

ΕΚΤΑΚΤΟΣ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 22^{ΑΣ} ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 1983

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΜΕΝΕΛΑΟΥ ΠΑΛΛΑΝΤΙΟΥ

Η ΣΥΝΑΔΕΛΦΩΣΙΣ ΤΥΧΗΣ
ΚΑΙ ΑΙΤΙΟΚΡΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΟΣ

ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΑΝΤΕΠΙΣΤΕΛΛΟΝΤΟΣ ΜΕΛΟΥΣ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ

Κ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΚΑΡΑΓΚΟΥΝΗ

*Πανοσιολογιώτατε,
Κύριε Πρόεδρε,
Κυρίες και Κύριοι,*

Πρό τριετίας, τὸν Νοέμβριον τοῦ 1979, εἶχα τὴν τιμὴν νὰ ὀμιλήσω εἰς τὴν Ἀκαδημίαν Ἀθηνῶν, ἐπὶ θέματος ἀφορῶντος εἰς τὰς σχέσεις μεταξὺ τοῦ αἰτιοκρατικῶς ἀναγκαίου καὶ τοῦ Τυχαίου, ἐπισκοπῶν ἐκ παραλλήλου τὰς φαινομενικὰς ἀντιθέσεις μεταξὺ τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν καὶ θρησκευτικῆς ἀντιλήψεως. Ἡ διάλεξις μου ἔφερεν ἕνα κάπως ἰδιόρρυθμον τίτλον: («Ἡ Ὑψηλὸ προσφιλέστατον τοῦ Θεοῦ Τέκνον»).

Ὅ,τι ἐλέχθη τότε, ἐξηκολούθησε νὰ μὲ ἀπασχολῇ καὶ εἰδικῶς τὸ ἐρώτημα: Τὸ αἰτιοκρατικῶς ἀναγκαῖον καὶ τὸ Τυχαῖον εἶναι πράγματι δύο παράγοντες ἀντίρροποι κατὰ τὴν ἐμφάνισιν τῶν φυσικῶν φαινομένων;

Τὸν ἐρευνητὴν ἀπασχολεῖ πάντοτε ἕνα ἀγωνιώδες ἐρώτημα: Εἰς τὰ πειράματά μας καὶ τὰς ἐρμηνείας τῶν πειραματικῶν δεδομένων, εἰς τὰς θεωρίας τὰς ὁποίας ἀναπτύσσομεν, τί τὸ Ἀληθές ὑπάρχει εἰς αὐτά;

Προφέροντες τὴν φράσιν τί τὸ ἀληθές, συνειδητοποιοῦμεν πλήρως τὴν μεγάλην εὐθύνην τὴν ὁποίαν ἐπωμιζόμεθα βαδίζοντες ἐπὶ ἐνὸς τόσο ἀκανθώδους, ὅσον καὶ ὀλισθηροῦ πεδίου. Περὶ ποίας ἀληθείας ὀμιλοῦμεν;

Σᾶς ὑπενθυμίζω τὴν πρὸ δεκαετίας εἰς τὴν αἴθουσαν αὐτὴν λίαν ἐμπεριστατωμένην ὀμιλίαν τοῦ ἀκαδημαϊκοῦ Φίλωνος Βασιλείου περὶ τῆς μαθηματικῆς ἀληθείας καὶ τὴν ἀκολουθήσασαν συζήτησιν μετὰ τοῦ τότε Προέδρου τῆς Ἀκαδημίας κ. Κασσιμάτη καὶ σπεύδω νὰ δηλώσω, ὅτι διὰ τὰς ἀνάγκας τῆς παρούσης ὀμιλίας, ἢ λέξις Ἀλήθεια θὰ χρησιμοποιῶται μὲ τὴν ἔννοιαν τῆς ἀπλοῖκῆς πραγματικότητος. Ἔχω ἐμπρὸς μου ἓνα χωρίον τοῦ Lessing. Ὁραματίζετο ὅτι ὁ ἄνθρωπος, ἰκέτης, ἴσταται πρὸ τοῦ Θεοῦ Δωρητοῦ, ἔχοντος εἰς μὲν τὴν δεξιάν του πλευρὰν τὴν ἀπόλυτον Ἀλήθειαν, εἰς δὲ τὴν ἀριστερὰν τὴν σχετικὴν. «Δῶσ' μου τὴν ἀριστερὰν πλευρὰν», ἰκετεύει ὁ ἄνθρωπος, «διότι ἢ ἀπόλυτος Ἀλήθεια δὲν εἶναι δι' ἐμὲ (τὸν ἄνθρωπον), δὲν θὰ ἠδυνάμην οὔτε νὰ τὴν συλλάβω, ἀλλὰ οὔτε καὶ νὰ τὴν ὑποφέρω».

Ὅταν βλέπη κανεὶς πὼς εἰς τὰς Φυσικὰς Ἐπιστήμας αἱ ἐπιτυχίαι τῆς σήμερον εἶναι τὸ σφάλμα τῆς αὔριον, ὅταν ἀντιλαμβανόμεθα πόσον παροδικαὶ καὶ φευγαλέαι εἶναι αἱ περὶ τῆς φυσικῆς δομῆς τῆς Ὑλῆς καὶ τοῦ Σύμπαντος δοξασίαι, τότε καθίσταται ἔκδηλον τὸ μέγεθος τῆς ἀνθρωπίνης ἀνεπαρκειᾶς. Αὐξανομένης τῆς ἐπιστημονικῆς δραστηριότητος, ὁ ρυθμὸς τῆς ἀλλαγῆς τῶν δοξασιῶν, γίνεταί ὄλοεν καὶ γοργότερος, ὥστε νὰ κατανοοῦμεν τὴν ἀναφώνησιν ἐκείνην τοῦ Schiller, ἢ ὁποία τόσον ἐσκανδάλισε τοὺς ἀστοὺς τῆς ἐποχῆς του : “Ach, nur der Irrtum ist das Leben und das Wissen ist der Tod”.

Ὁ Βολταῖρος ἔγραφε περὶ τὸ 1764 εἰς τὸ Dictionnaire Philosophique τὰ ἀκόλουθα : «Τὰ πάντα συμβαίνουν σύμφωνα μὲ ἀμεταβλήτους νόμους, τὰ πάντα εἶναι ἐκ τῶν προτέρων καθωρισμένα, τὰ πάντα ἀπορρέουν ἀπὸ μίαν ἀναγκαιότητα δρᾶσιν. Μερικοὶ ἄνθρωποι εἶναι τόσον φοβισμένοι ἀπὸ αὐτὴν τὴν ἀλήθειαν, ὥστε νὰ παραδέχονται μόνον τὸ ἥμισυ αὐτῆς. Λέγουν, ὑπάρχοντα φαινόμενα ἀναγκαίως ἐξελισσόμενα καὶ φαινόμενα τὰ ὁποῖα δὲν ὑπόκεινται εἰς τὸν νόμον αὐτόν. Ἀλήθεια, θὰ ἦτο ἓνα ἄσχημον ἄστεϊον εἰς ζούσαμε σὲ ἓνα κόσμον ὅπου τὸ ἥμισυ θὰ ὑπῆκουεν εἰς νόμους, τὸ δὲ ἄλλον ἥμισυ θὰ ἦτο ἀπηλλαγμένον μιᾶς τοιαύτης ὑποχρέωσης».

Ἐνας σύγχρονος ἀντιπρόσωπος τῶν θετικῶν ἐπιστημῶν θὰ ἀπήντα σήμερον : «Μάλιστα, αὐτὸ ἀκριβῶς συμβαίνει, ζοῦμε σ' ἓνα κόσμον ἔνθα τὰ φαινόμενα μερικῶς ἀκολουθοῦν μίαν αὐστηρὰν αἰτιοκρατικὴν πορείαν, μερικῶς δὲ κυριαρχοῦνται ἀπὸ τὸ Τυχαῖον, ἢ μᾶλλον ἀπὸ ὅ,τι ἐμεῖς ἀποκαλοῦμεν Τυχαῖον. Ὁ κόσμος δὲ αὐτός, κάθε ἄλλο παρὰ ἄστεϊος εἶναι».

Εἰς τὴν ἀπάντησιν αὐτὴν θὰ προσετίθετο καὶ τὸ ἐπίτευγμα τῶν δύο τελευταίων δεκαετηρίδων, ὅτι Τύχη καὶ αἰτιοκρατικὴ Ἀναγκαιότης δὲν ἀντιστρατεύονται ἀλλήλας, ἀλλὰ συνεργάζονται διὰ τὴν ὀλοκλήρωσιν ἐνὸς τελικοῦ ἀποτελέσματος.

Θὰ εἶναι τὸ περιεχόμενον τῆς ὁμιλίας μου νὰ δείξω πῶς οἱ ἐρευνῆται κατέληξαν εἰς τὸ συμπέρασμα αὐτό.

Ὁ ἀμεσώτερος τρόπος νὰ ἀντλήσωμεν ἀπὸ τὴν Φύσιν πληροφορίας εἶναι νὰ ἀπευθύνωμεν εἰς αὐτὴν ἐρωτήσεις σχετικὰς μὲ τὸ πρόβλημα τὸ ὁποῖον μᾶς ἀπασχολεῖ, εἴτε πειραματικῶς εἴτε θεωρητικῶς. Εἰς ἓνα τοιοῦτον ἐπιχείρημα ἡ Φύσις ἀντιδρᾷ κατὰ δύο διαφορετικὸς τρόπους ἐξαρτωμένους ἀπὸ τὸ εἶδος τοῦ ἐρωτήματός μας. Ἐὰν μὲν αὐτὸ ἀναφέρεται εἰς πρακτικῆς φύσεως προβλήματα τοῦ καθημερινοῦ μας βίου, τότε δυνατὸν νὰ γίνωμεν δέκται πολλῶν ἀπαντήσεων καὶ λύσεων.

Εἴμεθα σήμερον μάρτυρες ἑνὸς ἀσυγκρατήτου δωρισμοῦ. Ἡ Φύσις ἔχει ἀνοίξει τὸ κέρας τῆς Ἀμαλθείας καὶ χαρίζει ἀφειδῶς ἀπαντήσεις, λύσεις, τεχνολογικὰς ἐφαρμογὰς. Τὸ ἀντίτιμον διὰ τὰς παροχὰς αὐτὰς ὅμως εἶναι πολὺν πείραγμα. Διὰ κάθε ἀπάντησιν τὴν ὁποῖαν δίδει, θέτει νέα προβλήματα καὶ ἐρωτήματα, ὥστε ὁ ἐρευνητὴς νὰ μὴν ἀπαλλάσσεται ἀπὸ τὸ ἄγχος τῆς ἀναζητήσεως. Πρὶν ἢ ἀκόμη προλάβῃ νὰ ἀφομοιώσῃ τὸ παρὸν, ἐνσκήπτει τὸ ἀνυπόμονον μέλλον. Ἡ ἐπιστήμη, ἄλλοτε πηγὴ ἐμπνεύσεως καὶ πνευματικῆς ἀνατάσεως, εἶναι σήμερον ἓνας πληθωρικὸς ἀναβλυσμός, ὅστις τείνει νὰ μετατραπῇ εἰς μίαν ἀπειλήν. Ἦδη ἀπὸ τῆς πλευρᾶς τῶν δωρουμένων ἀκούγονται ἀνήσυχoi ψίθυροι: «Μιὰ τέτοια δωροφορία, ποῦ ὀδηγεῖ αὐτὸς ὁ πλοῦτος, μήπως κρύβεται ἐκεῖ μία πρόθεσις καταστροφῆς μας;».

Ἄφ' ἑτέρου ἐὰν ἡ περιέργειά μας στρέφεται πρὸς τὴν ἐσωτερικὴν Φύσιν τῶν πραγμάτων τὰ ὁποῖα μᾶς περιβάλλουν, ἐὰν ζητήσωμεν λόγον χάριν νὰ μάθωμεν ποῖα θὰ εἶναι ἡ κατάστασις ἐξελίξεως τῶν βιολογικῶν ὄντων εἰς τὸ ἀπώτατον μέλλον, ἐὰν ζητήσωμεν νὰ πληροφορηθῶμεν ἐσχατολογικῶς τὸν ἀπώτερον σκοπὸν τῆς ζωῆς, τότε ἡ Φύσις σκύβει εἰς τὸ αὐτὶ μας διὰ νὰ σιωπήσῃ...

Δύο ἰσχυροὶ παράγοντες καθορίζουν τὴν ἔκβασιν, ὅχι μόνον τῶν φυσικῶν φαινομένων, ἀλλὰ καὶ τῶν κοινωνικῶν γεγονότων. Αὐτοὶ εἶναι ἀφ' ἑνὸς μὲν οἱ ἐκ τῶν νόμων τῆς Φυσικῆς προκύπτουσα αὐστηρά, ἀμετάκλητος Ἀναγκαιότης, ἀφ' ἑτέρου δὲ ἡ Τύχη, τὸ Τυχαῖον τὸ ὁποῖον πλειστάκις ἐπεμβαίνει εἰς τὴν πορείαν τῶν φαινομένων. Οἱ δύο αὐτοὶ παράγοντες ἐθεωροῦντο νὰ εἶναι πολέμοι καὶ ἀμοιβαίως νὰ ἀποκλείουν ἀλλήλους.

Ἐπιτρέπατέ μου νὰ σᾶς ὑπενθυμίσω βασικά τινα ἀπαραίτητα διὰ τὴν κατανόησιν τῶν περαιτέρω. Κατὰ τὴν θεωρητικὴν ἐπεξεργασίαν τῶν φυσικῶν φαινομένων γίνεται διάκρισις μεταξὺ τῶν ἀντιστρεπτῶν καὶ τῶν μὴ ἀντιστρεπτῶν φαινομένων. Τὸ μαθηματικὸν ἔκκερμεὲς π.χ. ὑλικὸν σῶμα ἀνηρητημένον ἀπὸ ἰδανικὸν ἄξονα ἄνευ οὐδεμιᾶς τριβῆς, εἰς τὸ ἀπόλυτον κενόν, δονεῖται περὶ τὴν κατα-

κόρυφον θέσιν τῆς ἠρεμίας, μεταβάλλον συνεχῶς καὶ ἐναλλάξ τὴν δυναμικὴν του ἐνέργειαν εἰς κινήτικὴν καὶ τάνάπαλιν. Τὸ ἐκκρεμὲς αὐτό, εἶναι μία μαθηματικὴ ἀφαίρεσις, δὲν ὑπάρχει εἰς τὸν φυσικὸν κόσμον. Δὲν ἔχει οὔτε ἀρχὴν, οὔτε τέλος, δὲν ἔχει καὶ χρόνον. Εἶναι ἓνα τελείως ἀντιστρεπτὸν φαινόμενον.

Μόλις ὅμως ἐπιτρέψωμεν νὰ ἐμφανισθῇ καὶ ἡ ἐλαχίστη τριβὴ περὶ τὸν ἄξονα, τότε τὸ ἐκκρεμὲς δονούμενον ἐκκλίνει θερμοτότητα, χάνει συνεχῶς δυναμικὴν ἐνέργειαν, τὸ εὔρος του βαίνει ἀποσβεννόμενον καὶ τείνει νὰ ἐκμηδενισθῇ φθάνον εἰς τὴν θέσιν τῆς ἠρεμίας. Διὰ τῆς τριβῆς καὶ τῆς ἐπαφῆς του μὲ τὸ περιβάλλον τὸ ἐκκρεμὲς ἀπέκτησε χρόνον, ἀνὰ πᾶσαν στιγμὴν ἔχει μίαν συγκεκριμένην ἡλικίαν, ἣτις εἶναι ἡ ἀπόστασις του ἀπὸ τὴν θέσιν τῆς ἠρεμίας. Τὸ φαινόμενον ἔγινε τώρα μὴ ἀντιστρεπτόν, διότι εἶναι ἀδύνατον εἰς αὐτὸ δι' αὐθορμήτου ἀπορροφήσεως τῆς ἀποδοθείσης θερμοτότητος νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν ἀρχικὴν του κατάστασιν. Πλὴν τῶν ἄλλων, τοῦτο θὰ ἐσήμαινε καὶ ἀναστροφὴν τοῦ χρόνου, δηλαδὴ τὸ ἐκκρεμὲς ἀπορροφῶν θερμοτότητα ἀπὸ τὸ περιβάλλον αὐθορμήτως θὰ ξανάωνε. Ὅπως θὰ ἔλεγε μία μελαγχολικὴ ιδιοσυγκρασία, διὰ τῆς ἐπαφῆς μὲ τὸ περιβάλλον ἡ ματαιότης εἰσῆλθεν εἰς τὸ ἰδανικὸν ἐκκρεμὲς διὰ νὰ τὸ μετατρέψῃ εἰς πραγματικόν, φυσικόν, μὴ ἀντιστρεπτόν.

Διατὶ πρέπει νὰ εἶναι ἔτσι, ἐρμηνεύει ἡ στατιστικὴ, ἐφαρμοσθεῖσα ὑπὸ τοῦ Boltzmann εἰς τὴν μοριακὴν κίνησιν μιᾶς μεγάλης πληθῆος σωματιδίων. Ὁ ἴδιος ἔδωκεν καὶ τὴν στατιστικὴν ἐρμηνεῖαν τῆς ἐντροπίας, μιᾶς συναρτήσεως, ἣτις δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς τὸ μέτρον τῆς μὴ ἀντιστρεπτότητος, συσχετίσας αὐτὴν μὲ τὴν πιθανότητα μιᾶς καταστάσεως.

Ἐνῶ περὶ τὰ τέλη τοῦ παρελθόντος αἰῶνος ἐνόμιζον ὅτι ὅλα τὰ φαινόμενα αὐτὰ καθ' ἑαυτὰ εἶναι ἀντιστρεπτὰ καὶ ὅτι ἡ παρατηρουμένη μὴ ἀντιστρεπτότης ὀφείλεται εἰς ἀνθρωπίνην ἀνεπάρκειαν, σήμερα γνωρίζομεν ὅτι τὰ μὴ ἀντιστρεπτὰ φαινόμενα ἔχουν ἰδίαν ὄντοτητα καὶ ὅτι παίζουν ἀνοικοδομητικὸν ρόλον εἰς τὸν φυσικὸν κόσμον.

Διὰ τὴν ἀπόκτησιν αὐτῶν τῶν ἀποτελεσμάτων ὁ ἐρευνητὴς ἦτο ὑποχρεωμένος νὰ παραιτηθῇ μιᾶς ἀκριβοῦς ἐφαρμογῆς τῶν μακροσκοπικῶν νόμων τῆς μηχανικῆς, προκειμένου περὶ ἐνὸς τόσον μεγάλου ἀριθμοῦ σωματιδίων ὡς εἶναι $10^{19}/\text{cm}^3$, ἀρκούμενος εἰς τὸν ὑπολογισμὸν πιθανότητων. Οὐδεμία ὅμως ἀμφιβολία ὑπῆρχεν ὡς πρὸς τὴν καθ' ἑαυτὸ ἰσχὴν τῶν μακροσκοπικῶν νόμων καὶ εἰς ἀτομικὰς καὶ μοριακὰς διαστάσεις. Τὸ ὅτι ἡ ἐφαρμογὴ των δὲν εἶναι δυνατὴ ὀφείλετο εἰς καθαρῶς ἀνθρωπίνην ἀδυναμίαν μαθηματικοῦ ὑπολογισμοῦ ἐνὸς τόσον δυσκόλου προβλήματος.

Αί πρώται ἀμφιβολίαι ὡς πρὸς τὸ ἐφαρμόσιμον τῶν μακροσκοπικῶν νόμων τῆς Μηχανικῆς εἰς τὸν Μικρόκοσμον προέκυψαν ἀπὸ τὸ διανοητικὸν πείραμα τοῦ Heisenberg, τὸ ὁποῖον ὠδήγησεν εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς ἀβεβαιότητος. Ὁ διὰ τῶν μετρήσεών του ἐπεμβαίνων ἐρευνητῆς προκαλεῖ διαταραχὴν καὶ ἀλλοίωσιν τῶν συντεταγμένων ἐνὸς σωματιδίου, ὥστε καὶ ἐδῶ νὰ εἶναι ὑποχρεωμένος νὰ ἀρκεσθῆ εἰς πιθανότητας. Κατὰ συνέπειαν ὁ ἐρευνητῆς ἐμφανίζεται μοιραίως συνδεδεμένος μὲ τὸ ἀντικείμενον τῆς ἐρένης, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον εἶχε μακροπρόους ἐπιπτώσεις, ἐπιφερούσας κρίσιν εἰς τὴν αἰτιοκρατίαν.

Μὲ τὴν αὐστηρὰν αἰτιοκρατίαν τοῦ παρελθόντος αἰῶνος οὐδέποτε συνειλιώθη τὸ ἀνθρώπινον αἴσθημα. Ἡσθάνετο ἑαυτὸ περιβεβλημένον ἀπὸ τὰ ἄκαμπτα κάγκελα μιᾶς τεραστίας φυλακῆς, τῆς φυλακῆς τῆς αἰτιοκρατίας, διαπερατῆς μόνον διὰ μίαν διακαῆ νοσταλγίαν πρὸς ἐλευθερίαν καὶ λύτρωσιν. Εἶναι γνωστὸν πὼς ἡ ἀπελευθέρωσις αὐτῆ συνετελέσθη διὰ τῆς νεωτέρας κοιναντικῆς θεωρίας, μὲ βᾶσιν τὸ διανοητικὸν πείραμα τοῦ Heisenberg. Τὸ Τυχαῖον, ἢ Τύχη εἰσέρχεται τὸ πρῶτον εἰς τὴν θεώρησιν τῶν φαινομένων ὡς σημαντικὸς παράγων, ἀναλαμβάνων οὐσιαστικὸν ρόλον εἰς τὴν ἔκβασιν τῶν γεγονότων. Παραμένει ὁμως αὐτῆ πάντοτε ἀντιμέτωπος πρὸς τοὺς αἰτιοκρατικοὺς νόμους τοὺς ὁποίους ἀντιστρατεύεται.

Οὕτως εἶχον τὰ πράγματα μέχρι πρὸ ὀλίγων δεκαετηρίδων, ὁπότε ἐπέπρωτο διὰ τῶν ἐργασιῶν τοῦ Ρώσου Φυσικοχημικοῦ Ilya Prigogine, χρονολογουμένων ἀπὸ τὸ 1950, νὰ ἐπέλθῃ μία μεταβολὴ εἰς τὸ σύμπλοκον τῶν ἐρωτημάτων αὐτῶν πρὸς νέαν κατεύθυνσιν. Διὰ τὰς ἐργασίας αὐτὰς ὁ Prigogine ἐτιμήθη τὸ 1974 μὲ τὸ βραβεῖον Nobel Φυσικοχημείας.

Ἡ κλασσικὴ θερμοδυναμικὴ ἐρευνᾷ τὰς ἐνεργειακὰς μεταβολὰς τῶν συστημάτων κατὰ τὴν μετάβασίν των ἀπὸ μιᾶς καταστάσεως ἰσορροπίας εἰς ἄλλην, διεξάγουσα νοερῶς τὴν μετάβασιν αὐτὴν εἰς βαθμίδας, κατὰ τρόπον ἀντιστρεπτόν. Αἱ ἐργασίαι τοῦ Prigogine ἀσχολοῦνται μὲ τὰ μέχρι τοῦδε παραμελημένα, μὴ ἀντιστρεπτά φαινόμενα καὶ ἰδιαιτέρως μὲ τὴν κατάστασιν τῶν συστημάτων μακρὰν τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας. Διαπιστώνει δὲ τὰ ἐξῆς, ὡς συνοπτικὸν ἀποτέλεσμα πολλῶν ἐργασιῶν.

Ἐκεῖ μακρὰν τῆς ἰσορροπίας συμβαίνουν φαινόμενα ἀπρόβλεπτα καὶ ἀθόρημητα τὰ ὁποῖα δὲν ἀναμένονται ἀπὸ τὴν κλασσικὴν στατιστικὴν.

Μέσα ἀπὸ μίαν μικρομοριακῶς χαώδη κατάστασιν ἐπιτελεῖται ἐμφάνισις ὀργανωμένων δομῶν μὲ ὀρισμένην συμμετρίαν, τὰς ὁποίας ὁ Prigogine ὀνομάζει Dissipative Strukturen. Τὰς μεταφράζομεν μὲ τὸν ὄρον δομαὶ ἐκ διασπορᾶς.

Αἱ δομαὶ ἐκ διασπορᾶς δυνατὸν νὰ φθάσων εἰς μέγεθος μέχρις καὶ χιλιοστοῦ καὶ νὰ ζήσων ὀλόκληρα δευτερόλεπτα ἢ καὶ ὥρας.

Αἱ δομαὶ αὗται εἶναι ὑπερμωριακαὶ ὀργανώσεις αἵτινες ἐπανξάνομεναι, δι' ἀπορροφήσεως ἐνεργείας ἀπὸ τὸ περιβάλλον, δύνανται νὰ ἀπομακρύνων τὸ σύστημα ἀκόμη περισσότερο ἀπὸ τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας καὶ νὰ προκαλέσων ἀνατροπὴν αὐτῆς, ὀδηγοῦσαι εἰς μίαν νέαν κατάστασιν ἰσορροπίας.

Λόγω τῆς διαφοροποιημένης κατανομῆς τῆς ὕλης εἰς τὸν χῶρον τῆς ἐκ διασπορᾶς δομῆς, ὁ ἀριθμὸς τῶν μοριακῶν συνδυασμῶν εἶναι μικρὸς ἐν συγκρίσει μὲ ἓνα χῶρον ὁμοιομόρφου κατανομῆς τῆς ὕλης. Ἐδῶ δὲν ἰσχύει ὁ ὑπολογισμὸς Boltzmann, ὅτι αἱ διακυμάνσεις εἶναι ἀνάλογοι μὲ τὴν τετραγωνικὴν ρίζαν τοῦ κατὰ κυβικὸν ἑκατοστὸν ἀριθμοῦ τῶν σωματιδίων. Τοιαῦται καταστάσεις θὰ ἦσαν ἄκρως ἀπίθανοι κατ' αὐτόν. Καὶ ὅμως παρατηροῦνται εἰς τὴν ἀνόργανον Χημίαν, εἰς τὴν Φυσικοχημίαν τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ πρωτίτως εἰς βιολογικὰ συστήματα.

Τὸ ἐπαναστατικὸν τῶν περιστατικῶν θὰ φανῆ περισσότερο ἐὰν εἰς τὸ σύμπλοκον τῶν ἀναπτυχθέντων δώσωμεν τὴν ἀκόλουθον διατύπωσιν: Μικρομωριακαὶ διακυμάνσεις δύνανται νὰ παίξων ἀποφασιστικὸν ρόλον εἰς τὸν σχηματισμὸν μακροσκοπικῆς τάξεως. Μὲ κλασσικὰς γνώσεις καὶ πεποιθήσεις τὸ γεγονός αὐτὸ εἶναι ἀπίστευτον.

Αἱ ἐκ διασπορᾶς δομαὶ εἶναι πεπρωικισμέναι μὲ τὴν πλέον πρωτόγονον μορφήν συνεννοήσεως, ἐὰν ἐπιτρέπεται ἡ ἀνθρωποκεντρικὴ αὐτῆ ἔκφρασις, μεταξὺ ἐνὸς μεγάλου ἀριθμοῦ μορίων.

Ἐνῶ αἱ δομαὶ ἰσορροπίας, αἱ συντηρητικαὶ δομαί, χαρακτηρίζονται δι' ἐνὸς ἐλαχίστου ἐλευθέρως ἐνεργείας, αἱ ἐκ διασπορᾶς δομαὶ χρειάζονται συνεχῆ τροφοδότησιν μὲ ὕλην καὶ ἐνέργειαν ἀπὸ τὸ περιβάλλον, ὅπως συμβαίνει εἰς τοὺς ζῶντας ὀργανισμούς.

Αἱ δομαὶ αὗται εἶναι ἀσταθῆ κατασκευάσματα ἔνθα ἀρκοῦν ὀλίγα μόνον ἀποφάσεις διὰ νὰ ὀδηγήσων τὸ σύστημα εἰς νέαν, σταθερωτέραν μακροσκοπικὴν δομήν.

Αἱ ἀποφάσεις λαμβάνονται εἰς τὰς διακλαδώσεις, εἰς τὰ σταυροδρόμια μιᾶς σειρᾶς διαδοχικῶν, ἀλυσιδωτῶν ἀντιδράσεων. Τὸ σύστημα ἔχει τὴν δυνατότητα νὰ ἐκλέξῃ μεταξὺ δύο ἢ καὶ περισσοτέρων δρόμων, αἱ διακυμάνσεις γίνονται εἰς τὰς θέσεις αὐτὰς μεγαλύτεραι, καὶ ἐπανξάνομεναι ἀποτελοῦν τὸ προοίμιον δημιουργίας νέων δομῶν.

Ὡς παράδειγμα θὰ ἀναφέρωμεν ἀπὸ τὴν ὕδροδυναμικὴν τὴν μετάπτωσιν μιᾶς γραμμικῆς κινήσεως τῆς ροῆς ὑγρῶν εἰς ροὴν μὲ στροβίλους. Ὅταν ὁ λεγόμε-

νος ἀριθμὸς *Reynold* (1842-1912) ὑπερβῆ μίαν κατωφλικὴν τιμὴν, τότε παρατηροῦμεν τὴν ἐμφάνισιν στροβίλων οἱ ὅποιοι ὅμως ἀντιπροσωπεύουν ἀνωτέραν τάξιν συμμετρίας ἐν συγκρίσει μὲ τὴν γραμμικὴν ροήν.

Ἐνα ἄλλο παράδειγμα ἀσταθείας μᾶς στασίμου καταστάσεως εἶναι τὰ φαινόμενα ἅτινα προηγοῦνται τοῦ βρασμοῦ ἐνὸς ὕγρου. Ὄταν ἡ θερμοκρασία τοῦ θερμαινομένου ὕγρου φθάσῃ μίαν ὠρισμένην τιμὴν, τότε σχηματίζονται ἐξαγωνικαὶ κυφελίδες, ἐντὸς τῶν ὁποίων ἕνας μεγάλος ἀριθμὸς μορίων ἔχει τὴν αὐτὴν ταχύτητα. Τοῦτο σημαίνει τάξιν καὶ τάξεις σημαίνει μικρὰν ἐντροπίαν. Αἱ κυφελίδες αὐταὶ τοῦ *Bernard* ἀναλαμβάνουν ταχύτεραν μεταφορὰν θερμότητος καὶ θὰ ἦτο σύμφωνον μὲ τὴν ἀρχὴν τοῦ *Bolzmann* τελείως ἀπίθανον νὰ ἐμφανισθοῦν. Ἡ ἐξήγησις εἶναι ὅτι εὐρίσκονται μακρὰν τῆς θέσεως τῆς ἰσοροπίας, ὅπου δὲν ἰσχύει ὁ τρόπος ὑπολογισμοῦ τῶν πιθανοτήτων κατὰ *Bolzmann*.

Πότε παρατηρήθησαν τὸ πρῶτον τὰ φαινόμενα αὐτά; Πρέπει νὰ ἀνατρέξωμεν εἰς τὴν ἀρχαιότητα. Μαθηταὶ τοῦ *Δημοκρίτου*, τοῦ Ἐπικούρου, παρατηροῦντες τὴν ροὴν τοῦ ὕδατος εἰς τὰς ὄχθας ποταμῶν προέβαινον εἰς φυσικο-φιλοσοφικοὺς συλλογισμοὺς ἐπὶ τοῦ γεγονότος, ὅτι ὅταν ἡ ταχύτης τῆς ροῆς ὑπερβῆ μίαν ὠρισμένην τιμὴν, τότε ἐμφανίζεται στροβιλώδης ροὴ ἡ ὁποία καταργεῖ τὴν κανονικὴν ροὴν παραλλήλως πρὸς τὴν ὄχθην. Τὸ ἀπροσδόκητον ὅμως εἶναι ὅτι οἱ στροβίλοι αὐτοὶ δὲν ἀνταποκρίνονται εἰς χεῖρα κατάστασιν, ἀλλὰ ἐμπεριέχουν τάξιν καὶ ὀργάνωσιν.

Τὰ φαινόμενα αὐτά, ἐπῆρξαν ἡ κριωτέρα πηγὴ ἐμπνεύσεως διὰ τὴν Φυσικὴν τοῦ *Ρωμαίου Titus Loucretius Carus* κατὰ τὸν πρῶτον π. Χ. αἰῶνα. Οἱ *Ρωμαῖοι* ἄρχιζαν νὰ γράφουν καλύτερα ποιήματα, ὅτε ὁ *Λουκρίτιος* συνέταξε μακροσκελὲς σύγγραμμα εἰς ἐξάμετρα *de rerum natura*, διὰ τοῦ ὁποίου προσεπάθει νὰ διαδώσῃ ἐκλαϊκευτικῶς τὴν Φιλοσοφίαν τοῦ Ἐπικούρου, ἀμβλύνων φιλοσοφικὰς πικρίας διὰ τῆς ὠραιότητος τῶν στίχων του. Ὁραματίζετο ὅτι τὰ ἄτομα πίπτουν αἰωνίως εἰς τὸ κενὸν καὶ ὅτι κατὰ τὴν παγκοσμίαν των πτώσιν, εἰς τόπον ἀκαθόριστον καὶ εἰς χρόνον ἄδηλον, ὑφίστανται ἐλαφρὰν τινα ἀπόκλισιν ἀπὸ τὴν πορείαν των, τὴν ὁποίαν ἀπεκάλεσεν *Clinamen*. Ἀπὸ τοὺς ἀθροζμήτως προκαλουμένους στροβίλους δημιουργεῖται τὸ σύνολον τῶν φυσικῶν ὄντων. Τὴν λέξιν *Clinamen* *Clinaminis* ἐσχημάτισεν προφανῶς ἀπὸ τὴν Ἑλληνικὴν ρίζαν τοῦ κλίνω, ἀποκλίνω, ἐκτρέπομαι. Τὸ *Clinamen*, ἐὰν θελήσωμεν νὰ τὸ ἐκφράσωμεν καθαρῶς νεοελληνικῶς, εἶναι «ἢ σαῖτα πὺδ σκίζει τὸ φάδι καὶ τὸ στημόνι νὰ πεταχτῆ ὄξω ἀπὸ τὸν ἀργαλειὸ τῆς ἀνάγκης», ὅπως θὰ ἔλεγεν ὁ *Καζαντζάκης*.

Γνωρίζομεν σήμερα ποῖα πρέπει νὰ εἶναι αἱ ἐξωτερικαὶ συνθήκαι διὰ τὴν ἐμφάνισιν τῶν δημιουργικῶν αὐτῶν πυρήνων. Μικραὶ ἀποκλίσεις ἀπὸ τὴν θέσιν

τῆς ἰσορροπίας περιγράφονται ἀπὸ τὴν λεγομένην γραμμικὴν θερμοδυναμικὴν διότι οἱ θερμοδυναμικοὶ τῶν παραμέτροι εἶναι γραμμικαὶ συναρτήσεις τῶν ροῶν καὶ τῶν δυνάμεων. Τὸ σύστημα διακρίνεται, καίτοι δὲν εὐρίσκεται εἰς θέσιν ἰσορροπίας, ὑπὸ μιᾶς σχετικῆς σταθερότητος, τῆς ὁποίας τὸ κυριώτερον χαρακτηριστικόν, εἶναι τὸ ἐλάχιστον παραγωγῆς ἔντροπίας. Ἐδῶ αἱ διακυμάνσεις παραμέτρων ἐντὸς ὀρισμένων ὁρίων καὶ τὸ σύστημα ἐπανέρχεται εἰς τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας, μὲ τὴν ὁποίαν εἶναι συνδεδεμένον δίκην ἐνὸς ἐλατηρίου. Ὅταν ὅμως αἱ διακυμάνσεις γίνωνται μεγαλύτεραι καὶ μεταφέρουν τὸ σύστημα μακρὰν τῆς ἰσορροπίας, τότε εἰσερχόμεθα εἰς τὴν περιοχὴν τῆς μὴ γραμμικῆς θερμοδυναμικῆς, ὅπου τὰ δυναμικὰ καὶ αἱ ροαὶ γίνονται πολύπλοκοι συναρτήσεις τῶν δυνάμεων. Δυνατὸν τότε νὰ συμβῇ, οἱ δημιουργικοὶ αὐτοὶ πυρῆνες νὰ προκαλέσουν τὴν γέννησιν νέας τάξεως, ἣτις ἀποικοδομεῖ τὴν παλαιὰν ἰσορροπίαν.

Ἀπὸ τὰς διαπιστώσεις αὐτὰς προκύπτει καὶ ἓνα ἄλλο συμπέρασμα γενικωτάτης σημασίας. Ἐπειδὴ δὲν ὑπάρχει θερμοδυναμικὴ ἰσορροπία τόσον σταθερά, ὥστε νὰ μὴ ἐπηρεάζεται ἀπὸ τὰ συνεχῆ πλήγματα τοῦ περιβάλλοντος καὶ ἀπὸ τὴν ἀποσυνθετικὴν δράσιν τῶν *Clipamen*, θὰ ὑπάρξῃ πάντοτε κατάργησις ἰσορροπιῶν καὶ ἀντικατάστασις αὐτῶν δι' ἄλλων, μία συνεχῆς διαδοχὴ τῶν γεγοτότων. Τοῦτο σημαίνει ὅτι ἡ Ἱστορία δὲν ἔχει τέλος.

Ἀντιλαμβανόμεθα ὅτι εὐρισκόμεθα πρὸ μιᾶς αὐτοοργάνωσης τῆς νεκρᾶς ὕλης. Ἴσως νὰ ἦτο ὀλίγον βεβιασμένον νὰ δοθῇ εἰς τὸ σύμπλοκον αὐτῶν τῶν φαινομένων ἡ ὀνομασία αὐτοοργάνωσις. Διότι λέγοντας αὐτοοργάνωσιν ἐννοοῦμεν εἰς τὸ παρὸν στάδιον, τὴν πλέον πρωτόγονον μορφήν μιᾶς ὀργάνωσης δηλαδὴ μίαν ἀνομοιογενῆ κατανομήν τῆς ὕλης εἰς τὸν χῶρον ἢ εἰς τὸν χρόνον. Ἡ αὐτοοργάνωσις τῆς νεκρᾶς ὕλης δὲν εἶναι μία ἐνδόμυχος ἰκανότης τῆς ὕλης, τὴν ὁποίαν μέχρι τοῦδε ἀγνοοῦσαμεν, ἀλλὰ ἓνα πολύπλοκον φαινόμενον προκῦπτον ἐκ τῆς ἀλληλοεπιδράσεως τῶν οὐσιῶν, ὅταν αὐστηρῶς τηροῦνται ὀρισμένοι ὄρια καὶ συνθῆκαι, μὲ ἀποτέλεσμα τὴν ἀθόρμητον ἐμφάνισιν τῶν δομῶν ἐκ διασπορᾶς.

Χρησιμοποιοῦντες λοιπὸν τὴν λέξιν αὐτοοργάνωσιν ἐπιβάλλεται ἐπιφυλακτικότης, νὰ μὴ μεταφέρῃ κανεὶς ἀνεπιτρέπτως ἰκανότητος, αἵτινες ἀπεκτῆθησαν εἰς πολὺ ἀνωτέραν βαθμίδα ἐξελίξεως, εἰς μίαν εἰσέτι πρωτόγονον κατάστασιν τῆς ὕλης.

Τὰ φαινόμενα αὐτοοργάνωσης διέπονται ἀπὸ ἓνα λεπτὸ παιχνίδι ἀμοιβαίας ἐπιρροῆς καὶ ἐπιδράσεως τῆς Τύχης ἀφ' ἐνὸς καὶ τῆς Ἀναγκαιότητος ἀφ' ἐτέρου. Αἰτιοκρατικῶς ἐθεωροῦντο ἀπορριπτέα, ἀπίθανα, καὶ ἐν τούτοις δύνανται νὰ ἐμφανισθοῦν. Τύχη καὶ αἰτιοκρατικὴ Ἀναγκαιότης δὲν ἀντιπαρίστανται πλέον

ώς πολέμοι, αλλά είναι δύο παράγοντες από κοινοῦ συνεργαζόμενοι διὰ τὴν ἔκβα-
σιν ἐνὸς φαινομένου.

Σήμερον, εἶναι γνωστὴ σειρὰ χημικῶν ἀντιδράσεων μὲ τὰ χαρακτηριστικὰ αὐτομάτου αὐτοοργανώσεως, τῶν ὁποίων ἡ πρώτη ἀνεκαλύφθη τὸ 1960 ὑπὸ τῶν χημικῶν Belusof - Zhabotinsky. Πρόκειται περὶ τῆς ὀξειδώσεως ὀργανικῶν ὀξέων μὲ βρωμικὸν κάλλιον $KBRO_4$ παρουσία καταλυτῶν ὡς εἶναι τὸ Μαγγάνιον, τὸ Δημήτριον, ἡ Φερροΐνη καὶ ἄλλα. Σύμφωνα μὲ τὰς μοριακὰς συνθήκας τὰς ὁποίας ἐπιβάλλομεν εἰς τὸ ἀντιδρῶν μίγμα, ἐπιτυγχάνομεν νὰ φθάσῃ τοῦτο εἰς μίαν θέσιν ἰσορροπίας, νὰ ξεπεράσῃ αὐτήν, νὰ παλινδρομήσῃ τότε, νὰ διέλθῃ ἐκ νέου διὰ τῆς θέσεως ἰσορροπίας, διευθυνόμενον πρὸς ἀντίθετον κατεύθυνσιν καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Ἡ χημικὴ σύνθεσις τοῦ ἀντιδρῶντος μίγματος ταλαντοῦται περὶ μίαν θέσιν τελικῆς ἰσορροπίας μὲ συνεχῶς ἐλαττούμενον εὗρος. Δηλαδή ἔχομεν πρὸ ἡμῶν ἓνα φυσικὸν ἐκκρεμὲς μὲ ἀποσβεννύμενον εὗρος ταλαντώσεων, ἓνα χημικὸν ὥρολόγιον.

Εἰς τὸ σύντομον χρονικὸν διάστημα ἀπὸ τῆς ἀνακάλυψως τῆς ἀντιδράσεως Beluson - Zhabotinsky ἔχουν δημοσιευθῆ ἄνω τῶν 50 ἐργασιῶν διὰ χημικὰ ὥρολόγια, τῶν ὁποίων ὅμως ἡ ποσοτικὴ, μαθηματικὴ διεργασία, εἶναι δύσκολος καὶ πολύπλοκος, ὥστε μία ὀλόκληρος σχολὴ νὰ ἀσχολῆται μὲ ἓνα καὶ μόνον πρό-
τυπον. Φέρουν δὲ αὐτὰ τὰ ὀνόματα τῶν πόλεων ὅπου γίνεται ἡ ἔρευνά των, ὅπως Bruesselator, Oregonator, Palaltonator, κ.ο.κ. Καίτοι κάθε χημικὸν ὥρολόγιον ἔχει ἴδιον μηχανισμόν καὶ δὲν ὑπάρχουν γενικοὶ κανόνες δι' αὐτά, εἶναι ἐν τούτοις γνωσταὶ προϋποθέσεις διὰ νὰ ἐμφανισθοῦν παλινδρομοῦσαι ἀντιδράσεις. Μία τῶν ἀπαραιτήτων προϋποθέσεων διὰ τὴν ἐμφάνισίν των εἶναι καὶ ἡ παρουσία μιᾶς αὐτοκαταλυτικῆς βαθμίδος. Λίαν ἐξαιρετικὰς ἰδιαζούσας συνθήκας συναντῶμεν εἰς τὰς διακλαδώσεις μιᾶς ἀλυσιδωτῆς ἀντιδράσεως. Εἶναι ἐκεῖ ἀδύνατον ἐπὶ τῇ βάσει οἰασθήποτε μακροσκοπικῆς αἰτιοκρατικῆς ἐξισώσεως νὰ ἀποφανθῶμεν ποῖον δρόμον θὰ ἀκολουθήσῃ μία ἀντίδρασις, ὅταν οἱ δρόμοι αὐτοὶ ἔχουν τὸ αὐτὸ ἐνεργειακὸν περιεχόμενον. Συνήθως ἀπαντᾷ κανεὶς εἰς τὸ ἐρώτημα αὐτὸ λέγων, ὅτι ἡ ἀντίδρασις ἐκλέγει τελείως τυχαίως μίαν τῶν προσφερομένων ὁδῶν καὶ ἐννοεῖ τὴν ἄνευ οὐδεμιᾶς καθοδηγήσεως τυφλὴν τύχην. Καὶ ναὶ μὲν οἱ δύο δρόμοι δυνατὸν νὰ εἶναι ἰσότημοι, ἀλλὰ ὀδηγοῦν εἰς διαφόρους οὐσίας, ὅποτε ὁ δεξιὸς δρόμος δυνατὸν θὰ παραγάγῃ μίαν ἄλλην ἔνωσιν ἀπὸ τὸν ἀριστερόν.

Μὲ τὴν ἐπίδρασιν ἐξωτερικῶν πεδίων ἠλεκτρικοῦ μαγνητικοῦ πεδίου βαρῦ-
τητος, αἴρεται ἡ συμμετρία τοῦ χώρου, τὰ μόρια δύνανται νὰ διακρίνουν τί εἶναι ἄνω, τί κάτω, τί δεξιὰ, ἢ ἀριστερά, ὅποτε καὶ εἰς τὰ σταυροδρόμια ἀναιρεῖται ἡ

ισοτιμία τῶν ὁδῶν. Ἐχομεν πρὸ ἡμῶν τὰς λεγομένας ὑποστηριζόμενας διακλαδώσεις.

Μακρὰν τῆς ἰσορροπίας ἡ ὕλη ἀπαντᾷ εἰς λεπτὰς ἀλλαγὰς τοῦ περιβάλλοντος κατὰ τρόπον πολὺν εὐπαθέστερον ἀπὸ τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας, ὅπου λεπταὶ διαφοραὶ δὲν ἔχουν κἄν ἐπίδρασιν. Εἶναι ὡς ἐὰν ἡ ὕλη ἀρχίξῃ νὰ ἀντιλαμβάνεται τὸ περιβάλλον. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι ἐδῶ αἱ διακυμάνσεις χρησιμοποιοῦν τὰς λεπτὰς διαφορὰς διὰ νὰ προκαλέσουν τὴν γέννησιν διαφόρων δομῶν. Εἰς τὴν θέσιν ἰσορροπίας ὑπάρχει μία καὶ μόνη δομή, ἡ σταθερωτέρα.

Εἰς τὴν θέσιν ἰσορροπίας ἐπικρατεῖ ἀδιάφορον χάος. Ἐντὸς τῶν ἐκ διασπορᾶς δομῶν ὑφίσταται ἓνα ἐνεργὸν χάος, περὶ τοῦ ὁποίου ὑπὸ κάπως ἄλλην μορφήν, ὠμίλον καὶ οἱ Προσωκρατικοὶ φιλόσοφοι. Ἐδῶ ἀποκαθίστανται σχέσεις μεταξὺ ἀπομεμακρυσμένων γεγονότων, ἀκόμη καὶ εἰς μακροσκοπικὰς ἀποστάσεις αἱ ἀντιδράσεις ἀρχίζουσιν νὰ ἀλληλοεξαρτῶνται, τοπικὰ φαινόμενα ἐπιδρῶν ἐπὶ τοῦ συνόλου.

Πρὸ διετίας εἶχα τὴν εὐκαιρίαν νὰ ἀνακοινώσω εἰς τὴν Ἀκαδημίαν Ἀθηνῶν ἐργασίαν διὰ τῆς ὁποίας διεπιστοῦτο ἡ ἐμφάνισις μιᾶς ἀκτινοβολίας μικροκνύτων κατὰ τὴν πορείαν μιᾶς χημικῆς ἀντιδράσεως. Ἐπειδὴ αἱ ἀκτινοβολίαι αὗται παρουσιάζονται μακρὰν τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας, προσφέρονται κατ' ἐξοχὴν διὰ τὴν διερεῦνησιν τῆς ἐσωτερικῆς ὑφῆς τῶν ἐκ διασπορᾶς δομῶν ἐκ τῶν ἀλλοιώσεων διὰ ἐξωτερικῶν πεδίων.

Πρὸς στιγμὴν εἶμαι ἀπησχολημένος μὲ πειράματα παρακολουθήσεως τῶν μικροκνυματικῶν ἀκτινοβολιῶν κατὰ τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις καὶ σύγκρισιν αὐτῶν μὲ τὰς ἀκτινοβολίας τοῦ ἀντιδρῶντος μίγματος, ὅταν αὐτὸ εὐρίσκεται ἐντὸς ἑνὸς ἐξωτερικοῦ πεδίου. Ἐλπίζω νὰ εἶμαι εἰς θέσιν ἐντὸς τοῦ προσεχοῦς μέλλοντος νὰ ἀνακοινώσω τὰ ἀποτελέσματα τῆς ἐρεῦνης αὐτῆς εἰς τὴν Ἀκαδημίαν Ἀθηνῶν.

Εἰς τὸν ἀνόργανον κόσμον αἱ ἐκ διασπορᾶς δομαὶ δὲν εἶναι τόσον συχναί. Ἐκεῖ ὅμως ὅπου οἱ δημιουργικοὶ αὐτοὶ πυρῆνες ἐμφανίζονται πολυπληθεῖς, ὥστε νὰ εἶναι ὁ γενικὸς κανὼν, εἶναι αἱ βιοχημικαὶ ἀντιδράσεις, αἱ ἀντιδράσεις τῆς ζώσης ὕλης. Ἐδῶ τὰ φαινόμενα γίνονται αἰφνιδίως ἄκρως πολύπλοκα. Διότι εἰς τὴν πορείαν τῶν παρουσιάζεται ὄχι μόνον ἓνα κέντρον *Clinamen*, ἀλλὰ περισσότερα τὰ ὁποῖα ἀλληλοεπηρεάζονται, εἴτε συναγωνίζονται εἴτε συνεργάζονται.

Ἡ μοριακὴ Βιολογία ἔχει μὲν ἀναγάγει τὰ συστήματά της εἰς σχετικῶς ὀλίγα βασικὰ βιομόρια, ἡ πολυπλοκότης ὅμως τῶν ἀντιδράσεων εἶναι μεγάλη λόγῳ τῆς συμμετοχῆς τῶν ἐνζύμων τῶν ὀργανικῶν καταλυτῶν, τὰ ὁποῖα ἐπεμβαίνοντα κατὰ τὴν ἐναλλαγὴν τῆς ὕλης, εἴτε ἐνεργοποιοῦν, εἴτε ἀναχαιτίζουσιν ἀλυσιδωτὰς ἀντιδράσεις. Ἐδῶ ἐπεμβαίνουσιν καταλυτικὰ φαινόμενα, αὐτοκαταλύσεις, ἀναδράσεις ὑπὸ σχηματισμὸν βρόχων, ἐν συνόλῳ ἀντιδράσεις μεγίστης μὲν πολυ-

πλοκότητος, ἀλλὰ θαυμαστοῦ συντονισμοῦ καὶ λεπτοτάτης ὀργανώσεως. Τί μπορεῖ νὰ κἀνῃ μία αὐτοκατάλυσις θὰ ἤθελα νὰ δείξω μὲ ἓνα παραστατικὸν παράδειγμα αὐτοκαταλυτικῆς χημικῆς ἀντιδράσεως, μεταφερόμενον ὅμως εἰς ὀλοκλήρους βιολογικοὺς ὀργανισμούς. Εἶναι οἱ σχηματιζόμενοι ἀπὸ τοὺς τερμίτες λοφίσκοι διὰ συσσωρεύσεως χωματένιων σβώλων εἰς ὠρισμένας ἐποχὰς τοῦ ἔτους. "Ενας τερμίτης, ἓνα πτερωτὸν μυρμύγκι, μεταφέρει ἓναν χωματένιον σβῶλον καὶ τὸν ἀφήνει νὰ πέσῃ τυχαίως εἰς ἓνα μέρος. Λέγομεν μὲ μεγάλην ἐπιφύλαξιν τὴν λέξιν τυχαίως. Ὁ σβῶλος αὐτὸς γίνεται πυρῆν καὶ ἀφετηρία διὰ τὸν σχηματισμὸν τοῦ λοφίσκου. Οἱ ἄλλοι τερμίτες ἔρχονται καὶ ἀποθέτουν τοὺς σβῶλους των εἰς τὸ ἴδιον μέρος καὶ τοῦτο, διότι οἱ σβῶλοι εἶναι ἐμποτισμένοι μὲ μίαν ὁρμόνην, ἡ ὁποία ἔλκει τοὺς τερμίτες εἰς τὴν θέσιν αὐτήν. Ἡ συγκέντρωσις τῆς ὁρμόνης περὶ τὸν πυρῆνα ἀξάνει ραγδαίως καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ἡ ἀπόθεσις τῶν σβῶλων καὶ τὸ μέγεθος τοῦ λοφίσκου. Ἡ ἀρχή, ἡ ἀπόθεσις τοῦ πρώτου σβῶλου, ἦτο τυχαία, ὅ,τι κατόπιν ἀκολουθεῖ γίνεται μὲ αἰτιοκρατικὴν ἀναγκαιότητα. Πρόκειται περὶ μιᾶς αὐτοκαταλύσεως, ἔνθα τὸ προῖόν τῆς ἀντιδράσεως ἐπιταχύνει αὐτὴν ταύτην τὴν ἀντίδρασιν ἀπὸ τὴν ὅποιαν προέκλυεν.

Μία περίπτωσις παλλομένης ἀντιδράσεως, ἣτις ἔχει λίαν ἐπιμελῶς ἐρευνηθῆ, λόγῳ τῆς μεγάλης βιοχημικῆς σπουδαιότητος εἶναι καὶ ὁ κύκλος τῆς γλυκόζης. Πρόκειται περὶ μιᾶς μεταβολικῆς ἀντιδράσεως, κατὰ τὴν ὅποιαν ἡ γλυκόζη μετατρέπεται εἰς τριφωσφορικὴν ἀδενοζίνην, πηγὴν ἐνεργείας διὰ τὸ κύτταρον.

Ἐδείχθη ὅτι αἱ συγκεντρώσεις μεταβάλλονται περιοδικῶς, ὅπου αἱ περιοδοὶ ρυθμίζονται ὑπὸ μιᾶς βαθμίδος εἰς τὴν σειρὰν τῶν ἀντιδράσεων. Αὐτὴ ἡ βαθμὶς, ἐνεργοποιεῖται διὰ τῆς διφωσφορικῆς ἀδενοσίνης ADP καὶ ἀναχαιτίζεται διὰ τῆς τριφωσφορικῆς ἀδενοσίνης ATP. Ὅταν τὸ κύτταρον χρειάζεται ἐνέργειαν, μετατρέπει τὴν τριφωσφορικὴν εἰς διφωσφορικὴν ἀδενοσίνην, ἀντιστρόφως δὲ ὅταν θέλῃ νὰ ἀποθημεύσῃ ἐνέργειαν. Καὶ ἐδῶ ὑπὸ ὠρισμένας ὀριακὰς συνθήκας διαμορφοῦται ἓνα χημικὸ ὠρολόγι. Ὅλα συμβαίνουν μακρὰν τῶν ἐκάστοτε ἰσορροπιῶν, ἔνθα δομαὶ ἐκ διασπορᾶς παίζουσιν σπουδαιότατον πρωταρχικὸν ρόλον. Κατὰ τὰς ἀντιδράσεις αὐτὰς τὸ βιολογικὸν σύστημα διατρέχει θέσεις μεταξὺ τυχαίων διακυμάνσεων καὶ αὐστηρῶς καθωρισμένων κανονικοτήτων.

Ὡς ἤδη ἐλέχθη, πλησίον μιᾶς διασταυρώσεως τὸ τυχαῖον παίζει ἓνα πρωτεύοντα ρόλον, ἐνῶ εἰς τὰ διαστήματα μεταξὺ τῶν διασταυρώσεων κυριαρχεῖ αὐστηρὰ αἰτιότης. Ὅταν τὸ Τυχαῖον ἀποφασίσῃ εἰς μίαν διακλάδωσιν ποῖον δρόμον θὰ ἐκλέξῃ, παραδίδει τὴν ἀπόφασίν του εἰς τὸ ἐκτελεστικὸν ὄργανον, τὴν Αἰτιοκρατικὴν Ἀναγκαιότητα, ἣτις δὲν εἶναι ἄλλο τι ἢ μὴ ἢ αὐστηρὰ, ἀμετάκλητος ἐφαρμογὴ τῶν μακροσκοπικῶν νόμων τῆς Μηχανικῆς.

Ὁ πειρασμὸς εἶναι μεγάλος νὰ θίξωμεν ἐδῶ τὸ ἐρώτημα, πῶς ἐνεφανίσθη τὸ πρῶτον ἢ ζωὴ εἰς τὸν πλανήτην μας. Θὰ ἐνόμιζε κανεὶς ὅτι τὰ τελευταῖα ἐπιτεύγματα, περὶ αὐτοοργανώσεως τῆς νεκρᾶς ὕλης, θὰ μᾶς ἔφερον πλησιέστερα εἰς μίαν ἀπάντησιν εἰς τὸ ἐρώτημα αὐτό. Μᾶλλον τὸ ἀντίθετον συμβαίνει. Τώρα ἀρχίζουμε νὰ ἐννοοῦμε πόσον ἀφαντάστως πολύπλοκα εἶναι τὰ βιολογικὰ φαινόμενα τῆς ζωῆς, τώρα ἀρχίζουμε νὰ συνειδητοποιοῦμε πόσον μακρὰν εὐρισκόμεθα ἀπὸ μίαν ἔστω καὶ ἀμυδρὰν λύσιν τοῦ προβλήματος. Αὐτὸς ὁ Darwin, ἐρωτηθεὶς μετὰ τὴν τεραστίαν ἐπιτυχίαν τὴν ὁποίαν εἶχε τὸ σύγγραμμά του, (1.200 ἀνάτυπα τὴν πρώτην ἡμέραν τῆς ἐκδόσεως) ὡς πρὸς τὴν γένεσιν τῆς ζωῆς, ἀπῆντησε ὅτι δὲν νομίζει ὅτι τὸ πρόβλημα αὐτὸ ἐπιδέχεται λύσιν ἀπὸ τοὺς ἐρευνητάς.

Ἄς συγκεντρώσωμεν τὴν προσοχὴν μας εἰς τὸ Τυχαῖον. Ἄς ἀφίσωμεν χάριν ἑνὸς διανοητικοῦ πειράματος τὴν Τύχην, τὴν τυφλήν, ἀκαθοδήγητον Τύχην, νὰ συνθέσῃ, μόνη της, ἕνα βιομόριον, μίαν πρωτεΐνην. Αἱ πρωτεΐναι εἶναι μακρομοριακαὶ ἐνώσεις ἀπαρτιζόμεναι ἀπὸ περίπου ἑκατὸν θεμελιώδεις λίθους ἀμινοξέων συνδεδεμένων κατὰ τὸν τρόπον τῶν πεπτιδίων. Ὑπάρχει ἕνας πολὺ μεγάλος ἀριθμὸς τοῦ τρόπου συνδέσεως τῶν 100 αὐτῶν σχετικῶς ἀπλῶν, βασικῶν μορίων. Οἱ συνδυασμοί, τῶν κατὰ σειρὰν ἐνώσεών των, ἀνέρχονται εἰς τὸν τεράστιον, ἀσύλληπτον ἀριθμὸν 10^{130} . Κάθε τρόπος συνδέσεως ἀνταποκρίνεται καὶ εἰς μίαν ἄλλην οὐσίαν, εἰς ἕνα ἄλλο ἰσομερές, ὥστε νὰ προβλέπωνται 10^{130} ἰσομερῆ μὲ διαφοροὺς φυσικοχημικὰς ιδιότητας. Ὁ χῶρος ὅστις θὰ ἠδύνατο νὰ περιλάβῃ αὐτὰς εἶναι τῆς τάξεως μεγέθους ὀλοκλήρου τοῦ Σύμπαντος. Ἐξ αὐτῶν τῶν ἰσομερῶν ἓν καὶ μόνον εἶναι κατάλληλον, λόγῳ τῆς δομῆς του, διὰ τὰς βιομηχανικὰς λειτουργίας ἑνὸς οργανισμοῦ. Συνεπῶς θὰ πρέπει ἡ τυφλὴ Τύχη νὰ ἐκλέξῃ, κατὰ τὴν σύνθεσιν, μεταξὺ τῶν ἑξ ἴσου πολλῶν διακλαδώσεων καὶ σταυροδρόμων ἐκείνους τοὺς δρόμους οἱ ὁποῖοι ὀδηγοῦν εἰς τὸ κατάλληλον αὐτὸ ἰσομερές. Ἡ διαδρομὴ εἶναι πράγματι πλέον ἢ λαβυρινθώδης καὶ ὁ ἀπαιτούμενος χρόνος συνθέσεως θὰ ὑπερέβαιναν πᾶν ἐπιτρεπτὸν ὄριον. Εἶναι ἀδύνατον νὰ γίνῃ ἡ διαδρομὴ τυχαίως ἄνευ καθοδηγήσεως. Καταλήγομεν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι ἕνας ἄλλος μηχανισμὸς ὀδήγησεν εἰς τὸν σχηματισμὸν τῆς διὰ τὸν βίον καταλλήλου πρωτεΐνης.

Ἡ σημερινὴ μοριακὴ βιολογία εἶναι μία θαυμαστὴ συνεργασία μεταξὺ κλασσικῆς Βιολογίας καὶ Φυσικῆς.

Ἀποτελεῖ ἕνα εὐπρόσδεκτον ἐπιχείρημα τῶν θεομαχούντων, ὅτι εἰς τὴν κατακτητικὴν της πορείαν ἡ Μοριακὴ Βιολογία ἔχει ἀποσπᾶσει ἕδαφος τῆς κυριαρχίας τῆς θρησκευτικῆς παρατάξεως. Ἐν τούτοις, ἡ Μ. Β. δὲν ἔχει κατορθώσει νὰ ἀποδείξῃ, ὅτι ὅλα τὰ φαινόμενα τῆς ζωῆς ἐρμηνεύονταν μὲ μόνον τοὺς Νόμους

τῆς Φυσικῆς καὶ ὅτι ἡ Θεία Βούλησις καὶ ἡ Θεία ἐπέμβασις εἰς τὰ βιολογικὰ φαινόμενα εἶναι περιττή.

Καταλαμβάνεται κανεὶς ὑπὸ ἀπογοητεύσεως καὶ πικρίας, ὅταν βλέπη ἐξέχοντα πνεύματα ὑψηλῆς ἐπιστημονικῆς στάθμης νὰ καταφεύγουν εἰς τὰς πλέον ἀπιθάνους ἐξεζητημένας θεωρίας ἐπὶ τῶν προκειμένων προβλημάτων, αἵτινες τίποτε δὲν ἀποδεικνύουν εἰ μὴ μόνον τὴν, ὁμολογουμένως, ἀρίστην λειτουργίαν τοῦ ἐγκεφάλου των, μόνον καὶ μόνον διὰ νὰ ἀποφύγουν νὰ δώσουν μίαν ἀπλήν θρησκευτικὴν ἐρμηνείαν, ὡς ἐὰν αὐτὴ ἦτο μειωτικὴ διὰ τὴν διανόησιν. Μεταφερόμεθα ὑπ' αὐτῶν εἰς ἓνα πυκνόν, ἀδιαπέρατον δάσος ἀφηρημένων ἐννοιῶν, ὅπου ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι πλήρης μιᾶς αὐταρέσκου πνευματικότητος. Δικαίως ἀκούγεται ἡ κραυγὴ («*Αχ, ποῦ εἶναι ἡ ἀπλότης νὰ σώσῃ αὐτὸ τὸ λιγάκι ποῦ λέμε 'Αλήθεια*»).

Ἐὰν προσδώσωμεν εἰς τὸ Τυχαῖον μίαν θρησκευτικὴν διάστασιν, τὰ πάντα προσλαμβάνουν μίαν χαρμόσυνον χροιάν διαχύτου αἰσιοδοξίας. Καὶ τοῦτο δὲν ἀποτελεῖ καινοτομίαν. Εἰς ὅλας τὰς ἐποχὰς καὶ εἰς ὅλους τοὺς λαούς, ἀνεξαρτήτως θρησκευματος, ἐπεκράτησεν ἡ πίστις ὅτι τὸ Τυχαῖον, τὸ ἀνθρωπίνως ἀδιακυβέρνητον, ὑπόκειται εἰς τὴν ἀποκλειστικὴν κυριαρχίαν τῆς Θεότητος. Ἡ πίστις εἰς τὸ θεογενὲς τοῦ Τυχαίου ἐμφωλεύει βαθεῖα εἰς τὰς καρδίας τῶν ἀνθρώπων. Ὁ Πίνδαρος ἐθεώρει, ὅτι Τύχη καὶ Θεότης εἶναι τι τὸ ἐνιαῖον καὶ ὅτι ἡ τύχη δὲν εἶναι δύναμις αὐτοτελοῦς ἰσχύος, ἀλλὰ θεία διακυβέρνησις. Οἱ μὲν μικροσκοπικοὶ μηχανισμοὶ τοῦ Τυχαίου παραμένουν εἰς ἡμᾶς ἄγνωστοι καὶ ἀόρατοι. Τὰ μακροσκοπικὰ ὅμως ἀποτελέσματα μὲ τὴν σαφεῖ πρὸς τὰ ἄνω ἐξέλιξίν των, πρὸς λεπτοτέρους καὶ πλέον διαφοροποιημένους ὀργανισμούς, προδίδουν τὴν ὑπαρξιν θεογενοῦς σχεδίου. Αὐτὰ ταῦτα τὰ δεδομένα μᾶς ἐπιβάλλουν τὴν σκέψιν ὅτι εὐρισκόμεθα πρὸ μιᾶς οὐχὶ τυφλῆς, ἀθέου, ἀλλὰ πρὸ μιᾶς καθωδηγημένης Τύχης.

Τὰ σταυροδρόμια, ἀπεικονίζοντα τὴν ἀβεβαιότητα τοῦ μέλλοντος, εἶναι ἐξαιρετικὰ σημεῖα καὶ ὑπῆρξαν πάντοτε τόποι ἀνησυχίας καὶ φόβου. Οἱ πιστεύοντες ὅμως φρονοῦν ὅτι ἐκεῖ ὅπου λαμβάνονται ἀποφάσεις, εἰς τὰς διακλαδώσεις, εἰς τὰ σταυροδρόμια γογγορεῖ, ζυγοστατοῦσα, ἡ Θεία Βούλησις, ἐλεύθερη ἀπὸ τὰ δεσμὰ τῆς αἰτιοκρατικῆς ἀναγκαιότητος.

Ὁ Ibsen εἰς τὸ λυρικόν του δράμα *Peer Gynt* ἀφήνει τὸν ἥρωά του, τὸν ἀθῶον τυχοδιώκτην *Peer Gynt*, γέροντα πλέον, νὰ περιπλανᾶται εἰς τὰ δάση τῆς Νορβηγίας, προσπαθοῦντα νὰ δώσῃ νόημα εἰς τὸν ταραχώδη βίον του. Πρὸς τί ὑπῆρξε;

Ἐπὶ τὸ δάσος ἀκούγεται ἡ φωνὴ «ὡς τὸ ἐπόμενον σταυροδρόμι *Peer Gynt*, ὡς τὸ ἐπόμενον σταυροδρόμι!»!

Φθάνοντας ἐκεῖ ἀκολουθεῖ ἀσυνειδήτως τὸν δρόμον, ὅστις, μὲ αἰτιοκρατικὴν βεβαιότητα, τὸν φέρει ἐμπρὸς εἰς τὴν καλύβην τῆς *Solvejg*, ἡ ὁποία ὄλον της τὸν βίον τραγουδῶσα ἐπερίμενε τὴν ἐπάνοδόν του. Ὁ *Ibsen* χαρίζει εἰς τὸν ἥρωά του στιγμὰς δικαϊώσεως. . .

Ταξιδεύοντας ἀνὰ τὸ Σύμπαν, κυριευόμεθα ἀπὸ βαθὺν δέος πρὸ τοῦ τεραστίου χάσματος τὸ ὁποῖον μᾶς χωρίζει ἀπὸ τὸν Δημιουργὸν τοιούτων ἐνεργειῶν, ἀποστάσεων καὶ χρονικῶν διαστημάτων. Συναποκομίζομεν ὅμως καὶ τὸ αἶσθημα βαθυτάτης εὐγνωμοσύνης διότι, ἐντὸς αὐτοῦ τοῦ τόσον ἀφιλοξένου κοσμικοῦ διαστήματος, διὰ τὸν ἄνθρωπον, ἰσχύουν ἐπὶ τῆς Γῆς, καὶ μόνον ἐπὶ τῆς Γῆς, συνθηκαὶ ἐπιτρέπουσαι τὴν ὑπαρξιν ζωῆς ὕλης. Εὐγνώμονες, διότι εἴμεθα εἰς θέσιν νὰ ἀντιλαμβανώμεθα καὶ νὰ συνειδητοποιοῦμεν γεγονότα τοῦ περιβάλλοντος καὶ διὰ τῆς πνευματικῆς ἐργασίας νὰ κυριαρχοῦμε ἐπὶ τῆς φύσεως, χρησιμοποιοῦντες τὰς δυνάμεις της πρὸς ἰδίαν εὐζωίαν. Ἐδῶ συμβαίνει τὸ Μεγαλειῶδες, ὅτι διὰ τῆς σκέψεως ὑπερβαίνομεν πᾶν ὄριον τῶν αἰσθητηρίων, ὅπως ἐλέγχθη ὑπὸ τοῦ *Kant*.

Ἡ ἐξέλιξις τῶν ὀργανικῶν ὄντων ἐπὶ τῆς Γῆς φέρει τὴν σφραγίδα συνειδητῆς, πρὸς ὠρισμένην κατεύθυνσιν πορείας, ἐνὸς Σχεδίου ἐμπνευσμένου ὑπὸ φροντίδος καὶ στοργῆς. Ἀλλὰ στοργὴ προϋποθέτει ἀγάπην. Καὶ αὐτὸ δὲν εἶναι διάφορον ἀπὸ ὅ,τι ἡ χριστιανικὴ Θρησκεία πρεσβεύει ἀπὸ δύο χιλιάδων ἐτῶν. Εἶναι ἡ θεμελιώδης σχέσις μεταξὺ Θεοῦ καὶ ἀνθρώπου, ἡ ὁποία καὶ τὸν σύγχρονον ἄνθρωπον διχασμένον, πολυκομματιασμένον, δύναται νὰ συνοδεύσῃ εἰς μίαν ἡρεμον καὶ αἰσιόδοξον πορείαν πρὸς τὸ εἰς αὐτὸν ἐντεταγμένον Ἄγνωστον.