

Ν. ΑΥΓΕΛΗΣ, Θεσσαλονίκη

ΓΝΩΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΥΓΧΡΟΝΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΚΟΣΜΟΕΙΔΩΛΟΥ*

Στόν αιώνα μας υπήρξαμε μάρτυρες μιᾶς μεγάλης καμπῆς στήν εξέλιξη τῆς φυσικῆς ἐπιστήμης, πού ἄρχισε μέ τή θεμελίωση, ἀπό τή μιὰ μεριά, τῆς θεωρίας τῆς σχετικότητος καί, ἀπό τήν ἄλλη, τῆς θεωρίας τῶν quanta. Ἡ εξέλιξη ἀκριβῶς αὐτῆ τῆς φυσικῆς ἐπιστήμης ἔβαλε τή φιλοσοφική σκέψη, πού θέλει νά βασίζεται πάνω σέ αὐστηρά δεδομένα καί νά μὴν ἀφήνεται σέ ἄγονες ἐννοιολογικὲς κατασκευές, μπροστὰ σέ καινούργιους προβληματισμούς. Ποτὲ ἄλλοτε στήν ἱστορία τῆς ἐπιστημονικῆς σκέψης ἡ εἰκόνα πού διαμορφώσαμε γιὰ τὸν κόσμο δὲν πῆρε τόσο ἀφηρημένη μορφή ὅσο σήμερα. Ἡ συγκεκριμένη πραγματικότητα βλέπομε νά μεταμορφώνεται σ' ἓνα λογικὸ σύστημα ἀφηρημένων ἐννοιῶν, πού μᾶς ἀπομακρύνει ὅλο καὶ πιὸ πολὺ ἀπὸ τὰ ἄμεσα δεδομένα τῆς ἐποπτείας. Φαίνεται, ἀπὸ πρώτη ἄποψη, νά συμβαίνει κάτι τὸ ἀληθινὰ παράδοξο: ἀντὶ τῆ φυσικῆς ἐπιστήμης, ὅπως ἴσως θὰ περιμέναμε, νά μᾶς φέρη πιὸ κοντὰ στὴ συγκεκριμένη φυσικὴ πραγματικότητα, μᾶς ἀπομακρύνει, ἀλλὰ ταυτόχρονα μέ τὴν ἀπομάκρυνσή της αὐτὴ κατορθώνει καλύτερα νά ἐντάξῃ τὰ φυσικὰ φαινόμενα μέσα σὲ ἓνα σύστημα σχέσεων, νά μᾶς ἀποκαλύψῃ, μέ ἄλλα λόγια, τὴ νομοτέλεια πού τὰ διέπει, κι αὐτὸ εἶναι πού ὀνομάζομε «φύση». Βέβαια ἡ ἀντικατάσταση τῆς συγκεκριμένης πραγματικότητος ἀπὸ ἓνα σύστημα μαθηματικῶν συμβόλων εἶχε ἀρχίσει ἀπὸ πολὺ παλιότερα. Σήμερα ὅμως ἀναγκαστήκαμε νά παραιτηθοῦμε καί ἀπὸ τὰ τελευταῖα κατάλοιπα ἐνὸς παραστατικοῦ «προτύπου» τῆς φυσικῆς πραγματικότητος, καθὼς οἱ πιὸ βασικὲς ἐννοιες τῆς θεωρητικῆς φυσικῆς, ὅπως ὁ χῶρος καὶ ὁ χρόνος, γίνονται ἓνα καθαρὰ ἀφηρημένο ἐννοιολογικὸ σχῆμα στὰ πλαίσια τῆς θεωρίας τῆς σχετικότητος, ἐνῶ παράλληλα καθίσταται πιά ἀδύνατη κι αὐτὴ ἡ συνεχῆς χωροχρονικὴ περιγραφή τῶν φυσικῶν γεγονότων στὰ πλαίσια τῆς θεωρίας τῶν quanta. Ἔτσι, ἡ σύγχρονη φυσικὴ ἐπιστήμη ἔθεσε στήν πιὸ ὀξεία του μορφή τὸ καίριο ἐπιστημολογικὸ πρόβλημα τῆς σχέσης ἀνάμεσα στὴ θεωρία καὶ τὴν ἐμπειρία, ἐνῶ ἀπὸ τήν ἄλλη ἔκανε ὅπωςδῆποτε πιὸ ξεκάθαρη τὴν ὅλη γνωσιοθεωρητικὴ δομὴ του.

* Ἀνακοίνωση στήν «Ἑλληνικὴ Φιλοσοφικὴ Ἑταιρεία» κατὰ τὴν ἐπιστημονικὴ συνεδρία τῆς 31.3.1975.



Για τὸν φυσικὸ ἐπιστήμονα θεωρεῖται ἴσως αὐτονόητο τὸ γεγονὸς ὅτι οἱ λογικὲς μας κατασκευές, τὰ τυπικὰ δηλαδή μαθηματικὰ συστήματα, βρίσκουν ἐφαρμογὴ στὴν ἐμπειρικὴ πραγματικότητα. Για τὸν κριτικὸ ὅμως φιλοσοφικὸ στοχασμὸ αὐτὸ ἀκριβῶς ἀποτελεῖ κύριο πρόβλημα. Εἶναι ἡ μεγάλη ἀρετὴ τῆς γενικῆς θεωρίας τῆς σχετικότητος τὸ ὅτι ὅξυνε, ἀπὸ τὴ μιὰ μεριά, τὸ διαχωρισμὸ ἀνάμεσα στὸ τυπικολογικὸ στοιχεῖο τῆς νόησης καὶ τὰ δεδομένα τῆς ἐποπτείας, ἐνῶ, ἀπὸ τὴν ἄλλη, βοήθησε σημαντικὰ στὸ φωτισμὸ τοῦ ὅλου γνωσιοθεωρητικοῦ προβλήματος. Τὸ μεγάλο βῆμα πρὸς τὴν κατεύθυνση αὐτὴ ἐγίνε μὲ τὴν εἰσαγωγὴ τῆς ἔννοιας τῆς σχετικότητος καὶ τῆς μὴ Εὐκλείδειου γεωμετρίας τοῦ Riemann στὴν περιγραφὴ τῆς φυσικῆς πραγματικότητος. Ἔτσι τὸ πρόβλημα τοῦ χώρου καὶ τοῦ χρόνου καὶ τῆς σχέσης ἀνάμεσα στὴ γεωμετρία καὶ τὴν ἐμπειρία μπῆκε σὲ μιὰν ἀποφασιστικὴ φάση τῆς ἱστορίας του.

Πραγματικά, ἡ εἰσαγωγὴ τῆς μὴ Εὐκλείδειου γεωμετρίας τοῦ Riemann ἔθεσε δύο οὐσιαστικὰ γιὰ κάθε θεωρία τῆς γνώσης ἐρωτήματα: πρῶτα πρῶτα τί εἶναι ἡ γεωμετρία καί, δεύτερον, πῶς εἶναι δυνατὴ ἡ ἐφαρμογὴ της στὴ φυσικὴ πραγματικότητα. Για τὴν Νευτωνικὴ Μηχανικὴ ὑπῆρχε μιὰ γεωμετρία τοῦ φυσικοῦ χώρου, ἡ γεωμετρία τοῦ Εὐκλείδη. Ἡ τελευταία θεωρήθηκε ὡς ἡ μόνη γεωμετρία ποὺ ἐφαρμόζεται στὴ φυσικὴ πραγματικότητα. Ἀπὸ τὴν ἄλλη μεριά πάλι, πέρα ἀπὸ τὴν ἐμπειρικὴ ἰσχὺ τους, τὰ ἀξιώματα τῆς Εὐκλείδειου γεωμετρίας φαινόταν νὰ ἔχουν τέτοιο αὐταπόδεικτο χαρακτήρα, ὥστε νὰ συνεπάγονται ἀπόλυτη βεβαιότητα καὶ λογικὴ ἀναγκαιότητα. Καὶ τὴ βεβαιότητα ἀκριβῶς αὐτὴ καὶ τὴν ἀναγκαιότητα χωρὶς ἀμφιβολία δὲν μπορεῖ νὰ μᾶς τὴν δώση ἡ ἐμπειρία. Ἄρα οἱ ἀρχές τῆς Εὐκλείδειου γεωμετρίας πρέπει νάναί πρὶν ἀπὸ κάθε ἐμπειρία νάναί a priori καί, κατὰ συνέπεια, ἡ γνώση ποὺ μᾶς παρέχει πρέπει νάναί συνθετικὴ a priori γνώση. Αὐτὴ ἦταν ἡ λύση τοῦ Kant. Βέβαια ὁ Kant δὲν μποροῦσε νὰ προβλέψη τὴν ἀνακάλυψη τῶν μὴ Εὐκλείδειων γεωμετριῶν καὶ στὸ σημεῖο αὐτὸ κατ' ἀνάγκην ὁ κριτικὸς του στοχασμὸς περιορίζεται ἀπὸ τὰ ἐπιστημονικὰ δεδομένα τῆς ἐποχῆς του.

Ἄν ὅμως τώρα διάφορα εἶδη γεωμετρικῶν συστημάτων θεωροῦνται μαθηματικῶς ἰσοδύναμα κι ἂν, ὡς τυπικὰ συστήματα, μᾶς δίνουν τοὺς δυνατοὺς χώρους ἐν γένει, ποιὸ ἄραγε ἀπὸ τὰ ἐν λόγῳ συστήματα βρίσκει ἐφαρμογὴ στὴ φυσικὴ πραγματικότητα; Ἡ ἀπάντηση στὸ παραπάνω ἐρώτημα μπορεῖ νὰ δοθῇ, ὅπως ἔδειξε ἡ θεωρία τῆς σχετικότητος, μέσα στὰ πλαίσια τῆς φυσικῆς ἐπιστήμης. Πραγματικά, ἡ θεωρία τῆς σχετικότητος, διατυπώνοντας μιὰ θεμελιακὴ σχέση ἀνάμεσα στὴ γεωμετρία καὶ τὴ βαρύτητα, μετέθεσε τὸ πρόβλημα τῆς δομῆς τοῦ χώρου στὴν περιοχὴ τῆς φυσικῆς: ὁ φυσικὸς χώρος ἔχει μὴ εὐκλείδειες ιδιότητες. Ἔτσι ἐγίνε καθαρὴ καὶ ἡ διάκριση ἀνάμεσα στὸ μαθηματικὸ χῶρο καὶ τὸ φυσικὸ χῶρο, ἀνάμεσα στὴ

μαθηματική γεωμετρία καὶ τῇ γεωμετρία τοῦ φυσικοῦ χώρου. Οἱ προτάσεις τῆς μαθηματικῆς γεωμετρίας εἶναι ἀπόλυτα βέβαιες, ἐνῶ οἱ προτάσεις τῆς γεωμετρίας τοῦ φυσικοῦ χώρου, ἐπειδὴ ἔχουν ἐμπειρικὸ χαρακτήρα, δὲν μπορεῖ νὰ ναι βέβαιες. Τῇ σχέσῃ ἀνάμεσα στὴ γεωμετρία καὶ τὴν ἐμπειρία διατυπώνει ὁ ἴδιος ὁ Einstein ὡς ἐξῆς : «Ὅσο οἱ νόμοι τῶν μαθηματικῶν ἀναφέρονται στὴν πραγματικότητα, δὲν εἶναι βέβαιοι· ὅσο εἶναι βέβαιοι, δὲν ἀναφέρονται στὴν πραγματικότητα»¹. Στὸ σημεῖο ἀκριβῶς αὐτὸ στηρίζεται ὁ σύγχρονος Θετικισμὸς γιὰ νὰ ἀνασκευάσῃ τὴν κριτικὴ φιλοσοφία τοῦ Kant. Κατὰ τὸν R. Carnap², ὅσο ἡ γεωμετρία μᾶς παρέχει συνθετικὴ γνώση, δὲν εἶναι *a priori*, ὅσο εἶναι *a priori*, δὲν εἶναι συνθετικὴ, ἄρα ἀποκλείεται ἡ δυνατότητα ἐν γένει τῆς *a priori* συνθετικῆς γνώσης τοῦ Kant. Γιὰ τὸν Λογικὸ Θετικισμὸ ἡ θεωρία τῆς σχετικότητος εἶχε ὡς κύρια γνωσιοθεωρητικὴ συνέπεια τὴν τελικὴ ἀποσύνθεση τῆς ὑπερβατολογικῆς φιλοσοφίας, μιᾶς φιλοσοφίας ποὺ δέχεται *a priori* συνθετικὲς κρίσεις κοντὰ στὶς ἀναλυτικὲς καὶ τὶς συνθετικὲς κρίσεις.

Ὅπως δὲ ποτε, μὲ βάση τὰ ἀποτελέσματα τῆς γενικῆς θεωρίας τῆς σχετικότητος, μποροῦμε νὰ ποῦμε ὅτι ἔγινε ἓνα βῆμα πέρα ἀπὸ τὸν Kant. Κι αὐτὸ συνίσταται στὸ γεγονὸς ὅτι ὄχι μόνον γίνονται πλέον ἀποδεκτὰ στὴν περιγραφὴ τῆς φυσικῆς πραγματικότητος γεωμετρικὰ ἀξιώματα καὶ νόμοι διαφορετικοὶ τῆς Εὐκλείδειου γεωμετρίας, ἀλλὰ ἡ ἀποδοχὴ ἀκριβῶς τῶν ἀξιωμάτων αὐτῶν θεμελιώνει καλύτερα τὴν ἐνότητα τῆς ἐμπειρίας. Αὐτὸ ὅμως δὲν στρέφεται κατ' ἀνάγκην ἐναντίον τῆς ἐννοίας τοῦ *a priori* ὡς ὁρου δυνατότητας τῆς ἐμπειρίας ἐν γένει. Ὁ σύγχρονος Θετικισμὸς συγχέει δύο πράγματα ξεχωριστά: τὸ πρόβλημα τῆς μετρικῆς τοῦ χώρου καὶ τὸ φιλοσοφικὸ πρόβλημα τοῦ χώρου. Ἡ σύγχυση αὐτὴ ὁδηγεῖ στὸν ἐξῆς συλλογισμό : ἐφ' ὅσον ἡ γεωμετρία τοῦ φυσικοῦ χώρου δὲν εἶναι, κατ' ἀνάγκην, Εὐκλείδειος, δὲν μπορεῖ ὁ χῶρος νὰ εἶναι μιὰ *a priori* κατασκευή, γιατί, ἂν ὁ χῶρος ἀνῆκε στὴν περιοχὴ τῆς *a priori* γνώσης, τότε μία γεωμετρία μονάχα θὰ ἦταν ἀληθινή. Ἡ ἴδια σύγχυση γίνεται καὶ ἀνάμεσα στὸ φιλοσοφικὸ πρόβλημα τοῦ χρόνου καὶ τὸ πρόβλημα τῆς μετρικῆς τοῦ χρόνου, μιὰ σύγχυση ποὺ ἔχει, σὲ τελευταία ἀνάλυση, τὴ ρίζα της στὴν ταύτιση ποὺ κάνει ὁ Θετικισμὸς ἀνάμεσα στὸ νόημα τῆς ἐννοίας καὶ στὴ συγκεκριμένη ἐφαρμογὴ της· τὸ νόημα δηλαδὴ τῆς ἐννοίας ὀρίζεται μέσα ἀπὸ μιὰ σειρά μετρήσεων.

Πραγματικά, ἡ κριτικὴ τοῦ Einstein πάνω στὶς ἐννοίες τοῦ χώρου καὶ τοῦ χρόνου τῆς κλασσικῆς Φυσικῆς γίνεται ἀπὸ τὴ σκοπιὰ τῆς ἐκτελεστι-

1. A. Einstein, *Geometry and Experience*, στὸ Feigl - Brodbeck, *Readings in the Philosophy of Science*, New York 1953, σελ. 188.

2. R. Carnap, *Philosophical Foundations of Physics*, New York 1966, σελ. 183.

κῆς, θὰ λέγαμε, θεωρίας τῶν ἐννοιῶν. Ἐτσι, μπορούμε νὰ ποῦμε πὼς ἡ θεωρία τῆς σχετικότητας εἶναι μία θεωρία ὅχι τοῦ χώρου καὶ τοῦ χρόνου, ἀλλὰ τῆς μετρικῆς τοῦ χώρου καὶ τοῦ χρόνου. Τὸ γνωσιοθεωρητικὸ ὅμως πρόβλημα τοῦ χώρου καὶ τοῦ χρόνου ἀναφέρεται ὅχι στὴ δομὴ, ἀλλὰ στὴ μορφή τοῦ χώρου καὶ τοῦ χρόνου. Ἡ θεωρία τῆς σχετικότητας ἔδειξε ὅτι ἡ δομὴ τοῦ χώρου καὶ τοῦ χρόνου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἐμπειρία, ἀλλὰ ὥστόσο ἡ μορφή τοῦ χώρου καὶ τοῦ χρόνου εἶναι πρὶν ἀπὸ κάθε ἐμπειρία. Πρὶν ρωτήσω π.χ. γιὰ τὸ «ταυτόχρονο» δυὸ γεγονότων καὶ ἐπιχειρήσω νὰ τὸ προσδιορίσω μὲ μετρήσεις· πρέπει νὰ ἔχω ἐκ τῶν προτέρων συλλάβει τὴν ἐννοια τοῦ γεγονότος ὡς χωροχρονικοῦ γεγονότος. Ὁ χώρος καὶ ὁ χρόνος ὡς μορφὲς τάξης, μέσα ἀπὸ τίς ὁποῖες ὀργανώνονται τὰ φαινόμενα, δὲν προκύπτουν μέσα ἀπὸ μετρήσεις· οἱ μετρήσεις προσδιορίζουν τὸ περιεχόμενο, ὅχι τὴ μορφή.

Κοντὰ στὴ θεωρία τῆς σχετικότητας μιὰ πιὸ ριζικὴ ἀλλαγὴ τῶν ἰδεῶν μας γιὰ τὸ φυσικὸ κόσμο ἐπέφερε στὰ χρόνια μας ἡ θεωρία τῶν *quanta*. Ἐνῶ ἡ θεωρία τῆς σχετικότητας θεωρεῖται πιά ὅτι ὀλοκληρώνει τὴν Κλασσικὴ Φυσικὴ, ἡ θεωρία τῶν *quanta* μπορεῖ νὰ χαρακτηριστῇ δίκαια ὡς μιὰ ἀληθινὴ ἐπιστημονικὴ ἐπανάσταση, γιὰτὶ μᾶς ὑποχρεώνει νὰ ἐπανεξετάσωμε ὅχι μόνο βασικὲς ἐννοιες τῆς φυσικῆς, ἀλλὰ, ἀπὸ μιὰν ἄποψη, καὶ βασικὲς κατηγορίες τῆς ἐπιστήμης, ὅπως τὴν κατηγορία τῆς αἰτιότητας.

Τὸ καινούργιο χαρακτηριστικὸ τῆς κβαντικῆς θεωρίας ἀποτελεῖ ἡ ὑπόθεση τοῦ Planck (1900) γιὰ τὴν ἐκπομπὴ καὶ ἀπορρόφηση τῆς ἐνέργειας κατὰ συνεχεῖς στοιχειώδεις ποσότητες (*quanta*), ἐνῶ στὴν Κλασσικὴ Φυσικὴ, καθὼς ξέρομε, ἡ ἐνέργεια μεταβάλλεται κατὰ τρόπο συνεχῆ. Ὁ Einstein, λίγο ἀργότερα, τὸ 1905, ἐφάρμοσε τὴν ὑπόθεση αὐτὴ στὰ φαινόμενα τοῦ φωτός, πρᾶγμα ποὺ εἶχε ὡς συνέπεια νὰ ἀναβιώσῃ ἡ σωματιδιακὴ θεωρία τοῦ Νεύτωνος. Ἐτσι θεμελιώνεται ὁ σωματιδιακὸς καὶ ταυτόχρονα κυματικὸς χαρακτήρας τοῦ φωτός. Τελικά, ὁ δυισμὸς σωματιδίου-κύματος μεταφέρεται στὴν ἴδια τὴν ὕλη μὲ τὴν ὑπόθεση τῶν ὀλοκυμάτων τοῦ De Broglie (1924), ποὺ βρῆκε τρία χρόνια ἀργότερα (τὸ 1927) πειραματικὴ ἐπαλήθευση. Οἱ καινούργιες αὐτὲς ιδέες ὠδήγησαν στὴν Κυματομηχανικὴ τοῦ Schrödinger καὶ τὴν Κβαντομηχανικὴ τοῦ Heisenberg καὶ τοῦ M. Born. Ἡ θεωρία τοῦ Schrödinger βασίζεται στὴν κυματικὴ εἰκόνα, ἐνῶ ὁ Heisenberg, εἰσάγοντας τὴν ἀρχὴ τῶν μὴ παρατηρησίμων μεγεθῶν, προτίμησε ἓνα μαθηματικὸ «πρότυπο» (ἄλγεβρα τῶν μητρῶν), ποὺ ἐρμηνεύεται καλύτερα μὲ βάση τὴν ἐννοια τοῦ σωματιδίου. Ὡστόσο καὶ οἱ δυὸ περιγραφὲς εἶναι ἰσοδύναμες.

Τὸ 1927 ὁ Heisenberg ὀδηγεῖται στὴ διατύπωση μιᾶς βασικῆς γιὰ τὴν περιγραφὴ τῶν μικροσκοπικῶν φαινομένων, τὴν περίφημη «ἀρχὴ τῆς ἀπροσδιοριστίας», ποὺ ἀποτέλεσε τὸ ἐπίκεντρο τῶν φιλοσοφικῶν συζητή-

σεων, γιατί συνδέθηκε με μια βασική κατηγορία, την κατηγορία της αιτιότητας. Σύμφωνα με την αρχή αυτή είναι αδύνατος ο ταυτόχρονος προσδιορισμός της θέσης και της όρμης ενός ηλεκτρονίου. Ο ακριβής προσδιορισμός του ενός οδηγεί σε ολοκληρωτική άγνοια του άλλου. Έτσι καταστρέφεται ή συνεχής χωροχρονική περιγραφή του φυσικού γεγονότος, όπως την ξέρομε από την Κλασσική Φυσική. Στην περιοχή των *quanta* ή περιγραφή των φυσικών φαινομένων γίνεται με στοιχεΐα που συμπληρώνουν το ένα το άλλο, για να μᾶς δώσουν την κλασσική εικόνα περιγραφής. Τα συμπληρωματικά στοιχεΐα είναι ή θέση και ή όρμη. Οί μεταβλητές αυτές είναι συμπληρωματικές με τη σημασία ότι: α) ἀλληλοαποκλείονται, αφού ή ακρίβεια προσδιορισμού της τιμής της μίας έχει ως αποτέλεσμα την ἀβεβαιότητα ὅσον ἀφορᾷ την τιμή της συμπληρωματικής της, κι ὅτι εἶναι ἀπαραίτητες γιὰ μιὰ πλήρη περιγραφή τῶν πειραματικῶν δεδομένων, πού ή τωρινή κβαντική θεωρία ὑποτίθεται ὅτι μᾶς παρέχει. Αὐτή εἶναι ή «ἀρχή της συμπληρωματικότητας» τοῦ Bohr, πού δίνει μιάν ἐρμηνεία στὸν παράδοξο δυισμό σωματιδίου-κύματος, γιατί τελικὰ κατορθώνει νὰ συσχετίση δύο ἔννοιες ἀσυμβίβαστες ἀπὸ τὴ σκοπιὰ της Κλασσικῆς Φυσικῆς. Κατὰ τὴν ἀρχή αὐτή τὸ σωματίδιο καὶ τὸ κύμα εἶναι δύο συμπληρωματικὲς ἀπόψεις τοῦ ἴδιου ἀντικειμένου. Συγκεκριμένα, τὸ ζεύγος τῶν μεταβλητῶν (θέση καὶ χρόνος) μᾶς περιγράφει τὴ σωματιδιακὴ ἄποψη, ἐνῶ τὸ ἄλλο ζεύγος (ὀρμη καὶ ἐνέργεια) τὴν κυματικὴ ἄποψη τῆς φυσικῆς πραγματικότητας. Κατὰ τὴν ἐρμηνεία τῆς Σχολῆς τῆς Κοπεγχάγης, πού εἶναι καὶ ή ἐρμηνεία τοῦ σύγχρονου Θετικισμοῦ (στὶς διάφορες μορφές του), τὸ σωματίδιο καὶ τὸ κύμα δὲν ὑπάρχουν, δὲν ἔχουν ὄντολογικὸ χαρακτήρα, ἀλλὰ πλασματικὸ χαρακτήρα κι ἔχουν νόημα, μονάχα ἐφ' ὅσον μπορούμε με τὴ βοήθειά τους νὰ περιγράψουμε, εἰσάγοντας ἓνα στοιχεῖο οἰκονομίας, σχέσεις ἀνάμεσα σὲ μακροφυσικὰ φαινόμενα καὶ φαινόμενα τοῦ μικροκόσμου.

Τὰ προβλήματα πού προκύπτουν στὴν περιοχή τῆς κβαντικῆς θεωρίας εἶναι γιὰ τὴ σύγχρονη νεοεμπειρικὴ ἐπιστημολογία πιὸ πολὺ προβλήματα γλώσσας. Ἔχουμε, κατ' ἀρχήν, ὡς σταθερὸ σημείο ἀναφορᾶς τὴ γλώσσα τῆς Κλασσικῆς Φυσικῆς, πού εἶναι κοντὰ στὴν ἐμπειρία τῆς καθημερινῆς ζωῆς. Στὴ γλώσσα αὐτὴ ὑπάρχει ὡς δεδομένο ἤδη ὁ δυισμὸς σωματιδίου - κύματος, ἀπὸ τὸν ὁποῖο δὲν μπορούμε νὰ ἀπομακρυνθοῦμε, γιατί τότε αἴρεται κάθε ἐπικοινωνία μας μέσφ τοῦ γλωσσικοῦ ὀργάνου. Ἡ συμπληρωματικότητα ἀντικατοπτρίζει τοὺς συντακτικοὺς κανόνες τῆς γλώσσας πού συνήθως χρησιμοποιοῦμε. Δὲν μπορούμε νὰ φανταστοῦμε ἓνα φυσικὸ γεγονὸς διαφορετικὰ παρὰ ὡς ἓνα σωματίδιο σὲ κίνηση ἢ ὡς ἓνα κύμα. Τὰ δύο αὐτὰ ἐποπτικὰ «πρότυπα» ἀποτελοῦν τὴ βάση, πάνω στὴν ὁποία κατασκευάζεται τὸ σύστημα τῆς γλώσσας μας. Ἀπὸ τὴ στιγμή τώρα πού στὴν κβαντικὴ θεωρία τὰ «πρότυπα» αὐτὰ εἶναι συμπληρωματικά, καμιά αἰτιώδης σχέ-

ση, με τη σημασία του δυναμικού νόμου της Κλασσικής Μηχανικής, δεν μπορεί να ισχύει ανάμεσα σε δυο διαφορετικά γεγονότα που περιγράφονται σε δυο διαφορετικά γλωσσικά συστήματα. Αυτό καθιστά αναγκαία την αναθεώρηση της έννοιας της αιτιότητας στην κβαντική θεωρία. 'Ο αιτιότητα έχει νόημα μέσα σ' ένα όρισμένο γλωσσικό σύστημα και έφ' όσον είναι δυνατή ή αναφορά μας σ' έναν τύπο νόμου. 'Αλλά ό τύπος νόμου που έχουμε στην κβαντική θεωρία δεν είναι αιτιοκρατικός, αλλά στατιστικός, λόγω των σχέσεων της άπροσδιοριστίας. 'Αρα παύει να λειτουργή στο κβαντικό επίπεδο μια βασική κατηγορία της επιστήμης, ή κατηγορία της αιτιότητας.

Τό παράδοξο στην έρμηνεία της συμπληρωματικότητας συνίσταται στο γεγονός ότι, ενώ οί έννοιες της Κλασσικής Φυσικής έχουν ριζικά αλλάξει, ώστόσο θεωρούμε ως βασική γλώσσα τη γλώσσα της Κλασσικής Φυσικής. Πρόκειται για ένα γνωσιοθεωρητικό πρότυπο αναγωγής στο έμπειρικό δεδομένο που χαρακτηρίζει γενικότερα τό σύγχρονο Θετικισμό. Σύμφωνα με τό πρότυπο αυτό, τά έμπειρικά δεδομένα έχουν μιάν αυτόνομία απέναντι στο θεωρητικό σύστημα. 'Η σύγχρονη όμως Φυσική και ιδιαίτερα ή κβαντική θεωρία δεν μάς επιτρέπει πιά να μιλούμε για έμπειρικά δεδομένα, που υπάρχουν έξω και ανεξάρτητα από ένα θεωρητικό σύστημα σχέσεων. οί σχέσεις ακριβώς της άπροσδιοριστίας, που ισχύουν μονάχα σε σχέση με την υπόθεση του Planck και τό μαθηματικό φορμαλισμό της όλης θεωρίας, δείχνουν πώς είναι αδύνατο να ξεχωρίσουμε καθαρά τις αρχές και του νόμους από τά πειραματικά δεδομένα. 'Η έννοια του νόμου κατά τη λογική σημασία προηγείται της έννοιας του «δεδομένου» πράγματος. Τά πράγματα είναι πιο πολύ τό έσχατο στην γνωστική μας πορεία. Κανένα αντικείμενο δεν δίδεται άλλιώς παρά μέσα από τό νόμο, ώστε για αντικειμενική πραγματικότητα μπορούμε να μιλούμε εκεί όπου υπάρχει νομοτέλεια. Τό άτομο, τό ήλεκτρόνιο ή τά άλλα σωματίδια της Μικροφυσικής δεν είναι παρά ένα πλέγμα σχέσεων, που μονάχα μέσα από νόμους μπορούν να περιγραφούν.

'Αλλά τότε που όφείλεται ό τόσο μεγάλος θόρυβος που έγινε γύρω από την πτώση μιās βασικής κατηγορίας της επιστήμης, δηλαδή της αιτιότητας, που αποτελεί ακριβώς την α priori μορφή της νομοτέλειας; Νομίζουμε πώς βασικά όφείλεται στο γεγονός ότι ή αιτιότητα ταυτίστηκε μ' έναν τύπο νόμου, τόν δυναμικό νόμο της Κλασσικής Φυσικής και στη συνέχεια ή λογική της σημασία εξαντλήθηκε στο κριτήριο της εφαρμογής της, που δεν είναι άλλο από την πρόβλεψη. 'Από τη στιγμή που οί σχέσεις της άπροσδιοριστίας του Heisenberg καθιστούσαν αδύνατη την πρόβλεψη στη μορφή που είχε στα πλαίσια της Κλασσικής Μηχανικής, ή αιτιότητα θεωρήθηκε πώς έπαψε να λειτουργή σε μιá περιοχή της φυσικής πραγματικότητας. 'Αλλά ή αρχή της αιτιότητας δεν είναι φυσικός νόμος, αλλά

ἐκεῖνο τὸ θεωρητικὸ κοίταγμα τοῦ κόσμου, ποὺ μᾶς ἐπιτρέπει ἀκριβῶς νὰ μιλοῦμε γιὰ νόμους ἐν γένει. Ἡ ἀρχὴ τῆς ἀπροσδιοριστίας δὲν ἀποδεικνύει ὅτι δὲν ἰσχύει ἡ αἰτιότητα στὴν περιοχὴ τῆς Μικροφυσικῆς, ἀλλὰ ὅτι πρέπει νὰ κάνουμε μιὰν αὐστηρὴ διάκριση ἀνάμεσα στὴν αἰτιότητα καὶ τὸ κριτήριο τῆς ἐφαρμογῆς ἐνὸς αἰτιοκρατικοῦ νόμου.

Ἡ σύγχρονη κατάσταση στὴ φυσικὴ ἐπιστήμη καὶ ἰδιαίτερα στὴ Μικροφυσικὴ δὲν ἔκανε μονάχα, ὅπως τονίσαμε ἤδη, ὁξὺ τὸ καίριο ἐπιστημολογικὸ πρόβλημα τῆς σχέσης ἀνάμεσα στὴ θεωρία καὶ τὴν ἐποπτεία, ἀλλὰ μαζὶ ἔκανε πιὸ ξεκάθαρη καὶ τὴν ὅλη γνωσιοθεωρητικὴ δομὴ του, ἔτσι ὥστε λιγότερο ἀπὸ κάθε ἄλλη φορὰ μποροῦμε σήμερα νὰ μιλοῦμε γιὰ μιὰν αὐτονομία τῆς ἐποπτείας, κατὰ τὸ νεοεμπειρικὸ πρότυπο ἀναγωγῆς. Γιατὶ κανένας ἀπὸ τοὺς δύο παράγοντες δὲν μπορεῖ, κατὰ τὴν γνωστικὴ διαδικασία, νὰ ὑφίσταται ἀπὸ μόνος του παρὰ στὴ σχέση του μὲ τὸν ἄλλο. Ἴσως θὰ πρέπει νὰ ἀναζητήσουμε τὴν κοινὴ ρίζα (γιατὶ φαίνεται πὼς πρόκειται γιὰ μιὰ κοινὴ ρίζα) τῆς νόησης καὶ τῆς αἰσθητικότητας μέσα στὴ δομὴ τοῦ ἴδιου τοῦ φυσικοῦ ἀντικειμένου.

DIE GEGENWÄRTIGE SITUATION DER WISSENSCHAFTSTHEORIE IM LICHT DER MODERNEN PHYSIK

Zusammenfassung.

Hiermit werden die philosophischen Probleme berücksichtigt, welche im Zusammenhang mit der Relativitäts- und Quantentheorie aufgetreten sind und die erkenntnislogische Struktur des Verhältnisses von Theorie und Erfahrung anbetreffen. Die philosophischen Fragen, zu denen die moderne Physik als eine empirische Wissenschaft führt, werden zunächst vom Standpunkt der neopositivistischen Interpretation behandelt. Die Analyse der erkenntnislogischen Voraussetzungen des neopositivistischen Standpunktes erlaubt es, die Grenzen einer solcher Deutung anzugeben.

Thessaloniki

Nikolaos Angelis