

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

1. Το σημερινό τεύχος του Δευκαλίωνα είναι αφιερωμένο στη φιλοσοφία της σύγχρονης φυσικής. Είναι δηλαδή αφιερωμένο στα επιστημονικά και στα φιλοσοφικά προβλήματα που γεννήθηκαν από τις δυο μεγάλες επιστημονικές επαναστάσεις των αρχών του αιώνα μας: τη θεωρία της σχετικότητας και τις κβαντικές θεωρίες.

2. Η σχετικότητα (Einstein, 1905 και 1916) είναι μια κλασική πεδιακή θεωρία: κατά κάποιον τρόπο ολοκλήρωσε — σε ό,τι αφορά τις δυο μορφές αλληλεπίδρασης, την ηλεκτρομαγνητική και τη βαρυτική— τη ριζική ανατροπή των αντιλήψεων, που εγκαινιάσθηκε με το έργο των Faraday και Maxwell στο χώρο του ηλεκτρομαγνητισμού.

Αλλά η θεωρία της σχετικότητας, τόσο στην ειδική όσο και στη γενικευμένη της μορφή, δεν είναι μια συνηθισμένη φυσική θεωρία. Από τη γέννησή της συνδέθηκε με μια νέα αντίληψη για τις σχέσεις χώρου, χρόνου, ύλης, και κίνησης, για τις σχέσεις μάζας και ενέργειας, και για το ρόλο του παρατηρητή και του συστήματος αναφοράς. Επίσης έθεσε από την πρώτη στιγμή, και με γενικευμένη μορφή, το πρόβλημα της αμεταβλητότητας των φυσικών νόμων, όταν περνάμε από ένα σύστημα αναφοράς σε άλλο.

Το φυσικό περιεχόμενο της θεωρίας της σχετικότητας είναι αφενός η ρελατιβιστική διατύπωση (γενίκευση) των νόμων του ηλεκτρομαγνητισμού και αφετέρου η νέα θεωρία της βαρύτητας του Einstein. Το περιεχόμενο αυτό καθορίζει το χαρακτήρα της σχετικότητας σαν κλασικής (μη κβαντικής, ή προκβαντικής) πεδιακής θεωρίας.

Ωστόσο, η «κλασική» αυτή θεωρία αποτελεί την άρνηση του κλασικού (μηχανιστικού) κοσμοειδώλου: απέκλεισε τη στιγμιαία δράση από απόσταση. Έφερε στο φως την ένότητα ύλης, χώρου, χρόνου και κίνησης. Έδωσε συγκεκριμένο περιεχόμενο στις έννοιες της αιτιότητας και του καθορισμού, αποδείχνοντας πως πρόκειται για διαδικασίες που *γίνονται* μέσα στο χώρο και στο χρόνο και που έχουν απόλυτο χαρακτήρα (ή χρονική τάξη τους δεν μπορεί να αντιστραφεί με οποιαδήποτε αλλαγή του συστήματος αναφοράς). Τέλος, η ρελατιβιστική θεωρία έδωσε τη δυνατότητα να διαμορφωθούν νέα κοσμολογικά πρότυπα που, έστω και αν δεν μπορούν να αξιώσουν το καθολικό ή την όριστικότητα, έχουν ωστόσο ξεπεράσει όριστικά την άκαμπτη (και μεταφυσική) νευτώνεια κοσμολογία. Πιο συγκεκριμένα, οι νέες κοσμολογίες βασίζονται σ' ένα άπειραντο υλικό, που προκύπτει όχι μόνο από τις αστρονομικές παρατηρήσεις, αλλά και από τη δη-

μουργική σύζευξη αστροφυσικής, κβαντικών θεωριών και φυσικής των στοιχειωδών σωματίων. Ἡ ἐξερεύνηση τῶν νέων αὐτῶν περιοχῶν τῆς φυσικῆς ἔχει ὡς ἀφετηρία τὴν εἰδικὴ καὶ τὴ γενικευμένη θεωρία τῆς σχετικότητας.

3. Σὲ ἀντίθεση μὲ τὴ σχετικότητα, οἱ κβαντικὲς θεωρίες ἔχουν ὡς ἀφετηρία τους τὴν ἀσυνέχεια τῶν ἐνεργειακῶν ἀνταλλαγῶν (κβάντο δράσης, Planck, 1900). Ἀλλὰ τὸ πρόβλημα τοῦ χαρακτήρα τῆς ἐνέργειας δὲν ἦταν παρὰ τὸ ξεκίνημα τῆς χιονοστιβάδας. Γιατὶ σύντομα ἡ νέα ἀντίληψη εἰσχώρησε στὴν περιοχὴ τῆς ἀτομικῆς κι ἀργότερα τῆς πυρηνικῆς φυσικῆς. Σὲ συνέχεια διαμορφώθηκαν οἱ θεωρίες τῶν μικροσωματίων καὶ μιὰ σειρά εἰδικότερων κλάδων (φυσικὴ στερεοῦ σώματος, ἠλεκτρονικὴ, κτλ.) ποὺ ἔχουν σὰν βάση τὶς νέες κβαντικὲς ἀντιλήψεις. Ἔτσι, ἐνῶ ἡ θεωρία τῆς σχετικότητας ἐξέφρασε κυρίως τοὺς νόμους τοῦ μακρόκοσμου καὶ τοῦ μεγάκοσμου, οἱ κβαντικὲς θεωρίες εἶναι κυρίως οἱ θεωρίες τοῦ μικρόκοσμου. Καὶ καθὼς σημειώσαμε, οἱ δύο θεωρίες διεισδύουν ἀμοιβαῖα, τόσο στὸ γενικὸ θεωρητικὸ ἐπίπεδο (ρελατιβιστικὴ κβαντικὴ μηχανικὴ, κβάντωση τῆς βαρύτητας) ὅσο καὶ σὲ ἐπιμέρους περιοχὲς (ἀστροφυσικὴ, φυσικὴ τοῦ πλάσματος, θεωρίες μικροσωματίων κτλ.).

Οἱ κβαντικὲς θεωρίες προκάλεσαν μιὰ περισσότερο δραματικὴ ἐπιστημολογικὴ καὶ φιλοσοφικὴ ἀναταραχὴ, ἀπ' ὅ,τι ἡ θεωρία τῆς σχετικότητας (παρόλο ποὺ ἡ τελευταία προκάλεσε περισσότερὴ ἔξαψη στὴ φαντασία εὐρύτερων στρωμάτων). Κι αὐτό, γιατί ὀρισμένες ἀπὸ τὶς ἐπιστημολογικὲς ἐρμηνεῖες τῆς κβαντικῆς μηχανικῆς ἔθεσαν σὲ ἀμφισβήτηση θεμελιώδεις κατηγορίες, ὅπως οἱ κατηγορίες τῆς αἰτιότητας, τῆς ἀντικειμενικότητας καὶ τῆς ἴδιας τῆς φυσικῆς πραγματικότητας.

Εἶναι γνωστὸ ὅτι οἱ νόμοι τῆς κβαντικῆς μηχανικῆς ἔχουν γενικὰ πιθανοκρατικὸ χαρακτήρα. (Συνήθως δὲν μνημονεύεται τὸ γεγονὸς ὅτι σειρά νόμων, ὅπως οἱ νόμοι τῆς διατήρησης τῆς μάζας, τῆς ἐνέργειας, τῆς στρωφορμῆς, τοῦ φορτίου, τοῦ βαρυονικοῦ καὶ τοῦ λεπτονικοῦ ἀριθμοῦ, κτλ., ἔχουν ἀπόλυτο χαρακτήρα.) Τέθηκε λοιπὸν τὸ ἐρώτημα: οἱ πιθανοκρατικοὶ νόμοι τῆς κβαντικῆς φυσικῆς εἶναι ἢ ὄχι ἀναγώγιμοι σὲ δυναμικοὺς νόμους; Κατὰ τὴν ὀρθόδοξη ἐρμηνεία (τῆς Σχολῆς τῆς Κοπεγχάγης) τὸ κβαντικὸ τυχαῖο, ἀντίθετα μὲ τὸ κλασικὸ, δὲν εἶναι ἀναγώγιμο. Κατὰ τὴν ἐρμηνεία αὐτὴ στὰ μικροφυσικὰ φαινόμενα δὲν ἰσχύει ἡ ἀρχὴ τῆς αἰτιοκρατίας καὶ ἡ κβαντικὴ μηχανικὴ εἶναι μιὰ πλήρης θεωρία. Κατὰ τὴ νετερμινιστικὴ σχολὴ ἀντίθετα (Einstein, Schrödinger, Planck, de Broglie, Langevin, κ.ἄ.) οἱ πιθανοκρατικοὶ νόμοι τῆς κβαντικῆς μηχανικῆς μποροῦν νὰ ἀναχθοῦν σὲ δυναμικοὺς, ἄρα ἡ θεωρία αὐτὴ δὲν εἶναι πλήρης θεωρία. Ἐπὶ μισὸν αἰῶνα συνεχίζεται ἡ διαμάχη γιὰ τὸ χαρακτήρα τῶν νόμων τῆς μικροφυσικῆς, ποὺ ἐξειδικεύεται στὰ προβλήματα τῆς πληρότητας, τοῦ διαχωρίσιμου τῶν κβαντικῶν συστημάτων, τῆς δομῆς τῶν προτάσεων τῆς κβαντικῆς μηχανικῆς, στὸ ρόλο τοῦ ὄργανου μέτρησης, κτλ.

Σε ό,τι αφορά τη μέτρηση, είναι γνωστό ότι, αντίθετα με την κλασική παραδοχή, το όργανο διαταράσσει το κβαντικό σύστημα. Έτσι δημιουργήθηκε το πρόβλημα της αντικειμενικότητας των δεδομένων του πειράματος, αλλά και ευρύτερα το πρόβλημα της ύπαρξης μεγεθών ανεξάρτητων από το όργανο της μέτρησης. Από όρισμένους εκπρόσωπους της ορθόδοξης σχολής αμφισβητήθηκε ή ίδια ή ύπαρξη των μικροφυσικών αντικειμένων ανεξάρτητα από τον παρατηρητή.

Η φυσική των μικροσωματίων προσκόμισε με τη σειρά της ένα τεράστιο υλικό που απαιτεί επιστημολογική διερεύνηση. Ο πλούτος και η κινητικότητα των μικροφυσικών όντοτήτων θέτει σειρά ολόκληρη από προβλήματα, όπως της ένότητας μέσα στην πολλαπλότητα των μορφών, των σχέσεων του «δυνάμει» και του «ένεργεια», κτλ., και τέλος το πρόβλημα της ίδιας της έννοιας της πραγματικότητας σ' αυτό το επίπεδο. Επίσης το πρόβλημα της ένότητας των γνωστών μορφών φυσικών αλληλεπιδράσεων έχει τεθεί από δεκαετίες και έχει σημειώσει τελευταία σημαντικές προόδους.

4. Είναι αυτονόητο ότι ένα τεύχος ενός περιοδικού δεν μπορεί ούτε καν να θίξει το τεράστιο αυτό σύνολο προβλημάτων. Έτσι αναγκαστήκαμε να επιλέξουμε όρισμένα χαρακτηριστικά κείμενα, που καλύπτουν μερικές βασικές πλευρές της επιστημολογίας της σύγχρονης φυσικής. Τα τέσσερα πρώτα άρθρα αφορούν τις ρελατιβιστικές θεωρίες. Τα υπόλοιπα πέντε αναφέρονται σε προβλήματα της κβαντικής φυσικής.

Στο πρώτο κείμενο, του H. Reichenbach, επιχειρείται μια συνολική εκτίμηση της θεωρίας της Σχετικότητας και των φιλοσοφικών της συνεπειών από έναν από τους εξέχοντες εκπρόσωπους του νεότερου θετικισμού. Το κείμενο αυτό είναι συνάμα ένα συνοπτικό πανόραμα της εμπειριστικής αντίληψης της επιστημολογίας όπου μπορεί κανείς να διακρίνει μία έντονη ρεαλιστική τάση που συμφωνεί με την αντίληψη του Einstein. Το επόμενο κείμενο είναι επίσης κλασικό. Στο κείμενο που δημοσιεύεται, ο Langevin, πρόδρομος της Σχετικότητας, που συνέβαλε σημαντικά στην ανάπτυξη και στη διάδοσή της, εκθέτει τα βασικά χαρακτηριστικά της θεωρίας με το βάθος και με τη σαφήνεια που χαρακτηρίζει τη σκέψη του. Ακολουθεί το κείμενο του V. Fock, ενός από τους σημαντικότερους φυσικούς της εποχής μας, στο οποίο διερευνάται, με χαρακτηριστική οξύδερκεια, το εννοιολογικό πλαίσιο της θεωρίας της βαρύτητας του Einstein. Εννοιολογική έρευνα που αποτελεί ταυτόχρονα και ουσιαστική εποικοδομητική επιστημολογική πρόταση. Το πρώτο μέρος κλείνει με το άρθρο του καθηγητή Merleau-Ponty, όπου συνοψίζονται οι νεότερες απόψεις για το κοσμολογικό πρόβλημα.

Το δεύτερο μέρος αρχίζει με ένα άρθρο του N. Bohr, ενός από τους ιδρυτές της κβαντικής θεωρίας και ήγερτης μορφής της Σχολής της Κοπεγχάγης. Το κείμενο που δημοσιεύουμε είναι ένα από τα τελευταία του μεγάλου σοφού και χαρακτηρίζεται από μια σαφή στροφή προς το ρεαλισμό, που είναι ο κύριος αντίπαλος της ορθόδοξης έρμηνείας. Τα επόμενα κείμενα είναι

περισσότερο εξειδικευμένα και άφοροῦν κυρίως τὸ πρόβλημα τῆς πληρότητας τῆς κβαντικῆς μηχανικῆς. Τὸ κείμενο τοῦ Δρ. Κωνσταντόπουλου σκιαγραφεῖ κριτικὰ τὴ διαμάχη Einstein-Bohr γύρω ἀπὸ τὸ πρόβλημα τῆς πληρότητας, ποῦ βρίσκεται καὶ σήμερα στὸ κέντρο, τόσο τῶν ἐπιστημολογικῶν συζητήσεων, ὅσο καὶ τῶν θεωρητικῶν καὶ πειραματικῶν ἐρευνῶν γιὰ τὶς λανθάνουσες παραμέτρους καὶ τὴν ἐνδεχόμενη διαμόρφωση μιᾶς νέας θεωρίας τοῦ μικρόκοσμου. Τὸ ἄρθρο τοῦ καθηγητῆ κ. d'Espagnat ἀναλύει τὸ θέμα τοῦ διαχωρίσμου τῶν κβαντικῶν συστημάτων καὶ τῆς πληρότητας τῆς κβαντικῆς μηχανικῆς, ἀπὸ τὴν ἄποψη τῆς λογικῆς τῶν προτάσεων τῆς κβαντικῆς μηχανικῆς, ἐνὸς κλάδου ποῦ γνώρισε σημαντικὴ ἀνάπτυξη τὰ τελευταῖα χρόνια. Σὲ συνέχεια ὁ L. de Broglie καὶ οἱ συνεργάτες του ἀντιμετωπίζουν τὸν ἴδιο κύκλο προβλημάτων ἀπὸ ρεαλιστικὴ καὶ αἰτιοκρατικὴ ἄποψη. Τὸ τελευταῖο ἄρθρο ἐπιχειρεῖ νὰ φέρει ἐπιχειρήματα ὑπὲρ τῆς αἰτιοκρατικῆς ἀντίληψης, μέσα ἀπὸ μιὰ δυναμικὴ θεώρηση τῶν κβαντικῶν συστημάτων.