

ΝΕΩΤΕΡΑ ΦΥΣΙΚΗ ΑΙΤΙΟΚΡΑΤΙΑ ΚΑΙ ΕΛΕΥΘΕΡΑ ΒΟΥΛΗΣΙΣ

ὑπὸ

Κ. ΖΕΓΓΕΛΗ

Καθηγητοῦ τοῦ Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν

Μέχρι τοῦ τέλους τοῦ παρελθόντος αἰῶνος οὐδείς ἀμφέβαλλε διὰ τὸ ἀδιάσειστον τῶν βάσεων, ἐφ' ὧν ἐρείδεται ἡ Φυσική.

Οὐδείς ἐσκέπτετο ὅτι θὰ ὑπῆρχεν ἀνάγκη ἀναθεωρήσεως τῶν θεμελιωδῶν αὐτῆς ἀρχῶν, ὀλιγώτερον δὲ πάντων τῆς γενικωτέρας ἀρχῆς τοῦ αἰτιατοῦ, ἀφ' ἧς ἡ ἐπιστήμη τῆς φύσεως ὁρμωμένη, κατώρθωνε διὰ τῆς μαθηματικῆς διατυπώσεως τῆς καταστάσεως ἐνὸς φυσικοῦ συστήματος εἰς ὠρισμένην στιγμὴν νὰ προβλέπη τὴν κατάστασιν αὐτοῦ κατὰ πᾶσαν ἐπομένην στιγμὴν.

Ἡ πεποίθησίς μας αὕτη ἐδραιούτο δικαίως ἐπὶ τῶν μεγάλων ἐπιτυχιῶν, τὰς ὁποίας ἡ Ἐπιστήμη τῆς Φύσεως ἔσχε πάντοτε, στηριχθεῖσα ἐπὶ τῶν θεμελιωδῶν αὐτῆς ἀρχῶν καὶ τῶν πειραματικῶν ἀποδείξεων τῶν νόμων τῆς.

Στηριζόμενοι εἰς τοὺς νόμους τῆς παγκοσμίου ἔλξεως, δυνάμεθα μετ' ἀκριβείας νὰ προλέγωμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν ἐκλείψεων τοῦ ἡλίου ἐπὶ ἑκατοντάδας ἔτων καὶ τὸν χρόνον καὶ τὴν διάρκειαν ἐκάστης. Δυνάμεθα νὰ προείπωμεν τὴν ὑπαρξιν, τὴν θέσιν καὶ τὴν τροχίαν ἀοράτου πλανήτου, τὸν ὁποῖον ἔπειτα ἀνακαλύπτομεν μὲ τὸ τηλεσκόπιον, τὴν ὑπαρξιν νέου ἀγνώστου στοιχείου, τοῦ ἡλίου, τὴν ὁποίαν προδίδει ἡ ἀνάλυσις τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων διὰ τοῦ φασματοσκοπίου καὶ τὸ ὁποῖον ἀνευρίσκομεν βραδύτερον καὶ ἐπὶ τῆς γῆς.

Αἱ ραγδαῖαι κατακτήσεις καὶ μεγάλαι ἐπιτυχίαι τῆς κλασσικῆς Φυσικῆς καὶ Ἡλεκτροδυναμικῆς μᾶς παρεῖχον τὴν εὐλογον ἐλπίδα, ὅτι μὲ τὴν πύροδον τῶν ἔτων διὰ τῆς τελειοποιήσεως τῶν ἐπιστημονικῶν ἡμῶν μεθόδων καὶ ὀργάνων παρατηρήσεως ἠθελὸν ἐκλείψει λεπτομερειακαί τινες ἀβεβαιότητες καὶ ἀμφιβολίαι, ὅτι θὰ ἐβαίνομεν κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον βαθμηδόν, μὲ σταθερὸν πάντοτε βῆμα ἀπὸ τοῦ κόσμου τῶν αἰσθήσεων εἰς τὸν φυσικόν, τὸν πραγματικὸν κόσμον.

Αἱ πρῶται ἀκτῖνες τῆς ἀνατολῆς τοῦ εἰκοστοῦ αἰῶνος ἐπὶ τοῦ φυσικοῦ ἡμῶν οἰκοδομήματος, ἔρριψαν τὴν πρώτην σκιὰν ἐπὶ τῶν εὐλόγων αὐτῶν ἐλπίδων μας.

Νέα φαινόμενα ἀνακαλυπτόμενα δὲν ἠδύναντο νὰ λάβουν ἱκανοποιητικὴν ἐξήγησιν διὰ τῆς κλασσικῆς Φυσικῆς. Προέκυψεν ἀνάγκη ἀναπροσαρμογῆς τῆς Φυσικῆς ἐντὸς νέου εὐριντέρου ἐπιστημονικοῦ πλαισίου, δυναμένου νὰ περιλάβῃ καὶ αὐτά.

Τὸ πρῶτον πλῆγμα ἐδόθη ὑπὸ τοῦ Einstein (1905), ἀποδείξαντος ὅτι ὁ χρόνος καθ' ἑαυτὸν καὶ ὁ χῶρος καθ' ἑαυτὸν οὐδεμίαν ἔχουν ἀντιληπτὴν ὑπόστασιν καὶ μόνη ἡ συνδυασμένη ἔννοια χῶρος—χρόνος, (κόσμος) ἀποτελοῦν ἑνιαίαν ἀπόλυτον ἔννοιαν.

Τὸ δεύτερον ἐδόθη πρὸ διωδευαετίας περίπου (1927), κατὰ τὴν ἐφαρμογὴν εἰς τὴν μελέτην τοῦ μικροκόσμου ὑπὸ τοῦ Planck τῆς νέας θεωρίας τῶν κβάντων.

Ὁ μέγιστος αὐτὸς Φυσικὸς εἶχε καταδείξει ἀπὸ τοῦ 1900 ὅτι ἡ ἀκτινοβόλος ἐνέργεια, τὸ φῶς καὶ ἡ θερμότης, διαδίδεται κατὰ τρόπον ἀσυνεχῆ, κατὰ χωρισμένα ποσὰ ἐνεργείας τὰ κληθέντα κβάντα, πολλαπλάσια ἐνὸς θεμελιώδους ποσοῦ h , κληθέντος παγκοσμίου σταθερῆς ⁽¹⁾

Ἡ διαφορὰ ὅμως τῶν δύο αὐτῶν πληγμάτων ὑπῆρξε διὰ τὴν ἐπιστήμην οὐσιωδευτάτη.

Ἡ θεωρία τοῦ χῶρου—χρόνου διὰ τοὺς ἀμυήτους εἰς τὴν μαθηματικὴν ἐπιστήμην ἀποβαίνει ἀκατανόητος. Οὐχὶ ὅμως καὶ διὰ τοὺς μημημένους. Ὁ Minkowski χρησιμοποιοῖ εἰς σχετικὰς ἐξισώσεις τὸν χρόνον, ὡς οἶονεὶ τετάρτην κοσμικὴν διάστασιν καὶ εὐρίνας οὕτω τὸ πεδίον τῆς κλασσικῆς Φυσικῆς κατῶρθωσε νὰ περιλάβῃ εἰς τὰς ἐξισώσεις αὐτῆς καὶ τὴν θεωρίαν τῆς σχετικότητος. Ἡ ἐπιστήμη ἔμεινε πλήρως ἱκανοποιημένη.

Δὲν συμβαίνει ὅμως τὸ αὐτὸ μὲ τὴν θεωρίαν τῶν κβάντων, ἡ ὁποία ἀπετέλεσε τὸ βῆθρον νέων μηχανικῶν, τῆς κβαντομηχανικῆς καὶ κυματομηχανικῆς, δι' ὧν ἠδυνήθη ἡ Φυσικὴ νὰ εἰσδύσῃ εἰς τὰ μυστήρια τοῦ ἀτομικοῦ μικροκόσμου λίαν ἱκανοποιητικῶς.

Εἰς τὴν μελέτην αὐτὴν εὐρέθη ἡ Φυσικὴ πρὸ γρίφου ἐπιστημονικοῦ οὐχὶ ἀλύτου ὑπὸ τῶν ἀμυήτων μόνον ἀλλὰ καὶ ὑπὸ τῶν μεμημένων αὐτῶν τὴν φορὰν, θέτοντος φραγμοὺς εἰς τὸν φυσικὸν διὰ τὴν

(1) Ἡ σταθερὰ αὕτη προσδιορισθεῖσα κατὰ διαφόρους μεθόδους εὐρέθη ἴση πρὸς $6,548 \cdot 10^{-27}$ ἐργ. δεύτερα λεπτά. Διατηρεῖ πάντοτε τὴν αὐτὴν τιμὴν εἰς πᾶσαν θερμοκρασίαν καὶ συχνότητα κυμάτων, ἐκ τούτου δὲ ἐκλήθη παγκόσμιος σταθερὰ.

πλήρη κατανόησιν, ὅσον ἀφορᾷ τὸν μηχανισμόν ὠρισμένων φαινομένων τοῦ μικροκόσμου, σπείροντος ἀμφιβολίας ἀκόμη περὶ τῆς ἰσχύος τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητος ἐν αὐτῇ.

Τούτου τοῦ ζητήματος ἀκριβῶς ἡ ἔρευνα θέλει ἀποτελέσει τὸ θέμα τῆς παρούσης μελέτης.

* * *

Ἡ μηχανικὴ ἀντίληψις τοῦ ὕλικου ὅσμου καὶ ἡ ὑπόθεσις τῆς συνεχείας εἰς τὴν ἐκδήλωσιν τῶν φυσικῶν φαινομένων ἐπέτρεψεν εἰς τὴν κλασσικὴν φυσικὴν νὰ προβλέπη ἐξ ἀρχικῆς καταστάσεως φυσικοῦ τινος συστήματος τὴν κατάστασιν αὐτοῦ κατὰ τὴν ἐπομένην στιγμήν, διὰ τῆς χρησιμοποιήσεως τοῦ λογισμοῦ καὶ δὴ τοῦ διαφορικοῦ.

Μετὰ τὴν ἀπόδειξιν ὑπὸ τοῦ Planck, ὡς εἶδομεν, ὅτι ἡ ἀκτινοβολία ἐνέργεια εἶναι φύσεως ἀσυνεχοῦς, δὲν ἦτο πλέον δυνατὴ εἰς τὰ φαινόμενα τοῦ μικροκόσμου, εἰς τὰ ὅποια τὰ ὑπομικροσκοπικὰ αὐτοῦ συστατικά, τὰ ἠλεκτρόνια, ἀκτινοβολοῦν ἐνέργειαν, ἢ χρῆσις τῆς αὐτῆς μεθόδου, τῆς αὐτῆς μηχανικῆς.

Εἰς τὸ διάστημα τῆς παρατηρήσεως διὰ τῶν ἐπιστημονικῶν ὀργάνων φαινομένου τινὸς ἀκτινοβολίας μεσολαβεῖ κάποια μεταβολὴ ἐνεργείας· αὕτη ἀσήμαντος ὕλης εἰς τὰς συνήθεις παρατηρήσεις, λαμβάνει σημαντικὴν τιμὴν εἰς τὰ ἀπείρως μικρὰ συστατικά τοῦ ἀτόμου, εἰς τὸν ἀτομικὸν μικρόκοσμον.

Δὲν εἶναι πλέον δυνατὸν εἰς αὐτὸν νὰ παρακολουθήσωμεν αἷτιον καὶ ἀποτέλεσμα, δὲν εἶναι δυνατὸς δι' ὑπολογισμοῦ ὁ προσδιορισμὸς τῆς ἀμέσως ἐπομένης καταστάσεως διὰ τοῦ διαφορικοῦ λογισμοῦ.

Εἰς τὸν μακρόκοσμον ἔχουν καθωρισμένην ἔννοιαν ἡ θέσις καὶ ἡ ταχύτης ὕλικου σημείου καὶ δύνανται νὰ καθορισθῶσι ταῦτα κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον ἀκριβῶς διὰ τῶν καταλλήλων ὀργάνων μετρήσεως, τὰ ὅποια διαθέτομεν.

Δὲν συμβαίνει τὸ αὐτὸ καὶ εἰς τὸν μικρόκοσμον. Τὰ ἄτομα ἐκάστου στοιχείου, ὡς γνωστόν, ἀποτελοῦν οἶονεὶ ὑπομικροσκοπικὸν πλανητικὸν σύστημα, εἰς τὸν πυρῆνα τοῦ ὁποίου εἶναι συσσωρευμένον τὸ θετικὸν ἠλεκτρικὸν φορτίον ἀποτελούμενον ἐκ τῶν μονάδων τοῦ θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἦτοι τῶν θετικῶν ἠλεκτρονίων ἢ ποσιτονίων. Περὶ τὸν πυρῆνα τοῦτον δονοῦμεναι διαγράφουν τροχιὰς αἱ μονάδες τοῦ ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τὰ ἀρνητικὰ ἠλεκτρόνια ἢ νεγατόνια.

Ἀλλὰ τὸ ἠλεκτρόνιον δὲν εἶναι ὕλικὸν σημεῖον ὑπὸ τὴν εἰθισμένην ἔννοιαν. Δηλαδή κατὰ τὸ ὅποιον κατέχει ὠρισμένον χῶρον καὶ ὠρισμένην ταχύτητα. Ἡ ἔννοια τοῦ ὕλικου σημείου εἰς τὸ ἠλεκτρόνιον ὑφίσταται θεμελιώδη μεταβολήν, λαμβάνει μορφήν μὴ δυναμέ-

νην v ἀπεικονισθῆ. Ἡ ἐνέργεια αὐτῶν μεταδίδεται κυματοειδῶς καὶ τὸ ὑλικὸν σημεῖον εἰς τοὺς ὑπολογισμοὺς διὰ τῆς κβαντομηχανικῆς ἀντικαθίσταται διὰ συρμοῦ κυμάτων.

Ἡ θέσις τὴν ὁποῖαν κατέχει εἶναι φαινομενικὴ καὶ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν τρόπον καὶ τὰ μέσα τῆς παρατηρήσεως.

Ἐντεῦθεν προέκυψεν ἀκαθοριστία κατὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς θέσεως καὶ ταχύτητος τοῦ ἠλεκτρονίου, τῆς ὁποίας δὲν εἶναι δυνατὸν v ἀπαλλαγῶμεν, οἷασδήποτε τελειότητος ὄργανα καὶ ἐὰν ἐπινοήσωμεν καθ' ὅσον, ὡς εἴπομεν, οἷονδήποτε ὄργανον μετρήσεως ἤθελεν ἐπιδρᾶ ἐπὶ τοῦ φαινομένου. Ἐὰν λ. χ. εὗρωμεν ὄργανον τὸ ὁποῖον φωτίζον ἰσχυρῶς τὸ φαινόμενον θὰ ἠδύνατο νὰ μᾶς δώσῃ ἀκριβῶς τὴν θέσιν τοῦ ἠλεκτρονίου, τὸ φῶς τὸ ἀπὸ τοῦ ὄργάνου ἤθελεν ἀυξήσει τὴν ταχύτητα τοῦ ἠλεκτρονίου κ. ἐξ.

Εἶναι λοιπὸν ἀδύνατον νὰ παρακολουθήσωμεν τὴν ἐντὸς τοῦ ἀτόμου κίνησιν τῶν ἠλεκτρονίων καὶ τοῦτο ὄχι μόνον πειραματικῶς ἀλλὰ καὶ θεωρητικῶς.

Τοῦτο ἀπέδειξε τῷ 1927 ὁ Heisenberg, θέσας τὴν περίφημον ἔκτοτε καταστάσαν ἀρχὴν τῆς ἀβεβαιότητος ἢ τοῦ ἀκαθορίστου (Unschärferrelation).

Κατ' αὐτήν, κατὰ τὸν προσδιορισμὸν δύο μεγεθῶν συζυγῶν, ἢτοι ἀλληλοεξαρτωμένων, ὅπως εἶναι ἡ θέσις καὶ ἡ ὄσις ἠλεκτρονίου ἐντὸς τοῦ ἀτόμου, τὸ ἕτερον μόνον ἐξ αὐτῶν δύναται εἰς ὀρισμένην χρονικὴν στιγμὴν νὰ καθορισθῆ ἀκριβῶς. Καὶ ὅσον ἀκριβέστερον ὀρίσωμεν τὸν ἓνα παράγοντα, τόσον μακρότερον τῆς ἀκριβείας θὰ εὐρισκώμεθα ὡς πρὸς τὸν προσδιορισμὸν τοῦ ἑτέρου, συμπτῶνως πρὸς τὸν νόμον καθ' ὃν τὸ γινόμενον τῶν δύο αὐτῶν ἀνακριβειῶν ἢ ἀβεβαιότητων εἶναι σταθερὸν καὶ ἴσον μὲ τὴν παγκόσμιον σταθερὰν h , ἢτοι μὲ καθωρισμένον, ὡς εἶδομεν, ἐντελῶς ποσόν. Ὁ νόμος οὗτος ἐκφράζεται διὰ τῆς ἐξισώσεως

$$Dp \cdot Dq = h.$$

Εἶναι ἀληθὲς ὅτι οὕτως ἡ ἀβεβαιότης κυμαίνεται περί τι ἀπολύτως ἐλάχιστον ποσόν. Τὸ σφάλμα ἐκ τῆς ἀβεβαιότητος καταντᾷ φανταστικῶς μικρόν, ὅταν λάβωμεν ὑπ' ὄψει τὰς ἐξόχως ἐλαχίστας διαστάσεις τοῦ ἠλεκτρονίου καὶ τὴν φανταστικὴν αὐτοῦ ταχύτητα ὑπολογιζομένην εἰς δεκάδας χιλιομέτρων κατὰ δευτερόλεπτον. Καταντᾷ οὕτως οὕτοπία νὰ ζητήσωμεν ἀκριβῶς νὰ ὀρίσωμεν τόπον καὶ χρόνον εἰς τὸ φανταστικῶς μικρὸν πλανητικὸν σύστημα τοῦ ἀτόμου. Γιαρὰ ταῦτα ὄριον ἀβεβαιότητος ὑπάρχει καὶ δὲν δυνάμεθα v ἀπαλλαγῶμεν αὐτοῦ.

Ὅπωςδήποτε ἡ ἀρχὴ αὕτη τοῦ ἀκαθορίστου κατέδειξε τὴν ἀδυναμίαν τῆς Φυσικῆς ἐπὶ ὠρισμένων περιπτώσεων, ἂν εἰς τὸν μηχανισμόν τοῦ μικροκόσμου ἰσχύη ἢ μὴ ἡ ἀρχὴ τῆς αἰτιότητος.

Τῆς ἀδυναμίας αὐτῆς ἐπωφελήθησαν πολλοὶ μεταφυσικοὶ διὰ ν' ἀναπετάσουν τὴν σημαίαν τῆς αὐταρχίας πανταχοῦ, τόσον εἰς τὸν πνευματικὸν ὅσον καὶ τὸν φυσικὸν κόσμον διατεινόμενοι ὅτι ἡ ἀρχὴ τῆς αἰτιότητος ἀστοχεῖ κατὰ τὴν ἐφαρμογὴν ὅλων τῶν φυσικῶν νόμων.

Αἱ συζητήσεις ἐπ' αὐτοῦ ἐπληθύνθησαν εἰς τὰ ἐπιστημονικὰ περιοδικὰ καὶ εἰς τὸν ἡμερήσιον ἀκόμη Τύπον.

Οἱ κορυφαῖοι τῶν φυσικῶν κατῆλθον εἰς τὸν ἀγῶνα διαιρεθέντες εἰς δύο ἀντίθετα στρατόπεδα, εἰς τοὺς ἑτεραρχικούς, εἰς τοὺς ὁποίους συναντῶμεν τὸν Planck, τοῦ ὁποῦ ἡ θεωρία ἔφερε τὴν ὑπὸ τοῦ Heisenberg ἀποκαλυφθεῖσαν ἀβεβαιότητα, τὸν Einstein, τὸν Langvin, καὶ εἰς τοὺς αὐταρχικούς, τὸν Heisenberg, τὸν Schrödinger, τὸν Bohr, τὸν Eddington. Δηλαδή τοὺς πρωτοπόρους τῆς σημερινῆς θεωρητικῆς Φυσικῆς, ὅλους σχεδὸν τιμηθέντας διὰ τοῦ βραβείου Nobel.

Ὁ θόρυβος βεβαίως δὲν ὑπῆρξεν ἀδικαιολόγητος, τοσοῦτω μᾶλλον, καθ' ὅσον εἰς τὴν κατηγορίαν τῶν μὴ εἰς τὴν αἰτιοκρατίαν δουλευόντων νόμων θέλουν νὰ κατατάξουν καὶ τοὺς στατιστικὸς νόμους τῆς Φυσικῆς. Εἶναι δὲ πλεῖστοι τῶν νόμων τῆς Φυσικῆς, φύσεως στατιστικῆς, καὶ δὴ ἐκείνων, οἵτινες ἐφαρμόζονται ἐπὶ ἀπειρίας κινουμένων μονάδων.

* * *

Πρὸ παντὸς ὡς καθορίσωμεν τὴν ἔννοιαν τῆς αἰτιοκρατίας εἰς τὰς ἐπιστήμας τῆς Φύσεως.

Κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς αἰτιοκρατίας ὑπάρχει σχέσις μεταξὺ αἰτίου καὶ ἀποτελέσματος τοιαύτη, ὥστε τὸ προηγούμενον γεγονός θεωρεῖται ὡς αἷτιον καὶ προβλέπει ἀκριβῶς τὸ ἐπόμενον, ὡς ἀποτέλεσμα. "II, διὰ νὰ ὁμιλήσωμεν μαθηματικώτερα, τὸ πρόβλημα τῆς ἰσχύος τῆς αἰτιοκρατίας εἰς τὴν Φυσικὴν δύναται νὰ τεθῇ οὕτω. Δυνάμει εἰς ἓν σύστημα Φυσικῶν — τοῦλάχιστον θεωρητικῶς — νὰ προείπωμεν τὴν μέλλουσαν πορείαν, εἰάν γνωρίζωμεν ἀκριβῶς τὴν κατάστασιν τοῦ εἰς ὠρισμένην στιγμὴν; Ἐὰν λόγου χάριν γνωρίζωμεν εἰς δεδομένην στιγμὴν τὴν μᾶζαν, τὴν θέσιν καὶ τὴν ταχύτητα ὕλικοῦ σημείου καὶ τοὺς νόμους τῶν δυνάμεων, οἱ ὁποῖοι ἐπιδροῦν ἐπ' αὐτοῦ, δύναται ἡ κίνησις καὶ θέσις αὐτοῦ νὰ καθορισθῇ διὰ τὴν ἀμέσως καὶ πᾶσαν ἄλλην ἐπομένην στιγμὴν;

Καὶ ἐπομένως δυνάμει εἰς πᾶσαν στιγμὴν νὰ καθορίζωμεν διὰ μιᾶς διαφορικῆς ἐξισώσεως; 'II κλασσικὴ Φυσικὴ

λέγει ναί και μᾶς φέρει μεταξύ ἄλλων πλείστον παραδειγμάτων τὴν περιφανῆ αὐτοῦ βεβαίωσιν ἐπὶ τῆς κινήσεως τῶν οὐρανίων σωματίων.

Ὁ Schrödinger και οἱ πρὸς αὐτὸν σύμφωνοι ἐκ τῶν Φυσικῶν μᾶς λέγουν: ὄχι πάντοτε.

Εἰς τὸν ἀτομικὸν λ. χ. μικρόκοσμον δὲν δυνάμεθα, διότι δὲν δυνάμεθα και νὰ προσδιορίζωμεν ἐν δεδομένη στιγμή συγχρόνως τὴν θέσιν και ταχύτητα ἠλεκτρονίου τιῶς ἐκ τῶν ἀποτελούντων τὸ ἄτομον.

Διὰ ν' ἀποφανθῶμεν οὕτως καταγορηματικῶς περὶ τῆς ἀδυναμίας ταύτης, εἰς ὁρισμένας περιπτώσεις πρέπει νὰ ἐξετάσωμεν ἂν μὴ εἰς τὰς περιπτώσεις ταύτας ἡ ἀδυναμία αὕτη προέρχεται: εἴτε 1^{ον}, ἐκ τοῦ ὅτι στερούμεθα ἀσφαλῶν κριτηρίων διὰ τὴν ἀπολύτως ἀσφαλῆ πρόβλεψιν, εἴτε 2^{ον}, ἐκ τοῦ ὅτι ἡ ἀδυναμία αὕτη, προσωρινῆ ἢ ἔστω και παντοεινή, προέρχεται ἐξ αὐτῆς τῆς φύσεως τῶν πραγμάτων, τῆς ἀνθρωπίνης σκέψεως ἀδυνατούσης νὰ λάβῃ ἀντίληψιν ἀκριβῆ τοῦ μηχανισμοῦ τοῦ φαινομένου και ὄχι διότι εἰς ταῦτα ἀστοχεῖ ἡ ἀρχὴ τῆς αἰτιότητος.

Ὡς πρὸς τὸ πρῶτον ἐρώτημα εἶναι προφανές ὅτι πολλὰ φυσικὰ φαινόμενα εἶναι τοσοῦτον πολυσύνθετα και τόσοι παράγοντες ἀσυνείδητοι και εὐμετάβλητοι τὰ ἐπηρεάζουν, ὥστε ἡ αὐστηρὰ πρόβλεψις πραγματικῶς εἶναι ἀδύνατος. Οὐχ ἦττον ἐρευνῶντες ἕνα ἕκαστον τῶν ἐπιδρῶντων παραγόντων, δυνάμεθα νὰ βεβαιωθῶμεν ὅτι ἕκαστος ἐξ αὐτῶν ὑπακούει εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς αἰτιότητος.

Ἄναφέρομεν ἐπὶ τούτου ὡς παράδειγμα τὴν πρόγνωσιν τοῦ καιροῦ. Εἶναι τόσοι οἱ παράγοντες, οἱ ὅποιοι προδικάζουν τὸν καιρὸν τῆς ἐπομένης, ὥστε ἡ ἀσφαλῆς πρόγνωσις καθίσταται ἀνέφικτος. Καὶ ὅμως δὲν παύομεν νὰ εἴμεθα βέβαιοι ὅτι τὸν καιρὸν τῆς ἐπομένης ὥρις προδικάζει ἡ ἀτμοσφαιρικὴ κατάσταση τῆς προηγουμένης ὥρας. Τὸ πιστεύομεν διότι ὅσον περισσότερο πλουτίζονται αἱ γνώσεις μας περὶ τῆς ἐπιδράσεως ἑκάστου παράγοντος αὐτῆς και ὅσον περισσότερο στοιχεῖα αὐτῆς κατορθώνομεν ἐν δεδομένη στιγμή νὰ συλλέγωμεν, βλέπομεν ὅτι τόσον πλησιάζομεν ἐγγύτερον εἰς τὴν ὀρθὴν πρόγνωσιν τοῦ καιροῦ.

Ἐκ τῆς ἀδυναμίας αὐτῆς τῆς ἐπιστήμης, οὐδόλως συνάγεται βεβαίως ὅτι ἀστοχεῖ ἡ αἰτιοκρατία εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην.

Ἄν οὕτως εἰπεῖν σχολαστικῶς σκεπτόμενοι ζητοῦμεν εἰς ἕκαστον φαινόμενον τὴν ἀπολύτως θεωρητικὴν ἀκρίβειαν διὰ νὰ ἐπικυρώσωμεν τὴν αὐστηρὰν ἐφαρμογὴν φυσικοῦ τινος νόμου, ἴσως δὲν εὕρωμεν οὔτε μίαν περίπτωσιν κατὰ τὴν ὁποῖαν τὰ πειραματικά μας μέσα νὰ μᾶς δίδουν τὴν ἐπιθυμητὴν ἰδεώδη ἢ μᾶλλον φανταστικὴν ἀκρίβειαν.



“Όσον ἀφορᾷ τὴν ἀπάντησιν ἡμῶν εἰς τὸ δεύτερον ἐρώτημα, ὡς ἔλθωμεν ἀμέσως εἰς αὐτὴν τὴν πέτραν τοῦ σκανδάλου, ἡ ὁποία ἐκύλισεν ἀπὸ δωδεκαετίας καὶ ἀπειλεῖ νὰ καταλύσῃ τοὺς θεοὺς τῆς ἐπιστημονικῆς μας θρησκείας, εἰς τὴν ὁποίαν πιστεύοντες μέχρι σήμερον οἱ ἐρευνῆται τῆς Φύσεως ἀνήγειραν τὸ ὑψηλότερον οἰκοδόμημα τῆς ἀνθρωπίνης σκέψεως, τὰς σημερινὰς θαυμαστὰς κατακτήσεις της εἰς τὴν ἔρευναν τοῦ φυσικοῦ κόσμου.

Πρὸ παντὸς ὀφείλομεν νὰ σημειώσωμεν ὅτι ἡ ἀποκαλυφθεῖσα ἀκαθοριστία τοῦ Heisenberg οὐδαμῶς ἀποδεικνύει ὅτι τὸ φαινόμενον καταρρίπτει τὴν ἀρχὴν τῆς αἰτιότητος. Οὔτε καὶ ὅτι τὴν ἐπικυροῖ. Γεγονὸς μόνον ἀπομένει ὅτι αἱ νέαι μηχανικαὶ μὲ τὰς ὁποίας μελετῶμεν τὸν μικρόκοσμον δὲν χρησιμοποιοῦν τὴν ἀρχὴν αὐτὴν ἀλλ’ ἀρκοῦνται εἰς τὴν πιθανότητα. Ταῦτα διότι εὗρισκόμεθα εἰς ἀδυναμίαν νὰ καθορίσωμεν τὴν ἐν δεδομένη στιγμῇ θέσιν τοῦ ἠλεκτρονίου, διὰ νὰ ὑπολογίσωμεν, ὡς εἴπομεν, τὴν θέσιν αὐτοῦ κατὰ τὴν ἐπομένην στιγμὴν διὰ τῶν μεθόδων τῆς κλασσικῆς μηχανικῆς.

Ἄλλὰ τὸ νὰ ζητῶμεν νὰ καθορίσωμεν τὴν θέσιν τοῦ ἠλεκτρονίου ὡσὰν νὰ ἦτο ὑλικόν τι σημεῖον ἀποτελεῖ πρόβλημα παράλογον, κακῶς τεθέν. Τὸ ὑλικόν σημεῖον λαμβάνει ἔνταυθα τὴν μορφὴν ἀπείρως στενῆς δέσμης κυμάτων κινουμένης μετὰ φανταστικῆς ταχύτητος ἐντὸς χώρου ὑπομικροσκοπικοῦ πλειόνων τῶν τριῶν διαστάσεων!

Καὶ ἐν τούτοις ζητοῦμεν εἰς τὴν ἀντίληψίν μας νὰ τὸ θεωρήσωμεν, ὅπως ἡ κλασσικὴ μηχανικὴ, ὡς σημεῖον κατέχον ὄρισμένην θέσιν καὶ διαιδρομήν.

«Ἐἶναι ὑπερφυῆς, λέγει αὐτὸς ὁ Schrödinger, νὰ ζητῶμεν νὰ καθορίσωμεν θέσιν καὶ ταχύτητα εἰς τοιαύτας διαστάσεις, χώρου καὶ χρόνου».

Ἡ νοητικὴ μας μηχανὴ ἀδυνατεῖ νὰ σχηματίσῃ εἰκόνα, τῆς ὁποίας τὰ στοιχεῖα εὗρισκονται ἔξω τοῦ γνωστοῦ μας κόσμου τῶν φαινομένων, καὶ οὐδεὶς γεωμέτρης εἶναι δυνατὸν νὰ σχεδιάσῃ ἐπὶ τοῦ χάρτου τὸν μηχανισμόν τοιοῦτου μικροκόσμου, καὶ ἐπὶ τῇ ὑποθέσει ἀκόμη ὅτι εἰς τὸ πνεῦμα του τὴν ἔχει κατανοήσει τελείως.

Δὲν εἶναι ποσῶς δικαιολογημένον νὰ ἐπιρρίπτωμεν τὴν ἀδυναμίαν μας ν’ ἀπαντήσωμεν εἰς μίαν ἀπορίαν στερουμένην πραγματικῆς ἐννοίας εἰς βάρος τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητος, ἀντὶ νὰ τὴν ἐπιρρίπτωμεν εἰς τὴν μορφὴν τὴν ὁποίαν ἀπεδώσαμεν εἰς τὸ ἀτομικὸν πλανητικὸν σύστημα, μεταφέροντες αὐτὴν κατ’ εἰκόνα καὶ ὁμοίωσιν ἐκ τοῦ μακροκόσμου τῶν ὑλικῶν σωμάτων, τὸν ὁποῖον περιγράφει ἡ κλασσικὴ Φυσικὴ.

Διὰ τοῦτο ὁ Langobin ὀρθῶς ἰσχυρίζεται ὅτι μὲ τὴν νέαν μηχανικὴν δὲν θίγεται ἡ αἰτιοκρατία ἀλλὰ ἡ μηχανικὴ εἰκὼν τὴν ὁποίαν δίδομεν εἰς τὴν κίνησιν τῶν ἠλεκτρονίων, τὴν ὁποίαν δανειζόμεθα ἀπὸ τὴν κλασσικὴν Φυσικὴν.

Δικαίως ὁ Einstein περαιτέρω τονίζει ὅτι τὸ ἀκαθόριστον τοῦ Heisenberg μᾶς φέρει εἰς ἀβεβαιότητα ὡς πρὸς τὴν ἰσχὺν τῆς αἰτιότητος μόνον καθ' ὅσον ἀφορᾷ τὸ ἐμπειρικὸν μέρος ἀλλ' οὐχὶ ποτὲ καὶ τὸ θεωρητικόν. Εἶναι δὲ γνωστόν, καὶ τὸ ἐτονίσσαμεν ἀνωτέρω, ὅτι καὶ εἰς τὴν κλασσικὴν φυσικὴν στηριζόμεθα εἰς τὸ θεωρητικὸν μέρος τῶν νόμων διὰ τὴν ἀπόδειξιν τῆς αἰτιότητος. Πειραματικῶς εἰς ὅλας σχεδὸν τὰς περιπτώσεις ἀδυνατοῦμεν ν' ἀποδείξομεν τὴν αὐστηροτάτην καὶ ἀπόλυτον ἰσχὺν τῶν νόμων.

Ὁ προσδιορισμὸς θέσεως καὶ ὤσεως, λέγει ὁ Planck, τῶν ἠλεκτρονίων εἰς τὸν μικρόκοσμον τῶν ἀτόμων στερεῖται ἐννοίας καὶ ἡ ἀδυναμία τῆς Φυσικῆς ν' ἀπαντήσῃ ἐπὶ τῶν ἐρωτημάτων αὐτῶν οὐδαμῶς θίγει τὴν ἀρχὴν τῆς αἰτιοκρατίας.

Ἄφ' οὗ λοιπὸν τὸ πείραμα ἐρωτώμενον ἐπὶ τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητος δὲν ἀπαντᾷ οὔτε ναὶ οὔτε ὄχι, οὔτε ὅτι ἔστιν οὔτε ὅτι οὐκ ἔστιν, ἀφ' οὗ παρὰ τὴν ἀβεβαιότητα θέσεως καὶ ὤσεως τοῦ ἠλεκτρονίου γνωρίζομεν ἀκριβῶς τὸν νόμον τῆς ἀλληλοεξαρτήσεως αὐτῶν, ἀφ' οὗ ὅσον βιαιηδὸν εἰς τὸ αὐτὸ ζήτημα βιάνομεν ἀπὸ τοῦ μικροκόσμου πρὸς τὸν μακρόκοσμον ἀφανίζεται ἡ ἀβεβαιότης καὶ εἰσερχόμεθα εἰς τὴν αἰτιοκρατίαν, σπεύδουν τοῦλάχιστον οἱ κορυφαῖοι ἐκεῖνοι τῆς Φυσικῆς, οἱ ὅποιοι ἀρνοῦνται εἰς τὸν μικρόκοσμον τὴν ἰσχὺν τῆς αἰτιότητος, διότι δὲν δύνανται ἐμπειρικῶς νὰ τὴν καταδείξουν καὶ εἰς αὐτὸν ἰσχύουσαν.

* *

Τινὲς τῶν ἀνωτέρω Φυσικῶν εὐρύνοντες τὸν κύκλον ἀπορραίνονται ὅτι εἰς τοὺς πλείστους τῶν φυσικῶν νόμων δὲν ἐμφανίζεται ἡ ἰσχὺς τῆς αἰτιοκρατίας, διότι οἱ πλείστοι τούτων εἶναι χαρακτηριστικῶς στατιστικοῦ, στηρίζονται ἐπομένως εἰς τὴν μεγάλην πιθανότητα καὶ οὐχὶ τὴν ἀπόλυτον βεβαιότητα. Τοῦτο παρέχει πολὺ ἰσχυρότερον ὄπλον εἰς τοὺς αὐταρχικούς.

Εἰς τὸ ἐρώτημα διατὶ ποτὲ πρὶν δὲν διημυρισθητῆθη εἰς τοὺς στατιστικούς νόμους ἡ ἰσχὺς τῆς αἰτιότητος ἀπαντᾷ ὁ Schrödinger: διότι τότε ἐπρέσβευον ὅτι τὸ ἐμπόδιον τῆς ἀποδείξεως ἐθεωρεῖτο ὅτι ἦτο πρακτικῆς φύσεως, ἦτοι ἐμπειρικῆς, ἐν ᾧ εἶναι θεωρητικῆς.

Ἄς ἔλθωμεν ἐπὶ παραδειγμάτων διὰ νὰ γίνωμεν καταληπτότεροι. Εἰς τοὺς κλασσικούς νόμους τῶν ἀερίων, οὔτινες ἀποτελοῦν μίαν τῶν

σπουδαιότερων βάσεων τῆς κλασικῆς Φυσικῆς. Αἱ φυσικαὶ ιδιότητες τῶν ἀερίων πηγάζουν ἐκ τῆς μοριακῆς κινήσεως τῶν καθ' ἕκαστον ἀπειραρίθμων μορίων τῶν ἀποτελούντων ὄγκον τινὰ ἀερίου, δηλαδὴ τῆς κινητικῆς ἐνεργείας δι' ἧς ἐμπορεῖται ἕκαστον μόριον. Εἶναι οὕτως εἰπεῖν ἢ συνισταμένη αὐτῶν.

Ὁ Schrödinger παρατηρεῖ : 1ον) Ὅτι δὲν δυνάμεθα νὰ γνωρίζωμεν ποτὲ τὴν ἀρχικὴν δυναμικὴν κατάστασιν καὶ θέσιν ἑκάστου μορίου καὶ 2ον) Ὅτι δὲν δυνάμεθα νὰ παρακολουθήσωμεν ἕνός πρὸς ἕν τὴν τύχην, οὐ ἔνεκα ἀρκούμεθα εἰς μίαν μέσιν τιμὴν τοῦ συνόλου, δι' ἧς καθορίζονται μέσοι νόμοι οἱ ὅποιοι, παρατηρεῖ ὁ ἴδιος, εἶναι ἐπαρκοῦς ἀκριβείας, ἀλλ' ἐν τούτοις δὲν μᾶς ἀναγκάζουν νὰ δεχθῶμεν ὅτι διέπονται ἀπὸ αὐστηρὰν αἰτιοκρατίαν.

Οὐχ ἥττον εἶναι προφανὲς ὅτι καὶ ἐνταῦθα ἡ ἀδυναμία τῆς παρακολουθήσεως τοῦ τρόπου καὶ τῆς ὥσεως ἑκάστοτε ἑνός μορίου εἶναι ἀδυναμία ἐμπειρικὴ καὶ ὄχι θεωρητικὴ.

Τὴν θεωρίαν τῆς μοριακῆς κινήσεως εἰς τὰ ἀέρια ἀνέπτυξε, πρὸ αἰῶνος σχεδόν, ἀριστοτεχνικῶς ὁ πολὺς Boltzmann, ἐπὶ τῆς αἰτιοκρατίας στηριζόμενος πάντοτε, καὶ κατώρθωσεν ἀπὸ τῆς θεωρίας αὐτῆς ὁρμώμενος νὰ προσδιορίσῃ μετὰ μεγίστης ἀκριβείας τὸν ἀριθμὸν καὶ τὴν μᾶζαν ἑκάστου μορίου καὶ ἄλλας φυσικὰς αὐτῶν σταθεράς. Καὶ τὴν ἀκρίβειαν τῶν ἐξαγομένων διὰ τῆς θεωρίας ἀριθμῶν ἐπεκύρωσαν κατόπιν πολλὰ ἐκ τούτων ἀπορρέοντα φυσικὰ γεγονότα καὶ πειράματα.

Τοῦτο δὲν θὰ ἠδύνατο νὰ συμβῇ ἂν ἡ ἀρχὴ τοῦ αἰτιατοῦ ἐφ' ἧς ἐστηρίζετο δὲν εἶχεν ἐφαρμογὴν ὄχι μόνον εἰς τὸ σύνολον ἀλλὰ καὶ εἰς τὰ καθ' ἕκαστον μόρια.

Καὶ πάντες οἱ ἄλλοι στατιστικοὶ νόμοι τῆς Φύσεως εἰς ἀνίλογον συμπεράσμα φέρουν.

Οἱ στατιστικοὶ νόμοι οὐδόλως καταλύουν τὴν ἀρχὴν τῆς αἰτιότητος ἐκ τοῦ λόγου ὅτι διὰ τὴν μικρότητα καὶ ἀσφατότητα ἑκάστου μορίου καὶ τὴν φανταστικὴν ταχύτητα τοῦ δρόμου αὐτῶν μᾶς εἶναι πρακτικῶς ἀδύνατον νὰ τὰ παρακολουθήσωμεν ἕν πρὸς ἕν εἰς τὸν δρόμον των. ἼΙ ἀτέλεια τῶν ὀργάνων μας ἢ ἡ ἀδυναμία τῶν αἰσθήσεών μας δὲν μᾶς δικαιολογεῖ νὰ γίνωμεν ἐκ τούτου πυρρῶνισταί.

Ἐν εἰς τὴν ἐπιφανείαν ἠρέμου ὕδατος ρίψωμεν ἕλαφρόν τι σῶμα σύμφωνον πρὸς τοὺς νόμους τῆς μηχανικῆς σχηματίζονται ἀπολύτως κυκλικοὶ διακύβιοι, σημειοῦντες τὴν μετακίνησιν τῶν μορίων. Νόμοι ἐμπειρικοὶ στατιστικοί.

Εἶναι λογικὸν νὰ δεχθῶμεν ὅτι ναι μὲν τὸ σύνολον τῶν μορίων ἀκολουθοῦν αὐστηρῶς τὸν νόμον, ἀλλ' ἴσως ὄχι καὶ ἕκαστον τῶν ἀπει-

ραρίθμων μορίων; Καὶ τοῦτο μόνον καὶ μόνον διότι εὐρισκόμεθα εἰς τὴν ἀδυναμίαν νὰ παρακολουθήσωμεν ἐν ἑκάστον τῶν ὑδατίνων μορίων εἰς τὴν πορείαν του, καὶ ὡς ἐκ τούτου νὰ δεχθῶμεν ὅτι εἰς τὰς καθ' ἑκάστον κινήσεις τῶν μορίων ἐμφανίζονται ταῦτα οἷον εἰς ἐλευθερίαν κινήσεως, κινούμενα ὑπὸ τυφλῆς τύχης;

Εἶναι δυνατόν ὅταν εἰς στρατιωτικούς μετασχηματισμούς, οἵτινες καταλήγουν εἰς ἁρμονικὴν καὶ συμμετρικὴν παράταξιν τῶν στρατῶν νὰ δεχθῶμεν ὅτι τοῦτο ἐπιτυγχάνεται παρ' ὅλον ὅτι ἑκάστος ἐκ τούτων κινεῖται ἐλευθέρως καὶ οὐχὶ ὑπακούων εἰς ὄρισμένον πρόσταγμα τοῦ διοικητοῦ;

Ἡ μαθηματικὴ ἐπιστήμη δέχεται ὡς ἀπολύτως ἴσα δύο μεγέθη τῶν ὁποίων ἡ διαφορὰ δύναται νὰ γίνῃ κατωτέρα παντὸς δεδομένου ἐλαχίστου. Ἀλλοιὴ θεωρεῖ τὴν ἰσότητα ὡς ὀριακὴν.

Καὶ τῶν στατιστικῶν νόμων ἡ πιθανότης τείνει πρὸς τὴν βεβαιότητα καὶ φθάνει αὐτὴν ὅσον διὰ τῶν ἐπιστημονικῶν μας μέσων προσεγγίζομεν περισσότερο πρὸς αὐτήν. Καὶ εἰς αὐτοὺς ἡ ἀπόλυτος βεβαιότης εἶναι χαρακτηριστικὸς ὀριακοῦ.

Νομίζομεν ἐκ τούτων ὅτι ἐκ τῶν μᾶλλον παρακινδυνευμένων ἐπιστημονικῶν σκέψεων εἶναι ἡ ἀμφισβήτησις τῆς αἰσθητῆς αἰτιότητος εἰς τοὺς στατιστικοὺς νόμους.

* * *

Μὲ τὴν ἰσὺν ἢ μὴ τῆς αἰτιοκρατίας συνδέεται ἀμέσως καὶ τὸ ζήτημα τῆς ἐλευθερίας ἢ μὴ τῆς βουλήσεως, τόσον εἰς τὸν κόσμον τῆς ὕλης, ὅσον καὶ τοῦ πνεύματος.

Διὰ τὸ πρῶτον φρονοῦμεν ὅτι ἀρκετὰ ἐλέχθησαν διὰ νὰ καταδείξουν, ὅτι οὐδὲν ἀσφαλὲς γεγονὸς ὑπάρχει δυνάμενον εἰς τινα περίπτωσιν νὰ καταδείξῃ, ὅτι εἰς ταύτην τὸ αἶτημα ἢ ἡ ἀρχὴ τῆς αἰτιότητος ἀσισχεῖ.

Ὡς πρὸς τὸ δεύτερον δὲν προτιθέμεθα βεβαίως νὰ ἐμυλακῶμεν εἰς τὰ ἐπικίνδυνα ἀκροβαιήματα τῆς μεταφυσικῆς διὰ νὰ ἐρευνήσωμεν κατὰ πόσον τὸ αἰτιατὸν καὶ ἡ ἐλευθέρη βούλησις διέπουν καὶ τὸν ψυχικὸν κόσμον. Καὶ τοῦτο διότι τὸ ζήτημα δὲν δύναται νὰ λυθῇ διὰ τῆς μεταφυσικῆς.

Ὁ μεταφυσικὸς δύναται νὰ στοχασθῇ ὅτι εὔρει τὴν λύσιν τοῦ προβλήματος προγραμματικῶς ἐκλέγων ἐξ ἀρχῆς μίαν ἢ τὴν ἀντίθετον λύσιν σύμφωνα μὲ τὴν ψυχικὴν του σύνθεσιν, τὴν ἀτομικὴν νοσητροπίαν του.

Τὸ συμπέρασμαί του μὴ καταλήγον ποτέ, ὅσα ἐπιχειρήματα καὶ ἂν συσσωρεύσῃ, εἰς ἀπόδειξιν, θ' ἀφήνῃ πάντοτε τοὺς προκατειλημμένους ὑπὲρ τῆς ἀντιθέτου λύσεως εἰς τὴν προτιέραν γνώμην αὐτῶν.

Ἄλλ' ἡ ἔρευνα τοῦ ζητήματος δὲν αἰωρεῖται εἰς τὸν κόσμον τῆς μεταφυσικῆς. Εἶναι ζήτημα παρατηρήσεως καὶ ἐμπειρίας, ἀκριβῶς αὐτῶν τῶν βάσεων τῆς ἐρεῦνης τῶν φυσικῶν φαινομένων.

Τὸ πρόβλημα τίθεται ὡς ἑξῆς: Δι' ἐπαρκοῦς γνώσεως τῶν ψυχολογικῶν συνθηκῶν ὑφ' ἃς τελεῖ καὶ δρᾷ ἄτομόν τι δυνάμεθα νὰ προγνωρίσωμεν τὴν τελικὴν ἀπόφασίν του ὡς ἀναγκαίαν αἰτιοκρατικὴν συνέπειαν;

Ἐμποροῦμεν ν' ἀπαντήσωμεν εἰς τὸ δίλημμα τὸ ὁποῖον καθημερινῶς μᾶς στενοχωρεῖ; Καὶ τώρα τί νὰ προτιμήσω νὰ κάμω αὐτὸ ἢ τὸ ἄλλο, καὶ νὰ τοῦ ἀπαντήσωμεν: τί στενοχωρεῖσαι ἀδίκως, θὰ κάμης ὠρισμένως αὐτό.

Γενικῶς θὰ ἐξετάσωμεν τὸ ζήτημα εἰς τὰς δύο βασικὰς περιπτώσεις του. Τὴν ὑποκειμενικὴν καὶ τὴν ἀντικειμενικὴν. Δηλαδή τὴν περίπτωσιν καθ' ἣν παρατηρητῆς τοῦ φαινομένου εἶναι ὁ ἴδιος ὁ εὐρισκόμενος εἰς τὸ δίλημμα τοῦ τί πρέπει νὰ πράξῃ καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν κατὰ τὴν ὁποῖαν ὁ παρατηρητῆς εἶναι ἄλλο πρόσωπον.

Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν ὁ παρατηρητῆς πάντοτε σχεδὸν θ' ἀναγνωρίσῃ ἑαυτῷ τὸ δικαίωμα τῆς ἐπιλογῆς. Ἀφοῦ εἶναι εἰς τὸ χέρι μου, θὰ εἶπῃ, ν' ἀποφασίσω τὸ ἓν ἢ τὸ ἄλλο, ἢ βούλησίς μου εἶναι ἐλευθέρω.

Τοῦτο προέρχεται, φρονοῦμεν ἡμεῖς, ἀκριβῶς ἐκ τῆς αὐτῆς αἰτίας ἐκ τῆς ὁποίας καὶ τὸ ἀκαθόριστον τοῦ Heisenberg. Ὁ παρατηρητῆς δηλαδή συμμετέχει τοῦ ψυχολογικοῦ φαινομένου καὶ δὲν δύναται νὰ ἐξεύρῃ τὸν τρόπον τῆς ἀτομικῆς του ἐπιδράσεως, ὅπως εἰς τὸ φαινόμενον τοῦ Heisenberg συμμετέχει διὰ τοῦ ὄργανου τῆς παρατηρήσεως χωρὶς νὰ εἶναι δυνατόν νὰ καθορίσῃ ἀκριβῶς τὸν τρόπον καθ' ὃν τοῦτο ἐπιδρᾷ.

Τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι ἀκριβῶς τὸ ἴδιον. Ἀβεβαιότης καὶ ἐκ τούτου δισταγμός: ἦταν ὁ παρατηρούμενος εἶναι καὶ ὁ ἴδιος παρατηρητῆς διαταράσσει διὰ τοῦ ἐγῶ του τὸν σύνδεσμον τοῦ ψυχολογικοῦ φαινομένου πρὸς ἑαυτὸν καὶ ἄγεται εἰς λανθασμένον συμπέρασμα. Ἄγνοεῖ καὶ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ ὑποσυνειδήτου αὐτοῦ, τὸ ὁποῖον τὸν φέρει πολλάκις πρὸς ἀποφάσεις διὰ τὰς ὁποίας ἐκπλήσσεται αὐτὸς οὗτος κατόπιν.

Τὴν πεποίθησιν αὐτοῦ εἰς τὸ ἐλεύθερον τῆς βουλήσεώς του ἐνισχύει περαιτέρω καὶ τὸ γεγονός, ὅτι ὕστεραι σκέψεις, βαθύτερα εἰσδύουσαι εἰς τὴν συνείδησιν αὐτοῦ, τροποποιοῦν τὴν ἀρχικὴν του θέλησιν καὶ τὸν φέρουν τελικῶς εἰς ἀποφάσεις ἀντιθέτους πρὸς τὴν ἀρχικὴν.

Ἄλλ' αὐτὴ ἀκριβῶς ἡ παρὲνθεσις νέων αἰτίων καὶ γεγονότων, ἡ ἀναγνώρισις βαθυτέρων ψυχικῶν κινήτρων, ἐπηρεαζόντων τὴν θέλησιν

του, αποδεικνύει ότι ἡ θέλησίς του δὲν εἶναι ἐλευθέρα, ἀλλ' ἐπηρεάζεται, δηλαδή ὑπόκειται εἰς τὰς προσταγὰς αἰτίων καὶ εἶναι ἀποτέλεσμα αὐτῶν· ὅτι εἶναι πρὸς αὐτὰ αἰτιοκρατικῶς συνδεδεμένη.

Ἄλλως ἔχει τὸ πρᾶγμα εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν τοῦ ἀντικειμενικοῦ παρατηρητοῦ. Τὴν πρόβλεψιν δηλαδή τοῦ τί μέλλει νὰ πράξῃ εἰς ὠρισμένην περίπτωσιν ἄλλος τις.

Παρατηρητὴς πεπειραμένος, ψυχολόγος καὶ γνωρίζων καλῶς καὶ ἐκ πολλῶν περιστάσεων τὸν χαρακτῆρα τοῦ παρατηρουμένου — διότι ἐξ αὐτοῦ περισσότερον καὶ ὀλιγώτερον ἐκ τῆς κρίσεως ἐξαρτᾶται ἡ θέλησις ἡμῶν—ἀποφαινεται ὅτι ἡ θέλησις αὐτοῦ δὲν εἶναι ἐλευθέρα, καὶ προβλέπει κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον, μετ' ἀσφαλείας εἰς ποίαν ἀπόφασιν οὗτος θὰ καταλήξῃ.

Ὁ ἀντικειμενικὸς παρατηρητὴς προλέγει τὴν ἀπόφασιν τοῦ δικαστοῦ πρὸ ἐκείνου, ἐφ' ὅσον γνωρίζει καλῶς ὅτι οὗτος εἶναι φιλοδίκαιος, ἐπιεικὴς ἢ αὐστηρὸς, ἢ σχολαστικὸς δοῦλος τῶν τύπων, ἢ χαρακτῆρος ἀσθενοῦς, ἐνδοτικοῦ εἰς ἰσχυρὰς πιέσεις κ.λ.π.

Ἡ πρόβλεψις του εἶναι ἐπὶ τοσοῦτον ἀσφαλεστέρα ὅσον πληρεστέραν γνῶσιν ἔχει τοῦ βίου καὶ τοῦ χαρακτῆρος τοῦ παρατηρουμένου καὶ ὅσον βαθύτερος ψυχολόγος εἶναι.

Ἐννοεῖται ὅτι ἡ πρόβλεψις εἶναι δυσχερὴς ἢ καὶ ἀδύνατος, ὅταν οἱ παράγοντες οἱ ὅποιοι ἐπηρεάζουν τὴν τελικὴν ἀπόφασιν εἶναι πολλοὶ καὶ πολυσύνθετοι, ὅταν εἰς τὴν τελικὴν ἀπόφασιν παρεντίθενται ποικίλαι καὶ ἀδιαλείπτως μεταλλασσόμεναι ἐπιδράσεις τοῦ περιβάλλοντος. Ἡ ὅταν ὁ παρατηρούμενος εἶναι ἄνθρωπος ἐσωτερικὸς ἐπιμελῶς πάντοτε ἀποκρύπτων τὰς προθέσεις του καὶ τὸν χαρακτῆρά του. Ἡ ὅταν εἶναι χαρακτῆρος ἀσθενοῦς καὶ ταλαντευομένου, ὅτε ἡ λήψις γνώμης ἐξαρτᾶται ἀπὸ τι ἀστάθμητον γεγονὸς, τὸ ὅποϊον, ὅπως συμβαίνει εἰς εὐαίσθητον ζυγόν, εἶναι ἐπαρκὲς διὰ νὰ κλίνη τὴν φάλαγγα, μετὰ μακρὰς ταλαντώσεις, πρὸς τὴν ἑτέραν τῶν πλευρῶν ὀριστικῶς.

Δὲν θὰ συμπεράνωμεν βεβαίως ἐκ τῶν ἄνωτέρω, ὅτι ἡ θέλησίς μας εἶναι ἄλλοτε δεσμευμένη αἰτιοκρατικῶς, ὅταν οἱ παράγοντες εἶναι ἀπλοῖ καὶ εὐεξακριβῶτοι, καὶ ἄλλοτε ἐλευθέρα, ὅταν εἶναι πολλοὶ καὶ δι-σεξακριβῶτοι, ὅπως τινὲς τῶν Φυσικῶν ἐθεώρησαν προκειμένου περὶ τῆς ἰσχύος τῆς αἰτιοκρατίας εἰς τὰ ἀπλᾶ φαινόμενα τοῦ μακροκόσμου καὶ τὰ δυσεξακριβῶτα τοῦ μικροκόσμου, ὅπως δὲν θὰ συμπεράνωμεν ἐκ τῆς ἀδυναμίας τῆς ἀσφαλοῦς προβλέψεως τοῦ καιροῦ τῆς αὔριον, καὶ ὀλιγώτερον τῆς μεθαύριον, ὡς ἐν ἀρχῇ ἐξεθέσαμεν, ὅτι ὁ Αἴολος ἐνεφύσησεν ἐλευθέραν θέλησιν εἰς τοὺς παράγοντας τοῦ βασιλείου του ἢ τινὰς ἐξ αὐτῶν.

Καὶ τοῦτο τόσον περισσότερον καθ' ὅσον γνωρίζομεν, ὅτι ἕκαστος τῶν πολλῶν παραγόντων, οἵτινες ἐπεμβαίνουν εἰς τὴν ρύθμισιν τοῦ καιροῦ συνδέεται μὲ τοὺς ἄλλους αἰτιοκρατικῶς.

Καὶ ὁ μυθιστοριογράφος ἀκόμη ρυθμίζει τὰς πράξεις τῶν ἥρώων του σύμφωνα πρὸς τὴν ψυχὴν τὴν ὁποίαν τοὺς ἔδωκε ὅταν τοὺς ἔδημιούργει διὰ τῆς φαντασίας του καὶ δὲν τοὺς ἐγκαταλείπει εἰς τὴν τυφλὴν τύχην. Καὶ ἂν ποτὲ τὸ πρᾶξι ὁ ἀναγνώστης του διαμαρτύρηται διὰ τὴν ψευδῆ εἰκόνα τὴν ὁποίαν ἔδωκε εἰς τὰς τελικὰς πράξεις τοῦ ἥρώος του, ἀντίθετον πρὸς τὸν χαρακτῆρα ποὺ τοῦ ἐνεφύσησεν ἀρχικῶς, ἀντίθετον πρὸς τὴν πραγματικότητα.

* * *

Καὶ διὰ νὰ ἐπανέλθωμεν εἰς τὴν φυσικὴν. Ἡ νέα φυσικὴ μᾶς φέρει τυχὸν εἰς τὴν παραδοχὴν ἐλευθέρως βουλήσεως;

Πλὴν τοῦ ἀπατηλοῦ, ὡς εἶπομεν, αἰσθημάτων ἐκάστου, ὅτι ἡ βούλησις του εἶναι ἐλευθέρω, εἰς τὴν παραδοχὴν τοιαύτης συμβάλλει εἰς πολλοὺς καὶ τὸ ζήτημα τῆς ὑπάρξεως ἀτομικῆς εὐθύνης, τὸ ὁποῖον ἐπιφέρει σύγχυσιν, ἐφ' ὅσον ἡ θέλησις θεωρεῖται ὡς αἰτιοκρατικῶς δεσμία. Ἐκ τούτου οἱ πρεσβεύοντες τὴν ἐλευθερίαν τῆς βουλήσεως εὐχαρίστως ἀποβλέπουν εἰς τὴν μερικὴν ἢ γενικὴν ἀπόρριψιν τῆς αἰτιοκρατίας καὶ πολλοὶ ἔνεκα τοῦ λόγου τούτου ἐδέχθησαν νὰ θυσιάσουν τὴν αἰτιοκρατίαν διὰ νὰ περισώσουν τὴν ἐλευθερίαν εἰς τὴν βούλησιν. Ὡς ἐκ τούτου τὰ νέα κηρύγματα τῆς μικροφυσικῆς περὶ ἀοριστίας καὶ τύχης ἢ πιθανότητος, ἀντὶ τοῦ αἰτιοκρατικοῦ συνδέσμου, εὖρον παρ' αὐτοῖς ζωηρὰν ἀπήχησιν.

Ἐκ τούτου ὁρμώμενοι ἀπὸ τῆς ἀοριστίας, τὴν ὁποίαν συνήντησαν οἱ φυσικοὶ κατὰ τὸν καθορισμὸν τῆς τροχιᾶς τῶν πλανητικῶν ἠλεκτρονίων τοῦ ἀτόμου, ἀπέδωσαν ἐλευθερίαν τινὰ ἐνεργείας εἰς αὐτάς. Ἄλλοι τινὲς μάλιστα ἐφθασαν νὰ διαβλέπουν εἰς τὴν τοιαύτην ἐλευθερίαν τοῦ ἀνοργάνου ἀτομικοῦ συγκροτήματος τὸ σπέρμα τῆς ἐλευθέρως βουλήσεως, τῆς ἀδελφουμένης κατόπιν εἰς τὰ ἐνόργανα δημιουργήματα.

Κατεδείξαμεν οὐχ ἦττον ἀνωτέρω ὅτι ἡ ὑποθετικὴ αὕτη ἐλευθέρω βούλησις τῶν ἠλεκτρονίων βαθμηδὸν ἐξαφανίζεται ἐφ' ὅσον εὐρύνονται αἱ διαστάσεις τοῦ μικροκόσμου πρὸς τὰς ἀντιληπτὰς διαστάσεις τῶν μοριακῶν συμπλεγμάτων, πρὸς τὸν ὑλικὸν μικρόκοσμον. Εἶναι δικαιολογημένον ἐκ τούτου νὰ δεχθῶμεν ὅτι ὁ μικρόκοσμος καθ' ὅσον μεγαλύνεται ἀποβάλλει βαθμηδὸν καὶ καθ' ἄλματα τὸν μανδύαν τῆς αὐταρχίας διὰ νὰ ὑποταχθῇ ἐν τέλει εἰς τὸ κράτος τοῦ αἰτιατοῦ;

Αὐτὸ τοῦτο τὸ φαινόμενον τοῦ Heisenberg, τὸ ὁποῖον ἀνεκίνησε τὸ μέγα πρόβλημα καὶ ἐνέσπειρε τοὺς δισταγμοὺς αὐτοῦς, ἐδείχθη,

νομίζομεν, ἔξ ὧσων ἐξετέθησαν, ὅτι εἶναι πρόβλημα κακῶς τεθειμένον καὶ ἐπομένως στερούμενον ἐννοίας, καὶ δὲν δυνάμεθα νὰ στηριχθῶμεν ἐπ' αὐτοῦ διὰ νὰ καταρρίψωμεν τὸ στερεὸν βῆθρον πάσης ἐπιστήμης, τὴν ἀρχὴν τῆς αἰτιότητος.

Περαιτέρω, ὡς εἶπομεν, εὐρύνοντες πολλοὶ τὸ πεδίου τῆς τύχης καὶ ἀβεβαιότητος τὸ ἐπεκτείνουν καὶ εἰς τοὺς στατιστικὸς νόμους, εἰς τοὺς ὁποίους ἡ αὐστηρὰ αἰτιοκρατία ὑποκαθίσταται ὑπὸ τῆς μεγάλης πιθανότητος, ἐννοίας, ἣς ἀποκλείει καὶ τὴν σκοπιμότητα, ἐπαφιεμένη εἰς τὸ τυχαῖον.

Γνωρίζομεν, λέγουσιν, τὴν κίνησιν τοῦ συνόλου, ἀλλὰ δὲν ἔχομεν ὀφθαλμοὺς νὰ τὴν παρακολουθήσωμεν καὶ εἰς τὰς μονάδας. Καὶ ἐπειδὴ ἡμεῖς δὲν ἔχομεν ὀφθαλμοὺς, τοὺς δίδομεν εἰς τὴν τύχην. Καὶ ἡ τύχη κατὰ τὸ δὴ λεγόμενον «τὰ φέρνει ὁ διάβολος» νὰ τὰς κινῆ τοιουτοτρόπως ὥστε τελικῶς νὰ ὑπακούουν εἰς τοὺς νόμους τοῦ συνόλου.

Ἄλλ' ὅς μὴ λησμονῶμεν, ὅτι ἡ τύχη, εἰς τὴν ὁποίαν εἴμεθα εὐδιάθετοι νὰ ἀποδίδωμεν ὅτι δὲν δυνάμεθα νὰ ἐξακριβώσωμεν πόθεν ἐκπηγάξει, ἐκπηγάξει κατὰ κανόνα ἀπὸ κάποια αἷτια, τὰ ὁποῖα εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν στατιστικῶν νόμων δυνάμεθα νὰ ἀνεύρωμεν εἰς τὴν αἰτιοκρατικὴν κίνησιν τῶν μονάδων.

* * *

Οἱ αὐταρχικοὶ θεωροῦν τὴν αἰτιοκρατίαν ὡς δόγμα καὶ ὄχι ὡς ἀρχὴν ἢ νόμον, διότι εἰς ὠρισμένας ἐλαχίστας περιστάσεις εἰς τὸν φυσικὸν κόσμον, ἡ ἀνθρωπίνη ἀδυναμία εἶναι ἠναγκασμένη νὰ παραιτηθῆ τῆς ἀποδείξεως αὐστηρᾶς αἰτιοκρατίας.

Ἄλλὰ τότε ἡ ἄρνησις τῆς αἰτιοκρατίας, ἡ μὴ δυναμένη εἰς κανὲν φαινόμενον νὰ στηριχθῆ, διὰ νὰ ἀποδειχθῆ ὅτι παραβιάζεται αὕτη καὶ ἔξ αὐτοῦ ὅτι ἀνακύπτει ἡ ἐλευθερία τῆς βουλήσεως, τί ἄλλο ἀποτελεῖ ἢ δόγμα τῆς μεταφυσικῆς, στηριζόμενον ἀπλῶς εἰς τὴν ψυχικὴν προκατάληψιν ὑπὲρ αὐτῆς, τῶν ὀπαδῶν τῆς αὐταρχίας.

* * *

Ἐν συμπεράσματι ἡ νευρικότης, ἡ ὁποία διεφάνη εἰς τοὺς ἐπιστήμονας ἐκ τῆς τελευταίας περιπετείας τῆς Φυσικῆς, στερεῖται θετικότητος.

Ἡ ἐκ τῶν προτέρων καταδίκη τῆς αἰτιώδους ἐξαρτήσεως τῶν φαινομένων, τὴν ὁποίαν ἔσπευσαν ν' ἀπαγγείλουν τινὲς τῶν κορυφαίων ἀντιπροσώπων αὐτῆς ὑπῆρξε τοῦλάχιστον πρόωρος.

Ἐφ' ὅσον εἰς τὰς περισσοτέρας τῶν περιπτώσεων διὰ τῆς κλασσικῆς Φυσικῆς ἐκ διαφόρων ἀσχέτων καὶ ἀνεξαρτήτων κατευθύνσεων βαίνοντες οἱ Φυσικοὶ κατέληξαν εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον, ἐπικυροῦν τὴν

ἀφρηρίαν πάσης ἐπιστημονικῆς ἐρεῦνης, τὴν ἀρχὴν τοῦ αἰτιατοῦ, ἐφ' ὅσον οὐδὲν γεγονὸς ὠρισμένον τὴν διέψευσεν, ὀφείλομεν νὰ ἐξακολουθῶμεν μετὰ τοῦ Κάντ, θεωροῦντες αὐτὴν ὡς προϋπόθεσιν ἀποτελοῦσαν τὸν ὅρον πάσης δυνατῆς ἐμπειρίας, κεκτημένην ἐκ τῶν προτέρων ἰσχὺν διὰ πᾶσαν ἐμπειρίαν.

Προϋπόθεσιν τὴν ὁποίαν δὲν δύναται νὰ ὑπερπηδᾷ αὐθαιρέτως ὁ φιλόσοφος.

Ἡ δύναμις αὐτῆς ἀνύψωσε τὴν ἐπιστήμην εἰς τὰς κορυφάς, τὰς ὁποίας ἐναβρυνόμενοι θαυμάζομεν σήμερον καὶ θὰ ἐξακολουθοῦμεν μετ' ἐκείνου νὰ πιστεύωμεν ὅτι ἡ ὁδὸς πρὸς τὴν ὑστάτην γνῶσιν βαίνει διὰ μέσου τῆς ἐρεῦνης τῶν νόμων, καθ' οὓς χωροῦν τὰ κοσμικὰ φαινόμενα.

Εὐρισκόμεθα σήμερον ἐν ἀδυναμίᾳ νὰ δώσωμεν ὠρισμένην μορφήν εἰς τὸν μηχανισμόν τοῦ ἀσυλλήπτου ὑπατομικοῦ μικροκόσμου.

Δὲν δυνάμεθα νὰ τὸν φαντασθῶμεν κινούμενον εἰς χῶρον πλειόνων διαστάσεων, εἰς χῶρον φθιάνοντα τὰ ὅρια τοῦ ἐλαχίστου δυναμένου νὰ ὑπάρξῃ ἐν τῇ ὕλῃ κατειλημμένου χώρου τῶν ἠλεκτρονίων, ὅπου ὕλη καὶ ἐνέργεια συχνὰ ἐναλλάσσουν τὴν μορφήν των, ὅπου τὰ ὑλικά σημεῖα μεταμφιέζονται εἰς συρμούς κυμάτων, ὅπου ἡ ἔννοια τοῦ κενοῦ χάνεται πρὸ τῆς ἐμφανίσεως πανταχοῦ ἰσχυρῶν ἠλεκτρομαγνητικῶν πεδίων κ. ἔξ.

Ἴσως μέλλουσαι γενεαὶ κατορθώσουσι ν' ἀπαλλαγῶσι τῶν φυσικῶν συμβόλων εἰς τὰ ὁποῖα ἐθίσθημεν, τοῦ χρόνου, τοῦ χώρου, τῶν πεδίων ἔλξεως, τοῦ κενοῦ καὶ καθιεξῆς, εὐρύνουσαι τὸ πεδῖον τῆς κοσμικῆς ἀντιλήψεως ἀποσαφηνίσουν τοὺς γρίφους, τοὺς ὁποίους περικλείει ἡ σύνθεσις τοῦ ἀτομικοῦ μικροκόσμου.

Ἡ ἀβεβαιότης εἶναι ἡ μήτηρ τῆς γνώσεως καὶ ἡ συναίσθησις τῆς ἀγνοίας μας ἀποτελεῖ τὸ πρῶτον βῆμα πρὸς ἐκείνην.

Μέχρι τῆς ἐποχῆς ἐκείνης ἃς ἐξακολουθῶμεν μετὰ τὸν Θαλῆν νὰ πιστεύωμεν ὡς «ἀσφαλὲς μὲν τὸ γενόμενον καὶ ἀσαφὲς τὸ μέλλον» καὶ νὰ ἐμπιστευώμεθα εἰς τὴν ἐπιστήμην νὰ ἀποσαφηνίσῃ τὸ μέλλον καὶ τὸ καταστήσῃ κάποτε ἐξηκριβωμένον γεγονὸς παρελθόν.

Αἱ νέαι θεωρίαι τῆς Φυσικῆς, ἡ θεωρία τῆς σχετικότητος καὶ ἡ θεωρία τῶν κβάντων, αἵτινες ἀνεπτύχθησαν διὰ νὰ ἐξηγήσουν ἄλλως ἀνερμήνευτα φαινόμενα τοῦ μακροκόσμου καὶ μικροκόσμου, ἠῦρυναν μόνον τὸ πλαίσιον τῶν κλασσικῶν θεωριῶν, ὥστε νὰ περιληφθῶν καὶ αἱ περιπτώσεις αὐταί. Μακρὰν τοῦ νὰ θεωρῆται τὸ πλήγμα τῶν βάσεων τῆς κλασσικῆς μηχανικῆς καὶ ἠλεκτροδυναμικῆς, ὡς ἦτα τῆς θετικῆς ἐπιστήμης, ἀποτελεῖ τοῦναντίον περιφανῆ νίκην τῆς φυσικῆς

ἐπιστήμης, ἢ ἥποια ἠῦρυνε τὸν ὀρίζοντά της τοσοῦτον, ὥστε νὰ δύναται νὰ περιλάβῃ ὅλα τὰ κοσμικὰ φαινόμενα ἀπὸ τοῦ ἀοράτου πλανητικοῦ συστήματος τοῦ ἀτόμου μέχρι τοῦ οὐρανοῦ ἀπείρου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- A. EINSTEIN, *Ueber die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie*, 1920.
 MAX PLANCK, *Positivismus und reale Aussenwelt*, 1931.
 F. FEIGL, *Neue Wege zur Lösung der Welträtsel*, 1932.
 E. SCHRÖDINGER, *Ueber Indeterminismus in der Physik*, 1932.
 Κ. ΠΑΛΑΙΟΛΟΓΟΥ, *Εἰσαγωγή εἰς τὴν Φυσικὴν τοῦ ἀτόμου*, 1933.
 H. MARK, *Die Erschütterung der klassischen Physik durch das Experiment*, 1933.
 A. S. EDDINGTON, *Die Naturwissenschaft auf neuen Bahnen*, 1935.
 Κ. Δ. ΖΕΓΓΕΛΗ, *Τὰ ἀστάθμητα στοιχεῖα τῆς Δημιουργίας*, 1936.
 LOUIS DE BROGLIE, *Introduction à l'étude de la mécanique ondulatoire*, 1935.
 Κ. ΠΑΛΑΙΟΛΟΓΟΥ, *Ὁ Νόμος τῆς αἰτιότητος ἐν τῇ συγχρόνῳ Φυσικῇ*, 1935 (Τεχνικὰ Χρονικά).
 ΛΛ. ΤΣΙΡΙΜΩΚΟΥ, *Ἡ φιλοσοφικὴ σημασία τῆς νεωτέρας Θ. Φυσικῆς*, 1935, (Ἄρχεῖον Φιλοσοφίας καὶ Θεωρίας τῶν Ἐπιστημῶν).
 ΝΙΚ. ΠΑΠΑΘΕΟΔΩΡΟΥ, *Ἐπιστήμη τῆς νεωτέρας Φυσικῆς*, 1936.
 MAX PLANCK, *Der Kausalbegriff in der Physik*, 1937.
 MAX PLANCK, *Die Physik im Kampf um die Weltanschauung*, 1937.
 MAX PLANCK, *Vom Wesen der Willensfreiheit*, 1937.
-