ σημερινὴ θεωρία μπορεῖ νὰ μὴν εἶναι τελειωτικὴ. Ἡ στάση τῶν φυσικῶν αὐτῶν κατὰ τὸν Φέγιεραμπαντ ὀφείλεται στὸ ὅτι πιστεύουν α) ὅτι ἡ παρούσα κβαντομηχανικὴ εἶναι ἓνα λογικὸ ἄθροισμα γεγονότων β) ὅτι ὅποιαδήποτε μελλοντικὴ θεωρία πρέπει ἐπίσης νὰ εἶναι ἓνα λογικὸ ἄθροισμα γεγονότων καὶ γ) ὅτι καμμιά μελλοντικὴ θεωρία δὲ θὰ μπορέσει πιθανὸν νὰ ἔλθει σὲ ἀντίθεση μὲ τὴν τωρινὴ μορφή τῆς κβαντικῆς μηχανικῆς». ²² Τὰ παραπάνω φανρώνουν τὰ θετικιστικὰ κριτήρια ποὺ χρησιμοποιοῦν οἱ ἐπιστήμονες αὐτοί.

Ἡ δεύτερη τάση ποὺ ἀναφέραμε, ἐλπίζει ὅτι ἡ παρούσα θεωρία θὰ συμπληρωθεῖ καὶ θὰ βελτιωθεῖ ὥστε νὰ ἀνταποκριθεῖ στὰ νέα πειραματικὰ δεδομένα, χωρὶς νὰ ἀνατραποῦν τὰ γενικὰ τῆς πλαίσια, δηλαδὴ ὁ δῆθεν ἰντερμινισμὸς καὶ ἡ συμπληρωματικότης. Ἔτσι π.χ. ὁ Ἀγγλος καθηγητὴς Ρόζενφελντ εἶναι ὑπὲρ τῆς βελτιώσεως καὶ συμπληρώσεως τῆς κβαντικῆς θεωρίας, ταυτόχρονα ὁμῶς ἐλπίζει ὅτι οἱ νέες θεωρίες θὰ ἔχουν πρὸ στατιστικὸ χαρακτῆρα ἀπὸ τὶς σημερινές.

Ἡ τρίτη τάση εἶναι ὑπὲρ μιᾶς ριζικῆς νέας θεωρίας τοῦ μικρόκοσμου. Ἡ προσπάθεια γιὰ νέα θεωρία ξεκινáει ἀπὸ ἐκεῖ ὅπου ἡ σημερινὴ θεωρία ἀποδείχτηκε ἀνεπαρκὴς, δηλαδὴ ἀπὸ τὰ φαινόμενα ποὺ παρατηροῦνται στὴν περιοχὴ τῶν ὑψηλῶν ἐνεργειῶν καὶ ποὺ σχετίζονται μὲ τὴ φύση καὶ τὴ συμπεριφορὰ τῶν μικροσωματίων. Ὑπάρχουν πολλὲς γραμμὲς ἔρευνας, προτείνονται πολλὰ πρότυπα, ἀλλὰ ὀριστικὴ θεωρία δὲν ὑπάρχει ἀκόμα.

Μιὰ προσπάθεια γιὰ ἀνανέωση ἀντιπροσωπεύει ὁ Χάϊζεμπεργκ, ποὺ προσπαθεῖ νὰ οἰκοδομήσει μιὰ νέα θεωρία παίρνοντας σὰ

βάση ἓνα ἐνιαίον κβαντικὸ ὑλικὸ πεδίο, ποὺ ὑπακούει σὲ μὴ γραμμικὴ ἐξίσωση. Ἡ προσπάθεια τοῦ Χάϊζεμπεργκ γιὰ διατύπωση μιᾶς καθολικῆς «κοσμικῆς ἐξίσωσης», ἐπικρίνεται γιὰ τὸ ὅτι σημαίνει «ὅτι στὴ βάση αὐτὴ εἶναι δυνατόν νὰ δημιουργηθεῖ ἡ «αἰώνια» θεωρία, ἡ ὁποία θὰ ἀποδίδει τὴν ἐνότητα τῆς ἐσωτερικῆς φύσεως ὅλων τῶν στοιχειωδῶν σωματίων». ²³

Ὁ Χάϊζεμπεργκ φιλοσοφικὰ δὲν ἀπομακρύνεται ἐν γένει ἀπὸ τὶς βάσεις τοῦ νεοθετικισμοῦ. Ἀντίθετα τὶς κυριώτερες ὑπόλοιπες τάσεις ἐκπροσωποῦν ἐπιστήμονες ποὺ εἴτε εἶναι ὁπαδοὶ τοῦ διαλεκτικοῦ ὕλισμου, ἢ ὅπωςδήποτε στηρίζονται οἱ ὕλιστικὲς θέσεις. Ὑπάρχει ἡ προσπάθεια τῶν Ντὲ Μπρέϊγ, Βιζιέ, Μπώμ, καὶ ἄλλων, γιὰ δημιουργία μιᾶς θεωρίας τοῦ ὑπομικρόκοσμου. Στὴ θεωρία αὐτὴ ἓνα μὴ κβαντισμένο ὑλικὸ πεδίο ἀντιπροσωπεύει τὴν ὕλη τῶν μικροσωματίων καὶ ἡ ἐσωτερικὴ δομὴ τοὺς λαμβάνεται χωρὶς συμπληρωματικὲς ὑποθέσεις. Μιὰ παράλληλη κατεύθυνση ἀκολουθεῖ καὶ ὁ Σοβιετικὸς Τερλέτσκι. Οἱ τάσεις αὐτὲς ἀπὸ ἄλλους φυσικοὺς, Σοβιετικοὺς καὶ μὴ, κρίνονται σὰν πολὺ κλασικὲς. Ὁ Σοβιετικὸς Φόκ — κατὰ τὸν Μπλόκινζεφ — προσπαθεῖ νὰ ἀπαλλάξει τὴν τρέχουσα θεωρία ἀπὸ τὶς θετικιστικὲς καὶ ἰδεολογικὲς προσμίξεις, ἐπιμένοντας ὥστόσο ὅτι ἡ κβαντικὴ θεωρία δὲ μπορεῖ νὰ προβλέψει τὸ ἀτομικὸ φαινόμενο. Ὁ Οὐγγρος Γιάνοσσυ θεωρεῖ τὸ μικροσωμάτιον σὰν ἐκτεταμένο κύμα ποὺ ὅταν συναντήσῃ ἐμπόδιο συμπυκνώνεται. Στὴν προσπάθειά του φτάνει νὰ θεωρεῖ ξεπερασμένες ἀκόμα καὶ βασικὲς θέσεις τῆς θεωρίας τῆς σχετικότητος, ὅπως τὸ ἀνώτερο ὄριο ταχύτητας στὴ φύση (300.000 χιλ.). Στὴν Ἰαπωνία ὑπάρχει δημιουργικὴ κίνηση μὲ πολλὰ ἐπιτεύγματα. Τέλος, ὁ Ἀμερικανὸς καθηγητὴς Α. Λαντέ, ποὺ χρόνια ἦταν ὁπαδὸς τοῦ νεοθετικισμοῦ στὴν κβαντικὴ θεωρία, σ' ἓνα πρόσφατο βιβλίο του διακηρύσσει ὅτι «ἀκόμα καὶ στὴν κβαντικὴ θεωρία μπορεῖ κανεὶς νὰ ἐπιστρέψῃ ἀπὸ τὸ δυϊστικὸ θετικισμὸ στὸν πλήρη ὄντολογικὸ ὕλισμό, ὁ ὁποῖος ἀπὸ τὸ Γαλιλαῖο μέχρι τὸν Ἀϊνστάϊν ἦταν τὸ ἰδεολογικὸ ὑπόβαθρον τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν». ²⁴ Ὁ Λαντέ ἀναπτύσσει στὸ βιβλίο του τὶς βάσεις γιὰ μιὰ νέα κβαντικὴ θεωρία, ἀπὸ ὕλιστικὲς θέσεις. Τὸ νέο καὶ ἐκπληκτικὸ σ' αὐτὴ τὴν περίπτωσιν, εἶναι ὅτι θεωρεῖ ἀνύπαρκτον καὶ θετικιστικὸν κατασκευασμὸν τὸ σωματίον-κύμα. Κατὰ τὸν Λαντέ στὴ φύσιν ὑπάρχουν μόνο σωματῖα καὶ τὰ δῆθεν κυματικὰ φαινόμενα (περίθλαση, συμβολή) ποὺ παρατηροῦνται μὲ τὰ μικροσωμάτια, ἐξηγοῦνται ὅχι ἀπὸ τὴ διφυή τοὺς σωματο-κυματικὴ φύσιν, ἀλλὰ ἀπὸ τὸν τρόπο τῆς στατιστικῆς τοὺς κατανομῆς. Ἀν οἱ ἀπόψεις τοῦ Λαντέ ἀποδειχθοῦν ὀρθές, ἀνατρέπεται προφανῶς ὁλόκληρη ἡ σημερινὴ κβαντικὴ θεωρία καὶ ὅλες οἱ τρέχουσες προσπάθειες ποὺ στηρίζονται στὸ σωματίον-κύμα. Κι' ἂν δεχθούμε ὁμῶς ὅτι τὰ κυματικὰ «ἐπιφαινόμενα» ἐξηγοῦνται μὲ τὴ στατιστικὴ κα-

τανομή, τίθεται προφανώς τὸ ἐρώτημα ἂν ἡ νέα θεωρία θὰ μπορέσει νὰ ἐξηγήσει τὰ φαινόμενα ἀλληλομετατροπῆς τῶν μικροσωματίων καὶ τὰ φαινόμενα ποὺ συνηγοροῦν ὑπὲρ τοῦ ὅτι αὐτὰ ἔχουν ἐσωτερικὴ δομὴ. Δὲν εἴμαστε βέβαιοι σὲ θέση νὰ κρίνουμε τὴ θεωρία τοῦ Λαντέ, ὥστόσο πέρα ἀπὸ τὰ παραπάνω ἐρωτήματα, νομίζουμε πὼς στὴ βάση της βρίσκεται καὶ τὸ θεμελιώδες λάθος, ὅτι ὁ δημιουργὸς της θεωρεῖ τὴν ὑπαρξὴ τοῦ σωματίου - κύματος θετικιστικὸ «δυϊσμὸ» ἀντίθετο μὲ τὸν ὕλισμό; γιατί θεωρεῖ ὅτι ἡ ὕλιστική ἀντίληψη γιὰ τὴν ὕλη προϋποθέτει τὴ σωματικὴ συγκρότηση της, πράγμα ποὺ ἀπὸ τὴν ἀποψη τοῦ διαλεκτικοῦ ὕλισμοῦ δὲν εὐσταθεῖ.

Ἀναφέρουμε μερικὲς ἀπὸ τὶς σημερινὲς τάσεις γιὰ ἀνανέωση τῆς κβαντικῆς θεωρίας. Οὔτε μποροῦμε, ἀλλὰ καὶ δὲ θὰ χρειαζόταν νὰ ἀσχοληθοῦμε μὲ τὴν ἀνάλυση καὶ τὴν ἀξιολόγησή τους. Γιὰ τὸ θέμα μας ἔχει ἀξία νὰ ἐπιστημάνουμε ὁρισμένα γενικὰ χαρακτηριστικά τους.

1. Ὅλες οἱ παραπάνω προσπάθειες ξεκινοῦν ἀπὸ τὴν παραδοχὴ τῆς ἀντικειμενικῆς ὕλικῆς πραγματικότητος, ἀρνοῦνται δηλαδὴ τὴν ὄντολογικὴ βάση τοῦ ὑποκειμενικοῦ ἰδεαλισμοῦ καὶ τοῦ θετικισμοῦ. Γιὰ τὶς θεωρίες αὐτὲς (ἐκτὸς τοῦ Λαντέ) τὸ μικροσωμάτιο δὲν ταυτίζεται μὲ τὸ σωματίο τῆς κλασσικῆς φυσικῆς, ἀλλὰ μὲ μιὰ εἰδικὴ κατάσταση ἐνὸς ἐνιαίου ὕλικου πεδίου τοῦ ὁποῖου ἀποτελεῖ ὀργανικὸ τμήμα. Οἱ ὁπαδοὶ τῆς ἐπαναστατικῆς ἀνανέωσης τῆς κβαντικῆς θεωρίας δὲ δέχονται τὸν τελειωτικὸ καὶ ἀπόλυτο χαρακτήρα τῶν νόμων τῆς σημερινῆς κβαντικῆς θεωρίας. Οἱ σημερινὲς μας γνώσεις ἀποτελοῦν γι' αὐτοὺς ἓνα σταθμὸ στὴν ἐξερεύνηση τῆς πραγματικότητος. Τέλος, θεωροῦν, ὅτι πηγὴ τῆς γνώσης μας εἶναι ἡ ἀντικειμενικὴ ὕλικὴ πραγματικότητα καὶ ὅτι ἡ κάθε φορὰ ἀλήθεια μας τὴν ἀντανakλᾷ ὡς ἓνα βαθμό, χωρὶς νὰ ἐξαντλεῖ τὸ ἀνεξάντλητο βάθος της. Στὶς παραπάνω ὄντολογικὲς, γνωσιοθεωρητικὲς καὶ μεθοδολογικὲς ἀρχές, ἀναγνωρίζει κανεὶς τὶς θεμελιακὲς θέσεις τοῦ διαλεκτικοῦ ὕλισμοῦ.

2. Γενικὸ χαρακτηριστικὸ τῶν σύγχρονων προσπαθειῶν καθὼς εἴπαμε, εἶναι ὅτι ξεκινοῦν ἀπὸ τὴν ἔννοια τοῦ ὕλικου πεδίου, σὰν καθολικῆς ἀντικειμενικῆς πραγματικότητος. Τὰ «σωμάτια» θεωροῦνται εἰδικὲς κατατάξεις τοῦ πεδίου. Ἡ ἰδέα αὕτη ἀνάγεται στὸν Ἀϊνστάϊν, ποὺ μὲ τὴ Γενικὴ Θεωρία τῆς Σχετικότητος ἀντιλαμβάνεται τὰ σωματῖα σὰ μικρότατες περιοχὲς ὅπου τὸ πεδίο παρουσιάζει ὑψηλὲς τιμές. «Τὸ σωματίο μπορεῖ μόνο νὰ θεωρηθεῖ σὰ μιὰ πεπερασμένη περιοχὴ τοῦ χώρου, ὅπου ἡ ἔνταση τοῦ πεδίου, ἢ ἡ πυκνότης ἐνεργείας εἶναι ἰδιαίτερα ὑψηλὴ».²⁵ Τὸ πεδίο καὶ τὸ σωματίο θεωροῦνται σήμερα ἀξεχώριστα. Τὸ ἠλεκτρομαγνητικὸ πεδίο συνδέεται μὲ τὸ φῶς. Τὸ μεσονικὸ πεδίο μὲ τὰ σωματῖα τοῦ πυρῆνα. Τὸ κβαντικὸ, μὲ τὰ «σωμάτια» τῆς

μικροφυσικῆς. Ἡ ἐνότητα σωματίου - πεδίου εἶναι ἀντιφατικὴ, γιατί τὸ σωματίο (ἐντοπισμὸς στὸ χῶρο), ἀποτελεῖ ἄρνηση τοῦ πεδίου, ποὺ χαρακτηριστικὸ του εἶναι ἡ ἐπέκταση στὸ χῶρο. Γενικὰ «ἀπὸ τὴ στιγμὴ ποὺ τὰ σωματῖα μποροῦν νὰ ἐμφανίζονται, νὰ ἐξαφανίζονται καὶ νὰ ἀλληλομετατρέπονται, ἡ σωματιδιακὴ ἀντίληψη ὀφείλει νὰ ἀντικατασταθεῖ ἀπὸ τὴν ἀντίληψη τοῦ «πεδίου», δηλαδὴ ἀπὸ τὴν ἔννοια ἐνὸς δυναμικοῦ πεδίου ποὺ γεννάει τὰ σωματῖα καὶ εἶναι φορέας δυνάμεων τῶν μηχανικῶν ἰδιοτήτων ποὺ τοὺς ἀπέδιδαν — ἐνεργείας, ποσότητος κινήσεως, σπίν, κλπ.» (Φρένκελ).²⁵

Ἡ ἔννοια τοῦ κβαντικοῦ πεδίου μᾶς δίδει τὴ δυνατότητα νὰ κατανοήσουμε τὴν ἀλληλεξάρτηση τῶν ὀντοτήτων τοῦ μικρόκοσμου. Κάθε σωματίο συνδέεται ἄρρηκτα μὲ τὸ περιβάλλον του. «Σωματίο» μεμονωμένο δὲν ὑπάρχει. Κάθε διαταραχὴ τοῦ περιβάλλοντος ἐπηρεάζει τὸ σωματίο καὶ ἀντίστροφα.

Μέσα σ' αὐτὰ τὰ πλαίσια φαίνεται ἡ ἀνεπάρκεια τῆς μεταφυσικῆς ἀντίληψης τῆς ἀτομικότητος. Τὸ σωματίο ἀποτελεῖ ἰδιομορφία τοῦ πεδίου, ἄρα ἔχει τὸ στοιχεῖο τῆς ἀτομικότητος. Τὸ πεδίο συνδέει τὸ ἀτομικὸ μέσα στὸ καθολικόν. Ἡ ἀτομικότητα ἐκδηλώνεται μὲ τὶς διαφορὲς στὴ μάζα, στὸ φορτίο, στὸ σπίν κλπ. Ἡ ἐνότητα, στὶς ἀλληλομετατροπὲς ποὺ πραγματοποιοῦνται μέσα στὰ πλαίσια τοῦ ἐνιαίου πεδίου. Τὸ μικροσωμάτιο δὲν ὑπάρχει σὰν αὐτοτελὴς ὄντοτητα «ἓνα ἀπὸ τὰ συμπεράσματα ἐνὸς τέτοιου ἀντικρύσματος τῆς θεωρίας, εἶναι ὅτι τὸ παλαιὸ πρόβλημα τοῦ στοιχειώδους σωματίου χάνει τελικὰ τὴν ἔννοιά του, μιὰ καὶ δὲ μπορεῖ νὰ διατυπωθεῖ (ἡ θεωρία) χωρὶς νὰ ληφθοῦν ὑπ' ὄψιν οἱ ἀλληλεπιδράσεις μεταξὺ τῶν σωματίων. (Λαντάου).²⁷

Τὸ σωματίο, τέλος, θεωρεῖται σὰ διαρκῶς μεταβαλλόμενη ὄντοτητα. Καθὼς λέει ὁ Μπώμ, «Οἱ σωματιδιακὲς συγκεντρώσεις σχηματίζονται καὶ διαλύονται ἀδιάκοπα. Βέβαια, ἂν ἓνα σωματίο διαλύεται κάπου, εἶναι πολὺ πιθανὸν πὼς κάπου κοντὰ ξανασχηματίζεται. Σ' ἓνα βαθύτερο ἐπίπεδο τὸ σωματίο δὲν κινεῖται σὰ συνεχῶς ὑπάρχουσα ὄντοτητα, ἀλλὰ σχηματίζεται κατὰ χαστικὸν τρόπο, ἀπὸ κατάλληλες συγκεντρώσεις τῆς ἐνεργείας τοῦ πεδίου».²⁹ Ἡ ἴδια ἡ κίνηση τοῦ σωματίου, δὲν εἶναι ἀπλὴ μετατόπιση. Τὸ μικροσωμάτιο κατὰ τὴν κίνηση μεταβάλλεται, μετατρέπεται σὲ μικροσωμάτια ἄλλου εἶδους, ἀνάλογα μὲ τὰ πεδία καὶ τὶς ἐπιδράσεις ποὺ θὰ ὑποστεί.

3. Μιὰ ἐπαναστατικὴ ἀντίληψη ποὺ διαποτίζει τὶς σύγχρονες προσπάθειες γιὰ ἀνανέωση τῆς κβαντικῆς θεωρίας, εἶναι ὅτι τὰ μικροσωμάτια, καθὼς εἴπαμε, δὲ θεωροῦνται ἀπλά, ἀλλὰ ὅτι κατέχουν ἐσωτερικὴ δομὴ. Ἡ δομὴ αὕτη πρέπει νὰ ἀποκαλυφθεῖ «Τὸ πιὸ ἐπείγον πρόβλημα ποὺ τίθεται στὴ θεωρητικὴ φυσικὴ, εἶναι νὰ οἰκοδομήσῃ μιὰ θεωρία τῆς δομῆς τῶν στοιχειωδῶν σωματίων» (Τερλέτσκη).²⁹

Τὰ νέα μέσα έρευνας (έπιταχυντές, ανιχνευτές, μετρητές κλπ.), έδωσαν στην έπιστήμη τή δυνατότητα νά εἰσχωρήσει σχεδόν στο έπειρα μικρό 10^{-10} ως 10^{-14} έκατοστά). Στις άπειροστές αυτές διαστάσεις πραγματοποιούνται άλληλεπιδράσεις καί μετατροπές που δέ μπορεί νά τις προβλέψει ή κλασσική θεωρία. Μιά θεωρία που θά μπορέσει νά ανταποκριθεῖ στα νέα αυτά δεδομένα, θά πρέπει, κατά τις άπόψεις τών είδικών, νά άποκαλύψει τήν έσωτερική δομή τών μικροσωματίων.

Ή Ιδέα ότι τὰ μικροφυσικά σωμάτια έχουν έσωτερική δομή, δέν είναι νέα. Άνάγεται στους Άμπράμ, Λόρεντζ καί Πουανκαρέ. Οί Άϊνστάιν, Μπόρ καί Ίνφελντ είχαν άποδείξει ότι «τὰ σωμάτια μέ τή δομή τους μπορούν νά ληφθούν σαν Ιδιαίτερες λύσεις μιάς μη γραμμικής θεωρίας» (Τσερλέτσκι). Τά σημερινά πειραματικά δεδομένα κατέστησαν άναγκαία τή λύση του προβλήματος. Οί έργασίες τών Λή, Γιάνγκ καί τής Κας Βού, άνέτρεψαν τήν υπόθεση ότι τὰ στοιχειώδη σωμάτια δέν έχουν έσωτερική δομή. Σέ μιá πρόσφατη συζήτηση μέ τους Σάρτρ καί Ύπολίτ, ό Βιζιέ αναφέρει ότι «τò πρωτόνια καί τὰ νετρόνια περιβάλλονται άπό νέφη σωματίων, που έμφανίζονται καί καταστρέφονται μέ θαυμαστή ταχύτητα. Ή ίδια ή «καρδιά» τους είναι πιθανότατα περίπλοκη. Τά μεσόνια που ανακαλύφθηκαν πρόσφατα, μπορούν επίσης νά θεωρηθούν σά συστήματα διαφόρων σωματίων».⁸⁰ Ή αντίληψη για τή συνθετικότητα τών μικροσωματίων, ή Ιδέα δηλαδή για τò άνεξάντλητο βάθος του μικρόκοσμου, έχει κατακτήσει καί έπιστήμονες που άνήκουν στο στρατόπεδο του θετικισμού, όπως τόν Χάϊζενμπεργκ καί τόν Ρόζενφελντ. Όπως λέει ό τελευταίος, «υπάρχουν ένδείξεις ότι τὰ «σωμάτια» τὰ όποία σήμερα αντιμετωπίζουμε σά στοιχειώδη συστατικά του πυρήνα, έχουν κάποιο είδος «δομής» που εκτείνεται σε μικρότατες περιοχές. Είναι φανερό πως βρισκόμαστε στο κατώφλι ενός νέου κόσμου μέ νόμους δικούς του, τους όποιους άκόμα δέν άποκαλύψαμε».⁸¹

Οί Ιδέες για τή συνθετικότητα τών μικροσωματίων έχουν Ιδιαίτερη διαλεκτική αξία. Χτυπούν τή βάση τής μηχανικής αντίληψης, που στηριζόταν στον «έσχατο» χαρακτήρα τών μικροσωματίων. Χτυπούν τόν ίντετερμινισμό, αναζητώντας κάτω άπό τόν πιθανοκρατικό χαρακτήρα τών νόμων τής σημερινής μικροφυσικής, άυστηρά αίτιοκρατημένες διαταραχές σ' ένα βαθύτερο επίπεδο, τò υποκβαντικό. Ή κατάσταση έχει πολλές αναλογίες μέ τις αλλαγές που έφερε στις αντιλήψεις μας για τήν ύλη, ή ανακάλυψη τής ραδιενέργειας. Ή άλληλομετατροπή τών άτόμων υπέβαλε τότε τήν Ιδέα για τήν σύνθετη φύση τους, υποσκάπτοντας τò μηχανικισμό του 19ου αιώνα. Οί διασπάσεις καί οί άλληλομετοτροπές τών μικροσωματίων, υποβάλλουν σήμερα τήν άποψη πως τὰ σωμάτια αυτά είναι σύνθετες ένότητες καί όχι τὰ έσχατα συ-

στατικά του υλικού κόσμου, υποσκάπτοντας για άλλη μιá φορά τὰ θεμέλια τής σημερινής μεταφυσικής αντίληψης για τήν ύλη.

4. Ή αντίληψη αυτή για τὰ επίπεδα όργάνωσης τής ύλης, παρουσιάζει γενικότερο φιλοσοφικό ενδιαφέρον. Κατά τόν Βιζιέ ή άφεταιρία τής αντίληψης αυτής συνίσταται στην έγκατάλειψη τής Ιδέας του τελειωτικού χαρακτήρα τών φυσικών νόμων καί στην παραδοχή ότι μπορούμε νά αναλύσουμε τήν πραγματικότητα σε μιá άπειρία επιπέδων ή όλοτήτων, προικισμένων μέ τους δικούς των νόμους. Κατά συνέπειαν, δέν είναι δυνατόν νά υπάρχει πλήρης θεωρία, ίκανή νά έξαντλήσει τή φυσική πραγματικότητα.

Στή θεωρία τών επιπέδων (Ντέ Μπρέϊγ κλπ.) σαν πραγματικότητα λαμβάνεται ένα υλικό πεδίο, που αντιπροσωπεύει τήν ύλη τών μικροσωματίων. Μέσα σ' αυτό τò πεδίο υπάρχει καί κινείται τò «σωμάτιο» καί υπάρχει άνάγκη άδιάκοπου έντοπισμού του σωματίου μέσα στο κύμα, ενώ ή δομή του σωματίου λαμβάνεται καθώς είπαμε χωρίς καμμιá συμπληρωματική υπόθεση, σαν κατανομή του υλικού πεδίου στο έσωτερικό τής περιοχής τών είδικών λύσεων. Όπως λέει ό Μπώμ, ή νέα θεωρία βλέπει σαν άναγκαία τήν άπροσδιοριστία στο κβαντικό επίπεδο. Μέ τò πέραςμα όμως στο υποκβαντικό επίπεδο, μπορούν νά ξεπεραστούν τὰ όρια τής άπροσδιοριστίας καί νά οδηγηθούμε σε μιá αίτιοκρατική περιγραφή τών φαινομένων. Ή θεωρία τών επιπέδων που επικρίνεται άπό όρισμένους Σοβιετικούς σαν υπερβολικά κλασσική, έχει ήδη οδηγήσει σε μιá σειρά ποσοτικά δεδομένα.

Δέν μπορούμε νά γνωρίζουμε ποιά άπό τις σημερινές τάσεις στην κβαντική θεωρία θά άποδειχθεῖ περισσότερο καρποφόρα. Ένα πράγμα ωστόσο είναι φανερό: ή ανθρώπινη γνώση που άπό τò άπροσδιόριστο υλικό σώμα πέρασε στο μόριο καί στο άτομο καί άπό κεί στο μικροφυσικό σωματίο, οδηγείται στις μέρες μας στην ανακάλυψη ενός βαθύτερου επιπέδου όργάνωσης τής υλικής πραγματικότητας, του υποκβαντικού. Ή έπανάσταση που κυφορείται θά είναι έξ ίσου σημαντική μέ τις μεγάλες έπανστάσεις του 17ου καί τών άρχών του 20ου αιώνα, που άποτελούν όρόσημα στην πορεία τής ανθρώπινης γνώσης.

Γενικές παρατηρήσεις

Σκιαγραφήσαμε τήν εξέλιξη τών αντιλήψεων για τή δομή τής ύλης. Μέ βάση τήν προηγούμενη συζήτηση μπορούν νά θεμελιωθούν μερικές γενικές παρατηρήσεις.

1) Ή μηχανιστική αντίληψη για τήν ύλη άνήκει στο παρελθόν. Τίποτα άκίνητο, παντοτινά ίδιο μέ τόν έαυτό του δέν υπάρχει στη μικροφυσική. Τò κύριο χαρακτηριστικό τών μικροσωματίων είναι ή άνετη μεταβολή. Ταυτότητα καί έτερότητα, δυò μεταφυσικά διακεκριμένες κατηγορίες τής τυπικής λογικής, έμφανίζονται καί στην περιοχή του μικρόκο-

σμου στη διαλεκτική αλληλεξάρτησή τους.

2. Χαρακτηριστικό τῶν μικροσωματίων εἶναι ἡ ἀντιφατική τους φύση. Τὸ ἄτομο συγκροτεῖ ἐνότητα ἀντιθέσεων. Ἐπίσης τὸ μικροφυσικὸ «σωμάτιο», σὰ σωμάτιο-κύμα, ἀποτελεῖ ἐνότητα ἀντιθέσεων. Οἱ ἀντίθετες ὀντότητες, σωμάτιο καὶ κύμα, ὕλη καὶ πεδίο, παύουν νὰ χωρίζονται ἀπὸ ἀξεπέραστους φραγμοὺς καὶ διαπιστώνεται ἡ βαθύτερη ἐνότητά τους.

3. Ἡ ὕλη ἀποκαλύπτεται ὀργανωμένη σὲ ἐπίπεδα: μοριακό, ἀτομικό, κβαντικό, ὑποκβαντικό. Κάθε ἐπίπεδο ἔχει τοὺς δικούς του νόμους. Ταυτόχρονα, οἱ νόμοι κάθε ἀνώτερου ἐπιπέδου προϋποθέτουν τὴν ὕπαρξη τῶν νόμων τοῦ κατώτερου. Ἔτσι ἀποκαλύπτεται ἡ ἐνότητα, ἀλλὰ καὶ ἡ διαφοροποίηση τῶν νόμων τοῦ ὕλικου κόσμου.

4. Ἡ ἐπιστήμη ὅλο καὶ πιὸ πολὺ ἀποκαλύπτει τὸ ἀνεξάντλητο τῶν μορφῶν καὶ τῶν ἐπιπέδων ὀργάνωσης τῆς ὕλης. Σήμερα οἱ παρατηρήσεις μας ἐκτείνονται ἀπὸ τὸ ἄπει-

ρα μικρό, τὸ 10^{-18} cm ποὺ εἶναι ἡ «ἀκτίνα» τοῦ μικροσωματίου, ὡς τὸ ἄπειρα μεγάλο, τὸ 2.10.27 cm ὅπου φτάνουν οἱ ἀστρονομικὲς παρατηρήσεις μας. Ἡ πολυμορφία εἶναι ἀξεχώριστη μὲ τὴν ἐνότητα, ἡ ὁποία ὑπάρχει στὴ βάση τῆς ὕλικότητας τοῦ κόσμου.

5. Κάθε ὀντότητα τοῦ μικρόκοσμου, συνιστᾷ μιὰ διακεκριμένη «ποιότητα». Οἱ «ποιότητες» αὐτὲς δὲ χωρίζονται μὲ σινικὰ τεῖχη. Καθεμιὰ μπορεῖ νὰ μετατρέπεται σπὴν ἄλλη καὶ τὸ πέρασμα αὐτό, ποὺ πραγματοποιεῖται ὅταν ὑπάρξουν οἱ κατάλληλες προϋποθέσεις, εἶναι ἀλματικό, σύμφωνο μὲ τὴ γενικότερη νομοτέλεια τοῦ περάσματος τῆς ποσότητας σὲ ποιότητα. Ἐπίσης καθένα ἀπὸ τὰ ἐπίπεδα ὀργάνωσης τῆς ὕλης συνιστᾷ μιὰ ἰδιαίτερη ποιότητα καὶ τὸ πέρασμα ἀπὸ τὸ ἓνα στὸ ἄλλο πραγματοποιεῖται διαλεκτικά, καὶ χάρι στο κοινὸ ὀντολογικὸ τους ὑπόβαθρο, ποὺ εἶναι ἡ ἐνιαία, πολὺμορφη καὶ ἀνεξάντλητη ὕλική πραγματικότητα.

— ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ —

1. Marxisme et Existentialisme Ed. Plon, Paris 1962, σελ. 31.
2. Bohr Niels, Atomic Theory and the Description of Nature, Cambridge 1961, σελ. 21.
3. Engels Fr., Dialectics of Nature, Moscow 1954, σελ. 250.
4. Κιτσίκη Νίκου, Ἡ φιλοσοφία τῆς Νεώτερης Φυσικῆς, Ἀθήνα 1947, σελ. 74.
5. Broglie Louis de, La Physique Quantique testera t-elle l'Inteterminisme? Paris, Gauthier-Villars, 1953, σελ. 29.
6. Broglie Louis de, Nouvelles Perspectives en Microphysique, Ed. Albin Michel, Paris 1956, σελ. 181.
7. Σχετικὰ μ' αὐτό, ὁ ἀναγνώστης, ἐκτὸς ἀπὸ τὰ προαναφερόμενα βιβλία τῶν De Broglie καὶ Bohr μπορεῖ νὰ συμβουλευτεῖ καὶ τὸ βιβλίο τοῦ W. Heisenberg, Physics and Philosophy, George Allen and Unwin, London 1959.
8. Γιὰ περισσότερα στοιχεῖα βλέπε: 1) Fr. Lurçat, Reflexions sur les particules élémentaires, Pensée, 98, 1961 σελ. 68 καὶ 2) J. P. Jérolétski, Vers les profondeurs des atomes, Pensée 95, 1961, σελ. 29.
9. Landau L. D., Fundamental Problems, στὸ Theoretical Physics in the Twentieth Century, London 1960, σελ. 245.
10. Bohn D., Causality and Chance in Modern Physics, Raultedge and Kegan Paul, London 1959, σελ. 105.
11. Landé A., From Dualisme to Unity in quantum Physics, Cambridge 1960, σ. X.
12. Bunge M., Complementarité et Materialisme Dialectique, στὸ Recherches Internationales, No 4, Pysique, σελ. 79.
13. Sinelnicov k. sur les problemes philosophiques de la Physique actuelle ὅπου καὶ 12 σελ. 129.
14. Heisenberg W., Physics and Philosophy, George Allen and Unwin, London 1959, σελ. 160.
15. Rosenfeld L., στὸ Observation and Interpretation, Butterworths Scientific Publications, London 1957, σελ. 41.
16. Lurçat F., Reflexions sur les particules elementaires, Pensée 98, 1961, σ. 74.
17. Ὅπου καὶ 6, σελ. 134.
18. Bohm D., στὸ Observation and Interpretation, σελ. 37.
19. Blokhinzov D. I., Critique de la Conception Idealiste de la Theorie Quantique, στὸ Questions Scientifiques, Physique, Ed. de la Nouvelle Critique, Paris 1952, σελ. 116.
20. Janossy L., Les aspects physiques du problemee onde corpuscule, ὅπου καὶ 12 σελ. 52.
21. Blokhinzov D. I., Na Physique actuelle, La Nouvelle Critique, 113, 1960, σελ. 67.
22. Feyerabend, στὸ Observation and Interpretation, σελ. 48.
23. Σαχάτα Σέιτι, Νέες ἀπόψεις γιὰ τὴ δομὴ τῶν στοιχειωδῶν σωματίων, στὸ Βαπρόσι Φιλοσοφίᾳ, 6, 1962, σελ. 133 (στὰ Ρωσικά).
24. Landé A., From Dualisme to Unity in Quantum Physics, Cambridge 1960, σελ. 104.
25. Einstein A., Σχετικότης, μετ. Γ. Βουδούρη, Ἀθήναι 1950, σελ. 117.
26. Frenkel J., La notion de mouvement, ὅπου καὶ 12, σελ. 11.
27. Landau L., ὅπου καὶ 9, σελ. 247.
28. Bohm D., ὅπου καὶ 10, σελ. 121.
29. Terletski J. P., Vers les profondeurs des atomes, Pensée, 95, 1961, σελ. 33.
30. Ἀποψη τοῦ J. P. Vigier, στὸ Marxisme et Existentialisme, Plon, Paris 1962, σελ. 58.
31. Rosenfeld L., ὅπου καὶ 15, σελ. 44.