

# ΑΡΧΕΙΟΝ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑΣ

ΚΑΙ

# ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΡΙΜΗΝΙΑΙΟΝ ΦΙΛΟΣΟΦΙΚΟΝ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΝ

«Τὸ γὰρ αὐτὸ νοεῖν ἐστὶν τε καὶ εἶναι»

ΠΑΡΜΕΝΙΔΗΣ

ΤΑΚΤΙΚΟΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΑΙ

Heinrich Rickert Καθ. τοῦ Πανεπιστημίου τῆς Heidelberg. — Ernst Hoffman Καθ. τοῦ Πανεπιστημίου Heidelberg. — Erich Frank, Καθ. τοῦ Πανεπιστημίου τῆς Marburg. — Guido Calogero Καθ. τοῦ Πανεπιστημίου τῆς Φλωρεντίας. — Ραφ. Δήμου, Καθ. τοῦ Πανεπιστημίου Harvard τῶν Ἡν. Πολ. τῆς Ἀμερικῆς — Κ. Τριανταφυλλόπουλος Καθ. τοῦ Πανεπιστημίου τῶν Ἀθηνῶν. — August Faust Καθ. τοῦ Πανεπιστημίου τῆς Heidelberg. — Μιχ. Τσαμαδός. — Χ. Τζωρτζόπουλος Καθ. τοῦ Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. — Franz Boehm ὑφηγ. τοῦ Πανεπιστημίου Heidelberg. — Παν. Κανελλόπουλος Καθ. Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν. — Κωνσταντῖνος Τσάτσος Καθ. Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν. — Ἰωάν. Θεοδωρακόπουλος Καθ. Πανεπιστημίου Θεσ-νίκης. — Θεμ. Τσάτσος ὑφηγ. Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν.

ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

ΤΥΠΟΙΣ: Κ. Σ. ΠΑΠΑΔΟΓΙΑΝΝΗ

ΨΑΡΡΩΝ 41

1935

# Η ΦΙΛΟΣΟΦΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΝΕΩΤΕΡΗΣ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

Δυὸ διαλέξεις πού ἔγιναν στή σειρά τῶν ὁμιλιῶν  
ἐπί θεμάτων Χημείας, Φυσικοχημείας καί Φυσικῆς

Υ Π Ο

ΑΛΚΙΒΙΑΔΟΥ Μ. ΤΣΙΡΙΜΩΚΟΥ

Ἐπιμελητοῦ τῆς Φυσικῆς εἰς τὸ Ἐ. Μ. Πολυτεχνεῖον.\*)

Ι Ι

§ 12. Ἡ θεωρία τῶν Quanta παρουσιάζει μιὰ σημαντικὴ διαφορὰ σχετικὰ μὲ τὴ θεωρία τοῦ Einstein. Ἐνῶ δηλαδὴ ὅλες οἱ ἐργασίες τοῦ Einstein (εἰδική, γενικευμένη σχετικότητα, θεωρία τοῦ ἐνιαίου πεδίου) συνεχίζουν τὴν πορεία πρὸς τὸ ἰδανικὸ πού ὁδήγησε τὴ σκέψη τοῦ φυσικοῦ ὡς τὴν κλασσικὴ φυσικὴ, ἡ θεωρία τῶν Quanta φαίνεται νὰ ὑπαγορεύει τὴν ἐγκατάλειψη τοῦ ἰδανικοῦ αὐτοῦ, καὶ αὐτὸ ὄχι πρόσκαιρα ἀλλὰ γιὰ πάντα.

Τὸ ἰδανικὸ αὐτό, ὅπως προσπαθοῦσαμε νὰ δείξουμε, πρῶτος τὸ διακρίνει ὁ Descartes καὶ τὸ ὁρίζει τελειότερα ὁ Νεύτων. Σύμφωνα μ' αὐτὸ σκοπὸς τῆς φυσικῆς εἶναι νὰ κλείσει μέσα σὲ ἐνιαία ἐπαγωγικὴ θεωρία τὸ σύνολο τῆς φυσικῆς πραγματικότητας.

Ὁ τρόπος μὲ τὸν ὁποῖον ἡ σκέψη τοῦ φυσικοῦ, νοιώθει σὲ κάθε ἐποχῇ, τὴν πραγματοποίηση τοῦ ἰδανικοῦ αὐτοῦ, ἀλλάζει, παρακολουθώντας τὴν ἐξέλιξη τοῦ μαθηματικοῦ ὄργανου πού διαθέτει.

Εἶναι εὐκόλο νὰ φανεῖ, πὼς σὲ κάθε μιὰ ἀπὸ τίς ἐποχὲς πού διακρίναμε στὴν ἐξέλιξη τῆς φυσικῆς σὰν ἐξέλιξη τῆς ἔννοιας τοῦ φυσικοῦ νόμου, ἀντιστοιχεῖ μιὰ ἀντίληψη τοῦ ἰδανικοῦ τῆς φυσικῆς, πού

\*) Ἴδτε Ἀρχεῖον Φιλοσοφίας Ἔτος ΣΤ', τεῦχος 2ον.

διατυπώνεται ανάλογα μὲ τὸ μαθηματικὸ ὄργανο ποὺ τὴ χαρακτηρίζει. Ἔτσι στὴν ἐποχὴ τοῦ Νεύτωνα τὸ ἰδανικὸ τῆς θεωρητικῆς φυσικῆς εἶναι νὰ ἐκφράσει σ' ἓνα σύστημα ἀπὸ διαφορικές ἐξισώσεις (ὀλικές) τὴ φυσικὴ πραγματικότητα στὸ σύνολό της. Οἱ διαφορικές αὐτὲς ἐξισώσεις ἀντιστοιχοῦνε σὲ μιὰ μηχανιστικὴ ἐξήγηση τῶν φυσικῶν φαινομένων ποὺ χρησιμοποιεῖ τὶς ἔννοιες τοῦ ἀπόλυτου χώρου καὶ χρόνου, τοῦ ὑλικοῦ σημείου καὶ τῆς δύναμης, καὶ ποὺ στηρίζεται σὲ μιὰ ἀπόλυτη ἐφαρμογὴ τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητας.

Στὴν ἐποχὴ τῆς κλ. φυσικῆς τὸ ἰδανικὸ αὐτὸ περιέχεται σ' αὐτὸ ποὺ ὁ Einstein ὀνομάζει πρόγραμμα τοῦ Maxwell. Τὸ πρόγραμμα αὐτό, σύμφωνα μὲ τὸ μαθηματικὸ ὄργανο ποὺ διαθέτει, ὀρίζει σκοπὸ τῆς φυσικῆς τὴ διατύπωση τῆς φυσικῆς πραγματικότητας σὲ ἐξισώσεις μὲ μερικὲς παραγώγους. Οἱ ἐξισώσεις αὐτὲς ἀντιστοιχοῦνε σὲ μιὰ ἐντελῶς φαινομενολογικὴ κατανόηση τῆς φυσικῆς πραγματικότητας, (χωρὶς νὰ δώσει παραστατικὴ μηχανικὴ ὑπόθεση), βασισμένη στὴ θεωρία τῶν συνεχῶν πεδίων ἀλλὰ τὸ πρόγραμμα τοῦ Maxwell ποὺ ἐκφράζει τὸ ἰδανικὸ τῆς φαινομενολογικῆς σχολῆς στὴ φυσικὴ, διατηρεῖ γιὰ ἐπιστημολογικὸ βᾶθρο τὴν ἀρχὴ τῆς αἰτιότητας.

Ἡ φυσικὴ τῶρα τῶν Quanta, ὑποστηρίζει, κι' αὐτὸ τὴν χωρίζει ἀπὸ τὴν κλ. φυσικὴ, πὼς ἡ πραγματοποίηση τοῦ ἰδανικοῦ αὐτοῦ εἶναι ἀδύνατη. Βρίσκει πὼς οὔτε τὸ μαθηματικὸ ὄργανο ποὺ διαθέτει ἡ κλ. φυσικὴ μὰ οὔτε καὶ τὸ ἐπιστημολογικὸ βᾶθρο της, εἶναι ἱκανὰ ν' ἀγκαλιάσουνε συνθετικὰ τὰ φαινόμενα τῆς μακροφυσικῆς καὶ τῆς μικροφυσικῆς. Σὲ ὅ,τι ἀφορᾷ τὸ μαθηματικὸ ὄργανο, πραγματικὰ φαίνεται, πὼς ἡ θεωρία τῶν Quanta εἰσάγοντας μιὰ θεμελιακὴ ἀσυνέχεια στὴν ἐνεργητικὴ συναλλαγὴ ποὺ πραγματοποιεῖται στὴν περιοχὴ τῆς μικροφυσικῆς δημιουργεῖ ἀνυπέρβλητες δυσκολίες, στὴν ἐφαρμογὴ τῆς θεωρίας τῶν συνεχῶν πεδίων. Μένει ὅμως νὰ ἐξετασθεῖ ἂν καὶ σὲ ὅ,τι ἀφορᾷ τὸ ἐπιστημολογικὸ βᾶθρο τῆς κλ. φυσικῆς ἡ θεωρία τῶν Quanta θίγει μὲ τρόπο ἀπόλυτο τὴν ἀρχὴ τῆς αἰτιότητας. Πρέπει δηλαδὴ νὰ ἐρευνηθεῖ στὴ θεωρία τῶν Quanta τὸ τρίτο αὐτὸ συστατικὸ τοῦ φυσικοῦ νόμου ποὺ ἀποτελεῖ τὸν ἀργοσάλευτο πυρῆνα του, τὸ θίγει μὲ τρόπο τόσο ἀπόλυτο ὥστε νὰ δικαιώνεται ἡ ἐγκατάλειψή του.

Ἡ ἐργασία λοιπὸν ποὺ μᾶς μένει νὰ κάνουμε εἶναι ν' ἀπαντήσουμε στὸ ἐρώτημα: *Μὲ τὴ θεωρία τῶν Quanta, όταν προσεκτικὰ ξεδιαλύνουμε τοὺς θεωρητικούς της δεσμοὺς μὲ τὴν κλ. φυσικὴ σημειώνεται μιὰ μοναδικὴ καμπὴ στὴν ἐξελικτικὴ γραμμὴ τῆς Φυσικῆς;*

Εἰδικεύοντες τὸ ἐρώτημα αὐτὸ μπορούμε νὰ τὸ διατυπώσουμε ὡς ἐξῆς: *Ἡ θεωρία τῶν Quanta ὑπαγορεύει μὲ τρόπο ἀπόλυτο τὴν ἐγκατάλειψη τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητας;* Ἡ καταφατικὴ ἀπάντηση ποὺ δίνεται στὸ ἐρώτημα αὐτὸ ἀπὸ σύγχρονους ἐπιστήμονες καὶ φιλοσόφους εἶνε ἡ αἰτία πρὸς κἄν νὰ ἀποδίδεται στὴ θεωρία τῶν Quanta μιὰ ἐπαναστατικὴ μὲ γενικώτερη φιλοσοφικὴ σημασία.

Θὰ προσπαθήσουμε ἀντίθετα νὰ δείξουμε ὅτι ἡ ἐγκατάλειψη τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητας δὲν εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα μιᾶς ἀντικειμενικῆς ἔρευνας τοῦ θεωρητικοῦ ὕλικου τῆς φυσικῆς τῶν Quanta. Θὰ ὑποστηρίξουμε δηλαδὴ ὅτι: *Ὑπάρχει μιὰ ἐξελικτικὴ γραμμὴ ποὺ φέρνει ἀπὸ τὴν κλασσικὴ φυσικὴ στὴ φυσικὴ τῶν Quanta.* Στὸ τέρας τῆς γραμμῆς αὐτῆς ὅταν παρακαλουθοῦμε τὴν ἐξέλιξη τῆς ἔννοιας φυσικοῦ νόμου σὰν ἐξέλιξη τῶν τριῶν χαρακτηριστικῶν συστατικῶν του, δὲ βρίσκουμε σὰν ἀναπόφευκτη συνέπεια τὴν ἐγκατάλειψη τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητας, ἀλλὰ μιὰ βαθύτερη κατανόηση τῆς σχέσεως ποὺ συνδέει τὰ δυὸ συστατικὰ τοῦ φυσικοῦ νόμου: τὴν παραστατικὴν ὑπόθεσιν καὶ τὴν ἀρχὴν τῆς αἰτιότητας στὴ δημιουργίαν τῆς φυσικῆς θεωρίας.

§ 13. Εἶδαμε προηγουμένως ὅτι συνυπάρχουνε στὴν κλ. φυσικὴ δυὸ ἀντίμαχες σχολές: ἡ φαινομενολογικὴ καὶ ἡ ἀτομικιστικὴ. Ἐνα προσεκτικὸ κοίταγμα ποὺ θὰ ζητεῖ νὰ βρεῖ τίς κυριώτερες διαφορὰς ποὺ παρουσιάζουν στὸ ἐπιστημολογικὸ ἐπίπεδο οἱ δυὸ αὐτὲς σχολές διακρίνει νὰ χαρακτηρίζονται ἀπὸ τὴν διαφορετικὴν σημασίαν ποὺ ἀποδίδουνε στὰ τρία χαρακτηριστικὰ στοιχεῖα τοῦ φυσικοῦ νόμου. Ἐτσι ἡ φαινομενολογικὴ σχολὴ ποὺ ἔχει γιὰ μαθηματικὴ μορφή διαφορικὰς ἐξισώσεις, ἀποφεύγει τίς παραστατικὰς ὑποθέσεις καὶ στηρίζεται στὴν ἀρχὴν τῆς αἰτιότητας, ἐνῶ ἡ ἀτομικιστικὴ ἔχει στατιστικὴν διατύπωση τῶν νόμων, χρησιμοποιώντας παραστατικὰς ὑποθέσεις καὶ

στηρίζεται στην ἀρχὴ τῆς αἰτιότητας δίνοντάς της στατιστικὴ σημασία.

Θεωροῦμε, καὶ αὐτὸ εἶναι χαρακτηριστικὸ τῆς θέσης ποὺ ὑποστηρίζουμε, ὅτι ἡ σκέψη τοῦ φυσικοῦ παρουσιάζει στὴν περίοδο τῆς κλ. φυσικῆς μιὰ συνεχὴ αἰώρηση· αὐτὴ τὴν προκαλοῦν οἱ δύο ἀντιθέσεις ποὺ τὴν ἀντιπροσωπεύουν οἱ δύο αὐτὲς σχολές. Νομίζουμε ἀκόμα ὅτι ὅσο μένομε στὸ εἰδικότερα ἐπιστημονικὸ ἐπίπεδα, ἡ αἰώρηση αὐτὴ συνεχίζεται καὶ στὴ νέα φυσικὴ, ὅπου πιστοποιοῦμε κάθε ἀποτυχία τῆς ἀτομικιστικῆς σχολῆς, καὶ ὁδηγεῖ σὲ μιὰ στροφὴ πρὸς τὴ φαινομενολογικὴ κατεύθυνση.

Οἱ δύο κλάδοι τῆς νεώτερης θεωρίας τῶν Quanta: ἡ μηχανικὴ τῶν Μητρῶν τοῦ Heisenberg κλ καὶ ἡ κυματομηχανικὴ τῶν Broglie-Schrödinger συνεχίζουν τὸν φαινομενολογικὸ καὶ τὸν παραστατικὸ κλάδους ποὺ συναντῶμε στὴν κλ. φυσικὴ.

Δὲν εἶναι βέβαια ἀπόλυτα ὀρθὴ ἡ ἀντιστοιχία αὐτὴ ὅσο θεωροῦμε τὴ συνολικὴ ἐξέλιξη ποὺ πύρανε οἱ δύο αὐτοὶ κλάδοι τῆς θεωρίας τῶν Quanta. Ὅταν ὅμως ἀναχθοῦμε στὶς κατευθύνουσες τάσεις ποῦ ὁδήγησαν τὶς δύο αὐτὲς κατηγορίες ἀπὸ συνθέσεις, ποῦναι οἱ ἐργασίες τῶν Heisenberg - Born - Dirac ἀπὸ τὴ μιὰ μεριὰ καὶ τῶν Broglie - Schrödinger ἀπὸ τὴν ἄλλη, βρίσκουμε δικαιολογημένη τὴν ἀποψη ὅτι: μὲ τοὺς Heisenberg-Dirac ἔχουμε μιὰ τελείως συνειδητὴ προσπάθεια νὰ πραγματοποιηθεῖ τὸ φαινομενολογικὸ ἰδανικόν, ἐνῶ μὲ τοὺς Broglie-Schrödinger ἔχουμε ἓνα ἀδιάκοπο ἀγῶνα γιὰ νὰ συνεχισθεῖ στὴν περιοχὴ τῆς φυσικῆς ἡ ἐξέταση τῆς θεωρίας τῶν συνεχῶν πεδίων, συνοδευμένη ἀπὸ μιὰ παραστατικὴ εἰκονικὴ ὑπόθεσις ποὺ νὰ συνδέει ἁρμονικὰ τὴ συνέχεια τοῦ ἀτόμου μὲ τὴ συνέχεια τοῦ κυματομόρφου συρμοῦ.

Ἡ αἰώρηση ποὺ διακρίνομε νὰ ἀκολουθεῖ ἡ σκέψη τοῦ φυσικοῦ στὴν περίοδο τῆς κλ. φυσικῆς φάνηκε μιὰ στιγμὴ πὼς σταμάτησε. Ἦταν ἡ ἐποχὴ ποὺ ἡ θερμοδυναμικὴ ἐνώθηκε μὲ τὴ στατιστικὴ μηχανικὴ τοῦ Boltzmann-Gibbs χάρις στὴν πιθανολογικὴ ἐρμηνεία τῆς ἀρχῆς τοῦ Carnot, καὶ ἡ θεωρία τοῦ ἠλεκτρομαγνητικοῦ πεδίου μὲ τὴν ἠλεκτρονικὴ θεωρία χάρις στὶς ἐργασίες τῶν Lorentz καὶ Larmor.

Στὴν θεωρία τοῦ Lorentz, ποὺ τὴ συμπλήρωσε στὰ 1905 ἡ πρώτη ἐργασία τοῦ Einstein, φαινόντουσαν ἄρμονικὰ ἐνωμένες ἡ συνεχῆς ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρομαγνητικοῦ πεδίου μὲ τὴν ἀσυνεχῆ ὑπόστασι τῶν στοιχείων τῆς ὕλης, τὰ ἠλεκτρόνια. Ἡ ἄρμονικὴ αὐτὴ σύνθεσι τοῦ συνεχοῦς μὲ τὸ ἀσυνεχὲς δὲν ἐβάσταξε πολὺ. Μὲ τὴν περίφημη ἐργασία τοῦ Planck ποὺ εἶδε τὸ φῶς στὰ 1900 ἀρχίζει ἡ περίοδος τῆς θεωρίας τῶν Quanta. Ἡ περίοδος αὐτὴ χωρίζεται σὲ δύο ἐποχές. Στὴν πρώτη ἔχουμε τὴν κλασσικὴ θεωρία τῶν Quanta ἐνῶ στὴ δεύτερη ἔχουμε τὴν νεώτερη θεωρία τῶν Quanta. Θὰ παρακολουθήσουμε σύντομα τὶς γενικὲς ἰδέες ποὺ στάθηκαν ὁδηγῆτες στὴν κλ. θεωρία τῶν Quanta φωτίζοντας ἔτσι τὸ δρόμο ποὺ ὁδήγησε στὴ νέα φυσικὴ τῶν Quanta καὶ συνάμα δείχνοντας καὶ τὴν ἀδιάκοπη συνέχεια ποὺ βρίσκουμε στὸν ἀγῶνα τῆς σκέψης τοῦ φυσικοῦ νὰ δώσει μιὰ ἐνιαία σύνθεσι τῆς μικροφυσικῆς καὶ τῆς μακροφυσικῆς περνώντας ἀπὸ τὴν κλ. φυσικὴ στὴ νέα.

§ 14. Ἡ ἐργασία τοῦ Planck, ὅπως εἶναι γνωστό, εἶχε ἀφορμὴ τὸ πρόβλημα τῆς κατανομῆς τῆς ἐνεργείας στὸ φάσμα τῆς ἀκτινοβολίας μέλανος σώματος. Στὴν ἐργασία αὐτὴ ὁ Planck δείχνει ὅτι ἐφαρμόζοντας τὴν ἠλεκτρομαγνητικὴ θεωρία στὸ πρόβλημα τῆς ὕλης καὶ τῆς ἀκτινοβολίας συναντᾶμε πειραματικὲς καὶ θεωρητικὲς ἀντινομίες. Τὶς ἀντινομίες αὐτὲς τὸς ἔλυσε χρησιμοποιώντας τὴ γνωστὴ ὑπόθεσι τῆς ἀσυνεχοῦς ἀνταλλαγῆς τῆς ἐνεργείας κατὰ Quanta δράσης.

Ἡ ἐργασία τοῦ Planck εἶναι ὁ πρῶτος σταθμὸς, ὅπου βαθύτερες ἀντινομίες μεταξὺ τῆς θεωρίας καὶ τοῦ πειράματος λυθῆκανε χάρις σὲ μιὰ αὐθαίρετη εἰδικὴ παραδοχὴ χωρὶς ἐπιστημολογικὴ ὁμοιογένεια μὲ τὶς ὑπόλοιπες ἀρχὲς τῆς φυσικῆς.

Δεύτερος τέτοιος σταθμὸς εἶναι ἡ περίφημη ἐργασία τοῦ Bohr ποῦδε τὸ φῶς στὰ 1913. Ἡ ἐργασία τοῦ Bohr ἐπέτυχε νὰ δοθεῖ μιὰ τόσο τέλεια καὶ ἀπλὴ ἐξήγησι στὰ κυριώτερα φασματοσκοπικὰ φαινόμενα καθὼς καὶ στὸ πρόβλημα τῆς σύστασις καὶ τῶν ἰδιοτήτων τοῦ ὑλικοῦ ἀτόμου, ὥστε δίκαια νὰ θεωρεῖται, ὅτι μ' αὐτὴν ἀνοίχθηκαν οἱ πύλες τῆς νεώτερης ἐποχῆς τῆς φυσικῆς στὰ ζητήματα τοῦ ὑλικοῦ ἀτόμου καὶ τῆς ἀκτινοβολίας.

Ἡ τεραστία ὅμως ἐπιτυχία τῆς ἐργασίας τοῦ Bohr, ἦρθε μιὰ

στιγμή πού βρῆκε τὸ τέρμα της. Τὸ τέρμα αὐτὸ τὸ δημιούργησεν ἡ ἀδιάκοπη τελειοποίηση τῶν μέσων τοῦ πειραματισμοῦ. Ἐκτὸς ὅμως ἀπ' αὐτὸ δὲν ἔχει παύσει νὰ ἐνοχλεῖ τοὺς φυσικοὺς ἡ αὐθαιρεσία πού παρουσίαζαν οἱ δυὸ θεμελιακὲς ἀρχὲς τῆς ἐργασίας τοῦ Bohr σχετικά μὲ τῆς γενικὲς ἀρχὲς τῆς φυσικῆς.

Ὁ Bohr πάλι εἶναι αὐτός, πού ἔκοψε μοναδική σὲ βαθύτερο περιεχόμενο θεωρητικὴ προσπάθεια νὰ ριχθῆι μιὰ γέφυρα μεταξὺ τῆς κλ. φυσικῆς καὶ τῶν θεωριῶν πού ἀποτελοῦνε τὴν κλασσικὴ θεωρία τῶν Quanta, διατυπώνοντας τὴν «Ἀρχὴ τῆς ἀντιστοιχίας».

Τὸ εἰδικώτερο περιεχόμενο τῆς ἀρχῆς αὐτῆς ἀποτελεῖ τὴν ἀναλυτικὴ διατύπωση τῆς ὀριστικῆς σύμπτωσης πού πρέπει νὰ ἔχουμε μεταξὺ τῆς τιμῆς τῆς συχνότητας, ὅπως ὑπολογίζεται ἀπὸ τὶς σχέσεις τοῦ Bohr καὶ τῶν τιμῶν τῆς ἴδιας συχνότητας ὅπως ὑπολογίζονται σύμφωνα μὲ τὴν κλασσικὴ θεωρία ὅταν φτάσουμε σὲ ὑψηλὲς τιμὲς τῶν κβαντικῶν ἀριθμῶν. Στὴν περιοχὴ τῶν συνηθισμένων κβαντικῶν ἀριθμῶν οἱ δυὸ κατηγορίες τιμῶν εὐρίσκονται σὲ σχέση ἀναλογίας μεταξὺ τῶν.

Ἡ ἀρχὴ αὐτὴ εἶναι γνωστὸ ὅτι ἐκφράζει τὴν σκέψη ὅτι μεταξὺ τῶν θεωριῶν τῆς φυσικῆς πού ἀφοροῦν τὴ μακροσκοπικὴ περιοχὴ ἐρευνας καὶ τῶν θεωριῶν πού ἀφοροῦν τὴ μικροσκοπικὴ περιοχὴ πρέπει νὰ ὑπάρχει μιὰ συστηματικὴ ποσοτικὴ ἀναλογία.

Χωρὶς νὰ ἀναλύσουμε τὸ εἰδικώτερο περιεχόμενο τῆς ἀρχῆς αὐτῆς τὴν ἀναφέρουμε γιατί ἡ διατύπωσή της καὶ ὁ ρόλος ποῦ παίξε, χαρακτηρίζουν τὴν ἀδιάκοπη προσπάθεια τῆς σκέψης τοῦ φυσικοῦ νὰ πραγματοποιήσῃ ἓνα ὁμαλὸ πέρασμα ἀπὸ τὴν κλ. φυσικὴ στὴ φυσικὴ τῶν Quanta. Οὔτε στιγμὴ ἡ σκέψη αὐτὴ δὲν ἔπαυσε νὰ ζητεῖ νὰ συνθέσει ἄρμονικὰ τὶς ἀντινομίες θεωρητικὲς καὶ πειραματικὲς πού τὶς δημιουργεῖ ἡ τελειοποίηση τῆς πειραματικῆς ἐρευνας καὶ ἡ θεωρητικὴ ἐπεξεργασία τοῦ ὑλικοῦ πού συγκεντρώνει.

Τὸ πρόβλημα λοιπὸν τοῦ φυσικοῦ ὅπως τὸ θέλει ἡ ἀρχὴ τῆς ἀντιστοιχίας εἶναι νὰ ζητήσῃ νὰ διατυπώσῃ «σχέσεις ἀντιστοιχίας» μεταξὺ τῶν τύπων τῆς κλασσικῆς φυσικῆς καὶ τῶν τύπων τῆς φυσικῆς τῶν Quanta.

Θεωροῦμε πὼς ἡ κυματομηχανικὴ τῶν Broglie καὶ Schrödinger

ἀλλὰ κυρίως ἡ κβαντικὴ μηχανικὴ τῶν Heisenberg, Born καὶ Jordan (καὶ αὐτὴ ἀκόμα ἡ μηχανικὴ τοῦ Dirac) καταλήγουνε σὲ τελευταία ἀνάλυση νὰ δώσουνε μιὰ λύση στὸ πρόβλημα αὐτό, προχωρώντας σὲ μιὰ βαθύτερη κατανόηση τῶν συνθηκῶν ποὺ ἐπιδρῶνε στὴν διατύπωσή του.

Σύμφωνα μὲ τὸν Heisenberg «τὸ μαθηματικὸ σχῆμα τῆς θεωρίας τῶν Quanta (κι' αὐτὸ ἀληθεύει τόσο γιὰ τὴν παράσταση μὲ σωμαίδια ὅσο καὶ γιὰ τὴν κυματομορφὴ παράσταση) πηγάζει ἀπὸ δυὸ πηγές: Ἐκτὸς τῶν διδόμενα τῆς ἐμπειρίας καὶ ἀπὸ τὴν ἀρχὴ τῆς ἀντιστοιχίας τοῦ Bohr. Ἡ γενικώτερη διατύπωση τῆς ἀρχῆς τῆς ἀντιστοιχίας τοῦ Bohr συνίσταται στὸ ἐξῆς: Ὑπάρχει μεταξὺ τῆς θεωρίας τῶν Quanta καὶ τῆς κλασσικῆς θεωρίας (ὅπως διαμορφώνεται γιὰ τὴν χρησιμοποιούμενη παράσταση) μιὰ ποσοτικὴ ἀναλογία ἢ ὁποία διατηρεῖται καὶ στὶς λεπτομέρειες ἀκόμα. Ἡ ἀναλογία αὐτὴ δὲ χρησιμεύει μόνο σὰν ὁδηγὸς γιὰ νὰ βροῦμε τοὺς τυπικοὺς νόμους, ἢ ξεχωριστῆ τῆς ἀξία βρίσκει κ κυρίως στὸ ὅτι ἐπιτρέπει νὰ δοθεῖ φυσικὴ σημασία στοὺς νόμους ποὺ ἀνακαλύπτονται».

Ὅταν στὰ 1926 ὁ Schrödinger ἔδειξε τὴν ἰσοδυναμία ποὺ ὑπάρχει μεταξὺ τῶν δύο μηχανικῶν τῆς κυματομηχανικῆς καὶ τῆς μηχανικῆς τῶν Quanta, φάνηκαν ἡ βαθύτερη συγγένεια ποὺ τοὺς δίνει ἡ ἀρχὴ τῆς ἀντιστοιχίας, τοῦ Bohr, χάρις στὴν κεντρικὴ θέση ποῦχε καὶ στὶς δύο.

§ 15. Ἡ συνέχεια ὁμῶς τῆς δημιουργίας ποὺ φέρνει ἀπὸ τὴν κλασσικὴ φυσικὴ στὴ νέα γίνεται ἀκόμα πιὸ φανερὴ ὅταν προσεκτικὰ κοιτάξουμε τὶς κεντρικὲς ἰδέες ποὺ στηρίζουν τὴν σύνθεση τῶν Broglie-Schrödinger. Δύο εἶναι οἱ ἰδέες αὐτὲς καὶ προκύπτουν κι' οἱ δύο ἀπὸ τὴν διαίσθηση ὅτι: ὁρισμένες ἀναλογίες ποὺ ὑπάρχουνε στὴν κλασσικὴ φυσικὴ, μποροῦνε νὰ χρησιμεύσουνε στὴ συνθετικὴ λύση τοῦ προβλήματος τῆς θεωρίας τῶν Quanta. Ἀπὸ τὶς δυὸ αὐτὲς ἰδέες, ἡ πρώτη ἀναφέρεται στὴν παραστατικὴ εἰκονικὴ ὑπόθεση, ἐνῶ ἡ δεύτερη στὴ μαθηματικὴ μορφή.

Ἡ παραστατικὴ εἰκονικὴ ὑπόθεση στηρίζεται στὴν στενὴ σχέση μεταξὺ τῆς ὀπτικῆς ἀκτίνας, εὐθείας γραμμῆς τῆς γεωμετρικῆς ὀπτικῆς, καὶ τῆς κυματοειδοῦς ἐπιφανείας τῆς φυσικῆς ὀπτικῆς.



Δηλαδή ὅπως στὴ φυσικὴ ὀπτικὴ γιὰ νὰ ἐξηγήσουμε λεπτὰ πειραματικὰ φαινόμενα, ἀναγκαζόμαστε νὰ ἐγκαταλείψουμε τὴν ἰδέα τῆς γεωμετρικῆς ἀκτίνας ποὺ εἶναι τὸ γνῶρισμα τῆς γεωμετρικῆς ὀπτικῆς, ἔτσι στὴ μηχανικὴ τοῦ Broglie - Schrödinger τὸ ὕλικὸ σημεῖο συνοδεύεται ἀπὸ κυματομορφὸ συρμὸ προικισμένον μὲ τέτοιες ιδιότητες, ὥστε ἡ γενικώτερη μηχανικὴ τοῦ συρμοῦ αὐτοῦ, ποὺ ἐξηγεῖ τὰ φαινόμενα τῆς μικροσκοπικῆς περιοχῆς νὰ ἐκφυλίζεται ὅταν φθάσουμε στὴ μακροσκοπικὴ περιοχὴ, στὴν κλασσικὴ μηχανικὴ τοῦ ὕλικου σημείου.

Ἡ δευτέρη βασικὴ ἰδέα ἀναφέρεται στὴ μαθηματικὴ μορφή. Ἡ ἀναλογία ποὺ ὑπάρχει μεταξὺ τῆς ἀρχῆς τοῦ Maupertuis στὴ μηχανικὴ καὶ τῆς ἀρχῆς τοῦ Fermi στὴν ὀπτικὴ ποὺ ἀντιστοιχεῖ στὸν δυϊσμὸ (τροχιὰ ὕλικου σημείου · κυματομορφὸς συρμὸς). Ἀναφέραμε ὅτι ὑπάρχουν οἱ δυὸ αὐτὲς ὀδηγήτριες ἰδέες στὴν κυνηματομηχανικὴ τῶν Broglie - Schrödinger γιὰτὶ ἔτσι φωτίζεται ἡ συνέχεια τοῦ δρόμου ποὺ ἀκολουθῆσε ἡ σκέψη τοῦ φυσικοῦ, ὅταν προχώρησε ἀπὸ τὴν κλασσικὴ φυσικὴ στὴ νέα.

§ 16. Ἡ κλασσικὴ περίοδος τῆς θεωρίας τῶν Quanta μποροῦμε νὰ ποῦμε ὅτι τελειώνει μὲ τὴ διατύπωση τῆς ἀρχῆς τῆς ἀντιστοιχίας τοῦ Bohr. Εἶδαμε πὼς ἡ ἀρχὴ αὐτὴ θέτει ἓνα πρόβλημα ποὺ ζήτησε νὰ λύσει ἡ νεώτερη φυσικὴ τῶν Quanta. Ἀκόμη εἶδαμε πὼς ἡ κυματομηχανικὴ τῶν Broglie - Schrödinger ποὺ χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὴ διατήρηση τοῦ ἰδανικοῦ τῆς κλ. φυσικῆς χρησιμοποιώντας ἀναλογίες παρμένες ἀπὸ τὸ θεωρητικὸ ὕλικὸ τῆς κλ. φυσικῆς ζήτησε νὰ δώσει λύση στὸ πρόβλημα αὐτό. Παρ' ὅλες ὅμως τὶς τεράστιες ἐπιτυχίες ποὺ σημείωσε ἡ κυματομηχανικὴ, ἐφῆασε σ' ἓνα σημεῖο ὅπου ἀναγκάστηκε νὰ σταματήσει. Ὅπως εἶναι γνωστὸ ἡ ἀποτυχία της ἔχει τὴν ἀφορμὴ στὴν ἀδυναμία νὰ διατηρήσει ἐπαφὴ μὲ τὴν πραγματικότητα χρησιμοποιώντας παραστατικὴ εἰκονικὴ ὑπόθεση Ὁ συνοδὸς κυματικὸς συρμὸς τοῦ Broglie, καταντᾷ ὁ κυματομορφὸς συρμὸς τοῦ Schrödinger σὲ πολυδιάστατο χῶρον, ὃ ὁποῖος ὅμως παύει νὰ ἔχει φυσικὴ σημασία.

Ἡ ἀποτυχία αὐτὴ ὀδήγησε στὸ συμπέρασμα, ποὺ βρίσκεται στὴν ἀρχὴ τῶν σκέψεων ποὺ στηρίζουν τὴν μηχανικὴ τοῦ Heisenberg.

Τὸ συμπέρασμα αὐτὸ εἶναι ὅτι: *Μεταξὺ τῆς μακροφυσικῆς καὶ τῆς μικροφυσικῆς μποροῦμε νὰ πετύχουμε (σύμφωνα μὲ τὴν ἀρχὴ τοῦ Bohr), ποσοτικὴ ἀντιστοιχία ἀλλὰ ὄχι καὶ ἐνιαῖο παραστατικὸ πλαίσιο.* Τὸ συμπέρασμα αὐτὸ πῆρε βαθύτερο νόημα ὅταν δείχθηκε ἀπὸ τὸ Schrödinger ἡ μαθηματικὴ ἀντιστοιχία μεταξὺ τῆς κυματομηχανικῆς καὶ τῆς μηχανικῆς τῶν Quanta καὶ ἐρμηνεύθηκε στατιστικὰ ἀπὸ τὸν Bohr ἡ περίφημη συνάρτηση τοῦ Schrödinger. Ἡ πιθανολογικὴ αὐτὴ ἐρμηνεῖα φανέρωσε ὅτι τὸ ὑλικὸ τῆς μικροφυσικῆς μπορεῖ νὰ ἐπιδέχεται διαφορετικοὺς φαινομενολογικοὺς χειρισμοὺς ἰσοδύναμους μεταξὺ τους μὰ στὴν οὐσία του εἶναι ἀνυπότακτο σὲ αἰτιοκρατικὴ παρακολούθηση, ποῦ νὰ χρησιμοποιεῖ παραστατικὴ ὑπόθεση.

Μᾶς παρουσιάζεται ἔτσι ἡ φυσικὴ χωρισμένη σὲ δύο περιοχές, τῆς μακροφυσικῆς καὶ τῆς μικροφυσικῆς. Ὅταν ζητάμε νὰ περάσουμε ἀπὸ τὴ μιὰ στὴν ἄλλη, διατηρώντας ὄχι μόνο ποσοτικὴ ἐπαφὴ ἀλλὰ καὶ συνέχεια στὴ δυνατότητα νὰ παρακολουθήσουμε τὰ φαινόμενα μὲ τὴν χρησιμοποίησιν παραστατικῶν ὑποθέσεων συναντοῦμε μιὰ χωριστικὴ γραμμὴ. Φαίνεται δηλαδὴ νὰ ὑπάρχει ἓνα γραμμικὸ σύνορο ποὺ χωρίζει τὴν περιοχὴ τῆς κλασσικῆς φυσικῆς ἀπὸ τὴν περιοχὴ τῆς νέας. Ὅταν περνᾶμε τὸ σύνορο αὐτὸ ἀπὸ τὴν περιοχὴ τῆς κλασσικῆς φυσικῆς ποὺ ἰσχύουν νόμοι ποὺ χρησιμοποιοῦν ἢ δὲν χρησιμοποιοῦν παραστατικὴ ὑπόθεση μὰ ποὺ βασίζονται σὲ αὐστηρὴ αἰτιοκρατία, μπαίνουμε στὴν περιοχὴ τῆς ν. φυσικῆς ὅπου ἡ λεπτομερειακὴ παρακολούθησις τῶν φαινομένων δὲ μπορεῖ νὰ γίνῃ παρὰ χρησιμοποιοῦντας στατιστικὰς μεθόδους.

Ἡ διαπίστωση τῆς χωριστικῆς αὐτῆς γραμμῆς στάθηκε ἡ ἀφετηρία τῆς ἐπιστημολογικῆς κριτικῆς τῶν Heisenberg - Bohr ποὺ ζήτησαν καθορίζοντας τοὺς πειραματικοὺς καὶ θεωρητικοὺς λόγους τῆς ἐμφάνισις τῆς γραμμῆς αὐτῆς νὰ διατυπώσουν τὰ βαθύτερα ἐπιστημολογικὰ συμπεράσματα ποὺ περιέχουν. Πρέπει λοιπὸν νὰ ἀναλύσουμε τὰ συμπεράσματα αὐτά, ὥστε φανερώνοντας τοὺς δεσμούς τους μὲ τὸ θετικώτερο θεωρητικὸ περιεχόμενον τῆς νεώτερης φυσικῆς νὰ διακρίνουμε τὸν βαθμὸ τῆς ἀντικειμετικότητος ποὺ περιέχουν. Τὴν ἀνάλυσιν αὐτὴν τὴν ἀρχίζουμε μὲ τὴν ἀρχὴ τοῦ ἀκαθορίστου τοῦ

Heisenberg πούναι στὸ κέντρο τοῦ προβλήματος τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητας σιτῆ νεώτερη φυσική.

§ 17. Ἀρχὴ τοῦ ἀκαθόριστου.— Ἡ ἀρχὴ τοῦ ἀκαθόριστου τοῦ Heisenberg, εἶναι γνωστὸ ὅτι στηρίζεται σιτῆν ἀνάλυση τῆς ἔννοιας τῆς παρατήρησης.

Ἡ ἀνάλυση αὐτὴ ἀκολουθεῖ διπλὸ δρόμο θεωρητικὸ καὶ πρακτικὸ. Θεωρητικὰ ἀποδεικνύεται ὅτι σιτῆν περιοχὴ τῆς μικροφυσικῆς κάθε προσδιορισμὸς δύο οἰωνδήποτε κανονικῶν συζύγων μεταβλητῶν ὅπως π. χ. εἶναι αἱ συνισταγμένοι καὶ ἡ ποσότης τῆς κινήσεως ἐνὸς ἠλεκτρονίου, εἶναι ὑποτεταγμένος σιτῆ γνωστὴ σχέση.

$$Dp \cdot Dq = h.$$

ὅπου τὸ  $Dp$  μετρεῖ τὸ περιθώριο τῆς ἀπροσδιοριστίας σιτῆν ἐκτίμηση τῆς μεταβλητῆς  $P$ , καὶ τὸ  $Dq$ , μετρεῖ τὸ περιθώριο τῆς ἀπροσδιοριστίας σιτῆν ἐκτίμηση τῆς μεταβλητῆς  $q$ . Παρουσιάζεται ἔτσι ἡ σταθερὴ  $h$  ὡς ἡ συμβολίζει, χάρις σιτῆν ἀσυνέχεια μετῆν ὁποία σφραγίζει κάθε ἀνταλλαγὴ δράσης (ἐνέργειας) σιτῆν περιοχὴ τῆς μικροφυσικῆς, τὴν ἀοριστία ποῦ συναντᾶμε σιτῆς μετρήσεις ποῦ ἐπιχειροῦμε σιτῆν περιοχὴ αὐτῆ.

Μποροῦμε σύμφωνα μετῆν Meyerson νὰ θεωρήσουμε τὴ σταθερὴ  $h$  ὡς ἕνα ἀλογικὸ στοιχεῖο ἀπὸ κείνα ποῦ μοιραῖα συναντᾶ ὁ φυσικὸς σιτῆν προσπάθειά του νὰ κλείσει τὴ φυσικὴ πραγματικότητα σένα ταυτολογικὸ θεωρητικὸ σχῆμα.

Ἡ ἀρχὴ τοῦ ἀκαθόριστου φαίνεται ἀκόμα ὡς νὰ μετράει μετῆν σταθερὴ  $h$  τὸ ἀνοιγμα ποῦ χεῖ τὸ χάσμα ποῦ συναντᾶμε μεταξὺ τῶν δύο περιοχῶν τῆς μικροφυσικῆς καὶ τῆς μακροφυσικῆς.

Τὸ χάσμα αὐτὸ θὰ ζητήσουμε τώρα νὰ νοιώσουμε τί τὸ προκαλεῖ.

Ὅλα τὰ πειράματα ποῦ διερεύνησε ὁ Heisenberg, διερεύνηση ποῦ ἀποτελεῖ τὴν πρακτικὴ δικαίωση τῆς ἀρχῆς του, ἀποδείχνουν ὅτι σιτῆ μελέτη τῶν μικροφαινομένων φθάνουμε πάντα σιτῆ σχέση  $Dp \cdot Dq = h$ .

Ἡ σχέση αὐτὴ ἐκφράζει τὴ συσχέτιση τῆς μοιραίας διαταραχῆς ποῦ ἡ ἀκρίβεια σιτῆ μέτρηση μιᾶς μεταβλητῆς φέρνει σιτῆν ἀκρίβεια τῆς μέτρησης τῆς συζυγοῦς της. Ὅταν ὁμως προσεκτικὰ διερευνήσουμε

τῆ διαταρακτικῆ αὐτῆ συσχέτιση βρίσκουμε ὅτι εἶναι συνέπεια μιᾶς ἐπίδρασης τοῦ ὄργάνου τῆς παρατήρησης (καὶ ὄχι τοῦ παρατηρητοῦ ὅπως ἄτοπα ὑποστηρίχθηκε) στὸ φαινόμενο πὺ παρατηρεῖται. Αὐτὸ εἶναι τὸ βαθύτερο νόημα τῆς ἀρχῆς τοῦ Heisenberg. Δηλαδή: Ἐνῶ στὴν κλασσικὴ φυσικῆ, συμπεριλαμβανομένης καὶ τῆς θεωρίας τοῦ Einstein ἔχουμε τὴν δυνατότητα νὰ χωρίσουμε τὸ σύστημα πὺ παρατηρεῖ ἀπὸ τὸ φαινόμενο πὺ παραρατηρεῖται, ὅπου διατηρεῖται ἡ διάκρισις: ἀντικείμενο πὺ παρατηρεῖ καὶ ἀντικείμενο πὺ παρατηρεῖται: στὴ φυσικῆ τῶν μικροφαινομένων ἡ διάκριση αὐτῆ εἶναι ἀδύνατο νὰ διατηρηθεῖ.

Εἰδικώτερα, ἐνῶ στὴν κλασσικὴ φυσικῆ ἔχουμε σὲ μιὰ μέτρηση μόνον ἔλλειψη ἀκριβείας πὺ προέρχεται ἀπὸ τὴν χρησιμοποίησι μεθόδων καὶ ὄργάνων, μὰ πὺ θὰ μπορούσε σημαντικὰ νὰ περιοριστεῖ καὶ στὸ ὅριο νὰ λείψει καὶ ἐντελῶς ὅταν θὰ χρησιμοποιούσαμε μεθόδους καὶ ὄργανα ἰδανικῆς τελειότητος, στὴ φυσικῆ τῶν Quanta δὲ συμβαίνει τὸ ἴδιο. Σ' αὐτὴν ἡ αὔξησι τῆς ἀκριβείας στὴ μέτρηση μιᾶς μεταβλητῆς δὲ μπορεῖ νὰ ἐπιτευχθεῖ χωρὶς νὰ συνεπάγεται ἀντίστοιχη καὶ ἀναπότρεπτη μείωσι στὴν ἐκτίμησι τῆς συζυγοῖς τῆς μεταβλητῆς.

Ἄλλὰ δὲν εἶναι μόνο αὐτό. Οἱ δυὸ διακυμάνσεις στὴν ἀκρίβεια τῆς μέτρησής τους δὲν ἔχουν περιθώριο ἀνεξίτητης μεταβλητότητας ἀλλὰ συνδέονται μὲ τὴ γνωστὴ σχέση τῆς ἀοριστίας πὺ ὀρίζει μὲ τὴν σταθερὰ  $h$  ἕνα ἐλάχιστο στὴν ἀμοιβαία αὔξησι προσέγγισις.

Τὸ ἐλάχιστο αὐτὸ καμιά οὔτε πραγματικῆ, οὔτε ἰδανικῆ πειραματικῆ διάταξι μπορεῖ νὰ τὸ μειώσι, μὰ πὺ τὸ quantum δράσις  $h$  φαίνεται ἀπ' ὄλο τὸ πειραματικὸ ὕλικὸ τῆς μικροφυσικῆς ὅτι εἶναι ἀδιαίρετο.

Εἴμαστε τώρα πιά σὲ θέσι νὰ νοιώσουμε πῶς ἡ ἀρχὴ τοῦ ἀκαθόριστου τοῦ Heisenberg τοποθετημένη μέσα στὸ πλαίσιο τῶν γενικῶν του ἀντιλήψεων, θέτει τὸ γενικώτερο πρόβλημα τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητος. Ἐδῶ εἶναι τὸ λεπτότερο σημεῖο τῆς μελέτης μας. Γιατὶ ἀπὸ τὸ σημεῖο αὐτὸ ἐκπορεύονται οἱ δυὸ ἄκρες ἀντιλήψεις τῆς διατήρησις ἢ τῆς ἀρνήσις τῆς αἰτιοκρατίας. Ἡ πρώτη ἀπ' αὐτὲς συνδέεται μὲ τὰ ὀνόματα τῶν τριῶν κορυφῶν τῆς φυσικῆς, τῶν Lange-

vin - Planck - Einstein. Ἡ δεύτερη στήν πιὸ συντηρητική της μορφή συμβολίζεται μὲ τὸ ὄνομα τοῦ Bohr, ἐνῶ στίς ἀκρότερες διατυπώσεις της βρίσκονται τὰ ὀνόματα τῶν τριῶν Nobel, Heisenberg, Schrödinger Dirac, καὶ πιὸ πέρα τῶν Eddington, Jordan κ.λ.π.

Ἀκόμα τὸ σημεῖον αὐτὸ τὸ θεωροῦμε λεπτότατο γιατί σ' αὐτὸ ἀκριβῶς μποροῦμε νὰ διακρίνομε ἂν γίνεται ἐπαναστατική εἰσβολὴ τῆς ἑτεραρχίας στὴ φυσική ἢ ἂν καὶ οἱ δυὸ συντηρητικὲς ἀπόψεις τῶν Langenijn καὶ Bohr ἐκφράζουν μὲ διάφορη ὑποκειμενικὴ προτίμηση, τὴν ἴδια πραγματικότητα μιᾶς ἐποχῆς τῆς φυσικῆς ποὺ ἀκολούθησε ὀμαλὰ ἐκείνη ποὺ προηγήθηκε. Ὅμαλὰ λέγοντας, ἐννοῶ ὅτι ἡ νέα ἐποχὴ ἀκολούθησε τὴν ἴδια πορεία μιᾶς σύνθεσης τῆς μικροφυσικῆς καὶ τῆς μακροφυσικῆς ποὺ ὅπως εἶναι γνωστὸ τὴν ἀκολούθησαν καὶ ἡ ἀρχὴ τῆς ἀνιστοιχίας τοῦ Bohr, ἡ κυματομηχανική τῶν Broglie - Schrödinger καὶ ἡ μηχανικὴ τοῦ Heisenberg.

Ὁ Laplace, εἶναι ἐκεῖνος ποὺ καθὼς ξέρουμε ἔδωσε τὴ συστηματικώτερη διατύπωση στὴν ἀρχὴ τῆς αἰτιότητας στὴ φυσική. Στὸ Essai philosophique sur les probabilités, γράφει: «Πρέπει νὰ θεωρήσουμε τὴν παροῦσα κατάσταση τοῦ κόσμου σὰν αἰτία αὐτῆς ποὺ θὰ τὴν ἀκολουθήσει». Μιὰ διάνοια ποὺ σὲ μιὰ ὀρισμένη χρονικὴ στιγμή θᾶξερε ὅλες τὶς δυνάμεις ποὺ κινοῦν τὴ φύση καὶ τὴ σχετικὴ θέση τῶν ὄντων ποὺ τὴν ἀποτελοῦν, ἂν ἀκόμα ἦταν ἀρκετὰ πλατεῖα ὥστε νὰ μποροῦσε νὰ ὑποβίλλει στὴν ἀνάλυση ὅλα αὐτὰ τὰ στοιχεῖα, τότε θὰ ἔκλεινε σὲ ἓνα μόνον τύπο τὶς κινήσεις τῶν πιὸ μεγάλων σωμάτων καὶ τοῦ πιὸ μικροῦ ἀτόμου. «Τίποτα δὲ θᾶταν ἀβέβαιο γι' αὐτὴν καὶ τὸ μέλλον ὅπως καὶ τὸ παρελθὸν θᾶτανε συνάμα μπροστὰ στὰ μάτια της».

Ὁ ἀκαμπτος αὐτὸς ὀρισμὸς τῆς αὐστηρῆς αἰτιοκρατίας, τὸ «πιστεύω» αὐτὸ τοῦ φυσικοῦ τῆς δυναμικῆς τῶν ὑλικῶν σωμάτων ποὺ κυριάρχησε στὴ φυσική ὡς τὰ τελευταῖα χρόνια, δίνεται ἀπὸ τὸ συγγραφέα τοῦ βιβλίου Théorie Analytique des Probabilités.

Σὰ μοιραία φαίνεται ἡ σύμπτωση ποὺ θέλει τὴν ὥρα ποὺ μεσουρανοῦσε ἡ ἀπόλυτη αἰτιοκρατία ν' ἀρχίζει κι' ὅλας νὰ συστηματοποιεῖται θεωρητικὰ ἡ γνώση στὴν περιοχὴ ἐκείνη τῆς φυσικῆς ποὺ ἡ ἐξέλιξή της ὀδήγησε στὴ νεώτερη φυσική ποὺ διαπνέεται ἀπὸ τὴν πιθανολογικὴ σχετικότητα.

Ἡ ὁρισμὸς τοῦ Laplace ὅταν ἐφαρμόζεται στὴν περίπτωση ἑνὸς ὑλικοῦ σημείου, σημαίνει ὅτι ὅταν γνωρίζουμε τὴ θέση καὶ τὴν ταχύτητα ἑνὸς ὑλικοῦ σημείου σὲ μιὰ χρονικὴ στιγμή το εἶναι καθορισμένη ἢ κίνησή του καὶ συνεπῶς ἢ γνώση τῆς θέσης του καὶ τῆς ταχύτητας σὲ ἐπόμενη χρονικὴ στιγμή τι. Γενικώτερα εἶναι γνωστὴ ἢ ἐξέλιξη τοῦ ὑλικοῦ αὐτοῦ σημείου. Τώρα μπορούμε νὰ ἐξηγήσουμε πὼς σύμφωνα μὲ τὴν ἀρχὴ τοῦ ἀκαθόριστου τοῦ Heisenberg εἴμαστε ἀναγκασμένοι νὰ ἀπαρνηθοῦμε τὴν αὐστηρὴ αὐτὴ γνώση τῆς ἐξέλιξης ἑνὸς ὑλικοῦ σημείου. Ἡ ἀρχὴ αὐτὴ μᾶς λέει: *Εἶναι ἀδύνατο νὰ γνωρίζουμε ταυτόχρονα τὴ θέση καὶ τὴν ταχύτητα ἑνὸς σωματιδίου καὶ αὐτὸ χάρις στὸ ἀδιαίρετο τοῦ quantum δράσης  $h$ .* Ὄταν τώρα, σύμφωνα μὲ τὸν Heisenberg, δεχθοῦμε τὸ ἐπιστημολογικὸ ἀξίωμα ὅτι δὲν ἔχει νόημα νὰ μιλάμε γιὰ πράγματα τὰ ὁποῖα δὲ μπορούμε νὰ παρατηρήσουμε\*), προκύπτει ἀμέσως ὅτι: Δὲν ἔχει κανένα νόημα στὴ μηχανικὴ τῶν Quanta ἢ ὑπόθεση ποὺ δέχεται σωματίδια, τὰ ὁποῖα τὴν ἴδια χρονικὴ στιγμή, ἔχουν ὠρισμένη θέση καὶ ταχύτητα. Ἀλλὰ ὅπως εἶδαμε σύμφωνα μὲ τὴν κλασσικὴ αἰτιοκρατία ἢ ἐφαρμογὴ τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητας στὴ μελέτη ἑνὸς φυσικοῦ συστήματος προϋποθέτει ὅτι ἢ ὑπόθεση ὀρισμένης θέσης καὶ ταχύτητας τῶν ἀτόμων ποὺ τὸ συγκροτοῦνε σὲ μιὰ ὀρισμένη χρονικὴ στιγμή ἔχει ἐντελῶς ξεκαθαρισμένο νόημα.

Εἴμαστε λοιπὸν ἀναγκασμένοι σύμφωνα μὲ τοὺς Heisenberg-Bohr νὰ ἐγκαταλείψουμε στὴν περιοχὴ τῆς φυσικῆς τῶν ἀτόμων τὴ δυνατότητα ἐφαρμογῆς τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητας ποὺ φαίνεται ἔτσι ὄχι μόνον νὰ μὴ μπορεῖ νὰ ἐφαρμοστεῖ στὸ φυσικὸ κόσμο, ἀλλὰ ὅτι δὲν ἔχει καὶ ἐντελῶς κανένα νόημα.

Ἄς προσέξουμε κάπως βαθύτερα τὸ νόημα τῆς ἀρνήσεως αὐτῆς. Ἀληθινὰ φαίνεται δικαιολογημένο τὸ ὅτι δὲ μπορούμε νὰ ἔχουμε ἐφαρμογὴ τῆς αὐστηρῆς αἰτιοκρατίας στὴν περιοχὴ τῆς μικροφυσικῆς μιὰ ποὺ ἢ ἀρχὴ τοῦ ἀκαθόριστου μᾶς δεσμεύει στὴν ἐκτίμηση τῶν χαρακτηριστικῶν μεγεθῶν τῆς κίνησης κάθε σωματιδίου. Στὴ γνώση λοιπὸν τοῦ ἀτομικοῦ στοιχείου φαίνεται δικαιολογημένη ἢ ἐγκατά-

\*) Πρόκειται γιὰ τὴν διάκριση ποῦ κάνει ὁ Heisenberg στὰ μεγέθη τῆς φυσικῆς χωρίζοντάς τα σὲ μεγέθη παρατηρητὰ καὶ ὄχι παρατηρητὰ.

λειψη τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητας. Ὄταν ὅμως περάσουμε στὸ συνολικὸ φαινόμενο τῆς ἐξέληξης ἑνὸς συστήματος σωματιδίων, εἴτε ἄτομα ὕλης, εἴτε φωτόνια, εἴτε ἠλεκτρόνια εἶναι, τάχα εἶναι πάλι ἀπαραίτητη ἡ ἐγκατάλειψη αὐτῆ;

§ 18. Ἀπὸ τὴν κλασσικὴ φυσικὴ ξέρουμε ὅτι ὑπάρχουν νόμοι στατιστικοὶ ποὺ στηρίζονται στὴν ἄγνοια τῆς ἀτομικῆς λεπτομέρειας μὰ ποὺ στὸ σύνολο φανερώνουν ἀπόλυτο καθοριστικισμό. Παράδειγμα ἔχουμε τὴν αὕξηση τῆς ἐντροπῆς ὅπως προβλέπεται ἀπὸ τὴν ἀρχὴ τῶν Carnot - Clausius καὶ ποὺ ἔχει ὅμως βαθύτερο πιθανολογικὸ περιεχόμενο.

Ἡ σχέση τῶν στατιστικῶν νόμων μὲ τοὺς ἀπόλυτους νόμους ὅπως θὰ ὀνομάζουμε τοὺς νόμους ποὺ περιέχουν ἀπόλυτα αἰτιοκρατικὸ νόημα ἔχει ἀπασχολήσει τοὺς φιλοσόφους πρὶν τεθεῖ τὸ πρόβλημα ἀπὸ τὴ σύγχρονη φυσικὴ. Ἐτσι ὁ Exner στὰ 1918 εἶχεν ὑποστηρίξει τὴ θέση ὅτι ὅλοι οἱ φυσικοὶ νόμοι ἔχουν πιθανότατα στατιστικὸ χαρακτήρα· δηλαδή ἀφοροῦνε γενικῶς τὴ συμπεριφορὰ ἑνὸς μεγάλου ἀριθμοῦ στοιχείων καὶ συνεπῶς ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὸ γεγονὸς ὅτι, ἐνῶ ἡ συμπεριφορὰ κάθε ἀτομικοῦ στοιχείου εἶναι ἀβέβαιη, εἶναι ὅμως δυνατό νὰ προβλέψουμε μὲ πεποίθησι τὶς μέσες συνέπειες.

Τὰ μακροφυσικὰ φαινόμενα τὰ ὁποῖα μᾶς παρουσιάζουν τὰ χονδροειδῆ ὄργανα τῶν αἰσθήσεών μας, εἶναι στὴν πραγματικότητά ὁμαδικὰ φαινόμενα τὰ ὁποῖα στὴν προσεκτικὴ παρατήρησι φανερόνται ὡς μέσες ἐκδηλώσεις ἑνὸς μεγάλου ἀριθμοῦ ἀπὸ σωματίδια καὶ ἀπὸ στοιχειώδη ἀτομικὰ μικροφυσικὰ φαινόμενα. Ἀκόμα καὶ οἱ νόμοι τοὺς ὁποίους ἀκολουθοῦν τὰ μακροφυσικὰ φαινόμενα δὲν εἶναι παρὰ ἐκδηλώσεις ἀπὸ μέσες συνέπειες τῶν ὁποίων ἡ κανονικότητα συμβιβάζεται ἐντελῶς μὲ μιὰ μεγάλη ἔλλειψη νομοτέλειας στὰ ἀτομικὰ μικροφυσικὰ φαινόμενα.

Ἀνάφερα τὴ γνώμη αὐτῆ τοῦ Exner γιατί νομίζω ὅτι ρίχνει πολὺ φῶς στὸ πρόβλημα τῆς σχέσης τῶν στατιστικῶν νόμων μὲ τοὺς ἀπόλυτους νόμους, πρόβλημα ποὺ κατὰ τὴ γνώμη μου βρίσκεται στὸ κέντρο τοῦ γενικώτερου προβλήματος τῆς ἀξιωματοποίησης τῆς φυσικῆς.

Ὁ Reichenbach στὸ ἔργο του *La Philosophie scientifique*

καθώρισε μὲ μεγάλη λεπτότητα τὴ σχέση τῆς ἔννοιας τῆς αἰτίας μὲ τὴν ἔννοια τῆς πιθανότητας. Ἀφοῦ ἀποδεικνύει ὅτι οἱ αὐστηρότεροι νόμοι ἐπιδέχονται πιθανολογικὴ ἐρμηνεία, προτείνει νὰ ἀντικατασταθῆ ἡ κλασσικὴ ἐκφώνηση τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητας μὲ τὶς ἐπόμενες δύο προτάσεις:

I) Ὄταν ἓνα φαινόμενο περιγράφεται μὲ ἓνα ἀριθμὸ παραμέτρων, ἡ ἐπόμενη κατάσταση ποὺ ἐπίσης περιγράφεται μὲ ἐντελῶς ὁρισμένες παραμέτρους εἶναι δυνατὸ νὰ προβλεφθῆ μὲ πιθανότητα  $E$ .

II) Ἡ πιθανότητα αὕτη  $E$  πλησιάζει πρὸς τὴ μονάδα, ἀνάλογα μὲ τὴν αὐξηση τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παραμέτρων ποὺ μπορούμε νὰ χυμε ὑπ' ὄψη.

Ἄς προσέξουμε τὸ νόημα τῶν δύο αὐτῶν προτάσεων.

Τὸ νόημα τῆς πρώτης εἶναι σαφές καὶ σημαίνει ὅτι μπορούμε νὰ συνδέσουμε μὲ κάθε διαδοχὴ φαινομένων μιὰ πιθανότητα  $E$ , συνάρτηση τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παραμέτρων ποὺ ἀπαιτοῦνται γιὰ τὴν περιγραφή τῶν φαινομένων αὐτῶν.

Τῆς δεύτερης ὅμως τὸ νόημα εἶναι πιὸ βαθύ.

Μᾶς λέει ὅτι ἂν μπορούσαμε νὰ καθορίσουμε ἀκριβῶς τὸ σύνολο τῶν παραμέτρων ποῦ ἀπαιτοῦνται γιὰ τὴν τέλεια περιγραφή τοῦ φαινομένου, τότε μόνον θὰ μπορούσε νὰ ποῦμε ὅτι τὸ φαινόμενο εἶναι τελείως καθορισμένο.

Τὸ ἴδιο πράγμα λέγοντας μπορούμε νὰ ποῦμε ὅτι: Ἡ αὐστηρὴ αἰτιοκρατία εἶναι μιὰ ὁριακὴ περίπτωση ποὺ μπορούμε νὰ τὴ δεχθοῦμε πραγματοποιήσιμη ὅταν ἀποδείξουμε ὅτι στὴν πραγματικότητά ἔχει νόημα ἡ πρόταση: *Τέλεια γνώση τοῦ συνόλου τῶν παραμέτρων ποὺ καθορίζουν ἓνα φαινόμενο.*

Τὸ πρόβλημα λοιπὸν τῆς διατήρησης τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητας φαίνεται ὅτι μπορεῖ νὰ τεθεῖ ὡς ἐξῆς: Εἶναι δυνατὸ μὲ τῆς συνθήκες μὲ τὶς ὁποῖες πραγματοποιεῖται ἡ γνώση τοῦ φυσικοῦ κόσμου νὰ δεχθοῦμε ὅτι ἀληθεύει ἡ πρόταση II.; Δηλαδή ἡ πιθανότητα  $E$  μπορεῖ νὰ τείνει πρὸς τὴ μονάδα;

Ὄταν ἡ ἀπάντηση ποὺ δίνεται εἶναι *Ναί*, σημαίνει κατ' ἀρχὴν ἀποδοχὴ τῆς αἰτιοκρατίας ἔστω καὶ σ' ἄν ὁριακὴ περίπτωση μιᾶς στατιστικῆς γνώσης. Ὄταν ἡ ἀπάντηση εἶναι *Ὁχι* σημαίνει ἀπόρριψη τῆς



ἀρχῆς II, δηλαδή παραδοχὴ μιᾶς μοιραίας ἀδυναμίας ποὺ ὀδηγεῖ σὲ μιὰ φυσικὴ ποὺ ἀφήνει τὴ δυνατότητα νὰ δεχθοῦμε μιὰ βαθύτερη ἑτεραρχία στὴ φύση.

Νομίζω ὅτι εἴμαστε τῶρα σὲ θέση νὰ νοιώσουμε ἀπὸ ποῦ ἀκριβῶς ξεκινοῦν καὶ πὼς εἶναι τὸ βαθύτερο περιεχόμενο τῶν δύο στάσεων ποὺ συναντᾶμε στὴν ν. φυσικὴ καὶ ποὺ ἀναφέραμε προηγουμένως. Ἐννοῶ τὴν ἑτεραρχικὴ τῶν Heisenberg - Bohr, κ.τ.λ. καὶ τὴν μὲ διάφορες ἀποχρώσεις αἰτιοκρατικὴ τῶν Langevin - Einstein, Planck.

Ἡ ἀπάντηση τοῦ Heisenberg εἶναι ἀπορριπτικὴ τῆς πρότασης II τοῦ Reichenbach καὶ τὴν ἀπόρριψή της τὴ στηρίζει στὴν ἀρχὴ τοῦ ἀκαθόριστου ποὺ ὅπως εἶδαμε σημαίνει μοιραία ἀδυναμία τῆς τελείας γνώσης τοῦ συνόλου τῶν παραμέτρων ποὺ εἰσέρχονται στὴν περιγραφή ἑνὸς φαινομένου.— Ἐδῶ βρίσκεται ἡ ἀφρηρία τῶν ἀπόψεων γιὰ μιὰ φυσικὴ μὲ ἑτεραρχικὸ ὑπόβαθρο.

Τῶρα κατὰ πόσο ἡ στενὴ αὐτὴ βάση δικαιολογεῖ νὰ γίνεται λόγος γιὰ ἐλεύθερη βούληση, ἐκλογή τῆς φύσης, τελεολογικὴ Ἀριστοτελικὴ συγκρότηση τῆς νέας φυσικῆς, ποὺ συναντοῦμε σὲ ὀρισμένους φυσικοὺς καὶ φιλοσόφους, εἶναι λίγο δύσκολο στὸν ἀντικειμενικὸ μελετητὴ νὰ τὸ διακρίνει.

Νομίζω ὅτι χωρὶς νὰ ὑπάρχει ἀνάγκη νὰ ἐπεκταθοῦμε, ὁ ἐντοπισμὸς ποὺ κατορθώσαμε τῆς ἀφρηρίας τῆς νέας φυσικῆς τῶν Quantum ἀποδείχνει πόσο αὐθαίρετα ὑποκειμενικὲς εἶναι οἱ διάφορες ἄκρες ἐρμηνεῖες ποὺ δόθηκαν στὸ περιεχόμενο τῆς ν. φυσικῆς ὅταν ἔχουμε ὑπ' ὄψη τὴ στενὴ ἐπιστημονικὴ ἀφρηρία τους.\*)

\*) Εἶπαμε στὴν πρώτη μας ὀμιλία ὅτι θεωροῦμε τὶς ἄκρες αὐτὲς θέσεις ἐκδηλώσεις τῆς σύγχρονης ὀξύτητας τοῦ κοινωνικοῦ ἀνταγωνισμοῦ ποὺ ἀντικατοπτρίζεται στὸ πεδίο τῆς φιλοσοφικῆς σκέψης.

Ἡ γνώμη αὐτὴ μπορεῖ εὐκολὰ νὰ ὑποστηριχθεῖ δείχνοντας μὲ παραδείγματα ὅτι ὅλες αὐτὲς οἱ ἄκρες θέσεις ἀποτελοῦν παραμορφωτικὲς ἐρμηνεῖες ποὺ δύσκολα κρύβουν πίσω ἀπὸ τὴ χαρούμενη ἀνακήρυξη τῆς ἑτεραρχίας τὰ ὑποκειμενικά τους κίνητρα. Ἡ ρωσικὴ κριτικὴ τῆς σύγχρονης Φιλοσοφίας ἔχει ἀπὸ καιρὸ σημειώσει τὴν αὐτὴ πνευματικὴ κίνηση κινδυνολογώντας τὴ φασιστικὴ της προέλευση.

Ἄλλὰ καὶ ἂν ἀκόμα δὲν εἶχε προηγηθεῖ ἡ ρωσικὴ αὐτὴ διαπίστωση, ἀρκοῦσε τὸ διάβασμα τῶν τίτλων ὀρισμένων ἔργων καὶ ἄρθρων, γιὰ νὰ

Εἶδαμε ὅτι ἡ ἀπόρριψη, ἢ ἡ ἀποδοχὴ τῆς δεύτερης πρότασης τοῦ Reichenbach, τῆς δυνατότητας, ὕστερα ἀπὸ μιὰ τέλεια γνῶση τῶν παραμέτρων ποὺ ἀπαιτεῖ ἡ γνῶση ἑνὸς φαινομένου, τὸ ὄριο τῆς πιθανότητας  $E$  νὰ εἶναι ἡ μονάς, ἀνοίγει δυὸ δρόμους: ὁ ἕνας ὀδηγεῖ στὴν ἐγκατάληψη καὶ ὁ ἄλλος στὴ διατήρηση τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητας.

Θ' ἀκολουθήσουμε τὸν πρῶτο δρόμο, δρόμο ποὺ ἀκολουθοῦσε ἡ ν. φυσικὴ, μόνον ποὺ θὰ σταθοῦμε σὶὸ σημεῖο ἐκεῖνο ποὺ θὰ μᾶς ἐπιτρέψει νὰ διακρίνουμε πῶς σχετικὰ μ' αὐτὸν πορεύεται ὁ δεύτερος δρόμος τοῦ Langevin.

§ 19. Μὲ τὰ ὅσα ἐκθέσαμε ὡς τώρα εἶδαμε πῶς ἡ ἀρχὴ τοῦ ἀκαθόριστου τοῦ Heisenberg θέτει τὸ ζήτημα τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητας. Θὰ ζητήσουμε τώρα νὰ προχωρήσουμε στὸ θεωρητικὸ περιεχόμενον τῆς ν. φυσικῆς καὶ νὰ ἐξετάσουμε τὸ πῶς σ' αὐτὸ ἡ ἐγκατάληψη τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητας παίρνει βαρύτερο νόημα. Θὰ ἀναφερθοῦμε κυρίως στὶς ἀντιλήψεις τοῦ Bohr, γιατί αὐτὸς κυρίως δούλεψε τὸ ὕλικὸ τῆς ν. φυσικῆς ζητώντας νὰ τοῦ δώσει μιὰ ἐπιστημολογικὴ ἐνότητα. Οἱ ἀντιλήψεις αὐτὲς στρέφονται γύρω ἀπὸ τὴν «ἀρχὴ τοῦ συμπληρωματικοῦ» ποὺ διατύπωσε ὁ ἴδιος καὶ ποὺ μαζί μὲ τὴν ἀρχὴ τῆς ἀντιστοιχίας καὶ τῆς ἀρχῆς τοῦ ἀκαθόριστου ἀποτελοῦνε τὸ ἐπιστημολογικὸ βᾶθρο τῆς φυσικῆς τῶν Quanta. Στὴν ἀρχὴ τῆς ἀντιστοιχίας τοῦ Bohr βρήκαμε νὰ περιέχεται ἕνα πρόβλημα καὶ συνάμα νὰ ὑποδεικνύεται ἡ κατεύθυνση ποὺ πρέπει νὰ τηρηθεῖ γιὰ νὰ λυθεῖ τὸ πρόβλημα αὐτό. Εἶδαμε πῶς οἱ δυὸ μηχανικὲς, ἡ μηχανικὴ τῶν Quanta καὶ ἡ κυματομηχανικὴ ζητώντας νὰ λύσουν τὸ πρόβλημα αὐτὸ τείνουνε στὸ νὰ θέσουνε μὲ τὴν ἀρχὴ τοῦ ἀκαθόριστου τοῦ Heisenberg τὸ γενικώτερο πρόβλημα τῆς σχέσεως τῶν στατιστικῶν νόμων μὲ τοὺς αἰτιοκρατικούς. Στὴν ἀρχὴ τοῦ συμπληρωματικοῦ τοῦ Bohr περιέχεται μιὰ δικαίωση τῆς παραδοχῆς τῆς ἑτεραρχίας, στηριγμένη στὴν ἐρμηνεία τῆς σχέσεως τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητας μὲ τὴν ἀπαίτηση μιᾶς παραστατικῆς εἰκόνας.

φανεῖ ἡ αὐθαίρετη ἐπιβολὴ τοῦ ὑποκειμενικοῦ παράγοντα στὴν ἐρμηνεία τῆς σύγχρονης φυσικῆς. Π.χ. ὁ Eddington στὸ βιβλίον του *La Nature du monde physique* γράφει: Μποροῦμε ἴσως νὰ ποῦμε σὰ συμπέρασμα βγαλλμένο ἀπὸ τὰ ἐπιχειρήματα ποὺ δίνει ἡ σύγχρονη φυσικὴ ὅτι ἡ θρησκεία ἀπὸ τὸ 1927 ἔγινε παραδεκτὴ ἀπὸ τὸ ἐπιστημονικὸ μυαλὸ ποὺ σκέπτεται λογικά.

Τὸ περιεχόμενο τῆς ἀρχῆς τῆς ἀντιστοιχίας τοῦ Bohr παρουσιάζει μὲ τὴν πρόοδο τῆς θεωρίας τῶν Quanta, ἓνα μετασχηματισμό. Μὲ τὸ μετασχηματισμὸ αὐτὸ παίρνει διαδοχικὰ δυὸ διατυπώσεις, τὴν πρώτη ἃς τὴν ποῦμε ρεαλιστικὴ καὶ τὴ δεύτερη ἰδεαλιστικὴ. Ἡ πρώτη, ἡ ρεαλιστικὴ, ἀναφέρεται στὸ δυῖσμό: σωματίδια—κύματα καὶ διατυπώνεται τῇ στιγμῇ ποὺ ἔχει διαπιστωθεῖ ἡ διπλῆ ἀδυναμία τῶν δύο αὐτῶν περιγραφικῶν στοιχείων νὰ πλαισιώσουνε μὲ ἑνιαία παραστατικὴ εἰκόνα τὴ λύση ποὺ δίνεται στὸ «πρόβλημα τῆς ἀντιστοιχίας» ἀπὸ τὴ θεωρία τῶν Broglie — Schrödinger. Ἐκφράζεται μ' αὐτὴ ἡ ἀνάγκη νὰ δεχθοῦμε ὅτι οἱ δύο αὐτὲς παραστατικὲς ὑποθέσεις μόνο συμπληρωματικὰ πετυχαίνουνε μίαν παρακολούθηση τῶν μικροφαινομένων ποὺ νὰ στηρίζεται σὲ παραστάσεις ἀπὸ εἰκόνες ποὺ χρησιμοποιεῖ ἡ κλασσικὴ φυσικὴ.

Ἡ ἀρχὴ τώρα τοῦ Heisenberg παίρνει μὲ τὴν ἀρχὴ τοῦ συμπληρωματικοῦ τοῦ Bohr, βαθύτερο νόημα: δηλαδὴ ὅτι καταλήγουμε στὴ σχέση ποὺ ἐκφράζει, εἴτε ξεκινήσουμε ἀπὸ τὴν εἰκόνα: σωματίδια, εἴτε ξεκινήσουμε ἀπὸ τὴν εἰκόνα κύματα. Τὸ συμπληρωματικὸ ποὺ παρουσιάζουν οἱ δύο αὐτὲς εἰκόνες ὀφείλεται στὸ ὅτι πάντοτε στὰ φαινόμενα τῆς μικροφυσικῆς συναντᾶμε συνάμα σχέσεις ποὺ ἀναφέρονται σὲ μεγέθη ἐπιδεκτικὰ ἀτομικιστικῆς παράστασης καὶ σχέσεις ποὺ ἀναφέρονται σὲ μεγέθη ἐπιδεκτικὰ κυματόμορφης παράστασης. Ἔτσι ἡ σταθερὴ  $h$  φαίνεται νὰ εἶναι ἡ παγκόσμια μέτρηση τοῦ ἀκαθόριστου ποὺ εἰσάγει στὴ μελέτη τῆς μικροφυσικῆς ὁ δυῖσμός σωματίδια-κύματα ποὺ συναντᾶμε σὲ κάθε κύκλο φαινομένων.

Ἡ ἀρχὴ ὅμως τοῦ συμπληρωματικοῦ τοῦ Bohr γρήγορα πῆρε βαθύτερο νόημα, αὐτὸ ποὺ ὀνομάσαμε ἰδεαλιστικὸ. Τὸ νόημα αὐτὸ τὸ πῆρε ὅταν ζήτησε νὰ περάσει σύμφωνα μὲ τὸ τριαδικὸ σχῆμα τῆς διαλεκτικῆς τοῦ Hegel, ἀπὸ τὴν ἀντίθεση στὴ σύνθεση. Ἡ ἀντίθεση ποὺ ξεκίνησε, ἦταν: ἀτομα-κύματα. Ἡ σύνθεση ποὺ ἔφθασε εἶναι: Σωματίδια προικισμένα μὲ ὄντοτητα καὶ χωρὶς συνοδὸ κυματικὸ φαινόμενο μὲ φυσικὴ ὑπόσταση, ἀλλὰ μόνο μὲ πιθανολογικὸ ἐξελικτικὸ προσδιορισμό. Ἡ σύνθεση αὐτὴ μετατοπίζει τὴν ἀντίθεση ἀπὸ τὸ ρεαλιστικὸ ἐπίπεδο: κύματα-ἄτομα στὸ ἰδεαλιστικὸ σὰν ἀντίθεση: δυνατότητα νὰ παρακολουθήσουμε τὴν κίνηση ἑνὸς σωματιδίου σὲ χῶρον καὶ χρόνον ἢ

δυνατότητα μιᾶς περιορισμένης ἐφαρμογῆς τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητας.

Τί σημαίνει αὕτη ἡ ἀντίθεση; Σημαίνει ὅτι ἂν μὲν ἀφίνουμε ἓνα σωματίδιο νὰ κινιέται σύμφωνα μὲ αὐστηρὸ αἰτιοκρατικὸ σχῆμα τότε δὲν τὸ παρακολουθοῦμε κατὰ χῶρο καὶ χρόνο στὴν κίνησή του αὕτη. Μόλις ὅμως θελήσουμε νὰ τὸ παρακολουθήσουμε τότε ἡ μοιραία ἐπίδραση ποὺ σύμφωνα μὲ τὴν ἀρχὴ τοῦ Heisenberg θὰ ἐξασκήσουμε πάνω σ' αὐτό, θὰ θολώσῃ τὸν καθορισμὸ τῶν μεταβλητῶν ποὺ χαρακτηρίζουν τὴ δυνατότητα ἐφαρμογῆς τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητας.

Ἡ σημασία τῆς σταθερῆς  $h$  εἶναι ὅτι ἡ ἐπίδραση εἶναι ἀναπόφευκτη καὶ ὅτι εἶναι ἀδύνατο νὰ τὴν περιορίσουμε κάτω ἀπὸ ἓνα ἐλάχιστο, ἀφοῦ ἡ σταθερὴ  $h$  εἶναι ἀδιαίρετη. Βρίσκουμε λοιπὸν χάρις στὴν ἀκεραιότητα τῆς σταθερῆς  $h$  νὰ δημιουργεῖται ἓνα ἀνυπέροβλητο φράγμα προσέγγισης, ποὺ ἀντιστοιχεῖ σ' ἓνα ὁρισμένον περιθώριον ἀοριστίας. Τὸ σχῆμα φαίνεται ὀξύμωρο μὰ ἐκφράζει ἐντελῶς μιὰ πραγματικὴ κατάσταση.

Μᾶς παρουσιάζεται δηλαδὴ ἡ γιῶση τῶν φυσικῶν φαινομένων νὰ μπορεῖ νὰ προεκτείνεται ἀπὸ τὰ μέσα φαινόμενα πρὸς τὰ μικροφαινόμενα, ἕως ὅτου συναντήσῃ τὸ γραμμικὸ σύνορον ποὺ ἀναφέραμε. Ὄταν φτάσῃ πρὸς τὸ σύνορον αὐτὸ βρίσκεται πλέον σὲ ἀδυναμία νὰ προχωρήσῃ στὴν παρακολούθησιν τῶν φαινομένων διατηρώντας τὴν ἴδια προοπτικὴν. Ἡ στατιστικὴ ἐρμηνεία τῆς συνάρτησης τοῦ Schrödinger, ἀποτελεῖ τὴν ἀναλυτικὴν διατύπωσιν τῆς ἀδυναμίας αὐτῆς νὰ διατηρήσῃ τὴν αἰτιοκρατικὴν πρόβλεψιν πέρα ἀπὸ τὸ περιθώριον αὐτὸ ποὺ ὁρίζει ἡ ἀρχὴ τοῦ Heisenberg καὶ ποὺ μετρεῖ ἡ σταθερὴ  $h$ . Συνέπεια τῆς ἐρμηνείας αὐτῆς εἶναι ὅτι τὸ ἠλεκτρόνιον διατηρεῖ τὴν ἀτομικὴν του ὑπόστασιν, ἐνῶ βρισκόμαστε σὲ ἀπόλυτη ἀδυναμία νὰ τὸ παρακολουθήσουμε αἰτιοκρατικὰ, καθορίζοντας συνάμα τὴ θέσιν του καὶ τὴν ταχύτητά του μέσα στὸ σύστημα ποὺ στέκει. (Ἄν δεχθῶμε ἐντελῶς ἀόριστη τὴ θέσιν τοῦ ἠλεκτρονίου, τότε ἡ μέση πιθανότητα νὰ ἔχει ὁρισμένη κινητικὴ ἐνέργεια γίνεται ἴση μὲ τὴ μονάδα).

Ἐνῶ λοιπὸν στὴν κλ. φυσικὴ ἔχουμε τὴν ἐξέλιξιν ἑνὸς συστήματος ἀπὸ σωματίδια ἐντελῶς καθορισμένη ὅταν γνωρίζουμε τὴν ἀρχικὴν του κατάστασιν, στὴ νέα μηχανικὴ τῶν Quanta δὲ συμβαίνει τὸ ἴδιον. Ἡ μελλοντικὴ κατάστασιν ἑνὸς συστήματος εἶναι

ἀκαθόριστη μιὰ πὺν εἶναι ἀδύνατο νὰ καθορισθεῖ ἐντελῶς ἡ ἀρχική του κατάσταση. Ἀπὸ τὰ στοιχεῖα πὺν μᾶς ὀρίζουν τὴν ἀρχική κατάσταση μπορούμε νὰ καθορίσουμε τὶς πιθανότητες πὺν παρουσιάζουν γιὰ νὰ ἐμφανισθοῦν οἱ διάφοροι σχηματισμοὶ τοῦ συστήματος, ὅσοι βέβαια ἀπ' αὐτοὺς συμβιβάζονται μὲ τὴν ἀρχική κατάσταση. Ὄταν μᾶς δοθεῖ ἡ ἀρχική κατάσταση ἑνὸς συστήματος μπορούμε νὰ ἔχομε πιθανολογικὰς προβλέψεις τῆς ἀμεσης ἐξελίξεώς του ὄχι ὅμως καὶ αἰτιολογικὴ γνώση.

§ 20. Στὸ σημεῖο αὐτὸ πρέπει νὰ προσέξομε εἰδικίτερα, γιὰτὶ σ' αὐτὸ διαφαίνεται ὁ δεσμὸς πὺν ὑπάρχει στὴν ἑτεράρχικὴ θέση τῆς θεωρίας τῶν Quanta (θέση τοῦ Bohr) μεταξὺ τῶν δύο στοιχείων τοῦ φυσικοῦ νόμου τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητας καὶ τῆς παραστατικῆς ὑπόθεσης. Ἡ στατιστικὴ διατύπωση ὑπαγορεύεται μὲ τρόπο ἀπόλυτο ἀπὸ τὴν ἀρχὴ τοῦ Heisenberg, ὅταν διατηρήσουμε τὴν ἀντίληψη ὅτι ἡ ἐξέλιξη ἑνὸς συστήματος ἀπὸ σωματίδια, εἶναι τελείως καθορισμένη ὅταν εἶναι τελείως καθορισμένα σὲ μιὰ χρονικὴ στιγμή τὰ χαρακτηριστικὰ μεγέθη ὄλων τῶν στοιχείων του· ὅταν δηλαδὴ ξέρομε ἀκριβῶς τὴν ταχύτητα καὶ τὴν ἐνέργεια πὺν ἔχουν ὄλα τὰ σωματίδια π'ὺν τὸ ἀπαρτίζουν. Ἐχομε λοιπὸν τὴν παραστατικὴν ὑπόθεση νὰ παραστέκει τὴ στατιστικὴν διατύπωση διατηρώντας ὅμως τὴν εἰκόνα ἀπὸ σωματίδια προικισμένα μὲ ἀτομικότητα. Ἡ ἀτομικότητα αὐτὴ χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὴν θέση τους στὸ χῶρο, πὺν μπορούμε νὰ καθορίσουμε, καὶ ἀπὸ τὴν ταχύτητά τους πὺν μπορούμε νὰ ὑπολογίσουμε.

Ἡ ἐμφάνιση λοιπὸν τῆς στατιστικῆς διατύπωσης φαίνεται ἔτσι νὰ εἶναι ἡ ἀναπόφευκτὴ ἐκδήλωση τῆς βαθύτερης ἀγνοίας τῆς ἀτομικῆς συμπεριφορᾶς. Ἡ ἀγνοία αὐτὴ, ὅπως προηγουμένως εἶπαμε, μπορεί νὰ κρύβει τὴν ὑπαρξὴ μιᾶς βαθύτερης ἑτεραρχίας πὺν χαρακτηρίζει τὴ συμπεριφορὰ πὺν ὄχι τὰ ὕσιατα συστατικὰ τῆς ὕλης.

Μπορούμε τώρα νὰ νοιώσουμε τὸ πὺνθε ξεκίνησαν ὁ Bohr καὶ ὁ Jordan κ' ἔφτασαν νὰ θεωρήσουν ὅτι μὲ τὴν καινούργια φυσικὴ ἀνοίγεται ὁ δρόμος στὴ σύνθεση τοῦ ὀργανικοῦ μὲ τὸ ἀνόργανο. Ὁ Bohr θεωρεῖ πὺς ἡ περιοχὴ τῆς μικροφυσικῆς βρίσκεται ἀνάμεσα στὴ βιολογικὴ περιοχὴ ὅπου ἰσχύει ὁ τελεολογικὸς συλλογισμὸς καὶ στὴ μακροφυσικὴ ὅπου ἰσχύει ἡ χωροχρονικὴ καὶ αἰτιολογικὴ

περιγραφή. Ὄταν προχωροῦμε ἀπὸ τὸ ὑπάτομο (ἠλεκτρόνιο) πρὸς τὸ ἄτομο καὶ τὸ μόριο, δηλαδή πρὸς τὸ φυσικοχημικὰ μακροσκοπικό, ἡ ἐλεύθερη βούληση τοῦ ἠλεκτρονίου ἐκφυλίζεται ἀδιάκοπα μέχρι τελειωτικοῦ ἔξαφανισμοῦ. Ὄταν ὅμως βλίνουμε ἀντίθετα πρὸς τὰ ὀργανικὰ φαινόμενα μπορούμε νὰ δεχθοῦμε ὅτι ἐντείνεται ἡ ἐκδήλωσή της. Ἔτσι μᾶς παρουσιάζεται ἡ ζωὴ σὰν ἡ σκόπιμη ὁργάνωση τῆς ἐκδήλωσης αὐτῆς.

Ὑστερα ἀπὸ τὴ μικρὴ αὐτὴ πιρέκβαση τὴν σχετικὴν μὲ τοὺς δεσμοὺς πού, σύμφωνα μὲ τὸν Bohr, ἡ σύγχρονη φυσικὴ ἀφήνει νὰ διαφαινωταὶ μεταξύ τοῦ ἀνόργανου καὶ τοῦ βιολογικοῦ, φθάσαμε στὸ σημεῖο νὰ συνοψίσουμε τὸ περιεχόμενο τῆς «ἑτεροαρχικὰ θεμελιούμενης Φυσικῆς τῶν Quanta». Ὑπάρχει μὲν χωριστικὴ γραμμὴ μεταξύ τῆς μακροφυσικῆς καὶ τῆς μικροφυσικῆς. Ἡ γραμμὴ αὐτὴ προκύπτει ἀπὸ τὴν ἀναπόφευκτη ἐπίδραση πού διαπιστώνουμε μεταξύ συστήματος πού παρατηρεῖ καὶ φαινομένου πού παρατηρεῖται, ὅταν προσεκτικὰ ἀναλύσουμε τὶς πειραματικὲς συνθῆκες πού ἰσχύουνε στὴν περιοχὴ τῆς μικροφυσικῆς. Ἡ ἐπίδραση αὐτὴ μπορεῖ νὰ ἐξουδετερωθεῖ καὶ νὰ παραλειφθεῖ στὴ μακροφυσικὴ, ἀλλὰ εἶναι μοιραία καὶ ἀναπόφευκτη στὴ μικροφυσικὴ. Ἡ γραμμὴ αὐτὴ χαρακτηρίζει ἀκόμα τὴν ἀδυναμία νὰ προεκταθοῦνε στὴν περιοχὴ τῆς μικροφυσικῆς οἱ παραστατικὲς εἰκονικὲς ὑποθέσεις, καὶ γενικώτερα θεμελιακὲς ἔννοιες τῆς μακροφυσικῆς. Στὴ χωριστικὴ αὐτὴ γραμμὴ βρίσκεται ἡ ἀρχὴ τοῦ ἀκαθόριστου τοῦ Heisenberg πού σφραγίζει ὅλους τοὺς νόμους τῆς μικροφυσικῆς μ' ἓνα βαθύτερο νόημα ἀποκλειστικὰ στατιστικό. Ἡ στατιστικὴ αὐτὴ διατύπωση τῶν νόμων τῆς μικροφυσικῆς εἶναι ἀποτέλεσμα μιᾶς βαθύτερης ἑτεροαρχίας πού εἴμαστε ἀναγκασμένοι νὰ δεχθοῦμε ὅτι συνοδεύει τὰ ὕστατα συστατικὰ τῆς ὕλης. Στὴν περίληψη αὐτὴ περιέχεται τὸ οὐσιαστικώτερο περιεχόμενο τῆς ν. φυσικῆς τῶν Quanta. Κάθε ἀντίθετη ἄποψη σχετικὴ μὲ τὴ γενικώτερη σημασία τῆς ν. φυσικῆς καθορίζεται ἀπὸ τὶς ἀντιρρήσεις πού μπορεῖ νὰ διατυπωθοῦν γιὰ ἓνα ἢ περισσότερα σημεῖα τῆς περίληψης αὐτῆς.

§ 21 Θὰ ἐκθέσουμε λοιπὸν σχετικὰ μ' αὐτὴ, τὴν ἄποψη τοῦ L. a. H. v. B. πού στὸ ζήτημα τῆς διατήρησης τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητας συμπίπτει μὲ τὴ γνώμη τῶν Einstein καὶ Planck. Καὶ οἱ τρεῖς τοὺς

ὑποστηρίζουν τὴν ἀνάγκη νὰ διατηρηθεῖ ἡ ἀρχὴ τῆς αἰτιότητας. Οἱ Einstein-Planck ἐπιμένουν στὴ διατήρησή της τονίζοντας κυρίως τὴν ὑψηλὴ εὐριστική της σημασία. Θεωροῦν καὶ οἱ δυὸ ὅτι εἶναι μοναδικῆς ἀξίας ὁδηγὸς στὴ μελέτη τῶν φυσικῶν φαινομένων. Ὁ Einstein ἰδιαίτερα θεωρεῖ, πὼς ἡ ἀρχὴ τῆς αἰτιότητας ἔχει δυὸ διαφορετικὲς σημασίες, μιὰ ἐμπειρική καὶ μιὰ θεωρητική (γνωσιολογική). Τὸ ἀκαθόριστο ποὺ περὶ ἔχουν οἱ νόμοι τῆς νεώτερης φυσικῆς ἀφορᾷ τὴν ἐμπειρική αἰτιότητα καὶ ἀφίνει ἀνέπαρη τὴ θεωρητικὴ αἰτιότητα, ποῦναι θεμελιακὴ ἀπαίτηση τῆς ἐπιστημονικῆς σκέψης. Συντομώτερα φαίνεται ὅτι μπορούμε νὰ ποῦμε πὼς ὁ Einstein δέχεται τὴν πρόταση II τοῦ Reichenbach καὶ ὅτι παραδέχεται πὼς ἡ ἀπόρριψή της ἀπὸ τὴ σύγχρονη φυσικὴ εἶναι περαστική. Θὰ ἐκθέσουμε τώρα τὴν ἐπιχειρηματολογία τοῦ Langevin ποὺ ἐνσαρκώνει τὴν συστηματικώτερη ἀντίδραση ἐναντίον τῆς βιαστικῆς ἀποκήρυξης τῆς αἰτιοκρατίας. Στὸ κέντρο τῆς ἐπιχειρηματολογίας τοῦ Langevin βρίσκεται ἡ γνώμη ὅτι μὲ τὴ νεώτερη φυσικὴ δὲ θίγεται ἡ αἰτιοκρατία, ἀλλὰ ἡ μηχανιστικὴ εἰκόνα ποὺ τὴ συνοδεύει στὴν κλασσικὴ φυσικὴ. Ὅταν δηλαδὴ ὁ Heisenberg ἀποδείχνει ὅτι δὲν ἔχει νόημα νὰ μιλάμε γιὰ τὴ θέση καὶ γιὰ τὴν τροχιὰ ἑνὸς ἠλεκτρονίου, θ' ἔπρεπε νὰ θεωρηθεῖ ὅτι κυλιέται κυρίως ἡ δυνατότητα τῆς διατήρησης τῆς ἀτομικότητας στὴν εἰκόνα μὲ σωματίδια ποὺ μεταφέραμε ἀπὸ τὴ μακροφυσικὴ στὴ μικροφυσικὴ καὶ ὄχι ἡ ἀρχὴ τῆς αἰτιότητας. Σύμφωνα δηλαδὴ μὲ τὸν Langevin ἔπρεπε νὰ θεωροῦμε ὅτι μὲ τὴ νεώτερη φυσικὴ προκύπτει κρίση τῆς μηχανιστικῆς ἀτομικιστικῆς ἀντίληψης, καὶ ὄχι τῆς αἰτιοκρατίας. Τὴ γνώμη τοῦ αὐτοῦ ὁ Langevin τὴν ὑποστηρίζει μὲ ἐπιχειρηματολογία βγαλμένη κυρίως ἀπὸ τὸ περιεχόμενο τῶν νεωτέρων στατιστικῶν. Βρίσκει ὅτι καὶ ἡ στατιστικὴ τῶν Bose—Einstein καὶ ἡ στατιστικὴ τῶν Fermi-Dirac καθὼς καὶ ἡ ἀπαγορευτικὴ ἀρχὴ τοῦ Pauli στηρίζονται στὴν κατάργηση τῆς προσωπικότητας (ἢ τῆς ἀτομικότητας) τῶν σωματιδίων. Δυὸ διαφορετικὲς δυνατὲς καταστάσεις διακρίνονται μεταξύ τους ὄχι ἀπὸ τὶς μεταβολὲς τῆς προσωπικότητας τῶν ἠλεκτρονίων, (ἂν δηλαδὴ ἓνα ἠλεκτρόνιο A πῆρε τὴ θέση ἑνὸς ἄλλου B), ἀλλὰ μόνο ἀπὸ τὸν ἀριθμὸ καὶ ἀπὸ τὶς θέσεις τῶν ἠλεκ-

τρονίων ποὺ ὑπάρχουν σὲ κάθε μιὰ ἀπὸ τὶς δυὸ αὐτὲς καταστάσεις. Δυὸ σχηματισμοὶ ποὺ δὲν διαφέρουνε μεταξύ τους παρὰ ἀπὸ τὴν ἀντιμετάθεση δυὸ ἠλεκτρονίων, δὲ θεωροῦνται διαφορετικοί. Στὶς νέες στατιστικὲς, προσωπικότητα, στοιχεῖα διαχωρισμοῦ, δὲν παρουσιάζουν παρὰ τὰ συστήματα ἀπὸ σωματίδια καὶ ὄχι αὐτὰ τὰ ἴδια τὰ σωματίδια.

Ἡ ἐνίσχυση ποὺ βρίσκει ἡ γνώμη τοῦ Langevin ἀπὸ τὶς νέες στατιστικὲς εἶναι ἐξαιρετικὰ σημαντικὴ. Κι' αὐτὸ γιὰ τὴν ἀνοίγει τὴν προοπτικὴν εἰς τὴν ἄποψη ὅτι: ἀφοῦ οἱ νέες στατιστικὲς ποὺ ἐξελέχθησαν σύμφωνα μὲ τὸ πνεῦμα τῆς στατιστικῆς τῶν Boltzmann - Gibbs τῆς κλασσικῆς μηχανικῆς, ἀναγκάστηκαν νὰ συμπληρώσουν τὸ ὑποθετικὸν τους βάντρο ἐγκαταλείποντας τὴν ἔννοια τῆς προσωπικότητος τῶν σωματιδίων, διατηρῶντας ὅμως τὴν ἴδια σχέσιν μεταξύ τῶν στατιστικῶν καὶ τῶν αὐστηρῶς αἰτιοκρατικῶν νόμων (πρᾶγμα ποὺ σημαίνει διατήρηση τῆς πρότασης II τοῦ Reichenbach), ἴσως θάπρεπε ἡ ἴδια αὐτὴ ἰδέα νὰ κυριαρχήσει γενικὰ εἰς τὴν νεώτερη φυσικὴ ἀντὶ ἐκείνης ποὺ ὑπερίσχυσε καὶ μὲ τὴν ὁποία διετηρήθη κατ' ἀρχὴν ἡ προσωπικότητα τῶν σωματιδίων καὶ ἐγκατελείφθη ἡ ἀρχὴ τῆς αἰτιότητος. Ἐγκατάλειψη δηλαδὴ τῆς ἀρχῆς II τοῦ Reichenbach).

Ἀγγίξουμε ἔτσι τὸ πρὸ εὐαίσθητο σημεῖο τῆς νέας φυσικῆς. Λὲς καὶ ἡ σκέψις τοῦ φυσικοῦ ἐνῶ κατ' ἀρχὴν ἔχει δεχθῆι τὸ ἀκαθόριστο τῆς συμπεριφορᾶς τῶν σωματιδίων, εἰς τὴν περιοχὴν τῶν μικροφαινομένων σὰ νὰ βρέθηκε εἰς τὸ δίλημμα νὰ διαλέξει μεταξύ 1) Διατήρησης ἀτομικότητος τῶν σωματιδίων, στατιστικὴ διατύπωση τῶν νόμων, καὶ ἀπόρριψη τῆς αἰτιοκρατίας καὶ 2) Ἀναθεώρηση τῆς ἔννοιαις τῆς ἀτομικότητος τῶν στοιχείων τῆς ὕλης, στατιστικὴ διατύπωση τῶν νόμων, διατήρηση τῆς αἰτιοκρατίας.

Ἡ ἐκλογὴ μεταξύ τῶν δύο στάσεων καταλήγει, ὅπως δείξαμε ὅταν ἐντοπήσαμε τὴν ἀφρητοῖα τῶν ἀπόψεων τῆς ν. φυσικῆς, νὰ εἶναι ἀπόρριψη ἢ παραδοχὴ τῆς II πρότασις τοῦ Reichenbach. Στὴν ἐκλογὴ αὐτὴ προβαίνουμε, εἰς τὸ ἐπίπεδο τὸ γενικώτερον φιλοσοφικόν, ἐκκινῶντας ἀπὸ ὑποκειμενικὴν προτίμησιν. Στὸ ἐπίπεδο ὅμως τὸ εἰδικώτερον ἐπιστημονικὸν ἢ προτίμησιν αὐτὴ παίξει μικρὸν ρόλον, ἀφοῦ εἴτε ἢ μιὰ ἄποψις γίνῃ δεκτὴ εἴτε ἢ ἄλλη, τὸ περιεχόμενον τῆς ν. φυ-



σικῆς δουλεύεται πάντα μὲ τὸ ἴδιο πνεῦμα: μὲ ὅσο τὸ δυνατόν στενότερη βάση (ἀξιωματικὴ ἀφειρησία), σὲ ὅσο τὸ δυνατόν πλαιύτερη σύνθεσις (ἐπαγωγικὴ θεωρία).

§ 22. Ἔχουμε πᾶν τὴν ἱστορικὴ προοπτικὴ τῆς ἐξέλιξης τῆς φυσικῆς τῶν Quanta ποὺ μᾶς ἐπιτρέπει νὰ ὀλοκληρώσουμε τὴν θέσιν ποὺ ὑποστηρίξαμε, δείχνοντας καθαρὰ τὴν ὑπαρξὴ μᾶς ἐξελικτικῆς γραμμῆς ποὺ φέρνει ἀπὸ τὴν κλ. φυσικὴ στὴ νέα. Ἡ γραμμὴ αὐτὴ θεωροῦνται πὼς εἶναι ἡ γραμμὴ τῆς στατιστικῆς συγκρότησης τῆς φυσικῆς. Ἡ γραμμὴ αὐτὴ προβάλλει στὴν κλασσικὴ ἐπαφὴ καὶ πορεύεται πρὸς στὴ νέα μένοντας πάντα ἀνάμεσα εἰς δύο χαρακτηριστικὰς γραμμὰς τῆς ἐπιστημολογικῆς συγκρότησης τῆς φυσικῆς: τὴ φαινομενολογικὴ καὶ τὴν παραστατικὴ μὲ διαφόρους μορφεῖς. Τὸν πρῶτον σημαντικὸν σταθμὸν στὴν πορεία τῆς γραμμῆς αὐτῆς τὸν ἔχουμε στὴν κλ. φυσικὴ, τὴ στιγμὴ ποὺ πετυχαίνεται ἡ στατιστικὴ ἐρμηνεία τῆς ἀρχῆς τῶν Carnot - Clausius.

Ὁ δεῦτερος σταθμὸς βρίσκεται στὴ σύγχρονη ἐποχὴ μὲ τὴν ν. φυσικὴ τῶν Quanta. Νομίζω δηλαδὴ ὅτι ὅταν θετικὰ ἐρμηνευθεῖ τὸ ὄλικόν τῆς ν. φυσικῆς πορεῖ νὰ φανεῖ πὼς σ' αὐτὸ περιέχεται κατ' ἐξοχὴν μιὰ τελειότερη θέσις τοῦ προβλήματος τῆς στατιστικῆς συγκρότησης τῆς φυσικῆς. Τὸ πρόβλημα ὅμως αὐτὸ βρίσκεται στὸ κέντρο τοῦ γενικωτέρου προβλήματος τῆς ἀξιωματοποίησης τῆς φυσικῆς καὶ συνεπῶς ἡ διατύπωσή του συνδέεται μὲ τὴν διατύπωσιν τοῦ προβλήματος τῆς ἀξιωματοποίησης τῆς φυσικῆς. Ἀλλὰ ἀπὸ τὴν ἀνάλυσιν ποὺ ἐπιχειρήσαμε τοῦ θεωρητικοῦ ὄλικου τῆς φυσικῆς τῶν Quanta καὶ ἀπὸ τὴν ἀντικαταβολὴν τοῦ μὲ τὴν ἄποψιν τοῦ Langevin, θεωροῦμε πὼς ἔγινε φανερόν τὸ ἔξῃς συμπέρασμα, ποὺ ἐνδιαφέρει ἄμεσα τὸ πρόβλημα τῆς ἀξιωματοποίησης τῆς φυσικῆς. Ἡ προχωρημένη διέδυσιν στὸ ὄλικόν τῶν μικροφαινομένων ὀδηγεῖ στὴ διαπίστωσιν—δτι εἶναι πρακτικῶς ἀδύνατον ἢ αἰτιοκρατικὴ παρακολούθησις διατηρώντας περιγραφικὰ στοιχεῖα ποὺ χρησιμοποιεῖ ἡ κλ. φυσικὴ. Ἡ ἀδυναμία αὐτὴ πορεῖ νὰ θεωρεῖται εἴτε μοιραία, παντοτεινὴ (ἐτεροαρχικὴ θέσις), εἴτε ἐξωτερικὴ ἢ ἀκόμα προσωρινὴ (αἰτιοκρατικὴ θέσις). Ὅποσδήποτε ἢ ἐξελικτικὴ παρακολούθησις τῶν μικροφαινομένων ἀπαιτεῖ τὴν χρησιμοποίησιν στατιστικῶν μεθόδων.

Τὸ συμπέρασμα αὐτὸ ἀφήνει ἀνοικτοὺς δυὸ δρόμους πού καὶ οἱ δυὸ ζητᾶν νὰ φθάσουν εἰς τὸ ἴδιο ἀποτέλεσμα: νὰ δοθεῖ μιὰ ἐνιαία ἀξιωματικὴ βάση στὴ θεωρητικὴ φυσικὴ. Ὁ πρῶτος ξεκινᾷ ἀπὸ τὴν παραδοχὴ ὅτι μὲ τὴ διαπίστωση τοῦ στατιστικοῦ χαρακτήρα τῶν μικροφαινομένων ὑπαγορεύεται μὲ τρόπο ἀπόλυτο ἢ ἐγκατάλειψη τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητας. Συνεπῶς ἡ προσπάθεια πού θὰ ζητήσῃ νὰ δώσει ἐνιαῖο ἐπιστημολογικὸ βᾶθρο στὴ φυσικὴ (μακροφυσικὴ καὶ μικροφυσικὴ) πρέπει νὰ στηριχθεῖ στὴν παραδοχὴ μιᾶς θεμελιακῆς ἑτεραρχίας. Ἡ ἑτεραρχία αὕτῃ βρίσκεται μέσα διάχυτη σ' ὁλόκληρο τὸ φυσικὸ σύμπαν συνδεδεμένη στενὰ μὲ τὰ ὕστατα συστατικὰ τῆς ὕλης. Ὁ δεύτερος δρόμος ξεκινᾷ ἀπὸ τὴν παραδοχὴ ὅτι ἡ διαπίστωση τοῦ στατιστικοῦ χαρακτήρα τῶν μικροφαινομένων δὲν ἔχει ἄμεση συνέπεια τὴν ἐγκατάλειψη τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητας. Συνεπῶς κάθε προσπάθεια ἀξιωματοποίησης μπορεῖ νὰ διατηρήσῃ τὴν ἀρχὴ τῆς αἰτιότητας σὰ βασικὴ ἀρχὴ τῆς φυσικῆς. Στὴν περίπτωσις ὅμως αὕτῃ εἶναι ἀπαραίτητο νὰ ἀναθεωρηθοῦν οἱ θεμελιακὲς παραδοχῆς πού συνοδεύουν τὸ στατιστικὸ χειρισμὸ τοῦ ὕλικου τῆς φυσικῆς. Ὅπως εἶδαμε, σύμφωνα μὲ τὸν Langevin, ἡ ἐγκατάλειψη τῆς δυνατότητας νὰ ἀποδίδεται προσωπικότητα σὰ σωματίδια πρέπει νὰ συμπληρώσῃ τις ἄλλες παραδοχῆς ἀπὸ τις ὁποῖες ξεκινούσε ἡ στατιστικὴ μηχανικὴ τοῦ Boltzmann.

Ὡστε ἡ γραμμὴ τῆς στατιστικῆς ἐπιστημολογικῆς συγκρότησις τῆς φυσικῆς παρουσιάζει στὴ σύγχρονη ἐποχὴ τὴ δυνατότητα νὰ ἀκολουθοῦμε δυὸ δρόμους: ἓνα μὲ βασικὴ παραδοχὴ τὴν ἀρχὴ τῆς αἰτιότητας καὶ ἄλλον μὲ βασικὴ παραδοχὴ τὴ βαθύτερη ἑτεραρχία στὴ φύσις.

Ἀπὸ τὴν ἀνάλυσις πού ἐπιχειρήσαμε ἔγινε φανερό ὅτι οἱ δυὸ αὐτοὶ δρόμοι χαρακτηρίζονται ἀπὸ τὸ διαφορετικὸ τρόπο μὲ τὸν ὁποῖον, ἐρμηνεύοντας τὸ ἴδιο θετικὸ ὕλικό, ἐπηρεάζουν τὰ δυὸ χαρακτηριστικὰ στοιχεῖα τοῦ φυσικοῦ νόμου: τὴν παραστατικὴν ὑπόθεσις καὶ τὴν ἀρχὴ τῆς αἰτιότητας. Μᾶς μένει ἀκόμα νὰ ἐξετάσουμε, ἀν ὑπάρχουν κριτήρια πού νὰ μᾶς ὀδηγοῦνε νὰ προτιμήσουμε τὸν ἓνα δρόμο ἀπὸ τὸν ἄλλο.

## III

§ 23. Νομίζουμε ὅμως ὅτι πρωτοῦ ἀπαντήσουμε στὸ ἐρώτημα αὐτὸ μπορούμε νὰ σταθοῦμε, γιὰ λίγο.

Ἐφθάσαμε σ' ἓνα σημεῖο ἀπὸ τὸ ὁποῖο ἀντικρούζουμε συνθετικὰ ὁλόκληρο τὸ χρονικὸ ἐξέλιγμα τῆς φυσικῆς. Γιὰ νὰ φθάσουμε στὸ σημεῖο αὐτὸ εἶναι ἀναμφισβήτητο ὅτι στηριχθήκαμε σὲ μιὰ περιορισμένη καὶ συχνὰ κάπως αὐθαίρετη ἐπιχειρηματολογία. Ἡ βάση ποὺ στηριχθήκαμε εἶναι στενὴ, ἀλλὰ τὸ μειονέκτημα αὐτὸ ἀντισταθμίζεται ἀπὸ τὸ ὕψος ποὺ ἀνεβήκαμε.

Καὶ εἴμαστε πιά σὲ θέση, τοποθετώντας τὴν σύγχρονη ἐξέλιξη τῆς φυσικῆς στὸ πλαίσιο τῆς συνολικῆς τῆς ἐξέλιξης, νὰ φωτίσουμε μὲ τὴν ἀντικειμενικότητα ποὺ δίνει ἡ ἱστορικὴ προοπτικὴ, τὸ θετικώτερο περιεχόμενό της καὶ νὰ διακρίνουμε κάπως τὴν κατεύθυνση τοῦ ἀμέσου προσανατολισμοῦ της.

Ἡ ἱστορία τῆς φυσικῆς προλογίζει τὴ γενικώτερη ἱστορία τῆς ἐξέλιξης τῆς ἐπιστημονικῆς σκέψης, καὶ αὐτὸ γιὰ τὴν ἐπιστημονικὴ σκέψη ζητᾶ νὰ συλλάβει συνθετικὰ τὸ σύνολο τῶν ἐκδηλώσεων τῆς ζωῆς, ἡ σκέψη τοῦ φυσικοῦ καταπιάνεται μὲ τὸ θεμελιακὸ πρόβλημα νὰ πραγματοποιήσῃ μιὰ μονοσήμαντη ἀντιστοιχία μεταξὺ τοῦ ἐσωτερικοῦ κόσμου τῶν συμβόλων καὶ τῆς ἐξωτερικῆς πραγματικότητος.

Ὁ ταλαιπωρημένος ἀγὼνας τῆς φυσικῆς νὰ ἀποκτήσῃ τὴν ἐπιστημονικὴ αὐτονομία της, χαρακτηρίζει τὸ γενικώτερο ἀγὼνα τῆς ἀνθρώπινης σκέψης νὰ ἀποκτήσῃ ἐπιστημονικὴ συνείδηση.

Ἡ σκέψη τοῦ φυσικοῦ πορεύεται ἀνάμεσα στὴν τεχνικὴ καὶ τὴ μεταφυσικὴ. Μὲ τὴν τεχνικὴ συναντᾶ τὴ μαγεία ποὺ ἀποτελεῖ μιὰ πρώτη ὑποτυπώδη μορφή τεχνικῆς. Μὲ τὴ μεταφυσικὴ περνώντας ἀπὸ τὴ θρησκεία συνδέεται μὲ τὸ μῦθο ποὺ ἀποτελεῖ μιὰ ὑποτυπώδη μορφή μεταφυσικῆς ἀλλὰ καὶ ἡ μαγεία καὶ ὁ μῦθος ἔχουν τὴν πηγὴ τους στὴν «πρωτόγονη συνείδηση». Σ' αὐτὴ βρίσκουμε νὰ ὑπάρχουνε δύο χαρακτηριστικὲς ιδιότητες ποὺ στάθηκαν τὰ κίνητρα τῆς μαγείας καὶ τοῦ μύθου καὶ συνεπῶς τῆς ἐπιστήμης. Ἐννοῶ τὸ θαυμασμὸ ἢ τὴν ἀπορία καὶ τὴν ἀνάγκη τῆς ἐξήγησης.

Στὴν τεχνικὴ ἡ ἐξήγηση συνδέεται μὲ τὴν ἀνάγκη τῆς ἀμείψεως

δράσης ποὺ ἐπιβάλλει στὸν ἄνθρωπο ἢ θέση του μέσα στὴ φύση. Εἶναι δὲ πάντα περιορισμένη σ' ἓνα εἰδικὸ πρόβλημα. Ἐξηγώντας ὁ ἄνθρωπος πετυχαίνει μιὰ συστηματικώτερη καὶ τελειώτερη δραστηριότητα πάνω στὸ φυσικὸ περιβάλλον. Μποροῦμε νὰ ποῦμε ὅτι μὲ τὴν τεχνικὴ κατορθώνει νὰ ἐξασφαλίσει μιὰ ἐξωτερικὴ ἰσορροπία. Ἀντίθετα τώρα μὲ τὴ μεταφυσικὴ ἢ ἀνθρώπινη σκέψη ζητᾷ νὰ φθάσει σὲ μιὰ ἐσωτερικὴ ἰσορροπία. Στὴν προσπάθεια μιᾶς συνολικῆς ἐξήγησης τῆς ζωῆς βρίσκουμε τὴν ἀγωνία τοῦ ἀνθρώπου νὰ νοιώτει τὴ θέση καὶ νὰ διακρίνει τὸ σκοπὸ του μέσα στὴ ζωὴ. Στὴν μεταφυσικὴ δημιουργία βρίσκεται ὁ βαθύτερος πόθος τοῦ ἀνθρώπου νὰ νικήσει τὸ χρόνο καὶ συνεπῶς τὸ θάνατο.

Ἡ φυσικὴ ἐπιστῆμη δημιουργεῖται ὅταν τὸ ὕλικὸ τῆς τεχνικῆς δουλεύεται μὲ θετικὸ πνεῖμα, ἔχοντας ὅμως γιὰ ἰδανικὸ, τὸ συνθετικὸ ἰδανικὸ μιᾶς συνολικῆς ἐξήγησης, ποῦναι τὸ ἰδανικὸ τῆς μεταφυσικῆς. Τὸ ὕλικὸ τῆς τεχνικῆς δὲ μπορεῖ νὰ γίει ἐπιστημονικὸ ὕλικὸ παρὰ μόνον ὅταν ἡ ἐπεξεργασία του γίνεται μὲ πνεῦμα ἐλεύθερο ἀπὸ κάθε σκοπιμότητα. Τέτοιο ὅμως πνεῦμα μόνον σιτὴ μεταφυσικὴ δημιουργία συναντᾷμε. Ὡστε μποροῦμε νὰ ποῦμε γιὰ τὴν ἐπιστῆμη ὅτι πορεύεται ἀνάμεσα στὴν τεχνικὴ καὶ στὴν μεταφυσικὴ, ἔχοντας ὅμως γιὰ ὁδηγὸ τὸ θετικὸ πνεῦμα ποὺ τὴν προφυλάσσει νὰ πλησιάσει περισσότερο τὴ μιὰ ἢ τὴν ἄλλη ἀπὸ τὶς δύο αὐτὲς μεγάλες ἐκδηλώσεις τοῦ ἀνθρώπινου πνεύματος.

§ 24 Ἐπιχειρήσαμε τὴ σύντομη αὐτὴ ἀνασκόπηση τῆ σχετικῆ μὲ τὴ μακρυνὴ προέλευση τῆς φυσικῆς, γιὰ τὴν ἔτσι διακρίνουμε τοὺς δεσμούς της μὲ τὸν κοινὸ νοῦ καὶ μὲ τὴν προέκτασή του ποῦναι ὁ θρησκευτικὸς καὶ γενικώτερα ὁ μεταφυσικὸς δογματισμός. Καὶ οἱ δύο ἐπροίκισαν τὴν ἐπιστημονικὴ σκέψη μὲ ἓνα φορτίο ἰπὸ ἔννοιες καὶ ὑποθέσεις ποὺ καταστάλαξαν στὸ ἐπιστημολογικὸ βᾶθρο τῆς φυσικῆς. Τὸ φορτίο αὐτὸ δημιουργεῖ τοὺς δεσμοὺς τῆς φυσικῆς ἐπιστῆμης μὲ τὴ φιλοσοφία· οἱ δεσμοὶ αὐτοὶ στάθηκαν ἢ αἰτία τῆς ἱστορικῆς της ταλαιπωρίας ἀλλὰ συνάμα καὶ τῆς βαθμιαίας συνειδητοποίησης τοῦ σκοποῦ της. Οἱ δεσμοὶ αὐτοὶ δίνουνε στὴν ἐπιστημονικὴ σκέψη μιὰ ἐξελικτικὴ ἀδράνεια. Οἱ ἐποχὲς ποὺ νικιέται ἢ ἀδράνεια αὐτὴ εἶναι ἐποχὲς ἐπαναστατικὲς καὶ ἐδῶ ἀρχριβῶς ὑπάρχει ἡ δικαιολογία τοῦ χωρισμοῦ ποὺ

κίναμε στην παρακολούθηση τῆς εξέλιξης τῆς φυσικῆς, διακρίνοντας σ' αὐτὴ δύο επίπεδα πραγματοποίησης: ἓνα εἰδικώτερα ἐπιστημονικὸ καὶ ἓνα γενικώτερα φιλοσοφικό. Θεωροῦμε καὶ ζητήσαμε νὰ ἀποδείξουμε ὅτι στὸ πρῶτο ἀπὸ τὰ δύο αὐτὰ επίπεδα ἡ εξέλιξη τῆς φυσικῆς σὰν εξέλιξη τοῦ ἐπιστημολογικοῦ πλαισίου της συνεχίζεται ὁμαλὰ στὴ σύγχρονη ἐποχὴ ἀκολουθώντας τὸν ἴδιο ρυθμὸ ποὺ ἀκολούθησε ὡς τὴν κλασσικὴ φυσικὴ. Τὸ δεύτερο ὅμως ἐπίπεδο τὸ γενικώτερα φιλοσοφικό, παρουσιάζει στὴ σύγχρονη ἐποχὴ μιὰ συνέχεια ποὺ ἐπιτρέπει νὰ χαρακτηρισθεῖ ὅτι μὲ τὸ περιεχόμενό της φέρνει μιὰ ἐπανάσταση· αὐτὸ ὅμως συμβαίνει γιατί ὅπως εἶδαμε στὸ ἐπίπεδο αὐτό, ἔχουμε μιὰ ἐξωτερικὴ καὶ τεμαχισμένη προοπτικὴ τῆς εξέλιξης τῆς φυσικῆς, ποὺ κρύβει τὴν ἐσωτερικὴ συνέχεια ποὺ ὑπάρχει.

Χαρακτηριστικὴ γραμμὴ τῆς εξέλιξης τῆς φυσικῆς στὸ γενικώτερο ἐπίπεδο τῆς ἐπιστημολογικῆς της συγκρότησης, βρήκαμε στὴ γραμμὴ ποὺ συμβολίζει τὴν εξέλιξη τῆς ἔννοιας τοῦ φυσικοῦ νόμου. Ἡ ἔννοια αὐτὴ βρίσκεται στὸ κέντρο τοῦ ἐπιστημολογικοῦ πλαισίου τῆς φυσικῆς καὶ ἔχει βαθεῖς δεσμοὺς μὲ τὰ κυριώτερα συστατικά του· οἱ μεταβολές ποὺ σημειώνονται σ' αὐτὴ, χαρακτηρίζουν τὶς γενικώτερες ἐποχὲς ἀπὸ τὶς ὁποῖες πέρασε ἡ σκέψη τοῦ φυσικοῦ, βαδίζοντας τὸν δρόμο ποὺ φέρνει στὴν πραγματοποίηση τοῦ ἰδανικοῦ της.

Τὸ ἰδανικὸ αὐτὸ ζητᾶ νὰ κλείσει μέσα σ' ἓνα σύστημα ἀπὸ φυσικοὺς νόμους, τὶς ἀπόλυτες σχέσεις ποὺ διακρίνουμε στὴν ποσοτικὴ συνεξάρτηση τῶν φυσικῶν φαινομένων. Λέγοντας σύστημα ἐννοοῦμε ὅτι οἱ νόμοι αὐτοὶ θὰ πρέπει νὰ παρουσιάζονται σὰ διαδοχικὲς προτάσεις μιᾶς ἐπαγωγῆς ποὺ ὅσο συνεχίζεται τόσο θὰ ἐπεκτείνει τὸ δίκτυο τῶν σχέσεων ποὺ συνοψίζουν τὴ γνώση τῆς φυσικῆς πραγματικότητας. Οἱ ἐποχὲς ποὺ εἶναι σταθμοὶ στὴν εξέλιξη τῆς φυσικῆς χαρακτηρίζονται ἀπὸ μιὰ βαθύτερη κατανόηση καὶ μιὰ τελειότερη διατύπωση τοῦ ἰδανικοῦ αὐτοῦ. Ἡ κατανόηση αὐτὴ προκύπτει ὕστερα ἀπὸ μιὰ νέα μορφή ἰσορροπίας μεταξὺ τῶν τριῶν συστατικῶν τοῦ φυσικοῦ νόμου ποὺ, ὅπως εἶδαμε, εἶναι κατὰ σειρά: ἡ μαθηματικὴ τῆς μορφῆς, ἡ παραστατικὴ εἰκονικὴ ὑπόθεση, μιὰ ἀντίληψη τῆς αἰτιότητας. Ὁ ρόλος τοῦ καθενὸς ἀπ' αὐτὰ μέσα στὴ φυσικὴ θεωρία

εἶναι κατὰ σειρὰν ὁ ἑξῆς: Ἡ μαθηματικὴ μορφή δίνει μιὰ ἐνότητα στὸν ἐπαγωγικὸ σκελετὸ τῆς φυσικῆς θεωρίας. Ἡ παραστατικὴ εἰκονικὴ ὑπόθεση ἐπιτρέπει μιὰ ἐπαφὴ μεταξὺ τῶν παραστάσεων τοῦ ἐξωτερικοῦ κόσμου καὶ τῆς συμβολικῆς εἰκόνας τῆς φυσικῆς πραγματικότητος ποὺ περιέχει ἡ φυσικὴ θεωρία. Τέλος, ἡ ἀντίληψη τῆς αἰτιότητος, δίνει μιὰ ἐσωτερικὴ ἐνότητα στὸ ἐπιστημολογικὸ βᾶθρο ποὺ στηρίζει τὴν φυσικὴ αὐτὴ θεωρία. Ἡ ἀντίληψη αὐτὴ εἶναι συχνὰ συνάρτηση μιᾶς γενικώτερης φιλοσοφικῆς στάσης καὶ χάρις στὸ δεσμό της αὐτὸν μπορεῖ νὰ δεχθεῖ τὴν ἐπίδραση μιᾶς κοινωνικῆς θεωρίας ποὺ νὰ συνδέεται μὲ τὴν κοινωνικὴ πραγματικότητα.

Προσπάθησα νὰ δείξω ὅτι τὴν ἐσωτερικὴ ἐξέλιξη τῆς φυσικῆς, ἀπὸ τὴν ἐπιστημονικὴ ἀναγέννηση ὡς εἰς τὴ σύγχρονη ἐποχὴ, τὴν ἔχουμε στίς γενικὲς της γραμμὲς ἀπὸ τὴν παρακολούθηση τῆς ἐξέλιξης ποὺ ἀκολουθήσαν τὸ περιεχόμενον καὶ κυρίως ὁ τρόπος τῆς συνεργασίας τῶν τριῶν αὐτῶν συστατικῶν τοῦ φυσικοῦ νόμου. Ὄταν ὕστερα ἀπὸ μιὰ προσεκτικὴ ἀνάλυση, ζητήσουμε νὰ διακρίνουμε τὸ ῥόλον τῶν τριῶν αὐτῶν στοιχείων εἰς τὴν ἱστορίαν τῆς ἐπιστημονικῆς σκέψεως, βρίσκουμε ὅτι ἡ σκέψις αὐτὴ ποὺ στέκεται ἀνάμεσα στὸν τεχνικὸν πραγματισμὸν καὶ τὸ φιλοσοφικὸν δογματισμὸν ὀργάνωσε τίς βαθύτερας προϋποθέσεις αὐτιῶν ἀκολουθῶντων τὴν ἑξῆς σειρὰ:

1) Τὸ μαθηματικὸ ὄργανον εἰς τὴν ἑλληνικὴν ἀρχαιότητα.

2) Τὴν μηχανιστικὴν εἰκονικὴν παράστασιν μὲ τοὺς Descartes καὶ Νεύτωναν καὶ

3) Τὴν ἀρχὴν τῆς αἰτιότητος καὶ τίς ἀλληλένδετες μαζί της ἔννοιαι τοῦ χώρου καὶ τοῦ χρόνου εἰς τὴν σύγχρονην ἐποχὴν.

Ἡ σειρὰ αὐτὴ ἀνταποκρίνεται εἰς τὴν γενικώτερην σειρὰν τῶν ἐποχῶν ποὺ ἀκολουθήσασιν ἡ ἐπιστημολογικὴ ὀργάνωσις τῆς φυσικῆς καὶ δείχνει συνάμα τὴν φορὰν τῆς γενικώτερης ἐξέλιξης τῆς θεωρητικῆς φυσικῆς. Ἡ φορὰ αὐτὴ δίνεται μὲ τὸ πρόσταγμα ἑνὸς ἀδιάκοπου ἀπανθρωπομορφισμοῦ τοῦ ἐπιστημολογικοῦ βᾶθρου τῆς φυσικῆς. Ἡ βαθμιαία ἀπολύτρωσις τῆς σκέψεως τοῦ φυσικοῦ ἀπὸ τὴν μεταφυσικὴν ἀκολουθεῖ τὸ δρόμον ποὺ τῆς ὀρίζει τὸ πρόσταγμα αὐτό. Περιέχεται σ' αὐτὸ ἡ ἀντίληψις ὅτι ἡ πορεία πρὸς τὴν ἀντικειμενικώτερην γνῶσιν τῆς φύσεως

πρέπει νὰ ἔχει γιὰ ὀριακὸ ἰδανικό, μιὰ περιγραφή τῆς φύσης στὴν ὁποία δὲ θὰ βρῖσκουμε πουθενὰ ἐκδήλωση τῆς ἀνθρώπινης προέλευσής της. Ἡ σκέψη τοῦ Δημοκρίτου, τὸ πνεῦμα τῆς ἐπιστημονικῆς ἀναγέννησης, τὸ hypotheses non fingo τοῦ Νεύτωνα, ὁ παγκόσμιος καθοριστικισμὸς τοῦ Laplace ἀποτελοῦν ἰσάριθμους σταθμοὺς μιᾶς προσωρινῆς κάθε φορὰ συνειδητοποίησης τοῦ ἰδανικοῦ αὐτοῦ.

§ 25. Ἡ σύγχρονη ἐποχὴ ὕστερα ἀπὸ τὴ διείσδυση στὴ φυσικὴ πραγματικότητα ποὺ κατόρθωσαν μαζὶ ἡ κλασσικὴ φυσικὴ καὶ ἡ νέα φυσικὴ ἀποτελεῖ ἓνα νέο τέτοιο σταθμὸ. Στὸ σταθμὸ αὐτὸν ἐδείξαμε ὅτι ἔφθασε ἡ φυσικὴ ὕστερα ἀπὸ μιὰ πορεία ποῦναι ὁμαλὴ γιὰ κεῖνον ποὺ τὴν παρακολουθεῖ στὸ εἰδικώτερο ἐπιστημονικὸ ἐπίπεδο ἐξέλιξης καὶ ἀπότομη ἢ ἐπαναστατικὴ γιὰ κεῖνον ποὺ τὴν παρακολουθεῖ στὸ ἐπίπεδο τὸ γενικώτερο φιλοσοφικὸ.

I) Στὸ εἰδικώτερο ἐπιστημονικὸ ἐπίπεδο. Ἡ φυσικὴ μετὰ τὸ Νεύτωνα φθάνει στὴ σύγχρονη ἐποχὴ ἀκολουθώντας δυὸ ἰδανικὲς χαρακτηριστικὲς γραμμὲς ἐξέλιξης ποὺ βρῖσκουμε ἀναλύοντας τὴν πραγματικὴ τῆς ἐξέλιξη στὶς δυὸ κατευθύνσεις ποὺ ἀντιπροσωπεύουν οἱ τάσεις τῆς ἐπιστημολογικῆς τῆς συγκρότησης. Ἡ πρώτη εἶναι ἡ γραμμὴ τῆς φαινομενολογικῆς τῆς συγκρότησης καὶ ἡ ἄλλη εἶναι τῆς ἀτομικιστικῆς. Ἡ πρώτη ὑπερτιμᾷ τὴ δύναμη τοῦ μαθηματικοῦ ὄργανου ποὺ ἐπιτρέπει ἓνα φαινομενολογικὸ χειρισμὸ τοῦ πειραματικοῦ ὕλικου. Ἐνῶ ἡ δεύτερη ὑπερτιμᾷ τὸ ρόλο τῆς παραστατικῆς ὑπόθεσης ποὺ ἐπιτρέπει μιὰ συνολικὴ κατανόηση τοῦ φυσικοῦ κόσμου, χρησιμοποιώντας μιὰ προσιτὴ στὴ φαντασία εἰκόνα. Μὲ τὴν εἰκόνα αὐτὴ ἐρμηνεύεται πάντα ἡ φύση, χάρις σὲ μιὰ μηχανιστικὴ ἐξήγηση ποὺ δίνεται στὰ φαινόμενα ποὺ διαδραματίζονται σ' αὐτὴ.

Ἡ πραγματικὴ ἐξέλιξη τῆς σύγχρονης φυσικῆς ἀκολουθεῖ μιὰ γραμμὴ ποὺ μὲ διάφορες ταλαντεύσεις πορεύεται ἀνάμεσα στὶς δύο ἄκρες αὐτῆς γραμμῆς. Ἡ γραμμὴ αὐτὴ εἶναι ἡ γραμμὴ τῆς στατιστικῆς τῆς συγκρότησης.

Εἶδαμε πὼς ἡ γραμμὴ αὐτὴ δημιουργεῖται ἀπὸ τὴν ἀνάγκη νὰ προσεκταθεῖ ἡ μελέτη τῆς φύσης πέρα ἀπὸ τὰ μέσα φαινόμενα πρὸς τὰ μικροφαινόμενα. Ἀλλὰ ἡ ἀνάγκη αὐτὴ δὲν ἐκδηλώνεται ἀποκλειστικὰ στὴ ν. φυσικὴ. Παρουσιάζεται στὴν κλασσικὴ φυσικὴ καὶ

δημιουργεῖ τὸν ἀτομικιστικὸν (καὶ στατιστικὸν) κλάδο ἔρευνας ποὺ μελέτησε τὸ μόριο καὶ τὸ ἄτομο. Ἡ συνέχεια λοιπὸν ποὺ ὑπάρχει στὴν ἐξέλιξη τῆς φυσικῆς στὴ νεώτερη ἐποχὴ γίνεται πιὸ φανερὴ ὅταν τὴν ἐξέλιξη αὐτὴ τὴ δοῦμε σὰ μιὰ προοδευτικὴ διεξόδουση τῆς ἔννοιας τῆς πιθανότητος στὸ πιθανολογικὸ βᾶθρο τῆς φυσικῆς.

Ἡ πνευματικὴ κίνησις ποὺ συνώδευσε τὴν ἐξέλιξη αὐτὴ κατασταλάζει στὴν ἀλήθεια ποὺ περιέχουν οἱ ἀκόλουθοι προτάσεις τοῦ Peirce : «Κάθε ἔννοια καταντᾶ νὰ χάσει τὴ χρησιμότητά της, καὶ τὸ νόημά της ἀκόμα, ὅσο ἀπομακρυνόμαστε ἀπὸ τὶς πειραματικὲς συνθῆκες ποὺ προετοιμάσανε τὴν ἐμφάνισή της». . . «Οὔτε μιὰ τέλεια διάνοια δὲν εἶναι σὲ θέση νὰ ἀνακαλύψει ἰδιότητες ποὺ νὰ ἐφαρμόζονται σ' ὀλόκληρο τὸ σύμπαν, ξεκινώντας ἀπὸ ἀτελῶς πάντοτε γνωστὲς ἰδιότητες, μιᾶς γωνίας τοῦ σύμπαντος' ἀρκεῖ μιὰ πολὺ μικρὴ ἔλλειψη ἀκρίβειας, ποὺ ἄλλωστε εἶναι ἀναπόφευκτη στὴ γνώση τῆς γωνίας αὐτῆς τοῦ σύμπαντος, γιὰ νὰ ἐπιφέρει μιὰ βαθμιαία τόσο μεγαλύτερη ἄγνοια, ὅσο περισσότερο ἀπομακρυνόμαστε ἀπ' αὐτὴ».

Θεωρῶ ὅτι περιέχεται ἐδῶ τὸ θετικώτερο συμπέρασμα ποὺ βγαίνει ἀπὸ τὸ ὕλικὸ τῆς σύγχρονης φυσικῆς, ὅτι δηλαδὴ ἡ ἀνθρώπινη σκέψη βρίσκεται, μετέωρη μεταξὺ τοῦ ἀπείρως μεγάλου καὶ τοῦ ἀπείρως μικροῦ διότι εἶναι περιορισμένες οἱ πειραματικὲς δυνατότητες ποὺ τὶς καθορίζουν οἱ αἰσθήσεις τοῦ ἀνθρώπου. Δὲν τῆς εἶναι λοιπὸν δυνατὸ νὰ ἐπεκταθεῖ σὲ μιὰ συνολικὴ γνώση τῆς φυσικῆς πραγματικότητος χρησιμοποιώντας τὸ ἴδιο ἐπιστημολογικὸ ὕλικὸ μὲ τὸ ὁποῖο τὴν ἐπροοίκησε ἡ βαθμιαία γνωριμία της μὲ τὰ μέσα φυσικὰ φαινόμενα.

Ἡ ἐπέκταση πρὸς τὸ ἀπείρως μεγάλο, ἔδειξε, μὲ τὴ θεωρία τοῦ Einstein, τὴ μεγάλη πλαστικότητα ποὺ πρέπει νὰ δώσουμε στὶς ἔννοιες τοῦ χώρου καὶ τοῦ χρόνου ὥστε νὰ πετύχουμε δεσμό τους ποὺ νὰ ἐπιτρέψει μιὰ ἀπόλυτη διατύπωση τῶν νόμων τῆς φυσικῆς. Γενικώτερα στὸ ἔργο τοῦ Einstein ὑπάρχει ἡ σημαντικὴ ἀκόλουθη σκέψη : τὸ ἐπιστημολογικὸ πλαίσιο τῆς φυσικῆς μπορούμε νὰ τὸ μεταβάλουμε ὥστε νὰ ὑποδέχεται μὲ τὸν πλαστικώτερο τρόπο τὴν ὕλη ποὺ δίνει ἡ ἔρευνα τῆς φυσικῆς πραγματικότητος.

Αὐτὴ εἶναι ἡ στροφὴ ποὺ πραγματοποιεῖ ἡ σκέψη στὴ σύγχρονη φυσικὴ σχετικὰ μὲ τὴν κλασσικὴ. Δηλαδή, ἐνῶ στὴν κλασσικὴ



ἐποχή ὑπάρχει ἢ τάση τὸ ἐπιστημονικὸ βᾶθρο νὰ θίγεται ὅσο τὸ δυνατὸ λιγώτερο καὶ νὰ πιέζουμε τὸ ὑλικὸ τῆς γνώσης νὰ χωρέσει μέσα σ' αὐτό, μὲ τὴ σύγχρονη φυσικὴ συμβαίνει τὸ ἀντίθετο. Μετὰ τὴν θεωρία τοῦ Einstein ἡ νεώτερη φυσικὴ τῶν Quanta ἔδειξε πὼς μόνο μιὰ στατιστικὴ συνέχεια μπορεῖ νὰ ἐπιτρέψει τὸ ὁμαλὸ πέρασμα ἀπὸ τὴ μικροφυσικὴ στὴ μακροφυσικὴ. Οἱ στατιστικοὶ νόμοι θὰ παίρνουν ὅσο προχωροῦμε ἀπὸ τὰ μικροφαινόμενα πρὸς τὰ μέσα φαινόμενα αἰτιοκρατικώτερο χαρακτῆρα. Ἡ θεωρία τῶν Quanta ἀποδεικνύοντας τὶς περιορισμένες δυνατότητες ποῦχουν τὰ στοιχεῖα τοῦ ἐπιστημολογικοῦ βᾶθρου τῆς κλασσικῆς φυσικῆς ἀκολούθησε τὸ δρόμο ποῦ χάραξε ὁ Einstein.

Συνοψίζοντας μποροῦμε νὰ διατυπώσουμε, σὰ συμπέρασμα βγαλμένο ἀπὸ τὴν ἱστορικὴ τοποθέτηση τῆς σύγχρονης φυσικῆς τὴν ἄποψη ὅτι: Ὑπάρχει μιὰ δημιουργικὴ ἐξέλιξη τῆς ἐπιστημονικῆς σκέψης ποῦ ἀγωνίζεται νὰ κατακτήσει τὴ φυσικὴ πραγματικότητα. Ἡ ἐξέλιξη αὐτὴ εἶναι γενικὰ ἀπρόβλεπτη. Διατηρεῖ ὁμως τὴν ἐσωτερικὴ της συνέχεια καὶ στὸν προσανατολισμὸ της συντρέχουν καὶ τὸν καθορίζουν δύο παράγοντες: ἡ ἀνάπτυξη τοῦ μαθηματικοῦ ὄργάνου καὶ ἡ τελειοποίηση τῆς πειραματικῆς ἔρευνας. Οἱ δύο τους συμπληρώνονται ὥστε νὰ στηρίξουνε συνθέσεις μὲ ἰδανικὸ τὴν ἐνότητα ὁλόκληρης τῆς φυσικῆς γνώσης, μὰ κι' οἱ δύο τους πάλι φανερώνουν ὁλοένα νέα προβλήματα γιὰ λύση καὶ ἀμέσως ὕστερα διατυπωμένο ξανά, σὲ μεγαλύτερη ὁμως ἔκταση αὐτὴ τὴ φορά, τὸ πρόβλημα τῆς ἀνασύνθεσης.

Δὲν ὑπάρχει λοιπὸν κρίση τῆς φυσικῆς, ὅσο τουλάχιστο μένουμε στὸ ἐπίπεδο τὸ εἰδικώτερο ἐπιστημονικό.

II) Στὸ γενικώτερο φιλοσοφικὸ ἐπίπεδο ἡ νεώτερη ἐξέλιξη τῆς φυσικῆς ἀποδείχνει τὴν ἀδυναμία τῆς συστηματικῆς φιλοσοφίας νὰ στηρίξει πλαίσια γνωσιολογικὰ τύπου a priori· εἰδικώτερα μ' αὐτὰ κλονίζεται τελειωτικὰ ἡ γνωσιολογία τοῦ Kant. Μὲ τὴ θεωρία τοῦ Einstein εἶδαμε νὰ πέφτει ἡ a priori θεμελίωση τῶν ἐννοιῶν τοῦ χώρου καὶ τοῦ χρόνου σὰ μορφὲς τῆς ἐποπτείας. Μὲ τὴ θεωρία τῶν quanta δίνεται ἀκόμη βαρύτερο κτύπημα. Μ' αὐτὴ, ἀποδεικνύεται ὅτι δὲν ὑπάρχουν a priori προϋποθέσεις, ἀπαραίτητες γιὰ νὰ γίνει ἡ φυσικὴ πραγματικότητα ἀντικείμενο ἐπιστημονικῆς

ἔρευνας. Ἀρκεῖ μόνον ὅτι ἡ ἀρχὴ τῆς αἰτιότητας ἔγινε ζήτημα ἐκλογῆς (γιὰ νὰ μελετηθεῖ ἓνα μέρος ἔστω τῆς φυσικῆς) γιὰ νὰ χάσει τὸ κυριώτερο γνώρισμά της, τὴν ἀπόλυτη ἀναγκαιότητά της στὴ μελέτη τῆς φύσης. Φαίνεται νὰ συμβαίνει μὲ τὴ νεώτερη φυσικὴ κάτι ἀνάλογο μὲ κεῖνο ποὺ συνέβηκε μὲ τὴ γεωμετρία. Ὅπως δηλαδὴ σ' αὐτὴ, ὅταν ἀπορριφθῆκε τὸ αἷτημα τοῦ Εὐκλείδη, δημιουργήθηκαν οἱ γενικώτερες γεωμετρίες τῶν Riemann, Lobatschewsky μὲ τὴν ἴδια μ' αὐτὴ τελειότητα συγκροτημένες, ἔτσι στὴ σύγχρονη φυσικὴ, ὅταν ἀπορριφθεῖ ἡ πρόταση II τοῦ Reichenbach φαίνεται νὰ φτάνουμε σὲ γενικώτερη φυσικὴ.

Ἡ σύγχρονη λοιπὸν φυσικὴ δὲ δικαιολογεῖται νὰ θεωρεῖται ἐπανατακτικὴ, ὅταν διακρίνουμε τὸ βαθύτερο περιεχόμενό της, μέσα ἀπὸ τὴν προοπτικὴ τῆς γενικώτερης ἐξελίξεώς της. Δὲν ὑπάρχει κρίση τῆς φυσικῆς ἐπιστήμης, ἀλλὰ μόνον μιὰ τελειώτερη διατύπωση τοῦ προβλήματος τῆς ἀξιωματοποίησης τῆς φυσικῆς.

26. Εἶδαμε προηγουμένως τὸ πρόβλημα αὐτὸ νὰ ἀφήνει ἀνοιχτοὺς δυὸ δρόμους, ἀναβάλαμε ὅμως τότε τὴν ἀπάντηση στὸ ἐρώτημα ἂν ὑπάρχουν κριτήρια γιὰ νὰ προτιμηθεῖ ὁ ἓνας ἀπὸ τὸν ἄλλον, τώρα, χωρὶς νὰ δίνουμε ἀπ' εὐθείας ἀπάντηση στὸ ἐρώτημα αὐτό, θὰ περιοριστοῦμε σὲ μιὰ μικρὴ παρατήρηση. Τὸ πρόβλημα τῆς ἀξιωματοποίησης τῆς φυσικῆς, ὅπως δείξαμε, ἔχει βασικὸ σημεῖο τοῦ τὴν ἐπιστημολογικὴ ἀφομοίωση τῆς ἔννοιας τῆς πιθανότητας. Ἡ ἀφομοίωση αὐτὴ θὰ πρέπει νὰ συντελεσθεῖ σὲ βῆθμὸ ποὺ ἡ ἀξιωματικὴ βάση νὰ ἐπιτρέπει νὰ στηριχθεῖ σ' αὐτὴ μιὰ ἐπαγωγικὴ θεωρία, στὴν ὁποία τὸ στατιστικὸ πέρασμα ἀπὸ τὴ μικροφυσικὴ στὴ μακροφυσικὴ νὰ γίνεται ἀπολύτως ὁμαλά.

Νομίζω ὅτι ὅταν ἀκολουθήσουμε τὸν δρόμο μιᾶς ἑτεραρχικῆς θεμελιωμένης φυσικῆς, ἡ ἀφομοίωση αὐτὴ εἶναι δυσκολώτερα νὰ ἐπιτευχθεῖ παρὰ ὅταν ἀκολουθήσουμε τὸν ἄλλο δρόμο μιᾶς αἰτιοκρατικῆς θεμελιωμένης φυσικῆς.

Ἡ γνώμη αὐτὴ στηρίζεται στὸ ἀσυμβίβαστο ποὺ ὑπάρχει μεταξὺ τῆς ἔννοιας τῆς πιθανότητας καὶ κάθε ἔννοιας ἐλεύθερης βούλησης. Ἡ ἔννοια τῆς πιθανότητας στηρίζεται στὴν ἔννοια τοῦ τυχαίου καὶ λέγοντας τυχαῖο ἀποκλείουμε κατ' ἀρχὴν κάθε ἐκδήλωση σκοπιμότη-

τας. Εἶδαμε ὅμως προηγουμένως πὼς γιὰ μερικοὺς σύγχρονους φυσικοὺς ἡ ἐλεύθερη βούληση ποὺ συνοδεύει τὰ ὕστατα ουστατικὰ τῆς ὕλης περιέχει μιὰ κάποια σκοπιμότητα, ποὺ ἐκδηλώνεται ὀλοένα ἐντιονώτερα ὅσο προχωροῦμε ἀπὸ τὸ μικροσκοπικὰ ἀνόργανο πρὸς τὸ ὄργανικό. Οἱ βασικὲς προϋποθέσεις τῆς κλασσικῆς στατιστικῆς τοῦ Boltzman στηρίζονται στὸ χειρισμὸ τῆς ἔννοιας τοῦ τυχαίου ποὺ θέλει τὰ συμπεράσματα ποὺ ἐξάγονται ὕστερα ἀπὸ μακρὲς σειρὲς ἀπὸ παρατηρήσεις νάχουν ἐξαφανίσει κάθε ἐκδήλωση τύχης. Ὡστε ἀπὸ τοὺς δυὸ δρόμους, μᾶλλον ὁ δρόμος ποὺ διατηρεῖ τὴν αἰτιοκρατικὴ ὑπόθεση φαίνεται προτιμώτερος. Σ' αὐτὸν πραγματοποιοῦμε καλλίτερα τὴ συνέχεια τῆς ἐξέλιξης μεταξὺ τῆς κλασσικῆς καὶ τῆς σύγχρονης φυσικῆς. Τὴ συνέχεια αὕτη τὴν εἶδαμε νὰ διατηρεῖται σ' ὅλη τὴν ἱστορικὴ διαδρομὴ τῆς φυσικῆς, ὅσο μένουμε στὸ εἰδικώτερα ἐπιστημονικὸ ἐπίπεδο.

Ἡ ἄποψη ὅτι εὐκολώτερα θὰ μπορέσει νὰ πορευέται ἡ ἐπιστημονικὴ σκέψη τὸ δρόμο ποὺ διατηρεῖ τὴν ἀρχὴ τῆς αἰτιότητος, ἀλλοιώνοντας τὴ ἀντίληψη τῆς ἔννοιας τοῦ σωματιδίου, βρίσκει ἀντίθετη τὴ γνώμη τοῦ Meyerson. Ὁ σοφὸς αὐτὸς ἐπιστημολόγος θεωρεῖ πὼς ἡ ἐξέλιξη τῆς φυσικῆς δείχνει τὴ σκέψη νὰ ζητᾷ ἀδιάκοπα μιὰ ἐξήγηση καὶ ὄχι ἀπλῶς μιὰ σχέση. Ἄν λοιπὸν ἡ ἀπαίτηση αὕτη εἶναι ὅπως φαίνεται θεμελιακὴ ἀπαίτηση τῆς ἐπιστημονικῆς σκέψης, τότε εὐκολώτερα θὰ μπορέσει ἡ σκέψη αὕτη νὰ ἐγκαταλείψει τὴν νομοτέλεια διατηρῶντας τὸ ἰδανικὸ μιᾶς ἐξήγησης ποὺ νὰ χρησιμοποιεῖ παραστατικὴ εἰκόνα.

Μετὰ τὴν παρατήρηση αὕτη τὴ σχετικὴ μὲ τὴν ἐκλογὴ τοῦ δρόμου ποὺ θὰ πάρει ἡ προσπάθεια ἀξιωματοποίησης τῆς θεωρητικῆς φυσικῆς, μένει ἀκόμα νὰ ἐξετάσουμε τὸ ἀκόλουθο σχετικὸ μ' αὕτη ἐρώτημα: Ἄν, ὅπως εἶδαμε, ἡ προσπάθεια νὰ δοθεῖ μιὰ ἀξιωματικὴ βάση στὴ θεωρητικὴ φυσικὴ δύναται νὰ διαλέξει ἓνα ἀπὸ τοὺς δυὸ διαφορετικοὺς δρόμους, ὑπάρχει τάχα μιὰ γενικὴ κατεύθυνση τῆς σκέψης ποὺ πρέπει νὰ ὀδηγεῖ στὴν ἐκλογὴ αὕτη;

Ἄν περιοριστοῦμε ν' ἀπαντήσουμε πὼς τὸ θετικὸ πνεῦμα ποὺ πρέπει νὰ διέπει κάθε διάβημα τῆς ἐπιστημονικῆς σκέψης, εἶναι ἀρκετὸ νὰ μᾶς ὀδηγήσει στὴν ἐκλογὴ αὕτη, θὰ ὀφήσουμε νὰ μᾶς δια-

φύγει εἷς θετικὸ δίδαγμα πὺ βγαίνει ἀπὸ τὸ γενικώτερο κύταγμα τῆς πνευματικῆς κίνησης πὺ συνοδεύει τὴ νεώτερη φυσικὴ. Ὅτι δηλαδὴ ἡ ἐπιστημονικὴ ἀλληλεγγύη μεταξὺ τῶν διαφόρων περιοχῶν τῆς ἐπιστήμης πὺ χαρακτηρίζει τὴ νεώτερη ἐξέλιξή της, ὁδηγεῖ σὲ μιὰ τάση νὰ ἐπηρροεασθεῖ ἡ ἐργασία πὺ γίνεται σὲ μιὰ περιοχὴ ὥστε νὰ ἐνισχύσει γενικὲς ἀπόψεις πὺ βασίζονται στὰ ἀποτελέσματα τῆς ἐργασίας πὺ γίνεται σὲ ἄλλες.

Ἔτσι βλέπουμε στὴ νεώτερη φυσικὴ τῶν Quanta, ἡ γενικώτερη κοινωνικὴ θεωρία νὰ ἐπηρεάζει σὰ φιλοσοφικὴ προκατάληψη τὴ θετικὴ ἐρμηνεία τοῦ περιεχομένου τῆς νεώτερης φυσικῆς. Τὴν ἐπιρροὴ αὐτὴ τὴν ἐπιτρέπει τὸ ἐπιστημολογικὸ ὑλικὸ τῆς φυσικῆς, πὺ, ὅπως εἶδαμε, δημιουργεῖ τοὺς δεσμοὺς της μὲ τὴ φιλοσοφία.

Ἄν λοιπὸν δεχθοῦμε ὅτι ἡ φιλοσοφικὴ στάση εἶναι πάντα συνάρτηση μιᾶς γενικώτερης κοινωνικῆς θεωρίας καταλήγουμε νὰ ἀντικρῦσουμε τὸ πρόβλημα τῆς σχέσης τῆς ἐπιστήμης μὲ τὴν κοινωνικὴ πραγματικότητα. Χωρὶς νὰ ἐκτεθῶ γυρεύοντας ἀπάντηση στὸ λεπτὸ αὐτὸ πρόβλημα πούχει γενικώτερο κοινωνιολογικὸ ἐνδιαφέρον περιορίζομαι νὰ ἐκφράσω τὴ γνώμη, ὅτι ἡ ἐργασία πὺ γίνεται μέσα στὴν ἐπιστήμη ἀφήνει γενικὰ πολὺ μικρὸ περιθώριο στὴν ἐπίδραση τοῦ κοινωνικοῦ παράγοντα, σὰν ἐκδήλωση τῆς γενικώτερης φιλοσοφικῆς διάθεσης τοῦ δουλευτῆ της.

Πάντως ἀφοῦ δὲν εἶναι ἀδύνατη μιὰ τέτοια ἐπίδραση, πρέπει, ὅταν μπορεῖ νὰ ἐκδηλωθεῖ, νὰ ἀφήσουμε νὰ εἶναι ἐκείνη πὺ συγγενεύει περισσότερο μὲ τὸ βαθύτερο κίνητρο τῆς ἐπιστημονικῆς γνώσης.

Μιὰ τέτοια ἐπίδραση πὺ κατορθώνει νὰ τονώνει τὴν ἐπιστημονικὴ σκέψη μπορεῖ νὰ ναι μόνον ἐκείνη πὺ θὰ πηγάζει ἀπὸ τὴν προσπάθεια νὰ φέρει τὸν ἄνθρωπο στὸ ἐπίπεδο τῆς κοινωνικῆς ἐξέλιξης στὸ ἴδιο τέρμα πὺ ἀγωνίζεται νὰ τὸν φέρει ἡ ἐπιστήμη στὸ ἐπίπεδο τῆς πνευματικῆς ἐξέλιξης : *στὴν ἐλευθερία.*