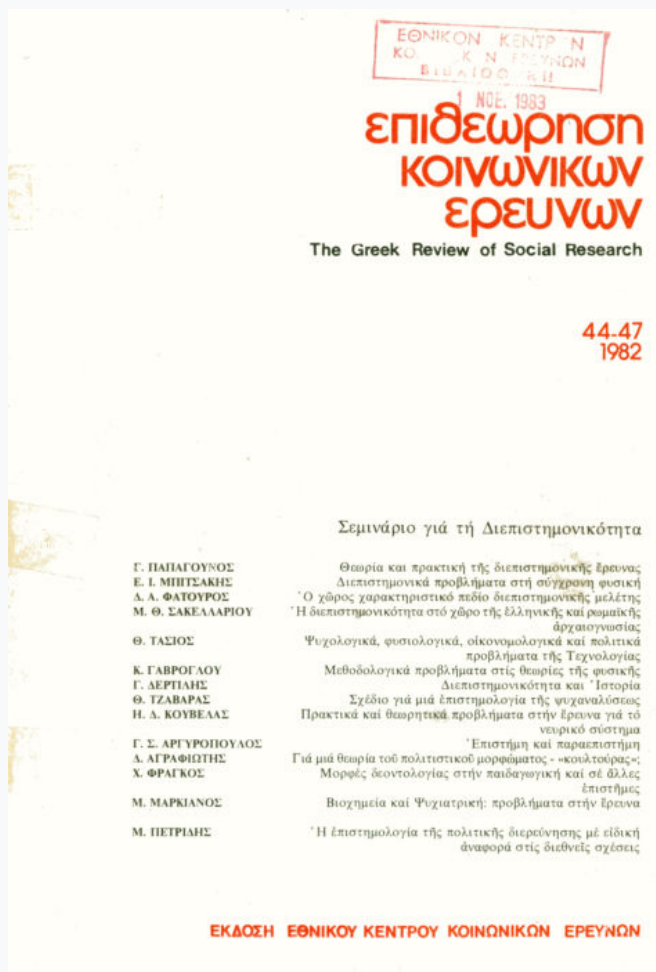


## The Greek Review of Social Research

Vol 44 (1982)

44-47



### Διεπιστημονικά προβλήματα στη σύγχρονη φυσική

Ευτύχης Ι. Μπιτσάκης

doi: [10.12681/grsr.525](https://doi.org/10.12681/grsr.525)

Copyright © 1982, Ευτύχης Ι. Μπιτσάκης



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

#### To cite this article:

Μπιτσάκης Ε. Ι. (1982). Διεπιστημονικά προβλήματα στη σύγχρονη φυσική. *The Greek Review of Social Research*, 44, 10–25. <https://doi.org/10.12681/grsr.525>

## Διεπιστημονικά προβλήματα στή σύγχρονη φυσική

Ευτύχης Ι. Μπιτσάκης \*

Ἡ φυσική εἶναι κατεξοχὴν φιλοσοφικὴ ἐπιστήμη. Στὶς ὀριακὲς τῆς περι-  
οχῆς θέτει καὶ ἀντιμετωπίζει προβλήματα, τὰ ὁποῖα, σέ ἓνα ἄλλο ἐπίπεδο καὶ  
μέ ἄλλη γλῶσσα, ἀποτελοῦν θεμελιώδη ὄντολογικὰ ἐρωτήματα. Τέτοια, π.χ.,  
εἶναι τὰ προβλήματα τοῦ χώρου, τοῦ χρόνου, τῆς αἰτιότητας, τῶν δομῶν τῆς  
ύλης, καθὼς καὶ τὰ προβλήματα τῆς ἀστροφυσικῆς καὶ τῆς κοσμολογίας. Ἀλ-  
λά καὶ ἡ ἔρευνα εἰδικῶν προβλημάτων σέ περιοχὲς αἰχμῆς παρουσιάζει γενι-  
κότερο ἐπιστημολογικὸ, γνωσιοθεωρητικὸ καὶ ὄντολογικὸ ἐνδιαφέρον. Ἡ  
φυσική, ἐξ ἄλλου, συνδέεται ὀργανικὰ μέ ὅλες τὶς φυσικὲς ἐπιστῆμες (χημεία,  
βιολογία κ.ά.). Ἐτσι, ἡ εἰδικὴ ἔρευνα στὴ φυσική συνδέεται ἐνδογενῶς μέ ἐπι-  
στημολογικὰ, διεπιστημονικὰ καὶ φιλοσοφικὰ ἐρωτήματα.

Ἡ εἰσήγησή μου θά ἔχει τὴν ἀκόλουθη διάρθρωση: Πρῶτα θά ἐπισημαν-  
θοῦν ἐπιμέρους θεμελιώδη προβλήματα πού ἀντιμετωπίζει ἡ σημερινὴ θεω-  
ρητικὴ φυσική. Στὴ συνέχεια, θά σκιαγραφηθοῦν τὰ βασικὰ ἐπιστημολογικὰ  
προβλήματα πού προκύπτουν ἀπὸ τὰ προηγούμενα θεωρητικὰ προβλήματα.  
Θά ἀκολουθήσει ἡ ἐπισήμανση ὀρισμένων διεπιστημονικῶν προβλημάτων,  
πού τίθενται ἀπὸ τὴν ἴδια τὴν ἐξέλιξη τῆς φυσικῆς καὶ τῶν ἄλλων φυσικῶν  
ἐπιστημῶν. Τέλος, θά ἐπισημανθοῦν ὀρισμένα ὄντολογικὰ καὶ γνωσιοθεωρη-  
τικὰ ἐρωτήματα πού ἀνατροφοδότησαν οἱ διαδοχικὲς ἐπαναστάσεις τῆς φυσι-  
κῆς: θά ἀνιχνευθεῖ, δηλαδή, ἡ φιλοσοφικὴ ἐμβέλεια αὐτῆς τῆς ἐπιστήμης.

Θά μπορούσαμε νά ποῦμε ὅτι τὰ προηγούμενα προβλήματα ἀλληλοεπικα-  
λύπτονται. Ὁ ὅρος ὁμοῦς αὐτὸς δημιουργεῖ τὴν ἐντύπωση κάποιας στατικῆς  
ἐπαλληλίας. Θά ἦταν λοιπὸν σωστότερο νά μιλήσουμε γιὰ μιὰ ἐνδογενῆ ἀλ-  
ληλοσυσχέτιση, ἡ ὁποία καθορίζεται ἱστορικὰ καὶ μεταβάλλεται μέσα στό  
χρόνο.

### I. Ὅρισμένα θεμελιώδη προβλήματα τῆς σημερινῆς θεωρητικῆς φυσικῆς

Ἡ κλασικὴ φυσικὴ οἰκοδομήθηκε μέ βάση ὀρισμένες ἀρχὲς καὶ ἀξιώματα

\* καθηγητῆς, τομέας φιλοσοφίας, Πανεπιστήμιο Ἰωαννίνων

(άρχη της αδράνειας, της στιγμιαίας αλληλεπίδρασης, της ανεξαρτησίας του χώρου και του χρόνου από την ύλη, της ομοιογένειας και της ισοτροπίας του χώρου και της ομοιογένειας του χρόνου) και φυσικά την έννοια του ύλικου σημείου. Οί άρχές και οί έννοιες της κλασικής φυσικής προέκυψαν από την άμεση έποπτική έμπειρία μέσα από μία μακρά αφαιρετική διαδικασία. Ή κλασική φυσική αποτέλεσε τή βάση του κλασικού ή μηχανιστικού κοσμοειδώλου, πού χαρακτηρίζεται από τήν παραδοχή του άπειρου, άπόλυτου χώρου, του παγκόσμιου χρόνου, της στιγμιαίας δράσης από άπόσταση και των άτμητων και άφθαρτων ύλικών σωμάτων.<sup>1</sup> Τό κοσμοείδωλο αυτό αποτέλεσε έναν άναγκαίο σταθμό στην εξέλιξη της φυσικής.<sup>2</sup> Άλλά ή ίδια ή εξέλιξη αυτής της έπιστήμης θά απέκάλυπτε και τά ιστορικά του όρια: ή ανάπτυξη του ήλεκτρομαγνητισμού θά φανέρωνε τήν άσυμβατότητα του κλασικού κοσμοειδώλου μέ τόν ήλεκτρομαγνητισμό, δηλαδή μέ τίς νομοτέλειες μιās αλληλεπίδρασης πού διαδίδεται μέ πεπερασμένη ταχύτητα.<sup>3</sup>

Ή ανάπτυξη του ήλεκτρομαγνητισμού απέκάλυψε τήν ανεπάρκεια του κλασικού κοσμοειδώλου. Οί βασικές παραδοχές της νέας σχετικιστικής φυσικής ήταν: α) Ή επέκταση της άρχης της σχετικότητας στά ήλεκτρομαγνητικά φαινόμενα. β) Ή σταθερότητα της ταχύτητας του φωτός σε όλα τά αδρανειακά συστήματα, ανεξάρτητα από τήν κίνησή τους κατάσταση. Άπό τά δύο αυτά αξιώματα προκύπτει ή σχετικότητα του χώρου και του χρόνου (ώς πρός τό σύστημα αναφοράς) και ταυτόχρονα ή ενότητά τους, όπως εκφράζεται στις ιδιότητες του χωροχρονικού διαστήματος. Συνέπεια της ενότητας του χώρου και του χρόνου ήταν ή περιγραφή των φαινομένων σε ένα νέο χωροχρονικό πλαίσιο: τό τετραδιάστατο σύμπαν του Minkowski. γ) Ή διεύρυνση και συγκεκριμενοποίηση της άρχης της αιτιότητας, ή όποια, μέ τήν ανάπτυξη του ήλεκτρομαγνητισμού, απέκτησε αυθεντικά *φυσικό περιεχόμενο*. Οί αιτιακοί καθορισμοί πραγματοποιούνται, σύμφωνα μέ τή σχετικότητα, στό έσωτερικό του κώνου του φωτός και ή χρονική συσχέτιση των γεγονότων πού συνδέονται αιτιακά έχει άπόλυτο χαρακτήρα. δ) Σε αντίθεση μέ τή *μη-τοπικότητα* της νευτώνειας φυσικής (πού ήταν συνέπεια της παραδοχής της στιγμιαίας δράσης από άπόσταση), ή σχετικότητα δέχεται τήν *τοπικότητα* των φυσικών συμβάντων, συνέπεια της πεπερασμένης ταχύτητας των αλληλεπιδράσεων. Έτσι, ή αιτιότητα και ή τοπικότητα συνδέθηκαν μέ τρόπο ένδογενή στό έσωτερικό του σύμπαντος του Minkowski. ε) Συνέπεια των προηγούμενων παραδοχών ήταν ή σχετικότητα τής μάζας, ή όποια άποδείχτηκε συνάρτηση της ταχύτητας, καθώς και ή αριθμητική αναλογία άνάμεσα στη μάζα και τήν ενέργεια. Στο τετραδιάστατο σχετικιστικό πλαίσιο, ή μάζα και ή ενέργεια αποτελούν διαφορετικές συνιστώσες ενός και μοναδικού τετραδιανύσματος: του τετραδιανύσματος όρμης-ενέργειας.<sup>4</sup>

1. Newton: 1) *Principia*. Univ. of California Press, 1947. 2) *Optics*. Dover Publ.

2. F. Engels, *Dialectics of Nature*, Lawrence and Wishart, London, 1934. Έλλην. μετ. Έκδ. Πολιτισμός, Άθήνα, 1958.

3. Einstein, in A. Einstein et al., *The Principle of Relativity*, Dover Publ. Έπίσης, Ε. Μπιτσάκη, *Ή δυναμική του ελάχιστου*, Ι. Ζαχαρόπουλος, 1982.

4. Einstein et al., *Ibid.* Έπίσης, Ε. Bitsakis, *Physique et Matérialisme*, Editions Sociales, Paris, 1973.

Οι έννοιες της κλασικής φυσικής ήταν σύμφωνες με την άμεση αισθητηριακή εμπειρία. Η σχετικιστική φυσική, αντίθετα, είναι αντιεποπτική: οι έννοιες και οι σχέσεις της αποτελούν την άρνηση της προφάνειας των εποπτικών εννοιών. Ωστόσο, οι σχέσεις της νέας φυσικής επαληθεύτηκαν στην περιοχή του ηλεκτρομαγνητισμού (πού αποτέλεσε το πρώτο φυσικό της περιεχόμενο), στη φυσική των στοιχειωδών σωματιών, στην περιοχή της αστροφυσικής, καθώς και στο χώρο της τεχνολογίας (πυρηνική ενέργεια). Η ειδική θεωρία της σχετικότητας αποτελεί σήμερα μία βεβαιωμένη φυσική θεωρία, πού θά μπορούσαμε νά πούμε ότι διέρχεται την «κανονική» της περίοδο. Ωστόσο, επαλήθευση και «κανονικότητα» δέν σημαίνει άρνηση της ιστορικότητας, κι αυτό μέ δύο έννοιες. Πρώτο, σ' ολόκληρη τή μακρά «κανονική» της περίοδο, ή σχετικιστική φυσική διέφυρε τό φορμαλισμό της και έπεκτάθηκε από τόν σχετικιστικό ηλεκτρομαγνητισμό στη φυσική των στοιχειωδών σωματιών και (κατά συνέπεια) στην αστροφυσική. Καί δεύτερο, τό εντυπωσιακό οικοδόμημα της σχετικιστικής φυσικής στηρίζεται σέ έννοιες και παραδοχές, πού πιθανό θά άποδειχτούν ιστορικά σχετικές.

Πράγματι, τί σημαίνει ή έννοια της μάζας; Η μάζα είναι ιδιότητα «καθεαυτή» των σωμάτων ή συνάρτηση της συνολικής μάζας του σύμπαντος, σύμφωνα μέ τήν άποψη του E. Mach; Καί τί νόημα έχει ή έννοια της μηδενικής μάζας γιά τό φυτόνιο και ποιά είναι — συνεπώς — τά όρια της άρχής της αδράνειας; Η κίνηση άποδείχτηκε ένδογενής ιδιότητα της ύλης. Άλλά τί σημαίνει ενέργεια; Καί πώς μπορεί νά κατανοηθεί ή συσχέτιση και ή αριθμητική αναλογία ανάμεσα στη μάζα και τήν ενέργεια; Καί τό σύμπαν είναι τετραδιάστατο, δηλαδή ό χρόνος είναι μονοδιάστατος, ή έχει περισσότερες από μία διαστάσεις; Καί ή ταχύτητα του φωτός είναι ή άνώτερη δυνατή στό σύμπαν ή υπάρχουν μήπως υπερφωτεινές ταχυονικές ταχύτητες; Καί πώς μπορεί νά συμβιβαστεί ή άρχή της σχετικότητας μέ τήν ένδεχόμενη μετάδοση σημάτων μέ υπερφωτεινές ταχύτητες; Τέλος, τί σημαίνει ή άρχή ότι όλες οι κινήσεις είναι σχετικές; Τό παράδοξο των «διδύμων» του P. Langevin δέν ύποδηλώνει τή δυνατότητα νά διακρίνουμε, ένδεχομένως, ποιό από τά δύο συστήματα, πού βρίσκονται σέ σχετική κίνηση, είναι «πραγματικά» άκίνητο;

Τά προηγούμενα άποτελούν πραγματικά φυσικά προβλήματα.<sup>5</sup> Στην ειδική θεωρία της σχετικότητας διαπιστώνεται, γιά άλλη μιά φορά, τό παράδοξο μιάς θεωρίας μ' ένα ευρύ πεδίο επαληθευμένων προβλέψεων και εφαρμογών, της όποίας όμως οι βασικές παραδοχές κάθε άλλο παρά είναι σαφείς και μή άμφισβητήσιμες. Η ειδική θεωρία της σχετικότητας διανύει τήν «κανονική» της περίοδο. Στην περίοδο όμως αυτή εξελίχτηκε και μέσα από τήν εξελιξη της έγιναν εκδηλα μιά σειρά προβλήματα πού απαιτούν φυσική έρμηνεία, ή ένδεχομένως μιά νέα θεωρητική εξήγηση. Οι ασάφειες και τά κενά θά οδηγήσουν άραγε σέ κάποια κρίση και επανάσταση, φανερώνοντας τόν ιστορικό χαρακτήρα της θεωρίας του Einstein;

Όπως είναι γνωστό, ό Einstein δέν άρκέστηκε στην ειδική θεωρία της σχετικότητας, πού δέχεται τήν ίσοδυναμία μόνο των άδρανειακών συστημάτων

5. Βλ.-E. Bitsakis, *Ibid.*

καί περιορίζει, συνεπώς, τό *αναλλοίωτο* τῶν φυσικῶν νόμων σ' αὐτή τήν κατηγορία τῶν προνομιούχων συστημάτων. Μέ τή γενική θεωρία τῆς σχετικότητας, ὁ Einstein ἐπέκτεινε τό *αναλλοίωτο* τῶν φυσικῶν νόμων σέ ὅλα τά συστήματα ἀναφορᾶς, ἀδρανειακά καί μή. Ἡ εἰδική θεωρία τῆς σχετικότητας εἶχε σάν φυσικό περιεχόμενο τόν σχετικιστικό ἠλεκτρομαγνητισμό. Ἡ γενική θεωρία εἶναι μιά χρονογεωμετρική θεωρία τῆς βαρύτητας (Fock)<sup>6</sup> καί ἀποτελεῖ μιά θεωρία γενικευμένης *μῆ σχετικότητας* (Fock, Alexandrov, Levich).<sup>7</sup>

Ἡ γενική θεωρία τῆς σχετικότητας ξεπέρασε τίς ἀσυμφωνίες τῆς νευτώνειας θεώριας μέ τά παρατηρησιακά δεδομένα, πρόβλεψε νέα φαινόμενα, ὅπως τήν καμπύλωση τοῦ φωτός, καί ἔδωσε μιά νέα περιγραφή τῆς κίνησης τῶν ὑλικῶν μαζῶν, «ἀπορροφώντας» τίς δυνάμεις τῆς βαρύτητας σέ μιά ρημάνια δομή τοῦ χωρόχρονου. Ἡ νέα θεωρία μπορεῖ νά χαρακτηρητιστεῖ σάν ἡ θεωρία τῆς ἐνότητας τοῦ χώρου, τοῦ χρόνου, τῆς ὕλης καί τῆς κίνησης.<sup>8</sup> Οἱ προβλέψεις τῆς γενικῆς θεωρίας τῆς σχετικότητας ἐπαληθεύτηκαν ἐπίσης σέ ἱκανοποιητικό βαθμό ἀπό τήν παρατήρηση.

Ἡ βασική δομή τῆς γενικῆς θεωρίας τῆς σχετικότητας διαμορφώθηκε ἀνάμεσα στή 1915 καί 1916 ἀπό τόν Einstein. Αὐτό δέν σημαίνει ὅτι ἀπό τότε ἡ θεωρία ἔμεινε στάσιμη. Στήν πορεία τοῦ χρόνου τέθηκαν νέα προβλήματα καί ἀναδύθηκαν νέες ἐρευνητικές περιοχές. Ὁ Einstein δέν κατόρθωσε νά ἐνοποιήσῃ τόν ἠλεκτρομαγνητισμό καί τή βαρύτητα, δηλαδή τίς δύο «κλασικές» (προκβαντικές) φυσικές ἀλληλεπιδράσεις. Ὡστόσο, σήμερα, μετά τήν ἐνοποίηση τῶν ἠλεκτρομαγνητικῶν καί τῶν ἀσθενῶν ἀλληλεπιδράσεων, ἔχει τεθεῖ τό πρόβλημα τῆς «μεγάλης ἐνοποίησης», δηλαδή τῆς ἐνοποίησης ὅλων τῶν φυσικῶν ἀλληλεπιδράσεων. Ἡ θεωρία τῆς βαρύτητας τοῦ Einstein προβλέπει τήν ὑπαρξη κυμάτων βαρύτητας, ὁμοίων μέ τά κύματα τοῦ φωτός. Αὐτή ἡ δυνατότητα τροφοδότησε ἐκτεταμένες θεωρητικές καί πειραματικές ἐρευνες. Τά κύματα βαρύτητας δέν ἀνακαλύφθηκαν, ἀλλά, πρῶτο, ἡ μελλοντική τους ἀνακάλυψη δέν ἀποκλείεται, καί δεύτερο, ἡ σχετική θεωρητική καί πειραματική ἐργασία ἀποτελεῖ κατάκτηση τῆς σύγχρονης φυσικῆς (ἀνάμεσα σέ ἄλλα, ἔχει προβλεφθεῖ ἡ μετατροπή τῶν ἠλεκτρομαγνητικῶν κυμάτων σε βαρυτικά καί ἀντίστροφα). Ἀντίστοιχα, τέθηκε τό πρόβλημα τῆς κβάντωσης τοῦ βαρυτικοῦ πεδίου. Τό βαρυτόνιο εἶναι ἀκόμα ἕνα ὑποθετικό σωματίο. Ὡστόσο, ὑπάρχει ἤδη ἕνα τεράστιο ἐρευνητικό ἔργο μέ εὐρύτερη σημασία καί οἱ σχετικές προσπάθειες συνεχίζονται.

Ἀπό τά προηγούμενα συνάγεται ὅτι καί ἡ γενική θεωρία τῆς σχετικότητας δέν εἶναι μιά κλειστή θεωρία, πού ἔχει «ἐκκενωθεῖ» ἀπό τό στοιχεῖο τῆς ἱστορικότητας. Βέβαια, τά προηγούμενα προβλήματα δέν θέτουν σέ ἀμφισβήτηση τίς θεωρητικές παραδοχές τῆς θεωρίας, τίς ὁποῖες ἐπιχειροῦν μάλιστα νά διευρύνουν καί νά ὀλοκληρώσουν. Ὡστόσο, ὑπάρχουν θεωρίες ἢ θεωρητικές προτάσεις πού θέτουν σέ νέα φυσική βάση τό πρόβλημα τῆς βαρύτητας.

6. V. Fock, *The Theory of Space, Time and Gravitation*, Pergamon Press, 1964.

7. V. Fock, *Ibid.* A. Alexandrov, *Rech. Intern., Physique*, 4(1957). B. Levich, *Theoretical Physics*, 1, North Holland Publ. Comp.

8. Βλ. Einstein, in A. Einstein et al., *The Principle of Relativity*, op. cit..

Συγκεκριμένα, υπάρχουν θεωρίες που χρησιμοποιούν μετρικές παρόμοιες με τη μετρική του Einstein, όπως η θεωρία των Dicke, Barnes και Jordan, αλλά διαφέρουν από τη θεωρία του Einstein, καθώς και απόπειρες μιάς ριζικής αναθεώρησης της σχετικιστικής θεωρίας της βαρύτητας. Πράγματι, ενώ ο Einstein προσπάθησε να «γεωμετροποιήσει» τον ηλεκτρομαγνητισμό, κατά τό πρότυπο της θεωρίας του για τη βαρύτητα, σήμερα τίθεται ακριβώς τό αντίστροφο ερώτημα: μήπως δηλαδή θά έπρεπε να «άπογεωμετροποιηθεί» ή βαρύτητα και να περιγραφούν τά σχετικά φαινόμενα με τη βοήθεια μιάς θεωρίας όμοιας με τήν ηλεκτρομαγνητική, σ' ένα χώρο Minkowski χωρίς καμπυλότητα; Μιά τέτοια θεωρία θά άνέτρεπε τίς σημερινές άντιλήψεις για τη βαρύτητα και για τίς σχέσεις χώρου, χρόνου και ύλης, και θά άνεδείκνυε τό πεδίο σε θεμελιώδη όντότητα.<sup>9</sup>

Άπό τίς θεωρίες του Einstein και άπό τη νεότερη μικροφυσική γεννήθηκαν δύο νέες και άλληλένδεται επιστήμες: ή άστροφυσική και ή κοσμολογία. Πράγματι, σε άντίθεση με τη νευτώνεια κοσμολογία, ή σχετικιστική κοσμολογία μπόρεσε να διαμορφωθεί σε φυσική επιστήμη. Έχουν προταθεί διάφορα κοσμολογικά πρότυπα, τά όποια προκύπτουν σάν λύσεις των εξισώσεων του Einstein (οι διαφορετικές λύσεις προκύπτουν άπό διαφορετικές παραδοχές). Άλλά τά πρότυπα αυτά είναι περισσότερο μαθηματικά μοντέλα, παρά περιγραφές της δομής και της ιστορίας του σύμπαντος. Όστόσο, ή άνάπτυξη της φυσικής των μικροσωματίων και της άστροφυσικής έδωσε συγκεκριμένο φυσικό περιεχόμενο σ' αυτά τά πρότυπα που έπασαν να είναι καθαρές γεωμετρικές κατασκευές και φιλοδοξούν να περιγράψουν τήν πραγματική δομή του σύμπαντος. (Τό έπικρατέστερο άπ' αυτά τά πρότυπα είναι σήμερα τό πρότυπο της διαστολής, που προϋποθέτει μιά «άρχιική έκρηξη» άπό χώρο μηδενικού όγκου με άπειρη πυκνότητα ύλης).

Έτσι, άπό τη δημιουργική συμβολή μιάς κυρίας μαθηματικής και μιάς φυσικής επιστήμης, γεννήθηκε ή νεότερη κοσμολογία. Στη γέννηση και στην εξέλιξη αυτής της επιστήμης πρέπει να τονιστεί ιδιαίτερα ό ρόλος της παρατήρησης (και της σύγχρονης τεχνικής) που άρχίζει άπό τίς κλασικές παρατηρήσεις του Hubble και φτάνει μέχρι τά σημερινά ραδιοτηλεσκόπια, τήν άνακάλυψη νέων κατηγοριών ουρανίων σωμάτων, τήν άκτινοβολία των 3 άπόλυτων βαθμών, κτλ. Όστόσο, τό status αυτής της επιστήμης, που προέκυψε άπό τη συμβολή τόσων παραγόντων, είναι άκόμα άντικείμενο διχογνωμιών και άμφισβητήσεων.<sup>10</sup>

Άλλά ή επιστήμη που άποτελεί τό θεμέλιο όλων των κλάδων της νεότερης μικροφυσικής είναι ή κβαντική μηχανική. Η επιστήμη αυτή γεννήθηκε άπό τη μελέτη των νόμων της άκτινοβολίας και άπό τίς άνακαλύψεις στην περιοχή του άτόμου. Γύρω στό 1925 είχε όλοκληρώσει τη μαθηματική της δομή. Στη συνέχεια, άπέτέλεσε τη βάση της σχετικιστικής κβαντικής μηχανικής,

9. Βλ. V. L. Ginsburg, *Key Problems in Physics and Astrophysics*, Mir, Publ., Moscow, 1978, και J. Lequeux, στό: *La Recherche en Astrophysique*, Seuil, Paris, 1977. Για τη νεότερη κοσμολογία γενικά, βλ. J. Merleau-Ponty, *La Cosmologie du XXe siècle*, Gallimard, 1965.

10. Βλ. E. Μπισάκη, *Η δυναμική του ελάχιστου*, ορ. cit., κεφ. 4.

των κβαντικών πεδιακών θεωριών, των θεωριών των μικροσωματίων, της φυσικής του στερεού σώματος, κτλ. 'Η κβαντική μηχανική έχει επαληθευθεί άπειρες φορές, από την περιοχή των πύο άφηρημένων προβλέψεων μέχρι τις τεχνικές εφαρμογές.

Ωστόσο, τά θεωρητικά θεμέλια και αυτής της έπιστήμης άποτελούν αντικείμενο μιάς διαμάχης πού συνεχίζεται επί μισό αιώνα και περισσότερο. Πράγματι, είναι γνωστός ό πιθανοκρατικός χαρακτήρας της κβαντικής μηχανικής. 'Αλλά ή περιγραφή αυτή είναι πλήρης και όριστική; 'Ο de Broglie έθεσε ήδη στη δεκαετία του '30 αυτό τό έρώτημα και ή άπάντησή του ήταν άρνητική (θεωρία της διπλής λύσης).<sup>11</sup> Τό 1935, οί Einstein, Podolsky και Rosen έθεσαν πάλι τό ίδιο έρώτημα, και κατέληξαν στό συμπέρασμα ότι ή κβαντομηχανική περιγραφή δέν είναι πλήρης.<sup>12</sup> 'Από την έποχή εκείνη χρονολογούνται οί προσπάθειες γιά μιά δυναμική περιγραφή της κίνησης των μικροσωματίων μέ τήν εισαγωγή συμπληρωματικών, λανθάνουσών παραμέτρων, στην καταστατική τους έξίσωση. Τό 1952 σημειώθηκε μιά νέα καμψη στό πρόβλημα, μέ τή δημιουργία θεωριών μέ λανθάνουσες παραμέτρους (Bohm, Vigier και άλλοι),<sup>13</sup> καθώς και τό 1964, όταν ό J. S. Bell απέδειξε ότι μιά θεωρία τοπική και αιτιοκρατική, του τύπου δηλαδή πού θά ήταν σύμφωνος μέ τίς αντίληψεις του Einstein, θά μπορούσε, sé όρισμένες κατηγορίες φαινομένων, νά διαψεύσει τίς προβλέψεις της κβαντικής μηχανικής.<sup>14</sup> Τό έρώτημα τέθηκε λοιπόν στη δοκιμασία του πειράματος, τό όποιο δέν φαίνεται νά ευνοεί τήν ταυτόχρονη ισχύ της αίτιότητας και της τοπικότητας. 'Έτσι, σήμερα οί έρευνητές είναι διχασμένοι: άλλοι επιμένουν στην αντι-αιτιοκρατική και ύποκειμενική έρμηνεία της Σχολής της Κοπεγχάγης, άλλοι δέχονται τή δυνατότητα άλληλεπιδράσεων πού από τό παρόν θά προχωρούσαν πρós τό παρελθόν και από κεί θά έφταναν στό μέλλον και άλλοι άπορρίπτουν τήν τοπικότητα γιά νά σώσουν τήν αίτιότητα (Bohm, Vigier). Τέλος, μιά κατηγορία φυσικών προσπαθεί νά βεβαιώσει τήν ισχύ της τοπικότητας και της αίτιότητας, σύμφωνα μέ τίς αντίληψεις των de Broglie και Einstein.<sup>15</sup>

'Η διαμάχη πού άφορά τά έννοιολογικά θεμέλια της κβαντικής μηχανικής είναι χαρακτηριστική γιά τή φιλοσοφική έμβέλεια των έπιστημών και, αντίστροφα, τήν έπιστημολογική και γνωστική λειτουργία της φιλοσοφίας. Στην περιοχή αυτή, πράγματι, συμπλέκονται ειδικά προβλήματα φυσικής, γενικότερα προβλήματα άξιωματικής θεμελίωσης, προβλήματα μεθόδου και ευρύτερα γνωσιοθεωρητικά και όντολογικά έρωτήματα. 'Η Σχολή της Κοπεγχάγης συνδέεται ιστορικά και όργανικά μέ τή θετικιστική φιλοσοφία και γενικότερα μέ τήν ύποκειμενική και τήν ιδεαλιστική φιλοσοφία. 'Η ρεαλιστική

11. Βλ. L. de Broglie, *La physique quantique restera-t-elle indéterministe?*, Gauthier-Villars, Paris, 1953. Τοϋ ίδιου, *The Current Interpretation of Wave Mechanics*, Elsevier Publ. Comp., 1964.

12. Einstein, Podolsky, Rosen, *Phys. Rev.*, 47, 777(1935).

13. Βλ., π.χ., D. Bohm, *Phys. Rev.*, 85, 166 και 180 (1952).

14. Βλ. J. S. Bell, *Physics*, 1, 195(1964), και *Rev. Mod. Phys.*, 38, 447(1966).

15. 'Η βιβλιογραφία σ' αυτό τό θέμα είναι τεράστια. Γιά μιά κριτική άνάλυση, βλ. Ε. Μπιστάκη: 1) *Revue des Questions Scientifiques*, 148, 205(1977). 2) *Physique et Matérialisme* (Annexe). 3. *Τά έννοιολογικά θεμέλια της κβαντικής μηχανικής*, Ι. Ζαχαρόπουλος, θά έκδοθεί τό 1983.

σχολή, αντίθετα, δέχεται τήν ύπαρξη μιᾶς φυσικῆς πραγματικότητας ἀνεξάρτητης ἀπό τόν παρατηρητή, δέχεται τόν αἰτιοκρατικό χαρακτήρα τῶν φαινομένων, τή γνωσιμότητα τοῦ μικρόκοσμου καί τόν ἱστορικό, προσεγγιστικό χαρακτήρα τῆς ἀλήθειας. Οἱ περισσότεροι φυσικοὶ τῆς ρεαλιστικῆς σχολῆς δέχονται, εὐρύτερα, τήν ὕλιστική κοσμοαντίληψη. Ἡ ἔρευνα τῶν ἐννοιολογικῶν θεμελιῶν τῆς μικροφυσικῆς ἀποτελεῖ χαρακτηριστικό παράδειγμα τῆς ἐνότητας καί τοῦ ἀμοιβαίου καθορισμοῦ τῶν φυσικῶν θεωριῶν, τῆς ἐπιστημολογίας καί τῆς φιλοσοφικῆς ἔρευνας.

Ἡ περιοχή, τέλος, τῆς φυσικῆς τῶν μικροσωματίων εἶναι ἀνοιχτή στή φυσική, στήν ἐπιστημολογική καί στή φιλοσοφική ἔρευνα.

Ἡ φυσική τῶν μικροσωματίων ξεκίνησε μέ τήν ἀνακάλυψη τοῦ ἠλεκτρονίου, τῶν σωματίων α, τοῦ πρωτονίου καί ἀργότερα τοῦ νετρονίου. Μέ τή μελέτη τῆς κοσμικῆς ἀκτινοβολίας καί τή χρήση τῶν γιγάντων ἐπιταχυντῶν, ὁ ἀριθμός τῶν μικροσωματίων ἔφτασε τίς μερικές ἑκατοντάδες. Ἔτσι, τὸ πρόβλημα τῆς κατάταξης, τῆς πρόβλεψης καί τῆς ἐνότητας τῶν μικροσωματίων ἔγινε θεμελιῶδες θεωρητικό πρόβλημα. Ἡ κατάταξη σύμφωνα μέ τή μάζα (λεπτόνια, βαρυόνια, ὑπερόνια) ἀποδείχτηκε ἀνεπαρκῆς, γιατί ἡ μάζα δέν εἶναι τὸ βασικό χαρακτηριστικό τῶν μικροσωματίων. Τὸ κύριο χαρακτηριστικό τους εἶναι οἱ φυσικὲς ἀλληλεπιδράσεις. Ἔτσι, μέ βάση τόν χαρακτηριστικό τύπο ἀλληλεπίδρασης, τὰ σωματῖα χωρίστηκαν σέ λεπτόνια καί σέ ἀδρόνια (τὸ φωτόνιο καί τὸ βαρυτόνιο δέν ἀνήκουν σέ καμιά ἀπὸ τίς δύο κατηγορίες). Σάν ἀποτέλεσμα μακρῶν θεωρητικῶν καί πειραματικῶν ἐρευνῶν, τὸ πρόβλημα τῆς κατάταξης καί τῆς ἐνότητας τῶν μικροσωματίων ἔχει σήμερα ἀπλουστευθεῖ (ἡ ἀπλούστευση γέννησε νέα θεμελιώδη προβλήματα). Πράγματι, σήμερα εἶναι γνωστὰ 6 λεπτόνια σέ ἐλεύθερη κατάσταση, καί ὄλα τὰ ἀδρόνια «παράγονται» ἀπὸ 6 ὑποσωμάτια, τὰ κουάρκς, τὰ ὁποῖα δέν παρατηροῦνται σέ ἐλεύθερη κατάσταση. Ὑπάρχουν ἐπιπλέον τὸ φωτόνιο (κβάντο τῆς ἠλεκτρομαγνητικῆς ἀκτινοβολίας), τὸ ὑποθετικό βαρυτόνιο (κβάντο τῆς βαρυτικῆς ἀλληλεπίδρασης), τὰ τρία ἐνδιάμεσα μποζόνια (κβάντα τῶν ἀσθενῶν ἀλληλεπιδράσεων) καί τὰ γλυόνια, σωματῖα μηδενικῆς μάζας, κβάντα δηλαδή τῶν ἀλληλεπιδράσεων ἀνάμεσα στὰ συστατικά τῶν ἀδρονίων, δηλαδή τὰ quarks.

Ἡ προηγούμενη «ἀπλοποίηση» τοῦ προβλήματος τῆς κατάταξης καί τῆς ἐνότητας τῶν μικροσωματίων θά μπορούσε νά θεωρηθεῖ ἱκανοποιητική. Ὡστόσο, ἡ ἱστορική διαδικασία πού ὀδήγησε σ' αὐτὴ τὴν «ἀπλοποίηση» δημιουργήσε, ἢ ἄφησε ἀναπάντητα, περισσότερα θέματα ἀπ' ὅσα ἔλυσε. Πράγματι, τὰ λεπτόνια εἶναι «στοιχειώδη»; Γενικότερα, ποιά εἶναι ἡ νομιμότητα τοῦ ὄρου «στοιχειώδες»; Καί τὰ κουάρκς καί τὰ γλυόνια εἶναι ὑπαρκτά; Καί ἂν ναί, εἶναι στοιχειώδη; Καί ποιά εἶναι ἡ σχέση σωματίων-πεδίων σ' αὐτὸ τὸ ἐπίπεδο; Γενικότερα, ἡ διάκριση σωματίων-πεδίων εἶναι νόμιμη; Καί ποιά θά μπορούσε νά εἶναι ἡ συγκεκριμένη διαλεκτικὴ τῆς διαφορᾶς καί τῆς ἐνότητας ἀνάμεσα στὰ πεδία καί τὰ σωματῖα; Ἐπίσης, οἱ φυσικὲς ἀλληλεπιδράσεις ἔχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά, δροῦν μέσα ἀπὸ ἰδιαιτέρα χαρακτηριστικά τῶν σωματίων καί προκαλοῦν διαφορετικὰ φαινόμενα. Ἴδω ὅμως ὑπάρχουν δεδομένα, θεωρητικά καί πειραματικά, πού τεκμηριώνουν τὴν ἐνότητα (πού συνυπάρχει μέ τὴν διαφορὰ) τῶν ἠλεκτρομαγνητικῶν καί τῶν ἀσθενῶν ἀλληλεπι-



δράσεων. Ἡ ἐνοποίηση αὐτῆ συνδέεται ἄμεσα μέ τό πρόβλημα τῆς κατάταξης καί τῆς δομῆς τῶν μικροσωματίων. Μιά ἐνδεχόμενη «μεγάλη ἐνοποίηση» θά ἀνατρέψει ἀσφαλῶς πολλές παγιωμένες ἀπόψεις γιά τήν ὕλη καί γιά τή φύση τῶν μικροσωματίων. Ἡ ἐνιαία ἀλληλεπίδραση, π.χ., δέν θά σέβεται τούς νόμους διατήρησης τοῦ λεπτονικοῦ καί τοῦ βαρυονικοῦ ἀριθμοῦ πού ἀποτελοῦν τή φυσική βάση τῆς διατήρησης τῆς «ὕλης» τοῦ σύμπαντος (γιά τήν ἀκρίβεια, τῶν μαζικῶν σωματίων, συστατικῶν τῶν ἀτόμων).

Τό πρόβλημα τῶν στοιχειωδῶν σωματίων καί τῶν φυσικῶν ἀλληλεπιδράσεων ἀποτελεῖ ἓνα ἀπό τά δύσκολα προβλήματα τῆς θεωρητικῆς φυσικῆς. Ἡ πρόοδος σ' αὐτό τόν τομέα ὄχι μόνο θά θέσει νέα ἐπιστημονικά καί ἐπιστημολογικά προβλήματα, ἀλλά ἀσφαλῶς θά ἀνατρέψει τίς ἀντιλήψεις μας γιά τήν ὕλη. Οἱ συνέπειες τέτοιων ἐξελιξέων γιά τή φιλοσοφία θά εἶναι ἐπαναστατικές.<sup>16</sup>

## II. Ἐπιστημολογικά προβλήματα πού σχετίζονται μέ τίς σύγχρονες φυσικές θεωρίες

Ἐπισημάναμε, μέσα ἀπό τή σκιαγράφηση τῆς ἀνάπτυξης τῶν νεώτερων φυσικῶν θεωριῶν, ὀρισμένα ἐπιστημολογικά καί φιλοσοφικά προβλήματα πού συνδέονται μέ τή νεώτερη φυσική. Θά προσπαθήσουμε τώρα νά συγκεκριμενοποιήσουμε περισσότερο αὐτά τά προβλήματα.

Ἐνα πρῶτο ἐρώτημα θά μπορούσε νά εἶναι τό ἀκόλουθο: Ποιά εἶναι ἡ νομιμότητα τῆς ἐπιστημολογίας τῆς φυσικῆς; Δέν θά ἐπιχειρήσω ν' ἀπαντήσω ἀπευθείας σ' αὐτό τό ἐρώτημα. Θά θυμίσω μόνο ὅτι τό φυσικό ἔργο τοῦ Γαλιλαίου εἶναι ἀναπόσπαστο ἀπό τά προβλήματα μεθόδου καί τά γενικότερα ἐπιστημολογικά προβλήματα πού ἔθεσε καί πού ἔλυσε — μέ τόν τρόπο πού μπορούσαν νά λυθοῦν στήν ἐποχή του. Θά θυμίσω ἐπίσης τίς ἐπιστημολογικές παραδοχές καί συνέπειες τοῦ ἔργου τοῦ Νεύτωνα (σωμάτια, φυσικές ἀλληλεπιδράσεις μέ ἄπειρη ταχύτητα, ἀπόλυτος χῶρος καί χρόνος), καθώς καί τοῦ Maxwell (ἐνοποίηση τῆς θερμότητας, τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τοῦ μαγνητισμοῦ καί τῆς ὀπτικῆς, πρόβλημα τοῦ φορέα διάδοσης τῶν ἠλεκτρομαγνητικῶν κυμάνσεων, κτλ.). Ἡ ἱστορία τῆς φυσικῆς μαρτυρεῖ γιά τή νομιμότητα τῆς ἐπιστημολογίας τῆς φυσικῆς.

Ἐρισμένα ἐπιστημολογικά ἐρωτήματα, πού σχετίζονται γενικότερα μέ τήν ἀνάπτυξη τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν, εἶναι τά ἀκόλουθα: 1) Τό πρόβλημα τῆς γένεσης καί τῆς ἀνάπτυξης μιᾶς ἐπιστήμης, ἀπό τήν ἀποψη τῶν γνωστικῶν καί τῶν κοινωνικῶν τῆς προϋποθέσεων. 2) Τό πρόβλημα τῆς διαμόρφωσης τοῦ ἐννοιολογικοῦ πυρήνα καί τοῦ φορμαλισμοῦ τῆς ἐπιστήμης, μέ βάση τό πειραματικό ἢ καί παρατηρησιακό ὕλικό καί τίς ἀντιφάσεις τοῦ προηγούμενου ἐννοιολογικοῦ πλαισίου. 3) Ἡ ἔρευνα τῆς συνεκτικότητας τῶν παραδοχῶν καί τῶν ἀξιωμάτων τῆς θεωρίας. 4) Ἡ ἔρευνα τῆς συνεκτικότητας καί τῆς ἀκρίβειας τοῦ φορμαλισμοῦ. 5) Τό πρόβλημα τῆς κατανόησης καί τῆς φυ-

16. Βλ. E. Bitsakis, *Physique et Matérialisme*, op. cit., κεφ. II, III καί VIII.

σικτής έρμηνείας τής θεωρίας, δηλαδή τό πρόβλημα τών μορφισμών ανάμεσα στά στοιχεΐα τής φυσικῆς πραγματικότητας καί τίς σχέσεις τους, από τή μιά, καί τό φορμαλισμό, από τήν ἄλλη. 6) Ἡ διερεύνηση τών γνωσιοθεωρητικῶν καί ἰδεολογικῶν ἐπιπτώσεων τής θεωρίας. 7) Ταυτόχρονα, θά μπορούσαν νά διερευνηθοῦν τά προβλήματα τής ανάπτυξης, τής διαφοροποίησης καί τής ἐνότητας τών ἐπιστημῶν, τής ἀλληλεξάρτησης καί τῆς ἀμοιβαίας ἀνάπτυξῆς τους, καί τό πρόβλημα τῆς ἱστορικότητας, δηλαδή τῆς σχετικοποίησης (μέ τήν ἔννοια τῆς διαλεκτικῆς) τών ἐννοιῶν.

Μιά ἀπόπειρα διερεύνησης τών προηγούμενων προβλημάτων, σέ σχέση μέ τήν ἀνάπτυξη τῆς φυσικῆς, θά ἦταν ἀδύνατη στά πλαίσια τῆς σημερινῆς εἰσήγησης. Γι' αὐτό, θά συγκεκριμενοποιήσω, μέ τή μορφή παραδειγμάτων, ὀρισμένες ὀψεις τοῦ προβλήματος.

Οἱ νεώτερες φυσικές θεωρίες εἶναι κατά κανόνα ἀξιοματικές. Αὐτό δέν σημαίνει ὅτι διατυπώθηκαν ἀνεξάρτητα ἀπό τά πειραματικά (ἢ παρατηρησιακά) δεδομένα καί τίς ἀντιφάσεις τους μέ τίς παλαιότερες θεωρίες. Ἡ εἰδική θεωρία τῆς σχετικότητας, π.χ., θεμελιώθηκε στό ἀξίωμα τῆς σταθερότητας τῆς ταχύτητας τοῦ φωτός. Ἀλλά: Πρῶτο, τό ἀξίωμα αὐτό ἦταν, ἀπό ἄλλη πλευρά, πειραματικό δεδομένο καί δεύτερο ἡ θεωρία διατυπώθηκε σάν ὑπέρβαση τῆς ἀντίφασης τών κλασικῶν μετασχηματισμῶν καί τών δεδομένων τοῦ πειράματος Michelson-Morley, καθώς καί τῆς ἀντίφασης ἀνάμεσα στήν ἀπαιτήση γιά ἀναλλοίωτο τών ἠλεκτρομαγνητικῶν ἐξισώσεων καί τούς κλασικούς μετασχηματισμούς. Ἡ εἰδική θεωρία τῆς σχετικότητας προέκυψε συνελπῶς σάν ἡ ἄρση τῆς ἀντίφασης ἀνάμεσα στά πειραματικά δεδομένα καί τό κλασικό ἐννοιολογικό πλαίσιο. Αὐτό δέν σημαίνει ὅτι ἡ θεωρία δημιουργήθηκε ἐπαγωγικά, μέ ἀφετηρία τά πειραματικά δεδομένα. Ἡ διατύπωσή της προϋποθέτει ἕνα νοητικό, δημιουργικό ἔλμα, μέσα ἀπό τό ὅποιο συλλαμβάνεται τό νέο ἐννοιολογικό πλαίσιο. Το ἴδιο θά μπορούσαμε νά ποῦμε γιά τή γενική θεωρία τῆς σχετικότητας ἡ ὁποία εἶναι ἐπίσης μιά ἀξιοματική-ἀπαγωγική κατασκευή πού ἱκανοποίησε δύο αἰτήματα: τήν ἄρση τών ἀντιφάσεων ἀνάμεσα στή νευτώνεια θεωρία καί τίς ἀστρονομικές παρατηρήσεις καί τήν ἀξίωση γιά ἀναλλοίωτο τών φυσικῶν νόμων σέ ὅποιοδήποτε σύστημα ἀναφορᾶς, ἀδρανειακό ἢ μή. Ἡ κβαντική μηχανική, τέλος, εἶναι μιά ἀξιοματική θεωρία, ἡ ὁποία προέκυψε σάν ἡ θεωρητική σύνθεση ἑνός τεράστιου πραγματολογικοῦ ὕλικου, σύνθεση πού ὑπερβαίνει ὅλα τά ἐπιμέρους δεδομένα, ἐντάσσοντάς τα σέ ἕνα νέο θεωρητικό οἰκοδόμημα.<sup>17</sup>

Ὡστόσο, μιά φυσική θεωρία δέν γεννιέται σάν ἀποτέλεσμα μόνο τών ἐσωτερικῶν ἀντιφάσεων τῆς ἐπιστήμης. Στή γένεσή της συμβάλλει ἡ ἰδεολογία τῆς ἐποχῆς καί ἰδιαίτερα τών δημιουργῶν της, καθώς καί οἱ γενικότερες δυνατότητες γιά κοινωνική ἀποδοχή τῆς θεωρίας. Εἶναι, π.χ., γνωστός ὁ ρόλος τῆς θετικιστικῆς φιλοσοφίας στήν ἀνάπτυξη τῆς κβαντικῆς μηχανικῆς. Ἀπό τήν ἄλλη πλευρά, ἡ ὑπόθεση τοῦ Κοπέρνικου μπόρεσε νά διατυπωθεῖ στήν Ἀνα-

17. Βλ. σχετικά, Α. Einstein, in Einstein et al., *The Principle of Relativity*, op. cit., Ἐπίσης, Μ. Jammer, *The Philosophy of Quantum Mechanics*, Wiley, 1974, καί Ε. Μπιτσάκης, *Τά ἐννοιολογικά θεμέλια τῆς κβαντικῆς μηχανικῆς*, Ι. Ζαχαρόπουλος, θά ἐκδοθεῖ τό 1983.

γέννηση, όχι τόσο επειδή τά παρατηρησιακά δεδομένα ήταν άποφασιστικά πιά πλούσια απ' ό,τι τά δεδομένα του Άριστάρχου, όσο επειδή τό διαμορφωμένο τότε νέο ιδεολογικό κλίμα θά μπορούσε νά δεχτεί μιά θεωρία πού αντι-στρατευόταν τήν κυρίαρχη, αλλά ήδη άποσαθρωμένη ιδεολογία. Άντίστροφα, μιά όρισμένη ιδεολογία μπορεί νά άποτελέσει έπιστημολογικό εμπόδιο στην άνανέωση και στην εξέλιξη τών φυσικών θεωριών. Παράδειγμα: ό άνασταλτικός ρόλος, τόσο του θετικισμού, όσο και του άπλοϊκού ύλισμού, στην άνανέωση τής κβαντικής θεωρίας.

Ή φυσική ξεπέρασε τό status τής φυσικής φιλοσοφίας και μεταλλάχθηκε σέ έπιστήμη, από τή στιγμή πού μόρεσε νά εκφράσει τίς φυσικές νομοτέλειες μέ τή βοήθεια ποσοτικών σχέσεων. Τά μαθηματικά, ώστόσο, δέν είναι ένα άπλό έργαλειό στά χέρια του φυσικού. Οί νόμοι τής φυσικής δέν υπάρχουν παρά μέ τή μορφή μαθηματικών σχέσεων. Έτσι, άνάμεσα στά στοιχεία τής φυσικής πραγματικότητας και τίς σχέσεις τους, από τή μιά, και στους φυσικούς νόμους, από τήν άλλη, υπάρχει ένα είδος μορφισμού: Οί αντικειμενικές σχέσεις μεταγράφονται μέ τή μορφή μαθηματικών σχέσεων. Ή συνοχή του φορμαλισμού μιάς θεωρίας είναι ή λογικομαθηματική έκφραση του νομοτελειακού χαρακτήρα τών φυσικών φαινομένων. Έτσι, τό κριτήριο τής έσωτερικής συνοχής μιάς θεωρίας δέν είναι άπλά θέμα λογικής ή μαθηματικής συνεκτικότητας.

Ή άντιστοιχία άνάμεσα στην φυσική πραγματικότητα και τή μαθηματική τής έκφραση έχει συνελπώς ένα άντίκρουσμα στην φυσική πραγματικότητα. Αυτό δέν σημαίνει ότι ή έσωτερική δυναμική τών μαθηματικών δέν μπορεί νά υπερβεί αυτή τήν άντιστοιχίη και νά δημιουργήσει νέους κλάδους, χωρίς άντίκρουσμα στον φυσικό κόσμο. Οί νέοι αυτοί κλάδοι μπορεί, ώστόσο, νά εκφρασουν κάποτε νέες, άγνωστες στην εποχή πού δημιουργήθηκαν, φυσικές σχέσεις. Αυτό, π.χ., έγινε μέ τή γεωμετρία του Riemann και τούς χώρους Hilbert. Τό άντίστροφο ισχύει σέ πολλές άλλες περιπτώσεις, όπου οί φυσικοί δημιουργήσαν τούς πρώτους πυρήνες μαθηματικών κλάδων (διαφορικός και ολοκληρωτικός λογισμός, τανυστικός λογισμός, γενικευμένες συναρτήσεις [κατανομές], κτλ.).

Ένα έπιστημολογικό πρόβλημα πού θά πρέπει έπίσης νά έπισημανθεί είναι ή ιστορική διαδικασία άνάπτυξης, διαφοροποίησης και ταυτόχρονα ένοποίησης τών φυσικών θεωριών και τών έπιστημών. Ή διαφοροποίηση προκύπτει από τή διεύρυνση τών έρευνητικών δυνατοτήτων και τήν οικειοποίηση έπιμέρους περιοχών τής πραγματικότητας. Ή ένοποίηση είναι ή άναπόφευκτη συνέπεια τής γενίκευσης, τής άποκάλυψης γενικότερων νομοτελειών και τής δημιουργίας θεωρητικών σχημάτων πού άποκαλύπτουν τήν ένότητα φαινομένων πού θεωρούντο άνεξάρτητα στά πλαίσια τών προηγούμενων θεωριών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ή δημιουργία τών κλάδων τής θερμότητας, του ήλεκτρισμού, του μαγνητισμού και τής οπτικής μέ τήν άνάπτυξη τής φυσικής τών άρχών του 19ου αιώνα και ή ένοποίησή τους μέ τή θεωρία του Maxwell. Άλλο παράδειγμα είναι ή άνακάλυψη τών φυσικών άλληλεπιδράσεων, πού άνάγεται σέ μιά μακρά ιστορική περίοδο, από τόν Νεύτωνα και τόν Maxwell, τόν Yukawa και τήν άνακάλυψη τών άσθενών άλληλεπιδράσεων, και οί

σημερινές απόπειρες για τήν ένοποιήσή τους. Η διαφοροποίηση και η ένοποίηση είναι δυο αντίθετικές και συμπληρωματικές ιστορικές διαδικασίες. Η διαλεκτική τους ένότητα αποτελεί χαρακτηριστικό τών φυσικῶν θεωριῶν.

Οί φυσικές θεωρίες, συνεπῶς, δέν ἀναπτύσσονται παράλληλα, ἀλλά μέσα ἀπό σχέσεις ἀμοιβαίου καθορισμοῦ, πού τροποποιοῦνται στήν πορεία τοῦ χρόνου. Η κβαντική μηχανική, π.χ., γεννήθηκε μέ μιᾶ «κβαντική» μεταγραφή τοῦ κλασικοῦ χαμιλτονικοῦ φορμαλισμοῦ. Η διερεύνηση τῆς λογικῆς τῆς δομῆς ἔγινε μέ τή βοήθεια τῆς μαθηματικῆς λογικῆς καί ἔδωσε τή δυνατότητα νά ἐπισημανθοῦν ἢ καί νά ἀποκλεισθοῦν ὀρισμένες φυσικές δυνατότητες. Η ἔρευνα τῆς λογικῆς τῆς δομῆς, ἀντίστροφα, συνέβαλε στήν ἀνάπτυξη τῆς νεώτερης λογικῆς. Στή θεωρητική ἔρευνα γιά τήν ὑπαρξη λανθανουσῶν παραμέτρων, ἀξιοποιοῦνται τόσο οί φυσικές ὄψεις τοῦ προβλήματος, ὅσο καί ἡ λογική ἀνάλυση καί οί δυνατότητες μιᾶς προωθημένης πειραματικῆς τεχνικῆς.<sup>18</sup> Τέλος, ἡ ἀνάπτυξη, τόσο τῆς φυσικῆς, ὅσο καί τῶν μαθηματικῶν, πραγματοποιήθηκε μέσα ἀπό μιᾶ ιστορική διαδικασία ἀμοιβαίων προκλήσεων, ὅπου, ὅπως σημειώθηκε, ἄλλοτε προηγούντο τά φυσικά ἐρωτήματα καί ἄλλοτε τά μαθηματικά ὑποδείκνυαν νέες δυνατότητες στή φυσική.

Συνεπῶς, οί ἔννοιες τῆς φυσικῆς δέν εἶναι ἐξωϊστορικές. Τό κύριο χαρακτηριστικό τους εἶναι ἡ ιστορικότητα, ἄρα ἡ σχετικότητα, μέ τήν ἔννοια τῆς διαλεκτικῆς. Ἱστορικοί δέν εἶναι μόνο οί ἐπιμέρους νόμοι καί οί ἐπιμέρους φυσικές ἔννοιες. Ἀκόμα καί ἔννοιες καί ἀρχές καθολικές, πού ἐπανευρίσκονται στό χώρο τῆς φιλοσοφίας, ὅπως οί ἔννοιες τοῦ χώρου καί τοῦ χρόνου, οί ἀρχές τῆς διατήρησης τῆς ὕλης καί τῆς κίνησης, ἡ ἔννοια τῆς ἀντικειμενικότητας κ.ἄ., μεταμορφώνονται μέσα ἀπό τά νέα δεδομένα, διαλεκτοποιοῦνται, γίνονται ἔννοιες ἱστορικές. Ἐτσι, π.χ., οί ἀπόλυτες ἔννοιες τοῦ Νεύτωνα, στίς ὁποῖες ἀντιστοιχοῦσαν οί αἰώνιοι προεμπειρικοί τύποι τῆς αἴσθησης, μεταμορφώθηκαν στίς ἱστορικές ἔννοιες τοῦ χώρου καί τοῦ χρόνου τῆς σχετικιστικῆς φυσικῆς. Η ἔννοια τῆς ἀντικειμενικότητας, αὐτονόητη γιά τήν κλασική ἐπιστημολογία, μεταλλάχθηκε ἀπό παθητική ἔννοια σέ ἔννοια διαλεκτική καί ἱστορική, ἡ ὁποία προϋποθέτει ὄχι μόνο τόν ἐνεργητικό ρόλο τοῦ ὑποκειμενικοῦ παράγοντα, ἀλλά καί τίς δυνατότητες τῆς ἱστορικῆς στιγμῆς· καί αὐτό χωρίς ὅποιαδήποτε ἀντιστροφή τῆς ὑλιστικῆς θέσης γιά τήν προτεραιότητα τοῦ εἶναι. Η ἔννοια τῆς δυναμικῆς ἀντικειμενικότητας, σέ ἀντίθεση μέ τό πλάσμα τῆς παθητικῆς ἀντικειμενικότητας, ἀντιστοιχεῖ στά δεδομένα τῆς σημερινῆς φυσικῆς.<sup>19</sup> Τέλος, ἡ κλασική φυσική καί ἡ κλασική χημεία δέν διαμόρφωσαν μόνο τή μηχανιστική ἀντίληψη γιά τήν ὕλη. Οί ἀρχές διατήρησης τῆς μάζας καί τῆς ἐνέργειας, πού διατύπωσαν αὐτές οί ἐπιστήμες, θεωρήθηκαν ἀπό τήν ἀπλοϊκή ὑλιστική σκέψη σάν ἀπόδειξη τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης καί τῆς κίνησης. Ἀλλά οί ἀρχές αὐτές μεταμορφώθηκαν στήν ἐποχή μας, καί ἀποδείχτηκε ἡ σχετικότητα καί ἡ ἐνότητά τους. Ἄλλες ἀρχές διατήρησης,

18. Βλ. M. Jammer, *The Philosophy of Quantum Mechanics*, op. cit. F. J. Bellinfante, *A Survey of Hidden Variable Theories*, Pergamon Press, 1970.

19. Βλ. E. Bitsakis, *Le concept de réalité en Microphysique*, Πρακτικά Πρώτης Διεθνούς Συνάντησης Ἐπιστημολογίας, Ἀθήνα, 1982.

πού θεωρήθηκαν ότι αποτελούσαν τό θεμέλιο τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης, ὅπως οἱ ἀρχές διατήρησης τοῦ βαρυνικοῦ καί τοῦ λεπτονικοῦ ἀριθμοῦ, θά ἀποδειχτοῦν ἐνδεχομένως σχετικές καί ἱστορικές. Συνεπῶς, ἡ μόνη ιδιότητα τῆς ὕλης πού θεμελιώνει ἕνα σύγχρονο ὕλισμό εἶναι ἡ ἀντικειμενικότητα καί ἡ αὐθυπαρξία της, σύμφωνα μέ τόν ὀρισμό τοῦ Λένιν.<sup>20</sup> Οἱ ἐπιμέρους μορφές καί οἱ φυσικοὶ νόμοι δέν ἀποτελοῦν αἰώνιες, ἀλλά ἱστορικές κατακτήσεις τῆς γνώσης.

### III. Διεπιστημονικά προβλήματα τῆς σύγχρονης φυσικῆς

Μετά ἀπό τήν ἐπισήμανση τῶν προηγούμενων θεωρητικῶν καί ἐπιστημολογικῶν προβλημάτων τῆς σύγχρονης φυσικῆς, θά προχωρήσουμε στήν ἐπισήμανση ὀρισμένων διεπιστημονικῶν προβλημάτων πού συνδέονται μ' αὐτή τήν ἐπιστήμη.

Θά μπορούσαμε νά ποῦμε ὅτι διεπιστημονική ἔρευνα εἶναι ἡ ἔρευνα τῶν ἀμοιβαίων σχέσεων δύο ἢ περισσότερων ἐπιστημῶν καί, εὐρύτερα, ἡ μελέτη τοῦ γίνεσθαι τῶν ἐπιστημῶν σάν ἱστορικῆς διαδικασίας πού προϋποθέτει τήν αὐτονομία καί τήν ἀλληλοσυσχέτισή τους. Πράγματι, κάθε ἐπιστήμη χαρακτηρίζεται ἀπό μιά ἐσωτερική συνοχή καί μιά σχετική αὐτοτέλεια. Ταυτόχρονα, προϋποθέτει ἄλλες ἐπιστήμες (π.χ. ἡ φυσική προϋποθέτει τά μαθηματικά, ἡ βιολογία τή χημεία, κ.ο.κ.), ἀποτελεῖ μέ τή σειρά της προϋπόθεση ἄλλων ἐπιστημῶν, ἔχει κοινές ὀριακές περιοχές μέ ἄλλες ἐπιστήμες. Ἐτσι, ἡ διεπιστημονική ἔρευνα ἀναζητεῖ τοὺς ὅρους γένεσης καί ἀνάπτυξης τῶν ἐπιστημῶν, τίς ὁποῖες ἀντιμετωπίζει ὄχι σάν αὐτόνομες ὀλότητες, ἀλλά σέ συνάρτηση μέ τήν ἐξέλιξη τῶν ἄλλων ἐπιστημῶν, τῆς τεχνολογίας καί συνολικά τῶν κοινωνικῶν ὄρων μιᾶς ἐποχῆς. Ἡ ἐπιστήμη, μ' αὐτή τήν ἔννοια, θεωρεῖται σάν κοινωνική πρακτική ἡ ὁποία ἔχει τοὺς γνωστικούς καί κοινωνικούς καθορισμούς της καί ταυτόχρονα ἀσκεῖ μιά δεσπλῶουσα, γνωστική, καί μιά κοινωνικοπρακτική λειτουργία. Μ' αὐτή τή ἔννοια, οἱ ἐπιστήμες νοοῦνται μέσα στήν ἱστορία καί ὄχι σάν ἀναζήτηση κάποιας ἀπόλυτης, ἐξωἱστορικῆς ἀλήθειας.<sup>21</sup>

Στή συνέχεια, θά ἐπισημάνουμε τήν ἀλληλοσυσχέτιση ὀρισμένων κλάδων τῆς σύγχρονης φυσικῆς, χωρίς νά ἐπεκταθοῦμε στήν κοινωνική τους διάσταση.

Ἡ κβαντική μηχανική εἶχε σάν προϋπόθεση τή μελέτη τῆς φασματοσκοπίας καί τίς πρώτες μορφές τῆς ἀτομικῆς θεωρίας. Μέ τή σειρά της, ἐρμήνευσε θεωρητικά τά δεδομένα τῆς φασματοσκοπίας καί πρόβλεψε ἢ ἐξήγησε νέα δεδομένα. Ἀποτέλεσε τή βάση μιᾶς αὐθεντικῆς ἀτομικῆς θεωρίας, καθώς καί τῆς θεωρίας τοῦ πυρήνα. Οἱ βασικές της ἔννοιες ἀπέτελεσαν ἐπίσης προϋπόθεση γιά τίς θεωρίες τῶν μικροσωματίων. Οἱ θεωρίες τῶν μικροσωματίων, μέ τή σειρά τους, συνέβαλαν στήν ἀνάπτυξη τῆς ἀστροφυσικῆς καί τῆς κοσμολογίας. Ἐτσι, τό «ἀπειροστό» συνδέθηκε ἐνδογενῶς μέ τόν «μεγάκοσμο». Ἀπό τήν ἄλλη πλευρά, ἡ κβαντική μηχανική ἀποτελεῖ τή βάση τῆς κβαντικῆς χη-

20. Βλ. V. I. Lénine, *Matérialisme et Empirio-criticisme*, Ed. Sociales, Paris, 1962.

21. J. D. Bernal, *Science in History*, Penguin Books, Ἑλλην. Ἐκδ. I. Ζαχαρόπουλος, 1982.

μείας, τής θεωρητικής μελέτης τών μεγαλομοριών και τής φυσικής του στερεού σώματος. Έμμεσα επηρεάζει τή μοριακή βιολογία και τή γενετική. Καθελιά από τίς προηγούμενες έπιστήμες έχει τό δικό της ιδιαίτερο άντικείμενο, τίς δικές της μεθόδους, τόν δικό της φορμαλισμό και τό δικό της σώμα γνώσεων. Ώστόσο, ή ένότητα και ή άλληλεξάρτηση αυτών δών έπιστημών είναι έπίσης γεγονός. Μάλιστα, ή ανάπτυξη τής μιάς ύπηρεσε πολλές φορές όχι μόνο προϋπόθεση, αλλά και έπιστημολογική πρόκληση για τήν ανάπτυξη τής άλλης και οί όριακές, κοινές περιοχές, αποδειχθηκαν συχνά ιδιαίτερα επαναστατικές.

Ή ανάπτυξη τής κβαντικής μηχανικής προϋέθετε και ταυτόχρονα επηρέαζε τήν ανάπτυξη μιάς σειράς κλάδων τών νεώτερων μαθηματικών. Ό κλάδος αυτός δέν θά μπορούσε να δημιουργηθεί άν δέν ύπηρεσε ο διανυσματικός λογισμός και εύρύτερα ή θεωρία τών διανυσματικών χώρων, ή γραμμική άλγεβρα και άνάλυση, ή άνάλυση Fourier, ή θεωρία τών γενικευμένων συναρτήσεων, ή πιθανοθεωρία, κτλ. Ταυτόχρονα, τά προβλήματα πού έθεσε ή κβαντική μηχανική συνέβαλαν στην ανάπτυξη τών προηγούμενων κλάδων. Οί χώροι Hilbert, π.χ., βρήκαν τό φυσικό τους αντίστοιχο, ή άλγεβρα τών τελεστών αναπτύχθηκε σέ όργανική σχέση μέ τήν κβαντική μηχανική, οί γενικευμένες συναρτήσεις (κατανομές) ξεκίνησαν από τήν ηλεκτροτεχνία και τή κβαντική μηχανική, κτλ. Από τήν άλλη πλευρά, ή κβαντική μηχανική, ή φυσική τών μικροσωματιών και γενικότερα ή νεώτερη φυσική, είχε ανάγκη από τή θεωρία ομάδων για να εκφράσει φυσικές συμμετρίες και μετασχηματισμούς. Ταυτόχρονα, ή νεώτερη φυσική συνέβαλε στην ανάπτυξη αυτού του μαθηματικού κλάδου. Τέλος, ή έρευνα τών λογικών δομών τής κβαντικής μηχανικής προϋέθετε τήν ύπαρξη τής νεώτερης μαθηματικής λογικής. Ταυτόχρονα, έθεσε φυσικά προβλήματα πού προώθησαν τήν ανάπτυξη τής καθαυτού μαθηματικής έρευνας σ' αυτή τήν περιοχή (π.χ. πλέγματα Boole και κλασικά πλέγματα, δυνατότητα ένσωμάτωσης τών δεύτερων στά πρώτα, κτλ.) Έτσι, οί εξελίξεις στη φυσική και οί εξελίξεις τών μαθηματικών στόν αιώνα μας προχώρησαν συχνά μέσα από διαδικασίες άμοιβαίων καθορισμών και προκλήσεων.

Ή ανάπτυξη τής νεώτερης φυσικής, τέλος, θά ήταν άδύνατη χωρίς τίς νεώτερες τεχνικές παρατήρησης, πειραματισμού και ύπολογισμού, πού μέ τή σειρά τους θά ήταν άδιανόητες έξω από τήν ανάπτυξη τής νεώτερης βιομηχανίας. Ό έλεγχος τής θεωρίας τής βαρύτητας του Einstein, π.χ., θά ήταν άδύνατος χωρίς δυνατότητα κατασκευής γιγάντιων τηλεσκοπίων και πανίσχυρων ραδιοτηλεσκοπίων. Τά πειράματα τύπου Michelson-Morley, πού βρίσκονται στην άφετηρία τής θεωρίας τής σχετικότητας, θά ήταν επίσης άδύνατα χωρίς τήν ανάπτυξη τής όπτικής και του ηλεκτρισμού, και τών αντίστοιχων πειραματικών τεχνικών. Έπίσης, οί θεωρίες τών μικροσωματιών θά ήταν άδύνατες ή δέν θά είχαν νόημα, χωρίς τά τεχνικά μέσα για τήν ανακάλυψη τών «ελάχιστων» αυτών υλικών όντοτήτων και τόν προσδιορισμό τών φυσικών μεγεθών και τών κβαντικών αριθμών πού τά χαρακτηρίζουν. Οί πειραματικές μέθοδοι σ' αυτή τήν περιοχή προϋποθέτουν τίς νεώτερες τεχνικές κατάκτήσεις τής όπτικής και του ηλεκτρομαγνητισμού, ειδικά τήν ικανότητα για δημιουργία ισχυρών πεδίων, άρα ισχυρών έπιταχυντών (μέ ένέργεια τής τάξης τών δεκάδων δισεκ.

ηλεκτρονιοβόλτ), καθώς και τις πανίσχυρες λογιστικές μεθόδους που έγιναν δυνατές χάρη στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, οι οποίοι με τη σειρά τους προϋποθέτουν την ανάπτυξη της ηλεκτρονικής, της λογικής κτλ. 'Η ανάπτυξη της φυσικής των μικροσωματιών προώθησε με τη σειρά της την ανάπτυξη της άστροφυσικής, και η τελευταία την ανάπτυξη της κοσμολογίας.

Συμπερασματικά, θά μπορούσαμε να πούμε ότι η διαφορά και η ενότητα των επιστημών είναι μιá αντίθετική σχέση που εξελίσσεται ιστορικά και προσδιορίζεται από τους συγκεκριμένους όρους της κάθε εποχής. Ειδικά, στη φυσική διαπιστώνουμε την ένδοξη και γενετική αλληλοσύνδεση όχι μόνο των διαφόρων κλάδων αυτής της επιστήμης, αλλά και της φυσικής συνολικά με τά μαθηματικά, με τη νεώτερη λογική, με την *informatics* και με τις νέες τεχνικές στο χώρο της οπτικής, του ηλεκτρομαγνητισμού, της ηλεκτρονικής, της φωτογραφίας, της ύαλουργίας, των πλαστικών ύλων, κ.ο.κ. 'Η ενότητα αυτή, που είναι έκδηλη της ενότητας ανάμεσα στη θεωρία και τό πείραμα, αποτελεί όψη ενός γενικότερου αλληλοκαθορισμού: του αλληλοκαθορισμού θεωρίας και πρακτικής.

#### IV. Σχέσεις της φυσικής με τη φιλοσοφία

Οί επιστήμες έρευνούν ειδικές περιοχές της πραγματικότητας. Τό ίδιο και η φυσική. 'Αλλά με τη δημιουργία όλο και πίο πλατειών συνθέσεων, ή φυσική προσεγγίζει τά γενικότερα γνωσιολογικά και όντολογικά έρωτήματα. 'Ωστόσο, ή διαφορά των επιστημών από τη φιλοσοφία δέν είναι έκτατική: είναι καταστατική. Τά προβλήματα, π.χ., των δομών και των μορφών της ύλης, των μορφών της αιτιότητας, των χωροχρονικών σχέσεων, κτλ., είναι καταρχήν επιστημονικά προβλήματα. 'Η φιλοσοφία, ώστόσο, περνώντας μέσα από τό ειδικό, έπιχειρεί νά αναχθει στο γενικό: νά όρίσει τις γενικές κατηγορίες του εί- ναι και της νόησης, μέσα από τη φιλοσοφική γενίκευση των δεδομένων των επιστημών και του συνόλου της κοινωνικής πρακτικής. Μιά τέτοια σχέση ενότητας και διαφοράς κάνει κατανοητή τη φιλοσοφική έμβέλεια των επιστημών, καθώς και τη γνωστική λειτουργία της φιλοσοφίας.<sup>22</sup>

'Ετσι, ή ανάπτυξη της νεώτερης φυσικής ανασάττωσε την προβληματική της φιλοσοφίας στον αιώνα μας, θέτοντας νέα έρωτήματα ή φωτίζοντας μέ νέο φως τά παλαιά «όντολογικά» έρωτήματα. 'Η έννοια της αντικειμενικής πραγματικότητας, π.χ., έχει σήμερα εκλεπτυνθει: τό έρώτημα για την αντικειμενικότητα έχει γίνει άχώριστο από τό έρώτημα για τά μέσα προσπέλασης προς την αντικειμενική πραγματικότητα. 'Επίσης, τό πρόβλημα της αιτιότητας τέθηκε στον 20ό αιώνα μέ νέους όρους, ύστερα από τις νέες μορφές αιτιοκρατίας

22. Βλ. Ε. Bitsakis, *Physique et Matérialisme*, op. cit., κεφ. 12.

23. 'Η βιβλιογραφία στο θέμα αυτό είναι τεράστια. 'Ενδεικτικά, βλ. 1) Ν. Bohr, *Atomic Physics and Human Knowledge*, Wiley, 1958. 2) W. Heisenberg, *Physics and Philosophy*, Allen and Vuwinn, 1958. 3) Της συλλογής: *Louis de Broglie, Physicien et Penseur*, Albin Michel, 1953. *Albert Einstein, Philosopher and Scientist*, The Library of Living Philosophers, Ν. Υ., 1949. 4) D. Bohm, *Causality and Chance in Modern Physics*, Routledge and Kegan Paul, 1959. 5) Μ. Jammer, op. cit. 6) Flato et al., *Quantum Mechanics, Determinism, Causality and Particles*, Reidel, 1976.

πού απέκάλυψε ή θεωρία τής σχετικότητας και τά προβλήματα πού έθεσε ό πιθανοκρατικός χαρακτήρας τής μικροφυσικής. Εϊδικότερα, ή μικροφυσική έθεσε τό πρόβλημα τών μορφών τής μικροαιτιότητας και τής άρσης τής αντίθεσης ανάμεσα στόν τυπικά άντιστρεπτικό χαρακτήρα τών μικροφαινομένων και τή μακροσκοπική μή άντιστρεψιμότητα. Τέλος, είναι πλέον άδύνατο νά μιλήσουμε φιλοσοφικά γιά τό χώρο και τό χρόνο, τό πεπερασμένο και τό άπειρο, τό χαρακτήρα του σύμπαντος, κτλ., χωρίς νά λάβουμε ύπόψη τά δεδομένα τών θεωριών τής σχετικότητας, τής κοσμολογίας και τής τοπολογίας.

Τά προηγούμενα αποτελούν όρισμένα από τά «όντολογικά» ερωτήματα πού τέθηκαν μέ νέους όρους χάρη στην εξέλιξη τής φυσικής. Άλλά ή ανάπτυξη τής επιστήμης αυτής οργανικά δεμένη μέ μιά σειρά από έπιστημολογικά και, ευρύτερα, γνωσιοθεωρητικά προβλήματα. Έτσι, π.χ., ό ρόλος του πειράματος στην εξέλιξη τών φυσικών θεωριών, ή έννοια του κρίσιμου πειράματος, ό προσδιορισμός τών κοινωνικών προϋποθέσεων γιά τήν άποδοχή μιάς θεωρίας, είναι προβλήματα επιστημολογικά, αλλά, σε ένα ευρύτερο πλαίσιο, είναι επίσης προβλήματα γνωσιοθεωρητικά. Τό ίδιο και τό πρόβλημα του περάσματος από τά πειραματικά δεδομένα, ή τών αντίφάσεων του πειράματος μέ τή θεωρία, σε μιά νέα θεωρητική σύλληψη. Έπίσης, τό πρόβλημα τής αξιωματικής θεμελίωσης μιάς θεωρίας σε σχέση μέ τό εμπειρικό ύλικό, καθώς και τό πρόβλημα τής λογικής της δομής, είναι προβλήματα επιστημολογικά και, σε ένα άλλο επίπεδο, γνωσιολογικά. Τό ίδιο θά μπορούσαμε νά πούμε γιά τό πρόβλημα τής διαμόρφωσης του έννοιολογικού πυρήνα μιάς θεωρίας, τής κανονικής της ανάπτυξης και γιά τό πρόβλημα τής ιστορικότητας σ' αυτή τή φάση τής θεωρίας. Τό πρόβλημα τών προτύπων άλλαγής τών φυσικών θεωριών και ή άνάλυση τών ένδογενών και τών έξωτερικών παραγόντων τών έπιστημονικών μεταλλαγών παρουσιάζει επίσης αυτή τή διπλή όψη. Η συσσωρευτική αντίληψη γιά τήν πρόοδο τής επιστήμης δέν είναι άπλά μιά επιστημολογική άποψη. Έντάσσεται σε μιά γενικότερη αντίληψη γιά τήν εξέλιξη πού άγνοεί τόν άλματικό της χαρακτήρα και άπολυτοποιεί τό χαρακτήρα τής συνέχειας. Διευρύνοντας τή σχετική προβληματική, μπορούμε νά διερευνήσουμε τίς έννοιες τής σχετικής άυτονομίας και τής ιστορικής έπάρκειας μιάς επιστήμης και τήν άλματική μεταλλαγή της πού γεννιέται από τήν δξυση τών έσωτερικών τής αντίφάσεων και τή μεταβολή τών κοινωνικών της προσδιορισμών. Τά προηγούμενα προβλήματα μπορούμε νά τά άνιχνεύσουμε τόσο στη φάση τής διαμόρφωσης τής φυσικής, όσο και στίς μεγάλες επαναστάσεις του 19ου και του 20ου αιώνα. Τέλος, τό πρόβλημα τής αντιστοιχίας ανάμεσα στίς έννοιες και τούς νόμους και τή φυσική πραγματικότητα, όπως και τό πρόβλημα τής λογικής δομής τών φυσικών θεωριών, είναι άναμφισβήτητα και πρόβλημα γνωσιοθεωρητικά. Η φυσική προχώρησε από τήν περιγραφή στην έρμηνεία τών φαινομένων. Άλλά ύπάρχουν βαθμοί ή επίπεδα έρμηνείας τά όποια άντιστοιχούν στά επίπεδα όργάνωσης τής φυσικής πραγματικότητας. Έτσι, ή γνώση τών φυσικών νόμων παρουσιάζεται σάν μιά ιστορική διαδικασία πού τείνει άσυμπτωτικά πρós τήν άπόλυτη άλήθεια, μέσα από τήν κατάκτηση άντικειμενικών άληθειών, δηλαδή άληθειών πού προσδιορίζονται ιστορικά, και έτσι περιέχουν τό στοιχείο τής άντικειμενικότητας και ταυτόχρονα είναι ιστο-



ρικά σχετικές. Ἡ νεώτερη φυσική ἀποτελεῖ προνομιακό πεδίο γιὰ τὴ μελέτη τῶν προηγούμενων ἐπιστημολογικῶν καὶ γνωσιοθεωρητικῶν προβλημάτων. Ἄλλὰ ἐδῶ θὰ ἀρκεστοῦμε σ' αὐτὴ τὴ συνοπτικὴ ἐπισήμανση ἐνὸς θεμελιακοῦ ἐρευνητικοῦ πεδίου.

Ἀπὸ τὰ προηγούμενα συνάγεται ἡ ἐνότητα τῶν ἐπιστημῶν (καὶ εἰδικὰ τῆς φυσικῆς) μὲ τὴ φιλοσοφία, ἐνότητα πού προϋποθέτει τὴν καταστατικὴ διαφορὰ. Ἡ ἀντιθετικὴ αὐτὴ σχέση ἐνέχει δύο κινδύνους: 1) Τὴν ἀπολυτοποίηση τῆς ἐνότητας, πού ὀδηγεῖ στὴν παραγνώριση τῆς καταστατικῆς διαφορᾶς, ἄρα στὴ νομιμοποίηση τῆς παρέμβασης τῆς καταστατικῆς διαφορᾶς, ἄρα στὴ νομιμοποίηση τῆς παρέμβασης τῆς φιλοσοφίας στὰ εἰδικὰ προβλήματα τῶν ἐπιστημῶν. 2) Τὴν ἀπολυτοποίηση τῆς ἀντίθεσης, πού ὀδηγεῖ στὴν ὑποτίμηση τῆς φιλοσοφίας καὶ στὸ ἰδεολόγημα πού ταυτίζει τὴν ἐπιστημονικὴ ἀλήθεια μὲ τὴν ἀλήθεια καὶ τὴ φιλοσοφία μὲ τὴν πλάνη ἢ μὲ τὴ διατύπωση ἐρωτημάτων πού στεροῦνται νοήματος.<sup>24</sup> Ὁ θετικιστικὸς ἐπιστημονισμὸς ἀποτελεῖ μιὰ σύγχρονη ἔκδοση αὐτῆς τῆς πλάνης. Ἄλλὰ, καθὼς προσπάθησα νὰ δεῖξω, ἡ ἰδεολογία ἀποτελεῖ ἐνεργὸ παράγοντα στὴ διαμόρφωση τῶν φυσικῶν θεωριῶν καί, ἀντίστροφα, οἱ ἐπιστῆμες ἀσκήσαν πάντοτε κάποια ἰδεολογικὴ λειτουργία.

Μποροῦμε, συνεπῶς, νὰ διακρίνομε τρία πεδία ἔρευνας: τὸ εἰδικὰ ἐπιστημονικὸ, τὸ ἐπιστημολογικὸ καὶ τὸ καθαυτὸ γνωσιοθεωρητικὸ. Τὰ τρία αὐτὰ πεδία δὲν ταυτίζονται, ἀλλὰ καὶ δὲν χωρίζονται τυπικά. Τὰ ἴδια προβλήματα ἀνήκουν συχνὰ σὲ περισσότερα ἀπὸ ἓνα πεδία, ἀλλὰ διερευνῶνται σὲ ἐπίπεδα διαφορετικά. Οἱ ἐπιστημονικὲς ἔννοιες ἀντιστοιχοῦν σὲ εἰδικὲς πραγματικότητες καὶ συχνὰ ἐκφράζονται μὲ ποσοτικὲς σχέσεις, πειραματικὰ ἐλέγξιμες. Οἱ φιλοσοφικὲς κατηγορίες δὲν εἶναι ἐπιστημονικὰ λειτουργικὲς, ἀφοροῦν γενικὲς νομοτέλειες τοῦ εἶναι καὶ τῆς γνώσης. Ὡστόσο, στίς καλύτερες στιγμὲς τῆς φιλοσοφίας, διαμορφώνονται μέσα ἀπὸ τὴν ἀνάλυση καὶ τὴ φιλοσοφικὴ καταξίωση τῶν ἐπιμέρους ἐπιστημῶν. Μιὰ τέτοια, ἀντιθεωρησιακὴ πρακτικὴ τῆς φιλοσοφίας, γονιμοποιεῖ τόσο τὴν ἐπιστημονικὴ, ὅσο καὶ τὴ φιλοσοφικὴ σκέψη.

24. Βλ. 1) L. Althusser, *Éléments d'Autocritique*, Hachette, 1974. 2) R. Carnap, *Φιλοσοφία καὶ λογικὴ σύνταξη*, διγλώσση ἔκδοση, Ἐγνατία. 3) M. Schlick, *Εἰσαγωγή στὴ φιλοσοφικὴ σκέψη*, διγλώσση ἔκδοση, Ἐγνατία.