

ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΓΓΚΟΥ Κ. ΚΑΙΣΑΡΟΣ ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΥ

Μετά τὸ πέρασ τοῦ λόγου τοῦ κ. Ἰωάνν. Ξανθάκη, ὁ νέος Ἀκαδημαϊκὸς κ. **Καΐσαρ Ἀλεξόπουλος**, παρελθὼν ἐπὶ τὸ βῆμα, ὠμίλησε μὲ θέμα:

ΜΙΚΡΟΚΟΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΑΚΡΟΚΟΣΜΟΣ.

Κύριε Πρόεδρε, Κύριοι Συνάδελφοι,

Ἵμιλῶν διὰ πρώτην φορὰν ἀπὸ τοῦ βήματος τούτου αἰσθάνομαι τὴν ἀνάγκην πρῶτον νὰ ἐκφράσω τὰς εὐχαριστίας μου εἰς τὸ Σῶμα τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν διὰ τὴν τιμὴν νὰ μὲ ἐκλέξῃ μεταξὺ τῶν μελῶν τῆς. Ἐπίσης καθῆκον μου εἶναι νὰ εὐχαριστήσω ἰδιαιτέρως τὸν κ. Πρόεδρον διὰ τοὺς φιλικούς του λόγους ὡς καὶ τὸν συνάδελφον κ. Ἰωάννην Ξανθάκην διὰ τὴν τόσον εὐμενῆ δι' ἐμὲ εἰσήγησίν του.

Κύριοι Ὑπουργοί, Κυρίες καὶ Κύριοι,

Θέμα τῆς ὁμιλίας μου εἶναι αἱ θεμελιώδεις διαφοραὶ μεταξὺ τοῦ κόσμου τῶν μακροσκοπικῶν ἀντικειμένων τὰ ὁποῖα μᾶς περιβάλλουν—τὸν ὁποῖον θὰ ὀνομάσω *μακρόκοσμον*—καὶ τοῦ κόσμου τῶν μεμονωμένων ἀτόμων καὶ μορίων—τὸν *μικρόκοσμον*.

Οἱ ὄροι *μακρόκοσμος* καὶ *μικρόκοσμος* δὲν χρησιμοποιοῦνται διὰ πρώτην φορὰν εἰς τὴν ἐπιστήμην. Ἦδη κατὰ τὸν μεσαιῶνα οἱ ἀσχολούμενοι μὲ τὰς ἀποκρύφους ἐπιστήμας ἰσχυρίζοντο ὅτι κάπου ὑπάρχει διαχωριστικὴ γραμμὴ μεταξὺ τοῦ μικροῦ καὶ τοῦ μεγάλου καὶ μάλιστα ἐθεώρουν τὸ μικρὸν ὡς μίαν μικρογραφίαν τῆς εἰκόνας τοῦ σύμπαντος.

Ὁ Παράκελσος θεωρεῖ ὡς *μικρόκοσμον* τὸν ἄνθρωπον, εἰς δὲ τὸν περιβάλλοντα αὐτὸν *μακρόκοσμον* βλέπει νὰ ἀντικατοπτρίζονται ὅλοι αἱ ιδιότητες τοῦ ἀνθρώπου.

Αἱ ἀπόψεις αὗται τῶν ἀλχημιστῶν ἐτροποποιήθησαν μὲ τὴν πρόοδον τῆς ἐπιστήμης, παρὰ ταῦτα ὅμως ἡ προσπάθεια τοῦ διαχωρισμοῦ τοῦ ὕλικου κόσμου εἰς μικρὸν καὶ μεγάλον συνεχίζεται μέχρι τοῦ αἰῶνος μας. Ἀκόμη καὶ μετὰ τὴν ἐπέλευσιν τῆς Φυσικῆς τοῦ Ἀτόμου, πρὸ πενήκοντα ἐτῶν, ἡ κίνησις τῶν ἠλεκτρονίων τοῦ ἀτόμου περὶ τὸν πυρῆνα ἐθεωρεῖτο ὡς ἔχουσα θεμελιώδεις ἀναλογίας πρὸς τὴν κίνησιν τῶν πλανητῶν περὶ τὸν ἥλιον.

Εἰς τὴν παροῦσαν ὁμιλίαν θὰ ὑποδείξω ὅτι καὶ ὑπὸ τὸ φῶς τῆς συγχρόνου Φυσικῆς ὁ ὕλικὸς κόσμος διαχωρίζεται εἰς δύο περιοχάς—τοῦ μικροῦ καὶ τοῦ μεγάλου—αἱ ὁποῖαι ἀκολουθοῦν διαφόρους νόμους καὶ ἔχουν διαφόρους ιδιότητες. Ἡ μιὰ ἐξ αὐτῶν—ὁ *μακρόκοσμος*—μᾶς γίνεται ἀπὸ νεαρᾶς ἡλικίας γνωρίμος, μελετᾶται δὲ ἀπ' εὐθείας διὰ μακροσκοπικῶν παρατηρήσεων, διὰ τῆς ὁράσεως ἢ τῆς ἀφῆς μας.

Ὁ κόσμος τῶν μορίων καὶ ἀτόμων, ἀντιθέτως, μόνον δι' ὀργάνων εἶναι δυνατὸν νὰ παρατηρηθῇ καὶ μάλιστα ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον μόνον ἐμμέσως. Ὁ ἀπαριθμητῆς

Geiger εἶναι ἀπὸ τὰς πλέον γνωστὰς συσκευὰς αὐτοῦ τοῦ εἶδους, ἡ ὁποία καταμετρᾷ ἐν ἑκάστῳ σωματίῳ χωριστά.

Ἡ οὐσιώδης διαφορά, ἐν τούτοις, μεταξὺ τῶν δύο κόσμων δὲν ἔγκειται εἰς τὰς διαφορὰς διαστάσεων ἢ τρόπου παρατηρήσεως ἀλλὰ εἰς τὴν ἀπροσδόκητον ἐμφάνισιν νέων νόμων καὶ νέων ἰδιοτήτων. Τὸ σύνολον τῶν νέων αὐτῶν νόμων ἀποτελεῖ τὴν *Κβαντομηχανικὴν* δηλ. τὴν *Μηχανικὴν τῶν Κβάντων*.

Ἡ ὀνομασία *Κβάντων* προερχομένη ἐκ τοῦ λατινικοῦ *quantum* ἐπισημαίνει ἐν τῶν μᾶλλον χαρακτηριστικῶν σημείων τῆς *Μηχανικῆς* ταύτης, τὴν ἐμφάνισιν ἀσυνεχεῖας εἰς τὰ μετρούμενα μεγέθη. Ἡ ἰδέα ὅτι τὰ μεγέθη τῆς *Φυσικῆς* εἶναι συνεχῆ δηλ. ὅτι δύνανται νὰ λαμβάνουν οἰανδήποτε τιμὴν, ἦτο τόσο βαθέως ἐδραιωμένη εἰς τὴν ἐπιστήμην ὥστε ἀπὸ ἑκατονταετηρίδων νὰ χρησιμοποιῆται ἐδρότατα ἢ φράσεις *natura non facit saltus* δηλ. εἰς τὴν φύσιν δὲν ἐμφανίζονται ἄλλατα.

Ὅταν λοιπὸν τὸ 1900 ὁ *Planck* διὰ πρώτην φορὰν ἐπέδειξεν ὅτι προκειμένου περὶ μικρῶν συγκροτημάτων ἢ ἀποβολῆ ἢ ἢ πρόσληψις ἐνεργείας μόνον κατὰ ὠρισμένας ποσότητας—κβάντα—δύναται νὰ πραγματοποιῆται, ἐδημιουργήθη ὡς εἶναι φυσικὸν ἰσχυρὰ ἀντίδρασις κατὰ τῆς ἐπαναστατικῆς ταύτης ἰδέας. Ἡ νέα αὕτη ἀρχὴ δύναται νὰ παραβληθῆ μὲ τὴν πρότασιν ὅτι προκειμένου περὶ σωματίων δὲν ὑπάρχον κεκλιμένα ἐπίπεδα εἰ μὴ μόνον κλίμακες. Τὰ σωματῖα δὲν δύνανται νὰ διαμένουν εἰς ἐν οἰονδήποτε ὕψος ἀλλὰ μόνον ἐπὶ μιᾶς τῶν βαθμίδων. Αἱ βαθμίδες αὗται εἶναι τὰ κβάντα τὸ δὲ ὕψος μεταξὺ δύο βαθμίδων καθορίζει τὴν τιμὴν τῆς σταθερᾶς *h* τῆς καλουμένης σταθερᾶς δράσεως τοῦ *Planck*.

Διὰ τὴν περιγραφὴν τῶν νέων αὐτῶν νόμων τῆς *Κβαντομηχανικῆς* ἀπαιτεῖται ἢ εἰσαγωγὴ νέων ἐννοιῶν τόσο ἐπὶ τῆς φύσεως τῆς πράξεως τῆς παρατηρήσεως ὅσον καὶ ἐπὶ τῆς πραγματικῆς φύσεως τοῦ παρατηρουμένου ἀντικειμένου. Μερικοὶ ὄροι ὅπως ἡ θέσις ἢ ἡ τροχιά ἐνὸς σωματίου, οἱ ὅποιοι εἶχον μέχρι τοῦδε ἐντελῶς συγκεκριμένην ἐννοιαν ἤδη τροποποιῶνται ριζικῶς καὶ γίνονται ἀκαθόριστοι. Ἀκόμη καὶ ὁ ὅρος σωματίον ὡς θὰ ἴδωμεν ἀλλάζει ὄρισμόν.

Αἱ ἀπόψεις αὗται τροποποιῶν ἀναγκαστικῶς πολλὰς ἀρχάς, τὰς ὁποίας ὁ ἀνθρωπος ἀνεξελέγκτως ἐθεώρει ὅτι ἐπεκτείνονται ἀπὸ τὸν μακρόκοσμον εἰς τὸν μικρόκοσμον.

Τὰ συμπεράσματα τῆς *KM*, ὡς ἀντιλαμβάνεσθε, ἐπεκτείνονται καὶ ἐπὶ τῶν ἄλλων ἐπιστημῶν καὶ μάλιστα ὄχι μόνον εἰς τὰς πλέον συγγενεῖς ἐπιστήμας ὡς ἡ *Χημεία* ἀλλὰ καὶ εἰς ἄλλας ὡς ἡ *Βιολογία*. Ἀκόμη καὶ ἡ *Γνωσιολογία* ἀναγκαστικῶς θὰ πρέπει νὰ λαμβάνῃ ὑπ' ὄψιν τὰ σύγχρονα αὐτὰ ἀποτελέσματα.

Ἡ γενικότης μὲ τὴν ὁποίαν ἐπεμβαίνει ἡ *KM* εἰς ὅλας τὰς φυσικὰς ἐπιστήμας ἀλλὰ ἀκόμη καὶ εἰς τὴν *Φιλοσοφίαν*, μὲ ἕκανε νὰ ἐκλέξω τὸ θέμα αὐτὸ ὡς κατάλληλον διὰ τὴν σημερινήν μου ὁμιλίαν.

Προτοῦ ἐκθέσω πρὸ Ὑμῶν τὰς βάσεις τῆς ΚΜ θὰ μοῦ ἐπιτρέψετε νὰ ἀνα-
τρέξω εἰς τὸ παρελθόν.

Ἡ ἀλματώδης πρόοδος τῆς Φυσικῆς κατὰ τὸν 19ον αἰῶνα ἐβασίσθη ἐπὶ μερικῶν
ἐπιτυχῶν ὑποδειγμάτων—πρότυπα—τὰ ὁποῖα ἀπεδείχθησαν πολὺ καρποφόρα. Ἐξ
αὐτῶν, τὴν μεγαλυτέραν ἐπιτυχίαν εἶχεν ἡ καλουμένη Μηχανικὴ Θεωρία ἡ ὁποία
περιγράφει πᾶσαν φυσικὴν κατάστασιν ἑνὸς σώματος ἀπὸ τὴν θέσιν καὶ τὸν τρόπον
κινήσεως ἑνὸς ἐκάστου τῶν ἀποτελούντων αὐτὸ ἀτόμων.

Διὰ τὴν καλυτέραν κατανόησιν τοῦ ὅρου «κατάστασις» θὰ ἐξετάσωμεν συγκε-
κριμένον παράδειγμα: Θεωρήσωμεν ἀέριον ἀποτελούμενον ἀπὸ μεγάλον ἀριθμὸν
σωματίων—ἀτόμων ἢ μορίων. Λόγω τῆς θερμοκτικῆς κινήσεως τὰ σωματία ταῦτα κι-
νοῦνται ἀτάκτως πρὸς ὄλας τὰς διευθύνσεις μὲ ἀποτέλεσμα νὰ συγκρούωνται μεταξὺ
των. Εἰς ἐκάστην σύγκρουσιν ἀλλάζει ἡ ταχύτης καὶ ἡ κατεύθυνσις τῆς κινήσεως
ἐκάστου σωματίου, ἐφαρμοζομένων πάντοτε τῶν γνωστῶν νόμων τοῦ Γαλιλαίου
καὶ τοῦ Νεύτωνος. Ἐὰν λοιπὸν γνωρίζωμεν τὰς τροχιάς τῶν σωματίων πρὸ τῆς κρού-
σεως εἶναι εὐκόλον νὰ ὑπολογίσωμεν τὰς τροχιάς μετὰ τὴν κρούσιν. Ἡ κατάσταση
τοῦ ἀερίου κατὰ τινα στιγμήν καθορίζεται ἀπὸ τὰ δεδομένα τῆς θέσεως καὶ τῆς κι-
νήσεως ἑνὸς ἐκάστου τῶν σωματίων.

Ἡ κατάσταση ὅμως τοῦ ἀερίου εἶναι δυνατὸν νὰ περιγραφῆ καὶ ἄλλως—κατὰ
στατιστικὸν τρόπον. Ἐντὶ νὰ μελετῶμεν τὴν συμπεριφορὰν ἑνὸς ἐκάστου σωματίου
θεωροῦμεν ἄλλα μεγέθη ἀφορῶντα τὸ σύνολον τῶν σωματίων. Τοιαῦτα εἶναι ἡ πυ-
κνότης τοῦ ἀερίου, ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ κλπ.

Αἱ μακροσκοπικαὶ αὗται ιδιότητες ἀπλῶς εἶναι ἄλλος τρόπος περιγραφῆς τῆς
καταστάσεως, δύναται δὲ νὰ εὐρεθοῦν ἐκ τῶν προηγουμένων (θέσις, κίνησις) δι'
ἐφαρμογῆς νόμων στατιστικῆς. Παρατηροῦμεν λοιπὸν ὅτι ἡ κατάσταση ἑνὸς συνόλου
πολλῶν σωματίων εἶναι δυνατὸν νὰ μελετηθῆ εἴτε ἐκ τῶν δεδομένων τοῦ μικροκό-
σμου εἴτε στατιστικῶς ἐκ τῶν μακροσκοπικῶν δεδομένων.

Ἦδη θὰ ἀσχοληθῶ μὲ τὸν τρόπον μὲ τὸν ὁποῖον μία κατάσταση διαδέχεται τὴν
ἄλλην. Ἐὰν γνωρίζωμεν τὰς θέσεις καὶ κινήσεις τῶν σωματίων κατὰ μίαν δεδομένην
στιγμὴν δυνάμεθα, ὑπολογίζοντες τὰς συγκρούσεις ποὺ θὰ συμβοῦν, νὰ γνωρίζωμεν
μετὰ βεβαιότητος τὴν κατάστασιν διὰ μίαν μεταγενεστέρην στιγμήν. Βεβαίως, ὁ
ὑπολογισμὸς αὐτὸς λόγῳ τοῦ μεγάλου ἀριθμοῦ τῶν σωματίων τοῦ ἀερίου δὲν εἶναι δυ-
νατὸν νὰ γίνῃ ἀπὸ τὸν ἄνθρωπον. Τοῦτο ὅμως κατορθώνει τὸ «ὑπέρτερον πνεῦμα»
τοῦ Laplace, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ συγκρατῆ εἰς τὴν μνήμην του τὰ πάντα καὶ νὰ
ὑπολογίξῃ ἀκαριαίως τὸ ἀποτέλεσμα πάσης συγκρούσεως. Τὸ πνεῦμα τοῦτο δύναται
ἐκ τοῦ παρελθόντος νὰ προλέγῃ ἐπακριβῶς τὸ μέλλον. Τὸ μέλλον ὅμως τοῦ ἀερίου
δύναται νὰ προβλεφθῆ ἐξ ἴσου καλῶς καὶ κατὰ τὴν δευτέραν μέθοδον δηλ. στατιστικῶς.

Συνοψίζοντας διατυποῦμεν τὴν πρότασιν ὅτι τόσον ἡ συμπεριφορὰ τῶν μεμωμένων ἀτόμων ὅσον καὶ ἡ στατιστικὴ συμπεριφορὰ αὐτῶν εἶναι δυνατὸν νὰ προβλεφθῇ.

Ἡ Μηχανικὴ αὐτὴ Θεωρία ἀπετέλεσε τὸ κυριώτερον στήριγμα τῆς Κλασσικῆς Φυσικῆς, ἐπὶ ἓνα δὲ ὀλόκληρον αἰῶνα ἐθεωρεῖτο ἐπαρκῆς καὶ ἱκανοποιητικὴ διὰ τὴν περιγραφὴν καὶ ἐξήγησιν οἰουδήποτε φαινομένου. Ἐν τούτοις αἱ πρόοδοι τῆς Ἀτομικῆς Φυσικῆς μετέβαλον τὴν ἄποψιν αὐτήν. Οἱ νόμοι τῆς Μηχανικῆς οἱ ὅποιοι ἔδιδον ἱκανοποιητικὰ ἀποτελέσματα διὰ τὰ μεγάλα σώματα δὲν εὐρίσκοντο ἐν συμφωνίᾳ μὲ τὰς παρατηρήσεις ἐπὶ σωματίων. Ἡ ἐξέλιξις τῆς Ἀτομικῆς Φυσικῆς μᾶς ἀναγκάζει νὰ ἀντικαταστήσωμεν τοὺς παλαιοὺς νόμους διὰ νέων, οἱ ὅποιοι ἀποτελοῦν ἀκριβῶς τὴν ΚΜ, αὐτοὺς, δὲ ἀκριβῶς τοὺς νέους νόμους θὰ ἐπιχειρήσω τώρα νὰ περιγράψω. Τοῦτο θὰ γίνῃ κατ' ἀνάγκην πολὺ ἀτελῶς, διότι ὅπως εἶπον εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς ὁμιλίας μου ἡ ΚΜ ἐγκαταλείπει βασικὰς ἀρχάς, εἰσάγουσα νέας ἔννοιαι τὰς ὁποίας μετὰ δυσκολίας δέχεται ὁ ἐνήλιξ ἄνθρωπος. Αἱ ἔννοιαι ὡς καὶ ὁ τρόπος ἐκφράσεως αὐτῶν, δηλ. ἡ γλῶσσα, διεμορφώθησαν ὑπὸ τοῦ ἀνθρώπου βάσει τῆς ἐμπειρίας του. Ἀπὸ τῆς παιδικῆς του ὅμως ἡλικίας παρατηρεῖ διαρκῶς τὸν μακρόκοσμον καὶ συνεπῶς αἱ ἔννοιαι καὶ αἱ προσλαμβάνουσαι παραστάσεις εἶναι προσηρομοσμένοι μόνον εἰς αὐτόν. Διὰ τὴν διατύπωσιν ὅμως τῶν ἐνοιῶν τῆς ΚΜ οὔτε ἡ γλῶσσα μας οὔτε ἀκόμη καὶ ἡ Ἀριστοτέλειος λογικὴ εἶναι κατάλληλος. Τοῦτο δύναται νὰ γίνῃ μόνον διὰ τῶν Μαθηματικῶν. Διὰ τὸν λόγον αὐτόν, θὰ περιορισθῶ ἐνταῦθα εἰς τὴν περιγραφὴν χαρακτηριστικοῦ τινος πειράματος τῆς Ἀτομικῆς Φυσικῆς καὶ ἐν συνεχείᾳ μόνον πορίσματα τῶν ὑπολογισμῶν τῆς ΚΜ θὰ ἀναφέρω.

Ὡς παράδειγμα ἐξέλεξα τὴν ἐκτροπὴν τὴν ὁποίαν ὑφίσταται δέσμη ἠλεκτρονίων διερχομένη διὰ ἐμποδίου φέροντος ὀπᾶς. Ὅπισθεν τοῦ ἐμποδίου καὶ εἰς ἱκανὴν ἀπόστασιν θέτομεν φωτογραφικὴν πλάκα. Ἐὰν τὸ ἐμπόδιον φέρῃ μίαν μόνον ὀπὴν τότε ἡ δέσμη διερχομένη δι' αὐτῆς διαχέεται κατὰ τι καὶ δημιουργεῖ ἐπὶ τῆς φωτογραφικῆς πλακῶς κηλίδα. Τὸ πείραμα τοῦτο ἐξηγεῖται καὶ κλασσικῶς. Ἐν πρῶτον ἠλεκτρόνιον διερχόμενον διὰ τῆς ὀπῆς καὶ ἐπηρεαζόμενον ἀπὸ τὰ τοιχώματα αὐτῆς ἐκτρέπεται κατὰ τι. Ἄλλο ἠλεκτρόνιον διερχόμενον δι' ἄλλον σημείου τῆς ὀπῆς ἐκτρέπεται πρὸς ἄλλην διεύθυνσιν. Τὸ σύνολον τῶν ἠλεκτρονίων δημιουργεῖ οὕτω κηλίδα κατὰ τι μεγαλυτέραν τῶν διαστάσεων τῆς ὀπῆς.

Ἐνδιαφέρον γίνεται τὸ ζήτημα ἐὰν τὸ ἐμπόδιον φέρῃ δύο ὀπᾶς πολὺ πλησίον ἀλλήλων. Κατὰ τὴν Κλασσικὴν Φυσικὴν ἀναμένομεν νὰ δημιουργηθοῦν δύο κηλίδες πολὺ πλησίον ἀλλήλων μερικῶς ἐπικαλυπτόμεναι. Πειραματικῶς ὅμως παρατηροῦμεν ὅτι παρὰ τὴν ἐπικάλυψιν ὑπάρχον περιοχαὶ ὅπου οὐδεμία ἀμαύρωσις τῆς πλακῶς δημιουργεῖται καίτοι θὰ ἔπρεπε αἱ περιοχαὶ αὗται νὰ προσβάλλωνται ὑπὸ ἠλεκτρο-

νίων προερχομένων ἐξ ἀμφοτέρων τῶν ὀπῶν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο τὸ ὁποῖον ὁμοιάζει μὲ τὰ φαινόμενα συμβολῆς τοῦ φωτός οὐδόλως εἶναι δυνατόν νὰ ἐρμηνευθῆ διὰ τῆς Κλασσικῆς Φυσικῆς. Κατ' αὐτήν, ἐν ἑκαστον ἠλεκτρόνιον διέρχεται εἴτε διὰ τῆς μίᾱς εἴτε διὰ τῆς ἄλλης τῶν ὀπῶν καὶ συνεπῶς ἡ ἐκτροπὴ του δὲν δύναται νὰ ἐξαρτάται ἀπὸ τὴν ὑπαρξιν τῆς ἐτέρας ὀπῆς.

Ἡ ΚΜ, προκειμένου νὰ ἐξηγήσῃ τὸ φαινόμενον, δέχεται ἀνατρεπτικὰς ἀπόψεις σχετικῶς μὲ τὴν φύσιν τοῦ ἠλεκτρονίου. Τοῦτο δὲν εἶναι πλέον ἀποκλειστικῶς σωματίον, ἔχει ιδιότητος καὶ σωματίου καὶ κύματος. Ἡ ἔννοια τῆς θέσεως καὶ τῆς τροχιᾶς ἐξέλιπε. Τὸ «σωμάτιον—κῶμα» διέρχεται διὰ ἀμφοτέρων τῶν ὀπῶν.

Διὰ νὰ μελετήσωμεν τὸ εἶδος τῆς ἀπαντήσεως τὴν ὁποίαν παρέχει ἡ ΚΜ ὡς πρὸς τὸ ἄνω πείραμα πρέπει νὰ συγκρίνω δύο περιπτώσεις μίαν πολὺ ἀσθενῆ δέσμη καὶ μίαν ἔντονον. Ἐστω ὅτι ἡ δέσμη τῶν ἠλεκτρονίων εἶναι τόσον ἀσθενῆς ὥστε νὰ ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓν ἠλεκτρόνιον ἀνὰ 5 λεπτά. Ἡ κατεύθυνσις τὴν ὁποίαν θὰ λάβῃ ἐν ἑκαστον «ἠλεκτρόνιον—κῶμα» μετὰ τὴν δίοδον διὰ τοῦ ζεύγους τῶν ὀπῶν θὰ εἶναι τυχαία καὶ συνεπῶς ἡ ΚΜ δὲν δύναται νὰ προβλέψῃ αὐτήν. Ἐὰν ὅμως ἀναμεινῶμεν ἐπὶ πολὺν χρόνον ἢ ἐὰν ἡ δέσμη τῶν ἠλεκτρονίων εἶναι ἰσχυρὰ ἀποτελουμένη ἀπὸ πολλὰ ἠλεκτρόνια τότε οἱ ὑπολογισμοὶ τῆς ΚΜ παρέχουν κατανομήν τῶν κατευθύνσεων πρὸς ἄλλας μὲν ἔντονον πρὸς ἄλλας δὲ ἀσθενῆ, ἀκριβῶς δηλ. ὅπως προκύπτει καὶ ἀπὸ τὸ πείραμα, εἰς τὸ ὁποῖον εὑρομεν ὅτι ἡ φωτογραφικὴ πλᾶξ ἐμφανίζει ἐκτεταμένην ἀμαύρωσιν μὲ ἐνδιαμέσους λευκὰς περιοχάς.

Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ΚΜ δὲν ἔδωσεν ἀπάντησιν εἰς τὸ ἐρώτημα : διὰ ποίου ἀνοίγματος διήλθεν ἐν ἑκαστον ἠλεκτρόνιον ἐνῶ ἀπήντησεν ὀρθῶς εἰς τὸ ἐρώτημα τῆς ἀμαυρώσεως τῆς προελθούσης ἐκ τῶν πολλῶν ἠλεκτρονίων. Ἀλλὰ ὡς προσέξωμεν ὅτι καὶ πειραματικῶς δὲν δυνάμεθα νὰ διαπιστώσωμεν διὰ ποίας ὀπῆς διήλθε τὸ ἐν ἠλεκτρόνιον ἐνῶ ἀντιθέτως ἡ ἀμαύρωσις εἰς τὰ διάφορα σημεῖα τῆς πλακῶς παρατηρεῖται ἐνδόλως διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.

Αὐτὸ τὸ παράδειγμα ἀλλὰ καὶ ἄλλα πολλὰ ἔδειξαν ὅτι ἡ ΚΜ δίδει πάντοτε ἀπάντησιν ἐπὶ θεμάτων τὰ ὁποῖα ἐπιδέχονται πειραματικὴν ἐπαλήθευσιν ἐνῶ οὐδὲν λέγει ἐπὶ φυσικῶν μεγεθῶν μὴ δυναμένων νὰ παρατηρηθοῦν. Τοῦτο ἔδωσεν ἀφορμὴν εἰς τὸν Heisenberg νὰ διατυπώσῃ τὸ ἀξίωμα ὅτι δὲν ἔχει νόημα νὰ χρησιμοποιοῦμεν φυσικὰ μεγέθη τὰ ὁποῖα κατ' ἀρχὴν δὲν ἐπιδέχονται παρατήρησιν. Ἐννοίαν ἔχουν μόνον τὰ παρατηρήσιμα μεγέθη. Τὰ κατ' ἀρχὴν μὴ παρατηρήσιμα συνεπῶς δὲν δύναται νὰ ἀποτελοῦν θέμα ἐρεῦνης τῆς Φυσικῆς.

Ἡ ἄποψις αὕτη βεβαίως συναντᾶ πολλὰς ἀντιδράσεις. Ἐστω καὶ ἐὰν τὸ πείραμα δεικνύει σαφῶς, ὅτι τὸ ἠλεκτρόνιον εἶναι καὶ σωματίον καὶ κῶμα καὶ συνεπῶς δὲν ἔχει ἔννοίαν τὸ ἐρώτημα περὶ τῶν διαδοχικῶν του θέσεων δηλ. περὶ τῆς τροχιᾶς του,

ἀπαιτεῖται πολλή προσπάθεια διὰ νὰ παραδεχθῶμεν τὴν νέαν αὐτὴν νοοτροπίαν. Εἶμαι βέβαιος ὅμως ὅτι ἐὰν ἓνας ἄνθρωπος ἀπὸ νεανικῆς ἡλικίας ἀντὶ νὰ παρατηρῇ τὸ μακροσκοπικὸν περιβάλλον του διὰ τῶν ὀφθαλμῶν περιοριζέτο εἰς τὴν παρατήρησιν σωματίων διὰ συσκευῶν ἀτομικῆς Φυσικῆς, ὁ ἄνθρωπος οὗτος δὲν θὰ ἠδύνατο νὰ κατανοήσῃ περὶ τίνος πρόκειται ἐὰν τοῦ ἐλέγετο ὅτι βλέποντες ἓνα λίθον παρατηροῦμεν καθωρισμένην τροχίαν.

Εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο θέλω νὰ δώσω μίαν ἔστω καὶ ἀμυδρὰν εἰκόνα τοῦ τρόπου μὲ τὸν ὁποῖον διεξάγονται οἱ ὑπολογισμοὶ τῆς ΚΜ. Θέμα τοῦ ὑπολογισμοῦ εἶναι ἡ ἀνέυρεσις τοῦ ἀποτελέσματος τὸ ὁποῖον θὰ προκύψῃ ἀπὸ ἓνα πείραμα π.χ. ἀπὸ τὴν διόδον τῆς δέσμης τῶν ἠλεκτρονίων διὰ τῶν δύο ὀπῶν. Ἡ διερεύνησις γίνεται εἰς τρία στάδια. Ἀρχικῶς περιγράφομεν τὴν ἀρχικὴν κατάστασιν π.χ. τὴν πειραματικὴν διάταξιν καὶ τὸ ἀρχικὸν σωματίον. Ἡ γλῶσσα διὰ τῆς ὁποίας τὴν διατυποῦμεν χρησιμοποιεῖ ἐννοίας τῆς Κλασσικῆς Φυσικῆς. Ἐπειδὴ ὅμως τὸ σωματίον ἔχει ιδιότητας ταυτοχρόνως σωματιακὰς καὶ κυματικὰς δὲν καθορίζομεν μίαν συγκεκριμένην θέσιν ἀλλὰ τὴν πιθανότητα νὰ εὐρίσκεται πλησίον τῆς θέσεως ἔνθα τοῦτο παρατηρήθῃ τὴν τελευταίαν φορὰν. Ἡ πιθανότης αὕτη περιγράφεται διὰ μιᾶς μαθηματικῆς συναρτήσεως. Εἰς τὸ δεύτερον βῆμα παρακολουθεῖται ἡ μεταβολὴ τῆς μαθηματικῆς συναρτήσεως καθὼς τὸ σωματίον προχωρεῖ διὰ τῶν ὀπῶν καὶ πλησιάζει πρὸς τὸ πέτασμα. Εἰς τὸ τρίτον βῆμα πραγματοποιεῖται ἐκ νέου μία παρατήρησις, τὸ ἀποτέλεσμα τῆς ὁποίας προκύπτει ἐκ τῆς τροποποιηθείσης μαθηματικῆς συναρτήσεως.

Τὸ σημαντικὸν πόρισμα εἶναι ὅτι κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ δευτέρου βήματος οὐδεμίαν πληροφορίαν παρέχεται περὶ τοῦ σωματίου. Νέα πληροφορία παρέχεται μόνον, ἐὰν προχωρήσωμεν εἰς νέαν παρατήρησιν τοῦ σωματίου. Ἀπὸ πλευρᾶς νέων ἐννοιῶν παρατηροῦμεν ὅτι προτοῦ πραγματοποιηθῆ ἢ δευτέρα παρατήρησις οὔτε πειραματικῶς ἀλλὰ οὔτε κυματομηχανικῶς δυνάμεθα νὰ προβῶμεν εἰς οἰανδήποτε δήλωσιν περὶ τοῦ ἠλεκτρονίου, ὅθεν κατὰ τὸ διάμεσον διάστημα μεταξὺ τῶν δύο παρατηρήσεων ἐξέλιπε πειραματικῶς καὶ θεωρητικῶς ἡ ἐννοία τῆς θέσεως ἢ τῆς ἀκριβοῦς τροχιάς.

Διὰ νὰ ὑπάρξῃ ἀποτέλεσμα πρέπει πρῶτον νὰ πραγματοποιηθῇ μέτρησις, δυνάμεθα ὅθεν νὰ θεωρήσωμεν τὸ ἀποτέλεσμα τῆς μετρήσεως ὡς προβολὴν τοῦ ὑπὸ μέτρησιν μεγέθους ἐπὶ τῆς πρὸς μέτρησιν χρησιμοποιουμένης μεθόδου ἢ συσκευῆς.

Σημειωτέον ὅτι ἡ ἀδυναμία αὕτη τοῦ πειραματικοῦ προσδιορισμοῦ τῆς θέσεως δὲν προέρχεται ἀπὸ ἔλλειψιν καταλλήλων εὐαισθητῶν ὀργάνων ἀλλὰ ἀπὸ τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον ἐτέθη τὸ πρόβλημα κατ' ἀρχήν.

Τὰ πορίσματα αὐτὰ τῆς ΚΜ ἀπαιτοῦν ἀπὸ γνωσιολογικῆς πλευρᾶς τὴν ἐκ νέου ἐκτίμησιν τοῦ ἐρωτήματος· ποία εἶναι ἡ οὐσία τοῦ ἀποτελέσματος τῆς παρατηρήσεως.

Ὅμοίως πρέπει νὰ ἀνακινηθῆ ἕκ νέου καὶ τὸ ἐρώτημα τῆς σχέσεως μεταξὺ αἰτίου καὶ ἀποτελέσματος. Ἡ Μηχανικὴ Θεωρία ἦτο ἀπὸ φιλοσοφικῆς πλευρᾶς μία ἐντελῶς αἰτιοκρατικὴ Θεωρία. Ὅλα τὰ φαινόμενα ἐπλήρουν τὴν βασικὴν ἀρχὴν τῆς αἰτιότητος κατὰ τὴν ὁποίαν ὑπάρχει ὀργανικὴ σχέσις μεταξὺ τοῦ αἰτίου καὶ τοῦ αἰτιατοῦ δηλ. τοῦ ἀποτελέσματος. Ὁ Kant ἐθεώρει τὴν ὑπαρξιν τῆς αἰτιότητος ὡς ἀναγκαίαν προϋπόθεσιν διὰ τὴν δυνατότητα ὑπάρξεως μιᾶς ἐπιστήμης, ὅλαι δὲ αἱ ἐπιστῆμαι μέχρι πρό τινας ἐθεωροῦντο ὡς βασιζόμεναι εἰς τὴν ἄνω ἀρχήν. Καὶ εἰς τὸ παράδειγμα τοῦ ἀερίου εἶδομεν ὅτι αἱ διαδοχικαὶ καταστάσεις τοῦ ἀερίου διαδέχονται ἀλλήλας αἰτιοκρατικῶς καὶ μάλιστα διὰ ἀμφοτέρους τοὺς τρόπους διερευνήσεως. Θὰ ὑπενθυμίσω ὅτι εἰς τὴν παρατήρησιν τῶν μεμονωμένων ἀτόμων τὸ « ἀνώτερον πνεῦμα τοῦ Laplace », γνωρίζον τὰς θέσεις κατὰ τινα στιγμὴν, δύναται νὰ ὑπολογίσῃ αὐτὰς διὰ μελλοντικὴν τινα στιγμὴν. Ἐξ ἴσου αἰτιοκρατικὴ ἦτο καὶ ἡ μελέτη τῶν διαδοχικῶν καταστάσεων διὰ τῶν στατιστικῶν μεγεθῶν: θερμοκρασία πυκνότης κλπ.

Ἡ ἰσχὺς τῆς αἰτιότητος εἰς τὴν Κλασσικὴν Μηχανικὴν τόσον εἰς μεμονωμένας περιπτώσεις ὅσον καὶ εἰς στατιστικὰς εἶναι εὐκόλον νὰ ἐφαρμοσθῆ καὶ εἰς τὸ παράδειγμα τοῦ παιγνίου τῶν κύβων (ζάρια).

Ἄς ἀρχίσωμεν μὲ τὴν διερεύνησιν τοῦ ἀποτελέσματος τῆς μιᾶς ρίψεως. Ἐὰν ἐγνωρίζαμεν ἀκριβῶς τὸν τρόπον ρίψεως, τὸν ἀκριβῆ στροβιλισμόν διὰ τῶν δακτύλων, τὰς ἀνωμαλίας τῶν ἀκμῶν τοῦ κύβου κλπ., θὰ εἶναι δυνατόν νὰ προβλέψωμεν ἐπακριβῶς τὸ ἀποτέλεσμα τῆς μιᾶς ρίψεως.

Τὸ γεγονὸς ὅτι τὰ ἀποτελέσματα τῶν πολλῶν ρίψεων εἶναι στατιστικὰ δὲν ὀφείλεται εἰς ἔλλειψιν αἰτιότητος ἀλλὰ εἰς ἔλλειψιν τῆς γνώσεως τῶν ἀκριβῶν συνθηκῶν καθ' ἑκάστην ρῆσιν.

Ἐὰν ἡδύνατό τις νὰ ρίπτῃ πάντοτε ὑπὸ τὰς αὐτὰς ἐπακριβῶς συνθήκας τότε θὰ προέκυπτε πάντοτε τὸ αὐτὸ προβλεπόμενον ἀποτέλεσμα ἀντὶ στατιστικοῦ ἀποτελέσματος. Ἡ σύγκρισις τῆς μιᾶς ρίψεως μὲ τὰς πολλὰς ρίψεις, μᾶς διδάσκει κατ' ἐπέκτασιν, ὅτι ἡ Κλασσικὴ Φυσικὴ εἴτε ἐφαρμοζομένη εἰς τὸν μικρόσκοπον εἴτε εἰς τὸν μακρόσκοπον εἶναι πάντοτε αἰτιοκρατικὴ. Πλὴν ὅμως ἡ Κλασσικὴ Φυσικὴ δὲν εἶρε πειραματικὴν ἐπαλήθευσιν εἰς τὴν μελέτην τοῦ μικροκόσμου καὶ πρέπει νὰ ἀντικατασταθῆ διὰ τῆς ΚΜ.

Καὶ τώρα πρέπει νὰ μελετήσωμεν τὸ ἐρώτημα ἐὰν οἱ νόμοι τῆς ΚΜ ὑπακούουν εἰς τὴν αἰτιότητα. Προφανῶς ὄχι, διότι τὸ σπουδαιότερον ἐκ τῶν συμπερασμάτων τῆς ΚΜ εἶναι ἡ ἐγκατάλειψις τῶν ἐννοιῶν τῆς θέσεως καὶ τῆς τροχιάς τοῦ σωματίου,

ὁπότε ἡ ἔννοια τῆς καταστάσεως καθίσταται ἀκαθόριστος. Σημειωτέον ὅτι τὸ ἀκαθόριστον τῆς ἀρχικῆς καταστάσεως δὲν ὀφείλεται εἰς ἀτελείας τῶν γνώσεών μας, ἀλλὰ εἰς τὴν φύσιν τοῦ ζητήματος. Ὁ συλλογισμὸς οὗτος ματαιώνει τὴν δυνατότητα ὑπάρξεως αἰτιότητος μεταξὺ ἀρχικῆς καὶ μεταγενεστερᾶς καταστάσεως.

Ἐν τούτοις, δὲν πρέπει νὰ συναγάγῃ τις ὅτι τὰ φυσικὰ φαινόμενα δὲν παρουσιάζουν αἰτιότητα. Μόνον ὅταν μελετῶμεν φαινόμενα μεμονωμένων σωματίων, παύει ἰσχύουσα ἡ αἰτιότης. Εἰς ὅλα τὰ ἄλλα φυσικὰ φαινόμενα τὰ ὁποῖα ἀφοροῦν πολλὰ σωματῖα ταυτοχρόνως, ἡ ΚΜ δίδει καθωρισμένας ἀπαντήσεις ἐκπληρουμένης τῆς ἀρχῆς τῆς αἰτιότητος.

Ἡ « μὴ - αἰτιότης » τῶν μεμονωμένων γεγονότων ἐπιβάλλει νέαν ἀντιμετώπισιν τῶν ζητημάτων καὶ εἰς ἄλλας ἐπιστήμας. Ἰδιαίτερον ἐνδιαφέρον παρουσιάζουν τὰ βιολογικὰ φαινόμενα. Βεβαίως ὁσάκις μελετῶνται ἰδιότητες ὁλοκλήρων ὀργανισμῶν —δηλαδὴ στατιστικὰ φαινόμενα— εὐρίσκεται ἐν ἰσχύϊ ἡ Κλασσικὴ Φυσικὴ καὶ συνεπῶς ἡ αἰτιότης. Εἰς τὴν μελέτην ὅμως μικρῶν συνόλων, ὅπως εἶναι τὰ μακρομόρια τὰ καθορίζοντα τὰς γενετικὰς ιδιότητας, ἐπιβάλλεται ἡ ἐφαρμογὴ τῶν νόμων τοῦ μικροκόσμου. Τοῦτο π.χ. πρέπει νὰ γίνεται κατὰ τὴν μελέτην τοῦ βομβαρδισμοῦ τῶν χρωμοσωμάτων δι' ἀτομικῶν ἀκτινοβολιῶν. Τὰ ἀποτελέσματα μιᾶς ἐκάστης συγκρούσεως εἶναι τοῦ τύπου ΝΑΙ - ΟΧΙ καὶ συνεπῶς κατ' οὐσίαν « μὴ - αἰτιατὰ ». Καταλήγομεν λοιπὸν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι γενικῶς αἰτιότης ὑπάρχει μόνον εἰς στατιστικὴν κλίμακα.

Εἶδομεν ὅτι τὰ ὅρια τῆς αἰτιότητος συμπίπτουν μὲ τὰ ὅρια μεταξὺ τῶν δύο κόσμων. Καὶ ποῖα εἶναι ταῦτα ;

Εἰς τὰς ἀποκρῦφους ἐπιστήμας ὄριον ἦτο ὁ ἄνθρωπος. Ἡ ἀνθρωποκεντρικὴ αὕτη ἀποφῖς ἀντικατεστάθη σήμερον διὰ περισσοτέρων ἀντικειμενικῶν κριτηρίων —τῶν κριτηρίων τῆς ΚΜ—. Κατὰ τὴν ΚΜ, τὸ ὄριον καθορίζεται ἀπὸ τὴν σταθερὰν h , τὴν σταθερὰν Planck. Ἡ ἀριθμητικὴ αὐτῆς τιμὴ εἶναι τοιαύτη ὥστε τὸ ὄριον νὰ εὐρίσκεται περίπου εἰς τὴν περιοχὴν τῶν μεγάλων μορίων. Οἱ πυρῆνες τοῦ ἀτόμου καὶ τὰ ἠλεκτρόνια εἶναι πολὺ μικρὰ σωματῖα καὶ ἀνήκουν ἀναμφισβητήτως εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ μικροκόσμου. Παρακολουθοῦντες σωματῖα διαδοχικῶς μεγαλύτερα, φθάνομεν εἰς τὰ ἄτομα καὶ ἐν συνεχείᾳ εἰς τὰ μόρια. Ἐὰν συνεχίσωμεν θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι εἰς τὰ πολυμερῆ καὶ ἐν συνεχείᾳ εἰς μεγαλύτερα σωματῖα αἱ ἰδιότητες τοῦ μικροκόσμου γίνονται διαρκῶς ἀσαφέστεραι. Τὸ γεγονὸς ὅθεν, ὅτι τὸ ὄριον εὐρίσκεται εἰς τὴν περιοχὴν τῶν διαστάσεων τῶν σωματίων τῆς Ἀτομικῆς ἢ Μοριακῆς Φυσικῆς, εἶναι ὄλως συμπτωματικόν. Ἐὰν ἡ σταθερὰ h εἶχε τιμὴν 10 φορές μεγαλυτέραν, τότε τὸ ὄριον θὰ εὐρίσκετο ἄλλοῦ καὶ τὰ κολλοειδῆ π.χ. θὰ ἀνήκον καὶ αὐτὰ εἰς τὸν μικρόκοσμον.

Περαίνων τὴν ὁμιλίαν μου ἐπιθυμῶ νὰ ἐπιστρέψω εἰς τὸ πόρισμα τῆς ΚΜ ὅτι φυσικὰ μεγέθη τὰ ὁποῖα κατ' ἀρχὴν δὲν εἶναι παρατηρήσιμα δὲν ἀποτελοῦν θέμα φυσικῆς ἐρένης. Καὶ θέτω τὸ ἐρώτημα ἐὰν ἐπιτρέπεται, παρὰ τὴν ἀπαγόρευσιν τῆς ΚΜ, ὁ ἄνθρωπος νὰ ἀσχολῆται μὲ μεγέθη φυσικῶς ἀνύπαρκτα.

Νομίζω ὅτι ἡ ἀνθρωπίνη διάνοια παρὰ τὴν ἀπαγόρευσιν τῆς Φυσικῆς θὰ ἐξακολουθῆ νὰ θέτῃ τοιαῦτα ἐρωτήματα. Ἐκείνῳ ὅμως θὰ ἔλθῃ ἡ ἀπάντησις ; Ἐκείνῳ τὴν Ἐπιστήμην ; Τοῦτο δὲν φαίνεται ἐπὶ τοῦ παρόντος ἐφικτόν.

Ἐν τῇ μελέτῃ τοιούτων ἀναπαντήτων ἐρωτημάτων ἐγῆρασεν ὁ Faust. Τὰ βιβλία, οἱ σκελετοὶ καὶ οἱ ἄμβυκες δὲν κατόρθωσαν νὰ τοῦ δώσουν τὴν ἀπάντησιν. Τότε —κατὰ τὸν ποιητὴν— μὲ ἀγωνίαν περισφίγγουσαν τὴν καρδίαν του, ἀποφασίζει νὰ καταφύγῃ εἰς τὸ βιβλίον τῆς γνώσεως.

Ἀνοίγει εἰς τυχαίαν θέσιν καὶ βλέπει μὲ χαρὰν ὅτι ὁ μακρόκοσμος —ἡ φύσις— δίδει ὅλας τὰς ἀπαντήσεις. Νομίζει ὅτι ἡ πλοκὴ τοῦ « ἀπείρου τῆς φύσεως » συντίθεται εἰς μίαν ὀλοκληρωμένην θεῖαν εἰκόνα. Ξανασκῶβει εἰς τὸ βιβλίον καὶ αἴφνης κατανοεῖ ὅτι καίτοι ἡ εἰκὼν τοῦ κόσμου εἶναι ξεδιπλωμένη ἐμπροσθέν του, φεῦ-πρόκειται περὶ ἀσυλλήπτου διὰ τὸν ἄνθρωπον εἰκόνας.

Ἐνώπιον τοῦ ματαίου τῆς ἐρένης, κλείει τὸ βιβλίον καὶ ἀναζητεῖ τὴν ἀλήθειαν εἰς ἄλλην σελίδα. Ἀνοίγει ἡ σελὶς τῆς ἐγκοσμίου σοφίας, ὅπου ὅλα ἐμφανίζονται ἀπλᾶ καὶ καθαρὰ, ἐκεῖ ὅμως δὲν θὰ εὔρη τὴν ἀπολύτρωσιν.

Ὁ Faust, σύμβολον τῆς πάλης τῆς ἀνθρωπίνης διανοίας διὰ τὴν κατανόησιν τῆς φύσεως, καταλήγει εἰς τὸ μάταιον τῆς προσπαθείας. Καὶ ἡ σύγχρονος Ἐπιστήμη δὲν νομίζει ὅτι κατέχει ἤδη ἢ θὰ πλησιάσῃ τὴν ἀλήθειαν. Ὅσον καὶ ἐὰν προσπαθῶμεν νὰ εὐρωμεν τὴν πραγματικότητα, πάντοτε, μόνον προβολὰς αὐτῆς ἐπὶ τῶν ὀργάνων παρατηρήσεως θὰ λάβωμεν. Ἡ πραγματικὴ ὑφή τῆς φύσεως θὰ μᾶς διαφεύγῃ συνεχῶς.

Ἄς τὸ γνωρίζουν ὅλοι αὐτό. Μᾶς διδάσκει νὰ εἴμεθα ταπεινότεροι. Ἴσως τότε γίνωμεν καὶ καλύτεροι.