

ΧΗΜΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ

ΜΗΝΙΑΙΟΝ ΕΠΙΣΗΜΟΝ ΟΡΓΑΝΟΝ ΤΗΣ ΕΝΩΣΕΩΣ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ

Διοικητική Έπιτροπή: Ι. Ν. Ζαγανιάρης, Ι. Δ. Κανδήλης, Α. Δ. Σαραντίτης, Χ. Α. Στεριόπουλος, Ν. Σ. Καρνής

ΤΑ ΑΣΤΑΘΜΗΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ

Υπό τοῦ κ. ΚΩΝΣΤ. Δ. ΖΕΓΓΕΛΗ, Μέλους τῆς Ἀκαδημίας
Τακτ. καθηγητοῦ τῆς Ἀνοργάνου Χημείας ἐν τῷ Πανεπιστημίῳ Ἀθηνῶν

Ἀπό τῶν ἀρχῶν ἤδη τοῦ εἰκοστοῦ αἰῶνος ἤρχισε νά καταφαίνεται—ἰδίως ὅσον ἀφορᾷ τὰ προβλήματα τῆς συγκροτήσεως τοῦ ἀτομικοῦ μικροκόσμου—ἡ ἀνεπάρκεια τῆς λεγομένης κλασσικῆς φυσικῆς καί ἠλεκτροδυναμικῆς πρὸς ἱκανοποιητικὴν ἐξήγησιν νέων φαινομένων, τὰ ὁποῖα καθ' ἑκάστην ἀνεκαλύπτοντο καί ἀνακαλύπτονται.

Ἐντεῦθεν προέκυψεν ἡ ἀνάγκη τῆς ἀναθεωρήσεως θεμελιωδῶν ἀρχῶν καί νόμων τῆς φυσικῆς καί τῆς ἀναπροσαρμογῆς αὐτῶν ἐντὸς νέου ἐνιαίου ἐπιστημονικοῦ πλαισίου περιλαμβάνοντος καί τὰ φαινόμενα, ὅσα κατὰ δήλωσιν ἐφαίνοντο παρεκκλίνοντα τῶν τέως ὡς ἀπαραγκλίτων θεωρουμένων βασικῶν ἀρχῶν τῆς φυσικῆς ἐπιστήμης. Οὕτως ἀνεπτύχθησαν καί ἐπροτάθησαν νέαι μηχανικαί, ἡ κυματομηχανικὴ καί ἡ κβαντομηχανικὴ, αἵτινες ὁμως ἐδημιούργησαν νέα προβλήματα καί ἀπορίας, οὕτως ὥστε ἡ σημερινή—προσωρινή βεβαίως—μορφή τῆς φυσικῆς ἐπιστήμης ἐμφανίζει ἀντινομίας καί ἀνωμαλίας, αἱ ὁποῖαι ἤρχισαν νά κλονίζουσι τὴν πίστιν πολλῶν ὄχι μόνον ἐπὶ τὸ ἀσφαλές τῶν ἀρχῶν τῆς φυσικῆς καί τῆς χημείας, ἀλλ' εἰς τινα σημεῖα καί ἐπὶ τὴν λογικὴν σκέψιν, ἐφ' ἧς αὐταί ἐστηρίχθησαν καί ἀνεπτύχθησαν. Ἐντεῦθεν, ὡς ἐμφανίζεται σήμερον ἡ φυσικὴ ἐπιστήμη, ἀποτελεῖ σταθμὸν ἐξελιξέως ὕψηλότερας, δι' ἧς γίνεται προσπάθεια μεγαλυτέρας προσεγγίσεως πρὸς τὸν πραγματικὸν κόσμον τὸν ὀπισθεν τοῦ αἰσθητοῦ νοούμενον.

Σκοπὸς τῆς παρούσης μελέτης δὲν εἶναι οὔτε ἡ πλήρης ἀνάπτυξις καί ἐπιστημονικὴ λεπτομερὴς κρίσις τῶν ἐν λόγῳ θεωριῶν, οὔτε πολὺ ὀλιγώτερον ἡ προσπάθεια ἐκλαϊκεύσεως αὐτῶν, ὥστε νά γίνουσι κτῆμα καί τῶν ἀμυήτων εἰς τὰς φυσικὰς ἐπιστήμας καί τὰ μαθηματικά, καθότι τοῦτο ὡς ἐκ τῆς φύσεως τῶν γεγονότων θὰ ἦτο ἀκατόρθωτον.

Σκοπὸς ταύτης εἶναι νά φέρωμεν τὴν νέαν ἐξέλιξιν τῆς φυσικῆς καί τῆς χημείας, ἐν δυνατῇ συντομίᾳ καί κατὰ τρόπον προσιτόν, εἰς γνῶσιν τῶν ἐπιστημόνων, οἵτινες δὲν εἶναι μὲν ὀπλισμένοι μὲ ἐιδικὰς γνώσεις τῆς θεωρητικῆς φυσικῆς καί τῶν ὕψηλότερων μαθηματικῶν, εἶναι ὁμως κάτοχοι τῶν σχετικῶν γνώσεων πρὸς παρακολούθησιν τῶν καταπληκτικῶν προόδων τῆς φυσικῆς καί τῆς χημείας ἐπὶ τοῦ πεδίου τούτου κατὰ τὴν τελευταίαν τριακονταετίαν, τῶν ὁποίων πολλὰ εἶναι ἀπόκτημα τῆς τελευταίας τετραετίας μόλις

καί δὲν ἀνευρίσκονται ἀκόμη εἰς τὰ σχετικὰ ἐκτενῆ ἐπιστημονικὰ συγγράμματα.

Ἡ μελέτη αὕτη διαιρεῖται εἰς σειρὰν ἄρθρων αὐτοτελῶν. Ἐκαστον τούτων περιλαμβάνει ὀρισμένης τάξεως φυσικοχημικὰ φαινόμενα τοῦ μικροκόσμου, εἰς τὰ ὁποῖα ἐν πολλοῖς ἐμφανίζεται ἀδυναμία τῶν ἀρχῶν τῆς κλασσικῆς φυσικῆς ὅπως τὰ ἐρμηνεύσῃ, καί ἀνάγκη εἰσαγωγῆς καινοτομιῶν, τὴν παραδοχὴν τῶν ὁποίων ἐπιβάλλει κυρίως ἡ διπλῆ μορφή τῆς ἀκτινοβολίας.

Α΄.

ΑΤΟΜΙΚΗ ΦΥΣΙΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1. Κόσμος αἰσθήσεων καί φαντασίας.

Ἐφ' ὅσον ἠρευνῶμεν τὸν κόσμον μὲ τὰς αἰσθήσεις μας μόνον, ὁ κόσμος ἐνεφανίζετο μικρὸς πολὺ. Τὰ μυστήρια τῆς δημιουργίας του καί τῆς ζωῆς του παρέμενον σχεδὸν τελείως ἄγνωστα.

Ἐφ' ὅσον πάλιν τὸν ἠρευνῶμεν διὰ τῆς φαντασίας μας, ὅπως πολλοὶ ἀρχαῖοι φιλόσοφοι, ὁ κόσμος δὲν ἦτο πλέον ἓνας μόνον, ἐκεῖνος εἰς τὸν ὁποῖον ζῶμεν, ἀλλὰ περισσότεροι, ἀναλόγως τῆς δυνάμεως καί τῶν πτερῶν τῆς φαντασίας καί τῆς πνευματικῆς ἰδιοσυγκρασίας τοῦ φιλοσοφοῦντος ἐπὶ τῆς φύσεως καί τῆς δημιουργίας.

Ἡ ἐπιστήμη περιώρισεν ἀφ' ἑνὸς τὴν ἔρευνάν μας εἰς τὸν μόνον κόσμον, εἰς τὸν ὁποῖον κινούμεθα καί σκεπτόμεθα καί ἐπομένως ὑπάρχομεν, ὡς ἔδειξεν ὁ Descartes, ἀνευροῦσα νόμους ἀσαλεύτους τῆς φύσεως, οἱ ὁποῖοι θέτουσι φραγμοὺς εἰς τὴν φαντασίαν μας· ἀφ' ἑτέρου μᾶς ἐμεγάλωσε τὸν κόσμον αὐτὸν πολλὰ πλαισίασα τὰ φυσικὰ μας αἰσθητήρια μὲ τεχνιὰ τοιαῦτα, δηλ. μὲ τὰ ἐπιστημονικὰ ὄργανα, μὲ τὰ ὁποῖα μᾶς ἐπλούτισε.

Εἰς τὴν φαινομενικὴν γαλήνην τοῦ σπουδασθηρίου μας, ὅπου καταφεύγομεν διὰ νά βυθισθῶμεν ἀδιατάρακτοι εἰς τὴν μελέτην, τὰ ἐπιστημονικὰ μας ὄργανα εὐρίσκονται εἰς διαρκῆ παροξυσμὸν, ἐρεθιζόμενα ἀπὸ τοὺς παλμοὺς τοὺς ὁποῖους μεταδίδουσι εἰς αὐτὰ τὰ κύματα τῆς αἰετῆς κραινόμενης ὕλης. Εἰς τοὺς παλμοὺς αὐτοὺς

μένουν άναίσθητα τὰ αίσθητήριά μας· ἄν ὅμως ρυθμίσωμεν καταλλήλως τὰ ἐπιστημονικά μας ὄργανα, ἡ φαινομενική ἡρεμία τοῦ σπουδαστηρίου μας μεταβάλλεται εἰς πανδαιμόνιον ἤχων ἢ ἀκτινοβολιῶν, τὰς ὁποίας μᾶς ἐξαποστέλλει ἡ γῆ καὶ ὁ οὐρανὸς καὶ οἱ ἠλεκτρικοὶ προβολεῖς ἐνεργείας οἱ διεσπαρμένοι ἀνά τὰς πολιτισμένης χώρας.

Ἐν ἀπὸ τὰ ἀνακαλυφθέντα αὐτὰ ὄργανα, τὸ ὁποῖον μᾶς ἀπεκάλυψε νέους μεγαλοκόσμους καὶ μᾶς ὤθησε περισσότερο πρὸς τὸ ἄπειρον καὶ πρὸς νέους μικροκόσμους ἀφανεῖς, τὰ κύτταρα τῆς δημιουργίας, εἶναι ὁ φακός. Μὲ τὸν φακὸν τοῦ τηλεσκοπίου ἀνακαλύπτομεν ὅτι ἡ γῆ μας, τῆς ὁποίας ἀδυνατοῦμεν νὰ εὐρώμεν καλῶς τὰ πέρατα, ἀποτελεῖ ἓνα κάκκον ἄμμου τῆς θαλάσσης, ἡ ὁποία ὀνομάζεται σύμπαν, εὐρισκόμεθα δὲ πρὸ διαστημάτων, τὰ ὁποῖα διὰ νὰ τὰ ἀντιληφθῶμεν, μεταχειριζόμεθα ὡς μονάδας μετρικὰς ἔτη ταχύτητος φωτός.

Ὁ φακὸς πάλιν τῷ μικροσκοπίῳ διακρίνει εἰς μίαν σταγόνα ὕδατος μολυσμένου περισσοτέρους κόσμους ἀφ' ὧσους ἀνεῦρε τὸ τηλεσκόπιον εἰς τὸν οὐρανόν. Κόσμους μικροσκοπικοὺς καὶ ὑπομικροσκοπικοὺς, τῶν ὁποίων ἕκαστος ἀποτελεῖται ἀπὸ ἀπειρίαν ἀναλόγων πρὸς τὸ ἠλιακὸν σύστημα μικροπλανητικῶν συστημάτων καὶ εἰς τοὺς ὁποίους τὸ κενὸν καὶ τὸ πλήρες ἔχουν χάσει κάθε ἔννοιαν.

2. Μόρια καὶ ἄτομα.

Ἐκαστὸν εἶδος ὕλης ἀποτελεῖται ἀπὸ ποικίλα μικρότατα σωματίδια, εἰς τὰ ὁποῖα οὐτε ὁ ἰσχυρότερον ὠπλισμένος ὀφθαλμὸς δύναται νὰ τὴν διαχωρίσῃ. Μὲ ὠπλισμένον ὀφθαλμὸν δύναμεθα νὰ δεῖξωμεν ὅτι τὸ σῶμα λ.χ. τοῦ ἀνθρώπου συναρμολογεῖται ἀπὸ ἀπειρίαν μικροσκοπικῶν κυττάρων. Διακόσια χιλιάδες τοιούτων πρέπει νὰ παρατεθῶσι διὰ νὰ φθάσουν τὸ ἀνάστημά του, κάθε δὲ κύτταρον ἀποτελεῖται ἀπὸ μόρια καὶ ἄτομα. Τὰ μεγαλύτερα τῶν μορίων αὐτῶν, τὰ μόρια τῶν λευκωμάτων, ἔχουν δέκα χιλιάδας φορές μικροτέραν τοῦ κυττάρου διάμετρον καὶ τὰ συνιστῶντα αὐτὸ ἄτομα ἑκατὸν χιλιάδας.

Τὰ ἄτομα αὐτὰ εἶχον ἤδη ἀνεῦρει οἱ ἀρχαιότεροι ἔλληνες φιλόσοφοι διὰ διαισθήσεως, τῆς ὁποίας τὴν ὀρθότητα ἀπέδειξεν ἡ ἐπιστημονικὴ ἔρευνα εἴκοσι τρεῖς αἰῶνας βραδύτερον. Εἶχον εὖρει καὶ κάτι περισσότερον· ὅτι ταῦτα δὲν ἔχουν μόνον σῶμα, δὲν εἶναι ἀπλῶς νεκρὰ ὕλη, ἀλλ' ἔχουν καὶ ψυχὴν, ἐφ' ὅσον διὰ τοῦ ὄρου τούτου ἐννοοῦμεν μίαν μυστηριώδη δύναμιν ἐμψυχοῦσαν τὴν νεκρὰν ἄλλως ὕλην, πλουτίζουσαν αὐτὴν μὲ αἰωνίαν κίνησιν καὶ ἐπομένως προσδίδουσαν εἰς αὐτὴν τὴν μορφήν συνεχοῦς καὶ ἀνάου μεταβολῆς, τὴν μορφήν ζωῆς.

Τὴν ἐπιστημονικὴν αὐτὴν διαίσησιν ἐπεκύρωσε τὸ πείραμα. Τὴν ὑπαρξιν τῆς ψυχῆς, τὴν

μοριακὴν δηλ. κίνησιν, τὴν κατέστησεν αἰσθητὴν πρῶτος ὁ Braun. Σήμερον δύναμεθα νὰ τὴν παρακολουθήσωμεν μὲ τὸ ὑπερμεγεθυντικὸν μικροσκόπιον. Ὑπ' αὐτὸ ὄρωμενον κολλοειδὲς τι διάλυμα ἐμφανίζεται ὡς σπινθηροβόλος ἐπιφάνεια, ἀπὸ τῆς ὁποίας ἐκτοξεύονται ἄνω καὶ κάτω, τρικλίζοντα εἰς ἓνα ἀέναον ἀκανόνιστον χορόν, τὰ φωτοβολοῦντα εἰς τὸ πλάγιον σφῆς τοῦ συγκεντρωτικοῦ φακοῦ πολυμοριακὰ συμπλέγματα τοῦ κολλοειδοῦς. Ἡ ἡρεμία τῶν εἰρηματικῶν φαινομενικῶν. Τὴν κίνησιν τῶν δὲν δύναμεθα νὰ τὴν ἀντιληφθῶμεν μὲ τοὺς ὀφθαλμούς μας· δύναμεθα ὅμως νὰ τὴν ἀντιληφθῶμεν ὡς αἴσθημα θερμοῦ ὅταν ἡ ταχύτης τῶν αὐξήσῃ.

Ἐπὶ τῇ βάσει τῆς μοριακῆς κινήσεως εἶχεν ἰδρυθῆ ἡ κινητικὴ θεωρία, ἐξ ἧς ἠχθησαν καὶ εἰς τὸν προσδιορισμὸν τοῦ ἀριθμοῦ, τῆς ταχύτητος καὶ τῶν διαστάσεων τῶν μορίων τῶν σωμάτων καὶ ἔφθασαν διὰ διαφορῶν ἀνεξαρτήτων μεθόδων εἰς ἀριθμούς, παρά τὴν φανταστικὴν μικρότητά των, θαυμασίως συμπίπτοντας, ἐντός, ἐννοεῖται, τῶν ὁρίων τῆς πειραματικῆς προσεγγίσεως.

Ἡ ἐκ μορίων ἰσοτίμων σύστασις στοιχείου τινὸς ἢ ἐνώσεως γίνεται ἰδιαιτέρως κατάδηλος εἰς τὰ ἀέρια, λόγῳ τῆς ἐλευθερίας τῶν κινήσεων αὐτῶν καὶ τῆς ὁμοιομόρφου κατανομῆς ἐν τῷ χώρῳ. Ἐκ τούτου προκύπτει ταυτότης τῆς συμπεριφορᾶς αὐτῶν ὡς πρὸς τὴν πίεσιν καὶ τὴν θερμότητα, ἐξ οὗ ἐνωρὶς προέκυψε τὸ τόσον πολῦτιμον συμπέρασμα διὰ τὴν περαιτέρω ἀνάπτυξιν τῶν γνώσεών μας ἐπὶ τῶν μορίων, ὅτι ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας εἰς ἴσους ὄγκους ἀερίων περιέχεται ὁ αὐτὸς ἀριθμὸς μορίων (ἀρχὴ Avogadro), ὡς καὶ ἡ δυνατότης τοῦ προσδιορισμοῦ αὐτοῦ. Γνωρίζομεν πλέον σήμερον ὅτι ἐν γραμμομόριον ἀερίου περιέχει $6,06 \times 10^{23}$ μόρια (ἀριθμὸς Avogadro, N).

Ἀλλὰ καὶ εἰς τὰ στερεὰ καὶ ὑγρά σώματα ἔχομεν σήμερον τὰ πειραματικὰ μέσα τῆς ἀποδείξεως τῆς συστάσεως αὐτῶν ἐκ μορίων καὶ ἀτόμων. Τὸ καλλίτερον μέσον πρὸς τοῦτο εἶναι ἡ διὰ τῶν ἀκτίνων Roentgen ἔρευνα τῶν κρυστάλλων. Καὶ ἐδῶ ὁ θεωρητικὸς διεΐδεν ὀρθῶς δεκάδας ὄλας ἐτῶν πρὸ τοῦ πειραματιστοῦ. Τὴν ἐσωτερικὴν ἀρχιτεκτονικὴν τῶν κρυστάλλων εἶχεν ἤδη προδιαγράψῃ ὁ Haüy (1743—1822) καὶ ὁ Bravais (1811—1863).

Ἐκαστὸς κρυστάλλος ἀποτελεῖται ἀπὸ μυριάδας μικρῶν ὁμοίων κρυσταλλίων κατὰ τὰς τρεῖς διαστάσεις περιοδικῶς ἐπαναλαμβανομένων, οὕτως ὥστε νὰ σχηματίζουεν ἐν πλέγμα μὲ τρεῖς διαστάσεις, δύναμεθα δὲ νὰ τὸν θεωρήσωμεν (Bragg) ὡς ἀποτελούμενον ἀπὸ μυριάδας παραλλήλων φύλλων. Διερχόμενοι διὰ τῶν κρυστάλλων αἱ ἀκτίνες X παραθλῶνται καὶ διὰ τοῦ ἐμφανιζομένου φάσματος μᾶς παρέχουν τὸ μέσον νὰ διαγράψωμεν τὴν θέσιν καὶ τὴν σχετικὴν ἐν τῷ χώρῳ παράταξιν τῶν συνιστῶντων αὐτοῦ ἀτόμων ἢ ἰόν-

των. Ἐκ τοῦ φωτογραφήματος τουτέστι τῶν τοιοῦτων φασμάτων δυνάμεθα νὰ ἀνασυστήσωμεν τὰ ὑλικά στοιχεῖα τὰ συνιστῶντα τὸ μόριον ἐκάστου κρυστάλλου, ὡς εὐρίσκονται ἐν αὐτῷ τοποθετημένα κατὰ τὰς τρεῖς διαστάσεις.

Ἐπὶ πλέον διὰ τῶν φασμάτων τῶν ἀκτίνων Χ οὐ μόνον τὴν ὑπαρξίν τῶν ἀτόμων δυνάμεθα νὰ πιστοποιήσωμεν, ἀλλὰ καὶ τὸ εἶδος τοῦ ἀκτινοβολοῦντος στοιχείου ἐκ τῆς μάζης του, ἐκ τοῦ χρώματος αὐτοῦ ἐν τῷ φάσματι, τουτέστιν ἐκ τῆς σχετικῆς ἀποκλίσεως τῶν φασματικῶν αὐτοῦ γραμμῶν. Διότι ὡς μὴ ὄραται αἱ ἀκτίνες Χ δὲν ἐμφανίζουν χρῶμα, ἀλλ' ἡ θέσις αὐτῶν ἐν τῷ φάσματι καθορίζεται ὅπως καὶ εἰς τὸ ὄρατὸν φάσμα ἐκ τοῦ μήκους κύματος τῶν διαφόρων ἀκτίνων Χ, τοῦτο δὲ πάλιν ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς μάζης (ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ) τοῦ ἀκτινοβολοῦντος στοιχείου.

3. Τὰ ἄτομα ὀργανισμοὶ σύνθετοι.

Τὴν στιγμὴν τέλος καθ' ἣν ἡ ἐπιστήμη εἶχε κατορθώσει ἔπειτα ἀπὸ αἰῶνων προσδοκίαν νὰ ἀποδείξη καὶ πειραματικῶς τὴν ὑπὸ τινων διαμφορητοῦσάντων ὑπόστασιν τῶν ἀτόμων (Ostwald), τὴν στιγμὴν καθ' ἣν ὁ Poincaré ἀνέκραζε «δὲν ὑπάρχει πλέον ἀμφιβολία, τὰ βλεπομένη τὰ ἄτομα», τὴν στιγμὴν αὐτὴν ἄλλη φωνὴ ἠκούσθη: Δὲν εἶναι τὰ ἄτομα τὰ ἔσχατα συστατικά τῆς ὕλης· εἶναι καὶ αὐτὰ σύνθετοι ὀργανισμοὶ ἐκ μικροτέρων συστατικῶν συνιστάμενα. Καὶ ἡ φωνὴ αὐτὴ οὐδένα ἐξένισε. Πολλὰ γεγονότα εἶχον ὠθήσει ἀπὸ πολλοῦ τὴν ἐπιστημονικὴν σκέψιν εἰς τὴν τοιαύτην ὑπόθεσιν. Ἐκεῖνο, ὅπερ περισσότερο ἐξένισεν, εἶναι ὅτι ὄχι μόνον ἡ ὕλη, ἀλλὰ καὶ ὁ ἠλεκτρισμὸς καὶ ἡ ἀκτινοβολία εὐρέθησαν παρεχόμεναι κατ' αὐθυποστάτους μονάδας, ἀτομιστικῆς τουτέστι φύσεως. Τὴν ὑπόνοιαν, ὅτι τὰ ἔσχατα συστατικά τῆς ὕλης δὲν εἶναι τὰ ἄτομα, εἶχον ἤδη ἐκφράσει οἱ ἐπιστήμονες ἀπὸ μακροῦ χρόνου. Αἱ ἐνδείξεις ἦσαν πολλαὶ καὶ σοβαραὶ. Αἱ μεγάλαὶ ὁμοιότητες τῶν μελῶν τῆς αὐτῆς ὁμάδος στοιχείων καὶ ἡ περιοδικότης τῶν ἰδιοτήτων αὐτῶν ἀπεδίδοντο εἰς ἀνάλογον σύνταξιν τῶν ἀτόμων τῶν στοιχείων, ἐπομένως εἰς τὴν ἐξ ἀπλουστέρων μερῶν σύνθεσιν. Ἡ πολυσύνθετος σύστασις τῶν φασμάτων τῶν ἀτόμων ἠδύνατο νὰ ἐξηγηθῆ μόνον ἐκ τοῦ ἀναλόγου συνθέτου αὐτῶν μηχανισμοῦ κ.λ.

Ἡ ἀνεύρεσις καὶ ἄλλων στοιχειωδῶν μονάδων εἰς τὸν ἠλεκτρισμὸν καὶ βραδύτερον τὴν ἀκτινοβολίαν ἐνέργειαν, καὶ ἰδίᾳ ἡ ἀνακάλυψις τῶν ἀκτινεργῶν στοιχείων καὶ ἡ μεταστοιχειώσις αὐτῶν, ἔφερον ταχέως τὴν ἐπιστήμην εἰς τὴν ἀπόδειξιν ὅτι κάθε ἄτομον ἀποτελεῖ ἓνα κλειστὸν μικρόκοσμον ἀπλουστάτων μονάδων ἀδιάρρηκτον. Αἱ ὑλίκης φύσεως αὐταὶ μονάδες ἐμφοροῦνται ὑπὸ ποσοτήτων ἐξαιρετικῶν ἠλεκτρισμοῦ· αἱ μὲν μεγαλυτέρας μάζης, θετικοῦ,

αἱ δὲ ἐλαχίστης, ὅμοιαι μετὰ τῶν, ἀρνητικοῦ. Αἱ πρῶται, συγκεντρωμέναι εἰς τὸ κέντρον, ἀποτελοῦν τὸν πυρῆνα τοῦ ἀτόμου. Αἱ δεύτεραι, κατὰ ζῶνας περὶ αὐτὸν περιφερόμεναι, ἀποτελοῦν τὸ ἀδιάρρηκτον κέλυφος του. Παρὰ τὰς πρῶτας ἀνευρέθησαν ἐπ' ἐσχάτων καὶ ἄλλαι κοσμικαὶ μονάδες ἠλεκτριζόμεναι ἢ ἀνηλέκτριστοι.

4. Ἡ σπουδὴ τοῦ μικροκόσμου. Κόσμος φαινομενικὸς καὶ κόσμος πραγματικὸς.

Αἱ δυσχερεῖαι τῆς βαθυτέρας σπουδῆς τοῦ ἀτομικοῦ μικροκόσμου εἶναι μέγιστα καὶ δυσπέρβλητοι.

Τὰ συστατικά αὐτοῦ εἶναι ἀπείρως μικρότερα τῶν ἔσαι ἀπροσίτων καὶ εἰς ὠπλισμένον ὀφθαλμὸν μορίων ἢ ἀτόμων.

Ἡ ἐνέργεια, ἣτις τὰ συγκρατεῖ ἐντὸς ἀδιάρρηκτου κλοιοῦ, εἶναι κολοσσιαία· ἡ ταχύτης, μεθ' ἣς ἐμψυχούμενα περιδινοῦνται ἀεικίνητα ἐν τῷ μικροπλανητικῷ συστήματι τοῦ ἀτόμου, φανταστική.

Ἡ ἐξήγησις τοῦ μυστηρίου τῆς συνθέσεως τῶν προσκρούει εἰς τοὺς νόμους καὶ τὰ ἀξιώματα τῆς φυσικῆς καὶ δημιουργεῖ, ὅταν ζητήσωμεν νὰ τὰ παρακάμψωμεν δι' εὐφῶν ὑποθέσεων, νέα δυσεπίλυτα ζητήματα.

Αὐτὴ ἡ μάζα τῶν συστατικῶν αὐτῶν μεταβάλλεται μετὰ τῆς ἰλιγγιδῶδους αὐτῆς ταχύτητος. Ὁ χρόνος καὶ ὁ χῶρος εἰς τὰς ταχύτητας αὐτὰς ἀδυνατοῦν νὰ χρησιμεύσουν ὡς σταθερὸν πλαίσιον τῆς τοποθεσίας των. Ἡ Εὐκλείδειος γεωμετρία, ὅπως εἰς τὸν μεγαλόκοσμον, οὕτω καὶ εἰς τὸν μικρόκοσμον τοῦ ἀτόμου δὲν ἐπαρκεῖ δι' ὅλας τὰς περιπτώσεις. Ζητεῖται ἐπικουρία πρὸς σχηματισμὸν τοῦ πλαισίου καὶ νέων διαστάσεων.

Ἡ μηχανικὴ τοῦ Νεύτωνος ἀδυνατεῖ νὰ περιλάβῃ τὸν μηχανισμὸν τοῦ μικροκόσμου. Νέαι μηχανικαὶ προτείνονται καὶ χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν σπουδὴν αὐτοῦ.

Κρίσεις εἰς τὴν ἐπιστήμην τῶν φαινομένων ἐξαγγέλλονται καὶ τέλος ἡ ἔρευνα τοῦ μικροκόσμου φέρει πολλοὺς εἰς ἀμφιβολίαν περὶ τῆς ἀξίας αὐτῶν τῶν θεμελιωδῶν ἀξιομάτων τῆς λογικῆς, ὅπως αὕτη ἐμφανίζεται εἰς τὴν στερεωτέραν καὶ ἐπιβλητικώτεραν τῆς μορφῆν, τὴν μαθηματικὴν διατύπωσιν.

Τί συμβαίνει ἄρα γε; Μήπως μᾶς ἀπατοῦν αἱ αἰσθήσεις μας; Ἄλλοίμονον! Οἷαδὴποτε ἐντύψεις ἐκ τοῦ κόσμου μᾶς γεννᾶται διὰ τῶν αἰσθητηρίων μας. Αὐτὰ δημιουργοῦν εἰς τὴν συνειδησίμ μας τὰς μεταβολάς, τῶν ὁποίων ὡς θέατρον ἐντυπώσεων ἐμφανίζεται ἡμῖν ὁ μόνος ἀμέσως ἀντιληπτὸς εἰς τὸν ἄνθρωπον κόσμος. Τὸ φῶς ἐγεννήθη τὴν ἡμέραν κατὰ τὴν ὁποίαν ἐνεφανίσθη εἰς τὸ πρωτόζωον ἢ ὀπτικὴ συσκευή

καί τὸν ἤχον ἐδημιούργησε τὸ πρῶτον ἀκουστικὸν τύμπανον. Ἡ συστηματικὴ ἔρευνα τῶν ἐντυπώσεων τῶν αἰσθητηρίων μας εἶναι τὸ μόνον μέσον ἐπιστημονικῆς μελέτης αὐτοῦ διὰ τῆς λογικῆς ἀναλύσεως καὶ συνθετικῆς κατατάξεως αὐτῶν.

Δὲν πρέπει ὁμως νὰ λησμονῶμεν ὅτι τὰ αἰσθητήρια μας ἄπλως μνημόνατα μᾶς δίδουν περὶ τοῦ πραγματικοῦ φυσικοῦ κόσμου, δὲν μᾶς ἀποκαλύπτουν ὅμως αὐτούσιον τὸν ὄπισθεν τῶν φαινομένων εἰς τὸ βάθος κρυμμένον πραγματικὸν κόσμον. Ὅταν ὁ Νεύτων ἀνεκάλυψε τὸν περίφημον νόμον τῆς παγκοσμίου ἔλξεως, δὲν τὸν ἐξέφευγεν ἀποφθεγματικῶς, ἀλλ' εἶπεν ὅτι τὰ γεγονότα συμβαίνουν ὡς ἔαν τοιοῦτος νόμος τὰ διείπεν. Εἰς τὴν περιγραφὴν τῶν φαινομένων πρέπει πάντοτε νὰ ἔχωμεν εἰς τὴν σκέψιν μας τὴν μετρίοφροναν ἔκφρασιν τοῦ μεγάλου Ἀγγλου. Πᾶν ὅ τι γνωρίζομεν ἐκ τῆς φύσεως δὲν εἶναι αὐτὰ τὰ ἀντικείμενα, ἀλλ' αἱ σταθεραὶ σχέσεις μεταξύ των. Ἀλλ' ἀκόμη περισσότερο πρέπει νὰ προφυλαχθῶμεν ἀπὸ τὴν πλάνην ὅτι τὸν πραγματικὸν κόσμον δυνάμεθα νὰ τὸν γνωρίσωμεν διὰ μεταφυσικῆς πτήσεως εἰς τοὺς αἰθέρας τοῦ ἀγνώστου.

Τούναντίον ἡ σταθερότης τῶν σχέσεων, τὰς ὁποίας εὐρίσκομεν, ἀναμφιβόλως ὑπάρχει καὶ εἰς τὸν πραγματικὸν κόσμον, τοῦ ὁποίου εἶναι ἐκδηλώσεις, καὶ ἂν τοῦτον δὲν δυνάμεθα ἢ δὲν θὰ δυνηθῶμεν νὰ τοποθετήσωμεν ποτὲ εἰς τὸ πραγματικὸν τοῦ πλαισίου, πάντως ὅμως εἰς τὸ πλαῖσιον αὐτοῦ κρατεῖ ὁ αὐτὸς ρυθμὸς εἰς τὰς σχέσεις τῶν πραγματικῶν ἀντικειμένων. Ἐπομένως μόνον ἡ θετικὴ ἔρευνα θὰ δυνηθῇ νὰ μᾶς φέρῃ ἐγγύτερον πρὸς τὸν ἀπόκρυφον αὐτὸν κόσμον, ἐφ' ὅσον δι' αὐτῆς προσδεύει ἢ ἐπιστήμη.

Μὲ τὸν ὄρον οὐχ ἤττον «θετικὴ ἔρευνα» δὲν ἐννοεῖται ὁ περιορισμὸς τῆς θετικῆς ἐπιστήμης εἰς τὴν ξηρὰν παρατήρησιν καὶ τὸ πείραμα. Ἡ ἔρευνα, διὰ νὰ καρποφορήσῃ ταχύτερα καὶ πλουσιώτερα, ἔχει ἀνάγκην τῆς χρησιμοποίησεως καὶ νέων στοιχείων πνευματικῶν, τὰ ὁποῖα προσφέρουν κυρίως προνομιούχοι νοητικαὶ μηχαναί, ἐκ τῆς γενικωτέρας ἐποπτείας τῶν γεγονότων, δημιουργοῦσαι τὰς ἐπιστημονικὰς ὑποθέσεις καὶ θεωρίας, αἱ ὁποῖαι παρέχουν ἔκτασιν καὶ βάθος εἰς τὰ ἀποκτῆματα τῆς ἐμπειρίας.

Αἱ ἐξαιρετικαὶ πρόοδοι, τὰς ὁποίας ἐπετέλεσεν ἡ ἐπιστήμη κατὰ τὴν τελευταίαν τριακονταετίαν εἰς τὴν μελέτην τοῦ μικροκόσμου, μᾶς ἀποκαλύπτουν καθ' ἑκάστην στοιχεῖα νέα διὰ τὴν κατανόησιν τοῦ ἐσωτερικοῦ μηχανισμοῦ τοῦ ἀτομικοῦ συγκροτήματος. Ἀλλ' ἀπὸ τοῦ σημείου τούτου μέχρι τῆς δυνατότητος νὰ τὸν ἀπεικονίσωμεν ἐπὶ τοῦ χάρτου, ὅπως ἀπεικονίζομεν τὸν μηχανισμόν μιᾶς μηχανῆς σημειοῦντες τὰς θέσεις καὶ τὴν κίνησιν ἑκάστου τεμαχίου, ἢ ἀπόστασις εἶναι τεραστία.

Εἶναι δυνατὸν νὰ διαγράψωμεν καὶ ἐν τῇ φαντασίᾳ μας εἰκόνα τοῦ ἐντὸς ἀτόμου τινὸς ἄοράτου, λόγῳ τῆς ἐσχάτης μικρότητος τοῦ πε-

ριδινουμένου αὐτοῦ πλανητικοῦ συστήματος, λ.χ. τοῦ ἀτόμου τοῦ οὐρανοῦ;

Εἰς τὸ ἀδιόρατον ἀπειροελάχιστον αὐτὸ σύστημα ὁ ἥλιος, τὸ θετικὸν φορτίον, καταλαμβάνει τὸ κέντρον, ἐνενήκοντα δύο δὲ μικρότεροι πλανῆται στροβιλιζονται μὲ ἀσύλληπτον ταχύτητα εἰς πολυπλόκους καὶ ἀσταθεστάτας τροχάς, ἐνῶ συγχρόνως κατὰ καθωρισμένον μακρότατον χρονικὸν διάστημα καὶ ἀπὸ καθωρισμένον πλήθος ἀτόμων, ἕν ἐκ τούτων ἀποσπᾶται, ἐκρήγνυται καὶ δίδει γένεσιν εἰς ἄλλα ἀπλούστερα πλανητικὰ συστήματα.

Ἄν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν ὅτι κατὰ τὰς κρατούσας γνώμας οἱ πλανῆται οὗτοι, τὰ ἐνενήκοντα δύο ἠλεκτρόνια, κινούνται ἐντὸς συστήματος χώρου—χρόνου πολὺ περισσοτέρων τῶν τριῶν διαστάσεων, τότε φθάνομεν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι ἡ ἐντόπισις τῶν γεγονότων τούτων ἐν χώρῳ καὶ χρόνῳ στερεῖται, σήμερον τοῦλάχιστον, πραγματικῆς ἐννοίας. Λαμβάνει μορφήν μεταφυσικὴν. Ἡ κατασκευὴ τῆς νοητικῆς μας μηχανῆς ἀδυνατεῖ νὰ σχηματίσῃ εἰκόνα, τῆς ὁποίας τὰ στοιχεῖα εὐρίσκονται ἔξω τοῦ γνωστοῦ μας κόσμου τῶν φαινομένων. Αἱ ἐννοιαὶ τῶν φυσικῶν παραγόντων, τὰς ὁποίας ἔχομεν σχηματίζει καὶ ἐκ παραδόσεως κρατοῦμεν ὡς γεγονότα, ἐννοιαὶ χώρου, χρόνου, δυνάμεων, ὕλης, κυμάτων, ἐνεργείας, ἠλεκτρομαγνητικῶν πεδίων κ.λ., ἔχουν στερεωδῶς ριζωθῆ εἰς τὸ πνευμά μας, ὥστε ἀδυνατοῦμεν, σήμερον τοῦλάχιστον, νὰ μεταφέρωμεν τὰ γεγονότα τοῦ κόσμου εἰς ἄλλο πλαῖσιον χωρὶς κίνδυνον νὰ ὀλισθήσωμεν ἐπικινδύνως εἰς τὴν μεταφυσικὴν. Ἰσως ἐθισμὸς μιᾶς ἢ πλειοτέρων γενεῶν ἐξοικειώσῃ τὸ ἀνθρώπινον πνεῦμα πρὸς αὐτὰ καὶ τοῦ προσδώσῃ τὴν δύναμιν νὰ τοποθετήσῃ τὰ φυσικὰ γεγονότα εἰς νέα πλαῖσια. Ἰσως αἱ νέαι γενεαὶ ἀποκτήσουν τὴν ἱκανότητα αὐτὴν τῆς προσαρμογῆς, κατορθώσουν, φέρ' εἰπεῖν, νὰ φαντασθοῦν τὰ γεγονότα ἐντὸς κόσμου τεσσάρων ἢ πλειόνων διαστάσεων. Ἡμεῖς σήμερον ἀπὸ καμμίαν γωνίαν τοῦ νοῦ μας δὲν ἠμποροῦμεν νὰ δημιουργήσωμεν τετάρτην διάστασιν· αἱ μέλλουσαι γενεαὶ εἶναι πιθανὸν ὅτι θὰ δυνηθοῦν, ὅπως ἡμεῖς σήμερον ἐκ μιᾶς φωτογραφίας ἢ τῆς ὀθόνης τοῦ κινηματογράφου, ἥτις μάλιστα περιλαμβάνει καὶ τὸν χρονικὸν παράγοντα καὶ χρόνον δισδιάστατον, μεταφέρομεν ἀσυναίσθητως τὰς ἐντυπώσεις μας εἰς τὸν τρισδιάστατον χώρον.

Διατὶ ὄχι; Θὰ ἐτόλμα τις εἰς τὴν ἑλληνικὴν ἀρχαιότητα νὰ ἰσχυρισθῇ ὅτι ἡ γῆ εἶναι στρογγύλη; Ποῖος θὰ ἠμποροῦσε νὰ φαντασθῇ τοὺς κατοίκους τῶν ἀντιπόδων βαδίζοντας ὡς αἱ μυῖαι εἰς τὴν ὀροφὴν μὲ τοὺς πόδας πρὸς τὰ ἄνω καὶ τὴν κεφαλὴν πρὸς τὰ κάτω;

Ἀφ' ἧς ὅμως ἐγνωρίσαμεν καλύτερον τὴν δύναμιν τῆς βαρύτητος καὶ τὸ ὅτι ἄνω καὶ κάτω δὲν εἶναι ἀπόλυτοι πραγματικότητες, κανενὸς πλέον τὸ πνεῦμα δὲν συγχύζει ἢ ἰδέα τῆς στρογγυλότητος τῆς γῆς.