

Ο Louis de Broglie και το νέο υλιστικό ρεύμα στη φυσική

Συμπληρώθηκαν φέτος εκατό χρόνια από τη γέννηση του θεμελιωτή της κυματομηχανικής: του Γάλλου φυσικού Louis de Broglie. Το όνομα του de Broglie συνδέθηκε με το πρόβλημα της δυαδικότητας σωματίου-κύματος και με την αιτιοκρατική περιγραφή της κίνησης των μικροφυσικών οντοτήτων (θεωρία της διπλής λύσης). Γενικότερα, ο de Broglie υπήρξε μία από τις μεγάλες μορφές του νέου ρεαλιστικού και υλιστικού ρεύματος στη φυσική. Με την περίφημη θέση του (Διδακτορική διατριβή, 1923) ο de Broglie, με μια διαλεκτική σύνθεση των αρχών ελαχίστης δράσεως για τα σωματίδια και τα κύματα, έφτασε στην επαναστατική ιδέα ότι όχι μόνο τα φωτόνια, κβάντα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, αλλά και τα μαζικά σωματίδια (ηλεκτρόνια, κ.λπ.) είναι σωματίδια-κύματα. Τέσσερα χρόνια αργότερα διατύπωσε τη θεωρία της διπλής λύσης (1927) η οποία, αντίθετα με τη θέση της θετικιστικής σχολής, έδινε μια αιτιοκρατική περιγραφή της κίνησης των μικροσωματίων στο φυσικό χώρο. Οι επαναστατικές θεωρίες του de Broglie αποτελούν και σήμερα τη βάση έντονων θεωρητικών συγκρούσεων και πειραματικών ερευνών.

* * *

Ο δούκας Λουί ντε Μπρέιγ (άλλοι τον θέλουν πρίγκιπα και τον τίτλο αυτό τον έφερε ο πατέρας του, Λουδοβίκος Βίκτωρ ντε Μπρέιγ) καταγόταν από την οικογένεια των Broglia, που ήρθαν τον ΙΖ΄ αιώνα από το Πιεμόντε της Ιταλίας, στη Γαλλία. Η οικογένεια αυτή, που οι ρίζες της φτάνουν, μέσω της οικογένειας Γκριμπάλντι, στο δωδέκατο αιώνα, έδωσε δούκες, πρίγκιπες, στρατάρχες, πολιτικούς και επιστήμονες στη Γαλλία. Η οικογένεια ντε Μπρέιγ είχε δημοκρατικές παραδόσεις και έπαιξε σημαντικό ρόλο στην πολιτική ζωή της Γαλλίας. Ο ίδιος ο ντε Μπρέιγ σπούδασε ιστορία, αλλά τελικά τον κέρδισε η φυσική. Στα 37 του χρόνια ήταν κάτοχος του βραβείου Νόμπελ, για τη θεωρία του που αφορά στη σωματιδιακή και ταυτόχρονα κυματική υπόσταση της ύλης.

* * *

Ο Λουί ντε Μπρέιγ γεννήθηκε στη Διέπη το 1892 αλλά μεγάλωσε στο Παρίσι, στην εποχή των μεγάλων επαναστάσεων στη φυσική. Στα τέλη του περασμένου αιώνα είχε πράγματι ανακαλυφθεί η ραδιενέργεια (Μπεκερέλ, Κιουρί) και τα πρώτα μικροσωμάτια, συστατικά των ατόμων. Είχε ήδη φανεί ότι τα άτομα δεν είναι όπως τα είχαν φαντασθεί ο Δημόκριτος και ο Νεύτων, δηλαδή συμπαγή, χωρίς δομή και αναλλοίωτα. Η εποχή των μεταστοιχειώσεων είχε ήδη αρχίσει. Στα 1900 ανατράπηκε άλλη μια από τις βεβαιότητες της κλασικής φυσικής: Σύμφωνα με την υπόθεση του Πλανκ, το φως και γενικότερα η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, δεν εκπέμπεται σαν ένα συνεχές κύμα, αλλά κατά μικρές ασυνεχείς ποσότητες. Αργότερα ο Αϊνστάιν θ' αποδείκνυε ότι το φως κ.λπ., *διαδίδεται* επίσης κατά μικρές, ασυνεχείς ποσότητες, τα κβάντα της ακτινοβολίας που ονομάστηκαν *φωτόνια*. Έτσι άρχισε η μεγάλη επανάσταση της κβαντικής φυσικής, δηλαδή της φυσικής του *ασυνεχούς*, της φυσικής των *αλμάτων*. Ένας από τους δημιουργούς αυτής της επιστήμης πρόκειτο να γίνει, μετά από 20 χρόνια, ο Λουί ντε Μπρέιγ.

Η επανάσταση των Κβάντα ήταν η μια από τις δύο μεγαλύτερες επαναστάσεις της φυσικής του αιώνα μας. Η άλλη ήταν η επανάσταση της Σχετικότητας. Με δύο διαδοχικές επαναστάσεις, ο Αϊνστάιν είχε εξαρθρώσει το Ευκλείδιο-Νευτώνιο, δηλαδή το μηχανιστικό σύμπαν. Αυτονόητες και υποθετικά αιώνιες έννοιες, όπως οι έννοιες του απόλυτου χώρου και χρόνου, της σταθερότητας της μάζας, της σταθερότητας και της «άυλης» φύσης της ενέργειας, έννοιες που αποτελούσαν τα θεμέλια ενός οικοδομήματος που φαινόταν αιώνιο, αποδείχτηκαν σχετικές, δηλαδή διαλεκτικά σχετικές, όπως είχε ως προς ορισμένες απ' αυτές διαισθανθεί ο Ένγκελς και, όπως είχε αναλύσει την ίδια χρονιά με τη δημιουργία της σχετικότητας ο Λένιν, στον «Υλισμό και Εμπειριοκριτικισμό».

* * *

Ο ντε Μπρέιγ ζώντας στο Παρίσι, μπήκε στο στρόβιλο των επαναστατικών αυτών αναστατώσεων. Ήδη είχε μια επαφή με τη νέα επιστήμη ως στρατιώτης στον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο και στο εργαστήριο του αδελφού του Μωρίς, ειδικού στο νέο τότε κλάδο των ακτίνων Χ. Αλλά ο ντε Μπρέιγ, πνεύμα θεωρητικό, δεν κερδίστηκε από την εργαστηριακή έρευνα. Εργαζόμενος στη διδακτορική του διατριβή, είχε τη μεγαλοφυή ιδέα να προχωρήσει στη διαλεκτική σύνθεση δύο αρχών, που η μια διέπει την κίνηση των σωμάτων (αρχή του Μωπερτούι) και η άλλη τη διάδοση του φωτός, δηλαδή των κυμάτων (αρχή του Φερμά). Από τη σύνθεση αυτών των αρχών, με απλούς μαθηματικούς υπολογισμούς, προέκυψε το απροσδόκητο και επαναστατικό συμπέρασμα ότι τόσο το φως, όσο και τα λεγόμενα υλικά σωμάτια, είναι σύνθεση σωματιδιακών και κυματικών ιδιοτήτων: *είναι σωματία-κύματα*.

Περίπου πριν από δέκα χρόνια, ο Ράδερχορντ είχε ανακαλύψει τον ατομ-

κό πυρήνα και ο Μπορ είχε διατυπώσει τη θεωρία για την ασυνέχεια των τροχιών των ηλεκτρονίων γύρω από τον ατομικό πυρήνα. Επρόκειτο, μαζί με ορισμένες άλλες ανακαλύψεις, για την «παλαιά» κβαντική θεωρία. Αλλά η καθαυτό κβαντική θεωρία έχει αφετηρία τη μεγαλοφυή υπόθεση του ντε Μπρέιγ (1924).

Η ιδέα του ντε Μπρέιγ ήταν εξωφρενική από την άποψη της τυπικής λογικής αλλά και από την άποψη των φυσικών που ήταν συνηθισμένοι στις κλασικές έννοιες, όπου το σωματίο συνιστά την άρνηση του κύματος και αντίστροφα. Αλλά ο Πωλ Λανζεβέν συνέλαβε τον επαναστατικό χαρακτήρα της υπόθεσης ντε Μπρέιγ και τη γνωστοποίησε στον Αϊνστάιν. Κατά τον Αϊνστάιν, ο ντε Μπρέιγ είχε ανασύρει ένα πέπλο και μας άνοιγε μια νέα θέα του σύμπαντος.

* * *

Η κυματομηχανική ή κβαντομηχανική, δηλαδή το γενικό θεωρητικό πλαίσιο της μικροφυσικής έχει ως αφετηρία τη διατριβή του ντε Μπρέιγ. Το επόμενο έτος κιόλας, ο Σραιντιγκερ διατύπωσε την εξίσωση της κίνησης των μικροσωματίων, δηλαδή τη βασική εξίσωση της νέας επιστήμης. Ο Σραιντιγκερ, σε συμφωνία με τις ιδέες του ντε Μπρέιγ, πίστευε στην αντικειμενικότητα και στην υλικότητα των σωματίων-κυμάτων και στον αιτιοκρατικό χαρακτήρα των φυσικών φαινομένων. Μαζί με τον Αϊνστάιν και τον Πλανκ, οι Σραιντιγκερ και ντε Μπρέιγ θ' άποτελούσαν τους «τέσσερις μεγάλους» του ρεαλιστικού, αιτιοκρατικού και υλιστικού ρεύματος της μικροφυσικής.

Αλλά την ίδια περίοδο, μια ομάδα νεαρών φυσικών γύρω από το Γερμανό φυσικό Μαξ Μπορ, δημιούργησε, με κύρια μορφή τον Χάϊζεμπεργκ, μια άλλη μηχανική των κβάντα, τη μηχανική των μητρών. Όπως απέδειξε αμέσως ο Σραιντιγκερ, οι δύο «μηχανικές» ήταν ισοδύναμες – περιγράφανε τα ίδια φαινόμενα και οδηγούσαν στις ίδιες προβλέψεις. Αλλά αν και ισοδύναμες από φυσική άποψη, οι δύο διατυπώσεις της κβαντικής μηχανικής ήταν ριζικά διαφορετικές από επιστημολογική και φιλοσοφική άποψη. Η κυματομηχανική των ντε Μπρέιγ και Σραιντιγκερ είχε ένα ρεαλιστικό και αιτιοκρατικό χαρακτήρα. Αντίθετα, η μηχανική των μητρών διαμορφώθηκε με αφετηρία το θετικιστικό αξίωμα ότι αυτό που δεν παρατηρείται δεν υπάρχει ή ότι η πραγματικότητα περιορίζεται στο σύνολο των εμπειρικών δεδομένων (αισθητηριακών και δεδομένων των επιστημονικών οργάνων). Δεν είναι λοιπόν τυχαίο ότι οι πρωτεργάτες της αντικειμενικότητας και ιδεαλιστικής ερμηνείας της νέας μικροφυσικής, ήταν ακριβώς ο Χάϊζεμπεργκ, ο Τζόρνταν, ο Ντιράκ, ο Πάολι και φυσικά ο Μπορ.

Έτσι η κβαντική μηχανική, όπως και κάθε επιστήμη, θεμελιώθηκε σε φιλοσοφικές προκείμενες και, ταυτόχρονα, έγινε πεδίο επιστημολογικών και φιλοσοφικών συγκρούσεων και πεδίο παραγωγής ιδεολογίας. Στην κβαντική μηχανική συγκρούστηκαν τα δύο βασικά φιλοσοφικά ρεύματα της εποχής μας: Ο υλισμός και το ιδιόμορφο κράμα θετικισμού και ιδεαλισμού που δεσπόζει ακόμα στις φυ-

σικές επιστήμες. Ποια ήταν η θέση και η συνεισφορά του ντε Μπρέιγ, στη μεγάλη διαμάχη για την ερμηνεία της κβαντικής μηχανικής, που άρχισε πριν από 60 χρόνια και που συνεχίζεται με νέα ένταση στις μέρες μας;

* * *

Η κλασική φυσική ήταν *αιτιοκρατική*, όπως και οι θεωρίες του Αϊνστάιν για τον ηλεκτρομαγνητισμό και τη βαρύτητα. Επίσης, οι θεμελιωτές αυτής της φυσικής πίστευαν στο *ρεαλιστικό* χαρακτήρα της, στο ότι δηλαδή διατύπωνε τους νόμους μιας πραγματικότητας ανεξάρτητης από τον άνθρωπο. Αλλά στη μικροφυσική, σύμφωνα με τις ανισότητες του Χάιζενμπεργκ (τις λεγόμενες σχέσεις αβεβαιότητας ή απροσδιοριστίας) είναι αδύνατο να μετρήσουμε την ίδια στιγμή τη θέση και την ταχύτητα (ή την ορμή) ενός σωματίου, επειδή η μέτρηση διαταράσσει την κατάσταση του. Από το δεδομένο αυτό, η λεγόμενη ορθόδοξη, δηλαδή η ιδεαλιστική σχολή, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι στη φύση δεν ισχύει η αρχή της αιτιότητας. Η θέση αυτή τροφοδότησε ένα νέο μυστικιστικό ρεύμα, που θέλησε να θεμελιώσει την ελεύθερη βούληση του ανθρώπου, στην ελεύθερη βούληση... του ηλεκτρονίου (χριστιανική απολογητική, χριστιανικός περσοναλισμός και υπαρξισμός, ιδεαλιστική σχολή της νεότερης φυσικής). Επίσης, η νέα φυσική ήταν *πιθανοκρατική*, δηλαδή πρόβλεπε μόνο την πιθανότητα ενός συμβάντος, αντίθετα με την κλασική φυσική που πρόβλεπε με βεβαιότητα την εξέλιξη ενός συστήματος. Αυτό ήταν ένα δεύτερο και βασικότερο επιχείρημα εναντίον της αιτιοκρατίας. Τέλος, ενώ η κλασική φυσική, που αφορούσε κυρίως στο μακρόκοσμο, ήταν αυθόρμητα ρεαλιστική, η μικροφυσική αφορούσε σε μηδαμινές, φευγαλέες οντότητες, με ζωή, πολλές φορές της τάξης των 10^{-23} δευτερόλεπτα. Ο μικροσκοπικός χαρακτήρας και το ευμετάβλητο των οντοτήτων της μικροφυσικής δεν είναι βέβαια επιχείρημα εναντίον της αντικειμενικής ύπαρξης και της υλικότητάς τους. Αλλά οι φυσικοί της ιδεαλιστικής σχολής, δέσμιοι του μηχανιστικού τρόπου σκέψης, ταύτιζαν την ύλη με τη σωματιδιακή, δημοκρίτεια μορφή της. Η ιστορική ανεπάρκεια αυτής της αντίληψης σήμαινε γι' αυτούς την εξαφάνιση της ύλης και τη χρεοκοπία του υλισμού. Ένα κύμα νεοπλατωνισμού και νεοπυθαγορισμού γεννήθηκε από το ξεπέραςμα της μηχανιστικής αντίληψης για την ύλη (για το Χάιζενμπεργκ π.χ., τα μικροσωμάτια είναι μαθηματικά σύμβολα και για τον Τζηνς το σύμπαν, σχεδιασμένο από το μεγάλο Αρχιτέκτονα, είναι ένα όνειρο στη σκέψη του Δημιουργού).

* * *

Τον αντιεπιστημονικό χαρακτήρα του φυσικού ιδεαλισμού που τροφοδοτήθηκε από τις μεγάλες επαναστάσεις στη φυσική, τον ανέλυσε ο Λένιν και από την πλευρά των φυσικών ο Λανζεβέν και αργότερα οι Σοβιετικοί φυσικοί. Ο Λουί ντε

Μπρέιγ, χωρίς να είναι διακηρυγμένα υλιστής, αντιμετώπισε τα επιστημολογικά προβλήματα της νέας φυσικής από «αυθόρμητα» υλιστικές θέσεις.

Κατά το ντε Μπρέιγ, η φυσική περιγράφει μια πραγματικότητα ανεξάρτητη από τον άνθρωπο και η πραγματικότητα αυτή είναι αιτιοκρατημένη. Αλλά ο ντε Μπρέιγ δεν αρκέστηκε σε φιλοσοφικές διακηρύξεις. Το 1927, στο 5ο Συνέδριο του Σολβαίν, παρουσίασε τη λεγόμενη *θεωρία της διπλής λύσης*, η οποία περιέγραφε αιτιοκρατικά την κίνηση των μικροσωματίων. Κατά τη θεωρία του ντε Μπρέιγ, η οποία είχε σχετικιστικό χαρακτήρα, τα κβαντικά σωματίδια αποτελούνται από μια σημειακή ιδιομορφία που αντιστοιχεί στο σωματίο, ιδιομορφία που περιβάλλεται και «οδηγείται» από ένα σχετικά εκτεταμένο κυματικό φαινόμενο, τον *κυματοδηγό*.

Εκτός από τον Αϊνστάιν, οι μεγάλοι φυσικοί που είχαν συγκεντρωθεί στο Σολβαίν, δέχτηκαν με αδιαφορία ή και εχθρότητα τη θεωρία του ντε Μπρέιγ. Ο ίδιος, μπροστά στη γενική αδιαφορία και στο θρίαμβο της θετικιστικής σχολής, εγκατέλειψε επί 25 χρόνια την προσπάθεια να οικοδομήσει μια αιτιοκρατική και ρεαλιστική φυσική, με αφετηρία τη θεωρία της διπλής λύσης. Τη μάχη όμως εναντίον της ορθόδοξης σχολής, τη συνέχισαν ο Αϊνστάιν, ο Σραϊντιγκερ, ο Λανζεβέν και άλλοι δημιουργοί της νέας φυσικής. Έτσι το 1935, ο Αϊνστάιν και οι συνεργάτες του υποστήριξαν, με βάση ένα νοητικό πείραμα που αποτελεί σήμερα αντικείμενο εκτεταμένων ερευνών και συγκρούσεων, ότι η παραδοσιακή κβαντική μηχανική δεν είναι πλήρης και ότι μια αιτιοκρατική περιγραφή του μικρόκοσμου είναι κατ' αρχήν δυνατή. Την ίδια χρονιά ο Σραϊντιγκερ, με ένα επίσης περιφημο νοητικό πείραμα, συγκεκριμενοποίησε το αδιέξοδο και τον παραλογισμό της επίσημης ιδεαλιστικής σχολής.

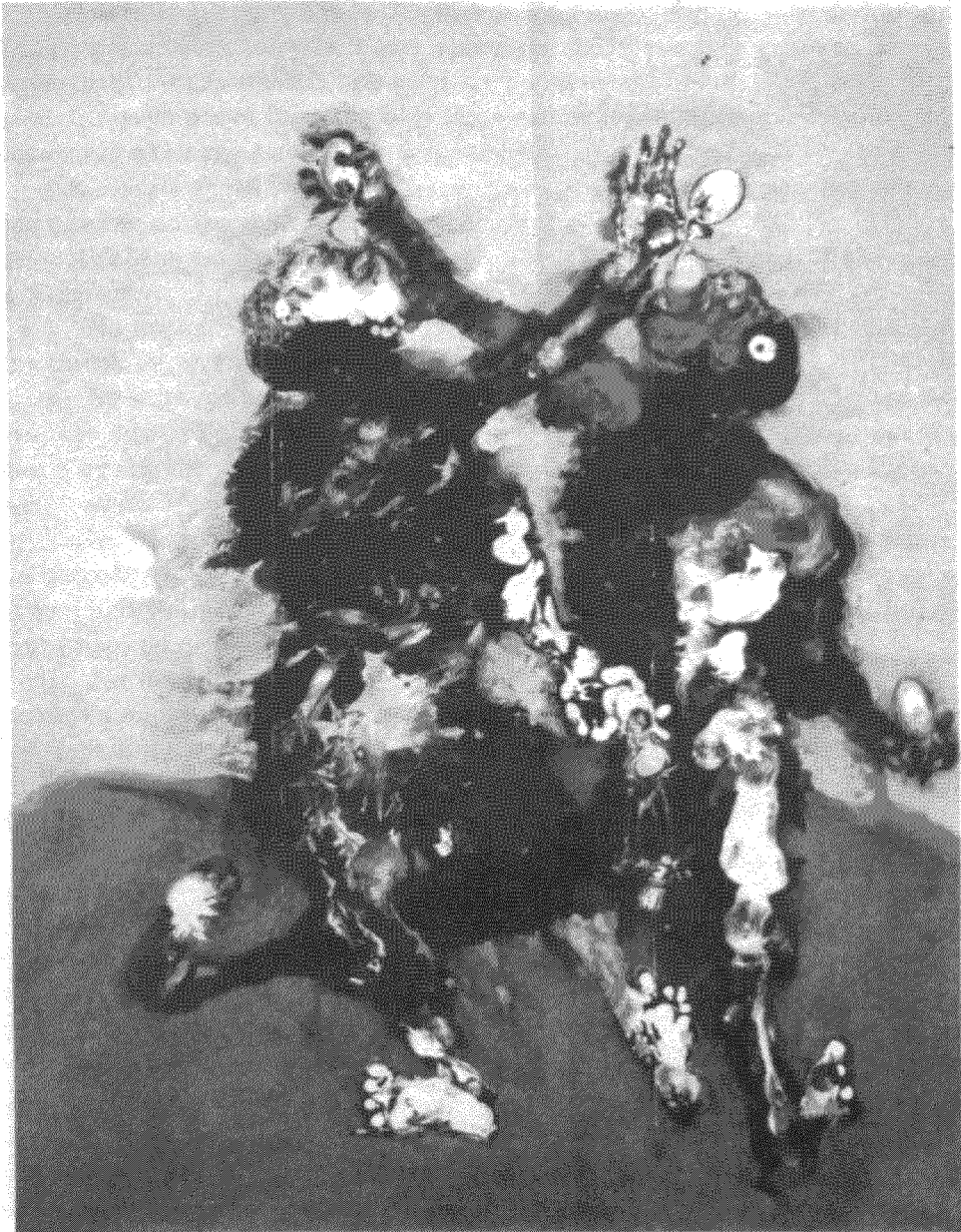
Αλλά η ώρα του ντε Μπρέιγ σήμανε το 1952, ένα τέταρτο του αιώνα μετά τη θεωρία της διπλής λύσης. Τη χρονιά αυτή, ο νεαρός κομμουνιστής φυσικός Νταϊνβιντ Μπωμ, θύμα του μακαρθισμού στις ΗΠΑ, χωρίς να γνωρίζει τη θεωρία του ντε Μπρέιγ, πέτυχε μια αιτιοκρατική διατύπωση της κβαντικής μηχανικής, που στις βασικές παραδοχές της θύμιζε τη θεωρία της διπλής λύσης.

Από τότε αρχίζει μια ανανέωση και ενίσχυση του ρεαλιστικού και υλιστικού ρεύματος της μικροφυσικής. Γύρω από το ντε Μπρέιγ, στο Ινστιτούτο Poïncaré, στο Παρίσι, σχηματίστηκε μια ομάδα νέων φυσικών που ήταν υλιστές και οι περισσότεροι κομμουνιστές (Μπωμ, Βιζιέ κ.ά.) και οι οποίοι διατύπωσαν αιτιοκρατικές θεωρίες της μικροφυσικής. Ο ίδιος ο ντε Μπρέιγ υποστήριξε και προώθησε τις εργασίες του νέου ρεαλιστικού αιτιοκρατικού ρεύματος, με άρθρα και με βιβλία που δημοσίευσε μετά το 1952.

* * *

Η μάχη των Αϊνστάιν – ντε Μπρέιγ και γενικά η μάχη για μια ρεαλιστική και αιτιοκρατική φυσική δεν έχει τελειώσει. Σήμερα βρίσκεται σε νέα έξαρση και

δίνεται από τις θέσεις των δύο μεγάλων σοφών. Το πρόβλημα της διπλής φύσης των μικροσωματίων δεν έχει λυθεί. Αλλά η τυχόν ανακάλυψη (από μερικούς θεωρείται βέβαιη) των κυμάτων-φαντασμάτων του Αϊνστάιν ή των κενών κυμάτων ντε Μπρέιγ, θα αποτελέσει το μεγάλο μεταθανάτιο θρίαμβο των δύο πρωτεργατών της νεότερης φυσικής.



PAUL REBEYROLLE: «Άσπρα, κίτρινα και μαύρα», 1986.



PAUL REBEYROLLE: «Αύριο όλα θα πάνε καλά», 1987