

ΚΕΝΤΡΟ ΝΕΟΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΕΘΝΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΡΕΥΝΩΝ



Η ΝΕΥΤΩΝΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗ

ΚΑΙ Η ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΗΣ
ΣΤΟΝ ΕΥΡΥΤΕΡΟ
ΒΑΛΚΑΝΙΚΟ ΧΩΡΟ

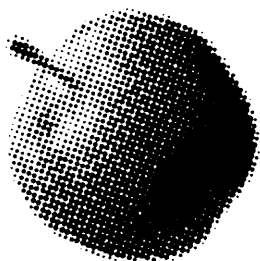
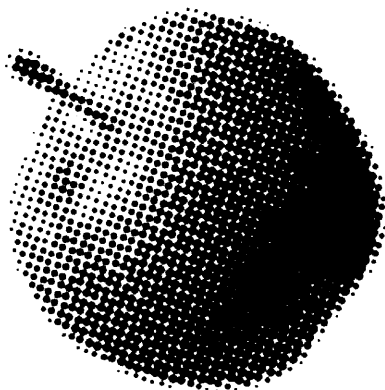
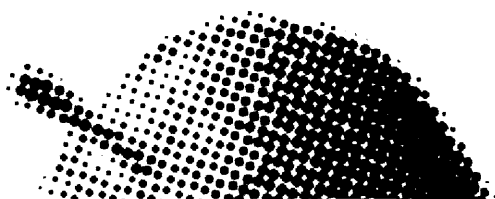
Επιμέλεια: Γιώργος Ν. Βλαχάκης

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΔΙΕΘΝΟΥΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΥ ΣΥΜΠΟΣΙΟΥ
ΑΘΗΝΑ 17-18 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 1993

ΑΘΗΝΑ 1996

Η ΝΕΥΤΩΝΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗ

ΚΕΝΤΡΟ ΝΕΟΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΕΘΝΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΡΕΥΝΩΝ



Η ΝΕΥΤΩΝΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗ

ΚΑΙ Η ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΗΣ
ΣΤΟΝ ΕΥΡΥΤΕΡΟ
ΒΑΛΚΑΝΙΚΟ ΧΩΡΟ

Επιμέλεια: Γιώργος Ν. Βλαχάκης

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΔΙΕΘΝΟΥΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΥ ΣΥΜΠΟΣΙΟΥ
ΑΘΗΝΑ 17-18 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 1993

ΚΝΕ/ΕΙΕ
ΑΘΗΝΑ 1996

Περιεχόμενα

Σημείωμα του έπιμελητή τής έκδοσης	9
--	---

Προσφωνήσεις

ΛΟΥΚΙΑ ΔΡΟΥΛΙΑ, διευθύντρια ΚΝΕ/ΕΙΕ	11
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΣΕΚΕΡΗΣ, Διευθύνων Σύμβουλος ΕΙΕ.....	15
ΠΕΤΡΟΣ ΓΕΜΤΟΣ, Πρύτανης Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν	17
ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΦΙΛΑΝΤΙΣΗΣ, Γενικός Γραμματέας ΕΕΦ.....	19

Ὀμιλίες-Ἀνακοινώσεις

ΓΙΑΝΝΗΣ ΚΑΡΑΣ (ΚΝΕ/ΕΙΕ), Είσηγητική ὁμιλία: Ἡ νευ- τώνεια Φυσική καί ἡ φυσική σκέψη κατά τήν περίοδο τῆς Νεοελληνικῆς Ἀναγέννησης	21
ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΦΙΛΙΠΠΑΣ (ΕΜΠ), Ἡ μονιμότητα τῶν ἰδεῶν τοῦ Νεύτωνα	33
ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ ΘΕΟΔΟΣΙΟΥ - ΜΑΝΟΣ ΔΑΝΕΖΗΣ (Παν. Ἀθη- νῶν), Ἡ προσφορά τοῦ Νεύτωνα στή Φυσική καί στά Μαθηματικά	39
ΜΑΝΟΣ ΔΑΝΕΖΗΣ - ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ ΘΕΟΔΟΣΙΟΥ (Παν. Ἀθη- νῶν), Οἱ περί ταχύτητας νευτώνειες ἀντιλήψεις καί ἡ ἐξέλιξή τους	51
ΕΥΑΝΔΡΟ ΑΓΑΖΖΙ (Παν. Fribourg), ³ Ἦταν ὁ Γαλιλαῖος ὁ πα- δός τοῦ ρεαλισμοῦ;.....	67
ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ ΜΠΑΛΤΑΣ (ΕΜΠ), Παραγωγή ἔναντι ὑποδο- χῆς τῆς ἐπιστήμης: μερικῆς μεθοδολογικῆς παρατηρή- σεις	69
ΕΥΤΥΧΗΣ ΜΠΙΤΣΑΚΗΣ (Παν. Ἰωαννίνων), Φυσική καί με-	

ταφνισική στό έργο του Νεύτωνα.....	79
ΞΕΝΟΦΩΝ ΜΟΥΣΑΣ (Παν. Ἀθηνῶν), Ἡ διάδοση τῶν ἰ- δεῶν τοῦ Νεύτωνα στήν Ἰταλία καί Γαλλία.....	97
EDMOND NICOLAU (Παν. Βουκουρεστίου), <i>A Newtonian New Science and its Penetration in the Danubian Principalities of Wallachia and Moldavia</i>	115
ALEXANDER VAVREK GANKA KAMISHEVA MILKO BORISSOV (Παν. Σόφιας), <i>Dissemination of Newton's Mechanics on Bulgarian Soil During the Bulgarian National Revival.</i>	129
H.R. PATAPIEVICI (Παν. Βουκουρεστίου), <i>A short look into the Dissemination of Newtonian Ideas in the Romanian Provinces: 1687-1860.</i>	145
ΛΙΝΟΣ ΜΠΕΝΑΚΗΣ (δ. Φιλ.), Ἡ διδασκαλία τῆς Φυσικῆς τοῦ Νεύτωνα κατά Musschenbroek ἀπό τόν Νικόλαο Ζερζούλη στήν «Ἀθωνιάδα Ἀκαδημία».	157
ΧΡΙΣΤΟΣ ΞΕΝΑΚΗΣ (Παν. Θεσσαλίας), Τό πείραμα ὡς με- θοδολογική συνιστῶσα τῆς νευτώνειας φυσικῆς στά ἔρ- γα τῶν λογίων τοῦ προεπαναστατικοῦ αἰῶνα.....	171
ΝΙΚΟΣ ΜΑΤΣΟΠΟΥΛΟΣ (Ἀστεροσκοπεῖο Ἀθηνῶν), Ἡ πρόσληψη τῆς Νευτώνειας Φυσικῆς στόν Ἑλλαδικό χῶ- ρο. Ἡ περίπτωση τοῦ Εὐγένιου Βούλγαρη.	189
ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΚΡΙΤΣΑΣ, Ἡ Συνάφεια τῆς νευτώνειας καί τῆς ἀριστοτελικῆς φυσικῆς στούς Εὐγένιο Βούλγαρη, Νικό- λαο Ζερζούλη καί Νικηφόρο Θεοτόκη.	197
ΝΙΚΟΣ ΚΑΣΤΑΝΗΣ (Παν. Θεσσαλονίκης), Ἡ πρόσληψη τοῦ ἀπειροστικοῦ λογισμοῦ στή Νεοελληνική μαθηματι- κή παιδεία.	217
ΓΙΩΡΓΟΣ ΒΛΑΧΑΚΗΣ (ΚΝΕ/ΕΙΕ), Ἡ φύση τοῦ φωτός καί οἱ νόμοι τῆς ὀπτικῆς. Ἡ θεώρησή τους ἀπό τούς Ἑλλη- νες λογίους κατὰ την προεπαναστατική περίοδο.	253

Σημείωμα τοῦ ἐπιμελητῆ

Μία σημαντική ἐπιστημονική ἐκδήλωση σημάδευσε τό 1993. Τό διεθνές ἐπιστημονικό Συμπόσιο *Ἡ νευτώνεια Φυσική καί ἡ διάδοσή της στόν εὐρύτερο βαλκανικό χώρο*, ἀφιερωμένο στή συμπλήρωση 350 χρόνων ἀπό τή γέννηση τοῦ μεγάλου φυσικοῦ Ἰσαάκ Newton.

Τό Συμπόσιο ὀργάνωσαν τό μεγαλύτερο ἐρευνητικό ἴδρυμα τῆς χώρας μας, τό Ἐθνικό Ἰδρυμα Ἐρευνῶν, εἰδικότερα τό Κέντρο Νεοελληνικῶν Ἐρευνῶν (ἐρευνητικό πρόγραμμα «Ἐπιδράσεις τῆς εὐρωπαϊκῆς ἐπιστημονικῆς σκέψης στόν εὐρύτερο ἑλληνικό, βαλκανικό χώρο, 18ος-19ος αἰ.»)» μέ τή συμπαράσταση τοῦ Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν καί τῆς Ἑνώσεως Ἑλλήνων Φυσικῶν.

Γνωστοί ἐπιστήμονες ἀπό τή χώρα μας, ἀλλά καί ἀπό τή Βουλγαρία καί τή Ρουμανία, ὅπως ἐπίσης ὁ Evandro Agazzi, καθηγητής στό πανεπιστήμιο τοῦ Fribourg καί πρόεδρος τῆς Διεθνoῦς Ἀκαδημίας Φιλοσοφίας τῶν Ἐπιστημῶν καί τῆς Παγκόσμιας Ὁμοσπονδίας Φιλοσοφικῶν Ἑταιρειῶν, παρουσίασαν τ' ἀποτελέσματα τῶν ἐρευνῶν τους γύρω ἀπό τό θέμα τοῦ Συμποσίου ὑπογραμμίζοντας, μέ ἰδιαίτερη ἔμφαση τήν ἰδέα ὅτι ἡ διάδοση τῆς νευτώνειας Φυσικῆς στόν ἑλληνικό πνευματικό χώρο, ἀκολούθησε δρόμους παράλληλους μέ τή γενικότερη διείσδυση τῆς εὐρωπαϊκῆς ἐπιστημονικῆς σκέψης στά πλατύτερα στρώματα τῆς ἑλληνικῆς καί εὐρύτερα βαλκανικῆς λογιocύνης.

Μέ τήν ἐκτύπωση τοῦ παρόντος τόμου τῶν *Πρακτικῶν* ἐκπληρώνουμε τό χρέος μας τόσο ἀπέναντι στοὺς συνέδρους, ἀπέναντι σ' ὅλους τοὺς συναδέλφους πού παρακολούθησαν τίς ἐργασίες τοῦ Συμποσίου, ὅσο καί γενικότερα πρὸς τὴν ἐπιστημονική κοινότητα στήν ὁποία πιστεύουμε ὅτι προσφέρουμε σημαντική συμβολή γιὰ τήν περαιτέρω μελέτη ἑνός τόσο σημαντικοῦ θέματος τῆς νεώτερης ἐπιστήμης ἀλλά καί νέους προβληματισμοὺς γύρω ἀπό τή συμβολή τῆς νευτώνειας σκέψης στή νεώτερη ἐπιστήμη γενικά καί, κυρίως, στή διάδοση τῆς νεώτερης εὐρωπαϊκῆς ἐπιστήμης στόν τόπο μας.

Λουκία Δρούλια

Διευθύντρια Κέντρου Νεοελληνικών Ερευνών

Να, λοιπόν, που ο Νεύτων, «ο μέγας, ο αεικλής, ο κλεινότατος, ο αμαυρώσας την δόξαν παντός φιλοσόφου άλλου» (Ιώσηπος Μοισιόδαξ), ο «πατήρ της νέας φιλοσοφίας» (Βενιαμίν Λέσβιος), ο «θαυμάσιος σοφός» (Μιχαήλ Περδικάρης) όπως αποκλήθηκε από τους πρώτους Έλληνες θαυμαστές και μελετητές του, μας συγκεντρώνει σήμερα εδώ με την ευκαιρία της επετείου των τριακοσίων πενήντα ετών από τη γέννησή του, σε μιά νέα διεπιστημονική συνάντηση που έχει ως αντικείμενό της να εξετάσει και να προβάλει τη διάδοση της νευτώνειας Φυσικής στον ευρύτερο χώρο των Βαλκανίων.

Με ευχαρίστηση παρακολουθούμε μέσα από αυτές τις διεπιστημονικές διερευνήσεις να καλύπτεται σταδιακά, αλλά και σταθερά, ο χώρος αυτός της νεοελληνικής ιστορικής επιστήμης, ο κλάδος της Ιστορίας των Επιστημών και της Τεχνολογίας, που άν και αποκτάει μιάν αυτονομία και αυτοτέλεια, είναι ωστόσο στενά συνυφασμένη τόσο με τις θετικές όσο και με τις ανθρωπιστικές σπουδές. Έτσι, βλέπουμε, ότι εκεί που πριν από λίγα χρόνια παρουσιάζονταν κενά, «ακούγαμε μιά μεγάλη σιωπή», υπάρχει σήμερα συστηματική ενασχόληση που καλύπτει τα κενά και, παράλληλα, ολοένα αυξάνονται οι φωνές που εξουδετερώνουν τις σιωπές.

Μιά συστηματική εργασία προς την κατεύθυνση αυτή πραγματοποιείται τα τελευταία δεκαπέντε περίπου χρόνια στο Κέντρο Νεοελληνικών Ερευνών, όπου ξεκίνησε πρώτα-πρώτα μιά προσπάθεια να δημιουργηθεί η αναγκαία υποδομή της επιστήμης αυτής. Αναφέρομαι, όπως όλοι καταλαβαίνετε, στη πολύμοχθη και μακρόχρονη εργασία του συνεργάτη μας Γιάννη Καρά τον οποίο πρωτοκαθοδήγησε προς αυτήν την κατεύθυνση ο αείμνηστος Νίκος Σβορώνος, θέλοντας να αξιοποιήσει τις σπουδές και την ειδίκευση του μαθητή του. Το τρίτομο έργο *Οι Επιστήμες στην Τουρ-*

κοκρατία. Χειρόγραφα και έντυπα το οποίο πριν ακόμα κυκλοφορήσει - σε χειρόγραφη παράδοση όπως θα λέγαμε για τα έργα που διαβάστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν πριν ακόμα τυπωθούν - αποτέλεσε πολύτιμο εγχειρίδιο πάνω στο οποίο βασίστηκαν πολλές από τις μελέτες που βλέπουν το φώς στις μέρες μας. Με μεγάλη ευχαρίστηση αναφέρομαι στην έκδοση του έργου αυτού, που πραγματοποιείται με επιχορήγηση του Υπουργείου Πολιτισμού και τη συνεργασία του βιβλιοπωλείου της Εστίας. Επίσης προς την ίδια κατεύθυνση χρήσιμες είναι οι μηχανογραφικές προσεγγίσεις του Ευθύμιου Νικολαΐδη με τους συνεργάτες του των άλλων Ιδρυμάτων. Τώρα, μάλιστα, που έχει διαμορφωθεί στο Κέντρο μας, ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα έρευνας στα πλαίσια της Ιστορίας των επιστημών με αντικείμενο τη μελέτη των ευρωπαϊκών επιδράσεων στην επιστημονική σκέψη των λογίων του ευρύτερου βαλκανικού χώρου, ελπίζεται ότι τα έργα υποδομής θα αξιοποιηθούν ακόμα περισσότερο και θα πολλαπλασιαστούν οι αντίστοιχες μελέτες.

Σ' ένα ερευνητικό κέντρο σαν το δικό μας όπου ο Νεοελληνικός Διαφωτισμός αποτελεί ένα από τα κύρια πεδία μελέτης, ο Νεύτων και η ενασχόληση με την τύχη του στον ελληνικό και τον ευρύτερο βαλκανικό χώρο έρχεται ως φυσικό επακόλουθο, αφού ο μεγάλος αυτός Άγγλος φυσικός, μαθηματικός και αστρονόμος - που ασχολήθηκε άλλωστε με τη συγγραφή έργων θεολογικής και ιστορικής έρευνας - απασχόλησε από νωρίς την ελληνική διανόηση. Οι Έλληνες λόγιοι που επιζητούσαν να αποβάλουν τον θρησκευτικό αριστοτελισμό και να απαλλαγούν από τη δεισιδαιμονία μέσω της Φιλοσοφίας και της Φυσικής, ασχολήθηκαν και με τις νευτώνειες θεωρίες - ασφαλώς θα τις γνώρισαν μέσα από το έργο του Βολταίρου ο οποίος, όπως είναι γνωστό, έπαιξε πρωτεύοντα ρόλο στη διάδοσή τους στην Ευρώπη, κυρίως με το βιβλίο του *Η Φιλοσοφία του Κυρίου Newton* που κυκλοφόρησε μόλις ένδεκα χρόνια μετά το θάνατο του Νεύτωνα, το 1738.

Αυτήν την επιστημονική επικοινωνία προσπαθεί να ανιχνεύσει το ερευνητικό πρόγραμμα του οποίου είναι υπεύθυνος ο κ. Καράς και αυτό το ερευνητικό αντικείμενο έχει η σημερινή συνάντηση με επίκεντρο τον Νεύτωνα, επιζητώντας παράλληλα να διασυνδέσει

και να εντάξει την ελληνική και γενικότερα την βαλκανική ιστοριογραφία στο ευρύτερο διεθνές τους πλαίσιο. Άλλωστε αποτελεί κοινό ευρωπαϊκό desideratum ο καταρτισμός του χάρτη της επιστημονικής επικοινωνίας ανάμεσα στις ευρωπαϊκές χώρες - προσθέτω εδώ του κέντρου αλλά και της περιφέρειας - και ο τρόπος με τον οποίο διαχεόταν η επιστημονική γνώση. Η χαρτογράφηση αυτή πιστεύεται ότι θα δείξει πώς και με ποιό τρόπο η επιστήμη διαμορφώθηκε σε επιστημονικούς κλάδους, αλλά και ως πολιτισμικός παράγοντας, πώς δηλαδή αποτέλεσε κινητήρια δύναμη στην ευρωπαϊκή κοινωνία για τον εκσυγχρονισμό της.

Κλείνοντας, θα ήθελα να καλωσορίσω τους συνέδρους και να ευχηθώ καλή επιτυχία στις εργασίες αυτής της συνάντησης.

Κωνσταντίνος Σέκερης

Διευθύνων σύμβουλος Εθνικού Ιδρύματος Ερευνών

Κύριε Προέδρε του Συνεδρίου, αγαπητοί συνάδελφοι,
κυρίες και κύριοι,

Εκ μέρους του Προέδρου και του Διοικητικού Συμβουλίου του Εθνικού Ιδρύματος Ερευνών σας απευθύνω τους πιο θερμούς χαιρετισμούς και σας καλωσορίζω στο Ίδρυμα μας.

Είμαστε ιδιαίτερος ευτυχής που επιλέξατε τους χώρους του ΕΙΕ για το Διεθνές Επιστημονικό Συμπόσιο, *Η νευντώνεια Φυσική και η διάδοση της στον ευρύτερο βαλκανικό χώρο*. Η επιλογή αυτή δεν είναι τυχαία, είναι δε και συμβολική. Τυχαία δεν είναι καθότι στην οργάνωση του Συμποσίου ουσιαστικό ρόλο έπαιξαν ερευνητές του Κέντρου Νεοελληνικών Ερευνών του ΕΙΕ, ειδικότερα οι συνεργάτες του ερευνητικού προγράμματος που φέρει τον ενδεικτικό τίτλο: «Επιδράσεις της ευρωπαϊκής επιστημονικής σκέψης στον ευρύτερο ελληνικό βαλκανικό χώρο, 18ος-19ος αι.». Είναι δε συμβολική, γιατί το θέμα του συμποσίου, κατ'εξοχήν διεπιστημονικό – όπου εμπλέκεται η φυσική με την ιστορία και τη φιλοσοφία – αντικατοπτρίζει και τη δομή και τη φιλοσοφία του ΕΙΕ, το οποίο οι προικισμένοι και διορατικοί δημιουργοί του το συνέλαβαν ως τόπο συναντήσεως και αλληλεπιδράσεως των ανθρωπιστικών και θετικών επιστημών. Ετσι, στο ΕΙΕ στεγάζονται τρία κέντρα ανθρωπιστικής και τρία θετικής κατευθύνσεως. Η μίξη αυτή αποτελεί ένα από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του ΕΙΕ, είναι μοναδική σε Ερευνητικό Ίδρυμα της χώρας μας, αποδείχθηκε δε εξαιρετικά επιτυχής και πολύτιμη, όπως βεβαιώνουν οι ίδιοι οι ερευνητές των Κέντρων του ΕΙΕ και διαπιστώνει η Διοίκησή του.

Αγωνιζόμεθα να διατηρήσουμε και να προωθήσουμε περαιτέρω την ιδέα της διεπιστημονικής θεωρήσεως της έρευνας και να πείσουμε την Πολιτεία για την ανάγκη ενισχύσεως αυτών των

προσπαθειών. Δεν επιθυμώ να μακρυγορήσω περισσότερο. Σας εύχομαι και πάλι Καλή Επιτυχία στο Συμπόσιό σας.

Π. Γέμτος

Πρύτανης Πανεπιστημίου Αθηνών

Το Πανεπιστήμιο Αθηνών με ιδιαίτερη χαρά συμμετέχει στο Συμπόσιο που οργανώνεται από το Κέντρο Νεοελληνικών Ερευνών με την ευκαιρία των 350 χρόνων από τη γέννηση του Νεύτωνα. Το θέμα του συμποσίου *Η νευτώνεια Φυσική και η διάδοσή της στον ευρύτερο βαλκανικό χώρο* είναι ιδιαίτερα σημαντικό. Το έργο του Νεύτωνα θεμελίωσε για πρώτη φορά μια επιστήμη των φυσικών φαινομένων που ξεπερνούσε κατά πολύ την πρακτικά προσανατολισμένη κοινή αντίληψη για τα χαρακτηριστικά της πραγματικότητας. Αλλά και πέρα από αυτό: η νευτώνεια φυσική έγινε ο πόλος προσανατολισμού και ο ουσιαστικός δημιουργός των κοινωνικών επιστημών που από τη γένεσή τους επιχείρησαν να εφαρμόσουν ως ενοποιητική αρχή στον κοινωνικό χώρο δοκιμασμένα νευτώνεια πρότυπα.

Η μεταφορά και διάδοση της νευτώνειας φυσικής στον ευρύτερο βαλκανικό χώρο είχε συνεπώς ευρύτερες επιδράσεις από την περιοχή άμεσης εφαρμογής της. Επηρέασε βαθύτατα τη φιλοσοφική και κοινωνική σκέψη και βοήθησε σημαντικά τα πνευματικά ρεύματα του διαφωτισμού και της φιλελεύθερης αντίληψης του κόσμου στη διαμόρφωση ελεύθερων κοινωνιών στο βαλκανικό χώρο.

Θα ήθελα και από τη θέση αυτή να συγχαρώ τους διοργανωτές του συμποσίου για την επιλογή του θέματος και την καλή του προετοιμασία και να ευχηθώ καλή επιτυχία στις εργασίες του.

Παναγιώτης Φιλντίσης

Εκπρόσωπος της Ε.Ε.Φ.

Αξιότιμοι Προσκεκλημένοι,
Αγαπητοί Συνάδελφοι και Συναδέλφισσες,
Αγαπητοί φίλοι και φίλες

Εκ μέρους του Διοικητικού Συμβουλίου της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών χαιρετίζω τη σημερινή εκδήλωση, μια εκδήλωση που δίνει το στίγμα του ενδιαφέροντος των επιστημόνων, Ελλήνων και ξένων για την πορεία που είχαν και έχουν οι Φυσικές Επιστήμες, εστιάζοντας στη σημερινή μας εκδήλωση, την πορεία της νευτώ- νειας φυσικής στον ευρύτερο χώρο των Βαλκανίων.

Η ένωσή μας θεωρεί τιμητική την πρόταση που της έγινε από το ΕΙΕ, ιδιαίτερα το Κέντρο Νεοελληνικών Ερευνών, να συμμετά- σχουμε σε μιά τόσο σημαντική δραστηριότητα όπως είναι η σημε- ρινή, γιατί μας δίνει τη δυνατότητα να ενημερωθούμε και να ενη- μερώσουμε γι' αυτή τη σημαντική παρέμβαση, στο χώρο των Φυσι- κών Επιστημών από τον μεγάλο ερευνητή και επιστήμονα Νεύτω- να. Μια παρέμβαση που από την εποχή που έγινε μέχρι σήμερα έδωσε μια άλλη δυναμική στις Φυσικές Επιστήμες και μια άλλη εξέλιξη στην κατανόηση των εννοιών των Φυσικών Επιστημών.

Τα αποτελέσματα της επιστημονικής έρευνας επιβάλλουν συχνά αλλαγή στη φιλοσοφική αντίληψη σε ότι αφορά τα προβλήματα που βρίσκονται πέρα από το αντικείμενο που εξετάζει η επιστήμη. Ποιές διεξόδους επιτευγμάτων αναζητούμε μέσα από το αντικεί- μενο της επιστήμης, είναι ένα ερώτημα πέραν του αντικειμένου που εξετάζει η επιστήμη. Τέτοιου είδους ερωτήματα είναι προε- κτάσεις του περιεχομένου της επιστήμης και ασφαλώς επιδρούν πάνω τους τα όποια αποτελέσματα αναδεικνύονται από το επιστη- μονικό γίγνεσθαι.

Στις Φυσικές Επιστήμες, από την εποχή του Αριστοτέλη μέχρι

σήμερα, διάχυτη ήταν η προσπάθεια της έκφρασης του Φυσικού Φαινομένου μέσα από απλές ιδέες και σχέσεις. Το οδοιπορικό του δύσβατου δρόμου διήρκεσε 20 ολόκληρους αιώνες μέχρις ότου φθάσουμε στην οραματική παρέμβαση Γαλιλαίου-Νεύτωνα. Απαντήθηκαν εναγώνια ερωτήματα-θέματα όπως αυτό της κίνησης που από την απλούστερη προχωράμε στη συνθετότερη, η σχέση ανάμεσα στη δύναμη και την επιτάχυνση, ο περίφημος ορισμός της δύναμης κατά Νεύτωνα όπου «δρώσα δύναμη είναι μία δράση που ασκείται σ' ένα σώμα για να μεταβάλλει την κατάσταση ηρεμίας ή ομαλής ευθύγραμμης κίνησής του», είναι ενδεικτικά επιτεύγματα της παρέμβασης για την εποχή του Νεύτωνα.

Όμως το οδοιπορικό συνεχίζεται, νέα ερωτηματικά και άλλες φιλοσοφικές γενικεύσεις αναγεννώνται. Η επιστημονική φαντασία διευρύνει ολοένα περισσότερο τις παλιές έννοιες και ο εξελικτικός χαρακτήρας πάει να συναντήσει το επόμενο σημείο καμής.

Αυτή η συνέχεια όμως επιβάλλει τη γνώση της πορείας που οδηγεί το παρελθόν στο μέλλον. Για αυτή τη γνώση εύχομαι η συνάντησή μας να είναι όσο το δυνατόν διαφωτιστικότερη.

Αφού τονίσω ότι η Ένωση Ελλήνων Φυσικών θα συνεργάζεται με όλους τους φορείς για ανάδειξη τόσο σημαντικών θεμάτων, θέλω να ευχαριστήσω τον κ. Γιάννη Καρά για την οργάνωση αυτής της εκδήλωσης.

Ακόμα ευχαριστούμε όλους εσάς που τιμάτε με την παρουσία σας την εκδήλωσή μας.

Γιάννης Καρᾶς

Διευθυντής Έρευνῶν, ΚΝΕ/ΕΙΕ

ΕΙΣΗΓΗΤΙΚΗ ΟΜΙΛΙΑ

Η δόγανωση τοῦ Διεθνoῦς αὐτοῦ Συμποσίου φέτος, ὅταν συμπληρῶνονται 350 χρόνια ἀπὸ τὴ γέννηση τοῦ Νεύτωνα (καὶ 360 ἀπὸ τὴν καταδίκη τοῦ Γαλιλαίου), ἦταν ἓνα πρόσχημα, μιὰ σύμπτωση. Μιὰ σύμπτωση συνειδητὴ. Μιὰ σύμπτωση ποὺ ἐντάσσεται στὴ γενικότερη προσπάθειά μας, στὴν ἐπιδίωξή μας νὰρθοῦμε, ἐμεῖς τὰ μέλη τοῦ ἐρευνητικοῦ προγράμματος τοῦ Κέντρου Νεοελληνικῶν Ἑρευνῶν, τοῦ προγράμματος ποὺ τιτλοφορεῖται «Ἐπιδράσεις τῆς εὐρωπαϊκῆς ἐπιστημονικῆς σκέψης στὸν εὐρύτερο ἐλληνικό, βαλκανικό χωρo, 18οs-19οs αἰώνας», νὰρθοῦμε ἐμεῖς οἱ ἱστορικοὶ τῆς ἐπιστήμης, σὲ στενότερη ἐπαφὴ γνωριμίας καὶ συγκεκριμένης συνεργασίας μὲ τὸ χωρo τῶν ἀνθρώπων τῶν Θετικῶν Ἐπιστημῶν ὄχι μόνον τοῦ ἐλληνικοῦ ἀλλὰ τοῦ εὐρύτερου βαλκανικοῦ χωρoυ.

Τὴν ἴδια ἐπιδίωξη εἶχαν καὶ οἱ ἄλλες προηγούμενες ἐκδηλώσεις μας, μεταξὺ τῶν ὁποίων περιορίζομαι ν' ἀναφέρω τὴν κοινὴ ἐκδήλωση μὲ τὴν Ἑλληνικὴ Μαθηματικὴ Ἑταιρεία, ἀλλὰ καὶ τὴν προσεχὴ μὲ τὴν Ἑνωση Ἑλλήνων Χημικῶν, μὲ κοινὸ συνοργανωτὴ τὸ Πανεπιστήμιο Ἀθηνῶν.

Ἡ ἀνταπόκριση ποὺ ᾄρηκε σὲ σᾶς ὅλους αὐτὴ μας ἡ ἐκδήλωση θέλω νὰ πιστεύω ὅτι προοιωνίζει μιὰ θετικὴ μελλοντικὴ συνεργασία.

Μελετοῦμε τὸ θέμα μας σὲ συνεργασία μὲ Βουλγάρους καὶ Ρουμάνους συναδέλφους κι ἐλπίζουμε ν' ἀποκατασταθεῖ σύντομα ἡ εἰρήνη στὴν πρώην Γιουγκοσλαβία οὕτως ὥστε νὰ μπορέσουμε νὰ συνεισφέρουμε τὶς ἐπαφές μας καὶ μὲ Σέρβους συναδέλφους, ἐπεκτείνοντας τὴν ἔρευνά μας σ' ὁλόκληρο τὸ βαλκανικὸ χωρo.

Τὸ πρόγραμμά μας ἀναφέρεται στὴν περίοδο τῆ γνωστῆ ὡς περίοδο τοῦ Νεοελληνικοῦ Διαφωτισμοῦ, ἢ γιὰ τὸ σωστότερο τῆς Νεοελληνικῆς Ἀναγέννησης. Τὴν περίοδο κατὰ τὴν ὁποία τὸ νέο πνεῦμα, τὸ θεμελιωμένο πάνω στὰ νεώτερα ἐπιστημονικὰ δεδομένα, ἐρχεται, δειλὰ μὲν ἀλλὰ σταθερὰ καὶ πάντως ὄχι μὲ τὴν ἴδια σ' ὅλες τὶς πε-

ριοχές ένταση, νά αναπληρώσει, μέ τήν ὅποια μεταφορά του στόν βαλκανικό χώρο, τά κενά, ἢ μάλλον τίς ἐπιβραδύνσεις τοῦ ρυθμοῦ τῶν προηγούμενων αἰώνων, τίς ἀδράνειες πού χαρακτηρίζαν τή σκέψη τουλάχιστον μέχρι τά μέσα τοῦ 18ου αἰώνα.

Ἀπό τοὺς πνευματικούς ἀνθρώπους οἱ ὅποιοι ἔμμεσα εἴτε ἄμεσα ἤρθαν τήν περίοδο αὕτη σ' ἐπαφή μέ τήν εὐρωπαϊκή ἐπιστημονική σκέψη, γίνεται μιὰ προσπάθεια νά μελετηθεῖ ὁ φυσικός κόσμος ἔτσι ὅπως αὐτός εἶναι, χωρίς ὑπερβατικές παρεμβάσεις, ἀλλά μέ τοὺς δικούς τους καθολικούς νόμους καί μέ γνωστικά ἐργαλεῖα τὸ λογικὸ καί τὸ πείραμα, σέ συνάρτηση τῆς μαθηματικῆς ἀκρίβειας μέ τά μέσα τοῦ πειραματισμοῦ, μέ τά στοιχεῖα πού προσφέρουν οἱ ἐπιστῆμες τῆς φύσης. Ὁ αἰνιγματικός κόσμος τῆς ἐσωτερικότητος δίνει τώρα τὴ θέση του στὴ διερεύνηση τοῦ φυσικοῦ περιβάλλοντος χώρου καί οἱ μεταφυσικὲς ἐνοράσεις στὶς ἐπιστῆμες τῆς φύσης.

Κατακτᾷ νέο συνεχῶς ἔδαφος ἡ εὐρωπαϊκῆς προέλευσης ἀντίληψη ὅτι στὴ φύση ὑπάρχουν κανονικότητες καί πὼς ὅ,τι δὲ στηρίζεται καὶ δὲν ἐρμηνεύεται μέ τὰ δεδομένα τῆς ἐπιστήμης, σὰν ἕνας κρίκος τῆς ἀτέρμονης ἀλυσίδας τοῦ αἰτιατοῦ νόμου, ἀποτελεῖ στοιχεῖο ἑνὸς ἄλλου ἐρμηνευτικοῦ συστήματος. Ἡ ὄντολογία αὐξάνει τὸ κύρος της σὲ θάρρος τῆς μεταφυσικῆς, τῆς τόσο φορτισμένης μέ δεισιδαιμονίες καί προκαταλήψεις.

«Πέραν φύσεως βαδίζειν ἡμῖν ἀδύνατον», σημειώνει ὁ ἄγνωστος ἀκόμη σὲ μᾶς συγγραφέας ἑνὸς κειμένου πού διασώζεται ἀπὸ τὴν περίοδο ἐκείνη στὴ Βιβλιοθήκη τῶν Μηλεῶν, ἐπεξηγώντας, ὁ ἴδιος πάντα, ὅτι «πέραν τῆς φύσεως, ἡ ὁποία οὐδέποτε σφάλλει, καὶ ἄνευ ταύτης, οὐδὲ ζωή, οὐδέν, χάος· αὕτη ἐστὶ αἰτία παντός», ἐνῶ σ' ἕνα κείμενο Φυσικῆς πού διασώζεται σ' ἕνα ἄλλο ἐκπαιδευτικὸ κέντρο τοῦ τότε ἐλληνικοῦ πνευματικοῦ χώρου, στὸ Βουκουρέστι, διαβάζουμε ὅτι ἡ Φυσικὴ «δηλοῖ ὅλον ἐκείνο ὁποῦ γίνεται εἰς τὴν φύσιν». Γι' αὐτὸ καὶ «πρωτεύουσα σπουδὴ» πρέπει νά εἶναι ἡ μελέτη τῆς φύσεως.

Ἡ γνώση τῆς φύσης, ἀποτελεῖ βασικὸ στόχο τῆς ἐπιστημονικῆς σκέψης. Ἡ ἐπιστήμη στρέφεται πρὸς τὴ διερεύνηση τῆς φύσης καί ἡ μελέτη τῆς φύσης εἶναι αὕτη πού τροφοδοτεῖ, μέ τὸ πείραμα καί τὴν ἀναλυτικὴ ἔρευνα, τοὺς διάφορους τομεῖς τῆς γνώσης. Ὁ ἄνθρωπος τῆς περιόδου αὐτῆς, βοηθούμενος ἀπὸ τὸν μεγάλο Νεύτωνα, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὸν Bacon, τὸν Descartes, τὸν Leibniz, τὸν Galileo Galilei καὶ τὸν Toricelli, ἀντιλαμβάνεται ὅτι «διὰ ν' ἀνιχνεύσῃ τὴν φύσιν, ἀνάγκη ἦτο νά περιπατήσῃ τὴν πειραματικὴν ὁδόν», ὅπως θὰ ὑπογραμμίσαι στὸν πρόλογο τῆς *Χημείας* τοῦ Ἀδήτου πού μετέφρασε

τὸ 1808 ὁ Κωνσταντῖνος Μ. Κούμας, δάσκαλος τῶν ἐπιστημῶν, ἐκδότης ἔργων Μαθηματικῶν ἀλλὰ καὶ Φυσικῆς. Καὶ αὐτὴ ἡ ἴδια ἡ φιλοσοφία ἀποκτᾷ τώρα μιὰ νέα διάσταση: Γίνεται ἐπιστήμη τῆς φύσης, ἢ γιὰ τὸ ἀκριβέστερο, φιλοσοφία τῆς φύσης, ἀλλὰ καὶ τοῦ ἀνθρώπου ὡς μέρος ἀναπόσπαστο τῆς φύσης, τοῦ φυσικοῦ κόσμου. Μιὰ νέα σχέση μεταξὺ «μικρόκοσμου» (=τοῦ ἀνθρώπου) καὶ «μακρόκοσμου» (= τῆς φύσης, τοῦ σύμπαντος) οἰκοδομεῖται τώρα.

«Κανένα ἄλλο δὲν πρέπει νὰ μᾶς ἐγγίξῃ τόσον, ὅσον τὸ νὰ ἱξεύρωμεν πῶς εἶναι κατασκευασμένος ὁ κόσμος αὐτὸς ὁποῦ κατοικοῦμεν», διαβάζουμε στὸ προοίμιο τῶν *Ὁμιλιῶν περὶ πληθύς κόσμων* τοῦ Φοντενέλ, πού μετέφρασε καὶ ἐξέδωσε τὸ 1794 ὁ Παναγιώτης Κοδρικᾶς.

Ὁ ἄνθρωπος ἀποκτᾷ τώρα μιὰ νέα διάσταση μέσα στὸ φυσικὸν κόσμον· δὲν ἀποτελεῖ πλέον ὑποκείμενο, ἀλλὰ ἀντικείμενο ἔρευνας καὶ γνώσης, ὄχι παθητικὸ, ἀλλὰ ἐνεργητικὸ παράγοντα στὴ μελέτη τῶν μυστικῶν τῆς φύσης, μὲ θάσση πάντα τὰ στοιχεῖα πού οἱ Φυσικὲς-Θετικὲς Ἐπιστῆμες καὶ ἡ Φιλοσοφία τοῦ προσφέρουν. Παύει νὰ εἶναι ἓνας ἀπλὸς παρατηρητὴς καὶ ἀρχίζει νὰ γίνεται ἐνεργὸς ἐρμηνευτὴς τῆς φύσης: ν' ἀναζητᾷ «τὴν γνῶσιν τῶν ὄντων εἰς τὴν φύσιν... νὰ σκέπτεται, νὰ φιλοσοφῇ, ἐπάνω εἰς τὴν φύσιν... νὰ σπουδάξῃ τὴν φύσιν... νὰ ἀνησυχῇ εἰς τὴν θεωρίαν τῶν ὄντων» θεωρῶντας πῶς μόνο «διὰ τῆς φιλοσοφίας» μπορούμε νὰ ἔχουμε «τὴν ὀρθὴν καὶ ἀληθινὴν ἐξήγησιν τῶν ὄντων» καὶ ταυτοχρόνως νὰ μελετᾷ τὸ ἀνθρώπινο εἶναι μέσα ἀπὸ τὴν ἐμπειρία καὶ τὸ λόγο, σὲ μιὰ σχέση ἄμεσης ἀλληλεξάρτησης τῆς ἀνθρώπινης ὑπαρξῆς ἀπὸ τὸν αἰσθητὸ-ὕλικὸν κόσμον. Ὁ φυσικὸς κόσμος δὲν ὑπάρχει τώρα πλέον γιὰ νὰ ἐκφοβίζει, νὰ ἐπωάζει δαίμονες, ν' ἀντιστρατεύεται στὸ πνεῦμα, νὰ αἰσθητοποιεῖ τὶς συνέπειες τοῦ προπατορικοῦ ἁμαρτήματος, νὰ συμβολίζει τὴ μηδαμηνότητα τοῦ ἀνθρώπου ἢ νὰ ἐνσαρκώνει τὴ διαβολικὴν διάσταση τῆς Δημιουργίας, ἀλλὰ ἀντίθετα ἀποτελεῖ τὸ χωρὸν καταξίωσης, ἐπαλήθευσης τοῦ ἀνθρώπινου λογικοῦ, τοῦ ἐνσαρκωμένου στὴν πράξη Λόγου, ὁ ὁποῖος, γιὰ νὰ ἐπαναλάβουμε ἓναν ἀπὸ τοὺς γνωστοὺς δασκάλους τῆς ἐποχῆς, τὸν Νεόφυτο Βάμβο, μαζί μὲ τὴν παρατήρηση καὶ τὸ πείραμα «πρέπει νὰ συντρέχει εἰς τὴν ἐξήγησιν παντὸς σχεδὸν φυσικοῦ φαινομένου».

Ἀποτελεῖ, ὁ φυσικὸς κόσμος, τὸ πεδίο ἀντλήσεως, ἀλλὰ καὶ ἐπαλήθευσης, ἐπιβεβαίωσης ὅλων τῶν θεωριῶν, ὅπως θὰ μᾶς πεῖ καὶ ὁ ἄγνωστος συγγραφέας τοῦ κειμένου τῶν *Μηλεῶν* στὸ ὁποῖο ἀναφερθήκαμε ἤδη, καὶ ὁ ὁποῖος, γι' αὐτὸν ἀκριβῶς τὸ λόγο θὰ καταδι-

κάσει τόσο τὸν Πλάτωνα καὶ τὸν Ἀριστοτέλη ὅσο καὶ τὸν Descartes καὶ τὸν Leibniz ἐπειδὴ δὲν ἀκολούθησαν αὐτὴν ἀκριδῶς τὴν ὁδὸ τῆς γνώσης, ποὺ στηρίζεται στὴ μελέτῃ τῆς φύσης καὶ στὸ πείραμα.

Μιὰ ἀκόμη μαρτυρία, ποὺ ἐπιβεβαιώνει τὴν ἄποψη ὅτι τὸ βαθύτερο χαρακτηριστικὸ γνῶρισμα τοῦ ὀρθολογισμοῦ τῶν χρόνων ἐκείνων ἐντοπίζεται στὴν ὄντολογικὴ του διάσταση. Ἡ κυριαρχία τῆς λογικῆς δὲν ἔγκειται στὴν παραγωγή ἀρμονικῶν καὶ συνεκτικῶν κατασκευῶν, ἀλλὰ στὴν ἱκανότητά της νὰ μᾶς παρουσιάζει τὴν ἀληθινή, τὴν αὐθεντικὴ εἰκόνα τῆς φύσης, τοῦ κόσμου γενικότερα.

Ἡ «νεωτερικὴ», ἡ «πειραματικὴ φιλοσοφία», τὴν ὁποία ὁ δάσκαλος τῶν ἐπιστημῶν στὴν Ἑγemonική Ἀκαδημία τοῦ Βουκουρεστίου Κωνσταντῖνος Βαρδαλάχος, συγγραφέας, μεταξὺ ἄλλων καὶ ἐνὸς ἔργου Φυσικῆς, τὴν προσδιορίζει ὡς ἓνα διαρκῶς ἐξελισσόμενο σύστημα προσαρμοζόμενο στὶς νέες θεωρίες καὶ ἀνακαλύψεις, εἶναι, τὴν περίοδο αὐτὴ, συνώνυμος τῆς ἐπιστήμης καὶ ἰδιαίτερα τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν. Ἡ φιλοσοφία ταυτίζεται μὲ τὴ σπουδὴ τῆς φύσης, μὲ τὴ Φυσικὴ, μὲ τὴν ἔρευνα «τοῦ καθόλου φυσικοῦ ὄντος» καὶ ὁ φιλόσοφος εἶναι συνώνυμος μὲ τὸν ἐρευνητὴ τῶν φαινομένων τῆς φύσης. «Φυσικὸ φιλόσοφο», ἀποκαλεῖ τὸν «νονεχὴ ἐρευνητὴ τῶν φυσικῶν φαινομένων» ὁ Στέφανος Δούγκας, δάσκαλος καὶ αὐτὸς τῶν ἐπιστημῶν στὴν Κωνσταντινούπολη καὶ στὶς Παρίστριες Ἑγεμονίες, συγγραφέας καὶ αὐτὸς ἔργων Μαθηματικῶν καὶ Φυσικῆς Φιλοσοφίας. «Ἡ Φυσικὴ εἶναι μία γνῶσις μαθηματικὴ, καὶ φιλοσοφικὴ τῶν φυσικῶν πραγμάτων· φιλοσοφικὴ μὲν ὥσάν ὅπου ἀποδίδει τὰ αἷτια τῶν ἐν τῇ φύσει φαινομένων· μαθηματικὴ δέ, καθὸ προσδιορίζει τὰς δυνάμεις τῶν αἰτιῶν, καὶ τὰ μεγέθη τῶν ἀποτελεσμάτων», διαβάζουμε, τέλος, σ' ἓνα γιαννιώτικο κείμενο Φυσικῆς.

Μποροῦμε νὰ ποῦμε, μετὰ τὰ λίγα αὐτὰ παραδείγματα ποὺ πολὺ ἐπιλεκτικὰ συγκεντρώσαμε μέσα ἀπὸ πολλὰ παρόμοια, ἀλλὰ καὶ μετὰ μιὰ σύντομη ματιὰ στὴν πληθώρα τῶν διδλίων Φυσικῆς, χειρόγραφων εἴτε ἐντυπων, ποὺ κυκλοφοροῦν τὶς τελευταῖες δεκαετίες τοῦ 18ου αἰῶνα καὶ ἰδίως κατὰ τὶς πρῶτες δεκαετίες τοῦ 19ου, ὅτι ἡ Φυσικὴ ἀποτελεῖ τὸν τομέα ἐκεῖνο τῆς γνώσης στὸν ὁποῖο ἐντοπίζουμε, σὲ αὐτὸν κυρίως, τὴν ἀλλαγὴ ποὺ συντελεῖται τώρα στὴν παιδεία, στὴ σκέψη γενικότερα, χάρις στὴν ἐπαφὴ μὲ τὴν Εὐρώπῃ καὶ τὸ πνεῦμα τοῦ εὐρωπαϊκοῦ Διαφωτισμοῦ· μιὰ ἐπαφὴ ποὺ μπόρεσε νὰ δώσει καρποὺς γιατί βρῆκε πρόσφορο ἔδαφος, στηρίχθηκε σὲ προηγούμενα συσσωρευτικὰ στοιχεῖα, σ' ἓναν προϋπάρχοντα προβληματισμό.

Συμβατικὰ μποροῦμε νὰ ποῦμε ὅτι τὸ 1800 ἀποτελεῖ τὸ ἔτος μηδέν

της διείσδυσης, από περισσότερες συνεχώς κατευθύνσεις, των νέων επιστημονικών γνώσεων στον ευρύτερο ελληνικό θαλασσινό χώρο, την άφετηρία μιας νέας περιόδου επιστημονικού προβληματισμού.

Ο άνθρωπος της νέας αυτής περιόδου, στρέφει τα βλέμματά του προς τον ουρανό, προς τα γύρω του άστρα και αστερισμούς, μέσα στη γενικότερη προσπάθειά του ν' αναζητήσει τις φυσικές αιτίες που θεμελιώνουν την ένοποίηση του σύμπαντος, μικρόκοσμου και μακρόκοσμου, και, ένα αιώνα πριν από τον Einstein, ο Στέφανος Δούγκας διατυπώνει στο περίφημο έργο του *Ἐξέτασις τῆς Φύσεως*, όχι βέβαια με εξισώσεις και γεωμετρικούς τύπους, αλλά διαισθητικά –γεγονός όχι λιγότερης, για την εποχή εκείνη, σημασίας– την αρχή της ένότητας ύλης, χώρου, χρόνου και κίνησης, θεωρώντας –στηριζόμενος στους νεώτερους φυσικούς και κυρίως στον Νεύτωνα– τον τόπο και το χρόνο, αλλά και την κίνηση, βασικές, αλληλοπροσδιοριζόμενες και αλληλένδετες κατηγορίες της ύλης, προσθέτοντας πώς ό,τι δεν είναι ένταγμένο στο χώρο και στο χρόνο και δε θρίσκεται σε κίνηση, παραμένει απροσπλάστο στη νόησή μας. Και δεν είναι ο μόνος. "Ας συγκρατήσουμε εδώ τα ονόματα του Κωνσταντίνου Μ. Κούμα, ο οποίος συνδέει τις έννοιες του τόπου και του χρόνου με την εξέλιξη τόσο στη φύση όσο και στην κοινωνία, όπου «οὐκ ἔστι διακοπή», αλλά και του Φίλιππου Ἰωάννου για τον οποίο τόσον ἡ έννοια του τόπου ὅσον και ἐκείνη του χρόνου, προσδιορίζουν την έννοια της ύπαρξης, μιὰ έννοια την ὁποία κι αὐτὸς προσδιορίζει ὡς εὐρισκόμενη σὲ συνεχή εξέλιξη, σὲ συνεχή κίνηση.

Ἡ νευτώνεια Φυσική, ἡ «πολυθρύλητος νευτωνική» θεωρία, γιὰ νὰ χρησιμοποιήσουμε μιὰ διατύπωση τοῦ χειρογράφου τῶν Μηλεῶν, σύμφωνα μὲ τὴν ὁποία οἱ φυσικοὶ νόμοι ποὺ ἰσχύουν στὴν ἐπιφάνεια τῆς γῆς εἶναι οἱ ἴδιοι ποὺ ἰσχύουν σὲ ὁλόκληρο τὸ σύμπαν, παρουσιάζοντάς μας τὴν εἰκόνα ἑνὸς ὁμογενοῦς καὶ ἰσότροπου σύμπαντος, ποὺ λειτουργεῖ ὡς μιὰ μεγάλη μηχανή, μὲ τοὺς δικούς του ἀναλλοίωτους νόμους, σηματοδοτεῖ τὴν ἀλλαγὴ, ἀπὸ τὴν ἀριστοτελικὴ στὴ νεώτερη φυσικὴ σκέψη, μιὰ ἀλλαγὴ ποὺ συντελεῖται στὸ ὄνομα... τοῦ Ἀριστοτέλη!

«Ὅστις ἀναπτύσσειν δούλεται τὰ ἐν τῇ φύσει φαινόμενα», πρέπει νὰ σέβεται τοὺς κανόνες «τοῦ σοφωτάτου Νεύτωνα», ὁ ὁποῖος θρίσκεται «ἐγγύτερον τῇ ἀληθείᾳ», διαβάζουμε στὸν πρόλογο τῆς παράφρασης ἀπὸ τὸν Θεόφιλο Κορυδαλέα τῆς *Φυσικῆς Ἀκροάσεως* τοῦ Ἀριστοτέλη, στὸν ἴδιο αὐτὸν πρόλογο ὅπου, στὴ συνέχεια, παρουσιάζονται οἱ κανόνες τοῦ Νεύτωνα.

Τὸ τονίσαμε καὶ μὲ ἄλλη εὐκαιρία. Τὸ ἐπαναλαμβάνουμε κι ἐδῶ σήμερα. Ἡ παράφραση τῆς ἀριστοτελικῆς Φυσικῆς ἀπὸ τὸν Θεόφιλο Κορυδαλέα, ἐνίσχυσε μὲν τὸν ἀριστοτελισμὸ ὡς τρόπο ἀναζήτησης τῆς ὀρθολογικῆς ἀλήθειας, ὅμως ταυτόχρονα προετοίμασε, κυρίως μέσω τῆς ἐντυπῆς ἔκδοσης τοῦ ἔργου αὐτοῦ τὸ 1779, τὴν ἀναίρεση τῆς ἀριστοτελικῆς Φυσικῆς, μὲ βάση τὰ νεώτερα δεδομένα τῆς φυσικῆς σκέψης.

Σ' ἓνα σχῆμα, ποὺ ἐκ πρώτης ὄψεως μπορεῖ νὰ θεωρηθεῖ ὀξύμωρο, μπορούμε νὰ ποῦμε ὅτι ἡ ἔκδοση τῆς ἀριστοτελικῆς Φυσικῆς τοῦ Θεοφίλου Κορυδαλέα, τὸ 1779, (ἔχει προηγηθεῖ ἡ διάδοση, σὲ χειρόγραφη μορφή τοῦ ἔργου αὐτοῦ σ' ὁλόκληρο τὸν ἐλληνικὸ πνευματικὸ χώρο), ἀποτέλεσε τὴν ἀρχὴ τοῦ τέλους τῆς παντοδυναμίας τῆς ἀριστοτελικῆς Φυσικῆς· σημαντικὸ σταθμὸ στὴ διάδοση, στὸν εὐρύτερο βαλκανικὸ χώρο, τῆς νεώτερης Φυσικῆς, ποὺ τώρα ταυτίζεται μὲ τὸν Νεύτωνα.

Εἴπαμε σημαντικὸ σταθμὸ. Μὲ αὐτὸ δὲν παραγνωρίζουμε καὶ οὔτε θέλουμε νὰ ὑποτιμήσουμε τὰ ἄλλα, προηγούμενα εἴτε ἐπόμενα δείγματα ἐπαφῆς καὶ γνωριμίας τῆς ἐλληνικῆς καὶ γενικότερα βαλκανικῆς σκέψης μὲ τὴ νεώτερη, τὴ νευτώνεια Φυσικὴ.

Μιά πρώτη, δειλὴ ἀντιπαράθεση ἀρχαίων καὶ «νεωτέρων» θὰ συναντήσουμε στὸν Βικέντιο Δαμοδό, πρὸς τὰ τέλη τῆς τέταρτης δεκαετίας τοῦ 18ου αἰῶνα, ἐνῶ λίγο ἀργότερα ὁ Νικόλαος Ζερζούλης, δάσκαλος στὴν Ἀθωνιάδα καὶ κατόπιν στὸ Ἰάσι, ὅπου δίδαξε φιλοσοφία σύμφωνα μὲ τὸν Wolff καὶ τὸν Baumeister, μᾶς ἔδωσε τὴν πρώτη μετάφραση τῆς *Πειραματικῆς Φυσικῆς* τοῦ Ὁλλανδοῦ φυσικοῦ P. van Musschenbroek, ὁ ὁποῖος, γιὰ νὰ παραμείνουμε στὸν Δαμοδό, «νέον οὐκ ἔφερε σύστημα ἀλλὰ τοῦ Νεύτωνος σαφῶς ἐξημενύσατο», καὶ ὁ Νικηφόρος Θεοτόκης, τὸ 1766-67, παρουσιάζει ἐκτενῶς στὴ διτομὴ *Φυσικὴ* του τοὺς πρώτους τρεῖς κανόνες τοῦ Νεύτωνα ἀκολουθώντας προφανῶς κι αὐτὸς τὸν Μουσεμβροέκιο, ὅπως ἐξ ἄλλου καὶ ὁ Βούλγαρις καὶ ὁ Μοισιόδαξ, ἀλλὰ καὶ ἀργότερα ὁ Ἀθ. Ψαλίδας, στὴ *Μεταφυσικὴ* του ὅπου ὁ Νεύτωνα χαρακτηρίζεται ὡς «ὁ τῶν φυσικῶν ὀξυνοῦστατος».

Θεωρεῖται, ὅχι ἀδόσιμα, ὅτι ἡ μεταφορὰ μόνον τῶν τριῶν πρώτων κανόνων τοῦ Νεύτωνα ἀπὸ ὀρισμένους, κυρίως τῆς πρώτης περιόδου, Ἑλληνες λογίους, ὀφείλεται στὴν κοινὴ πηγὴ ἔμπνευσης ποὺ δὲν ἦταν ἄλλη ἀπὸ τὸ ἔργο τοῦ Musschenbroek. Δὲ νομίζω ὅτι ὑπάρχει σοβαρὴ ἀντίρρηση σὲ αὐτὴν τὴν ἐπιχειρηματολογία. Τὸ γεγονός ὅμως ὅτι τὸν τέταρτο κανόνα, ποὺ διατυπώνεται στὴν τρίτη

έκδοση των Principia, τὸ 1726, δὲν τὸν ἀναφέρουν οὔτε καὶ οἱ νεωτερίζοντες ἐκείνοι λόγιοι, μὲ ἔντονες εὐρωπαϊκὲς ἐπιδράσεις, ὅπως ὁ Βενιαμίν Λέσβιος, ὁ Κ.Μ. Κούμας, ἢ ὁ Στέφανος Δούγκας, γιὰ νὰ περιοριστοῦμε μόνον σὲ αὐτοὺς, ἂν καὶ τὸν γνωρίζουν καὶ τὸν χρησιμοποιοῦν, θέτει ἓνα ἐρώτημα, μὰ ἀκόμη ὑπόθεση ἐργασίας. Μήπως, διερωτᾶμαι, ὁ τέταρτος αὐτὸς κανόνας, ὁ ὁποῖος θὰ μπορούσαμε νὰ ποῦμε ὅτι θεμελιώνει, ἢ μᾶλλον ὅτι θεμελιώνει ἐκ νέου, τὴν ἐπαγωγικὴ μέθοδο, θεωρώντας ὅτι ὅλα ἐπαληθεύονται ἢ διαψεύδονται ἀπὸ τὴν πείρα, ποὺ ἀποδέχεται ὡς ἀληθεῖς μόνον τὶς προτάσεις ἐκείνες οἱ ὁποῖες στηρίζονται στὰ δεδομένα τῆς ἐμπειρίας καὶ εἶναι ἀπόρροια τῆς ἐπαγωγικῆς μεθόδου, ποὺ δὲ δέχεται τίποτα ἀπ' ὅσα βρίσκονται ἔξω ἀπὸ τὴν πειραματικὴ Φυσικὴ, ἀπὸ τὴν πειραματικὴ Φιλοσοφία κατὰ τὸν Νεύτωνα, ποὺ σπάει κάθε δεσμό μὲ τὰ νοησιαρχικὰ ἐκείνα, καρτεσιανὰ εἴτε θεολογικὰ σχήματα τὰ ὁποῖα δὲν ἐπαληθεύονται στὴν πράξη¹, μήπως λοιπὸν θεωρεῖται ὅτι ἡ διατύπωσή του θὰ μπορούσε νὰ προκαλέσει ἀντιδράσεις ἐκ μέρους τῆς Ἐκκλησίας, ἢ μήπως θεωρεῖται, σὶς ἀρχὲς τοῦ 19ου αἰώνα, ὡς ξεπερασμένος σ' ἓναν ὥρο στὸν ὁποῖο πρὸ πολλοῦ ἡ ἐπαγωγικὴ μέθοδος ἐργασίας ἀποτελοῦσε, στὸ ὥρο τῆς ἐπιστήμης, τὸ βασικὸ ἐργαλεῖο γιὰ τὴν ἀνεύρεση τῆς ἀλήθειας; Ἐπιτρέψτε μου νὰ θέσω ἐδῶ ἀπλῶς τὸ πρόβλημα. Καὶ προχωρῶ σὲ μιὰ παρατήρηση.

Σταθμίσαμε τὴν πρώτη γνωριμία τῆς νευτώνειας Φυσικῆς ἀπὸ τὴν ἑλληνικὴ λογιόσυνη στὰ τέλη τῆς τετάρτης δεκαετίας τοῦ 18ου αἰώνα.

Μπορεῖ σὲ ἄλλους τομεῖς τῆς πνευματικῆς ζωῆς νὰ παρατηρεῖται,

1. Γράφει ὁ Einstein γιὰ τὸν Νεύτωνα: «Πρέπει νὰ ἀναπολήσουμε τὴ μνήμη αὐτοῦ τοῦ φωτεινοῦ πνεύματος: ὅπως δὲν ἔκανε ποτὲ κανένας πρὶν ἢ ὕστερα ἀπ' αὐτόν, ἔδειξε τὸ δρόμο τῆς σκέψης, τῆς μελέτης καὶ τῆς πρακτικῆς διαμόρφωσης τῆς Δύσης. Δὲν ὑπῆρξε μόνον ὁ μεγαλοφυὴς δημιουργὸς τῶν ἰδιαίτερων κατευθυντήριων μεθόδων, ἀλλὰ κατέκτησε μὲ μοναδικὸ τρόπο τὰ γνωστὰ στὴν ἐποχὴ του ἐμπειρικὰ στοιχεῖα καὶ τὸ πνεῦμα ἀποδείχτηκε καταπληκτικὰ μεγαλοφυὲς στὴ λεπτομέρεια καὶ στὸν τομέα τῆς μαθηματικῆς καὶ φυσικῆς ἐπιχειρηματολογίας. Γιὰ ὅλους αὐτοὺς τοὺς λόγους εἶναι ἄξιος τῆς πρὸ μεγάλης μας λατρείας. Ἀλλὰ ἡ εὐγενὴς αὐτὴ μορφή εἶναι ἀκόμα σημαντικώτερη ἀπὸ τὸ γεγονός πὼς ἡ μοῖρα τὴν ἔθεσε σὲ μιὰ καμπὴ τῆς ἀνάπτυξης τοῦ ἀνθρώπινου πνεύματος. Γιὰ νὰ τὸ ἀντιληφθοῦμε καλὰ αὐτό, πρέπει νὰ ἀναλογιστοῦμε πὼς δὲν ὑπῆρχε, πρὶν ἀπὸ τὸν Νεύτωνα κανένα καθορισμένο σύστημα φυσικῆς αἰτιότητας ποὺ νὰ μπορούσε νὰ ἀναπαραστήσει τὰ θαυότερα χαρακτηριστικὰ τοῦ κόσμου τῆς ἐμπειρίας», ἀπὸ τὸν τόμο: Albert Einstein, *Πῶς βλέπω τὸν κόσμο*, μτφρ. Μινᾶς Ζωγράφου-Μεραναῖος, ἔκδ. Μαθη. σσ. 137-138.

και πράγματι παρατηρείται μιὰ καθυστέρηση ἔναντι τῆς Εὐρώπης, ὅμως ἐδῶ ἡ ἑλληνικὴ σκέψη συμπορεύεται μὲ τὴν εὐρωπαϊκὴ. Καὶ τὸ λέμε αὐτὸ γιατί καὶ σὲ αὐτὴν τὴν Εὐρώπῃ, στίς πρῶτες δεκαετίες τοῦ 18ου αἰῶνα, οἱ ἰδέες τοῦ Νεύτωνα ἐπικρατοῦσαν μόνον στὴν Ἀγγλία, ἐνῶ στὴν ἡπειρωτικὴ Εὐρώπῃ συναντοῦν ἀκόμη τὴν ἀντίδραση τῶν καρτεσιανῶν. Στὴ Γαλλία ἰδιαίτερα – ποὺ τὸ 18ο αἰῶνα ἀποτελοῦσε τὸ βασικὸ κέντρο ἀντλήσης καὶ μεταφορᾶς τῶν νέων ἰδεῶν στὸν εὐρύτερο βαλκανικὸ χῶρο –, τὸ ἔργο τοῦ Νεύτωνα ἄρχισε νὰ γίνεται γνωστὸ μετὰ τὸ 1727 ἀπὸ τὸν Βολταῖρο, θαυμαστὴ τοῦ Νεύτωνα, καὶ ἡ νευτωνικὴ μηχανικὴ θὰ ἐπικρατήσῃ ἐκεῖ μετὰ μιὰ δεκαετία, δηλαδὴ τὴν ἴδια περίπου περίοδο κατὰ τὴν ὁποία καὶ ὁ Ἑλληνας, ὁ βαλκάνιος λόγιος ἄρχισε νὰ γνωρίζει τὴ νέα Φυσικὴ, τὸν Νεύτωνα, γιὰ τὸν ὁποῖο ὁ Ἰώσηπος Μοισιόδαξ, ἀντίπαλος αὐτὸς τοῦ στείρου ἀριστοτελισμοῦ ἀλλὰ ὄχι καὶ τοῦ Ἀριστοτέλη, θὰ σημειώσῃ στὴν *Ἀπολογία* του, τὸ 1780, ὅτι τὸ ὄνομα τοῦ μεγάλου Νεύτωνα ἀμαυροῖ τὴν δόξαν παντὸς φιλοσόφου ἄλλου ἀκόμη καὶ αὐτοῦ τοῦ Ἀριστοτέλη, ἐνῶ ὁ Νικόλαος Μαυροκορδάτος ἀντιγράφοντας, στὰ *Φιλοθέου Πάρεργα*, τὸν Γαλιλαῖο θὰ πεῖ ὅτι ἂν ξαναγεννιόταν ὁ Ἀριστοτέλης δὲ θὰ δίσταζε νὰ γίνῃ μαθητὴς τῶν νεωτέρων. Καί, ὅπως τονίσαμε ἤδη, στὴν ἀντίληψη τοῦ λογίου τοῦ 1800, ὅταν τυπώθηκε δηλαδὴ τὸ ἔργο αὐτὸ τοῦ Μαυροκορδάτου, νεώτεροι εἶναι οἱ ὁπαδοὶ τοῦ Νεύτωνα.

Μιὰ νέα συνάντηση μὲ τὸ 1800.

Γιὰ λόγους «ἐξωπνευματικούς», στοὺς ὁποίους ὁ χρόνος δὲ μᾶς ἐπιτρέπει ν' ἀναφερθοῦμε ἐδῶ, ὁ πνευματικὸς ἄνθρωπος ἀρχίζει νὰ ἔρχεται τώρα σὲ στενότερη ἐπαφὴ μὲ τὴν Εὐρώπῃ, μὲ τὸ πνεῦμα τοῦ εὐρωπαϊκοῦ – ὄχι μόνον τοῦ γαλλικοῦ ἀλλὰ καὶ τοῦ γερμανικοῦ – Διαφωτισμοῦ, τὸ ὁποῖο, στὸν ἑλληνικὸ πνευματικὸ, καὶ γενικότερα βαλκανικὸ, χῶρο θὰ ἐκφραστεῖ κυρίως μέσα ἀπὸ τὸ βιβλίο τῆς Φυσικῆς.

Περιοριζόμενοι στὸ ἔντυπο βιβλίο Φυσικῆς σημειώνουμε ὅτι μόνον κατὰ τίς πρῶτες δύο δεκαετίες τοῦ 19ου αἰῶνα ἐκδίδονται περὶ τὰ 35 βιβλία τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν, μέσα σ' ἓνα κλίμα, ποὺ θὰ μπορούσαμε νὰ τὸ χαρακτηρίσουμε, ἀποθέωση τῆς Φυσικῆς. Μόνο μέσα σ' ἓνα χρόνο, τὸ 1812, κυκλοφοροῦν τρεῖς ἔργα Φυσικῆς, οἱ Φυσικὲς τοῦ Δημητρίου Ν. Δάρδαρη, τοῦ Κωνσταντίνου Βαρδαλάχου καὶ τοῦ Κωνσταντίνου Μ. Κούμα. Τρεῖς ἔργα στηριζόμενα στὴν παρατήρηση καὶ στὸ πείραμα, στὴ νευτώνεια θεωρία, ἡ ὁποία, γιὰ νὰ θυμηθοῦμε καὶ πάλι τὸν Παναγιώτη Κοδρικᾶ, «ὡς γλυκύτατον φῶς

διέρρηξε τὸ σκοτεινὸν τῆς ἀγνοίας παραπέτασμα, εὐχαριστεῖ τὸν νοῦν, πείθει τὸ πνεῦμα, εὐφραίνει τὴν ψυχὴν, καὶ οἰκοθεν ὡς ἀπλουστάτη ἀπλῶς τοῖς πᾶσι γίνεται παραδεκτὴ· καὶ οὕτω μὲ ἄκραν εὐκολίαν καὶ ἀπλότητα ἐξηγεῖται τὸ διατί, καὶ πῶς κυκλοφορεῖ ἡ Γῆ καὶ οἱ λοιποὶ δορυφόροι περὶ τοὺς πλανήτας των, καὶ σὺν αὐτοῖς περιστρέφονται καὶ ἐκεῖνοι περὶ τὸν ἥλιον ὡς πρὸς γενικὸν κέντρον τοῦ καθ' ἡμᾶς πλανητικοῦ συστήματος».

Ἡ κίνησις τῆς γῆς καὶ τῶν πλανητῶν, ἡ ἀποδοχὴ ἢ μὴ τοῦ ἡλιοκεντρικοῦ συστήματος, εἶναι ἀπὸ τὰ θέματα γύρω ἀπὸ τὰ ὁποῖα διεξήχθησαν ἔντονες συζητήσεις, χωρὶς ὅμως νὰ προκαλέσουν, στὸν ἑλληνικὸ πνευματικὸν χώρον, τόσο ἔντονες διαμάχες ὅπως στὴν Εὐρώπῃ. Οἱ ὁπαδοὶ τῆς νέας, τῆς ἡλιοκεντρικῆς θεωρίας εἶναι τώρα, στὶς ἀρχὲς τοῦ 19ου αἰῶνα, ὄχι μόνον κατὰ πολὺ περισσότεροὶ τῶν ἀντιπάλων τους – στὸν χώρο τῶν λογίων πάντα – ἀλλὰ κάνουν ἐπιθετικὰ τὴν παρουσίαν τους στὸν χώρο τῆς κοσμολογίας, ἀντλώντας τὰ ἐπιχειρήματά τους ἀπὸ τὰ «νεώτερα» εὐρωπαϊκὰ ἀστρονομικὰ ἐγχειρίδια. Προσπαθοῦν νὰ διεισδύσουν στὰ μυστικὰ τοῦ ὑπεργήινου κόσμου, νὰ γνωρίσουν τὰ μυστικὰ τοῦ σύμπαντος καὶ νὰ τὰ ἐρμηνεύσουν μὲ βάση τὰ νέα στοιχεῖα τῆς σύγχρονης εὐρωπαϊκῆς ἐπιστήμης, ἀποκρούοντας τὶς υπερβατικὰς ἐρμηνείας. Ἐπιχειροῦν νὰ παρουσιάσουν τὸ Σύμπαν ὡς ἓνα ὁμογενὲς καὶ ἐξελισσόμενο σύστημα βρισκόμενο σὲ αὐτοδύναμη καὶ αὐτόνομη ἐξέλιξη.

Εἴπαμε, ἂν καὶ μονολεκτικὰ προηγουμένως, τὸ τονίσαμε καὶ μὲ προηγούμενη εὐκαιρία, ὅτι τώρα, στὶς ἀρχὲς τοῦ 19ου αἰῶνα ὁ ἀρχικὸς προσανατολισμὸς τῆς ἑλληνικῆς παιδείας κυρίως πρὸς τὴ Γαλλίαν καὶ τὸ γαλλικὸ Διαφωτισμὸν, ἀρχίζει νὰ διασπᾶται, νὰ ἐμπλουτίζεται μὲ στοιχεῖα τῆς γερμανικῆς παιδείας καὶ σκέψης, τὰ ὁποῖα, μὲ τὴν πάροδο τοῦ χρόνου κάνουν ἐντονότερα τὴν παρουσίαν τους. Στὰ ἔργα τῶν Κ.Μ. Κούμα, Ἄθ. Ψαλῖδα, Στ. Δούγκα, Δανιὴλ Φιλιππίδη, στὸ ἀνώνυμο κείμενο φυσικῆς φιλοσοφίας τῶν Μηλεῶν, ἀλλὰ καὶ στὰ ἔργα καὶ αὐτοῦ τοῦ Ἀδαμάντιου Κοραΐ, θὰ συναντήσουμε συχνὰς ἀναφορὰς στὴ γερμανικὴ ἐπιστήμην καὶ φιλοσοφίαν, εἰδικότερα στὸν Κάντ. Τὸ ἔργο τοῦ τελευταίου, *Γενικὴ Ἱστορία τῆς Φύσεως καὶ θεωρία τοῦ Οὐρανοῦ*, πού ἐγράψε τὸ 1755, «σύμφωνα μὲ τὶς νευτώνειες βασικὰς ἀρχὰς», ὅπως ὁ ἴδιος ὁ Κάντ τονίζει στὸν τίτλον τοῦ ἔργου του αὐτοῦ, ἀποτέλεσε σημαντικὸ στοιχεῖον στὴ διαμόρφωσιν τῶν κοσμογονικῶν ἀντιλήψεων τῶν Ἑλλήνων τῶν προεπαναστατικῶν χρόνων. Ὡς γνωστόν, τὸ ἔργο αὐτό, στὸ ὁποῖον ἡ φύσις μελετᾶται σὲ συνεχή ἀνάπτυξιν καὶ ἐξέλιξιν, δίνοντας ἰσχυρὸ πλῆ-

γμα στη μεταφυσική, συνέθεσε, μαζί με τη δίτομη *Ἐκθεση τοῦ Συστήματος τοῦ Κόσμου*, πού ὁ Laplace ἐξέδωσε μετὰ 41 χρόνια, τὸ 1796, τὴν κλασικὴ κοσμογονικὴ ὑπόθεση, γνωστὴ μὲ τὸ ὄνομα τῶν δύο δημιουργῶν τῆς καὶ σύμφωνα μὲ τὴν ὁποία ὁλόκληρο τὸ ἡλιακὸ σύστημα, ἀλλὰ καὶ ἡ σημερινὴ γεωλογικὴ, γεωγραφικὴ, κλιματολογικὴ κατάσταση τῆς γῆς, ἡ χλωρίδα καὶ ἡ πανίδα τῆς, εἶναι ἀποτέλεσμα μιᾶς ἐξελικτικῆς πορείας μέσα στὸ χῶρο καὶ στὸ χρόνο.

Ἀνακεφαλαιώνοντας τίς ὥς τώρα σύντομες αὐτὲς παρατηρήσεις, μποροῦμε νὰ ποῦμε ὅτι ἡ γνωριμία, μὲ τὸν ἕναν ἢ τὸν ἄλλο τρόπο, τῆς νευτώνειας φυσικῆς σκέψης, ἡ ὁποία προσέφερε καὶ στὴν ἑλληνικὴ, καὶ κατ' ἐπέκταση στὴ βαλκανικὴ λογιόσυνη, ἕνα νέο κοσμογονικὸ σύστημα, ἀποδεικνύοντας ὅτι οἱ φυσικοὶ νόμοι πού ἰσχύουν στὴν ἐπιφάνεια τῆς γῆς ἰσχύουν καὶ σὲ ὁλόκληρο τὸ σύμπαν διευρύνοντας συνεπῶς τὴν τάξη πού παρατηρεῖται στὴ Γῆ σ' ὁλόκληρο τὸ σύμπαν, εἶχε καὶ ἰσχυρὲς φιλοσοφικὲς προεκτάσεις: ἐνίσχυσε τίς ἀντιλήψεις γιὰ τὴν αἰσθητὴ διάσταση τοῦ ἀνθρώπου, ἐπιβεβαίωσε τὴ στενὴ συνάφεια καὶ ἀλληλεξάρτηση τῆς ἀνθρώπινης ὑπαρξης ἀπὸ τὸν αἰσθητὸ-ὕλικό κόσμο, τὴν ἐνότητα τοῦ ἀνθρώπου μὲ τὸ φυσικό του περιβάλλον ἀπορρίπτοντας κάθε μορφὴ δεισιδαιμονίας. Νέα προβλήματα τίθενται τώρα, δειλὰ μὲν ἀλλὰ μὲ σαφήνεια, πού μαρτυροῦν ἕνα νέο «φιλοσοφικό» τρόπο σκέψης. Τὰ ἐρωτήματα: Τί εἶναι γνῶση καὶ ποιά τὰ ὄριά τῆς, ποιά τὰ ὄρια τῶν ἐπιστημῶν τοῦ ἀνθρώπου, ποιά ἡ θέση τοῦ ἀνθρώπου μέσα στὴ φύση, ἀλλὰ καὶ στὴν κοινωνία, ἐρωτήματα καθαρὰ ἐπιστημολογικά τὰ ὁποία τίθενται τώρα, ἀσχέτως ἂν δὲ μπόρεσαν νὰ δοῦν ὁλοκληρωμένη ἀπάντηση. Ἀλλάζει τώρα καὶ αὐτὴ ἡ σχέση τοῦ ὑποκειμένου μὲ τὸ ἀντικείμενο, ἀλλὰ καὶ τοῦ ἀντικειμένου ἀπέναντι στὸ ὑποκείμενο, σχέση πού, ἀπὸ τὴν ἄποψη τῆς φιλοσοφικῆς θεώρησης, δίνεται μὲ τὸ σχῆμα «γνῶση-αὐτογνωσία». Καὶ ἡ στροφή αὐτὴ τοῦ ὑποκειμένου στὸ ἀντικείμενο τοποθέτησε πάνω σὲ νέα θεμέλια τὸ ὅλο οἰκοδόμημα τῆς γνῶσης.

Στὴν κατηγορηματικὴ διατύπωση τοῦ Κ.Μ.Κούμα, τὸ 1808, ὅτι ὁ ἄνθρωπος πρέπει νὰ χρησιμοποιεῖ «τὴν κρίσιν τοῦ ἰδίου του λογικοῦ» καὶ πῶς στὸν τομέα τῆς ἐπιστήμης πρέπει νὰ στοιχειωθεῖ τίς ἀπόψεις του μόνον πάνω στὰ δεδομένα τῆς ἐπιστήμης, «νὰ συλλογίζεται καὶ νὰ κρίνῃ, καὶ ν' ἀντιλέγῃ [ἀκόμη] καὶ εἰς τὸν Νεῦτωνα», «τοῦ πατέρα τῆς νέας φιλοσοφίας» κατὰ τὸν Βενιαμὶν Λέσδιο, ἢ τοῦ «δαιμόνιου ἐκείνου ἄνδρα» κατὰ τὸν Παναγιώτη Γοβδελά, δὲ μποροῦμε νὰ μὴ διαπιστώσουμε ἀφ' ἐνὸς τὴν ἐμπιστοσύνη τοῦ ἀνθρώ-

που τῆς ἐποχῆς αὐτῆς στίς ἴδιες του τίς δυνάμεις, στή δύναμη τοῦ ἀνθρώπινου λογικοῦ καί ἀφ' ἑτέρου τὸ κύρος, τὸ μεγάλο κύρος ποὺ ἔχαιρε τὸ ὄνομα τοῦ Νεύτωνα στήν ἐλληνική λογιосύνη, ὅπου, γιὰ νὰ ἐπαναλάβουμε τὸν Μοισιόδακα, ἐπισκίαζε τὴ δόξα παντὸς ἄλλου φιλοσόφου, ἀκόμη κι αὐτοῦ τοῦ Ἀριστοτέλη.

Στηριζόμενοι στὰ διώσιμα ἐκεῖνα στοιχεῖα, ποὺ ἡ δυναμικὴ τῆς ἐξέλιξης κατὰ τὴν προεπαναστατικὴ περίοδο μᾶς προσέφερε, σημειώνουμε καταλήγοντας, ὅτι ἡ περίοδος αὐτή, ἰδωμένη ὅχι σὰν μιὰ στιγμή αὐτὴ καθεαυτή, ἀλλὰ σὰν μιὰ φάση τῆς ἐξέλιξης τῆς νεοελληνικῆς σκέψης, εἶναι ἡ περίοδος τοῦ ὀρθολογισμοῦ, τῶν ἀναζητήσεων, τῆς βεβαιότητος ὅτι αὐτὸ ποὺ εἶναι δὲν εἶναι μόνιμο, βρίσκεται σὲ συνεχή ἐξέλιξη. Ἀποτελεῖ, ἡ περίοδος αὐτή, τὴν κριτικὴ συνείδηση ὁλόκληρης τῆς περιόδου τοῦ ὀθωμανικοῦ ζυγοῦ. Καί στήν πραγμάτωση αὐτῆς τῆς ἀλλαγῆς, ὁ ρόλος τῆς νευτώνειας φυσικῆς σκέψης ἦταν ἀσφαλῶς ἰδιαίτερα σημαντικός.

Α. Φίλιππας

Καθηγητής, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Η ΜΟΝΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΙΔΕΩΝ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ

Ως εισαγωγή της ομιλίας μου θα ήθελα να σημειώσω μια σειρά από επιτεύγματα που προηγήθηκαν της εποχής ή και ήταν σύγχρονα με την εποχή του Νεύτωνος, τα οποία, μαζί με τα «επαναστατικά» επιτεύγματα του ίδιου του Νεύτωνος, συνέβαλαν στην εδραίωση των σύγχρονων ιδεών περί του φυσικού κόσμου.

ΜΕΡΙΚΑ ΟΡΟΣΗΜΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΟΝ ΝΕΥΤΩΝΑ

- 1543 Νικ. Κοπέρνικος *De Revolutionibus Orbium Coelestium*
- 1600 William Gilbert, *Concerning the Magnet*
- 1609 Johannes Kepler, *Astronomia Nova*
- 1610 G. Galilei, *Sidereal Messenger*
- 1619 J. Kepler, *Harmonia Mundi*
- 1632 G. Galilei, *Two Chief Systems of the World*
- 1637 René Descartes, *Discourse on Method*
- 1638 G. Galilei, *Discourses and Demonstrations Concerning two New Sciences*
- 1678 Christian Huygens, *Wave Theory of Light*
- 1687 I. Newton, *Principia Mathematica Philosophiae Naturalis*
- 1704 I. Newton, *Opticks*

Οι πειραματικά ελεγχόμενες φυσικές επιστήμες και τα μαθηματικά μοντέλα που τις περιέγραψαν εδραιώθηκαν σε στέρεες βάσεις μόνο κατά τον δέκατο έκτο και δέκατο έβδομο αιώνα. Εκλόνισαν την Αριστοτέλεια φυσική και κοσμολογία, αμφισβήτησαν βαθειά ριζωμένες έννοιες της ανθρώπινης λογικής και βαθμιαία μετασχημάτισαν το σκηνικό έτσι, που να καταντήσει σχεδόν αγνώριστο.

Οι αλλαγές αυτές οφείλονται κατά πολύ στα επιστημονικά επιτεύγματα όχι μόνο των αρχαίων Ελλήνων, αλλά ακόμα και στη συνεισφορά των Αράβων και, αργότερα, των διανοητών του Μεσαίωνα και των αρχών της Αναγέννησης. Οι θαυμαστές πραγματείες των αρχαίων Ελλήνων θα είχαν μείνει άγνωστες στους μελετητές της Ευρώπης, και εάν πράγματι είχαν χαθεί για πάντα, είναι απίθανο ότι οι φυσικές επιστήμες θα είχαν αναπτυχθεί στη μορφή που τις γνωρίζουμε σήμερα, αν δεν είχαν γίνει προσιτές κατά μεγάλο ποσοστό από Ισλαμικές πηγές.

Η επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο έβλεπαν οι άνθρωποι τον κόσμο τους συνέβη με τον πλέον δραματικό τρόπο στην αστρονομία και στην μηχανική. Οι διευρυνόμενες εμπορικές οικονομίες της Αναγέννησης δημιούργησαν διάφορα προβλήματα, όπως λ.χ. στη ναυσιπλοΐα και στην κατασκευαστική και στρατιωτική μηχανική. Διεγερμένοι από αυτά τα προβλήματα και εμπνευσμένοι από τις εργασίες του Αρχιμήδη, ένας αριθμός διανοητών καταπιάστηκε να συνθέσει μία θεωρία της κίνησης. Μολονότι είναι γενικά αποδεκτό ότι ήταν ο Γαλιλαίο Γαλιλέι ο οποίος έθεσε τα θεμέλια της μοντέρνας επιστήμης της μηχανικής, δεν υπάρχει επίσης καμιά αμφιβολία ότι χρωστούσε πολλά στις εργασίες των προγενεστέρων επιστημόνων.

Η γεωκεντρική θεωρία του Πτολεμαίου ήταν ένα επιστημονικό επίτευγμα πρώτου μεγέθους. Ομως, ο Κοπέρνικος βρήκε πολλές μη ικανοποιητικές παραδοχές στο σύστημα του Πτολεμαίου, ενώ ταυτόχρονα, δεν είχε καμιά αμφιβολία στη σκέψη του ότι οι κινήσεις των ουρανίων σωμάτων πρέπει να εμπεριέχουν μιαν απλή συνεπή τάξη. Για πολλά χρόνια το ηλιοκεντρικό του μοντέλο όπως το είχε περιγράψει στο έργο του «*De Revolutionibus Orbium Coelestium*» δεν προκάλεσε μεγάλη αίσθηση, πράγμα που μάλλον οφείλεται στον πρόλογο, ο οποίος κατά πάσα πιθανότητα γράφτηκε από τον εκδότη του Oslander, και σύμφωνα με τον οποίο η θεωρία του Κοπέρνικου ήταν ένα κατάλληλο τέχνασμα με το οποίο απλοποιούντο οι αστρονομικοί υπολογισμοί. Η υπόθεση του Κοπέρνικου ήταν ασυμβίβαστη τόσο με τη φυσική του Αριστοτέλη όσο και με τις θεολογικές αντιλήψεις. Το επιτυχές ξερίζωμα της μεσαιωνικής κοσμολογίας έγινε με τις εργασίες του Γαλιλαίου, του Κέπλερ και του Νεύτωνα.

Η θεμελίωση της μοντέρνας δυναμικής θεωρίας έγινε από τον Γαλιλαίο, μολοντί έκτισε τη θεωρία του βασισμένου στη δουλειά πολλών προγενέστερων διανοητών. Η θεμελίωση αυτή περιέχεται στο έργο του «*Mathematical Discourses and Demonstrations Concerning Two New Sciences*». Μολοντί ο Γαλιλαίος οραματίστηκε τη δυνατότητα μιας γενικευμένης μαθηματικής επιστήμης της φύσεως, το σύστημα της μηχανικής που δημιούργησε κατά μέρος μόνο ικανοποίησε αυτή τη δυνατότητα.

Πολύς δρόμος διανύθηκε προτού η αποδοχή ότι η φύση έπρεπε να αντιμετωπιστεί ως ένα μηχανικό φαινόμενο αντικατασθεί από τη θεολογική ερμηνεία των ουράνιων φαινομένων. Ενα έργο που απαιτήθηκε γι' αυτό ήταν η ανάπτυξη μιας φιλοσοφικής βάσης για την ερμηνεία τόσο των ζωικών όσο και των μη ζωικών διαδικασιών με νόμους της μηχανικής. Ενα άλλο έργο ήταν η δόμηση μιας επιστήμης της μηχανικής η περιοχή εφαρμογής της οποίας περιλάμβανε τόσο τα γήινα όσο και τα ουράνια φαινόμενα. Το πρώτο έργο ήταν εν πολλοίς η εργασία του René Descartes, ενώ το δεύτερο η εργασία του Ισαάκ Νεύτωνα.

Η παγκόσμια μηχανική που προτάθηκε από τον Descartes περιείχε πολλές αξιωματικές υποθέσεις, οι οποίες αποδείχθηκαν λανθασμένες και δεν πρόσφεραν ικανοποιητική ερμηνεία για πολλά φαινόμενα κίνησης. Ήταν η θεωρία της μηχανικής, που αναπτύχθηκε με εντυπωσιακή ακρίβεια και λεπτομέρεια από τον Νεύτωνα στην εργασία «*Principia Mathematica Philosophiae Naturalis*», στην οποία εδραιώθηκε το μοντέλο της φυσικής έρευνας για περισσότερο από δύο αιώνες.

Το καταπληκτικό επίτευγμα του Νεύτωνα έδωσε μιαν ενωποιημένη ερμηνεία των κινήσεων σωμάτων τα οποία προηγουμένως εθεωρείτο ότι ανήκαν σε ξεχωριστές περιοχές. Το μέγεθος των επιτευγμάτων του Νεύτωνα γίνεται κατανοητό από μερικά παραδείγματα:

- Συμπλήρωσε την εργασία του Γαλιλαίου στην εδραίωση μιας επιστήμης της κίνησης διατυπώνοντας τους γενικούς νόμους της δυναμικής.
- Υιοθέτησε την πρόσθετη υπόθεση ότι κάθε σωματίδιο ύλης έλκει κάθε άλλο σωματίδιο με μία βαρυτική δύναμη, η οποία

μεταβάλλεται κατά τρόπο που ο ίδιος ανακάλυψε.

- Εδειξε, μετά, ότι από αυτές τις υποθέσεις είναι δυνατό να εξαχθούν βελτιωμένες εκφράσεις των νόμων του Γαλιλαίου σχετικά με την επιτάχυνση των σωμάτων που πέφτουν προς τη Γη, καθώς επίσης τους νόμους του Κέπλερ της κίνησης των πλανητών.
- Προσέφερε, ως εκ τούτου, αδιαφιλονίκητη μαρτυρία του παγκόσμιου χαρακτήρα των αρχών της μηχανικής, και εξάλειψε μια για πάντα τη μεσαιωνική πεποίθηση ότι τα ουράνια και τα επίγεια σώματα υπακούουν σε ριζικά αντίθετους νόμους.
- Αυτές οι υποθέσεις επέτρεψαν ακόμα στον Νεύτωνα να ερμηνεύσει τη συμπεριφορά των παλιρροιών, τη μετάπτωση των ισημεριών και πολλά άλλα φαινόμενα.
- Εκτός από τους νόμους που διατύπωσε στο *Principia*, συνεισέφερε κατά θεαματικό τρόπο στη φυσική οπτική και στα μαθηματικά.

Βεβαίως πολλά ερωτήματα είχαν παραμείνει αναπάντητα, επειδή ο Νεύτων διαπραγματεύτηκε συστήματα διακριτών σωματιδίων. Όμως, η επέκταση της Νευτώνιας μηχανικής στα ρευστά και σε άλλα συνεχή συστήματα έγινε με επιτυχία το 18ο αιώνα. Δεν προκαλεί έκπληξη το ότι ο Νεύτων θεωρείται ευρέως ως η αδιαφιλονίκητη ιδιοφυΐα, ο άνθρωπος που ανακάλυψε τις θεμελιώδεις αρχές της απόλυτης τάξης του σύμπαντος.

Οι απόψεις του Νεύτωνα για τον τρόπο με τον οποίο θα έπρεπε να επιτελείται η επιστημονική αναζήτηση, επηρέασε τους ερευνητές του 18ου αιώνα, όχι μόνο στη φυσική, αλλά και στις άλλες επιστήμες, όπως η ψυχολογία και η κοινωνιολογία. Πίστευε, όπως και ο Descartes, ότι οι θεμελιώδεις αρχές που διέπουν τις φυσικές δυνάμεις πρέπει να διατυπώνονται με μαθηματικό τρόπο έτσι, ώστε άλλοι νόμοι των φυσικών φαινομένων να διατυπωθούν επίσης με συστηματικό τρόπο.

Αντίθετα, όμως, από ότι πίστευε ο Descartes δεν υιοθετούσε την άποψη ότι αυτές οι αρχές θα έπρεπε να γίνονται αποδεκτές χωρίς πειραματική επιβεβαίωση. Επέμενε ότι εξάγονται επαγωγικά συμπεράσματα που πηγάζουν από κατάλληλη ανάλυση πειραμάτων ή παρατηρήσεων. Ο Νεύτων διεκήρυξε τους συμπληρωματικούς

ρόλους του μαθηματικού λογισμού και του πειράματος στη μελέτη της φύσεως και μ' αυτό τον τρόπο συνεδύασε σημαντικά συστατικά της εμπειρικής και ρασιοναλιστικής γνώσης, τα οποία απετέλεσαν το θεμέλιο της νέας επιστήμης.

Στράτος Θεοδοσίου - Μάνος Δανέζης

Επίκουροι Καθηγητές Αστροφυσικής
Τμήμα Φυσικής - Πανεπιστήμιο Αθηνών

Η ΠΡΟΣΦΟΡΑ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ

Ισαάκ Νεύτων (Isaac Newton, 1642-1727)

Κορυφαία φυσικομαθηματική διάνοια της επιστημονικής επανάστασης του 17ου αιώνα, ο Άγγλος φυσικός, μαθηματικός και αστρονόμος Ισαάκ Νεύτων γεννήθηκε στις 25 Δεκεμβρίου του 1642 (4 Ιανουαρίου του 1643) στο Γούλσθορν κοντά στο Γκράνθαμ (Grantham) του Λινκολνσάιρ.

Παιδικά χρόνια

Ο Νεύτωνας δεν ευτύχησε να βιώσει την αγάπη του πατέρα του που πέθανε 3 μόλις μήνες πριν από τη γέννησή του, ενώ σημάδεψε βαθιά την ψυχική του ισορροπία το γεγονός ότι η μητέρα του μετά δύο χρόνια παντρεύτηκε τον ιερωμένο Βαρνάβα Σμιθ (Barnabas Smith). Η ανατροφή του τότε ανατέθηκε στη γιαγιά του. Κοντά της ο Νεύτωνας έζησε εννιά συνεχή χρόνια, μέχρι το θάνατο του πατριού του το 1653. Τα πρώτα γράμματα τα έμαθε στο σχολείο του Γκράνθαμ. Το γεγονός όμως της μητρικής εγκατάλειψης του προκάλεσε ανεπανόρθωτα ψυχικά τραύματα που επηρέασαν την εν γένει συμπεριφορά του σε όλη την κατοπινή ζωή του. Όπως αναφέρεται από τους βιογράφους του, ο Νεύτωνας είχε πάντα έντονο το αίσθημα της ανασφάλειας. Αποτέλεσμα αυτού ήταν το άγχος το οποίο είχε κάθε φορά που επρόκειτο να δημοσιοποιήσει τα αποτελέσματα κάποιας ερευνητικής δουλειάς του, καθώς και η παράλογη επιθετικότητα που επεδείκνυε κάθε φορά που βρισκόταν στην ανάγκη να υποστηρίξει τις θέσεις του απέναντι στους επικρι-

τές του. Όταν η μητέρα του τον κάλεσε να ασχοληθεί με την κτηματική περιουσία τους, ο νεαρός Ισαάκ απεδείχθη τελείως ακατάλληλος για γεωργικές και διαχειριστικές εργασίες. Συνήθως αποσυρόταν σε κάποιο δωμάτιο και ασχολείτο με την κατασκευή διαφόρων μηχανισμών ρολογιών και ανεμόμυλων και πιθανώς με την μελέτη των μαθηματικών.

Η μητέρα του ευτυχώς κατάλαβε αρκετά νωρίς το λάθος της και τον ξαναέστειλε στο σχολείο του στο Γκράνθαμ προκειμένου να προετοιμαστεί για το Πανεπιστήμιο. Έτσι, το 1661 ο Νεύτωνας εισήχθη στο Κολλέγιο Τρίνιτυ (Trinity College) του Πανεπιστημίου του Καίμπριτζ.

Τα φοιτητικά χρόνια

Η είσοδος του Νεύτωνα στο Πανεπιστήμιο, του έδωσε τη δυνατότητα να συνειδητοποιήσει την εν εξελίξει επιστημονική επανάσταση, της οποίας έμελε να αποτελέσει έναν από τους κυριότερους εκφραστές. Την εποχή εκείνη η επιστημονική έκρηξη, που είχε αρχίσει ήδη από το 1500, βρισκόταν σε εξέλιξη. Διάσημοι αστρονόμοι όπως ο Κοπέρνικος (1472-1543) και ο Κέπλερ (1571-1630) είχαν αναπτύξει το ηλιοκεντρικό σύστημα. Ο Γαλιλαίος (1564-1642) είχε θέσει τις βάσεις της νέας μηχανικής που βασιζόταν στην αρχή της αδράνειας, ενώ φιλόσοφοι με επικεφαλής τον Καρτέσιο (René Descartes, 1596-1650) είχαν ήδη αρχίσει να διαμορφώνουν μια νέα αντίληψη για τη φύση ως μιας πολύπλοκης, απρόσωπης και αδρανούς μηχανής. Όλα τα προηγούμενα όμως βρίσκονταν εγκλωβισμένα μέσα στα όρια μιας πεισματικής προσήλωσης των λογίων και των Πανεπιστημίων της εποχής γενικότερα, στις λανθασμένες απόψεις του Αριστοτέλη και την αποδοχή του γεωκεντρικού συστήματος του Κλαυδίου Πτολεμαίου, θέσεις οι οποίες την εποχή εκείνη είχαν αναχθεί σε δόγματα.

Ο Νεύτωνας, όμως, είχε την τύχη να διατελέσει μαθητής του διάσημου τότε καθηγητή Μπάρροου (Isaak Barrow) ενός ευρύτατου πνεύματος της εποχής, τον οποίον και διαδέχτηκε, όπως θα δούμε, το 1669 στην έδρα των Μαθηματικών. Ο νεαρός Ισαάκ στα πρώτα χρόνια των σπουδών του, μελέτησε το έργο του Αριστοτέλη, ενώ ταυτόχρονα ανεκάλυπτε τις θέσεις του Γάλλου φυσικού-φιλόσο-

φου Καρτέσιου καθώς και των άλλων μηχανοκρατικών φιλοσόφων, που σε αντίθεση με τον Αριστοτέλη υποστήριζαν την άποψη ότι η φυσική πραγματικότητα αποτελείται εξ ολοκλήρου από σωματίδια ύλης σε κίνηση, ενώ όλα τα φυσικά φαινόμενα είναι αποτέλεσμα των μηχανικών τους αλληλεπιδράσεων.

Το 1664 ο Νεύτωνας άρχισε να ασχολείται με τη σύνταξη σημειώσεων που αργότερα έγιναν γνωστές με τον συνοπτικό τίτλο *Quaestiones* (Ερωτήσεις). Κάτω όμως από τον πλήρη τίτλο προφητικά έγραφε: *Amicus Plato amicus Aristoteles magis amica veritas* (= Φίλος ο Πλάτων φίλος ο Αριστοτέλης αλλά καλύτερη φίλη η αλήθεια).

Από την περίοδο αυτή αρχίζουν να εμφανίζονται τα πρώτα δείγματα της μεγαλοφυΐας του, ενώ ταυτόχρονα αρχίζει ουσιαστικά η θυελλώδης επιστημονική σταδιοδρομία του. Στο έργο «Ερωτήσεις» (*Quaestiones*) ο νεαρός Ι. Νεύτων αποκάλυψε ότι είχε συλλάβει την ιδέα, μέσω των θεωριών του Καρτέσιου και του Γκασσάντι (*Pierre Gassendi*), μιας νέας φυσικής τάξης.

Εξ' άλλου, μελετώντας τις εργασίες του διαπρεπούς χημικού Μπούλ (*Robert Boyle*) και του Μορ (*Henry More*) — ενός φιλοσόφου μελετητή του Πλάτωνα στο Καίμπριτζ — γνώρισε την αποκρυφιστική παράδοση του Ερμητισμού, στα πλαίσια του οποίου επιχειρούνταν η ερμηνεία των φυσικών φαινομένων με βάση αλχημιστικές και αποκρυφιστικές αρχές.

Μέσω αυτών των γνώσεων δημιούργησε μια νέα αντίληψη της φυσικής φιλοσοφίας η οποία αποτελούσε ένα συνδυασμό της μηχανοκρατικής και ερμηνευτικής αντίληψης περί φύσης.

Από το 1664 μελετώντας τη *Γεωμετρία* (*La Geometrie*) του Καρτέσιου, σε συνδυασμό με την κλασική γεωμετρία, μυήθηκε στην τέχνη της μαθηματικής ανάλυσης και στις εφαρμογές των αλγεβρικών τεχνικών στη λύση των γεωμετρικών προβλημάτων. Οι σπουδές του ολοκληρώθηκαν τον Απρίλιο του 1665 οπότε πήρε και το πτυχίο του. Από εκείνη τη στιγμή και έπειτα ολόκληρη η ζωή του αφιερώθηκε στην έρευνα.

Επιστημονική έρευνα

Οι μελέτες του μεγάλου ερευνητή πολύ γρήγορα έδωσαν καρ-

πούς. Έτσι, το 1665 παρουσίασε το διωνυμικό θεώρημα (που έκτοτε φέρει το όνομά του) και έδωσε τα πρώτα στοιχεία του απειροστικού λογισμού (για τα οποία αργότερα διεξήγαγε σφοδρούς επιστημονικούς αγώνες με το συνομήλικό του Γερμανό μαθηματικό Λάιμπνιτς, 1646-1716). Ο απειροστικός λογισμός, χρησιμοποιούσε τις απειροστές μεταβολές για τον προσδιορισμό των κλίσεων των καμπυλών και τον υπολογισμό των εμβαδών, που περικλείονται κάτω απ' αυτές.

Το 1666 η γόνιμη φαντασία του συνέλαβε τη θεωρία της βαρύτητας, της αμοιβαίας δηλαδή έλξης των μαζών η οποία και έλκει τα διάφορα σώματα προς τη Γη.

Από τη λήψη του πτυχίου του και χωρίς επίσημη καθοδήγηση (λόγω μιας επιδημίας πανώλης) παρέμεινε για δύο συνεχή χρόνια κλεισμένος σπίτι του, όπου και έγραψε τη θαυμαστή πραγματεία του με τίτλο *Περί των χρωμάτων* (On Colours). Παράλληλα μελέτησε τις αρχές της κυκλικής κίνησης και τις εφάρμοσε στην περίπτωση της Σελήνης και των πλανητών.

Πριν όμως προχωρήσουμε στην ανάλυση του σπουδαίου έργου του Νεύτωνα ας προσπαθήσουμε να δούμε τους κλάδους της επιστήμης που αυτό αναφέρεται.

Το κυρίως μέρος του έργου του μεγάλου Άγγλου διανοητή αναφέρεται στους κλάδους της Οπτικής, της Μηχανικής, των Μαθηματικών και της Αστρονομίας.

α) Στην Οπτική προσδιορίζοντας τη σύνθεση του λευκού φωτός συνέβαλε καθοριστικά στην ερμηνεία των φαινομένων των χρωμάτων θέτοντας έτσι τις βάσεις της Σύγχρονης Φυσικής Οπτικής.

β) Στη Μηχανική, αφού διατύπωσε στους 3 νόμους του για την κίνηση των σωμάτων — που αποτελούν βασικές αρχές της φυσικής — στη συνέχεια οδηγήθηκε στον περίφημο νόμο της παγκόσμιας έλξης.

γ) Στα Μαθηματικά, υπήρξε ο κύριος εμπνευστής του απειροστικού λογισμού. Το έργο του *Μαθηματικές Αρχές της Φυσικής Φιλοσοφίας* (Philosophiae Naturalis Principia Mathematica, 1687) συνηθέστερα γνωστό ως *Αρχές* (Principia) υπήρξε μια από τις σημαντικότερες πραγματείες στην ιστορία της επιστήμης και άλλαξε κυριολεκτικά την όψη της Φυσικής.

δ) Στην Αστρονομία εκτός από τη δυναμική της κίνησης των πλανητών, ανακάλυψε το κατοπτρικό τηλεσκόπιο (που από τότε φέρει το όνομά του), εξήγησε τη μη-σφαιρικότητα της Γης και την αιτία της μετάπτωσης των ισημερινών σημείων.

Η πορεία προς την καθιέρωση

Ας δούμε όμως με μεγαλύτερη προσοχή τη θυελλώδη πορεία του Νεύτωνα προς το πάνθεο της παγκόσμιας διανόησης.

Δύο έτη μετά το τέλος των πανεπιστημιακών του σπουδών, το 1667, νεαρός πια επιστήμονας ο Νεύτωνας εξελέγη μεταπτυχιακός υπότροπος του Κολλεγίου Τρίνιτυ και ασχολήθηκε κυρίως με τα Μαθηματικά. Έτσι, το 1669 συνέταξε πραγματεία των συμπερασμάτων των ερευνών του στο χώρο των Μαθηματικών με τίτλο: *Περί της Αναλύσεως δια των σειρών* (De Analysi per Aequationes Numeri Terminorum Infinitas) την οποία μέσα στα επόμενα δύο χρόνια μορφοποίησε στο σύγγραμμά του: *Περί των μεθόδων των σειρών και του διαφορικού λογισμού* (Method of fluxions).

Εν τω μεταξύ το 1669 ο Μπάρροου αποχώρησε από την έδρα των Μαθηματικών για να ασχοληθεί με τη θεολογία, προτείνοντας ως διάδοχό του τον Νεύτωνα, ο οποίος κατέλαβε τη θέση του.

Η οπτική

Ένα άλλο πεδίο ερευνητικής δραστηριότητας του Νεύτωνα ήταν η οπτική. Τα αποτελέσματα της τεράστια προσπάθειάς του σ' αυτόν τον κλάδο της Φυσικής ο Νεύτωνας τα περιέλαβε στον πρώτο τόμο του έργου του υπό τον τίτλο *Opticks*.

Στο έργο του αυτό ο σπουδαίος φυσικός μελέτησε τη διάθλαση και την ανάλυση του φωτός με πρίσμα, ενώ μέσω μιας μεγάλης σειράς πειραμάτων οδηγήθηκε στο συμπέρασμα ότι το φως που εκπέμπεται από ένα ακτινοβόλο σώμα δεν είναι απλό και ομοιογενές αλλά μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από μια μείξη ακτίνων διαφορετικού δείκτη διάθλασης και χρώματος. Συγχρόνως όμως ανατρέποντας τις παραδεκτές μέχρι τότε απόψεις των φυσικών, υποστήριξε την άποψη ότι το φως αποτελείται από υλικά σώματα εν κινήσει τα οποία και ερεθίζουν το αισθητήριο της όρασης. Η σωματιδιακή όμως αντίληψη του Νεύτωνα σχετικά με τη φύση του

φωτός παρέμεινε μια υποθετική θεωρία στο περιθώριο της *Οπτικής* του.

Το κατοπτρικό τηλεσκόπιο

Από τις πειραματικές του εργασίες πάνω στην ανάλυση του φωτός, οδηγήθηκε στην εσφαλμένη γνώμη, ότι ήταν αδύνατη η κατασκευή αχρωματικού συστήματος φακών και ότι δεν ήταν δυνατή η περαιτέρω βελτίωση των διοπτρικών τηλεσκοπίων. Με βάση, λοιπόν, το ότι η χρωματική εκτροπή δεν μπορούσε ποτέ να εξαλειφθεί από τους φακούς ο Νεύτωνας στράφηκε στην μελέτη των ιδιοτήτων των κατόπτρων, γεγονός που τον οδήγησε στην μεγάλη ανακάλυψη και κατασκευή του πρώτου κατοπτρικού τηλεσκοπίου, το οποίο μέχρι σήμερα φέρει το όνομά του.

Τα μέλη της Βασιλικής Εταιρείας (Royal Society, έτος ίδρυσης 1660), όταν το 1671 πληροφορήθηκαν αυτή την ανακάλυψη του Νεύτωνα, ζήτησαν να τη μελετήσουν. Αυτή ακριβώς η ανακάλυψή του ήταν εκείνη που του εξασφάλισε την είσοδό του στη Βασιλική Εταιρεία το 1672.

Στη συνέχεια, το 1675, ανακοίνωσε στη Βασιλική Εταιρεία τη θεωρία του «Περί χρωμάτων» και εξήγησε τον τρόπο με τον οποίο δημιουργείται η εντύπωση των διαφόρων χρωμάτων που παρουσιάζουν τα σώματα εκτιθέμενα στο λευκό φως. Αργότερα διατύπωσε τη θεωρία του «Περί της φύσεως του φωτός» υποστηρίζοντας ότι αυτό αποτελείται από απειροελάχιστα σωμάτια τα οποία εκπέμπονται από το ακτινοβόλο σώμα και διαδίδονται κινούμενα ευθύγραμμως και ισοταχώς (*Οπτική*, 1704).

Βέβαια η θεωρία αυτή δεν μπορούσε να εξηγήσει τα φαινόμενα της συμβολής, περίθλασης και της πόλωσης του φωτός και αντικαταστάθηκε από τη θεωρία των κυμάτων των Χούιγκενς (Huygens) και Φρενέλ (Fresnel). Κατ' αυτήν το φως θεωρείται σαν κυματικό φαινόμενο και διαδίδεται από περιοδικές διαταραχές του αιθέρα — ενός υποθετικού μέσου. Αργότερα οι δύο θεωρίες, τόσο του Νεύτωνα όσο και των Χούιγκενς-Φρενέλ, παραμερίστηκαν αφού επικράτησε η ηλεκτρομαγνητική θεωρία του Μάξγουελ. Στη συνέχεια ο Ολλανδός Φυσικός Λώρενς — μέσω των μαθηματικών «Εξισώσεων Λώρενς» — υποστήριξε ότι τα ηλε-

κτρομαγνητικά κύματα δημιουργούνται από τις παλμικές δονήσεις των ηλεκτρονίων. Τελικά, την πλήρη λύση του προβλήματος έδωσε η θεωρία των κβάντα του Πλανκ.

Σήμερα λοιπόν γνωρίζουμε ότι με τη θεωρία του Πλανκ (Planck) περί της συστάσεως του φωτός η θεωρία της εκπομπής του Νεύτωνα αποκτά μια άλλη διάσταση. Σύμφωνα με τη σύγχρονη αντίληψη, το φως έχει ασυνεχή και κοκκώδη σύσταση, αποτελούμενο από κβάντα ενέργειας (τα φωτόνια), τα οποία εκπέμπονται από το ακτινοβόλο σώμα ασυνεχώς, όπως ασυνεχή δεχόταν τη σύσταση του φωτός και ο Νεύτωνας.

Ας μη θεωρηθεί όμως ότι έτσι επανερχόμεθα στην παλαιά θεωρία της εκπομπής όπως τη διατύπωσε ο μεγάλος Άγγλος φυσικός. Μάλλον με την κβαντική αντίληψη, πραγματοποιείται η σύνθεση της σωματιδιακής θεωρίας του Νεύτωνα και της κυματικής των Χούγκενς και Φρενέλ, διότι το φωτόνιο του Πλανκ είναι ταυτόχρονα και σωματίο και κύμα. Ορισμένα οπτικά φαινόμενα μας αναγκάζουν να θεωρήσουμε αυτό ως υλικό σωματίο, ενώ άλλα μας αναγκάζουν να αποδώσουμε σ' αυτό κυματική σύσταση.

Η άποψη αυτή περί της φύσεως του φωτός τον οδήγησε σε συνεχείς προστριβές με τον διαπρεπή φυσικό Ρόμπερτ Χουκ (Robert Hook), από τα κορυφαία στελέχη της Βασιλικής Εταιρείας. Η κρίση στις σχέσεις των δύο επιστημόνων εκτονώθηκε με την ανταλλαγή ευγενικών επιστολών, οι οποίες ωστόσο δεν στάθηκαν ικανές να διαλύσουν την αντιπάθεια του ενός προς τον άλλον.

Οι κινήσεις των πλανητών

Εν τω μεταξύ ο Νεύτωνας δεν έπαυσε να ασχολείται με το θέμα της βαρύτητας. Μελετώντας τους 3 νόμους του Κέπλερ (1596), που διέπουν τις κινήσεις των πλανητών γύρω από τον Ήλιο, έφθασε τελικά στη μεγαλοφυή σύλληψη της ιδέας της παγκόσμιας έλξης, μερική περίπτωση της οποίας μπορεί να θεωρηθεί η βαρύτητα, που εκδηλώνεται στα επίγεια σώματα.

Ας δούμε όμως πως ο μεγάλος σοφός έφθασε στη διατύπωση του μεγαλοφυούς αυτού νόμου.

Η αλληλογραφία του με τον Χουκ, όπως ανέφερε ο ίδιος ο Νεύτωνας, τον βοήθησε να αποδείξει ότι μία ελλειπτική τροχιά

προϋποθέτει την ύπαρξη ελκτικής δύναμης αντιστρόφως ανάλογης προς την απόσταση από τη μία από τις δύο εστίες της. Αυτή ήταν η μία από τις δύο πολύ σημαντικές υποθέσεις του πάνω στις οποίες στηρίχθηκε αργότερα ο νόμος της παγκόσμιας έλξης.

Επιπλέον, ο ορισμός της τροχιακής κίνησης από τον Χουκ, κατά την οποία η σταθερή δράση ενός σώματος που ασκεί ελκτικές δυνάμεις ωθεί μονίμως έναν πλανήτη έξω από την αδρανειακή πορεία του, ενεθάρρυνε τον Νεύτωνα να εφαρμόσει την έννοια της δύναμης και στην περίπτωση του Σύμπαντος, προκειμένου να ερμηνεύσει τη μορφή των τροχιών των πλανητών. Έτσι τη διετία 1679-1680 ασχολήθηκε αποκλειστικά με τη δυναμική της κίνησης των πλανητών χωρίς όμως να οδηγηθεί ακόμη στη σύλληψη της έννοιας της παγκόσμιας έλξης.

Η παγκόσμια έλξη ήλθε ως αποτέλεσμα των ανταλλαγών απόψεων μεταξύ του Νεύτωνα και του διαπρεπή Άγγλου αστρονόμου Χάλλεϋ (Edmond Halley, 1656-1742), που κι αυτός προσπαθούσε να δώσει λύσει στο πρόβλημα της δυναμικής της κίνησης των πλανητών. Το γεγονός αυτό ώθησε τον Νεύτωνα στη συγγραφή μιας μελέτης με τίτλο *Περί κινήσεως* (De motu).

Στη συνέχεια το 1687 έδωσε τη μαθηματική διατύπωση του νόμου σύμφωνα με τον οποίο μεταξύ δύο σωμάτων αναπτύσσεται ελκτική δύναμη η οποία είναι ανάλογη του γινομένου των μαζών τους και αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της απόστασής τους. Το νόμο αυτόν περιέλαβε και ανέπτυξε λεπτομερώς στο τρίτομο έργο του *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* που εξετύπωσε το 1687.

Το έργο του αυτό γνωστό ως «*Αρχές*» (Principia) απετέλεσε όχι μόνον το πιο αριστουργηματικό δημιούργημά του αλλά και ένα από τα σημαντικότερα έργα ολόκληρης της Φυσικής επιστήμης.

Ο Νεύτωνας όμως, διακρίνοντας ότι η επιτάχυνση ενός σώματος είναι ανάλογη της εξασκούμενης δύναμης και αντιστρόφως ανάλογη της μάζας του, έγινε ο θεμελιωτής της Δυναμικής ($F = m \cdot \gamma$) και της Ουράνιας Μηχανικής, περιοχή στην οποία έλαμψαν αργότερα ο Λαγκράνζ, ο Λαπλάς και ο Πουανκαρέ.

Η μηχανική των *Αρχών* είναι μια καθαρά ποσοτική περιγραφή των κινήσεων των υλικών σωμάτων και βασίζεται στους ακόλου-

θους τρεις νόμους της κίνησης όπως τους διατύπωσε ο Νεύτωνας:

1. Κάθε σώμα διατηρεί την κατάσταση της ηρεμίας του εκτός αν υποχρεωθεί να την μεταβάλλει ως αποτέλεσμα της άσκησης κάποιας δύναμης πάνω σ' αυτό.

(Κάθε σώμα διατηρεί αφ' εαυτού την κίνησή του αμετάβλητη, εφόσον δεν δρουν επ' αυτού εξωτερικά αίτια).

2. Η μεταβολή της κίνησης του σώματος δηλαδή ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του (του γινομένου της ταχύτητας επί τη μάζα του) είναι ανάλογη προς την ασκούμενη δύναμη.

(Τυχούσα σταθερή δύναμη F δρώσα συνεχώς επί ελεύθερου σώματος, προσδίδει σ' αυτό σταθερή επιτάχυνση γ τόσο ώστε το πηλίκον $m = F/\gamma$ να είναι πάντα σταθερό).

3. Σε κάθε δράση (δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα), αντιστοιχεί ίση και αντίθετη αντίδραση.

(Όταν ένα σώμα A ασκεί επί ενός άλλου σώματος B μια δύναμη, τότε το σώμα B ασκεί επί του A δύναμη ίση και αντίθετη).

Χάρης στο Νεύτωνα το μηχανιστικό κοσμοείδωλο του Σύμπαντος ως ακατάλυτο απόκτημα της επιστήμης απέκτησε την ολοκληρωτική του σύνθεση, τη μορφολογική αριότητα και τη λογική θεμελίωσή του.

Αυτό βέβαια μέχρι τις αρχές του αιώνα μας, οπότε εμφανίστηκαν οι επαναστατικές θεωρίες της Σχετικότητας του Αϊνστάιν. Δεν πρέπει όμως να πιστεύουμε ότι ο Αϊνστάιν με το έργο του ανέτρεψε ολοκληρωτικά τη λεγόμενη κλασική μηχανική και φυσική. Τη διεύρυνε και τη συμπλήρωσε αφού οι θεωρίες του αντικατοπτρίζουν την εξωτερική πραγματικότητα πολύ ακριβέστερα από τη θεωρία του Νεύτωνα. Ο νόμος της παγκόσμιας έλξης δεν παύει να ισχύει. Ο Αϊνστάιν τον ερμήνευσε με την καμπυλότητα του χώρου και τον περιέλαβε στη Γενική θεωρία της Σχετικότητας στην οποία και θεωρείται ως μια ειδική περίπτωση.

Ας μην ξεχνάμε ακόμα ότι ο Νεύτωνας στο έργο του *Principia* (Αρχές) δέχεται το χώρο και το χρόνο ως απόλυτες έννοιες, ανεξάρτητες από τα φαινόμενα που διαδραματίζονται μέσα σ' αυτές και είναι πανταχού παρόν στον κόσμο και συλλαμβάνει ακαριαίως τη ροή των πραγμάτων.

Επίλογος

Ο Νεύτωνας μετά το έργο του *Αρχές* (Principia) είχε τη διεθνή αναγνώριση. Επίσης πολλοί νεαροί Βρετανοί επιστήμονες αναγνώρισαν τον Νεύτωνα ως το πρότυπό τους και μια ολόκληρη γενιά νέων επιστημόνων στην Οξφόρδη, το Καίμπριτζ, το Κολλέγιο Γκρέσαμ κ.ά. ήταν οπαδοί των θεωριών του.

Ο μεγάλος Άγγλος σοφός φήμη είχε περισσή αλλά εξασφάλισε ένα ευπρεπές εισόδημα μόλις το 1690 ως υπάλληλος και αργότερα, το 1701, ως Διευθυντής του Νομισματοκοπείου!

Στις αρχές της δεκαετίας του 1690 έστειλε στο φιλόσοφο και φίλο του Τζων Λοκ (John Locke) ένα αντίγραφο χειρογράφου του με το οποίο επιχειρούσε να αποδείξει ότι κάποια εδάφια της Βίβλου γύρω από την Αγία Τριάδα ήταν πλαστά. Αυτό όμως και το έργο του: *Παρατηρήσεις σχετικά με τις προφητείες του Δανιήλ και της Αποκάλυψης του Αγίου Ιωάννη* (Observations upon the Prophecies of Daniel and the Apocalypse of St. John) μας δείχνουν ότι προς το τέλος της ζωής του ασχολείτο με τη Θεολογία.

Το 1699 η γαλλική Ακαδημία Επιστημών τον τίμησε αφού τον περιέλαβε μεταξύ των 8 αλλαδαπών μελών της.

Το 1703 εξελέγη πρόεδρος της Βασιλικής Εταιρείας την οποία διοίκησε σχεδόν μέχρι το θάνατό του, ενώ το 1705 η βασίλισσα Άννα του απένειμε τον τίτλο του ιππότη και ήταν η πρώτη φορά που ένας τίτλος τόσο υψηλός απονεμόταν σε επιστήμονα.

Ο Νεύτωνας ήταν πια ο Πατριάρχης των επιστημών στη Μ. Βρετανία.

Άλλωστε η σύλληψη του νόμου της παγκόσμιας έλξης και μόνον αυτή ήταν αρκετή για να εδραιώσει τη φήμη του Νεύτωνα και να τον κατατάξει στο Πάνθεο των μεγάλων της επιστήμης, οι οποίοι κατά αραιά διαστήματα εμφανίζονται και γίνονται οδηγοί και πρωτοπόροι στους αγώνες του ανθρώπου για την αναζήτηση και την κατάκτηση της αλήθειας.

Ο μεγάλος σοφός έσβησε στις 20 Μαρτίου (31 Μαρτίου) του 1727 στο Λονδίνο και ετάφη στο αββαείο του Ουέστμινστερ, μεταξύ των βασιλέων της Αγγλίας. Η οικογένειά του το 1731 ανήγειρε μεγαλοπρεπές μανσωλείο και ο ανδριάντας του εστήθη στο Καίμπριτζ το 1750.

Κλείνουμε την αναφορά μας στο μεγάλο επιστήμονα με τους στίχους του Άγγλου ποιητή Αλεξάντερ Ποπ (1688-1744) που δείχνουν τη μοναδικότητα του Νεύτωνα:

Η φύση και οι νόμοι της μέσα στη νύκτα
ήταν κρυμμένοι.

Είπε ο Θεός: Γεννηθήτω ο Νεύτων
και έλαμψε το φως.

Μάνος Δανέζης - Στράτος Θεοδοσίου

Επίκουροι Καθηγητές Αστροφυσικής
Τμήμα Φυσικής - Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΟΙ ΠΕΡΙ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΝΕΥΤΩΝΕΙΕΣ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΚΑΙ Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥΣ

Για αιώνες ολόκληρους η ακτινοβολούσα νευτώνεια σκέψη δέσποζε κάθε άλλης επιστημονικής άποψης. Το οικοδόμημα της νευτώνειας μηχανικής, θεμελιωμένο πάνω στο πείραμα και την παρατήρηση της εμπειρικής φύσης, φαινόταν κάστρο άπαρτο για κάθε αμφισβητία.

Η μηχανική αυτή, μελετά τις κινήσεις των σωμάτων κάτω από την επίδραση δυνάμεων και θεωρεί — αν και δεν το αποδεικνύει επακριβώς — ότι ο χρόνος και ο χώρος αποτελούν δύο μεγέθη λογικά ανεξάρτητα μεταξύ τους.

Σύμφωνα με τη νευτώνεια μηχανική, οι έννοιες της δύναμης, της επιτάχυνσης, της ορμής και της κινητικής ενέργειας, που δίνονται από τις σχέσεις :

$$\mathbf{F}=\mathbf{m}\cdot\boldsymbol{\gamma} \quad (1)$$

$$\mathbf{J}=\mathbf{m}\cdot\mathbf{v} \quad (2)$$

$$\mathbf{E}=1/2 \mathbf{m}\cdot\mathbf{v}^2 \quad (3)$$

όπου $\mathbf{v}$ η ταχύτητα, $\mathbf{F}$ η δύναμη, $\mathbf{J}$ η ορμή, $\mathbf{E}$ η κινητική ενέργεια και $\mathbf{m}$ η μάζα ενός σώματος, αποτελούν τις βάσεις του πνευματικού οικοδομήματος του Νεύτωνα. Φυσικό επακόλουθο της σχέσης (1) είναι ότι σταθερή δύναμη $\mathbf{F}$ προσδίδει σε σταθερή μάζα $\mathbf{m}$ σταθερή επιτάχυνση, που βάσει της σχέσης $\mathbf{v}=\boldsymbol{\gamma}\cdot\mathbf{t}$ δίνει στη μάζα $\mathbf{m}$ συνεχώς και μεγαλύτερη ταχύτητα.

Εκτός από τα προηγούμενα, από τη σχέση (3) προκύπτει ότι :

$\mathbf{v}=\sqrt{\frac{2\mathbf{E}}{\mathbf{m}}}$, δηλαδή αν στη μάζα $\mathbf{m}$ προσδίδουμε συνεχώς ενέργεια, έτσι ώστε το $\mathbf{E}$ να αυξάνεται ακατάπαυστα, τότε και το $\mathbf{v}$ θα αυξάνεται ακατάπαυστα.

Άρα στη νευτώνεια μηχανική, θέμα μεγίστης ταχύτητας την οποία κάποια μάζα δεν θα μπορούσε να ξεπεράσει, δεν υπάρχει.

Όλες τις προηγούμενες γνώσεις, μπορεί ο καθένας να τις ανακαλύψει στις σελίδες των επιστημονικών εγχειριδίων, τα οποία όπως αναφέρει και ο Κούν: *«..Πολλές φορές μοιάζουν να υπονοούν ότι το περιεχόμενο της επιστήμης περιορίζεται αποκλειστικά στις παρατηρήσεις, τους νόμους και τις θεωρίες που περιγράφονται στις σελίδες τους. Εξίσου συχνά, δίνουν την εντύπωση ότι οι επιστημονικές μέθοδοι ταυτίζονται αφ' ενός με τις διαχειριστικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή των δεδομένων, αφ' ετέρου δε με τις λογικές διεργασίες που συνδέουν αυτά τα δεδομένα με τις θεωρητικές γενικεύσεις...»*

Αυτό όμως που πολύ σπάνια μπορούμε να ανακαλύψουμε μέσα στα κείμενα των σχολικών και πανεπιστημιακών συγγραμμάτων είναι η εξιστόρηση του πλήθους και της ποιότητας των λαθών, των μύθων και των προλήψεων, που εμπόδισαν την ανθρώπινη νόηση να προσεγγίσει γρηγορότερα και πιο αποτελεσματικά την επιστημονική αλήθεια, τουλάχιστον στο επίπεδο που σήμερα προσεγγίζεται.

Αναφερόμενοι ειδικότερα στο έργο του Νεύτωνα, αν προσπαθήσουμε να κατανοήσουμε το εύρος και την ποιότητα των συλλογισμών του, μέσω μιας μηχανιστικής παράθεσης τελικών σχέσεων και νόμων, θα είναι σαν να προσπαθήσουμε να σχηματίσουμε άποψη για κάποιον εθνικό πολιτισμό διαβάζοντας απλά τουριστικά έντυπα. Το σημαντικό, όπως πιστεύουμε, είναι να κατανοήσουμε τις νευτώνειες θέσεις, ορθές ή όχι, πάνω σε μια σειρά εννοιών, η γνώση των οποίων ήταν η προϋπόθεση κατανόησης της ποιότητας και του εύρους των φυσικών νόμων.

Είναι γνωστό, λοιπόν, από όσα έχουμε ήδη αναφέρει, ότι θέμα ορίου ταχύτητας για μια επιταχυνόμενη μάζα δεν τίθεται από τη νευτώνεια θεωρία. Ελάχιστες φορές όμως αναφέρεται ότι το συμπέρασμα αυτό πηγάζει και από κάποιες συγκεκριμένες φιλοσοφικές απόψεις, που ο Νεύτωνας είχε διαμορφώσει για τις θεμελιακές φυσικές έννοιες του χρόνου, του χώρου και της ύλης, καθώς και της παράγωγης έννοιας της κίνησης.

Η φιλοσοφική αυτή θεώρηση των προηγούμενων εννοιών, την

όποια θα προσπαθήσουμε να παραθέσουμε στη συνέχεια, μη ανατρεπόμενη από τα αποτελέσματα της όποιας μαθηματικής ή πειραματικής επεξεργασίας, δημιούργησε στον μεγάλο φυσικό την εσφαλμένη εντύπωση ότι ήταν δυνατή η επ' άπειρον αύξηση της ταχύτητας ενός σώματος.

Κατ' αρχάς πρέπει να γίνει φανερό ότι ο Νεύτωνας είχε συνειδητοποιήσει πλήρως ότι η πραγματική φύση των εννοιών χρόνος, χώρος και κίνηση, απέχει κατά πολύ από αυτό που εννοεί ο καθημερινός άνθρωπος όταν τις επικαλείται.

Όπως αναφέρει ο μεγάλος διανοητής: «...Μέχρι τώρα διατύπωσα τους ορισμούς όρων ελάχιστα γνωστών και εξήγησα την έννοια που τους αποδίδω στο κείμενο αυτό. Δεν ορίζω τον χρόνο, τον χώρο, τον τόπο και την κίνηση, διότι είναι γνωστά σε όλους. Μόνο που πρέπει να παρατηρήσω ότι το κοινό δεν αντιλαμβάνεται αυτές τις ποσότητες, παρά μόνο σε συνάρτηση με αισθητά αντικείμενα. Απορρέουν δε από αυτό, ορισμένες προκαταλήψεις, για την άρση των οποίων θα ήταν χρήσιμο να διακρίνουμε αυτές σε απόλυτες και σχετικές, αληθινές και φαινομενικές, μαθηματικές και κοινές...» και συνεχίζει: «..Είναι δυνατόν να μην υπάρξει απόλυτα ομοιόμορφη κίνηση με την οποία να μπορεί ο χρόνος να μετράται επακριβώς, διότι ενώ όλες οι κινήσεις μπορούν να επιταχυνθούν ή να επιβραδυνθούν, η ροή του απόλυτου χρόνου παραμένει ανεπίδεκτη αλλαγών. Για τον λόγο αυτόν πρέπει να διαχωρίζεται η πραγματική έννοια του χρόνου από ότι αντιλαμβανόμαστε σαν μέτρησή του».

Όσον αφορά τη φύση του απόλυτου χρόνου ο Νεύτωνας αναφέρει: «Ο απόλυτος αληθινός και μαθηματικός χρόνος, από μόνος του και λόγω της ίδιας της φύσης του ρέει ομοιόμορφα, άσχετα από οποιονδήποτε εξωτερικό παράγοντα».

Αν μελετήσουμε με προσοχή τα κείμενα του Νεύτωνα, ασφαλώς και θα συμπεράνουμε ότι τελικό του συμπέρασμα ήταν ότι ο χρόνος, όχι μόνο δεν συνδεόταν άμεσα με την κίνηση, αλλά αποτελούσε ουσιαστικά μια ξεχωριστή και μοναδική πραγματικότητα.

Είναι σαφές για κάθε μελετητή του έργου του μεγάλου φυσικού ότι ο χρόνος γι' αυτόν έπαιρνε μια πολύ διαφορετική διάσταση από εκείνη που της έδινε ο Καρτέσιος. Δεν αποτελούσε δηλαδή

μια έκφραση της αισθητής δημιουργίας, αλλά κάτι έξω και πέρα από αυτήν.

Όσον αφορά τον σχετικό χρόνο η νευτώνεια σκέψη διατύπωνε την άποψη: «Ο σχετικός, φαινομενικός και κοινός χρόνος, είναι μια αισθητή και εξωτερική μέτρηση της διάρκειας του απόλυτου χρόνου (άσχετα με το αν είναι ακριβής η όχι), μέσω της κίνησης».

Όπως γίνεται φανερό, παρά το γεγονός ότι ο Νεύτωνας είχε πλήρη συναίσθηση ότι αυτό που μετράνε τα ρολόγια και τα ημερολόγιά μας δεν μπορεί να εκφράσει την ουσία του χρόνου, του διέφευγε η γνώση της φύσης του. Αυτό όμως ήταν αναμενόμενο, αφού δεν είχε ακόμα συνειδητοποιήσει την άρρηκτη ενότητά του με μια άλλη θεμελιακή έννοια, εκείνη του χώρου.

Και για την έννοια όμως του χώρου, όπως και στην περίπτωση του χρόνου, ο Νεύτωνας ήταν της άποψης ότι ο σχετικός ανθρώπινος χώρος δεν αποτελούσε παρά μια ουσία εντελώς διαφορετική από εκείνη του απόλυτου φυσικού χώρου. Ειδικότερα η έννοια του απόλυτου χώρου για τον Νεύωνα δεν είχε καμιά σχέση με αυτό που ο Καρτέσιος ονόμαζε *έκταση* και η οποία οριζόταν από τις διαστάσεις του ίδιου του σώματος.

Όπως αναφέρει ο Νεύτωνας: «Ο απόλυτος χώρος στην ίδια του τη φύση, άσχετα από οποιονδήποτε εξωτερικό παράγοντα, παραμένει πάντα ο ίδιος και ακίνητος», και συνεχίζει αναφερόμενος στη φύση του σχετικού χώρου: «Ο σχετικός χώρος είναι μια κινητή διάσταση, ή μέτρο των απόλυτων χώρων, που οι αισθήσεις μας προσδιορίζουν από τη θέση του σε σχέση με τα σώματα, και που εκλαμβάνεται από το κοινό, ως ακίνητος χώρος. Τέτοια είναι η διάσταση ενός υπόγειου, εναέριου ή ουράνιου χώρου, που καθορίζεται από τη θέση του σε σχέση με τη Γη. Ο απόλυτος και ο σχετικός χώρος είναι οι ίδιοι σε σχήμα και μέγεθος, δεν παραμένουν όμως πάντα αριθμητικά οι ίδιοι».

Αναφερόμενος στις προηγούμενες απόψεις του ο Νεύτωνας διευκρινίζει: «γιατί αν η Γη κινείται, ένας χώρος του αέρα μας ο οποίος παραμένει — πάντα σχετικά και σε αναφορά με τη Γη — ο ίδιος, θα είναι τη μια στιγμή ένα μέρος του απόλυτου χώρου, και την άλλη ένα άλλο του ίδιου αυτού χώρου, και έτσι απολύτως εννοούμενος θα είναι αιωνίως μεταθετός».

Όπως γίνεται κατανοητό από την προηγούμενη περικοπή, ο σχετικός χώρος για τον Νεύτωνα έχει ουσιαστικά τις ιδιότητες της καρτεσιανής έκτασης και είναι συνυφασμένος με το σώμα, το οποίο και ακολουθεί στην κίνησή του μέσα στα όρια του απόλυτου και αιώνιου χώρου.

Αποτέλεσμα όμως των νευτώνειων ιδεών περί χώρου, ήταν η υποθέτηση των εννοιών της απόλυτης και σχετικής θέσης ενός σώματος. Για το θέμα αυτό ο Νεύτωνας αναφέρει: *«Η θέση είναι το μέρος του χώρου που πιάνει ένα σώμα και είναι σύμφωνα με το χώρο, απόλυτη ή σχετική. Λέγω το μέρος του χώρου και όχι η τοποθεσία, ούτε η εξωτερική επιφάνεια του σώματος, γιατί οι θέσεις ίσων στερεών σωμάτων είναι πάντα ίσες, ενώ οι επιφάνειές τους, λόγω των διαφορετικών σχημάτων τους, είναι συχνά άνισες. Οι τοποθεσίες στην κυριολεξία δεν έχουν ποσότητα, και είναι λιγότερο αυτές οι ίδιες οι θέσεις, από ότι οι ιδιότητές τους.»*

Όπως αναφέρει και ο Αλέξανδρος Κούρε, η θέση σύμφωνα με την άποψη του Νεύτωνα, είναι κάτι μέσα στα σώματα και που τα σώματα βρίσκονται μέσα σ' αυτήν.

Έτσι επειδή η κίνηση είναι μια διαδικασία κατά την οποία τα σώματα αλλάζουν θέση χωρίς να την παίρνουν μαζί τους, η διάκριση απόλυτου και σχετικού χώρου συνεπάγεται αυτόματα την ύπαρξη απόλυτης και σχετικής θέσης και κίνησης.

Αυτό όμως στο οποίο θα πρέπει να αναφερθούμε είναι η άποψη του Νεύτωνα για την εσωτερική δομή του χώρου. Αναφέρει ο μεγάλος διανοητής: *«Όπως η διάταξη των μερών του χρόνου είναι αμετάβλητη, έτσι είναι και η διάταξη των μερών του χώρου. Γιατί αν υποθεθεί ότι τα μέρη αυτά μετακινούνται από τις θέσεις τους, θα μετακινηθούν, αν η έκφραση αυτή είναι ορθή, και από τους ίδιους τους εαυτούς τους. Διότι οι διαδοχικοί χώροι και χρόνοι, είναι οι θέσεις τόσο του εαυτού τους, όσον και των άλλων πραγμάτων. Όλα τα πράγματα είναι τοποθετημένα στον χρόνο σε μια τάξη διαδοχής και στον χώρο σε μια τάξη κατάστασης. Το ότι είναι θέσεις απορρέει από την ουσία και τη φύση τους. Όσο για τον ισχυρισμό ότι οι πρωταρχικές θέσεις των πραγμάτων θα έπρεπε να είναι κινητές, είναι αυθαίρετος. Άρα αυτές είναι απόλυτες θέσεις και η μετακίνηση από αυτές τις θέσεις είναι η μόνη απόλυτη κίνηση».*

Με βάση τους προηγούμενους συλλογισμούς, η επόμενη θέση του Νεύτωνα ήταν ότι η απόλυτη και σχετική κίνηση, μπορούν να διακριθούν και να προσδιοριστούν μόνο από τις αιτίες και τα αποτελέσματά τους. Αναφέρει λοιπόν σε κείμενό του: «Οι αιτίες βάσει των οποίων διακρίνεται η αληθινή από τη σχετική κίνηση, είναι οι δυνάμεις που ασκούνται πάνω στα σώματα για να προκαλέσουν την κίνηση. Η αληθινή κίνηση δεν προκαλείται, ούτε μεταβάλλεται παρά μόνο από κάποια δύναμη που ασκείται στο κινούμενο σώμα, ενώ η σχετική μπορεί να προκαλείται ή να μεταβάλλεται χωρίς να ασκείται καμμία δύναμη πάνω στο σώμα. Διότι αρκεί μόνο να ασκείται κάποια δύναμη σε άλλα σώματα με τα οποία τα συγκρίνουμε».

Μελετώντας κριτικά όλα τα προηγούμενα πρέπει να σημειώσουμε ότι ο χώρος, όπως και ο χρόνος του Νεύτωνα, είναι αδύνατο να διαιρεθεί σε πραγματικά και και συγκεκριμένα μέρη, τα οποία να διατηρούν στο σύνολό τους τις ιδιότητες του απόλυτου χώρου.

Αυτή όμως η αδυναμία δεν μας αφαιρεί το δικαίωμα, για πρακτικούς λόγους, να δημιουργούμε άπειρες ιδεατές τομές στην αδιάκριτη φύση των εννοιών του χώρου και του χρόνου. Αυτό όμως που γνωρίζει ο Νεύτωνας είναι ότι τα μέρη του χώρου και του χρόνου που δημιουργούνται μέσω των φανταστικών αυτών τομών, καθώς και το πλέγμα της φυσικής θεωρίας που τα περιγράφει, δεν ικανοποιούν ούτε εκφράζουν την αλήθεια της ευρύτερης υπόστασης των εννοιών χώρος και χρόνος, αλλά αυτού που η εμπειρική ανθρώπινη λογική απλώς αντιλαμβάνεται σαν χώρο και χρόνο.

Αυτό που πρέπει όμως να τονιστεί είναι ότι οι προηγούμενες ιδέες δεν διατυπώνονταν για πρώτη φορά, εφ' όσον πάνω σ' αυτές δομείται το οικοδόμημα της φιλοσοφίας των λαών της Άπω Ανατολής.

Όπως διαβάζουμε στο βιβλίο του Δ. Βελισσαρόπουλου: *Ιστορία της Ινδικής Φιλοσοφίας*, σύμφωνα με τις διδασκαλίες του Βούδα: «Ο εξωτερικός κόσμος είναι το προϊόν μιας συνεχούς ροής, ενός συνεχούς γίνεσθαι.

Αν στη συνείδησή μας δημιουργούνται ιδέες περί ουσιαστικών πραγμάτων και όχι το αίσθημα απλώς της ροής ενός μη ουσιαστικού γίνεσθαι, τούτο οφείλεται στο ότι παράγουμε ιδεατές τομές

στη συνέχεια της ροής (χώρου και χρόνου). Έτσι καταλήγουμε στην ιδέα της ξεχωριστής ταυτότητας των πραγμάτων και στη διάκριση μεταξύ εικαζομένης ουσίας και κατηγορημάτων, μεταξύ του μέρους και του συνόλου, του αιτίου και του αιτιατού, της αρχής και του τέλους, της διάρκειας και της διακοπής, στις οποίες αποδίδουμε απόλυτη αξία. Εάν ο συνεχής χαρακτήρας του χωροχρονικού γίγνεσθαι μας φαίνεται διακεκομμένος, τούτο οφείλεται στο ότι, υπό το καθεστώς της συνήθους εμπειρίας μας, βλέπουμε τα πράγματα έξωθεν και κάνουμε αυθαίρετες τομές.

Όπως παρατηρούμε από τα προηγούμενα, κάποιες από τις νευτώνειες απόψεις ήταν διατυπωμένες πολύ πριν τις περιλάβει στη θεωρία του ο Νεύτωνας.

Επανερχόμενοι στις απόψεις του Νεύτωνα σημειώνουμε ότι προκειμένου να αντικειμενοποιηθεί η αίσθηση της κίνησης, που με τη σειρά της θα δώσει υπόσταση στην έννοια ταχύτητα, πρέπει να παρεμβληθεί η έννοια της ύλης, που σύμφωνα με τις απόψεις του Νεύτωνα, είχε κοκκώδη δομή και συντίθετο από μικρά στερεά μόρια. Μελετώντας λοιπόν τα κείμενά του διαβάζουμε: «...Αν όλα τα μόρια όλων των σωμάτων έχουν την ίδια πυκνότητα και δεν μπορούν να αραιώσουν χωρίς πόρους, τότε θα πρέπει να θεωρήσουμε σαν δεδομένο ότι υπάρχει ένας κενός χώρος». Σε κάποιο άλλο σημείο των κειμένων του αναφέρει: «...Όλα τα σώματα φαίνεται ότι αποτελούνται από σκληρά σωμάτια, ακόμα και οι ακτίνες του φωτός φαίνονται να είναι σκληρά σωμάτια, διότι αλλιώς δεν θα διατηρούσαν διάφορες ιδιότητες στις διάφορες πλευρές τους».

Όπως συνάγεται από τα κείμενά του ο Νεύτωνας απέδιδε στην ύλη όλες εκείνες τις ιδιότητες που της απέδιδαν οι αρχαίοι ατομικοί φιλόσοφοι και οι οπαδοί της μοριακής φιλοσοφίας, δηλαδή έκταση, σκληρότητα, αδιαπέραστο, κινητικότητα και επί πλέον μία νέα ιδιότητα, την αδράνεια.

Ο Νεύτωνας, γεγονός όχι και τόσο γνωστό, δεν πίστευε ότι η έλξη είναι πραγματικά φυσική δύναμη. Δεν μπορούσε να παραδεχτεί ότι η ύλη μπορεί να δράσει από κάποια απόσταση, ή να ενεργοποιηθεί από μια αυθόρμητη τάση. Στη δεύτερη επιστολή του προς τον Μπέντλεϋ αναφέρει: «Μερικές φορές μιλάτε για τη βαρύτητα σαν να είναι μια ουσιαστική και ενύπαρκτη ιδιότητα της

ύλης. Προς Θεού μη μου αποδίδετε αυτή την έννοια, διότι δεν προφασίζομαι ότι γνωρίζω τα αίτια της βαρύτητας».

Στην τρίτη επιστολή του προς τον Μπέντλεϋ αναφέρει: «Είναι αδιανόητο το ότι η άψυχη ανεπεξέργαστη ύλη θα μπορούσε, χωρίς τη μεσολάβηση κάποιου, μη υλικού πράγματος να επιδρά πάνω σε μια άλλη ύλη και να την επηρεάζει χωρίς αμοιβαία επαφή. Η βαρύτητα πρέπει να προκαλείται από έναν παράγοντα που δρα σταθερά σύμφωνα με υλικούς νόμους, αλλά το κατά πόσον αυτός ο παράγοντας είναι υλικός ή αύλος, το άφησα στην κρίση των αναγνωστών μου».

Κλείνοντας τη σύντομη αναδρομή μας πάνω στις απόψεις που ο Νεύτωνας διετύπωνε, για έννοιες όπως ο χρόνος, ο χώρος, η μάζα και η κίνηση, απόψεις όμως που τον οδήγησαν στην αποδοχή της ιδέας ότι μπορούμε να επιτύχουμε ταχύτητες οποιασδήποτε τιμής, πρέπει να σημειώσουμε μια γενικότερη αλήθεια. Ο Νεύτωνας, όπως προκύπτει από το σύνολο του έργου του, γνώριζε πολύ καλά τον περιορισμένο χαρακτήρα των νόμων του και ως εκ τούτου, για λόγους επιστημονικής συνέπειας, δήλωνε ότι οι θεωρίες του αφορούσαν και περιορίζονταν στη μελέτη και την ανάλυση των παρατηρησίμων και ολοφάνερων φαινομένων, δηλαδή των εκδηλώσεων της φύσης όπως — καλώς ή κακώς — την αντιλαμβανόταν η ανθρώπινη αίσθηση και λογική της εποχής του.

Με λίγα λόγια ο Νεύτωνας δεν ερμηνεύει, ούτε μετρά την εσωτερική φύση των φαινομένων, αλλά την αισθητή όψη τους.

Ενισχυτικό όλων των προηγούμενων απόψεων είναι το γεγονός ότι η αποκάλυψη ενός μεγίστου ορίου ταχύτητας, εκείνου της ταχύτητας του φωτός, το οποίο δεν μπορεί να το ξεπεράσει κάθε σώμα που κινείται μέσα στα πλαίσια του αισθητού Σύμπαντος, υπήρξε αποτέλεσμα μιας ευρύτατης αναθεώρησης των ιδεών μας περί χρόνου, χώρου, μάζας και κινητικής ενέργειας.

Ο Lorentz και η νέα εποχή

Ενώ όμως αυτά παραδεχόταν η νευτώνεια μηχανική, ο Hendrich Lorentz (1853- 1928) στην προσπάθειά του να εξηγήσει το πείραμα Michelson- Morley, δηλαδή προσπαθώντας να εξηγήσει το γιατί η ταχύτητα διάδοσης του φωτός μετρούμενη κατά τη φορά

περιστροφής της Γης, συμπίπτει με την ταχύτητα διάδοσης του φωτός κατά την αντίθετη φορά, υπέθεσε ότι τα κινούμενα σώματα υφίστανται μια συστολή προς την κατεύθυνση της κίνησής του. Η τιμή της συστολής είναι ακριβώς εκείνη, που απαιτείται για την κάλυψη της διαφοράς της ταχύτητας του φωτός, που σύμφωνα με τις τότε επικρατούσες απόψεις έπρεπε να υπάρχει.

Σύμφωνα δηλαδή με τις απόψεις του Lorentz, εάν μια ράβδος μήκους l_v κινείται κατά τη διεύθυνση του μήκους της και παραστήσουμε με v την ταχύτητα της ράβδου, αυτή θα συσταλεί και το νέο μήκος της l_v θα δίνεται από τη σχέση:

$$l_v = l_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

όπου c η ταχύτητα του φωτός.

Από τον τύπο του Lorentz προκύπτει ότι μόνο εάν η ταχύτητα είναι μικρότερη του c , η όλη αλγεβρική έκφραση αναφέρεται σε πραγματικό αριθμό. Εάν το v είναι μεγαλύτερο του c , η υπό τη ρίζα έκφραση γίνεται αρνητική. Επομένως το μήκος της ράβδου, ή γενικότερα οι διαστάσεις ενός σώματος, γίνονται φανταστικές, δεν έχουν δηλαδή πραγματικό νόημα.

Από τα προηγούμενα διαπιστώνουμε ότι ο Lorentz ήταν εκείνος που πρώτος διατύπωσε ένα από τα βασικά συμπεράσματα της Θεωρίας της Σχετικότητας, ότι δηλαδή καμιά ταχύτητα ανώτερη εκείνης του φωτός δεν είναι νοητή μέσα στο αισθητό Σύμπαν.

Ο Αϊνστάιν και η νέα εποχή

Στα πλαίσια των ιδεών του Αϊνστάιν, ο χρόνος δεν θεωρείται πλέον σαν ένα αυθύπαρκτο και ξεχωριστό μέγεθος, αλλά συνδυάζεται με τον χώρο σε ένα τετραδιάστατο αντικείμενο που ονομάζεται χωρόχρονος.

Με τον τρόπο αυτόν, τα φαινόμενα πλέον εξετάζονται στα πλαίσια της συνολικής δημιουργίας χωρίς την παρεμβολή των αυθαίρετων τομών χώρου και χρόνου, που περιορίζουν την ευρύτητα και κάποιες φορές την αλήθεια, της φυσικής γνώσης.

Κάποτε θεωρείτο προφανές ότι η ροή του χρόνου θα συνέχιζε αιώνια την ευθύγραμμη πορεία της, ανεξάρτητα από οτιδήποτε

μπορούσε να συμβεί. Ομοίως ο απόλυτος χώρος θα διατηρούσε επ' άπειρον τόσο την αδιατάρακτη σταθερότητά του, όσο και την ακινησία του. Η νέα όμως οντότητα του χωρόχρονου, μπορεί να καμπυλώνεται ή να παραμορφώνεται από την ύλη και την ενέργεια που περιέχει το Σύμπαν. Έτσι η αντίληψή μας για τη φύση του χρόνου άλλαξε. Σήμερα δεν θεωρούμε πλέον ότι ο χρόνος είναι ανεξάρτητος από το Σύμπαν, αλλά ότι γεννήθηκε και εξελίσσεται μαζί με αυτό. Συμπέρασμα αυτής της γνώσης είναι ότι ο χρόνος μπορεί να μην έχει έννοια πριν από ένα συγκεκριμένο χωρο-χρονικό σημείο.

Πέρα όμως από την ανατροπή των περί χρόνου και χώρου ιδεών μας, ραγδαία υπήρξε και η ανατροπή των ιδεών μας τόσο γύρω από τις έννοιες μάζα και ύλη, όσο και για τις ιδιότητες μέσα από τις οποίες αυτές εκδηλώνονται. Η μάζα δεν είναι πλέον το αναλλοίωτο σύμπλεγμα μορίων του Νεύτωνα, αλλά κατά πολλούς ένα πύκνωμα κάποιου ενεργειακού ρεύματος, που έχει τη δυνατότητα να είναι φορέας των εκδηλώσεων της βαρύτητας.

Τώρα πλέον είναι εμφανές για πολλούς ότι το οικοδόμημα της ευρύτερης φυσικής γνώσης δεν είναι καλώς δομημένο, καθώς η επαγωγική φυσική σκέψη δεν στηρίζεται ούτε σε αξιωματικές, ούτε σε αποδεδειγμένες προτάσεις.

Έτσι οι έννοιες της μάζας και της αδράνειας, που κατά πολλούς αποτελούν την αρχή της φυσικής επαγωγικής σκέψης, δεν είναι ανεξάρτητα ορισμένες, αφού η μια προϋποθέτει την ύπαρξη της άλλης. Αυτό σημαίνει ταυτολογική σύμπτωση των δύο έννοιων, καθώς και εννοιολογική ασάφεια της πρωταρχικής φυσικής έννοιας πάνω στην οποία καλούμαστε να δομήσουμε επαγωγικά την επόμενη φυσική θεωρία.

Στα πλαίσια του χωρόχρονου του Αϊνστάιν η ύλη δεν αποτελείσε μια ξεχωριστή οντότητα, αλλά ήταν απλά μια ιδιομορφία του πεδίου. Έτσι το σωματίο για τον Αϊνστάιν είναι ένα είδος στροβίλου, που μεταδίδεται μέσα στο πεδίο. Κατά τον Αϊνστάιν, οι ιδιομορφίες διατηρούσαν την ίδια μορφή, αλλά η ύλη δε διατηρούσε την ταυτότητά της, εφ' όσον οι ιδιομορφίες ταξίδευαν πάνω στο πεδίο.

Το πρόβλημα της μάζας

Ένα από τα πρώτα συμπεράσματα στα οποία οδηγήθηκε θεωρητικά ο Αϊνστάιν, ήταν ότι η μάζα ενός σώματος μεταβάλλεται συναρτήσει της ταχύτητας, βάσει της σχέσης:

$$m = m_0 / \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (4)$$

όπου m_0 η μάζα ηρεμίας του σώματος.

Ας υποθέσουμε λοιπόν ότι μια σταθερή δύναμη F δρα επάνω σε ένα σώμα επί χρόνο t , ότι το σώμα είναι αρχικά σε ηρεμία και στη συνέχεια αποκτά ταχύτητα v . Τότε θα έχουμε:

$$F \cdot t = m \cdot \gamma \cdot t = m \cdot v$$

και επειδή ισχύει η σχέση (4) θα έχουμε :

$$F \cdot t = \left(m_0 / \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \right) \cdot v$$

Αν λύσουμε την προηγούμενη σχέση ως προς v θα έχουμε :

$$v = c / 1 + (m_0 \cdot c / Ft)^2 \quad (5)$$

Αν η σταθερή δύναμη F δρα επ' άπειρο χρόνο t πάνω στη μάζα m_0 , η ποσότητα $F \cdot t$ τείνει στο άπειρο, ενώ η ποσότητα $(m_0 \cdot c / F \cdot t)^2$ τείνει στο μηδέν. Σαν αποτέλεσμα έχουμε ο παρανομαστής της σχέσης (5) να τείνει στο 1 και ολόκληρο το κλάσμα να τείνει στο c . Παρατηρούμε λοιπόν ότι όσο μεγάλο χρόνο και αν επιδράσει σταθερή δύναμη F επάνω σε μια μάζα, δεν μπορεί να της προσδώσει ταχύτητα μεγαλύτερη της ταχύτητας του φωτός.

Το θέμα της κινητικής ενέργειας

Μία άλλη σχέση, όμως, από τη οποία συμπεραίνουμε την ύπαρξη της μεγίστης ταχύτητας, είναι και η σχέση ταχύτητας και κινητικής ενέργειας όπως αυτή διαμορφώνεται στη Θεωρία της Σχετικότητας.

Κατά τον Νεύτωνα, ως γνωστόν ισχύει η σχέση : $E_x = 1/2 \cdot m \cdot v^2$
 Δηλαδή η κινητική ενέργεια, η οποία προσδίδεται σε ένα σώμα και οφείλεται στο έργο των εξωτερικών δυνάμεων, είναι ανάλογη του τετραγώνου της ταχύτητας.

Η ενέργεια E_x αποδειχθεί στη Σχετικότητα ότι ισούται με:

$$E_x = m_0 \cdot c^2 \left[\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right] \quad (6)$$

Λύνοντας ως προς v^2 έχουμε :

$$v^2 = c^2 \left[1 - \left(\frac{1}{1 + E_x / m_0 c^2} \right)^2 \right]$$

Στη σχέση αυτή παρατηρούμε ότι , αν η ενέργεια τείνει στο άπειρο, η ποσότητα

$$1 / (1 + E_x / m_0 \cdot C^2)$$

τείνει στο μηδέν, και επομένως το v γίνεται πρακτικά ίσο με το c .

Δηλαδή έχουμε ως επακόλουθο ότι όσο και αν αυξήσουμε την κινητική ενέργεια μιας μάζας, η ταχύτητά της δεν θα ξεπεράσει το c . Είναι όμως σωστή η θεωρητικά ευρισκόμενη κινητική ενέργεια;

Η απόδειξη δίνεται με το παρακάτω πείραμα.

Το πείραμα της μεγίστης ταχύτητας

Την ορθότητα της προηγούμενης θεωρητικής σχέσης μεταξύ κινητικής ενέργειας και ταχύτητας, ανέλαβε να αποδείξει πειραματικά ο W. Bertozzi με το πείραμα της μεγίστης ταχύτητας, όπως ο ίδιος το ονόμασε.

Το πείραμα αυτό συνίσταται στην κατευθείαν μέτρηση της ταχύτητας ηλεκτρονίων, στα οποία προσδίδεται γνωστό ποσόν ενέργειας, μέσα σε έναν γραμμικό επιταχυντή.

Ως κινούμενη μάζα επιλέγεται το ηλεκτρόνιο, διότι λόγω της πολύ μικρής μάζας του σε σχέση προς το φορτίο του, έχει την ικανό-

τητα να επιταχύνεται σε πολύ υψηλές ταχύτητες, κατά πολύ υψηλότερες από την ταχύτητα οποιουδήποτε αντικειμένου .

Μετρώντας με τη βοήθεια ενός παλμογράφου τον χρόνο που διανύουν τα ηλεκτρόνια μια γνωστή απόσταση, υπολογίζουμε την ταχύτητά τους.

Στον επόμενο πίνακα έχουμε μια σειρά αποτελεσμάτων του πειράματος.

Κινητική Ενέργεια σε MeV	Ταχύτητα ηλεκτρονίων μετρούμενη από πείραμα Bertozzi $v \times 10^8 \text{ m/sec}$	Ταχύτητα ηλεκτρονίων υπολογιζόμενη από τη σχέση του Νεύτωνα $v \times 10^8 \text{ m/sec}$
0,5	2,60	4,19
1,0	2,73	5,93
1,5	2,88	7,26
4,5	2,96	12,58
15,0	3,00	22,91

Στον προηγούμενο πίνακα παρατηρούμε ότι οι μετρούμενες ταχύτητες διαφέρουν κατά πολύ των ταχυτήτων που υπολόγιζε η νευτώνεια θεωρία, ενώ αντίθετα συμφωνούν με απόκλιση 2% με τις τιμές της ταχύτητας που προβλέπονται από τη σχέση (6) .

Ένα ερώτημα που γεννιέται κατά το πείραμα είναι το αν τα ηλεκτρόνια «φέρουν» την ενέργεια που εμείς νομίζουμε ότι τους δώσαμε με τον επιταχυντή.

Πραγματικά, με θερμομετρική μέτρηση στο σημείο πρόσπτωσης των ηλεκτρονίων βρέθηκε ότι τα ηλεκτρόνια αποδίδουν την ενέργεια που τους δώσαμε και που περιγράφεται από τη σχέση $E=q \cdot V$ (φορτίο επί την τάση επιτάχυνσης).

Ένα βασικό συμπέρασμα που βγαίνει από το πείραμα μεγίστης ταχύτητας είναι ότι:

Μόνο ένα μέρος της προσφερόμενης ενέργειας καταναλώνεται για την αύξηση της ταχύτητας, ενώ το άλλο που αποδεικνύεται ότι δεν χάθηκε, συσσωρεύεται στα υποατομικά σωματίδια της μάζας.

Αξιοπερίεργο είναι ότι όταν η ταχύτητα είναι πολύ μικρή ένα απειροελάχιστο μέρος της προσφερόμενης ενέργειας συσσωρεύ-

εται στα υποατομικά σωματίδια, ενώ το σύνολο της προσφερόμενης ενέργειας καταναλίσκεται για την αύξηση της ταχύτητας. Το γεγονός αυτό εξηγεί το γιατί ο Νεύτωνας, έχοντας τη δυνατότητα να παρατηρεί μόνο πολύ μικρές ταχύτητες, δεν αντελήφθηκε ότι η ταχύτητα μιας μάζας δεν μπορεί να αυξάνεται επ' άπειρον.

Αντίθετα με τα προηγούμενα, όταν η ταχύτητα είναι πολύ μεγάλη και προσεγγίζει την ταχύτητα του φωτός, το σύνολο σχεδόν της προσφερόμενης ενέργειας συσσωρεύεται στα υποατομικά σωματίδια, ενώ ένα απειροελάχιστο μέρος της καταναλίσκεται για την αύξηση της ταχύτητας.

Σκέψεις για το αδύνατο

Από τα προηγούμενα λοιπόν συμπεραίνουμε ότι, όταν έχουμε πλέον φτάσει σε πολύ υψηλές ταχύτητες, μια απειροελάχιστη αύξηση της ταχύτητας, έχει ως αποτέλεσμα μια τεράστια συγκριτικά αύξηση της ενέργειας που συσσωρεύεται μέσα στα υποατομικά σωματίδια. Επειδή όμως η ταχύτητα κάθε σώματος, τείνει επ' άπειρον στην ταχύτητα του φωτός, χωρίς ποτέ να τη φτάνει, συνεπάγεται ότι επ' άπειρον θα συσσωρεύεται ενέργεια μέσα στα υποατομικά σωματίδια!

Είναι όμως δυνατόν, επ' άπειρον τα υποατομικά σωματίδια να προσλαμβάνουν ενέργεια; Δεν θα υπάρξει ποτέ ένα σημείο κόρου, όπως υπήρξε σημείο κόρου για την αύξηση της ταχύτητας; Προσέγγιση όμως του σημείου κόρου της συσσωρευόμενης ενέργειας μήπως επιφέρει αλλοίωση ή και μεταβολή της κατάστασης που εμείς ονομάζουμε ύλη, και η οποία στηρίζεται σε ιδιότητες καθαρά ενεργειακές;

Αν όμως αλλοιωθούν οι ιδιότητες που χαρακτηρίζουν ένα γεγονός σαν ύλη, διαφοροποιείται εντελώς και η έννοια της μάζας, η οποία σε αυτή την καινούργια μορφή της δεν είναι καθόλου γνωστό ποιούς νόμους ακολουθεί και ούτε φυσικά είναι γνωστό αν ακολουθεί την αρχή της μεγίστης ταχύτητας.

Μέσω των προηγούμενων σκέψεων, καταλήγουμε ίσως σε ένα αδιέξοδο που μας κάνει όμως να συνειδητοποιήσουμε αυτό που τονίσαμε και στην αρχή, ότι δηλαδή η έννοια της ταχύτητας, φιλοσοφικά και φυσικά εξαρτάται από την εξέλιξη των φυσικών ιδεών

περί χρόνου, χώρου, κίνησης και μάζας.

Φτάνοντας στο τέλος της περιπλάνησής μας στα μονοπάτια των περί την ταχύτητα ιδεών, ο νους μας δεν μπορεί παρά να υποκλιθεί ακόμα μια φορά μπροστά στη θύμιση της μορφής του Ισαάκ Νεύτωνα του μεγάλου διανοητή και δάσκαλου.

Στην έπαρση της σύγχρονης επιστήμης, κανείς δεν μπορεί να βρει λόγια απάντησης πιο εύστοχα, από εκείνα του Νεύτωνα του πατέρα της σύγχρονης Φυσικής επιστήμης: *«Μοιάζουμε σαν τα παιδιά που παίζουμε στην ακροθαλασσιά και χαιρόμαστε να ανακαλύπτουμε ένα βότσαλο πιο λείο από τα άλλα, ένα κοχύλι ιδιαίτερα ωραίο, ενώ μπροστά μας απλώνεται απαραβίαστος ο μεγάλος ωκεανός της αλήθειας».*

Evandro Agazzi

Καθ. Φιλοσοφίας, Παν. Fribourg

ΗΤΑΝ Ο ΓΑΛΙΛΑΙΟΣ ΟΠΑΔΟΣ ΤΟΥ ΡΕΑΛΙΣΜΟΥ;

Τό κείμενο τῆς ὁμιλίας τοῦ καθηγητῆ Evandro Agazzi, τό ὁποῖο λόγω τῆς μεγάλης του ἔκτασης διαβάστηκε μέ ἐπνουσιώδεις περικοπές, δημοσιεύθηκε στό μεταξύ ὁλόκληρο στό περιοδικό *Οὐτοπία* (τχ. 10/1994). Γιά το λόγο αὐτόν δέ δημοσιεύεται στόν παρόντα τόμο τῶν *Πρακτικῶν*.

Αριστείδης Μπαλτάς

Επ. Καθηγητής, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΑΝΤΙ ΥΠΟΔΟΧΗΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ: ΜΕΡΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Εισαγωγή

Όσα ακολουθούν αφορούν την ευρύτερη γεωγραφική περιοχή, με αβέβαια, λίγο-πολύ, σύνορα, που περιλαμβάνει ό,τι σήμερα αποτελεί την Ελλάδα, το μεγαλύτερο μέρος των Βαλκανίων, τμήματα της Μέσης Ανατολής και το δυτικότερο μέρος της Τουρκίας. Η περίοδος που μάς ενδιαφέρει ξεκινάει περίπου από το 1700 και φθάνει μέχρι το 1850. Πρόκειται για μία περιοχή και για μία χρονική περίοδο όπου μία εντυπωσιακή ποικιλία εθνικών, πολιτισμικών, θρησκευτικών, γλωσσικών, κ.λπ στοιχείων συνυφαίνεται και κατορθώνει να συνυπάρξει. Αυτή η συνύπαρξη προσδίδει στις διάφορες κοινωνικές, πολιτικές, ιδεολογικές, πολιτιστικές κ.λ.π. δραστηριότητες που αναπτύσσουν οι αντίστοιχες ομάδες ένα είδος συνοχής που κάνει το όλο να χαρακτηρίζεται από μιάς μορφής ενότητα. Θα χρησιμοποιήσω τον όρο «κοινωνικός σχηματισμός» για να αναφερθώ σε αυτήν την ενότητα και άλλες ανάλογες.

Αυτό που μάς απασχολεί εδώ είναι η λειτουργία του Ελληνικού στοιχείου μέσα σε αυτά τα πλαίσια. Ωστόσο δεν είναι εύκολο -και εν πάση περιπτώσει δεν είναι του παρόντος- το να προσπαθήσουμε να απομονώσουμε αυτό το στοιχείο ώστε να το ορίσουμε αυστηρά. Αποκλειστικά για λόγους ευκολίας, θα ονομάσω τον εν λόγω κοινωνικό σχηματισμό Ελληνικό κοινωνικό σχηματισμό, έχοντας πλήρη συνείδηση ότι το όνομα αυτό όχι μόνο δεν αντιστοιχεί στην πραγματικότητα αλλά, μέσα στη σημερινή συγκυρία, διατρέχει τον κίνδυνο να παρεξηγηθεί πολιτικά.

Με αυτά δεδομένα, αφετηρία των όσων ακολουθούν αποτελεί η διαπίστωση ότι στον Ελληνικό κοινωνικό σχηματισμό δεν παρατη-

ρεύεται καμιά επιστημονική παραγωγή, με το νόημα που αποδίδει στον όρο ο κλάδος της ιστορίας της επιστήμης. Οι μεθοδολογικές παρατηρήσεις που έχω να προτείνω συνιστούν τις συνέπειες που μπορεί να έχει αυτή η αφηγηριακή διαπίστωση σε ό,τι αφορά το είδος και τις μορφές διακίνησης των επιστημονικών ιδεών (θα αναφερθώ αποκλειστικά σε αυτές της φυσικής) στο εν λόγω κοινωνικό σχηματισμό κατά την περίοδο που ενδιαφέρει.

2. Η κεντρική μεθοδολογική θέση

Η παραπάνω διαπίστωση από μόνη της είναι, από μεθοδολογική άποψη, προφανώς ανενεργή. Για να βρεθούν και να αποτιμηθούν οι συνέπειές της, πρέπει αυτή να συνδεθεί με το εννοιολογικό πλαίσιο του κλάδου της ιστορίας της επιστήμης. Το ρόλο αυτής της σύνδεσης καλείται να παίξει η παρακάτω θέση, όπως αναπτύσσεται σε τέσσερα σημεία.

1. Η ιστορία μιάς επιστήμης σε ένα κοινωνικό σχηματισμό όπου δεν υπάρχει αυτόχθονη επιστημονική παραγωγή δεν μπορεί παρά να είναι η ιστορία της εισαγωγής και της υποδοχής της επιστήμης αυτής. Η ιστορία αυτή ταυτίζεται με την ιστορία των πολύμορφων αντιστάσεων -γνωσιακών, κοινωνικών ή ό,τι άλλο- σε ό,τι αφορά αυτήν την εισαγωγή και αυτήν την υποδοχή. Ετσι, στο πλαίσιο που ορίζουν οι καθιερωμένες διχοτομικές διαιρέσεις του κλάδου της ιστορίας της επιστήμης, αυτή η ιστορία μπορεί να θεωρηθεί μόνον ως ιστορία «εξωτερική». Ωστόσο, η απουσία κάθε αυτόχθονης επιστημονικής παραγωγής φαίνεται να αποστερεί την ίδια τη διαίρεση ανάμεσα σε «εσωτερική» και «εξωτερική» ιστορία από κάθε νόημα, πράγμα που συνεπαγεται μεθοδολογικό αδιέξοδο. Τα πράγματα όμως δεν είναι έτσι. Αυτή η απουσία νοήματος απλώς υποδηλώνει ότι ο κλάδος της ιστορίας της επιστήμης δεν έχει αντιμετωπίσει ακόμη με τη δέουσα μεθοδολογική επάρκεια περιπτώσεις κοινωνικών σχηματισμών χωρίς καμιά αυτόχθονη επιστημονική παραγωγή, δηλαδή σχηματισμών όπου μιά επιστήμη επιβάλλεται, ούτως ειπείν, από τα έξω. Κατά συνέπεια, η μελέτη της εισαγωγής και της υποδοχής μιάς επιστήμης οφείλει να ανοίξει ορισμένα νέα μεθοδολογικά ζητήματα, οικοδομώντας τα συναφή μεθοδολογικά εργαλεία. Τα ζητήματα και τα εργαλεία αυτά σχετίζο-

νται με τη διάκριση ανάμεσα σε εσωτερική και σε εξωτερική ιστορία.

2. Η μελέτη της εισαγωγής και της υποδοχής μιάς επιστήμης σε ένα κοινωνικό σχηματισμό χωρίς καμιά αυτόχθονη επιστημονική παραγωγή εξαρτάται καίρια από τη μελέτη των παραγόντων και των συνθηκών που οδήγησαν στη συγκρότηση της εν λόγω επιστήμης σε κάποιον άλλο κοινωνικό σχηματισμό, όπως και των παραγόντων και των συνθηκών που οδήγησαν στην εσωτερική ανάπτυξη της επιστήμης αυτής.

3. Αν προχωρήσει επαρκώς η μελέτη της εισαγωγής και της υποδοχής μιάς επιστήμης υπό την παραπάνω προϋπόθεση, τότε τα συμπεράσματα της μελέτης μπορούν να ρίξουν νέο φως τόσο στους παράγοντες και τις συνθήκες που οδήγησαν στη συγκρότηση της εν λόγω επιστήμης όσο και στους παράγοντες και τις συνθήκες που οδήγησαν στην εσωτερική ανάπτυξη της επιστήμης αυτής.

4. Το παραπάνω σημείο συνεπάγεται ότι η μελέτη της εισαγωγής και της υποδοχής μιάς επιστήμης σε ένα κοινωνικό σχηματισμό χωρίς καμιά αυτόχθονη επιστημονική παραγωγή δεν αποτελεί περιθωριακό εγχείρημα που ενδιαφέρει μόνον επιστημονικά περιφερειακές κοινωνίες και την στενά τοπική ιστορία τους. Αντίθετα, μπορεί να αποτελέσει ουσιώδες συστατικό μέρος του κλάδου της ιστορίας της επιστήμης νοούμενου στο σύνολό του.

Η μεθοδολογική σημασία των παραπάνω τεσσάρων σημείων μπορεί να ξεκαθαρίσει αν ρωτήσουμε τις δύο κεντρικές ερωτήσεις που κυβερνούν -θα τολμούσα να πω- ολόκληρο τον κλάδο της ιστορίας της επιστήμης. Πρόκειται για τις ερωτήσεις που περιλαμβάνουν, και άρα ορίζουν, ολόκληρο το αντίστοιχο πεδίο μελέτης και έρευνας, δηλαδή τους όρους και τις συνθήκες της επιστημονικής παραγωγής συνολικά, τόσο σε ό,τι αφορά τη συγκρότηση της δεδομένης επιστήμης όσο και σε ό,τι αφορά την εσωτερική και εξωτερική ανάπτυξή της.

3. Δύο βασικά ερωτήματα

Θεωρώ δεδομένο ότι η επιστημονική επανάσταση, η οποία οδήγησε στη συγκρότηση της επιστήμης της φυσικής και, από κεί, σε αυτήν της συνολικής «ηπείρου» των φυσικών επιστημών, γεννήθη-

κε μέσα από τη σύγκλιση ενός συνόλου ετερογενών παραγόντων, όπως αυτοί αναπτύχθηκαν και λειτούργησαν μέσα σε συγκεκριμένες συνθήκες. Εντελώς σχηματικά, μπορούμε να διακρίνουμε τους παρακάτω παράγοντες και συνθήκες:

* Υλικοί παράγοντες και συνθήκες. Οι απαιτήσεις της παραγωγής και διάφορες τεχνολογικές καινοτομίες δημιούργησαν ένα σύνολο από ερωτήματα που αφορούσαν την καλύτερη κατανόηση των εμπειρικών φαινομένων που ενέχονταν εκεί. Η απάντηση σε αυτά τα ερωτήματα φαινόταν πως θα συνέβαλε σημαντικά στην ανάπτυξη τόσο της παραγωγής όσο και της τεχνολογίας.

* Κοινωνικοί παράγοντες και συνθήκες. Σε συνδυασμό με τα παραπάνω, αποκαταστάθηκαν οι προϋποθέσεις που επέτρεπαν σε ορισμένες κοινωνικές ομάδες να ασχοληθούν συστηματικά με τη μελέτη των φαινομένων που ενδιέφεραν μέσα σε συνθήκες σχετικής οικονομικής άνεσης και ερευνητικής ελευθερίας. Παράλληλα, αυτοί που αρίστευαν στο συναφές έργο εξασφάλιζαν συχνά σημαντικές χρηματικές απολαβές και έχαιραν σημαντικό κοινωνικό κύρος.

* Θεσμικοί παράγοντες και συνθήκες. Τα πανεπιστήμια, αλλά και άλλοι χώροι όπως οι πριγκιπικές αυλές, όπου πραγματοποιούνταν οι σχετικές έρευνες αναπτύσσονταν, ενώ ένα πλατύ σύστημα πατρωνείας ενίσχυε παραπέρα την όλη κίνηση.

* Ιδεολογικοί παράγοντες και συνθήκες. Η περίοδος της επιστημονικής επανάστασης ακολούθησε μιά μακρά παράδοση θεολογικών και φιλοσοφικών διαμαχών όπου προβλήματα εντοπίστηκαν, νέες ιδέες γεννήθηκαν, διανοητικά εργαλεία τροχίστηκαν, δεξιότητες συλλογισμού, επιχειρήματα και ρητορικές τεχνικές αναπτύχθηκαν ενώ η αυστηρότητα σε ό,τι αφορά το χειρισμό των ιδεών ενισχύθηκε. Παράλληλα, οι νέοι κόσμοι που ανακάλυπταν τα ταξείδια και οι εξερευνησεις διεύρυναν ιδιαίτερα τις δυνατότητες της σκέψης, δημιουργώντας έτσι ένα συλλογικό φαντασιακό με κυριολεκτικά απεριόριστους ορίζοντες.

Όλοι αυτοί οι παράγοντες και συνθήκες έχουν, όπως είναι γνωστό, μελετηθεί πλατειά και σε βάθος. Τους αναφέρω εδώ μόνο γιατί προσφέρουν το υπόβαθρο που μάς επιτρέπει να ρωτήσουμε την πρώτη από τις δύο θεμελιώδεις ερωτήσεις μας.

Πρώτη ερώτηση. Εχοντας κατά νού αυτά που ο Needham προσπάθησε να κάνει για την περίπτωση της Κίνας, ρωτάμε: Γιατί αυτοί οι παράγοντες και αυτές οι συνθήκες δεν δημιουργήθηκαν καθόλου, ή δεν αναπτύχθηκαν επαρκώς, ή δεν συνέκλιναν ενισχύοντας ο ένας τον άλλο, στα πλαίσια του Ελληνικού κοινωνικού σχηματισμού;

Θεωρώ προφανές ότι μιά επαρκής απάντηση σε αυτό το ερώτημα προϋποθέτει μιά εις βάθος εποπτεία των παραγόντων και των συνθηκών που οδήγησαν στη συγκρότηση της επιστήμης της οποίας την υποδοχή θέλουμε να μελετήσουμε, δηλαδή των τεσσάρων παραπάνω κατηγοριών στην αλληλεξάρτησή τους. Μόνο μιά τέτοια εποπτεία μπορεί να μάς επιτρέψει να εντοπίσουμε τι ακριβώς έλλειπε από τον Ελληνικό κοινωνικό σχηματισμό και, από εκεί, να οδηγηθούμε τόσο στο να ρωτήσουμε συγκεκριμένα γιατί αυτό έλλειπε όσο και να ερευνήσουμε το τι το εμπόδιζε να υπάρξει όπως και το τι λειτουργούσε «στη θέση του». Η θετική μελέτη των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του επιστημονικά παρθένου κοινωνικού σχηματισμού, δηλαδή των παραγόντων και των συνθηκών που προσδιόρισαν τους τρόπους με τους οποίους επιτελέστηκε η εισαγωγή και η υποδοχή της εν λόγω επιστήμης, μπορεί να ξεκινήσει μόνον από αυτό το σημείο.

Αντίστροφα, στο βαθμό που μιά τέτοια μελέτη έχει προχωρήσει επαρκώς υπό την παραπάνω προϋπόθεση (δηλαδή την κατά το δυνατόν πλήρη εποπτεία της διαδικασίας παραγωγής της εν λόγω επιστήμης), η απάντηση στο πρώτο ερώτημα που θα προκύψει έτσι μπορεί, όπως είπαμε, να ρίξει επιπλέον φώς στους παράγοντες και τις συνθήκες που προσδιόρισαν την ίδια τη συγκρότηση αυτή: Η επισήμανση των λόγων για τους οποίους ορισμένοι παράγοντες και συνθήκες απουσιάζουν μπορεί να φωτίσει με ιδιάζοντα τρόπο τους όρους της παρουσίας τους. Αυτό είναι το γενικό επιχείρημα που υποβαστάζει τον ισχυρισμό ότι η μελέτη της εισαγωγής και της υποδοχής μιάς επιστήμης μπορεί να μην έχει μόνον περιθωριακό ενδιαφέρον για τον κλάδο της ιστορίας της επιστήμης συνολικά.

Το δεύτερο θεμελιώδες ερώτημά μας προϋποθέτει ότι μιά επιστήμη έχει ήδη συγκροτηθεί στα πλαίσια κάποιου κοινωνικού

σχηματισμού και ρωτά για τους παράγοντες και τις συνθήκες που προσδιορίζουν την παραπέρα ανάπτυξη της επιστήμης αυτής.

Κατά τρόπο εξαιρετικά σχηματικό και πάλι, αυτοί οι παράγοντες και συνθήκες μπορούν να αναλυθούν ως εξής:

Πρώτα απ' όλα, η συγκρότηση μιάς επιστήμης ούτε λύνει διαμιάς όλα τα προβλήματα που αφορούν το αντικείμενό της ούτε εξαφανίζει τους παράγοντες που οδήγησαν εκεί. Αντίθετα, μιά τέτοια συγκρότηση ανοίγει νέα προβλήματα, «εσωτερικά» στη καινούργια επιστήμη, ενόσω παρέχει τα αναγκαία μέσα, «εσωτερικά» και πάλι, για την αντιμετώπισή τους. Από την άλλη μεριά, οι «εξωτερικοί» παράγοντες και συνθήκες που προσδιόρισαν αυτή τη συγκρότηση συνεχίζουν να απαιτούν την επίλυση αυτών των νέων προβλημάτων για τους ίδιους με προηγούμενως λόγους. Αυτό συνεπάγεται ότι η επιτυχημένη επίλυση αυτών των προβλημάτων ενισχύει προς τη δέουσα κατεύθυνση αυτούς τους παράγοντες και αυτές τις συνθήκες. Ετσι, αργά ή γρήγορα, η σύζευξη αυτού του «εσωτερικού» κινητήρα με αυτήν την «εξωτερική» απαίτηση αποτέμνει ένα νέο κοινωνικό θεσμό του οποίου αποκλειστικό έργο είναι να φέρνει σε πέρας αυτή τη διαδικασία. Αυτός ο νέος θεσμός αυτονομείται, κατά μία έννοια, από την υπόλοιπη κοινωνία. Ανάμεσα στ' άλλα, ορίζεται μιά ίδια κοινότητα ειδημόνων, που «μιλά» τη δική της ειδική «γλώσσα», «γλώσσα» που δεν μπορεί να μαθευτεί χωρίς τις ανάλογες εξειδικευμένες σπουδές. Μόνο μετά μιά αντίστοιχα μακρόχρονη μαθητεία μπορεί κανείς να συμμετάσχει σε αυτήν την κοινότητα και να λάβει μέρος στο έργο της, συμβάλλοντας στην επίλυση των προβλημάτων και στην αποτίμηση των συναφών αποτελεσμάτων.

Τα παραπάνω συνεπάγονται ότι αν μιά τέτοιας μορφής ανάπτυξη έχει προχωρήσει αρκετά στον κοινωνικό σχηματισμό όπου η νέα επιστήμη συγκροτήθηκε, ο κοινωνικός σχηματισμός που θα την εισαγάγει έχει να υπερνικήσει σημαντικά εμπόδια. Οχι μόνον οφείλει να δημιουργήσει εκ του μηδενός τον σχετικό κοινωνικό θεσμό -ή κάποιο υποκατάστατό του- αλλά και να εξασφαλίσει ότι όλοι οι παράγοντες και όλες οι συνθήκες που απαιτούνται για την αποτελεσματική λειτουργία του υπάρχουν και δρουν προς τη σωστή κατεύθυνση. Αυτοί, ωστόσο, είναι κοινωνικοί παράγοντες και

συνθήκες που δεν μπορούν να αποκατασταθούν επειδή κάποιοι το θέλησαν. Κατά συνέπεια, η απλή εισαγωγή μιάς επιστήμης σε έναν επιστημονικά παρθένο κοινωνικό σχηματισμό (με τη μετάφραση κάποιων βιβλίων ή δοκιμίων, με τη συγγραφή εισαγωγικών εγχειριδίων, με συναφείς εκδηλώσεις κλπ) δεν συνεπάγεται ότι η νέα επιστήμη θα βρεί το έδαφος για να ριζώσει και να αναπτυχθεί. Οι παράγοντες και οι συνθήκες που προσδιορίζουν την εισαγωγή μιάς επιστήμης σ' έναν επιστημονικά παρθένο κοινωνικό σχηματισμό δεν ταυτίζονται υποχρεωτικά με αυτούς που προσδιορίζουν την παραπέρα ανάπτυξη εκεί της επιστήμης αυτής. Αρα οφείλουν να μελετηθούν ξεχωριστά.

Οπότε μπορούμε να επαναλάβουμε αυτό που είπαμε παραπάνω. Γιά να εντοπισθούν και να περιγραφούν οι παράγοντες και οι συνθήκες που εμποδίζουν ή δυσχεραίνουν μιά τέτοια ανάπτυξη, απαιτείται μιά ιδιαίτερα καλή εποπτεία των παραγόντων και των συνθηκών που επέτρεψαν μιά τέτοια ανάπτυξη στον κοινωνικό σχηματισμό όπου συγκροτήθηκε και αναπτύχθηκε η εν λόγω επιστήμη. Επιπλέον, η διαλεκτική παρουσίας-απουσίας που συναντήσαμε παραπάνω λειτουργεί και εδώ: Ο εντοπισμός και η περιγραφή αυτών των αρνητικών παραγόντων και συνθηκών μπορεί να ρίξει νέο φώς στους αντίστοιχους θετικούς παράγοντες και συνθήκες. Και αυτό δείχνει και πάλι ότι η μελέτη της εισαγωγής και της υποδοχής μιάς επιστήμης δεν αποτελεί υποχρεωτικά περιθωριακό μέλημα του κλάδου της ιστορίας της επιστήμης.

Βλέπουμε, λοιπόν, ότι η προσπάθεια να απαντηθούν οι δύο παραπάνω βασικές ερωτήσεις δημιουργεί ένα ολόκληρο πρόγραμμα γιά τη θετική μελέτη της εισαγωγής και της υποδοχής μιάς επιστήμης. Πρόκειται γιά ένα πρόγραμμα που εστιάζει την προσοχή του στο γεγονός ότι τα ζητήματα που αφορούν την εισαγωγή και την υποδοχή μιάς επιστήμης δεν μπορούν να απαντηθούν με επάρκεια αν δεν συνδεθούν ρητά με τα ζητήματα που αφορούν την παραγωγή της εν λόγω επιστήμης. Αν θέλουμε να δούμε τα πράγματα από μιά γενικότερη και περισσότερο αφηρημένη σκοπιά, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι είναι ο αντικειμενικός χαρακτήρας της επιστημονικής γνώσης αυτός που δεν επιτρέπει να μελετηθεί αυτή η εισαγωγή και αυτή η υποδοχή καθ' εαυτές: Το γεγονός ότι μιά επι-

στήμη παράγει «προϊόντα» με διαπολιτισμική ισχύ δημιουργεί ένα μέτρο για τη μελέτη όλων των πλευρών της ιστορίας της επιστήμης αυτής, τόσο των πλευρών που σχετίζονται με την παραγωγή της όσο και αυτών που σχετίζονται με την εισαγωγή και την υποδοχή της.

Ο λόγος ύπαρξης αυτού του μέτρου και ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί μπορεί να σκιαγραφηθεί ως εξής: Ο αντικειμενικός, ανεξάρτητος συμφερόντων και με διαπολιτισμική ισχύ, χαρακτήρας των επιστημονικών ιδεών τις καθιστά, τουλάχιστον οριακά, ουδέτερες ως προς τους διάφορους κοινωνικούς σχηματισμούς με την έννοια ότι οι τελευταίοι στέκουν κατ' αρχήν ισότιμα απέναντί τους. Η ιστορία της επιστήμης συνιστά τον κλάδο που μελετά τους τρόπους με τους οποίους αυτές οι αντικειμενικές ιδέες εμφανίστηκαν και αναπτύχθηκαν (ή εισήχθησαν και έγινε η υποδοχή τους) σε έναν συγκεκριμένο χρόνο και σε έναν συγκεκριμένο τόπο αντί άλλοτε και αλλού. Αυτός ο τελευταίος προσδιορισμός πρέπει να υπογραμμιστεί γιατί ο κοινωνικά ουδέτερος χαρακτήρας των επιστημονικών ιδεών τις καθιστά κατ' αρχήν ικανές να παραχθούν και να αναπτυχθούν (ή να εισαχθούν και να γίνει η υποδοχή τους) εξίσου καλά σε διαφορετικούς τόπους και σε διαφορετικούς χρόνους. Με άλλα λόγια, η διάκριση ανάμεσα σε αυτούς τους τόπους και σε αυτούς τους χρόνους συνιστά κύριο έργο της ιστορίας της επιστήμης ενώ οι αντίστοιχες μελέτες αποτελούν εκ φύσεως μελέτες συγκριτικές.

4. Μερικά ενδεικτικά θέματα προς μελέτη

Αντί συμπεράσματος, θα αναφέρω εδώ, εντελώς ενδεικτικά και κατά πλήρως σχηματικό τρόπο, ορισμένα ζητήματα τα οποία η μελέτη της εισαγωγής και της υποδοχής της επιστήμης στον Ελληνικό κοινωνικό σχηματισμό οφείλει να αντιμετωπίσει.

1. Η εισαγωγή των φυσικών επιστημών στον Ελληνικό κοινωνικό σχηματισμό έγινε αρχικά στο επίπεδο της εκλαΐκευσης. Στην πορεία, μερικά από τα ιδιότυπα εκπαιδευτικά ιδρύματα της εποχής απλώς αφιέρωσαν μερικές ώρες για τη διδασκαλία τους στο πρόγραμμά τους. Η υποδοχή των φυσικών επιστημών δεν ξεπέρασε αυτό το επίπεδο για ένα αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα. Το

γιατί ακολουθήθηκε αυτός ο δρόμος αποτελεί ένα σύνθετο ερώτημα, η απάντηση στο οποίο είναι καθοριστική για την κατανόηση των επιστημονικών εξελίξεων στο εσωτερικό του Ελληνικού κοινωνικού σχηματισμού.

2. Η εισαγωγή των φυσικών επιστημών στον Ελληνικό κοινωνικό σχηματισμό, όπως και το είδος της υποδοχής που τους επιφυλάχθηκε, υπηρέτησε, σχεδόν αποκλειστικά, τις ιδεολογικές ανάγκες του κινήματος ιδεών που αποκλήθηκε «Νεοελληνικός διαφωτισμός». Η εκκλαίευση των φυσικών επιστημών θεωρήθηκε ρητά ως όπλο ενάντια στις δεισδαιμονίες, στην παράδοση, κ.λπ. Ένα επιπλέον τεκμήριο που συνηγορεί για αυτή τη διαπίστωση αποτελεί το γεγονός ότι, από τη στιγμή όπου αυτός ο αγώνας κοπάσε, το επίπεδο ανάπτυξης των φυσικών επιστημών παρέμεινε ουσιαστικά αναλλοίωτο, δηλαδή εκείνο που είχε προσεγγισθεί τότε, για πολλές δεκαετίες. Μπορούμε μάλιστα να ισχυριστούμε ότι η καθαυτό επιστημονική έρευνα δεν αποτέλεσε πραγματικό μέλημα του Ελληνικού πανεπιστημίου, ούτε κανενός άλλου θεσμού, πριν από τα τέλη της δεκαετίας του 1970! Αυτό μάς υποχρεώνει να θεωρήσουμε ότι η ίδρυση τουλάχιστον του Πανεπιστημίου Αθηνών, για να μη μιλήσουμε για αυτήν των υπολοίπων ΑΕΙ, απαντούσε σε κοινωνικές ανάγκες πολύ διαφορετικές από αυτές που αυθόρμητα τείνουμε να θεωρήσουμε. Και αυτό μάς επιβάλλει να ερευνήσουμε ποιές συγκεκριμένα μπορεί να ήταν οι ανάγκες αυτές. Ενδέχεται δε αυτή η έρευνα να μάς οδηγήσει σε συμπεράσματα που διαγράφουν μία συνολική εικόνα για τον Ελληνικό κοινωνικό σχηματισμό πολύ διαφορετική από αυτήν που έχουμε αυθόρμητα σχηματίσει.

3. Η εισαγωγή των φυσικών επιστημών στον Ελληνικό κοινωνικό σχηματισμό ουσιαστικά δεν επέφερε καμιά άξια λόγου αντίσταση από την πλευρά της Ορθόδοξης Εκκλησίας, παρά το ρόλο της τελευταίας ως κυρίου στυλοβάτη της παράδοσης. Μπορούμε να βρούμε, βεβαίως, πολλούς λόγους για να εξηγήσουμε αυτή τη στάση. Ένας -και μόνον ένας- από αυτούς μπορεί να σκιαγραφηθεί ως εξής. Η Καθολική Εκκλησία υπήρξε, κατά μία έννοια, «ολοκληρωτική». Τουλάχιστον από την εποχή του Θωμά του Ακινάτη, τίποτε δεν μπορούσε να αφηθεί εκτός της ορθής θεολογικής ερμη-

νεία του, ενώ κάθε ιδέα όφειλε να περάσει τον έλεγχο της ορθοδοξίας της. Αυτή η παράδοση, παρά τα όσα λέγονται πρόχειρα, δεν οδήγησε τη σκέψη της εποχής σε ασφυξία. Οι θεολογικές διαμάχες επέβαλαν πειθαρχία στις ιδέες υποβάλλοντάς τες στη δοκιμασία της έλλογης επιχειρηματολογίας. Έτσι οι τεχνικές του συλλογισμού αναπτύχθηκαν ενώ η λογική αυστηρότητα μετατράπηκε σε αυτόνομο ιδεώδες. Από την άλλη μεριά, η Ορθόδοξη Εκκλησία, για τους δικούς της δογματικούς και άλλους λόγους, υπήρξε σαφώς λιγότερο παρεμβατική σε αυτό το πεδίο. Αυτή επέβαλλε λιγότερες απαιτήσεις στους πιστούς της σε ό,τι αφορούσε επιστημονικά θέματα, προσφέροντας όμως έτσι λιγότερες «ευκαιρίες» για την όξυνση των λογικών εργαλείων και για την αυστηρή πειθάρχηση των ενεχομένων ιδεών. Τα παραπάνω μάς επιτρέπουν να υποθέσουμε ότι αν συμβεί υπέρβαση κάποιου ορίου κατά την ανάπτυξη μιάς επιστήμης, και αν το κίνητρο για την παραπέρα ανάπτυξη της επιστήμης αυτής παραμένει επαρκώς ισχυρό, τότε η αντίδραση ενάντια στίς νέες επιστημονικές ιδέες που πηγάζει από την εμμονή στην παράδοση μπορεί να μην είναι μόνον αρνητική. Κατά τρόπο ειρωνικό, μπορεί να παίζει *a contrario*, έναν ανεκτίμητο διαπαιδαγωγητικό, και άρα θετικό, ρόλο σε αυτήν την ανάπτυξη.

4. Όλα τα παραπάνω συνεπάγονται ότι η ιστορία της εισαγωγής και της υποδοχής των φυσικών επιστημών στον Ελληνικό κοινωνικό σχηματισμό μπορεί να αποτελέσει ένα πολύ σημαντικό «εργαλείο» για τη μελέτη του συνόλου των ιδεών που μάχονταν στα πλαίσιά του και, ως εκ τούτου, για τη μελέτη της σύνολης ιστορίας του. Η ιστορία της επιστήμης δεν ενδιαφέρει μόνον τους λίγους ειδικούς. Οφείλει να απασχολεί ρητά το σύνολο των ιστορικών.

Ευτύχης Μπιτσάκης

Ομ. Καθηγητής Παν. Ιωαννίνων

ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΥΣΙΚΗ ΣΤΟ ΕΡΓΟ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ

Θα προσπαθήσω να αναδείξω τα οντολογικά θεμέλια της νευτώνιας φυσικής, τα οποία επετέλεσαν, γενικότερα, τα θεμέλια της μηχανιστικής αντίληψης για τη Φύση, καθώς και τις μεταφυσικές προϋποθέσεις της. Για το σκοπό αυτό θα παραθέσω σχετικά χωρία από τα έργα του Νεύτωνα και θα αρκεσθώ σε σύντομα σχόλια.

1. Οι πρόδρομοι

Ο Νεύτων ολοκλήρωσε μια επιστημονική παράδοση η οποία αρχίζει από τον ύστερο Μεσαίωνα με το κίνημα του νομιναλισμού και του εμπειρισμού - με τη στροφή προς τη φύση, την παρατήρηση, το πείραμα και τον υπολογισμό. Ωστόσο το κίνημα των νομιναλιστών δεν απέρριψε τη θεολογική αντίληψη για τη φύση. Επίσης στα αναγεννησιακά και μετα-αναγεννησιακά κινήματα, οι νέες, επαναστατικές ιδέες, θεμελιώθηκαν ως επί το πλείστον σε νεοπλατωνικές, νεοπυθαγόρειες, ερμητιστικές και πανθεϊστικές αντιλήψεις. Ο Μπρούνο (1547-1600), π.χ., υποστήριζε ότι το Σύμπαν αποτελείται από πολλούς κόσμους παρόμοιους με το δικό μας. Ότι ο κόσμος μας δεν είναι το κέντρο του Σύμπαντος. Ότι το Σύμπαν είναι άπειρο στο χώρο και στο χρόνο. Ωστόσο η συνολική αντίληψη αυτού του «μάρτυρα επιστήμης» για τη φύση, ήταν ανιμιστική και πανθεϊστική. Αντίστοιχα, ένας από τους πρώτους που έφεραν ξανά στην επιφάνεια την ατομική υπόθεση ήταν ο Νικόλαος Ορέσμ (1330-1389), επίσκοπος του Lisieux και πολύ αργότερα ο επίσης ιερωμένος Γκασσεντί (1592-1655). Αλλά το ενθουσιαστικό, ανιμιστικό, πανθεϊστικό πνεύμα της Αναγέννησης θα το εκτόπιζε βαθμιαία η

Ο Γκασσεντί, οπαδός του Επίκουρου και ιερωμένος, ξανάφερε στο φώς την υπόθεση των αρχαίων ατομικών. Αλλά ο Ρόμπερτ Μπόϋλ (1627-1691), έστω και αν επηρεάστηκε από της αντιλήψεις του Γκασσεντί, ανήκε ήδη στη νέα γενιά των πειραματιστών, η οποία προετοίμασε τη δεσποτεία της Μηχανικής. Κατά τον Μπόϋλ, η ύλη αποτελείται από αναρίθμητα στερεά σωμάτια, τα οποία δεν υποπίπτουν στις αισθήσεις μας, και τα οποία αποτελούν την πραγματική *prima naturalia*. Ο Νεύτων (1643-1727) γεννήθηκε μόλις 16 χρόνια μετά τον Μπόϋλ. Τα «στερεά», «συμπαγή και αναλλοίωτα» σωμάτια, θα αποτελούσαν τις έσχατες στοιχειώδεις οντότητες της φυσικής την οποίαν θα θεμελίωνε.

Εντούτοις η πορεία προς τη νεώτερη επιστήμη δεν ήταν ούτε ευθύγραμμη, ούτε χωρίς εμπόδια. Το κύριο επιστημολογικό εμπόδιο που έπρεπε να ανατραπεί ήταν η φυσική του Αριστοτέλη και μ' αυτήν η αναζήτηση αιτίων, σκοπών και ουσιών. Ο πρώτος ο οποίος επραγματοποίησε αυτό τον άθλο ήταν, ως γνωστόν, ο Γαλιλαίος (1564-1642) ο οποίος με πραγματικά (ίσως και νοητικά) πειράματα προσδιόρισε τους νόμους της πτώσεως των σωμάτων, διατύπωσε γενικότερα την κινηματική και εθεμελίωσε την πειραματική και μαθηματικοποιημένη επιστήμη. Ωστόσο την ίδια εποχή ο Καρτέσιος (1596-1650) αγωνιζόταν να διατυπώσει τους νόμους της φύσης στα πλαίσια ενός μεταφυσικού προτύπου, στο οποίο η ουσία ταυτιζόταν με την έκταση και κατά συνέπειαν το πλήρες κατείχε υλικές ιδιότητες. Ο Καρτέσιος, ο Λάϊμπνιτς και άλλοι, συνέχιζαν την ουσιοκρατική παράδοση (ουσία του Καρτέσιου, μονάδες του Λάϊμπνιτς, κλπ) η οποία αποτελούσε εμπόδιο στη διατύπωση των ποσοτικών νόμων της Φυσικής.

Σήμερα δεν δεχόμαστε την έννοια του κενού ως έκφραση του «μη όντος». Το κενό της σημερινής φυσικής είναι φορέας φυσικών ιδιοτήτων. Εν τούτοις η αριστοτελική-καρτεσιανή αντίληψη για την ύλη δεν μπορούσε να αποτελέσει το θεμέλιο της Μηχανικής. Τα δημοκρίτεια άτομα και το κενό, άρνηση του όντος, απετέλεσαν αναπόφευκτα τη βάση της φυσικής του Γαλιλαίου και του Νεύτωνα: το υλικό σημείο της Μηχανικής είναι μιά αφαίρεση από το πραγματικό άτομο, το οποίο κινείται στο δημοκρίτειο κενό. Αλλά φυσικά δεν ήταν μόνο τα άτομα και το κενό, τα οποία απετέλεσαν

την προϋπόθεση για τη διατύπωση της Μηχανικής, της Ουρανίας Μηχανικής και της σωματιδιακής Οπτικής. Ήδη ο Ρότζερ Μπέηκον (1214-1294), ο «Θαυμαστός Διδάκτωρ», ήταν από τους πρώτους που προσανατόλισαν τη νόηση προς την παρατήρηση και το πείραμα και ο σύγχρονος του Γαλιλαίου, ο δεύτερος Μπέηκον (Francis Bacon, 1561-1626) εθεμελίωσε θεωρητικά τη νέα πειραματική μέθοδο. Αλλά βέβαια, δεν αρκούσαν οι επιστημολόγοι. Η θεωρία του *impetus* από τα τέλη του Μεσαίωνα, με την απόρριψη των τελικών αιτίων και την αναζήτηση των μηχανικών αιτίων των φαινομένων, ωθούσε προς μια αντι-αριστοτελική, μηχανιστική αντίληψη. Και προπαντός: Επιστρέφοντας στον Αρίσταρχο, αλλά με πρόσθετα παρατηρησιακά δεδομένα, ο Κοπέρνικος έλυσε το γόρδιο δεσμό της Κοσμολογίας. Ο Κέπλερ (1571-1630) στη συνέχεια στηριζόμενος και στις παρατηρήσεις του διδασκάλου του, του μεγάλου αστρονόμου Τύχο Μπραχέ (1546-1601) διατύπωσε τóμους της κίνησης των πλανητών σε ελλειπτικές τροχιές, δίνοντας ένα θανάσιμο πλήγμα στις νεοπλατωνικές αντιλήψεις για τις τέλειες κινήσεις των ουρανίων σωμάτων πάνω σε τέλειες κυκλικές αρχές, και για τις τέλειες ουράνιες σφαίρες.

Αλλά και πάλι δεν ήταν μόνον τα προηγούμενα. Ο Νεύτων έζησε σε μιá περίοδο σχετικής ανάπτυξης των νέων τεχνικών που χαρακτηρίζουν τον πρώιμο καπιταλισμό. Το τηλεσκόπιο του Γαλιλαίου προϋπέθεσε την τεχνική της υαλοργίας και την κατασκευή των φακών. Και το τηλεσκόπιο έδωσε τα ισχυρότερα επιχειρήματα υπέρ του νέου ηλιοκεντρικού κοσμοειδώλου. Η ανάπτυξη των μηχανών οδηγούσε στη λατρεία των μηχανών και στη φιλοσοφία του μηχανικισμού. Σύμφωνα π.χ. με τον Καρτέσιο, ακόμα και ο άνθρωπος είναι μηχανή, προικισμένη ωστόσο με αθάνατη, άυλη, ψυχή. Κατά τη νέα φιλοσοφία, γενικότερα, οι νόμοι της μηχανικής θα μπορούσαν να εξηγήσουν όλα τα φαινόμενα: Από την κίνηση των ατόμων και των πλανητών, μέχρι την ανθρώπινη σκέψη. Ο μηχανιστικός αναγωγισμός βρισκόταν ήδη στο απόγειό του.

Ωστόσο η νέα μηχανιστική φιλοσοφία συμβίωνε με τη θεολογική αντίληψη για τη φύση. Ο Κοπέρνικος δεν αμφισβήτησε το δόγμα της δημιουργίας, και ο Κέπλερ, «νομοθέτης του Ουρανού» πίστευε ότι με το έργο του αποκάλυπτε στους θνητούς μιá πτυχή από

το μεγαλείο της δημιουργίας. Όσο για το Νεύτωνα, δεν ήταν μόνο θρησκευόμενος. Ένα σημαντικό μέρος του έργου του αφορούσε τη Χημεία και την Αλχημεία. Ο Νεύτων αλχημιστής! Και δικαίως έχει τεθεί το ερώτημα: Άν ο Νεύτων δεν ήταν πιστός, θα διατύπωνε το νόμο της παγκόσμιας έλξεως;

Συμπέρασμα: Η διατύπωση της μηχανικής, της Ουρανίας Μηχανικής και της Οπτικής, δεν ήταν κάποια απόλυτο πέρασμα από την ιδεολογία στην επιστήμη. Η ανάδυση της νέας «επιστημονικής ηπείρου» δεν προϋποθέτει κάποια τομή. Πρόκειται για μια ιστορική διαδικασία υπέρβασης, για γνωσιακό άλμα, το οποίο πραγματοποιήθηκε χάρη στην ύπαρξη ορθολογικών αντιλήψεων και επιστημονικών πυρήνων στην προεπαναστατική περίοδο. Η νέα επιστήμη εξ άλλου, όπως θα δείξω, δεν ήταν απαλλαγμένη από ιδεολογικά στοιχεία-θεμελιώθηκε σε φυσικές αλλά και ιδεολογικές προκείμενες-και με τη σειρά της έγινε παραγωγός ιδεολογίας.

2. Από την παρατήρηση και το πείραμα, στις επιστημονικές υποθέσεις.

Μιά μακρά περίοδος ιδεολογικής προετοιμασίας, νέα δεδομένα και νέες πειραματικές δυνατότητες, επίσης προηγούμενες υποθέσεις και θεωρητικές απόπειρες, οδήγησαν προς τα τέλη του 17ου αιώνα στη δημιουργία της νευτώνιας φυσικής. Η αριστοτελική-καρτεσιανή ουσιολογική παράδοση απορρίπτεται τώρα ως επιστημολογικό εμπόδιο. Η παρατήρηση και η επαγωγική διαδικασία αποτελούν την αφετηρία της νέας επιστημονικής μεθόδου. Στον άπειρο, ευκλείδιο χώρο είναι κατασπαρμένη η ύλη. Αλλά η ύλη τώρα αποτελείται από σωμάτια (άτομα) τα οποία αλληλεπιδρούν με άπειρη ταχύτητα. Οι νόμοι της δυναμικής και το φυσικό τους αντίστοιχο, οι νόμοι της βαρύτητας, αποτελούν την κεφαλαιώδη συνεισφορά του Νεύτωνα στη νεώτερη επιστήμη. Ο Νεύτων πίστευε ότι εξήγαγε τους νόμους του από τα παρατηρησιακά δεδομένα με τη μέθοδο της επαγωγής. Αυτό είναι ως ένα βαθμό σωστό, σε ότι αφορά τους ειδικούς νόμους της επιστήμης. Αλλά όπως θα δούμε, ο Νεύτων εθεμελίωσε τη φυσική του σε καθαρά μεταφυσικές υποθέσεις.

Στα *Principia* (Αρχές) ο Νεύτων συσχετίζει τα πράγματα με το

Θεό. Το Θεό δεν μπορούμε να τον αντιληφθούμε. Δεν γνωρίζουμε την πραγματική ουσία του. Αντίστοιχα, γνωρίζουμε μόνο τις μορφές και τα χρώματα των σωμάτων, «ακούμε μόνον ήχους, αγγίζουμε μόνο τις εξωτερικές τους επιφάνειες, αισθανόμαστε μόνο τις οσμές, γευόμαστε τις γεύσεις. Αλλά οι εσωτερικές ουσίες τους δεν θα γίνουν γνωστές ούτε από τις αισθήσεις, ούτε από οποιαδήποτε πράξη της νόησης μας»¹. Ο Νεύτων δεχόταν, όπως και ο Δημόκριτος τη σωματιδιακή σύσταση της ύλης. Όπως και εκείνος δεχόταν ότι οι «δευτερεύουσες ιδιότητες» είναι «νόμοι». Εντούτοις, αντίθετα με το Δημόκριτο, ο οποίος επεχείρησε να ερμηνεύσει τις δευτερεύουσες ιδιότητες με βάση το σχήμα, την υφή της επιφάνειας κλπ. των ατόμων, ο Νεύτων θεωρεί απρόσιτη την εσώτερη ουσία τους. Μετά από τον Νεύτωνα, και ολοκληρώνοντας φιλοσοφικά αυτή τη θέση, ο Ντέηβιντ Χιούμ (1711-1776) θα εγκαινιάζε την αγνωστικιστική κατεύθυνση του φιλοσοφικού εμπειρισμού.

Με αφετηρία τα παρατηρησιακά δεδομένα και με τη βοήθεια της επαγωγής, υποστηρίζει ο Νεύτων, καταλήγουμε σε υποθέσεις οι οποίες εξηγούν τα φαινόμενα. Έγραφε λοιπόν σε σχέση με τη βαρύτητα: «Ως τώρα εξηγήσαμε τα φαινόμενα των ουρανών και της θάλασσας, με τη δύναμη της βαρύτητας, αλλά ακόμα δεν προσδιορίσαμε την αιτία αυτής της δύναμης». Και ο Νεύτων συνεχίζει «Δεν μπόρεσα να ανακαλύψω την αιτία της βαρύτητας από τα φαινόμενα και δεν κατασκευάζω υποθέσεις· επειδή ότι δεν συνάγεται από τα φαινόμενα πρέπει να καλείται υπόθεση· και υποθέσεις, μεταφυσικές είτε φυσικές, είτε αφορούν απόκρυφες ιδιότητες είτε μηχανικής, δεν έχουν θέση στην πειραματική φιλοσοφία. Στη φιλοσοφία αυτή οι επιμέρους προτάσεις συνάγονται από τα φαινόμενα και κατόπιν γενικεύονται με την επαγωγή». Και ο Νεύτων καταλήγει: «Για μας είναι αρκετό ότι η βαρύτητα πράγματι υπάρχει, δρόμo σύμφωνα με τους νόμους τους οποίους εξηγήσαμε και χρησιμοποιείται ευρέως για την κατανόηση όλων των κινήσεων των ουρανίων σωμάτων και της θάλασσας»².

Στη συνέχεια ο Νεύτων υποστήριζε ότι σκοπός του ήταν να υπολογίσει την ένταση και τις ιδιότητες της βαρύτητας από τα φαινό-

1. Newton, *Principia*, Univ. of California Press, 1947, σελ. 546.

2. Newton, *Ibid*, σ. 546-547.

μενα και να χρησιμοποιήσει αυτό που ανακάλυψε σε ορισμένες απλές περιπτώσεις ως αρχή, προκειμένου να υπολογίσει μαθηματικά τα αποτελέσματα σε πιο περίπλοκες περιπτώσεις. Και τονίζει: Είπαμε, με μαθηματικό τρόπο, ώστε να αποφυγούμε όλα τα ερωτήματα για τη φύση ή τις ιδιότητες αυτής της δύναμης, τις οποίες δεν θα μπορούσαμε να προσδιορίσουμε με οποιαδήποτε υπόθεση³.

Παρά τις διαβεβαιώσεις του, ο Νεύτων διατύπωσε μεταφυσικές υποθέσεις, ως το μεταφυσικό-οντολογικό υπόβαθρο των φυσικών θεωριών του. Ταυτόχρονα απολυτοποίησε την αξία της επαγωγής. Πράγματι, η επαγωγή επαρκεί μόνο στις περιγραφικές επιστήμες. Ο ίδιος ο Νεύτων, διατυπώνοντας ένα γενικό νόμο της φύσης, έστω και στηριζόμενος στα παρατηρησιακά δεδομένα, υπερέβη το πεδίο της εμπειρίας. Βεβαίως αυτή η υπέρβαση ήταν αναπόφευκτη και σήμερα γνωρίζουμε ότι οι μαθηματικοποιημένες επιστήμες, έστω και αν διατυπώνονται για να άρουν την αντίφαση του πειράματος με την προηγούμενη θεωρία, έστω και αν έχουν μιά εμπειρική βάση, υπερβαίνουν με ένα γνωσιακό άλμα την εμπειρία, διατυπώνουν αξιώματα, και με βάση την αξιωματική δομή ερμηνεύουν τα παρατηρησιακά δεδομένα και ανοίγουν ένα νέο πεδίο προβλέψεων.

Λίγα χρόνια μετά τον Νεύτωνα, ο Χιούμ θα αμφισβητούσε την αποδεικτική αξία της επαγωγής και όμοιες αντιρρήσεις θα διατύπωνε στην εποχή μας ο Πόπερ σε μιά λογικά αυστηρή γλώσσα. Στην πραγματικότητα η νόηση, με αφετηρία το συγκεκριμένο, και υπερβαίνοντας τους επιμέρους προσδιορισμούς, καταλήγει στην αφάιρεση του νόμου. Με μια αντίστροφη κίνηση επιστρέφει στο συγκεκριμένο κατακτώντας το ως νοημένο συγκεκριμένο» (Μάρξ).

3. Φυσική και μεταφυσική στο έργο του Νεύτωνα.

Ο Νεύτων, ακολουθώντας αλλά και δημιουργώντας την παράδοση των φυσικών επιστημών ήταν ρεαλιστής (πίστευε στην ύπαρξη μιας αντικειμενικής πραγματικότητας ανεξάρτητη από το υποκείμενο και προσιτής στην ανθρώπινη νόηση). Αλλά ο ρεαλισμός

3. Newton, Ibid. σ. 550.

του Νεύτωνα, θρησκευτικής προέλευσης, εναρμονιζόταν με το κυρίαρχο θεολογικό δόγμα: Ήταν ένας μεταφυσικός ρεαλισμός. Πράγματι, ο Νεύτων έγραφε στην Οπτική, του ότι όλα τα σώματα φαίνεται ότι αποτελούνται από σκληρά Σωματίια. Και συνέχιζε: «Μου φαίνεται πιθανόν ότι ο Θεός στην αρχή εδημιούργησε την ύλη με τη μορφή στερεών, συμπαγών, σκληρών, αδιαπέραστων σωματίων, δυναμένων να κινούνται, σωματίων με τέτοια Μεγέθη και Σχήματα και με τέτοιες ιδιότητες και σε τέτοια Αναλογία στο χώρο, ώστε να ταιριάζουν κατά τον καλύτερο τρόπο στο σκοπό για τον οποίο τα δημιούργησε. Και τα αρχικά αυτά Σωματίια, όντας στερεά, είναι ασύγκριτα σκληρότερα από οποιαδήποτε πορώδη σώματα που σχηματίζονται από αυτά και ακόμα τόσο σκληρά, ώστε να μην υπάρχει συνηθισμένη δύναμη η οποία να μπορεί να διαιρέσει αυτό που ο ίδιος ο Θεός έκαμνε έν, κατά την πρώτη δημιουργία»⁴.

Ο ρεαλισμός του Νεύτωνα είναι προφανής. Ακολουθώντας τη δημοκρίτεια παράδοση, ο Νεύτων δεχόταν την ύπαρξη των ατόμων και του κενού, σε αντίθεση με τους Ελεάτες, τον Αριστοτέλη και τον Καρτέσιο, οι οποίοι δεχόταν το συνεχές της ύλης. Αλλά ενώ για το Δημόκριτο τα άτομα είναι αδημιούργητα και άφθαρτα, κατά τον Νεύτωνα, η ύλη είχε δημιουργηθεί από το Θεό. Ο Δημόκριτος κήρυξε ένα συνεπή υλιστικό μονισμό. Ο Νεύτων ένα μεταφυσικό δυισμό του πνεύματος και της ύλης. Μάλιστα ο κονφορμιστής Νεύτων απέφυγε να χρησιμοποιήσει τη λέξη άτομον, επειδή αυτή η έννοια είχε σχετισθεί με την υλιστική παράδοση. Αυτή η σύνεση, ωστόσο, δεν τον γλύτωσε από την κατηγορία ότι ήταν υλιστής (κατήγορος: ο επίσκοπος Μπέρκλεϋ). Κατά το Δημόκριτο η Φύση είναι άναρχη, αιτία του εαυτού της και εξελίσσεται σύμφωνα με μία αυστηρή αναγκαιότητα. Ο Νεύτων δεν δέχεται την αυθυπαρξία της φύσης. Δέχεται τη Δημιουργία και την ύπαρξη σκοπού στη Δημιουργία. Έτσι η αιτιοκρατική τάξη του Σύμπαντος είναι συνέπεια της βούλησης του Δημιουργού και υπηρετεί κάποιους σκοπούς.

Αλλά ο Νεύτων δεν ήταν κυρίως ο μεταφυσικός φιλόσοφος.

4. Newton, *Opticks*, Dover, 1952, σσ. 389 και 400.

Ήταν, προπαντός, φυσικός. Είχε συνεπώς ανάγκη από φυσικές έννοιες για να θεμελιώσει τη Μηχανική. Τέτοιες έννοιες ήταν η δύναμη, η μάζα, η ταχύτητα κλπ. Η μάζα ορίσθηκε ως μέτρο της αδράνειας. Αλλά ο Νεύτων ταύτισε αυτή την έννοια με τη φιλοσοφική κατηγορία της ύλης. Κατά τον Νεύτωνα «ύλη είναι η ποσότητα την οποίαν εφεξής θα αποκαλώ πάντοτε με το όνομα σώμα ή μάζα». Σύμφωνα με τον ορισμό του Νεύτωνα, η ποσότητα της ύλης υπολογίζεται από την πυκνότητα και τον όγκο ενός σώματος. Με βάση αυτό τον ορισμό θα μπορούσε να συναγάγει κανείς ότι υπάρχει μέτρο της ύλης και ότι η δημοκρίτεια αρχή της αφθαρσίας της ύλης θα μπορούσε να αποδειχθεί. Αυτό πίστεψε ότι είχε επιτύχει ο Λαβουαζιέ και πολλοί μετά αυτόν: Αλλά όπως ορθά παρατήρησε ο Ε. Μαχ, ο προηγούμενος ορισμός δεν είναι καν ορισμός. Συγκεκριμένα, ο Μαχ έγραφε στην Μηχανική του: «Ο ορισμός I (στα *Principia*, E.M.) δεν είναι παρά επίφαση ορισμού. Η έννοια της μάζας δεν γίνεται σαφέστερη επειδή ορίζεται ως προϊόν του όγκου και την πυκνότητα, εφόσον η ίδια η πυκνότητα δεν αντιπροσωπεύει άλλο από τη μάζα της μονάδας του όγκου. Ο πραγματικός ορισμός της μάζας δεν μπορεί να προκύψει παρά μόνον από τις δυναμικές σχέσεις των σωμάτων»⁵. Πέρα από την κριτική στην κυκλικότητα του συλλογισμού, ο Μαχ διατύπωσε μια ριζικά διαφορετική αντίληψη για τη μάζα. Πράγματι, σύμφωνα με την περίφημη Αρχή του, η αδράνεια ενός σώματος καθορίζεται από το σύνολο των αλληλεπιδράσεων του με τις μάζες ολοκλήρου του περιβάλλοντα χώρου. Γενικότερα, σήμερα γνωρίζουμε την αδυναμία μας να ορίσουμε τη μάζα, να εξηγήσουμε την ισότητα της αδρανούς και της βαρείας μάζας, κλπ. Και προπαντός η ταύτιση της ύλης με τη μάζα απετέλεσε την αφετηρία, τόσο του κλασικού ενεργητισμού (η ενέργεια άυλη οντότητα, αναγωγή της ύλης στην ενέργεια) όσο και του νεώτερου, που στηρίχθηκε στις σχετικιστικές θεωρίες⁶.

Τα υλικά σωμάτια, η ύλη, είναι κατασπαρμένη κατά τον Νεύτωνα στον άπειρο ευκλείδειο χώρο. Η υπόθεση του κενού εναρμονι-

5. Βλ. E. Mach, *Mécanique*, Herman, 1904, σσ. 235-6.

6. Για μια κριτική αυτών των αντιλήψεων, βλ. E. Bitsakis, *Physique et Matérialisme*, Ed. Sociales, Paris, 1983. Ib. *Foundations of Physics*, 21, 63 (1991).

ζόταν με την εποπτεία. Το ίδιο και ο άπειρος, κενός χώρος, ομογενής και ισότροπος, ανεξάρτητος από την παρουσία της ύλης: ο Ευκλείδειος χώρος της κλασικής Μηχανικής, το «άπειρο κενό δοχείο» στο οποίο υπήρχε η ύλη. Αλλά ο Νεύτων χρειζόταν ένα σταθερό σύστημα συντεταγμένων στο οποίο θα αναφέρονταν οι κινήσεις των επίγειων και των ουρανίων σωμάτων. Ετσι, με μια διαδικασία αφαίρεσης, κατέληξε στον ορισμό του απόλυτου χώρου: «Ο απόλυτος χώρος, από τη φύση του, άσχετα από οτιδήποτε εξωτερικό, μένει πάντα όμοιος και ακίνητος. Ο σχετικός χώρος αποτελεί κινητή διάσταση ή μέτρο του απόλυτου χώρου. Τέτοιες είναι οι διαστάσεις του υπόγειου, του εναέριου ή του ουράνιου χώρου, που καθορίζονται ως προς τη γη»⁷. Και ο ορισμός του χώρου από τον Νεύτωνα είναι σύμφωνος με την εποπτεία καθώς και με το ρεαλισμό του. Ωστόσο ο Νεύτων σύνδεσε και το χώρο με το Θεό: τον όρισε ως «αισθητήριο του Θεού» (*sensorium Dei*). Αλλά πέρα από τη μεταφυσική: Ήταν δυνατό να διαπιστωθεί εμπειρικά η ύπαρξη του απόλυτου χώρου, δηλαδή του προνομιούχου συστήματος στο οποίο θα αναφέρονταν οι κινήσεις των σωμάτων και ως προς το οποίο θα επαληθεύονταν οι τόμοι της Μηχανικής; Η απάντηση, ως γνωστόν, είναι αρνητική. Αλλά θα επανέλθουμε σ' αυτό.

Αντίστοιχα ο Νεύτων διέκρινε ανάμεσα στον απόλυτο και στο σχετικό χρόνο: «Ο απόλυτος, ο αληθινός, ο μαθηματικός χρόνος, από τον εαυτό του και από τη φύση του ρέει ομοιόμορφα και άσχετα από οτιδήποτε εξωτερικό, ονομάζεται δε αλλοιώς, διάρκεια. Ο σχετικός, ο φαινομενικός και κοινός χρόνος, είναι κάποιο εξωτερικό (ακριβές ή μη) μέτρο της διάρκειας μετρούμενο με την κίνηση και χρησιμοποιείται και στη θέση του αληθινού, σαν ώρα, ημέρα, μήνας ή έτος»⁸.

Χώρος και χρόνος ανεξάρτητοι από την ύλη, όμως αντικειμενικές «οντότητες», αντίθετα με ότι θα ισχυριζόταν αργότερα ο Κάντ. Οι έννοιες του απολύτου χώρου και χρόνου, προϊόν αφαίρεσης από την συγκεκριμένη φυσική πραγματικότητα ήταν σύμφωνες με τον εποπτικό ρεαλισμό, αλλά και με το χριστιανικό δόγμα. Ο απόλυτος χρόνος απαιτεί αλληλεπιδράσεις με άπειρη ταχύτητα και η

7. Newton, *Principia*, Ibid, σ. 17.

8. Newton, Ibid, σ. 6.

έννοια αυτή αντιστοιχεί στην πανταχού παρουσία του θεού και στην ικανότητά του να συλλαμβάνει ακαριαία τη ροή των πραγμάτων. Οι έννοιες του απόλυτου χώρου και χρόνου, θα τόνιζε ο Ε. Μαχ, είχαν θρησκευτική προέλευση.

Οι νόμοι της κίνησης, όπως τους όρισε ο Νεύτων, προϋπέθεταν την ύπαρξη ενός προνομιούχου συστήματος αναφοράς, δηλαδή ενός συστήματος ακίνητου ως προς τον απόλυτο χώρο. Η αναζήτηση ενός τέτοιου συστήματος υπήρξε ένα από τα κεφαλαιώδη προβλήματα της κλασσικής φυσικής. Το πείραμα απέδειξε εν τέλει το μάταιο αυτής της αναζήτησης.

Αλλά ας επιστρέψουμε στους νόμους της Μηχανικής. Οι νόμοι αυτοί ορίστηκαν ως εξής από τον Νεύτωνα:

«Νόμος Ι. Κάθε σώμα συνεχίζει στη κατάσταση ηρεμίας ή ομοιόμορφης ευθύγραμμης κίνησης εφ' όσον εξωτερικές δυνάμεις δεν το υποχρεώνουν να μεταβάλλει αυτή την κατάσταση». Πρόκειται για την αρχή της αδράνειας, την οποίαν είχε διατυπώσει ο Αριστοτέλης, και την είχε απορρίψει μαζί με την έννοια του κενού.

«Νόμος ΙΙ. Η μεταβολή της κίνησης είναι ανάλογη με την επιβαλλόμενη δύναμη, και γίνεται προς την κατεύθυνση της ευθείας στην οποίαν επιβάλλεται η δύναμη»⁹.

Η Μηχανική του Νεύτωνα θεμελιώθηκε σε μια σειρά αξιώματα:

- 1) Αξίωμα της σταθερότητας της μάζας.
- 2) Ύπαρξη προνομιούχου συστήματος αναφοράς (απόλυτος χώρος).
- 3) Απειρη ταχύτητα αλληλεπιδράσεων και συνεπώς ύπαρξη παγκόσμιου, απόλυτου χρόνου.

Τα αξιώματα αυτά θα συμπυκνώνονταν αργότερα σε μια απλή ομάδα μετασχηματισμών, τη λεγόμενη ομάδα μετασχηματισμών του Γαλιλαίου. Τα αξιώματα αυτά ήταν σύμφωνα με τον εποπτικό ρεαλισμό του Νεύτωνα. Ο ίδιος εξάλλου τα είχε συνδέσει με τις αντιλήψεις του για το Θεό. Η ασυμφωνία της μετάδοσης του φωτός με την ομάδα του Γαλιλαίου θα απεδείκνυε το μάταιο της αναζήτησης του απολύτου συστήματος αναφοράς και θα εγκαινίαζε μιá περίοδο κρίσης, η οποία θα λυνόταν από τον Αϊνστάιν με τη διατύπωση της Σχετικότητας. Η Σχετικότητα θα απεδείκνυε τη

9. Newton, Ibid, σ. 13.

σχετικότητα του μήκους, του χρόνου, την εξάρτηση της μάζας από την ταχύτητα, τη δυναμική σχέση μάζας και ενέργειας, θα εξηγήουσε συνεπώς τη ραδιενέργεια, κλπ.

Η Νευτώνεια Φυσική, εποπτικά ρεαλιστική, ήταν ταυτόχρονα αιτιοκρατική. Κατά τον Νεύτωνα, φυσικά αποτελέσματα του ίδιου είδους οφείλουν να αντιστοιχούν σε όμοια αίτια. Αυτό ισχύει, π.χ., για την αναπνοή του ζώου ή του ανθρώπου, για την πτώση ενός λίθου στην Ευρώπη ή στην Αμερική, για την ανάκλαση του φωτός στη γή ή στους άλλους πλανήτες. Έργο της επιστήμης είναι η αναζήτηση των αιτίων των φαινομένων και η διατύπωση των νόμων που τα διέπουν: «Με αφετηρία προτάσεις που έχουν αποδειχθεί μαθηματικά [...] συνήγαγα από τα ουράνια φαινόμενα, τη δύναμη της βαρύτητας [...]. Στη συνέχεια, και με αφετηρία αυτές τις δυνάμεις, και με άλλες μαθηματικές επίσης προτάσεις, συνήγαγα τις κινήσεις των πλανητών, των κομητών, της σελήνης και της θάλασσας. Θα ήθελα να μπορώ να συναγάγω τα υπόλοιπα φαινόμενα της φύσης με το ίδιο είδος συλλογισμού, με αφετηρία μηχανικές αρχές, επειδή για πολλούς λόγους οδηγήθηκα να υποθέσω ότι όλα αυτά τα φαινόμενα θα μπορούσαν να εξαρτιόνται από ορισμένες δυνάμεις με τις οποίες τα σωματίδια των σωμάτων, για λόγους ακόμα άγνωστους έλκονται αμοιβαίως και σχηματίζουν κανονικά σχήματα, ή απωθούνται και απομακρύνονται αμοιβαία»¹⁰. Πρόκειται για ένα συνεπή αναγωγισμό, σύμφωνο με το πνεύμα της εποχής.

Πράγματι, κατά τον Νεύτωνα και γενικότερα κατά τη μηχανιστική αντίληψη, το σύμπαν αποτελεί μια τεράστια μηχανή. Όλες οι κινήσεις και τα φαινόμενα του τεράστιου μηχανισμού θα μπορούσαν να εξηγηθούν μηχανικά, με βάση τις κινήσεις, τις αλληλεπιδράσεις και τους συνδιασμούς των ατόμων, έσχατων και αναλλοίωτων στοιχείων της ύλης. Αλλά η αναζήτηση των αιτίων οδηγούσε από τα επιμέρους σε γενικότερα αίτια και τελικά στην αναζήτηση της πρώτης Αιτίας: «Στο βαθμό που θα γνωρίζουμε από την φυσική φιλοσοφία ποία είναι η πρώτη Αιτία, ποία Δύναμη έχει πάνω μας και ποίες ευεργεσίες (benefits) δεχόμαστε απ' αυτήν, στον ίδιο βαθμό το Καθήκον μας απέναντι σ' αυτήν, όπως και μεταξύ μας, θα εμφανίζεται κάτω από το φώς της φύσης και αναμφίβολα, αν η λα-

10. Newton, Ibid, σ. XVIII.

τρεία ψεύτικων Θεών δεν είχε τυφλώσει τους Ειδωολάτρες, η ηθική Φιλοσοφία τους θα είχε προχωρήσει πέρα από τις τέσσερεις θεμελιώδεις Αρετές»¹¹. Από τη φυσική στη Μεταφυσική και στη θρησκευτική Κατήχηση.

Ο Νεύτων εναρμόνισε τη μηχανιστική φιλοσοφία του και τον εμπειρισμό του με τη θρησκεία. Ο εμπειρισμός εξάλλου ήταν σύμφωνος με τον κανόνα του Όκκαμ, κατά τον οποίο οι ουσίες δεν πρέπει να πολλαπλασιάζονται χωρίς ανάγκη. Ο Εμπειρισμός και η βολικότητα συνδέθηκαν από την εποχή του Όκκαμ και του Νεύτωνα, με τη θρησκευτική αντίληψη για τη φύση.

4. Η μεταφυσική θεμελίωση της φυσικής

Τόσο ο Νεύτων όσο και πριν απ' αυτόν ο Καρτέσιος, θεμελιώσαν τη φυσική τους σε μια μεταφυσική ρεαλιστική αρχή: στην ύπαρξη μιας αντικειμενικής, υλικής πραγματικότητας, δημιουργημένης από το Θεό. Η φύση διέπεται από νόμους και έργο της επιστήμης είναι να τους αποκαλύψει. Αλλά και η δυνατότητα αυτή εξαρτάται από τη βούληση του Δημιουργού. Ο Καρτέσιος, π.χ., διετύπωσε, με τη σειρά του, την αρχή της αδράνειας: «Κάθε σώμα παραμένει στην κατάσταση στην οποία βρίσκεται, εφόσον τίποτα δεν την μεταβάλλει». Αλλά η αρχή αυτή θεμελιώνεται στην υπόθεση ότι ο Θεός δεν επεμβαίνει για να μεταβάλλει αυτή την κατάσταση. Και ο Καρτέσιος συνεχίζει: «Γι' αυτό μπορούμε να φτάσουμε στη γνώση ορισμένων κανόνων τους οποίους ονομάζω νόμους της Φύσης και οι οποίοι είναι δεύτερες αιτίες»¹². Η άποψη του Καρτεσίου έχει μια απόχρωση συμβατισμού: Η αντίληψη του Νεύτωνα για την αιτιότητα ήταν περισσότερο ρεαλιστική. Αλλά και στην περίπτωση του ο Θεός ήταν η πρώτη αιτία και ο νομοθέτης του Κόσμου. Τέλος, και στην πρώτη και στη δεύτερη περίπτωση υπήρχε κάποια απροσδιόριστη σχολπιμότητα στην πράξη της Δημιουργίας, σύμφωνα με τη χριστιανική παράδοση.

Τόσο στα *Principia*, όσο και στην *Οπτική* του, ο Νεύτων χρησιμοποίησε οντολογικά επιχειρήματα για την ύπαρξη του Θεού, έκανε ένα είδος θεοδικίας, και συνήγαγε συμπεράσματα ηθικού χαρα-

11. Newton, *Opticks*, op. cit. σ. 405.

12. R. Descartes, *Principes de Philosophies*, Vrin, Paris 1971, σ. 84.

κήρα. Έτσι, π.χ., γράφει στο Γενικό Σχόλιο: «Αυτό το ωραιότατο σύστημα του ήλιου, των πλανητών, και των κομητών, θα μπορούσε να προκύψει μόνο από την πρόθεση (counsel) και την εξουσία (dominion) ενός νοήμονος και τέλειου Όντος»¹³. Στη συνέχεια ο Νεύτων περιγράφει τις ιδιότητες του «νοήμονος και τέλειου Όντος»: «Ο “Θεός” είναι ο ίδιος Θεός, πάντοτε και οπουδήποτε. Είναι πανταχού παρών, όχι μόνον δυνάμει αλλά και ουσιαστικά, επειδή η δύναμη (virtus) δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς ουσία. Όλα τα πράγματα υπάρχουν και κινούνται σ’ αυτόν. Εντούτοις δεν αλληλοεπηρεάζονται. Ο Θεός δεν επηρεάζεται διόλου από την κίνηση των πραγμάτων. Τα σώματα δεν συναντούν αντίσταση από την πανταχού παρουσία του Θεού. Γίνεται αποδεκτό απ’ όλους ότι ο Υπερτατος Θεός υπάρχει αναγκαστικά, και με την ίδια αναγκαιότητα υπάρχει πάντοτε και παντού»¹⁴. Ο Καρτέσιος θεμελίωσε τη γνωσιμότητα του κόσμου δεχόμενος ότι ο Θεός, απόλυτα αγαθός, δεν αυθαιρετεί επεμβαίνοντας στη φύση την οποίαν εδημιούργησε και στην οποία παραχώρησε τόση ποσότητα κίνησης [σήμερα θα λέγαμε, ενέργεια], όση χρειαζόταν για το σκοπό για τον οποίο τη δημιούργησε. Ο Νεύτων προσπάθησε να θεμελιώσει την αντικειμενικότητα και την αιωνιότητα των φυσικών νόμων, σε οντολογικά κατηγορήματα του Θεού.

Στα *Principia* ο Νεύτων είχε περιγράψει σε ατμόσφαιρα θρησκευτικής έξαρσης, τα βασικά κατηγορήματα του Θεού: «Ο Ανώτατος Θεός είναι Ον αιώνιο, άπειρο, απόλυτα τέλειο [...]. Είναι αιώνιος και άπειρος, παντοδύναμος και παντογνώστης. Δηλαδή, η διάρκειά του φθάνει από αιωνιότητα σε αιωνιότητα. Η παρουσία του, από απειρότητα σε απειρότητα. Κυβερνά τα πράγματα και γνωρίζει ότι υπάρχει και ότι μπορεί να συμβεί. Δεν είναι αιωνιότητα και απειρότητα, αλλά αιώνιος και άπειρος. Δεν είναι διάρκεια και χώρος, αλλά υπάρχει και είναι παρών. Υπάρχει για πάντα και είναι πανταχού παρών. Και υπάρχουν πανταχού και πάντοτε, συνιστά διάρκεια και το χώρο»¹⁵.

Αν ο Νεύτων δεν ήταν χριστιανός θα έγραφε τα *Principia* και θα

13. Newton, *Principia*, σ. 544.

14. Newton, *Ibid*, σ. 545.

15. Newton, *Ibid*, σσ. 344-5.

ανακάλυπτε την Παγκόσμια Έλξη; Πρόκειται μάλλον για ερώτημα εντυπωσιασμού, το οποίο όμως εμπεριέχει μία σειρά ουσιαστικά ερωτήματα. Δηλαδή: Εκτός από την αναζήτηση της αλήθειας και άλλα, λιγότερο υψηλά κίνητρα, η θρησκευτική πίστη ασφαλώς υπήρξε κίνητρο δημιουργίας στον Νεύτωνα, όπως και στον Κέπλερ και σε τόσους άλλους μεγάλους επιστήμονες. Η θρησκευτική πίστη επίσης καθόρισε και τη μεταφυσική θεμελίωση της φυσικής από τον Νεύτωνα, καθώς και τα ιδεολογικά και ηθικά συμπεράσματα που ο ίδιος στήριξε στο έργο του. Αλλά οι ίδιοι οι νόμοι της φυσικής και η μορφή αυτών των νόμων επηρεάστηκαν από τις θρησκευτικές αντιλήψεις του Νεύτωνα; Το ερώτημα αυτό σχετίζεται με την εσωτερική δυναμική της επιστήμης και με την ιστορικά καθορισμένη αντικειμενικότητά της. Και νομίζω ότι η απάντηση σ' αυτό το ερώτημα πρέπει να είναι αρνητική. Οι νόμοι του Νεύτωνα, όπως όλοι οι φυσικοί νόμοι είναι αντικειμενικοί και ταυτόχρονα σχετικοί. Δηλαδή συλλαμβάνουν σε ένα ορισμένο επίπεδο αφαίρεσης και σε ένα βαθμό προσέγγισης σχέσεις οι οποίες λειτουργούν στη φύση, χωρίς να τις εξαντλούν. Ο χώρος μας, π.χ., είναι τοπικά ευκλείδειος, ο τύπος του Νεύτωνα δίνει τη δυνατότητα να υπολογίζουμε με μεγάλη ακρίβεια τις κινήσεις των πλανητών, κλπ. Ωστόσο μεγαλύτερη ακρίβεια των παρατηρήσεων θα αποδείκνυε τα όρια της νευτώνιας κοσμολογίας και θα οδηγούσε, συνολικά, στην κρίση του νευτώνιου παραδείγματος. Και η επανάσταση της Σχετικότητας δεν θα έδινε απλώς τη δυνατότητα για ακριβέστερους υπολογισμούς και για άρση της σύγκρουσης ανάμεσα στη θεωρία και στα παρατηρησιακά δεδομένα: Η Σχετικότητα θα διαμόρφωνε ένα νέο «παράδειγμα». Μια επιστήμη που θα θεμελιωνόταν σε νέα αξιώματα και σε διαφορετικές οντολογικές αρχές. Οι επιστημονικές επαναστάσεις γενικά δεν αποδεικνύουν το αβάσιμο της προηγούμενης θεωρίας: αποκαλύπτουν τα όρια ισχύος της, ενώ ταυτόχρονα δημιουργούν ένα επιστημολογικά διαφορετικό θεωρητικό πλαίσιο.

5. Τα όρια του νευτώνιου παραδείγματος

Όπως σημειώθηκε ήδη, η Μηχανική του Νεύτωνα θεμελιώθηκε στο αξίωμα της σταθερότητας της μάζας, στην ύπαρξη του απόλυ-

του χώρου, άρα ενός προνομιούχου συστήματος αναφοράς που θα συνδεόταν μ' αυτόν, και στην ύπαρξη απόλυτου, παγκόσμιου χρόνου ο οποίος εναρμονιζόταν με την υπόθεση ότι οι φυσικές αλληλεπιδράσεις μεταδίδονται με άπειρη ταχύτητα. Τα αξιώματα αυτά συμπυκνώνονταν στην ομάδα μετασχηματισμών του Γαλιλαίου.

Εκτός λοιπόν από τις σχετικές κινήσεις, ο Νεύτων όρισε την απόλυτη κίνηση ως «μετατόπιση ενός σώματος από μια απόλυτη θέση σε άλλη»¹⁶. Γνωρίζουμε όμως κάποια απόλυτη κίνηση, δηλαδή κίνηση ως προς το προνομιούχο σύστημα αναφοράς; Δηλαδή γνωρίζουμε έστω ένα σύστημα αναφοράς, ακίνητο ως προς τον απόλυτο χώρο; Αν ανακαλύψουμε ένα τέτοιο σύστημα, τότε κάθε άλλο σύστημα το οποίο κινείται ευθύγραμμα και ομαλά ως προς αυτό, θα ήταν ένα «καλό» σύστημα, δηλαδή κατάλληλο για την περιγραφή των νόμων της Μηχανικής.

Ήταν όμως δυνατόν να βρεθεί ένα απόλυτο σύστημα αναφοράς; Σε μια τέτοια περίπτωση θα διαθέταμε ένα αρχιμήδειο σημείο απ' όπου θα εποπτεύαμε το Σύμπαν. Μια τέτοια «ματιά του Θεού» θα επαλήθευε τους νόμους της Μηχανικής και της βαρύτητας. Ο Νεύτων είχε συνείδηση της αχίλλειας πτέρνας της θεωρίας του. Έγραφε λοιπόν: «Είναι πιθανόν ότι στη μακρινή περιοχή των απλανών ή ίσως πολύ πιο πέρα από αυτήν, θα μπορούσε να υπάρχει κάποιο σώμα σε απόλυτη ηρεμία [...]. Ωστόσο είναι αδύνατο να μάθουμε, από την αμοιβαία θέση των σωμάτων στην περιοχή μας, αν κάποιο διατηρεί την ίδια θέση ως προς το απομακρυσμένο σώμα. [...]. Η απόλυτη ηρεμία δεν μπορεί να καθοριστεί από τη θέση των σωμάτων στην περιοχή μας»¹⁷.

Οι φυσικοί, από την εποχή του Νεύτωνα, δεν έπαψαν να αναζητούν το απόλυτο σύστημα αναφοράς, το οποίο θα αποδείκνυε την ορθότητα των νόμων του Νεύτωνα. Ας υποθέσουμε ωστόσο ότι οι νόμοι αυτοί ισχύουν για τα φυσικά φαινόμενα, και ότι το φως μεταδίδεται μέσα από τον απόλυτο χώρο (τον αιθέρα). Σ' αυτή την περίπτωση η ταχύτητά του θα έπρεπε να εξαρτάται από τη σχετική κίνηση πηγής και οργάνου παρατήρησης (να είναι μεγαλύτερη από 300.000 χιλιόμετρα όταν η πηγή πλησιάζει προς το όργανο και

16. Newton, Ibid, σ. 7.

17. Newton, Ibid, σσ. 8-9.

μικρότερη όταν απομακρύνεται). Το πείραμα διέψευσε αυτή την προσδοκία. Αυτή ήταν η αφετηρία της κρίσης της νευτώνιας μηχανικής, η οποία θα λυνόταν το 1905 από τον Αϊνστάιν, με τη διατύπωση της ειδικής θεωρίας της σχετικότητας.

Η Σχετικότητα ταυτίζεται συχνά με το γνωσιολογικό σχετικισμό. Δηλαδή θεωρείται ως μαρτυρία υπέρ της απλοϊκής (και σαρωτικής) άποψης, ότι «όλα είναι σχετικά». Ειδικότερα θεωρείται απόδειξη ότι οι επιστημονικές θεωρίες δεν αντιπροσωπεύουν κάποια αντικειμενική αλήθεια, επειδή κάθε νεώτερη θεωρία ακυρώνει την προηγούμενη.

Εντούτοις η Σχετικότητα είναι μια θεωρία ισχυρότερης αντικειμενικότητας, αν συγκριθεί με τις κλασικές θεωρίες. Πράγματι, η ειδική θεωρία της Σχετικότητας απέδειξε τον εξωπραγματικό χαρακτήρα των απόλυτων μεγεθών της νευτώνιας φυσικής: της μάζας, του μήκους, του χρόνου, της απόλυτης κίνησης, κλπ. Αλλά ταυτόχρονα, με μια εννοιολογική υπέρβαση και σύνθεση, εδημιούργησε νέα μεγέθη, ανεξάρτητα από το σύστημα αναφοράς, δηλαδή με μια νέα έννοια απόλυτα μεγέθη τα οποία ορίζονται στο σχετικιστικό τετραδιάστατο χωροχρονικό πλαίσιο. Με τη σύνθεση του μήκους και του χρόνου, π.χ., εδημιούργησε το τετραδιάστατο χωροχρονικό διάστημα, το οποίο είναι ανεξάρτητο από το σύστημα αναφοράς. Επίσης με τη σύνθεση της μάζας με την ενέργεια εδημιούργησε το τετραδιάνυσμα ορμής-ενέργειας, με τη σύνθεση του φορτίου και του ρεύματος το τετραδιάνυσμα ρεύματος, κ.ο.κ. Με την ειδική θεωρία της Σχετικότητας έχουμε μια θεωρία η οποία διευρύνει την αρχή της σχετικότητας του Γαλιλαίου, δηλαδή την αρχή της ανεξαρτησίας των φυσικών μεγεθών από το σύστημα αναφοράς, και στα φαινόμενα του ηλεκτρομαγνητισμού. Το ίδιο επέτυχε για τα φαινόμενα της βαρύτητας η Γενική θεωρία της Σχετικότητας. Αλλά ενώ το αναλλοίωτο των φυσικών μεγεθών στην ειδική θεωρία της Σχετικότητας περιοριζόταν στα αδρανειακά συστήματα, η Γενική Θεωρία επέκτεινε το αναλλοίωτο και σε επιταχυνόμενα συστήματα, γενικεύοντας την έννοια της αντικειμενικότητας για οποιοδήποτε σύστημα αναφοράς.

Ως προς την ιστορική σχέση των φυσικών θεωριών, δεν είναι δύσκολο να διαπιστωθεί ότι εκτός από περιπτώσεις λανθασμένων

θεωριών, οι νεώτερες δεν ακυρώνουν τις παλαιότερες: σε ένα νέο επιστημονικό πλαίσιο αναδεικνύουν τα όρια ισχύος τους. Η επιστημονική επανάσταση δεν είναι καταστροφή. Είναι υπέρβαση της προηγούμενης θεωρίας. Έτσι, π.χ. κατά τη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας υπάρχει ενότητα χώρου, χρόνου, ύλης και κίνησης- ο χώρος είναι ένας χώρος Ρήμαν με μεταβλητή καμπυλότητα, καθοριζόμενη από την κατανομή της ύλης. Ωστόσο τοπικά, και σε ασθενή πεδία βαρύτητας, όπως π.χ. το πεδίο βαρύτητας της Γής, ο χώρος είναι πρακτικά ευκλείδειος. Επίσης η μάζα είναι πρακτικά σταθερή σε ταχύτητες πολύ μικρότερες από την ταχύτητα του φωτός. Τέλος, οι νόμοι της Μηχανικής συνολικά ισχύουν για μικρές ταχύτητες, όπως και οι νόμοι της βαρύτητας του Αϊνστάιν, για ασθενή πεδία βαρύτητας. Ωστόσο η σύμπτωση στο όριο, δεν πρέπει να αποκρύπτει την επιστημική διαφορά των θεωριών: το γεγονός ότι τα αξιώματα και οι έννοιές τους εγγράφονται τώρα σε ένα νέο θεωρητικό πλαίσιο και αποκτούν νέο φυσικό περιεχόμενο.

Ξ. Δ. Μουσάς

Τομέας Αστροφυσικής, Αστρονομίας, Μηχανικής
Τμήμα Φυσικής - Πανεπιστήμιο Αθηνών

Η ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΩΝ ΙΔΕΩΝ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ ΣΤΗΝ ΙΤΑΛΙΑ, ΓΑΛΛΙΑ ΚΑΙ ΙΑΠΩΝΙΑ Ή Ο ΘΡΙΑΜΒΟΣ ΤΗΣ ΟΥΡΑΝΙΑΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

1. Εισαγωγή

Δεν θα ήταν υπερβολή ή σχήμα λόγου, να λεχθεί ότι η ιστορία των θετικών επιστημών και ιδιαιτέρως της αστρονομίας απο την εποχή της δημοσίευσης του βιβλίου του Νεύτωνα *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, δηλαδή Μαθηματικές Αρχές της Φυσικής Φιλοσοφίας το 1687 (και με διαδοχικές εκδόσεις 1713, 1726) ως τα τέλη του 19ου αιώνα ταυτίζεται ουσιαστικά με την ιστορία της επαλήθευσης και αποδοχής από την επιστημονική κοινότητα ακριβώς αυτών των ιδεών του Νεύτωνα. Η μεγάλη σημασία του βιβλίου αυτού επισημάνθηκε ήδη από την αρχή όταν ο Χάλεη (E. Halley) έγραψε στην πρώτη σελίδα της *Principia* σε ένα ποίημα:

«Nec fas est propius mortali attingere divos» δηλ. «δεν είναι σωστό να πλησιάζουν οι θνητοί τα θεία»

Ο Νεύτων, ρηξικέλευθος, άνοιξε νέες λεωφόρους για την επιστήμη, στηριζόμενος σε μεθόδους που είχαν αναπτύξει προηγουμένως άλλοι γίγαντες πριν από αυτόν. Μέσα σε τρεις τόμους εξηγεί και προβλέπει σχεδόν επί παντός επιστητού. Για να αντιληφθούμε την επίδρασή του στην φυσική είναι απαραίτητο να αναφέρουμε τα περιεχόμενα των τριών βιβλίων:

Ι. ΚΙΝΗΣΗ ΣΤΟ ΚΕΝΟ

Μαθηματική εισαγωγή. Κεντρομόλος δύναμη. Απόδειξη του νό-

μου των ίσων εμβαδών του Κέπλερ. Κίνηση και κωνικές τομές. Προδιορισμός των κωνικών τομών από τρία σημεία. Κίνηση σε δεδομένες τροχιές. Μετάθεση των αψίδων των τροχιών ουρανίων σωμάτων. Κίνηση πάνω σε επιφάνειες. Εκκρεμές. Κίνηση σωμάτων ως αποτέλεσμα της αμοιβαίας τους βαρυτικής έλξης (για σφαιρικά και μη σφαιρικά σώματα).

II. ΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

Επαναλαμβάνεται η μελέτη των προηγούμενων κινήσεων σε μέσο που προβάλλει αντίσταση.

III. ΤΟ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ

Η αμοιβαία έλξη της Γης, Σελήνης, Ηλίου, πλανητών. Η μορφή της Γης και η μεταβολή της βαρύτητας με το γεωγραφικό πλάτος. Η μετάπτωση των ισημεριών. Οι ανωμαλίες της κίνησης της Σελήνης και των δορυφόρων. Παλίρροιας. Μορφή της Σελήνης. Κομήτες.

2. Ο Νεύτων και η Αγγλική Κοινωνία

Η φυσική ως επιστήμη διαμορφωμένη από τους ανθρώπους δεν είναι διαχρονική, ούτε και παγκόσμια, σε αντίθεση με ότι γράφει ο Ρήγας στο *Φυσικής Απάνθισμα*, 1780. Με αυτή την πρόταση δεν αμφισβητώ την παγκοσμιότητα των Νόμων της Φυσικής ούτε και την πιθανότατη διαχρονικότητά τους όπως αυτή έχει αποδειχθεί με τις τρισχιλιετείς παρατηρήσεις της φύσης σε μικρή και μεγάλη κλίμακα, χωρική και χρονική, αλλά θέλω να τονίσω το γεγονός ότι οι κρατούσες αντιλήψεις των επιστημόνων είναι συνάρτηση του χρόνου και του τόπου πάνω στη Γη, και ιδιαίτερος της σχολής την οποία ακολουθούν. Οι κρατούσες ιδέες συνήθως αλλάζουν με βραδύτατο ρυθμό και συχνά οι μεταβολές έρχονται μόνον με τον θάνατο των επιστημόνων φορέων των παλαιών ιδεών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο χρόνος μεταβολής των επιστημονικών ιδεών να είναι της τάξης της ζωής ενός ατόμου, κυρίως διότι τα άτομα-φορείς των ιδεών συνήθως δεν είναι διατεθειμένα να αλλάζουν τις ιδέες τους με νεότερες, καλύτερες για πολλούς λόγους. Αυτό συμ-

βαίνει επειδή οι ειδικοί επιστήμονες σχεδόν χωρίς εξαίρεση έχουν στηριξει όλη την επιστημονική τους ζωή ακριβώς σε αυτές τις ιδέες τους, σωστές ή λανθασμένες. Η ανάπτυξη νέων ιδεών στην επιστήμη συχνά μοιάζει να έρχεται την κατάλληλη στιγμή, όταν το ευρύτερο κοινωνικοπολιτικό περιβάλλον είναι ώριμο να τις δεχθεί (πρβλ. Αρίσταρχο -Κοπέρνικο για το Ηλιοκεντρικό Σύστημα).

Αυτή ήταν και η περίπτωση του Νεύτωνα που η εμφάνιση των ιδεών του έγινε την κατάλληλη χρονική στιγμή και στο κατάλληλο σκηνικό. Η διάδοση του Νευτωνισμού πιθανώς προηγήθηκε των Αγγλικών κατακτήσεων και ίσως ήταν η πρώτη σημαντική κατάκτηση της Αυτοκρατορικής Αγγλίας στην Ευρώπη και τον Κόσμο. Είναι επίσης πιθανό η Αγγλία να βοήθησε τον Νεύτωνα να αντιπαρατεθεί προς τους λοιπούς Ευρωπαίους γίγαντες όπως ο Κοπέρνικος, ο Γαλιλαίος, ο Κέπλερ, ο Χούχενς, ο Κασίνη και ο Λαϊμπνιτς στην προσπάθειά της να επιβληθεί και πνευματικά στον κόσμο.

Εκείνη την εποχή οι επιστημονικές και ιστορικές συνθήκες και ιδιαίτερος η ανάπτυξη των μαθηματικών στην Ευρώπη ήσαν ώριμες για την ανάδειξη του Νεύτωνα που οπλισμένος με τα άριστα μαθηματικά του ανέπτυξε τις επιστημονικές ιδέες μερικές από τις οποίες είχαν αρχίσει να μελετώνται από άλλους. Ο Χούκ (R. Hook) ήδη από το 1666 είχε κάνει πειράματα που έδειχναν ότι η τροχιά ενός σώματος το οποίο βρίσκεται κάτω από την επίδραση κεντρικής δύναμης είναι έλλειψη. Επί πλέον απόδειξε θεωρητικά ότι τέτοια τροχιά αναμένεται όταν η δύναμη είναι αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της απόστασης. Την ανακάλυψη αυτή κοινοποίησε στο Νεύτωνα με επιστολή του το 1679. Την κεντρομόλο επιτάχυνση για κυκλικές τροχιές είχε επίσης υπολογίσει ο μέγας αρχιτέκτονας Ρεν (Ch. Wren), όπως σημειώνει ο ίδιος ο Νεύτωνας.

Με το θέμα της παγκόσμιας έλξης, που αποτελεί γενίκευση της ιδέας της φιλότητας του Εμπεδοκλή, ασχολήθηκε το 1684 ο Νεύτωνας μετά από παρότρυνση του Χάλεη και στην συνέχεια έγραψε την *Principia*, στην λατινική, την παγκόσμια επιστημονική γλώσσα της εποχής του, γεγονός που αναμφισβήτητα βοήθησε τα μέγιστα τη διάδοση των σωστών ιδεών Νευτωνισμού στην Ευρώπη. Τα βι-

βλία της *Principia* δεν θα είχαν εκδοθεί ποτέ αν ο πληθωρικός και εξωστρεφής Χάλεη, που ήταν ήδη γραμματέας της Βασιλικής Εταιρείας του Λονδίνου, δεν πίεζε τον ντροπαλό, εσωστρεφή και μονήρη Νεύτωνα να τυπώσει τις ιδέες του σε ένα βιβλίο και μάλιστα με έξοδα του Χάλεη! Βλέπουμε λοιπόν ότι συνδιασμός σχεδόν τυχαίων γεγονότων είναι δυνατόν να παίζει καταλυτικό ρόλο στον ρου των επιστημονικών γεγονότων. Μετά την πρώτη έκδοση της *Principia* πολλοί ασχολήθηκαν με την περισσότερη κατανοητή πλέον φυσική. Στο 35ο σχόλιο της 3ης έκδοσης της *Principia* ο Νεύτων υποσημειώνει ότι «ο συμπατριώτης του Χόροξ (Horrox) προχώρησε την θεωρία της τροχιάς της Σελήνης σε μια έλλειψη της οποίας η Γη αποτελεί την μιά εστία».

Όσοσο δεν αρκεί να έχει κανείς σωστές ή ωραίες ιδέες για να διαδοθούν. Άλλοι παράγοντες έπαιξαν σημαντικότερο ρόλο όπως το γεγονός ότι ο Νεύτων είχε ήδη αναγορευθεί Sir (βασικώς όχι για επιστημονικούς λόγους), είχε ήδη γίνει διευθυντής του νομισματοκοπείου (επειδή ήταν με το μέρος της βασίλισσας Anne και κατά του βασιλιά James II) και είχε μπει στους υψηλούς κοινωνικούς κύκλους. Ακόμη πιστεύεται ότι τον βοήθησε και το γεγονός ότι η ανηψιά του είχε ισχυρούς φίλους όπως ο πανίσχυρος Λόρδος Χάλιφαξ (Halifax). Χωρίς αμφιβολία αυτά τα γεγονότα βοήθησαν την κοινωνική του άνοδο και την επιστημονική του καταξίωση όπως και την εισδοχή του στην Βασιλική Εταιρία (Ακαδημία των Επιστημών).

Η προώθηση της εκλαϊκευμένης επιστήμης στην Αγγλία από τους βασιλείς Γεώργιο II και III εκείνη την εποχή, κατ' απομίμηση της λαϊκής επιστήμης της Γαλλίας βοήθησε την εξάπλωση του νευτωνισμού, ενώ ο σκληρός του χαρακτήρας υποστηρίχθηκε ότι οδήγησε στον παραγκωνισμό του Χουκ παρόλο που ο τελευταίος εκτιμούσε ιδιαιτέρως τον κατά πολύ νεώτερό του Νεύτωνα.

Η πρώτη μετάφραση της *Principia* από την λατινική στην Αγγλική έγινε από τον Μοτ (Motte) το 1729.

3. Ο νευτωνισμός και η Ευρώπη

Η διάδοση του Νευτωνισμού στον κόσμο επιτελέσθηκε ουσιαστικά στην Ευρώπη από τους εξαιρετικούς μαθηματικούς, συνεχι-

στές της παράδοσης του Καρτέσιου, όπως ο Μπερνούλι, ο Χόϋχενς και ο Λοκ (J. Locke). Εκτός από τα μαθηματικά ωστόσο έπαιξε σημαντικότερο ρόλο και το κοινωνικοπολιτικό περιβάλλον στην Ευρώπη.

Η επίδραση της γαλλικής επανάστασης στην διάδοση του Νευτωνισμού ήταν επίσης σημαντικότερη. Περιέργως το μηχανιστικό μαθηματικοποιημένο σύμπαν του βασιλικού, ένθεου και θεοσεβούμενου Νεύτωνα αναδείχθηκε σε σύμβολο ορθολογισμού κυρίως των άθεων επαναστατών όπως ο Μαρά (J.-P. Marat), που ήταν και γιατρός και ο οποίος είχε μεταφράσει την *Οπτική* του Νεύτωνα στη Γαλλική ή του Βολταίρου όπως αναφέρεται πιο κάτω. Είναι χαρακτηριστικό ότι οι Γάλλοι επαναστάτες πρότειναν και συζητούσαν την αλλαγή της αρίθμησης των ετών της χρονολογίας ώστε αυτή να μη γίνεται από γεννήσεως του Χριστού αλλά από γεννήσεως του Νεύτωνα.

4. Ο Θορίμβος της Μηχανικής και η Επιστημονική Καταξίωση του Νευτωνισμού.

Οι απαράμιλλες ανακαλύψεις του Νεύτωνα στο χώρο της φυσικής έγιναν ολοκληρωτικά αποδεκτές από τους επιστήμονες μόνο αφού πέρασαν από τη βάση της παρατήρησης των θέσεων των ουρανίων σωμάτων και των προβλέψεων διαφόρων φαινομένων που βασίζονται στον Νεύτωνα. Η μελέτη της κίνησης των κομητών από τον Νεύτωνα και το νεαρό Χάλεϋ υπήρξε καταλυτική για την αποδοχή της βαρυτικής θεωρίας που προέβλεψε επιτυχώς την θέση επανεμφάνισης του κομήτη Χάλεϋ στην ελλειπτική τροχιά του. Λυδία λίθος θεωρείται ότι υπήρξε η πρόβλεψη των θέσεων του απογείου της Σελήνης η οποία οδήγησε στην λύση ενός επίσης δύσκολου προβλήματος βασικότατου για την ορθή ναυσιπλοΐα, για τη χαρτογράφηση και για την κατάκτηση του κόσμου. Αυτό ήταν το πρόβλημα της εύρεσης του γεωγραφικού πλάτους. Τα δύο αυτά προβλήματα έλυσε με επιτυχία ο Mayer το 1755 βασισμένος στον Νεύτωνα και τον Euler. Λίγα έτη αργότερα και όταν αποδείχθηκε η αξία των μεθόδων του η χήρα του πήρε το βραβείο των 3000 λιρών που πρόσφερε το Γραφείο Γεωγραφικών Μηκών της Βρετανίας, δείχνοντας έτσι εμπράκτως την ευγνωμοσύνη της στην πολύ-

τιμη εφαρμογή της αστρονομίας για την γεωγράφηση και τελικώς στη κατάκτηση του κόσμου. Οι θεωρίες του Νεύτωνα καταξιώθηκαν ενώ αποδείχθηκαν ανεπαρκείς και ανεπιτυχείς οι προηγούμενες προσπάθειες από τους Clairaut, d'Alambert, Euler, Maclaurin και άλλους. Σημαντικότερο ρόλο στην κατανόηση και καταξίωση της κλασικής μηχανικής, που βασιζόταν στον Νεύτωνα, έπαιξε η μελέτη του προβλήματος της κίνησης των τριών σωμάτων κάτω από την αμοιβαία επίδραση της βαρύτητάς τους από τους Euler, Clairaut και d'Alambert, που αναπτύχθηκε με σκοπό την εύρεση της θέσης της Σελήνης και των πλανητών. Η επόμενη επιβεβαίωση των θεωριών του Νεύτωνα ήλθε με την λύση του προβλήματος της εύρεσης του μέσου μήκους (αστρονομικής συντεταγμένης) του Δία και του Κρόνου, που παρέμεινε άλυτο παρά τις προσπάθειες των περίτεχνων γεωμετρικών μεθόδων του Euler όπως και των αναλυτικών του Lagrange.

Σημαντικότερο σημείο καμπής στην ιστορία της αποδοχής των ικανοτήτων και των ιδεών του Νεύτωνα από την επιστημονική κοινότητα υπήρξε η λύση του βραχυστόχρονου προβλήματος, όπως αυτό ονομάστηκε αργότερα, δηλαδή της επιλογής της καταλληλότερης καμπύλης που πρέπει να έχει ένα σύρμα που συνδέει δύο σημεία ώστε μία χάνδρα να φθάσει ταχύτερα από το ανώτερο σημείο στο κατώτερο. Το πρόβλημα τέθηκε τον Ιούλιο 1696 από τον Ι. Μπερνούλι (J. Bernoulli) προς όλους τους μαθηματικούς του κόσμου. Αποδέκτης ήταν και η Βασιλική Εταιρεία του Λονδίνου, δηλαδή ουσιαστικά ο Νεύτωνας, όπως επισημαίνει ο Gringerich (1992, 1993). Την επόμενη νύκτα ο Νεύτων βρήκε την λύση που την τύπωσε στα πρακτικά της Βασιλικής Εταιρείας ανωνύμως. Ο Μπερνούλι θαύμασε την λύση που του ήλθε ταχυδρομικώς με το περιοδικό και σχολίασε «ex ungue leonem», δηλαδή «εξ όνυχος του λέοντα» όπως είχε γράψει πρώτος ο λυρικός ποιητής Αλκαίος τον 5^ο αιώνα π.Χ., αποδεχόμενος έτσι τον Νεύτωνα ως σημαντικό μαθηματικό ισάξιο προς τον Λαϊμπνιτς.

Το πρώτο Πανεπιστήμιο στον κόσμο ολόκληρο που άρχισε την διδασκαλία του Νεύτωνα ήταν αυτό του Saint Andrews στην Σκωτία όπου την εισήγαγε ο Γκρέγκορη (J. Gregory) το 1690, ακολούθησαν το Καίμπριτζ και η Οξφόρδη το 1704.

Από τότε χρειάστηκαν πολλά χρόνια μέχρι να καταξιωθεί ο νευτωνισμός στην πατρίδα του Νεύτωνα αλλά και διεθνώς. Η πρώτη άμεση μέτρηση, με ενεργό πείραμα στο εργαστήριο, της παγκόσμιας έλξης έγινε με το διάσημο πείραμα του Κάβεντις (Cavendish) που το 1797 μέτρησε την αμοιβαία έλξη μικρών σφαιρών με την χρήση ενός ευαίσθητου στρεπτού ζυγού και απέδειξε πειραματικά την αναλογία της δύναμης προς την μάζα κάθε ενός των δύο σωμάτων και το αντίστροφο του τετραγώνου της απόστασης.

Ο νευτωνισμός στην Ιταλία και Γαλλία

Ο Χώϋενς, ο Λάϊμπνιτς και ο Ι. Μπερνούλι, με την κριτική τους βοήθησαν, μάλλον ασυνειδήτως, στο να γίνει κατ' αρχή γνωστός και αργότερα αποδεκτός ο Νεύτων στην Ευρώπη. Ο Λουβίλ (Louville) είναι ο πρώτος που κάνει το 1720 γραπτή αναφορά για τον Νεύτωνα στην Γαλλία. Ο Μωπερτούις (Maupertuis) είναι ο πρώτος Γάλλος αστρονόμος που υποστήριξε την θεωρία της βαρύτητας του Νεύτωνα, απορρίπτοντας τον Καρτέσιο το 1732. Ο Βολταίρος το 1738 ανέπτυξε τις μεγάλες ανακαλύψεις του Νεύτωνα στο Γαλλικό κοινό σε εκλαϊκευτικές διαλέξεις και άρθρα. Ο ντ' Αλαμπέρ (d' Alambert) το 1740 ανέπτυξε τις χρησιμότερες μαθηματικές μεθόδους που επέτρεπαν την μετατροπή των εξισώσεων κίνησης σε στατικές εξισώσεις και ευκόλυναν την μελέτη πολύπλοκων προβλημάτων. Το 1745 ο Όϋλερ (Euler), ο Κλαρώ και ο ντ' Αλαμπέρ μελέτησαν, ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλον, τις διαταραχές της τροχιάς της Σελήνης με βάση τις θεωρίες του Νεύτωνα, και τα αποτελέσματά τους τα κοινοποίησαν στη Γαλλική Ακαδημία τον Ιούλιο, ο πρώτος, και στις 9 και 15 Νοέμβρη οι άλλοι δύο αντιστοίχως και ο Κλαιρώ βασισμένος στον νευτωνισμό βρήκε τελικώς την σωστή λύση. Ο Λαπλάς (Laplace) έλυσε επίσης το πρόβλημα με βάση τις αμοιβαίες παρέλξεις των ουρανίων σωμάτων, επακόλουθο του νόμου της παγκόσμιας έλξης που διατύπωσε ο Νεύτων.

Ο επόμενος θρίαμβος του νόμου της παγκόσμιας έλξης ήλθε με την θεωρητική ερμηνεία της μετάπτωσης των ισημεριών που είχε παρατηρήσει μιάμιση χιλιετία νωρίτερα ο Ίππαρχος και την ο-

ποία περιέγραψε σωστά ο Κοπέρνικος ως κίνηση του άξονα της Γης. Η φυσική ερμηνεία της κίνησης του άξονα της Γης βασίστηκε στην βαρυτική έλξη μεταξύ σφαιροειδών (αλλά όχι απολύτως σφαιρικών) σωμάτων που είχε μελετήσει ο Νεύτωνας. Ακολούθησε η διαπίστωση της κλόνισης του άξονα της Γης (κατά 9'') από τον Bradley, το 1747, η οποία οφείλεται στην κλίση του επιπέδου της τροχιάς της Σελήνης ως προς την εκλειπτική, δηλαδή ως προς το επίπεδο της γήινης τροχιάς γύρω από τον Ήλιο. Το σύνολο των πολύπλοκων κινήσεων της Γης ερμηνεύτηκαν τελικώς από τον ντ' Αλαμπέρ. Το πρόβλημα της κίνησης των Γαλιλαϊκών δορυφόρων του Δία μελετήθηκε επισταμένως από τον Langrange και τον Laplace. Η ανακάλυψη νέων πλανητών, του Ουρανού και του Ποσειδώνα, σφράγισε τις επιβραβεύσεις της Νευτώνιας θεωρίας στην Αγγλία και την Γαλλία. Αξιοσημείωτο είναι επίσης ότι η συνέχιση του έργου του Νεύτωνα στην Βρεταννία έγινε πολύ αργότερα, μετά το 1813, από τον Ιρλανδό Hamilton.

Ιδιαίτερος σημαντικός ρόλο στη διάδοση του νευτωνισμού τόσο στους επιστήμονες όσο και στο ευρύτερο κοινό έπαιξαν δύο γυναίκες. Η Maria Agnesi (1718-99), καθηγήτρια των μαθηματικών στο αρχαιότατο Πανεπιστήμιο της Bologna, δημοσίευσε το 1738 σε ηλικία μόλις 20 ετών 190 δοκίμια, (φιλοσοφικά, λογικής, ουράνιας μηχανικής, ελαστικότητας) και ανάμεσά τους ορισμένα για τη θεωρία του Νεύτωνα για την βαρύτητα. Έγραψε επίσης δύο τόμους από τους οποίους ένα αφιερωμένο στον διαφορικό και ολοκληρωτικό λογισμό (Leibniz, Newton) που αποτέλεσε παγκοσμίως την πρώτη συστηματική μελέτη στο είδος της που όμοια της δεν υπήρξε για χρόνια. Το βιβλίο αυτό μεταφράστηκε 50 έτη αργότερα όταν ακόμη εξακολουθούσε να είναι το πληρέστερο βιβλίο μαθηματικών. Χαρακτηριστικό είναι ότι ο αγγλέζος Κόλσον (John Colson) στο τέλος του βίου του αναγκάστηκε να μάθει ιταλικά για να μεταφράσει το κλασικό πλέον αλλά και μοναδικό βιβλίο της Agnesi στα αγγλικά σε δύο εκδοχές τόσο σε αυστηρή μετάφραση όσο και σε εκλαϊκευτικό κείμενο για το ευρύ κοινό. Η μαθηματική γνώση του Νεύτωνα, δηλαδή, ξαναγύρισε στην Αγγλία από την Ιταλία ενάμισυ αιώνα αργότερα μέσα από την δουλειά μιας προικισμένης ιταλίδας μαθηματικού.

Η άλλη γυναίκα που έπαιξε επίσης σημαντικότερο ρόλο στην διάδοση των φυσικών θεωριών του Νεύτωνα στη Γαλλία ήταν η Μαρκησία du Chatelet Gabrielle-Emilie Tonnelier de Bretenil (1706-49). Η κυρία αυτή, σύντροφος του Βολταίρου, μετάφρασε την *Principia* πιθανώς από κοινού με αυτόν, αν και ο Βολταίρος απέδιδε το έργο της μετάφρασης αποκλειστικά στην du Chatelet, την οποία σκωπτικά ονόμαζε «Lady Newton», ένα τίτλο που ποτέ καμιά γυναίκα δεν απόκτησε. Η μάχη των Καρτεσιανών στη Γαλλική ακαδημία κατά των ιδεών του Νεύτωνα γύρω στο 1730 εμπόδισε την διάδοση του Νεύτωνα στη Γαλλία. Το 1735 πήγε στη Γαλλία ο ιταλός Francesco Algarotti, συγγραφέας του εκλαϊκευτικού βιβλίου *Il Neutonianismo per le dame* (sic) και επισκέφθηκε το ζεύγος Βολταίρου - du Chatelet τους οποίους μύησε στις ιδέες του Νεύτωνα. Στη διάρκεια της επίσκεψής του τους ώθησε στο δύσκολο έργο της προώθησης των ιδεών του Νεύτωνα στη Γαλλία. Η συνεισφορά της du Chatelet ήταν κρίσιμότερη και όχι απλώς καταλυτική στην εισαγωγή των ιδεών του Νεύτωνα με αποτέλεσμα να κατηγορηθεί σαν προδότρια από μερικούς ακαδημαϊκούς. Αυτή μετάφρασε την *Principia* στα γαλλικά η οποία, με πρόλογο του Βολταίρου, κυκλοφόρησε το 1759, δέκα έτη μετά το θάνατό της, σε δίγλωσση έκδοση (δεξιά αγγλικά -και όχι λατινικά- και αριστερά γαλλικά) από δύο εκδότες συγχρόνως.

Ο Νευτωνισμός στην Αμερική

Οι επιστήμες στην Αμερική ακολουθούσαν τα όσα γίνονταν στην Ευρώπη και κυρίως στην Αγγλία, όπως άλλωστε συνέβαινε και με όλες τις άλλες εκδηλώσεις της πνευματικής ζωής. Χαρακτηριστικό είναι ότι τα άρθρα των ημερησίων εφημερίδων της Βοστώνης αλλά και ακόμη και των άλλων πόλεων της Αμερικής ήσαν ουσιαστικώς αντιγραφές των εφημερίδων της μητροπολιτικής Αγγλίας με χρονική καθυστέρηση ίση με τις λίγες βδομάδες που έκανε το πλοίο με τις εφημερίδες της Αγγλίας να φθάσει στην Βοστώνη. Η συμπεριφορά αυτή είναι η χαρακτηριστική περίπτωση της αποικίας ή της επαρχίας που ακολουθεί την φωτισμένη αυτοκρατορική πρωτεύουσα, όσο μπορεί σε κάθε της βήμα, ίσως μέχρι να

νοιώσσει αυτοδύναμη και να επαναστατήσει κατά της μητρόπολης, όπως συμβαίνει σχεδόν αναπόφευκτα σε κάθε αποικία από την εποχή του πολέμου στη Σικελία. Το Μεξικό, ή Νέα Ισπανία, κραταιό βασίλειο του Νέου Κόσμου, ακολούθησε επίσης τον ίδιο δρόμο, χαραγμένο από τους φυσικοκοινωνικούς νόμους της ιστορίας. Στο Πανεπιστήμιό του που είναι από τα αρχαιότερα της Γης, η διδασκαλία του Νευτωνισμού άρχισε μέσα από τα βιβλία που φωτισμένοι καλόγεροι-δάσκαλοι και επιστήμονες χρησιμοποιούσαν για να διδάξουν επιστήμη στο Μεξικό.

Η διάδοση της νέας φυσικής στην Ιαπωνία

Η Ιαπωνία είναι μια περίπτωση μιας απομονωμένης και φαινομενικά οπισθοδρομικής κοινωνίας που ζούσε σε ένα αναμφισβήτητα διαφορετικό κόσμο από την «Δύση» και συνεπώς αποτελεί χρήσιμο αντικείμενο μελέτης της διάδοσης της νέας Φυσικής του Νεύτωνα. Η πρώτη φορά που οι Ιάπωνες ήλθαν σε επαφή με Ευρωπαίους ήταν το 1543, ενενήντα έτη μετά την πτώση της Κωνσταντινούπολης, όταν έφθασε εκεί ένα Πορτογαλικό πλοίο. Για τα επόμενα ενενήντα έτη η μόνη δυτική επίδραση που δέχθηκαν οι Ιάπωνες, ήταν κατά κύριο λόγο, οι αστρονομικές γνώσεις που βασίζονταν στα βιβλία του Πτολεμαίου, αλλά και γνώσεις πλοήγησης και ιατρικής, μέσω των Πορτογάλων. Η Δύση, όπως συνήθιζε, επιχείρησε να επιρρεάσει την μη χριστιανική Ιαπωνία με ιεραποστόλους και κυρίως τους Ιησουΐτες, οι οποίοι έφεραν στην μακρινή χώρα αυτό που παρ'όλο ότι ονομάστηκε απο τους ντόπιους «βαρβαρικές νότιες (και όχι δυτικές!) μελέτες» τους έκανε να γνωρίσουν την γεωγραφία και την αστρονομία, να αντιληφθούν το σφαιρικό σχήμα της Γης, κ.α. Όμως η έντονη προσπάθεια προσυλλιτισμού των χριστιανών ιεραποστόλων οδήγησε τους Ιάπωνες, για να προστατέψουν την δομή της κοινωνίας τους, εις την αυτοαπομόνωση της χώρας τους, η οποία αποφασίστηκε το 1639. Από τότε και για 150 έτη η μόνη επαφή της μακρινής Ιαπωνίας με την Δύση ήταν μέσω του Ολλανδικού συνδέσμου. Οι Ολλανδοί κατόρθωσαν να εξασφαλίσουν το μοναδικό προνόμιο του εμπορίου με την Δύση. Η Ευρωπαϊκή κουλτούρα έμπαινε λοιπόν στην συντηρητικότητα Ιαπωνία με το σταγονόμετρο από το μικρό νησάκι Ντε-

τζίμα απέναντι από το Ναγκασάκι, όπου οι Ολλανδοί είχαν διακαίωμα αγκυροβολίου και μιας μικρής βάσης. Μαζί με αυτό το ολλανδικό προνόμιο άρχισε και η φάση της ιστορίας της επιστήμης, που οι Ιάπωνες ονομάζουν «Ολλανδική γνώση», η οποία διήρκησε όλη την περίοδο της «κλειστής χώρας» όπως αποκαλούν την περίοδο της αυτοαπομόνωσης.

Η «Ολλανδική γνώση» των Ιαπώνων, δεν περιλάμβανε τις ανθρωπιστικές σπουδές, οι οποίες απαγορεύτηκαν για να αποτραπεί η πολιτισμική τους αλλοίωση με τη διείσδυση του ξένου τρόπου ζωής και για αυτό απαγορεύθηκαν παντελώς τα δυτικά βιβλία, όπως λόγου χάρη τα *Στοιχεία* του Ευκλείδη που από καιρό ήσαν μεταφρασμένα στα κινέζικα. Ο αποκλεισμός του Ευκλείδη είχε γίνει διότι τη μετάφραση είχε κάνει χριστιανός και ως εκ τούτο εθεωρείτο επικίνδυνος. Οι ευρωπαϊκές επιστήμες που επιτράπηκε να εισαχθούν βαθμιαία στη χώρα ήταν αρχικά η αστρονομία και ακολούθησε η πλοήγηση όπως επίσης και η ιατρική.

Ένας παρείσακτος Ιταλός Ιησουΐτης ο G. B. Sidotti, που συνελήφθη το 1708 ενώ επιχειρούσε χριστιανικό προσηλυτισμό, πιθανότατα επέδρασε αρκετά σημαντικά στην αλλαγή της θεώρησης των Ιαπώνων προς την Ευρωπαϊκή γνώση. Ως αποτέλεσμα της ανάκρισης που επακολούθησε τη σύλληψη του Sidotti ο ανακριτής του Χακουσέκη, ιππότης και τιμαριούχος δύο περιοχών-επαρχιών, έγραψε δύο βιβλία όπου αναφέρεται εκτεταμένα στις γνώσεις που είχε ο Ιησουΐτης σε όλα τα θέματα και ιδιαιτέρως στην αστρονομία και παγκόσμιο γεωγραφία, επιστήμες στις οποίες συμπεραίνει ο ανακριτής ότι οι Ιάπωνες δεν μπορούν να συγκριθούν ούτε κατ' ελάχιστο με τους Ευρωπαίους οι οποίοι υπερετερούσαν σε πάντα τα πρακτικά θέματα. Συγχρόνως προχωρεί σε δοιμεία κριτική της άποψης των κρατούντων που θεωρούσε τους Ευρωπαίους εκ προοιμίου επικίνδυνους και επιθετικούς. Ο Χακουσέκη με τα βιβλία του εδραίωσε περισσότερο την άποψη της Ευρωπαϊκής υπεροχής στη φεουδαρχική Ιαπωνική κοινωνία και τελικώς το 1720, στη διάρκεια του ογδόου Σογκάν (Shogun, ή πιο σωστά Τσιαν-Χαν στρατιωτικός αρχηγός των Χαν), ο Γιοσιμούνε επέτρεψε την εισαγωγή ευρωπαϊκών βιβλίων προς χρήση μερικών εκλεκτών αξιωματούχων. Αυτό αρχικά έγινε για την εισαγωγή αστρο-

νομικών γνώσεων με σκοπό την αλλαγή του ιαπωνικού ημερολογίου που δημιουργούσε προβλήματα από τις ανακρίβειες του. Ακολούθησε η εισαγωγή βιβλίων γεωγραφίας, ζωολογίας, φυτολογίας και μηχανολογίας των οποίων ο ρυθμός αύξανε όπως και η «Ολλανδική γνώση», αλλά και η μετάφραση ολλανδικών βιβλίων στην ιαπωνική που άρχισε το 1740 από τους Κόνυο και Τζέντζο, μια εποχή που μόλις έχει αρχίσει η αλματώδης ανάπτυξη της νέας φυσικής αστρονομίας στην Ευρώπη. Παρ' όλες τις αλλαγές η κατοχή ευρωπαϊκών βιβλίων εξακολουθούσε να είναι απαγορευμένη για τους κοινούς θνητούς, (ίσως όσο η αγορά δυτικών προϊόντων σήμερα στην Ιαπωνία) αρχή που ορισμένοι φαίνεται ότι παραβίαζαν.

Μετά την αστρονομία και την γεωγραφία υπήρξε μία περίοδος άνθισης της ιατρικής (1778-1785) με την μετάφραση ενός γερμανικού βιβλίου ανατομίας (από την ολλανδική του μετάφραση) με την οποία οι ιάπωνες γιατροί πείσθηκαν να εγκαταλείψουν την παραδοσιακή τους ιατρική που βασιζόταν στην κινέζικη θεώρηση του ανθρωπίνου σώματος που αγνοούσε παντελώς τη φυσιολογία.

Ακολούθησε η εισαγωγή των μαθηματικών που μέχρι το 1857 βασιζόταν στα παραδοσιακά ιαπωνικά μαθηματικά. Ο Σουνσάν, που είχε σπουδάσει κοντά στους ολλανδούς, έγραψε ένα βιβλίο μαθηματικών βασισμένο στον Ευκλείδη. Η μεταβολή της μαθηματικής σκέψης στην Ιαπωνία υπήρξε βραδύτερη από ότι στις άλλες επιστήμες γιατί υπήρχε εδραιωμένη η πεποίθηση της ανωτερότητας των Βασάν, των παραδοσιακών μαθηματικών έναντι των ευρωπαϊκών.

Επιστήμη αντίστοιχη της Φυσικής δεν είχε αναπτυχθεί στην Ιαπωνία πριν την εισαγωγή των έτοιμων ευρωπαϊκών γνώσεων. Η φυσική άρχισε να διαδίδεται στην Ιαπωνία στις αρχές του 19ου αιώνα με ολλανδικά βιβλία που είχαν ήδη επιρρεαστεί από τον Νεύτωνα. Η διάδοση άρχισε με την συγγραφή ενός βιβλίου *«Νέου Εγχειριδίου των Ημερολογιακών Φαινομένων»* του Σιζούκη Ταδάο που ήταν ο επίσημος μεταφραστής στη βάση των Ολλανδών. Το βιβλίο είχε ως σκοπό να εισάγει στην Ιαπωνία αστρονομικές, φυσικές, τριγωνομετρικές γνώσεις εξαιρετικά χρήσιμες για τον καθορισμό των ημερολογίων, της σποράς, της πλοήγησης στην ανοικτή

θάλασσα και βασιζόνταν σε ολλανδική μετάφραση του 1749 από τον Johan Lulof της νέας έκδοσης (1739) βιβλίου του άγγλου John Keill. Την επιτυχημένη του διαφωτιστική εργασία συνέχισε ο Ταδάο με την έκδοση τριών χειρογράφων τόμων (1798, 1800 και 1802) μέσω των οποίων έγινε και η εισαγωγή των θεωριών του Νεύτωνα στην Ιαπωνία. Ακολούθησε η έκδοση ενός οκτάτομου έργου φυσικής από τον Χοάση Μπάρνη, που τυπώθηκε εν μέρει το 1860.

Τα περισσότερα κείμενα του βασιζόνταν στα έργα του Πέτρου Βαν Μουσενβρεκίου (που είχε χρησιμοποιηθεί πολύ ενωρίτερα στην Ελλάδα από τον Ζερζούλη (-πρβλ. άρθρο Μπενάκη, 1994 στον παρόντα τόμο), του J.J. Lalande και άλλων συνολικώς 13 βιβλίων στην ολλανδική. Το πρώτο τυπωμένο βιβλίο φυσικής, γραμμένο από τον γιατρό Αόκη Ρίνσο, κυκλοφόρησε το 1827, το οποίο ήταν βασισμένο σε δυο μάλλον εκλαϊκευτικά ολλανδικά βιβλία φυσικής του J. Buys. Το έργο εκδόθηκε επαυξημένο σε 15 τόμους που προοριζόνταν κυρίως για γιατρούς, εικοσιπέντε έτη αργότερα από τον Καβαμότο Κώμιν που ήταν ο γιατρός του Ρίνσο. Η φυσική εξακολούθησε να διαδίδεται στην Ιαπωνία από γιατρούς, αφού η φυσική δεν υφίστατο στην χώρα αυτή ως επιστήμη, και ο επίσης ιατρός Χιρόσε Τζνκυό που το 1856 δημοσίευσε δύο τόμους *Φυσικής Φιλοσοφίας* οι οποίοι ακολουθούσαν το σε ολλανδική μετάφραση (1826) γερμανικό βιβλίο του J. W. Isfording.

Στην φεουδαλιστική Ιαπωνία η εκπαίδευση ήταν σχεδόν αποκλειστικά στρατιωτική. Ήταν η παιδεία των ιπποτών-σαμουράι η οποία εκμοντερνίστηκε μετά τον πόλεμο του οπίου (1834-42) όποτε και έγινε αντιληπτή η απαράμιλλη αξία των πυροβόλων όπλων. Οι σαμουράι άρχισαν να εκπαιδεύονται στα ευρωπαϊκά όπλα μια και αυτά ήσαν τα μόνα που θα μπορούσαν να αντιμετωπίσουν τους δυτικούς. Η ίδρυση από το 1855-1857 της Σχολής Ναυτικών Δοξίμων του Ναγκασάκι (όπου δίδαξε ο γερμανός γιατρός Philipp von Stebold), του γραφείου «Ερευνών Βαρβαρικών Βιβλίων» της Σχολής Ευελπίδων, της Σχολής πολεμικών πλοίων και της Ιατρικής Σχολής του Ναγκασάκι, βοήθησαν το έργο της εισαγωγής της επιστήμης της φυσικής στην Ιαπωνία. Ενδεικτικό των νεωτεριστικών τάσεων που άρχισαν βαθμιαία να επικρατούν ήταν και η μετονο-

μασία του «Γραφείου Βαρβαρικών Ερευνών» σε «Γραφείο Δυτικών Γνώσεων».

Το 1811 άρχισε η μετάφραση της εγκυκλοπαίδειας του Noel Chomel στην Ιαπωνική από το Γραφείο Μεταφράσεως Ολλανδικών κειμένων. Μεγάλη δυσκολία στην εισαγωγή της Φυσικής υπήρξε η παντελής έλλειψη γνώσης μαθηματικών από τους τότε Ιάπωνες, σύμφωνα με τις γνώμες των Ολλανδών Καθηγητών πλωτάρχη Pels Rijcken και του στρατιωτικού Pompe van Meer Drenvoort που δίδαξαν πλοήγηση πολεμικών ατμοπλοίων και ιατρική αντιστοίχως μαζί με ψήγματα φυσικής και νευτωνισμού.

Σχεδόν μέχρι το τέλος του 19ου αιώνα πολλοί καθηγητές της φυσικής (αλλά και των άλλων θετικών επιστημών) ήσαν Ευρωπαίοι ή Αμερικάνοι. Χαρακτηριστικό είναι ότι σε ένα προγενέτορα του πανεπιστημίου του Τόκυο ιδρύθηκαν το 1868 το «Τμήμα της Γαλλικής Φυσικής» (όπου η διδασκαλία γινόταν στη γαλλική γλώσσα) που έκλεισε το 1880. Το «Τμήμα Γερμανικής Χημείας», ή το τμήμα Μεταλλειολόγων δέχονταν μόνο γερμανομαθείς φοιτητές. Λίγο μετά την ίδρυση του Πανεπιστημίου του Τόκυο το 1877 η Φυσική διδασκόταν χωριστά για γαλλομαθείς και αγγλομαθείς. Σε δημόσιες υπηρεσίες ή σχολεία εργάστηκαν 6000 ξένοι μέχρι το τέλος του 19ου αιώνα και διπλάσιοι στον ιδιωτικό τομέα. Οι μισθοί των ξένων καθηγητών του Πανεπιστημίου του Τόκυο απορροφούσαν το ένα τρίτο του προϋπολογισμού του Υπουργείου Παιδείας το 1877. Ο πρώτος γιαπωνέζος καθηγητής φυσικής έγινε ο Γιαμαγκάβα Κεντζίρο το 1879. Χαρακτηριστικό της ένδειας καθηγητών φυσικής στην Ιαπωνία είναι ότι ένας από τους δύο σημαντικότερους καθηγητές της φυσικής ο αμερικανός Mendenhall στο πανεπιστήμιο του Τόκυο ήταν αυτοδίδακτος, χωρίς πανεπιστημιακή παιδεία, πρώην καθηγητής της μέσης εκπαίδευσης στην Αμερική, ο οποίος edίδαξε και έκανε έρευνα με επιτυχία επί τρία έτη στην νέα του θέση στην χώρα του ανατέλλοντος ηλίου σε εργαστήρια που ήσαν άριστα οργανωμένα και εξοπλισμένα. Φυσικά δεν θα πρέπει να ξεχνάμε το παράδειγμα του επίσης αυτοδίδακτου Faraday. Ένας άλλος σκώτος καθηγητής της φυσικής ήταν μηχανικός πόντισης υποβρυχίων καλωδίων που πέτυχε να πείσει τους Ιάπωνες ότι, σε αντίθεση με ότι πίστευαν, ήταν άξιοι να κάνουν πρωτότυπες ερευ-

νητικές εργασίες αν ήσαν εφοδιασμένοι με κατάλληλα όργανα όπως φάνηκε με τις μελέτες που έκανε με τους φοιτητές του. Μετά από λίγα έτη την γαλλική και γερμανική γλώσσα διαδέχθηκε η αγγλική στην διδασκαλία της φυσικής στο Πανεπιστήμιο του Τόκιο και βαθμιαία αντικαταστάθηκε από την Ιαπωνική.

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ τους κυρίους Βασίλη Δρόλια, Γιάννη Πολυγιαννάκη και Γιάννη Μπιτσάκη, για τις ιδιαίτερες χρήσιμες ανταλλαγές ιδεών που είχαμε για το θέμα της διάδοσης του νευτωνισμού.

Βιβλιογραφία

- M. ALIC, Η κληρονομιά της Υπατίας, Εκάτη, Αθήνα, 1992.
- R. GRANT, History of Physical Astronomy, London, 1852 και ανατύπωση από τον οίκο Johnson Reprint Corporation, New York and London, 1966.
- O. GINGERICH, The Great Copernican Chase, Cambridge University Press, Cambridge, 1992.
- O. GINGERICH, The Eye of Heaven : Ptolemy, Copernicus, Kepler, American Insitute of Physics, New York, 1993.
- K. KOIZUNI, Historical Studies in the Physical Sciences, (επιμελητής έκδοσης R. McCormach), τόμος 6 , σ.3, Princeton University Press.
- O. PEDERSON, Early Physics and Astronomy, Cambridge University Press, Cambridge, 1993.
- W. W. ROUSE BALL, A short Account of the History of Mathematics, Dover Publications Inc., New York, 1908 και επανέκδοση 1960.
- M. SERVES, Elements d' Histoire des Sciences, Borders, Paris, 1989.
- W. P. D. WIGHTMAN, The growth of Scientific Ideas, Oliver and Boyd, London, 1951.

ΠΙΝΑΚΑΣ

Επιστημονικών Ανακαλύψεων μετά τον Κοπέρνικο, οι οποίες συνέβαλαν στην ανάπτυξη και εδραίωση του Νευτωνισμού

Κοπέρνικος:	1543	ηλιοκεντρικό σύστημα
Γαλιλαίος:	1581	εκκρεμές
	1590	κίνηση σωμάτων
	1606	περί πνιξίδων
	1610	δορυφόροι του Δία, Γαλαξίας
	1619	κομήτες
Τύχων:	1585	τροχιές, κομήτες
Gilbert:	1600	<i>De magnete</i>
Κέπλερ:	1609	<i>Astronomia nova</i>
	1619	<i>Harmonia mundi</i>
Καρτέσιος:	1628	διατήρηση της κίνησης
Merseme:	1634	μετάφραση μηχανικής Γαλιλαίου στα γαλλικά
Fermat:	1637	περί εφαπτομένων
Boyle:	1662	νόμος των αερίων
Wallis:	1668	θεωρία κρούσεων
Νεύτων:	1664	fluxions, διαφορικός λογισμός
Hook:	1666	κεντρομόλος δύναμη
Cassini:	1669	εφημερίδες δορυφόρων Δία
	1678	νέοι δορυφόροι Κρόνου
Νεύτων:	1670	σωματιδική θεωρία φωτός
Leibnitz:	1670	θεωρία κίνησης
	1671	υπολογιστική μηχανή
Νεύτων:	1672	κατοπτρικό τηλεσκόπιο
Huygens:	1673	ισοχρονισμός εκκρεμούς
	1675	κεντρομόλος δύναμη
	1690	κυματική φύση φωτός
	1700	συγκρούσεις σωμάτων
Leibniz:	1675	απειροστικό λογισμός
Romer:	1676	μέτρηση ταχύτητας φωτός
Halley:	1679	κατάλογος νοτίων άστρων
	1682	κομήτης
Νεύτων:	1687	<i>Principia</i>
J. Bernoulli:	1690	διαφορικές εξισώσεις
	1699	πιθανότητες

Rolle:	1691	θεώρημα συνέχειας συναρτήσεως
Leibnitz:	1693	ορίζουσες
	1695	δυναμική
de l'Hopital:	1696	απειροστικός λογισμός
Νεύτων:	1704	οπτική, αναλυτική γεωμετρία
Taylor:	1718	διαφορικός λογισμός
Euler:	1736	μηχανική
	1743	κινήσεις πλανητών
D. Bernoulli:	1737	κινητική θεωρία αερίων
Maclaurin:	1741	fluxions
Bradley:	1746	κλόνιση άξονα της Γης
d'Alembert:	1748	ερμηνεία μετάπτωσης ισημερινών
Mayer:	1755	κίνηση Σελήνης, πρόβλημα γεωγραφικού πλάτους
Euler:	1754	μηχανική των ρευστών
	1755	διαφορικός λογισμός
	1760	μελέτη περιστρεφόμενων σωμάτων
	1759	επιστροφή κομήτη Halley
Euler	1770	ολοκληρωτικός λογισμός
Herschell:	1780	ανακάλυψη του νέου πλανήτη Ουρανού Κίνηση Ηλίου
	1785	κατάλογος 700 διπλών αστερών
Lagrange:	1787	<i>Αναλυτική Μηχανική</i>
Laplace:	1796	<i>Exposition du systeme du monde</i>
Lalande:	1801	Κατάλογος 50.000 άστρων
Gauss	1809	θεωρία των ουρανίων σωμάτων
Hamilton:	1834	εξισώσεις μηχανικής
Bessel:	1840	μέτρηση απόστασης άστρου
Le Verrier:	1846	Υπολογισμός θέσης Ποσειδώνα
Galle:	1846	παράτηρηση Ποσειδώνα
Michelson:	1881	αρνητικά πειράματα αιθέρα
Poincare:	1892	<i>Mechanique celeste</i>

Edmond Nicolau

Professor, University of Bucarest

A NEWTONIAN NEW SCIENCE AND ITS PENETRATION IN
THE DANUBIAN PRINCIPALITIES OF WALLACHIA AND
MOLDAVIA

The achievements of Isaac Newton were of such a kind and order of magnitude as to constitute a real revolution in science and philosophy and we must set apart the newtonian thinking from other scientific revolutions of the seventeenth century. It seems normaly to speak of the *Newtonian Revolution* [Coh83] and to notice that a special word, Newtonian, was coined and explained [BBP83].

In order to have a clear understanding of the penetration of newtonian ideas in Wallachia and Moldavia in the eighteenth and nineteenth centuries, we must clarify first the concept of Newtonian science and secondly to get a reliable understanding of the general - i.e. social, political and cultural situation- in the above mentioned principalities.

Isaac Newton

Isaac Newton (1643-1727) is one of the most prominent figures in all the history of science. In his *History of Science*, M.v. Laue, himself a great scientist, refers to Newton some 20 times, -no other physicist, even Einstein, having such a great number of references. The same situation can be found an in the Dampier's History of Science [Dam66].

The variety of Newton's contributions to science is very great. He is known for his contribution to pure mathematics- the theory of fluxions, the binomial, some approximation methods-, his work in

and his celestial dynamics, were we must add the Newtonian "system of the world". We must also think at his experiments and speculations relating to the theory of matter and alchemy and even at his theological investigations, some of these last ideas being incorporated -very concisely- in his principal work *Philosophiae naturalis principia mathematica* (1687), usually known as *Principia*.

It is clear that even a modest portion of these contributions would have sufficed to earn him a unique place among the greatest scientific immortals.

It is not intention to make an exhaustive inventory of his achievements, but we must notice that even in our century some of his ideas were in the focus of some investigators as, for instance the concepts of absolute space and absolute time. And a philosopher like K. Popper is interested in Newtonian dynamics [Pop82]. Also in the current vocabulary of science, at an elementary level, we encounter expressions like Newton's laws of motion, Newton's rings and others.

Historians have used the word "newtonian" in a mere vague sense, referring to different forms of 18th century thought [BBP83]. Probably the best way is to concentrate on the *Principia* and to the contributions Newton made to mechanics.

Mechanics

In order to have a better understanding of the Newtonian revolution let us give in a few words the basic situation of the science of mechanics in its evolution. The theory of equilibrium (statics) and motion (dynamics) descends from Antiquity, the first exemplified by Archimede's (c. 287-212 BC) treatment of the lever and of floating bodies and the second by Aristotle's (384-322 BC) teaching about motion, which works with the essences and accidents of bodies. Mediaeval natural philosophers built on Aristotle's doctrine in two principal ways. One centered on the impetus theory: the initial mover conveys a peculiar quality that expires as it produces its effect. Jean Buridan (c. 1295-1358) conjectured that it might be the cause of the revolutions of the heavens. The second scholastic innovation was the mathematical

description of motion (uniform, constantly accelerated, etc.). We have also the so called "Mertonian Rule", after Merton College, Oxford, famous in the 14th century for its "calculators". Among the relations considered in that time we notice the "law" of Avempace (ibn Bajja) (1106-1139) who considered the velocity proportional with the difference between the impressed force and the resistance.

Galileo (1564-1642) analyzed motion and not their causes and gave many theorems about ballistic motion in his *Discorsi* (1638).

Aristotle's ideas of essence (οὐσία) and quality, natural places, etc. were useless concepts for dynamics and led to some false conclusions, such as that heavier things fall faster. The real advance was made by Galileo and Newton which discarding the whole Aristotelian scheme, picked out from the all possible schemas a new referential: distance or length, time and mass - this last concept first appears implicitly in the work of Galileo and explicitly in the writings of Balliani, a Captain of Archers at Genoa who made distinction between **moles** and **pondus**. Utilizing the concepts of time, and space, and velocity- their derivative, Galileo established the right relation between the velocity of a falling body and the time of fall, and deduced its mathematical consequences. Adding the concept of mass, Newton formulated the laws of motion and deduced from the new science of dynamics.

In reality the evolution of dynamics was far more complicated. Descartes is also a prominent figure of the time (1596-1650). The Cartesian physical universe was a complex clockwork of vortices, in which each "body" pushed its neighboring part along, and in turn was pushed along by its neighbours on the other side. For Cartesius space was reduced to matter, since there was no empty but only essential spatial extension of matter - all spaces being filled with matter. As mode of causation, there was only one- action by contact.

One of the great ideas of Newton was the absolute space, distinct from matter, and of course, also the idea of an absolute time, independent of the presence or absence of matter.

The concept of mass seems intuitive and we have had to attend E.

Mach (1838-1916) in order to have a critique of this concept.

Probably another great success of the new dynamics was the celestial mechanics, connected with Newton's own theory of gravity. That was a tremendous success, so great that Newtonians, beginning with Roger Cotes, his editor, began to look upon Newtonian theory itself as an ultimate explanation and at gravitational attraction as an essential property of matter. Probably Newton had seen no reason why extension of his atoms and inertia should not be essential properties of mass. We can conclude that Newton was aware of the distinction between inertial and gravitational mass - idea later stressed by Einstein.

Man and Cosmos

The intellectual ferment of the early sixteenth century profoundly influenced the education of a group of thinkers who by the middle of the century were beginning to elaborate a new vision of nature: the man's relation to cosmos has changed.

The scholastic structure of the Universe had long become inadequate. It had been shaken by the revival of nominalism by Duns Scotus (c. 1266-1308) and William of Occam (c. 1285-1349), by the Neo-Platonic movement which gave a philosophical basis for the work of Copernicus and Kepler, and by the mathematical and experimental methods of Galileo, Gilbert and their followers.

There are some scholars who underline the role played by the Hermetic sciences. It is sad that magic also have played a role bringing a startling new perspective in this direction. As it is known, the word "hermetic" has many connotations. But the first work Ficino (1433-1494) translated was *Corpus Hermeticus*, the collection of treatises going under the name of "Hermes Trismegistos" (three times great), at that time considered an Egyptian priest, almost contemporary with Moses. [Yat 68]. [GL 75].

If we think that alchemy can be considered one of the fundamental parts of hermetism, and we remember the alchemic studies Newton made, this connection between hermetism and Newtonism seems less ridiculous: hermetism was in the spirit of the time.

The projection of the Newtonian model onto philosophy.

In this general structure of mind, Newtonian science required a reconceptualization of the relations between natural events and human behavior. The Puritan had interpreted a large class of natural events as divine judgements upon human behavior. But the adoption of the Newtonian model as descriptive of physical reality, virtually eliminated this class of "special providence", their occurrence being now explicable without reference to human behavior. Also, some method was required which could reconcile the Biblical accounts of such events as the Sun's stopping for Joshua at Jericho, with the findings of the new science, particularly with the laws of the celestial mechanics [FM 77]. The sudden stopping of the Earth round the Sun-the Newtonian interpretation of the event - is, first of all, impossible. Secondly, if the movement of the Earth stops, all things situated at the surface of the Earth would be projected in the great space, not only at Jericho, but at every place of the Earth's surface.

From a strictly technical point of view, the *Principia* established the basis for the theory of motion of mass points under centripetal accelerations in absolute space and set the problem of treating a system of bodies interacting via accelerative forces diminishing in strength as some power of the distance. Also, it gave an approximation to a quantitative theory of motion in resisting media, destroying Descartes's theory of vortices.

But Newtonian theory is a far reaching one, conducting at the idea of a Universe conducted by laws in which there is no more place for cosmic miracles.

If there is more place for ordinary miracles, this visible Universe speaks on a perfect harmony. In the *General Scholia of Principia* Newton, speaking of the Solar system, explains that this very system of Sun, planets and comets can be born only in the mind and power of an intelligent and powerful being. And all these and the stars are governed by the Unique, not as a soul of the world, but as **pantocrator** (in Greek in the text). Going further, Newton explains some of his views concerning the Almighty.

The acceptance of the Newtonian science

We have seen that some of the basic notions of the Newtonian dynamics pre-existed: this way was paved by Galileo. But the celestial mechanics, based on the so called attraction was in a sense another thing. It is true that Averroës (c. 1126-1198) considered attraction as a push or pull resulting in Aristotelian violent motion. Some Mediaeval philosopher used the world for motion occurring by "sympathy" as in the case of free fall or by magnetic "coition" (William Gilbert, *De magnete*, 1600). The action at a distance being in general rejected, Newton's concept of gravity and universal attraction penetrated with difficulty in the scientific opinion. Voltaire visited England in 1727 and later, in 1738 published his book *Eléments de la philosophie de Newton* writing that Newton survived 40 years to the publication of Principia, but at his death he had no 40 adepts in England. And the great Leibnitz considered as incongruous the principle of universal attraction.

In the 18th century the Newtonian points of view clarified. Some short-range phenomena such as capilarity and cohesion were treated as attractions. After 1750 also long-range phenomena such as electricity and magnetism were accepted in the process of mathematization of physics. It is interesting to note that at the end of the 20th century the problem of the mechanical determinism is still in dispute and the n-noby problem is still an open problem.

May be, the modern theory of deterministic chaos will provide us new vistas on this phenomenon. But in fact, the Newtonian science has offered problems for centuries and up to Einstein's theory of gravity, Newton's model of space and time was the only one acceptable for science.

Romanian society in Wallachia and Moldavia in the 18th and yearly 19th centuries

The Danubian Principalities of Wallachia and Moldavia were situated at the periphery of the Ottoman Empire and their political, economic and cultural situation differed considerably from that of the other balkanic lands, which were under the direct rule of the Sultan. It is worth to notice that these two pricipalities

never formed an integral part of the Ottoman Empire. Until 1716 their ruler were native princes; latter, up to 1821, by Phanariot Greeks sent from Istanbul. Despite the fact that these two principalities were obliged to pay tribute to the Sultan and to supply large quantities of grain, the Turks were forbidden to settle there- except some regions well delimited, which in modern language can be called "military bases", like the rayah of Giurgiu and Braila.

In this long period of Turkocratia, the orthodox church had a complete freedom. Around the churches developed the first educational system.

Greeks in the Danubian Principalities

In 1359 Nicolae Alexandru organized the Ungrowalachian metropolitan bishop's see, send a letter to Constantinople asking the oecumenical patriarch to send a qualified person. The first registered bishop was Joachint Christopol from Vicina.

Afterwards, may be independently, it is possible to observe the traces of many Greek scholars in the Danubian Principalities.

So, for instance, Alexandru Coconu, prince both in Wallachia (1623-1627) and Moldavia (1631-1632) has had a close friend, Baptist Veleli. When Maurocordatos arrived as has in the Danubian Principalities, they have had come Romanian wives in the family.

Other aspects will be examined latter.

Higher education in the Danubian Principalities: first institutions

Among the first higher educational institutions in the Danubian Principalities is Schola latina, organized by Jacobus Heraclides Despota, in 1562 or 1563, at Cotnari, near Jassy. This school, probably a college, was devoted to the study of Latin and has had a very short life. It is believed that Despot moved at Cotnari an older college, who was active at Hârlau.

Despot was from Greek origin, born probably at the beginning of the 16th century, may be in Creta, and died at Suceava, in 1563, in a final battle with his rival, Tomsa.

In Bucharest, C. Brâncoveanu founded the Academy in 1694, as an important center for the Greek culture. At the beginning the Academy was located in the monastery St. Sava, but in the last period worked in the monastery Magureanu up to 1818.

In Jassy we have the Academia Mihăileană (1835-1847), where the courses were given in Romanian. The Academy was founded by the prince Mihai Sturdza. Former, in the Academia Domnească din Jassy, the course were given in Greek.

We have very few information about the "Greek and Latin School" from Târgoviste, organized by Matei Basarab around 1645- or about the Jassy College organized by Vasile Lupu at 1640. It is said that at Târgoviste Pantelimon (Paisie) Ligaridis was professor for Logic and Rhetoric.

Because the Turkocratia was not too strong in the Danubian Principalities, some famous Greek schools of that time were situated not only on the Greek islands, but also in Wallachia and Moldavia. In Bucharest, the Greek school was founded about 1689, and in Jassy in 1707. In order to have a comparison, we mention that the Athonian school was founded in 1753, the Evangelical School from Smirna in 1733 and the Smirnian Philological Gymnasium in 1808.

The Greek schools attracted pupils from all over the Orthodox world. In these schools many ideas about Enlighteners was born and many "enlighteners" were active. By "enlightemen" usually is understood men who were active and published books influenced by the new European science and philosophy, who reflected their attitude to Enlightenment values and who taught such values in Greek schools. In the Greek schools from Wallachia and Moldavia, the language utilized was Greek.

As formation, the Greek enlighteners from Wallachia and Moldavia were mainly laymen (some 2/3) and clerics (some 1/3); as origin the majority came, probably, from Thessaly, but also from the islands and what was, at that time, the northern part of the Greek world.

It is considered that the most prestigious Greek schools of that period were the Academies from Bucharest and Jassy.

It is worthy to observe that the social origin of the Greek enlighteners cover a whole range of strata, from the nobility to the peasantry.

At that time, in the above mentioned Academies, many conflicting situations can be observed. We have a conflict between the classical, Aristotelian point of view and that of the new science, the Newtonian; we have also a conflict, less violent, between priests and laymen; and a linguistic conflict, between the purists, who sustained the Ancient Greek, and the supporters of the modern Greek.

As some historians observe, in these Academies the new philosophic Greek vocabulary was formed.

First references to Newtonian science

In these Academies from Bucharest and Jassy we find the first references to Newton, his philosophy and his science.

C. Vardalachos, professor, under the directorship of Lambros Photiades, recommends the methods of Descartes, Newton, Leibniz, Wolff. He believes that the basis of all studies must be mathematics, chemistry, physics. And he adds that only in this way the sons of Dacia will become the sons of the light.

Here we can observe at least two things. The first one is that the Greek professors from the Greek Academies were interested in the promotion of the intellectual ability of the "sons of Dacia" i.e. of the what, some time later, will be called Romanians. These professors are aware of the fact that the Romanian are the descendents of the people who inhabited Dacia, idea called now the continuity of the population of Dacia.

The second idea is that this reference to light can be connected with the spreading of masonic ideas in the two Principalities.

At that period the references to Newton are at a general level. We can compare the situation with the present one, concerning computers. Many people are speaking on computers, a lot of them are utilizing computers in a way or other, but very few have precise ideas what a computer is and how is it working in the deepest sense. So, at that period, important was to change the mind, from the

Aristotelian categories, to the new referential offered by the new European way of thinking.

In many of the Greek manuscripts of the time a basic idea can be found: Newton is superior to Aristotle, being more informed on things unknown in ancient times. Of course, this a simplified way, having only a partial value, because from Euclid, for instance, we have many very sound ideas.

It is interesting to note that some professors were sufficiently informed in some details of the new science. So, the professor Daniel Philippides believed more in Descartes theory of light than in Newton's theory. (D. Philippides was born in Milaës, Thessalia, in 1735 or 1750, and is dead in Baltzi in 1832).

Probably Joseph Moisioudax (or Moesioudax), in his *Apology*, made the most significant references to Newton. He wrote: "In all Academies, in all the european colleges the philosophy of the great Newton is exposed; and more this philosophy is studied, more we found it true, necessary and utile".

We must know that the education dispensed in the Greek schools of the time was secular. Many, may be most of the teacher-clerics were at some time during their careers accused of atheism or were at least censured by the spiritual or temporal authorities for their rationalist points of view. That is the case with Voulgaris, Moisioudax, Theotokis, Doukas, Vamvas, Benjamin and Kairis.

The authority of the church was great, but the great conflict was between the supporters of the ancient learning and those who taught the superiority of modern science. It was also closely connected with the language question, the struggle between the proponents of ancient Greek and the supporter of the Neo-Greek. The problem was complex: Govdelas produced manuals based on the latest theories in mathematics, but wrote in archaic Greek; Korais championed ancient culture while writing in modern Greek.

In the philosophical arena, in the second half of the seventeen century, in Wallachia and Moldavia, the central position is dominated by the neo-aristotelian philosophy, in the interpretation of the Greek scholar and philosopher Theophilos Coridaleo (1570-1646). The coridalean philosophy was in struggle with the orthodox

point of view. His adversaries were Meletie Sirigos (1586-1654), Nicolas Kursulas (+1652) and Pantelimon (Paisie) Ligaridis, all formed in Jesuit schools.

Here we make the point. Many Greek professors from the Bucharest and Jassy Academies were formed in western universities, and some of them published books in Germany or France.

And coming back to Coridaleo is interesting to notice that a Romanian contemporary philosopher, Constantin Noica, was interested in Coridaleo and supervised the latest Romanian edition of his work.

The new conceptions, i.e. the Newtonian philosophy of nature, entered in the educational system with the aid of some remarkable Greek teachers and the reforms organized by Alexandros Ypsilantis in Wallachia (1776) and Grigore Ghica in Moldavia (1766). In these new schools, the new European ideas were presented to the pupils. Of great importance were the books of Methodie Anthrakites - much influenced by Malebranche - and Evghenie Voulgaris, their books being circulated in the Danubian Principalities. In Jassy was active Nikiforos Theotokis, who published a book, *Elements of Physics*, at Leipzig, in 1765. All of them were against the Corydalian philosophy, promoting the concepts of Descartes, Locke and Newton.

But not only teachers were involved in the propagation of the new philosophy. The Wallachian boyar Ioan Cantacuzino (1757-1828) translated the *Essay on Man* by Alexander Pope (1688-1744), which is more a philosophical treatise than a poem. Here we can find the ideas of Hobbes, Shaftesbury and Locke, with special appreciation of Newton.

In the Academies from Bucharest and Jassy, in their last period, more theoretical and abstract sciences were taught. So, the Manuscript 1080 from the Library of the Romanian Academy is entitled *Ek tis michanikis*. Written, probably in the years 1800-1801, is devoted to some simple mechanical devices, but also to the forces polygon, hydraulics, etc.

If we are interested in the analytical form of the Newtonian

mechanics, we must attend some decades, after Wallachia and Moldavia were blebbed in a new state.

Bibliography

- [And65] G. St. Andonie, *Istoria matematicii în România* vol.I, Editura științifică, București, 1965.
- [And71] G. St. Andonie, *Istoria matematicilor aplicate clasice din România. Mecanică și astronomie*. Editura Academiei R.S. România. București, 1971.
- [APR64] *Istoria Literaturii române*, vol. I, Editura Academiei R.P. Române, București, 1964.
- [ASS85] Academia de Științe Sociale și Politice, Institutul de filozofie, *Istoria filozofiei românești*, vol. I, Editura Academiei R.S. România, București, 1985.
- [BBP83] W. Bynum, E. Browne, R. Porter (Eds.), *Dictionary of the History of Science*, Macmillan, London, 1983.
- [BD80] A. Berciu-Drăghicescu, *O domnie umanistă în Moldova. Despot Vodă*, Albatros. București, 1980.
- [CC74] A. Camariano-Cioran, *Les Académies princières de Bucarest et Jassy*, Thessalonique, Institut d'études balkaniques, 1974.
- [Clo81] R.Clogg (Ed.), *Balkan Society in the Age of Greek Independence*, Macmillan, London, 1981.
- [Coh83] I.B. Cohen, *The Newtonian Revolution with illustrations of the transformation of scientific ideas*, Cambridge University Press, Cambridge, 1983.
- [Dam66] W.C. Dampier, *A History of Science and its relation to Philosophy and Religion*, Cambridge University Press, Cambridge, 1966.
- [DD74] C. Dima-Drăgan, *Bibliotechi umaniste românești*, Litera, București, 1974.
- [DD81] *Romanian Society in the Danubian Principalities in the early 19th century*, in [Clo 81].
- [FM77] Flower *A History of Philosophy in America* vol.2, Capricorne Books, New York, 1977.
- [GL75] R. Gosselin, L. Lerner, Galileo and the Long Shadow of Bruno in *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, vol. 25, No, 97, Déc. 1975, 223-246.
- [Kar77] I. Karas, *Oi thetikes-physikes epistemes ston elliniko 18o aiona*, Athena, 1977.
- [New56] *Principile matematice ale Filozofiei naturale*, Editura Academiei R.P.

- Române, Bucuresti, 1956
- [NNS83] E. Nicolau, C. Neuman, A. Schor, *Istorie sumară a dezvoltării științei*, Editura politică, Bucuresti, 1983.
- [PD82] C. Papacostea-Danielopolu, *Literatura în limba greacă din Principatele Române (1774-1830)*, Minerva, Bucuresti, 1982.
- [Pop82] K. Popper, *The Open Universe*, Hutchinson, London, 1982
- [Mac81] P. Mackridge, *The Greek Intelligentsia 1780-1830: a Balkan perspective* in [Clog81].
- [Rom72] E. Roman, *Bibliografia matematică în România*, Editura Academiei R. S. România, Bucuresti, 1972.
- [Sch90] Ch. Schmitt (Ed.), *The Cambridge History of Renaissance, Philosophy*, Cambridge University Press, Cambridge, 1990.
- [Mar56] V. Marian, Adnotări in [New56], p. 443-483.
- [Moe77] I. Moesiodax, *Apologia*, trad. O. Căciukă, Editura didactici pedagogică, Bucuresti, 1977.
- [SN81] I.M.Stefan, E. Nicolau, *Scurtă istorie a creației științifice și tehnice românești*, Albatros, Bucuresti, 1981.
- [Yat68] F. Yates, *The Hermetic Tradition in Renaissance Science* in Ch. Singleton (Ed.), *Art, Science and History in the Renaissance*, The Johns Hopkins Press, Baltimore 1968, pp. 256-262, 265-271.
- [YY81] Y. Yannouloupoulos, *Greek Society in the Eve of Independence* in [Clo81], pp18-39.
- [Pop72] I. Popa, *Inceputurile matematicii românești* in Rom72 pp. XLI-XVII.
- [Lau58] M.V. Laue, *Geschichte des Physik*. Ulstein, Berlin, 1958.

Alexander Vavrek - Ganka Kamisheva

Milko Borissov

Professor, Institute of Solid State Physics, Bulgarian
Academy of Sciences

DISSEMINATION OF NEWTON'S MECHANICS ON BULGARIAN SOIL DURING THE BULGARIAN NATIONAL REVIVAL*

1. Introduction

For the first time the term «fizicheski nauki» («physical sciences») appeared written down by a Bulgarian in about 1800. It was Sofronii Vrachanski (1739-1813), the famous Bulgarian man-of-letters and cleric, who wrote this term on the margin of one of his manuscripts together with an explanation (or translation?)-«natural sciences»¹. However, the acquaintance of the Bulgarians with the physical sciences started in the middle of 1820s, when the subject physics was introduced in some Bulgarian schools. The dissemination of physical knowledge and physical sciences on Bulgarian soil was a prolonged and complicated process, which was initiated under the influence of the Greek Enlightenment.

The general picture of the history of spreading physics in Bulgaria is already fairly clear². Some of the most interesting problems in this history are already comprehensively studied, for example-the life and activities of the first Bulgarian scholar in the field of natural philosophy Doctor Peter Beron³, and the first

* This paper is partially sponsored by the Bulgarian National Sciences Foundation under Grant No. F-251.

1. V. Mutaficheva, *Kniga za Sofronii*, Varna 1983, p. 71.

2. M. Borisov, A. Vavrek, G. Kamisheva, *Predshestvenici na razprostraneniето i razviietieto na fizicheskite nauki v Bălgaria*, Sofia, 1989.

3. N. Băchvarova, M. Băchvarov, O.R. Petăr Beron-zivot, *dejnost naturfilo-*

Bulgarian PhD thesis in physics, defended by Dimiter Moutev at the Berlin University in 1842⁴.

In this paper an attempt is made to present the process of dissemination of the Newton's physics on the Bulgarian soil during the National Revival. We have confined ourselves to the Newton's mechanics for two reasons: the first reason is the obvious fact, that when we are saying «Newton's physics», we mean Newton's «Principia» and Newton's laws of mechanics and gravitation (don't we?), and the second reason is our conclusion that it is Newton's mechanics, and especially its law of universal gravitation, that had made Newton's name a symbol of the Enlightenment and the social progress for the Bulgarian intellectuals before the Liberation of Bulgaria.

Only Bulgarian books and other materials of Bulgarian origin are investigated in the paper.

2. The role at the neohellenic schools for disseminating the Newton's physics among the Bulgarians.

At the end of 18th and in the beginning of 19th century, for the first time on the Balkans, physics was introduced as a school subject in the new Hellenic schools in Kydonia, on the Chios Island, in Smirna, Bucharest and Jassy. Many young Bulgarians went to these schools and got acquainted with Newton's physics there. A number of them became later popularizers of physics on Bulgarian soil. Three names are to be mentioned in the first place - Ivan Seliminski, Emmanuil Vaskidovich, and Konstantin Fotinov⁵.

softija, Sofia, 1975; N. Băchvarova, *Prirodonauchni te Znanja i kniznina prez Bălgarskoto Văzrazdane*, Sofia 1982; M. Băchvarov, N. Băchvarova, Dr. Petăr Beron, i istorijata na Bălgarskata nauka, *Spis. BAN*, year. 37, 1991, vol. 4, p. 75.

4. N. Băchvarova, Dimităr Muter i negovata disertsacija. izv. na Dărz. arhivi (GUA v Bălgaria), vol. 44, p. 141, 1982; see also (2) «Predshestvenici...», p. 168-188, see also (3) «Prirodonauchnite...», p. 123.

5. A. Alexieva, Grăčhkata prosveta i fromionneto na Bălgarskata vāzrozdenska inteligencija, *Studia Balcanica*, vol. 14, Problemi na Balkanskata istorija i kultura, Sofia, 1979, p. 156-180; A. Vavrek, G. Kamisheva, M. Borisov, Prinosāť na grăčhskite i elino-bălgarkite uchilishta za prepodavane i popularizirane na fizikata sred bălgarite. To be published in: *Spis. na BAN*.

Ivan Seliminski (Yordan Georgiev Christov, 1799-1867) is born in Sliven⁶. In 1815 he finished an elementary monastery school there and left for Jerusalem. From 1817 till 1821 Seliminski learned in the famous neohellenic school in Kydonia, and obtained good knowledge in the fields of natural sciences and physics under Theophilos Kairis. In 1825 Seliminski returned to Sliven and opened a new school there. In this school he began to teach physics. Evidences exist that demonstrations were made by him during the lessons. In 1831 Seliminski went to Bucharest and opened another school there. An announcement is found in a Romanian newspaper of that time, in which all the subjects in this new school are listed, including physics under # 12. In 1840 Seliminski left for Athens and began his studies in medicine there.

The language which was used by Seliminski in his schools was Greek. By the end of his life he had not learned the written Bulgarian. All his papers and letters are written in Greek. (This fact was a personal tragedy for him). Many of his works have been translated into Bulgarian and included in the 14 volumes at «The Library of Doctor Ivan Seliminski» published after the Bulgarian Liberation⁷.

Emmanuil Vaskidovich (1795?-1875) is born in Melnik, where he has obtained his primary education in the Greek school. Afterwards he has learned in the new Greek schools on the Chioss Island and in the Bucharest Bey-Academy. His teachers in physics were Neophitos Vamvas in Chios and Konstantinos Vardalahos in Bucharest. In 1815 Vaskidovich, who had already finished his schools, decided to join Vardalahos as a teacher. On his way to Bucharest he was invited to open a new school in Svishtov and settled there.

The Vaskidovich's school in Svishtov had two stages-lower and higher. Starting from 1824 or 1825, physics was included in the

6. M. Arnaudov, *Seliminski, Zivot, delo, idei*, Sofia 1938; C. Kpuistanov, S. Moslev, I. Penakov, *Dr. Ivan Seliminski kato uchitel, lekar i obshtestvenik*, Sofia 1962.

7. *Biblioteka Dr Ivan Seliminski*, vol. 1-6, Sofia 1904-1907, vol. 7-14, Sofia 1928-1931.

program for the higher stage⁸. It is established that in 1817 Vaskidovich received from Vardalahos his textbook in physics and chemistry, published in 1812. In the course of 20 years Vaskidovich taught physics in Svishtov in Greek language. In 1846 however, an announcement appeared in his book «Preskorbnoe opravdanie» («An unhappy excuse»), that he was planning to publish several new textbooks in Bulgarian, including a textbook in physics. This means that the manuscript of such a textbook had been almost prepared by that time. It is assumed that Vaskidovich began to teach physics in Bulgarian in 1843 or 1844. His «Physics» has never appeared. In 1847 he left Svishtov for Pleven and returned back 4 years later. Meanwhile, in 1849 the first Bulgarian textbook in physics was published.

No direct documentary evidences for the teaching activities of Seliminski and Vaskidovich in physics are discovered in archives by now. As far as Seliminski is concerned, even the textbooks used by him are not known, because his library, which he had left by testament to his town of birth Sliven, was burned out during the Liberation War in 1877. Nevertheless, we should consider these two eminent Bulgarian teachers and intellectuals to be pioneers in introducing Newton's physics in the Bulgarian schools during the National Revival⁹.

We obtain the three Newton's laws of dynamics written down by the hand of a Bulgarian in a manuscript of 1824, which is being preserved in the National Library in Sofia. It is a copy of the manuscript-textbook «Metaphysics» of A. Psalidas, made by Konstantin Fotinov in Greek^{**}.

Konstantin Fotinov (1785?-1858) is born in Samokov. He has obtained his education in the elementary monastery school in

8. P. Hartomaciclis, Emanuil Vaskidovich- dejnost i vazgledi na obrazovanieto. *IZV na NIIO «T. Samodumov»*, vol. 27, 1973, p. 53-88.

9. G. Kamisheva, Fizikata v Svishtovskoto uchilishte na Emanuil Vaskidovich. To appear in: *Svetät na fizikata*, vol. 2., 1993.

** Acknowledgements are due to Nadja Danova from the Institute for Balkans Studies at the Bulgarian Academy of Sciences in Sofia for this valuable information and for the fruitful discussions.

Samokov, and then - in the Hellenic schools in Plovdiv and probably - Smirna. About 1825 he opened a Hellenic-Bulgarian school in Smirna (In 1840s he became an interpreter in the French Consulate here and a teacher in Greek for the diplomats there). In 1850s he joined the team of translators of the Bible into spoken Bulgarian, working in Tzarigrad.

Most probably, Fotinov got acquainted with some ideas of the Newton's physics in the Hellenic school in Plovdiv. A catalogue of the school's library (which is dated about 1800) was recently obtained in the Bulgarian archives¹⁰. Several textbooks in physics and cosmography are listed in this catalogue, translated from European textbooks into Greek. In Smirna Fotinov's interest in physical sciences had grown up.

In Fotinov's manuscript of 1824 «the laws of motion, discovered by the Englishman Newton, the most thoughtful among the physicists» are formulated in the following manner¹¹:

«1. Every body remains in its state of rest or of motion with the same direction and velocity, unless an external force make it change its state.

2. The change of motion of a body is proportional to the force acting upon it, and is always taking place along a straight line.

3. The opposing force is equal to the force, to which it is opposed; and thus, the actions of the two bodies are mutual and directed to opposite places».* **

All this is quite sufficient in order to put the name of Fotinov

10. N. Danova, *Oshte za gratchkija kanal na obshtuvane na balgarite s evpg'skata kultura. Sluchajat Fotinov*. To be published in: *Literaturna misal*, 1994.

11. Narodna Biblioteka. «Sv. Sv. Kiril i Metodij, Odel za rakopisi, Gr. 117, ff. 104-105.

* ** Here is the contemporary formulation of these laws in English:

a. Every body continues in its state of rest or of motion in a straight line unless it is compelled to change that state by force impressed on it;

b. The change of motions is proportional to the motive force impressed and is made in the direction of the straight line in which that force is impressed;

c. To every action there is always opposed an equal reaction; or, the mutual actions at two bodies upon each other are always equal.

between the names of pioneers in physics in Bulgaria. However, we should mention one more contribution of him to the dissemination of physics in our country. This is the announcement of the discovery of Neptune, published in December 1846 in his journal «Lyuboslovie» (It is the first Bulgarian journal)¹². As is well known, Neptune is discovered in September 1846. Probably, this short notice is translated by Fotinov from a Greek publication. Only Le Verrier and Johan Galle are mentioned as discoverers.

Tens of young Bulgarians have obtained their quite modern for the time education in the new Greek schools during the Greek Renaissance. They have transferred the ideas of the European Enlightenment and the new scientific knowledge to the Bulgarian soil. I. Seliminski, E. Vaskidovich and K. Fotinov, who learned physics in the some of the best Greek schools in 1820s, are the first who have introduced Newton's physical ideas in their Hellenic-Bulgarian schools. The role however of the new Greek schools in the history of Bulgarian physics and education is of particular significance till the foundation of independent Greek Kingdom. Afterwards, Russian, French, and German influences on the Bulgarian school began to grow up.

3. The Newton's law of universal gravitation in the Bulgarian textbooks during the National Revival

It was the Newton's law of universal gravitation, which first of the Newton's laws appeared in the Bulgarian textbooks during the Revival. This happened in the first Bulgarian textbook in mathematical geography published by Ivan Bogorov in Odessa in 1842.

Ivan Bogorov (Ivan Andreov Bogoev, 1820?-1892) is born in Karlovo, where he has learned under the famous Bulgarian teacher Rayno Popovich. After finishing his primary education, Bogorov went to «The Great Public School» in Tsarigrad. In 1840 he left Tsarigrad for Odessa and continued his studies in the Richelev's liceum.

The «Mathematical Geography» by Bogorov was a translation

12. V. Fotinov, *Nova planeta Ljuboslovie*, v. 2, part 24, 1846, p. 177.

from Russian into Bulgarian of a textbook by V. Bardovskii¹³. The Newton's law of universal gravitation is included in the part «About the whole world» of the book. One of the sections in this part is named «Attractive and pushing-off forces». We meet a formulation of the law of universal gravitation in this section, but the name of Newton is not mentioned. It is explained, that the celestial bodies «are held in the celestial space and are moving along their ways which God has determined by the help of the attractive and pushing-off forces. The attractive force is the force of attraction of one body to another body. By the action of this force, when one body is twice as big as another body, it attracts twice as stronger, and when the distance of the body to the other body is three times greater, the attraction is nine times smaller. The attraction of a body to the centre of another body is called gravitation». (Then the «pushing-off force» is defined as the force which is «pushing-off a body, turning around another body» (i.e. the centrifugal force is ment).

As we see, the Newton's law at universal gravitation is formulated precisely. Nevertheless, a very important feature is missing - the idea that the attraction is a mutual attraction. This idea was correctly elucidated in the Bulgarian textbooks much later.

Here, we do not intend to analyze the content of Bogorov's textbook in details, but we would like to cite one more sentence from the chapter «Immobile Stars». It says: «The immobile stars, because of their big size, and their shining and sparking light, are thought to be suns, which are centres of planetary systems, invisible for us».

In 1850 a similar picture of the Universe is introduced in the encyclopaedic «Textbook for Children», a translation of the textbook of Konstantinos Vardalchos into Bulgarian, made by Antonii Nikopit¹⁴. The book is organised in «lessons» each

13. *Matematcheska geografija. Prevedena ot ruskij na novo-bălgarskij ezik Chast pârva*. Odessa, vo Braunovata tipografija, 1842. Translated by Ivan Andreov Bogojev (72 pages).

14. *Uchel'nija za detchata. Sochineni pervo po Grecheski ot Konstantina Vardalaha, prevod po Bolgarski Antonij Nikopit*. Period pervij. Tipogafija na Tcharigradski Vestnia 1850 (355 p.).

containing several subjects. For example, the subject «Physics» appears in many places in the book. On page 60, under the title «Physics» we read: «The immobile stars are said to be shining spheres as our Sun is, and they are shining on some spheres, or planets, which are very far from us and our eyes can not see them». Several lines below we find the explanation: «The planets are going around the Sun and they do not shine by their own». The law of universal gravitation is not included in this textbook. This fact, however, should not be regarded as its important disadvantage. On the cover of the book is printed «first period», that is, it was intended for the year of education in a higher level school (most probably - for the new Bulgarian middle schools - the so called «class-schools»), and textbooks for the second and third periods were to be published.

Thus, in 1842 it was already written down in some Bulgarian textbooks that many planetary systems exist in the Universe, which are like the Solar System, and all these systems obey to the law of universal gravitation. We should admit, that such a «large scale» approach to the world's system was beyond the needs and even possibilities of the Bulgarian pupils in the middle of the 19th century. The simple explanations, presented in the smaller textbooks on «Earth-Description» («Zemleopisanie»), published by the 1860s were obviously more appropriate for them¹⁵. These explanations aimed mainly to spread the heliocentric view on the Solar system throughout the Bulgarian people.

The second formulation of the law of universal gravitation in Bulgarian textbooks appeared in 1861 in Joakim Grouev's «Lessons in Earth-Description»¹⁶. The third part of this book is

15. *Obshtoe zemleopisanie varatce za sichkata zanlja. Prevedeno ot Grecheskij na Slaveno-Bolgarskij jazik, umnozenno c rasprostraneniem i pribavljeniem mnogotaznih potrebnih oblastej, i sega pervo na svjat izdano trudom Konstantina G. Fotinova S., Smyrna, V. Tipografii A. Damianova, 1843 (236p.); Kratko zemleopisanile. Estestvenno matimatichesko i grazdensko ot Georgija Ekonomova, Dupuijamina. Bucurest, v knogopechatnjata kopajnigova, 1856 (134 p.); Prvi znanija za detca. Narjadil Iokim Gruev, Belgrad, v Knjazesko-Srbska migopechafnja, 1857 (97 p).*

16. *Kroci po zemleopisanije ot J. Grueva. 1861. Izdeva sija ot Sădruz. na Blăg. knigoprodavnica v Provdiv. Văv Viena, u Knigopechatu. I. Somera (299p.).*

named «Calculative Earth-Description or Cosmography.» In Lesson 3 of this part the following explanation is proposed: «The movable stars are suspended in the space and they are moving around the Sun with the help of forces, named attractive and pushing-off [forces]». The definition of the attractive force is more precise than in Bogorov's textbook: «The attractive force attracts bodies proportionally to their heap (i.e. mass) and reversely proportionally to the square of the distance; i.e. when a body is three times bigger it [the attractive force] is three times stronger, and when a body is three times more distant, it is nine times weaker».

The explanation however of the pushing-off force, proposed by Grouev, is not correct. «The pushing-off force pushes the bodies along a straight line, and the attractive force causes this line to bend and to form elongated circles (ellipses), which are drawn by the celestial bodies during their turning around [the Sun]».

It should be mentioned, that in Grouev's textbook Neptune is included in the list of the planets in the Solar system for the first time in the Bulgarian astronomical literature. Newton is not mentioned in the book.

During the Revival, the idea, that the universal gravitation is due to mutual attractive forces between bodies was very difficult to acquire. An example from 1865 clearly demonstrates the situation. In this year the «Mathematical Geography» of Spiridon Petrov was published in Russian¹⁷. It is correctly explained in the book, that the force of the Earth attraction, which causes a stone to fall to the Earth surface, is the same force as the universal gravitation, which attracts the Moon to the Earth and the Earth to the Sun. It is mentioned that Newton (!) has proved that this force is reversely proportional to the square of the distance. After that, a totally incorrect statement follows: «The Earth attracts the Moon, and also the Moon attracts the Earth, but with a much weaker force, because its mass is much smaller than Earth's mass, and the attractive force

17. *Pālna matematicheska i fizicheska geografija ot Spiridona Petrova. Za upotreblenie na narodnite uchilishta. Chjast I. Matematicheska geografija, izdanie pārvō.* Russe, v pechjatnichata na Dunavskata provincija, 1865 (144 p.).

of the bodies is proportional to their masses». Several pages below the same reasoning is used as a «proof» of the heliocentric structure of the Solar system - it would be impossible for the earth, according to this «proof», to hold the Sun on its orbit, because of the Earth's small attractive force, compared to the Sun's attraction.

It is strange enough to find such a misunderstanding of the Newton's law of universal gravitation in 1865, because 16 years before the mutual character of the gravitational force was very clearly pointed out in the first Bulgarian textbook in physics - the Nayden Guerov's «Survey of Physics», published in Belgrad¹⁸. What we read in this book is: «Universal attraction is the force, responsible for the mutual attraction of all parts of the matter, which drives them to draw closer to each other. This force demonstrates itself in different phenomena and is being called correspondingly gravitation, Earth attraction, and particle's attraction. Gravitation is that action of the universal attraction, which is responsible for the perpetual and unchanging motion of the celestial bodies. Due to the Earth's attraction all the Earth bodies are being pulled to the centre of the Earth».

In 1869 the second Bulgarian textbook in physics is published in Plovdiv by J. Grounev. It was a translation from French of the well known «Experimental Physics» by A. Ganot¹⁹. In this book the law of universal gravitation is formulated fully and precisely: «The famous English physicist Newton... has discovered the important laws of universal attraction, which govern the motion of Earth and celestial bodies... We can formulate the Newton's theory of universal gravitation like this:

1) Mutual attraction exists between all the bodies in the world, which is present at any distance and drives the bodies to draw closer to each other;

18. *Izvod ot fizika, napisan ot Naiden Gerov, chast prava*. Belgrad. Pечатано v pravitelstvena pečatnju 1849.

19. *Opitna fizika s 368 hubavi chertezi, sastavena na franchuzskij jazik ot A. Gano, prevedeni ot J. Grunev*. knizarnica Xr. G. Danov i Siev Plovdiv, Ruschjuk, Veles, 1869. Vienna, y knigopecatu. A. Somerova.

2) the attraction of any body at a given distance is growing up with its mass, or, in other words, the attraction is proportional to the mass of the body;

3) The attraction at given masses is decreasing as the square of the distance is increasing; or, all the same, the attraction is reversely proportional to the square of the distance».

On the next page we can find some additional explanations: «The special attraction between the celestial bodies is called gravitation... The Earth's attraction is the force, which causes all the free bodies to fall, that is to move towards the centre of the Earth. This force is a particular case of the universal attraction. It is caused by the mutual attraction between Earth and the bodies on its surface».

In 1873 a comprehensive consideration of the problem of the universal gravitation in Bulgarian appeared in the textbook «Cosmography» by A. Malinin and K. Burenin, translated from the 3rd Russian edition by D. Enchev²⁰. In this book, for the first time in Bulgarian, are formulated (very correctly) the three Kepler's Law. These laws are used in Part 17 of the book, which is devoted to the universal gravitation. A simple consideration is proposed in order to show, that the reverse proportionality of the gravitational force on the square of the distance is a consequence of Kepler's laws. Some arguments are also put forward, which demonstrate that this force should be proportional to the mass. Then a full and precise formulation of the law is given:

«Thus, the Earth's attraction is only a particular case of those mutual attraction which the Sun exerts over the planets, the planets exert over the Sun and one over each other, and all these phenomena are particular cases of one and the same natural law, called law of the universal attraction, and which says that every two particles of matter attract each other with a force, which is proportional to the product of their masses and reversely

20. *Kosmografija (Răkovodstvo za uchilishtata)*. Săstavili A. Malinin i K. Burenin, *prepodavateli v 4ta Moskovska gimnazija Ot tretoto isdadeno i dopălneno izdanie prevod D. Enchev*. S. 101. figuri Knigoprodavnitcha Monchilovi i Sie i Tămovo; Viena u knigopechatnitchata I. Somer i Sie, 1873.

proportional to the square of the distance between them. This law is discovered by Newton».

Then, the well known formula for the gravitational force is presented and an interesting description of the Cavendish's experiment is given. It is especially stressed that this experiment is a direct proof of the Newton's law.

The last paragraph of the textbook is devoted to the discovery of Neptune, which is «the most brilliant verification of the Newton's law of universal gravitation». We should notice here, that in their book Malinin and Burenin present both independent discoveries of the new planet-that of Galle, who has followed the theoretical predictions of Le Verrier, and the theoretical discovery of the Cambridge astronomer John Adams, whose calculations are now believed to have been completed before the calculations of Le Verrier. (The story of discovery of Neptune is told comprehensively, in the popular astronomic book of O. M. Mitchell «Orbs of Heaven: or the Planetary and Stellar Worlds», translated from English into Bulgarian by D. Vitanov and published in 1875).

In 1872 and 1874 the third and forth Bulgarian textbooks in physics are published.^{21, 22} In both of them the universal gravitation is considered very shortly. It was not easy to add something really important to the comprehensive consideration given in the book of Malinin and Burenin. Even in the beginning of 20th century their «Cosmography» was used in the Bulgarian secondary schools.

4. The Newton's laws of dynamics

In 1849, as we have already mentioned before, the first Bulgarian textbook in physics was published. It was the «Survey of Physics» («Izvod ot fizika») of Nayden Guerov. Surprisingly enough, this is not a translation, but a fully original textbook. Its author Nayden

21. *Fizika za glavni narodni uchilishta ot subert, prevedena ot J. Gruev*, 76 figuri, knijarnica na Mr. G. Danov i Sio v Provdiv, Ruschjuk, Veles, 1872 Viena, knigopechatna. L. Somera i Sie.

22. *Rukovodstvo kam fizikata. Sastaveno ot I. W. Gjuzelev*, 292 cherteza v tekstát. Namira sja za prodan y izdatelja na knizarnicata na Mr. G. Danov i Sie v Provdiv, Ruchjuk, Veles. 1874. Praga, knigopechatu Ginek Militki i Novak.

Guerov (1823-1900) was born in Koprivshtitsa. He has learned in his birth town and in the Hellenic school in Plovdiv. In 1839 he went to Odessa and continued his education in the secondary school at the Richelle liceum. In 1842 he entered the Cameral division of the Liceum (where administration, finance and technology were taught). In 1846 he graduated from the Richelle liceum with a thesis on the technology of glass. In 1846 he returned back to Koprivshtitsa and opened a new school there.

The school created by N. Guerov in Koprivshtitsa is known to be the first Bulgarian middle school («class school»), opened as a separate school not being an addition to a primary school. N. Guerov included physics in the program of his school and wrote his «Physics» for the needs of teaching this subject. When writing his textbook, N. Guerov was using some of the best textbooks of that time, in the first place these of E. Chr. Lentz, in Russian, and of K. Pouillet, in French. The interest in the textbook was great - 683 copies had been sold before the book was printed.

In the Guerov's «Physics» we find the first presentation of the foundations of the Newton's laws of mechanics in Bulgarian. The Newton's name however is not mentioned. The First Newton's law is given in the following form:

«A body, being in rest, can not begin to move by itself; or being in motion, can not stop by itself. This property is called “inertia” and it is spoken for the bodies that they are inert».

The first introduction of the notion of force in the book is not precise: «Every cause, which makes a phenomenon, is called force, or action-maker («deystvovatel», those who acts)». Several lines below we read: «The real nature of the forces and action-makers is still hidden from us; only their effects are known, and this fact allows us to divide all the action-makers into two groups: 1) universal, or general, attraction, and 2) some rather thin matters, like heat, light, magnetism, and electricity».

The definition of force is much more precise several pages below: force is being called «every cause which can make a body move». This is already a dynamic definition, although not a full one. The explanations of the notion is going on with introducing

«momentary and infinite (constant) forces», with elucidating the main elements of a force -size, direction, and point of application. The main methods of measuring and summing forces are also explained. Then a more precise form of the Newton's first law of dynamics is proposed:

«If a body is put in motion by a momentary force, it will keep moving infinitely and with a constant speed along a straight line; it can not change its direction or speed of moving by itself. Another force should be applied to it in order to stop it, or no change its direction or speed of moving».

Afterwards the following form of the Second Newton's law of dynamics is introduced: «When one and the same force is acting on different bodies, it makes them move with speeds reversely proportional to their heap (mass)». Actually, not just a force, rather than a force impulse (i.e. a «momentary» force) is ment here. Then the momentum (old name «quantity of motion») is defined as a product of the mass and speed, and a new form of the Second law is given: «A force (a «momentary» force!) gives one and the same quantity of motion to every body». At the end of this section, an idea of the Third Newton's law of dynamics is given using the example of a «kicking» of a gun.

Then, we meet again the second Newton's law, formulated for the case of constant forces: «There is such kind of variable motion, whose speed is increasing or decreasing with a constant rate... This kind of motion is a consequence of a constant force». The free fall near the Earth's surface is analyzed as an example of such a motion.

Thus, in the first Bulgarian textbook in physics the Newton's laws of dynamics are not formulated in a general form. In 1869 and 1872 two new textbooks in physics, translated and published by J. Grouev, appeared . These textbooks however are not better than N. Guerov's «Survey» as far mechanics is concerned. Moreover, they are less precise in some important topics, like the notion of weight and its connection with the Earth's attraction.

The second original Bulgarian textbook in physics is published in 1874. Its author, Ivan Gyuzelev (1844-1916), is born in Gabrovo. He has obtained his elementary education in his birth town. In 1860

he left Gabrovo for Odessa where he entered the Herson seminary. Seven years later, in 1867, Gyuzelev finished the course in the seminary and began his studies at the Faculty of Mathematics and Physics of the Odessa Novorossiiski University. He graduated in 1871 and returned back to Gabrovo. Here he was appointed a teacher in the Gabrovo middle school and became one of the initiators for transformation of this school into a fullprogram secondary school. His «Guide to Physics» was written in order to meet the needs of this new secondary school. (The book is based on Russian and French textbooks).

In Gyuzelev's «Guide» some of the notions of mechanics are defined more precisely than in N. Guerov's «Survey». For example, the notion of force is introduced in this manner: «In mechanics forces are considered only as causes of motions. For that reason, in mechanics every cause which can make a body move or stop moving, is called a force».

Interesting enough, but 25 years after the publication of the textbook of N. Guerov, in the «Physics» of Gyuzelev the First Newton's law of dynamics is introduced in a much the same way: «If a momentary force (in the book «interrupted force» is used) make a body move, then, as we know, the body will not stop moving or change its motion by itself. That's why: 1. the direction of moving will remain the same, i.e. the body will move along a straight line; 2. in equal time intervals the body will pass equal spaces».

The Second Newton's law in the case of a constant moving force is introduced in the from: «If the force is constant, the body will get proportionally greater and greater motion» (That is - its speed will be increasing with a constant rate). A more satisfactory formulation of this law appeared in 1895, in the second edition of the textbook²³. In the second of the additional chapters of this edition «Forces and resistances» we read: «The ratio between the force and acceleration of one and the same body is always a

23. *Rukovodstvo kǎm fizikata ot I.N. Gjuzelev. Izdanie tovo, preraboteno i dopalнено v razmer na programata za gornite klassove na srednite uchilishta. S. 417 figuri v teksta, Sofia, knigopechatnitcha u Litografija na Jakno Kovachev, 1895.*

constant. This constant is called the mass of the body».

In 1895's edition, in the fourth additional chapter, «Collision of bodies. The centrifugal force», we meet for the first time in the Bulgarian literature in physics a formulation of the Third Newton's law of dynamics: «When a body is acting on another body, we have to accept that the second body is acting on the first body with a force with the same size,... but in a reverse direction. This is a general rule in dynamics, which is called the equality law of action and reaction».

As we see, in contrast to the Newton's law of universal gravity, the three Newton's laws of dynamics have not been included in their general form in the Bulgarian textbooks in physics by the National Liberation in 1877. Notwithstanding, the main ideas of these laws are well explained in these textbooks, though without mentioning the Newton's name.

CONCLUSIONS

The dissemination of knowledge in the fields of physics and other natural sciences on the Bulgarian soil during the National Revival had gradually built up the faith and hope of the Bulgarian intellectuals in the science, as a basis and prerequisite for economical and social progress of the society. The Newton's name and his Law of universal gravitation had become a symbol of the New Time for the Bulgarians. «The discovery of the astronomical laws by Kepler, of the natural attraction of bodies by Newton, of the chemical composing and decomposing in the reality, the new geological investigations and discoveries have broken the slave chains of the human's spirit in the whole Europe - wrote Ivan Seliminski in 1859²⁴. These acquisitions will gradually penetrate in the other four continents of the Earth and the slave chains will completely disappear from the mankind. This is the natural road, drawn by the very Nature, to the good fortune of the human kind, and - consequently -of our people as well».

24. I. Seliminski. Po kakav nachin shte se osvobodi nashijat narod? In: *Izbrani sacinenija*, Sofia 1979, p. 152.

H. R. Patapievici

Professor, University of Bucarest

A SHORT LOOK INTO THE DISSEMINATION OF NEWTONIAN IDEAS IN THE ROMANIAN PROVINCENCES: 1687-1860

1. Methodological Preamble

1687 is the publication year of the first Latin edition of *Philosophiae naturalis principia mathematica*; on 26th October, 1860 Prince Cuza inaugurated the first Romanian university, University of Jassy, at that time endowed with a department of «positive sciences».

The work expressing Isaac Newton's ideas has always been particularly abstruse. The form itself of his discourse places him closer to Gallilei than to his posterity, in spite of the obviously infinitesimal sense of his geometrical figures. It rested with the great mathematicians Taylor, Johann I and Daniel Bernoulli, Euler, Clairaut and D' Alembert, between 1713 and 1750, to turn «the inarticulate set of problems» comprised in *Principia* into mathematical science in a modern sense¹.

In other words, Newton's ideas could spread due to the decisive development of infinitesimal calculus in continental Europe, on the account, as known, of his very rival, G.W. Leibniz, without whom «l' extension graduelle et la perfection du *systema mundi* newtonien eussent été impossibles»². Last but not least, one should

1. C. Truesdell, «The Role of Mathematics in Science as Exemplified by the Work of the Bernoullis and Euler» (1979, 1981), §3, in *An Idiot's Fugitive Essays on Science*, Springer Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo, 1984, pp. 97-132.

2. Alexandre Koyré, «Sens et portée de la synthèse newtonienne» (1948), in: *Etudes Newtoniennes*, Gallimard, 1968, chap. II, p. 27.

point out the stages in which Newton's influence spread into the western world.

By the time it grew to be a *communis opinio* of modern science and of all enlightened people for almost 200 years, Newton's world of ideas faced a rather difficult dissemination. We have already identified the first impediment as the obsolete mathematical language of his geometrical figures. Once the Newtonian «geometry» could be translated in terms of differential equations, which happened by the second half of the 18th century, Newton's ideas started to spread rapidly. The second impediment was of a conceptual nature: the immediate distance attraction was considered by Newton's contemporaries to be a disguised revival of the medievals' occult features, while the existence of a perfectly void space, i.e. of the nought, aroused a vivid repulsion³. One should not ignore that the intellectual milieu of scientific thought in the second half of the 17th century was inspired by Descarte's work, and that Newton's ideas did not win recognition in continental Europe until after a long fight with Cartesianism⁴. Voltaire himself, one of the most determined propagators of Newton's ideas (v. *Eléments de la philosophie de Newton*, Paris, 1738) remarked somewhere that at the time of Newton's death, there were no more than 40 adepts of his philosophy in England. However, this progress was none the less visible: in Scotland, Cartesianism disappeared around 1715 (according to Thomas Reid), while in France its defeat was imminent around 1730 (D'Alembert noted in *Dynamique* (1743) that Descarte's sect was vanishing). In 1773 Holland reached the conclusion: «A peine trouverait-on aujourd'hui des sectateurs de la philosophie de Descartes»⁵. It is interesting to point out that the translation of Newton's programme in terms of analytical mathematics was carried over synchronically (mid 18th

3. Idem, «Newton et Descartes» (1965), in *Études Newtoniennes*, chap. IV, p. 88.

4. Pierre Brunet, *L'Introduction des théories de Newton en France au XVIII^e siècle*, Blanchard, 1931.

5. Emile Bréhier, *Histoire de la philosophie*, t.II, 1981, pp. 276-7 (liv. II, chap. I, §1: «La pensée de Newton et sa diffusion»).

century) with the defeat of the last conceptual resistance inherited mostly from the Cartesian philosophy.

I would like to add some words about the way in which Newton's natural philosophy displaced the philosophical evidence of Cartesianism in people's minds. Descartes's theory propagated mainly owing to a *Traité de Physique* by Rohault, published on the Continent in 1671. Théophile Bonet translated it into Latin and published it in Geneve in 1674, then in London in 1682. But the master-stroke belongs to Samuel Clarke, Newton's friend and student, as well as authorized representative in the philosophical polemic against Leibniz. In 1697 he issued a new edition of Rohault's book under the title *Physica*, which contained some *Annotationes*. Here Clarke, apparently explaining the text, actually contradicted its basic ideas by opposing them to Newton's views, which he introduced more coherently. This hybrid formula enjoyed such a success that the sixth latin reprint was still demanded in 1739. Moreover, in 1723 an English translation was published (followed by two other reprints in 1729 and 1735) under the significant, yet peculiar title: *Rohault's System of Natural Philosophy, illustrated with Dr. Samuel Clarke's notes taken mostly out of Sir Isaac Newton's philosophy*⁶. What I would like to stress upon here is that from the very beginning Newton's ideas did not propagate directly, but through intermediaries. Which means that the work as a whole was not the source of diffusion, but only certain formulations of the ideas contained in it.

It is about time we drew the conclusions. (A) Newton's *Physics* spread dynamically only after its **translation** into differential equations was accomplished (around 1750, according to C. Truesdell's evaluation). (B) Newtonian *ontology* (the existence of a void space, the action at a distance, the absolute movements, God's role in maintaining physical laws, etc) acquired prestige only after Cartesianism had been defeated (which, according to d'Alembert, occurred in 1743, as corroborated by the last edition of Rohault's book annotated in Newtonian spirit by Clarke in 1739). The assertion of his natural philosophy is remarkably contemporary

6. Al. Koyré, *loc. cit.*, p. 132, note 4.

with the new mathematical form acquired by Newton's physics. (C) The Newtonian research programme did not propagate directly through the diffusion of his works (i.e. *Principia* and *Opticks*⁷) but rather through some famous reformulations that had a tremendous impact upon Newtonians. I am referring especially to the fact that, when it attained maximum influence, Newton's physics research programme, explicitly formulated in *Querie XXXI*, v. *Opticks* (1717), took the form of Boscovici's cosmology, exposed in *Theoria Philosophiae naturalis readacta ad unam legem virium in Natura existentium* (1758)⁸. All Newtonians after Boscovici and up to the first decades of the 19th century were actually adepts of his cosmological programme (Laplace was one of the most notorious of these adepts): «La Cosmologie de Boscovich traçait à la théorie physique un programme que les géomètres de la fin du XVIIIe siècle et d'une grande partie du XIXe siècle allaient s'efforcer de remplir»⁹.

Consequently, when speaking of the dissemination of Newtonian ideas we have to consider the significant distinctions between: (A) the spread of Newtonian physics under the shape of rational mechanics textbooks, (C) the diffusion of the Newtonian nature research programme transposed in Boscovici's ideas and, eventually, (B) the impact on people's minds of the philosophical

7. Until 1750, *Philosophiae naturalis principia mathematica* had six Latin editions and reprints, to which we can add just one English translation of 1729, by Andrew Motte. Up to the end of the 18th century a French translation was published by Madame la Marquise du Chastellet, in 1759. During this interval, *Opticks* was given four English editions and another four in Latin, by Samuel Clarke; a French translation by Coste was printed in 1720 and 1722 and another one was brought out by the end of the century, in 1787, by Jean Paul Marat, as well as a new Latin edition of all the Newtonian works in optics (1773) (the data were taken from «*Bibliografia operelor lui Newton*», in Victor Marian's *Isaak Newton, Principiile matematice ale filozofiei naturale*, Ed. Academiei R. P. R., 1956, pp. 437-441).

8. Pierre Duhem, *L'Evolution de la Mécanique*, chap. IV (Paris, Librairie Philosophique J. Vrin, 1992, p. 26).

9. Idem, *Histoire de la Physique*, 1910, chap. XXVII (ms. p. 154: Archives de l'Académie des Sciences, Boite No. 6, côte 1756).

suppositions arising from the universe of Newtonian physics.

2. 1687-1812 (A bibliography of the period can be found in G.St. Andonie: *Istoria matematicii în România*, vol. I, 1965, §19. pp. 114-7).

What characterizes the Romanian Provinces First of all, the communication channels were the princely academies, founded in 1714 in Moldavia and in 1679 (or 1694) in Wallachia. The reforms of 1766 (Moldavia) and 1776 (Wallachia) introduced «epistimias» in the curriculum. For instance, out of nine teachers employed by the Wallachian princely academy, at the time of Alexandru Ipsilanti's reform one taught geometry and another arithmetic. Second, whereas continental Europe continued to be Cartesian until shortly before mid 18th century, the Romanian Provinces were essentially Aristotelian until about 1760¹⁰, due to the physics lectures of the neo-Aristotelian Teofil Corydaleu, who based his teaching on the eight books of Aristotel's *Physics*¹¹. The new trends in the Greek cultural centres of the period-among which Jassy was one of the most important-were an eclectic mixture of Gassendi's, Descartes's, Leibniz's and Wolff's ideas¹². The last enjoyed a particularly important diffusion in the Romanian territory. An example: in Jassy the neo-Aristotelian Corydaleu was displaced by Nichifor Theotochis, who between 1762 and 1767 taught here the new ideas, which were, of course, Wolff's. In 1765 in Leipzig Theotochis brought out a Greek version of *Elements of Physics* in two volumes (including mechanics). At that time, between 1760 and 1773, still in Jassy, Nicolae Cercel (also known as Zarzulis) was

10. Cléobule Tsourkas, *Les débuts de l'enseignement philosophique et de la libre pensée dans les Balkans. La vie et l'oeuvre de Théophile Corydalée (1563-1646)*, Bucharest, 1948, p. 66. According to Tsourkas, Traditional Aristotelianism survived in Wallachia until 1800, when it was eliminated through Lambros Photiadis's reform (*ibid.*, p. 67). Anyway, a great number of manuscripts inspired from «the wise Teofil Corydaleu's lectures were still written until the end of the 18th century (cf. George St. Andonie, *Istoria matematicii în România*, vol. I, Ed. Stiintifică, Buc., 1965: Constantin Zigora's manuscript, indexed here under no. 25, p. 56.

11. G. St. Andonie, *op. cit.*, p. 42.

12. C. Tsourkas, *loc. cit.*, pp. 66 et seq.: Eugène Voulgaris's removal.

teaching after Wolff too¹³. Cercel's Greek text is a partial translation from Latin of *Compendium of Universal Mathematical Elements*, issued in Cluj in 1773. This compendium was itself a translation by S. Pataky, from the Reformed Secondary School of Cluj, of Christian Wolff's *Anfangs-Gründe aller mathematischen Wissenschaften* (4 vol., Halle, 1713)¹⁴. The same Latin text by Pataky stood at the basis of the later compilations which in 1821 inspired Gh. Lazăr's textbooks¹⁵. It has been asserted that the Greek manuscripts left by Nicolae Cercel should prove that he was «the first to teach experimental physics and the Newtonian theory of gravitation in the Romanian Provinces»¹⁶. Or, in the above-mentioned work, Wolff dealt with elementary notions of statics, kinematics (uniform, uniformly varied movement) plus some notions of hydrostatics and hydraulics. On the other hand, the 1773 *Compendium* contained only notions of statics (actually all the mechanics disseminated in the Romanian Provinces during the 18th century and the first quarter of 19th century consisted essentially of engineering statics, based on levers, weight centres, etc, as demonstrated by manuscript 1081 in the Romanian Academy Library described in¹⁷) while the notions we could vaguely call Newtonian (for example: action/reaction) were combined with others, typically Leibnizian, such as the definition of live force. We should not ignore that Wolff was a Leibnizian, and Leibniz himself was by no means Newtonian (see in this respect Leibniz's correspondence with Samuel Clarke).

There are two surprising aspects of the scientific education practiced at the princely academies (until 1812, when they were

13. G. St. Andonie, *op.cit.*, p. 51, where he refers to the Greek ms. 1020 in the Academy Library.

14. Ibidem, p. 91; v. also Stefan Bălan, Igor Ivanov, *Din istoria mecanicii*, Ed. Stiintifică, Buc., 1966, p. 128.

15. Victor Marian, «Scrierile matematice ale lui Gh. Lazăr, in *Gazeta Matematică*, year XLI, 1935-36, pp. 414-19 and 460-2 show that Lazăr processed several textbooks (v. G. St. Andonie, *loc. cit.*, p. 67).

16. G. St. Andonie, *op. cit.*, p. 42.

17. Ibidem, pp. 60 *et seq.*

closed): (a) the total absence of lectures in differential and integral calculus¹⁸ and (b) that none of these lectures represented an original creative effort (the only type of creativity worth emphasizing is the effort to create a mathematical terminology and this mainly with Asachi (1813) and Gh. Lazăr (1818)¹⁹. A major handicap in explaining the mathematical concepts of physics stood in the fact that Arabian figures came into use only after 1750, by that time a notation system based on Cyrillic letters having been used²⁰. But Newton's **legacy consists exactly of the fact that the principles of natural philosophy are mathematical**. On the whole, one can assume that no real notable influence of Newton's ideas could be taken into account as long as the language of their transcription had not been created yet. We can mention here an 1821 note of the Oltenian boyar Ion Zătreanu on page 9 of the oldest mechanics manuscript in Wallachia (ms. 1081 of the Romanian Academy Library), where he acknowledges that, although he strived hard to read the text, he did not manage to understand it²¹ (the text is based on algebra elements of 1746 and fraction problems of 1596). Briefly, in this period the only consistent contributions in physics were some elements of mechanics in the Greek manuscript 1081 (body fall, levers, weight centres, simple machines, etc), written between 1800 and 1801, and a few purely enunciative principles of Newtonian mechanics, included by Gh. Sincai in the manuscript paper *«Natural Learning to Abolish People's Superstitions»*, written around 1809 and first published in 1959²². In these papers types (B) or (C) of

18. *Ibidem*, p. 43.

19. V. mss. 3165, 4566, 1316, 1081 and 3682 at the Romanian Academy (cf. Andonie, p. 102).

20. *Ibidem*, pp. 103-4. The confusion caused by the use of new Arabian figures continued during the first half of the 19th century. For example, zero equaled nothing, so no clear distinction could be made between 187 and 1807.

21. *Ibidem*, p. 60.

22. Ms. 39 in the Academy Library in Cluj, the Oradea fund (cf. Andonie, *op. cit.*, pp. 100-101): the text is a remake after *Volksnaturlehre zur Dämpfung des Aberglaubens* by I. Helmuth (1732-1813), discovered by I. Radu in 1923 (cf. St. Balăn, I. Ivanov, *Din istoria mecanicii* 1966, p. 128).

dissemination are excluded; what is present here from Newton's theory are not his ideas, but his physics vulgata, the result of its codification in the standardized and, to be fair, opaque textbook expressions. A certain influence of Newton's ideas, although a totally vague one, can be identified in the decision to abandon old physics in favour of the new, of course, Newtonian perspective²³. But this Newton was very remote, it was a textbook vulgata Newton.

3. 1812-1860 (A bibliography of the period can be found in G. St. Andonie, *op.cit.*, §37, p.174).

While in the 18th century the Romanian (or Greek) students used the sources of Constantinople and Italy (of which Padova, an important neo-Aristotelian centre, enjoyed attention²⁴, in the 19th century the direction of cultural inspiration switched from the south to the west: Vienna and Paris became, in this order, the most attractive capital-cities (the Romanian student's tendency to go to Sorbonne grew after 1869; cf.²⁵). The difference in scientific knowledge between the two geographical areas had sometimes a dramatic effect on the young scholars. There is the evidence of a student (Ion Pandeli) who, after studying hard in Pisa, went to continue mathematics in Paris; there he discovered how little knowledge he had of the subjects taught and, abandoning himself to despair, committed suicide (1824). Luckily, Romanian students' conscientiousness was not, however, always so fatal. On their return, the generation sent to Vienna for study in 1833-4 provided the teaching staff of the newly opened Michaelian Academy in Jassy. This generation produced the first Romanian teacher of «popular mechanics», the architect engineer Alexandru Costinescu (1812-1872)²⁶ for whom a department of analytical geometry was created in 1842;

23. Stefan Pascu (ed.), *Istoria învățămîntului din România*, vol. I (from the beginning to 1821), Ed. Disactivă și Pedagogică, Buc., 1983, p. 352.

24. Cléobule Tsourkas, *op. cit.*, Ière partie, chap. V., pp. 81-98.

25. G. St. Andonie, *op. cit.*, pp. 188-9.

26. Idem, «Inginerul arhitect Alexandru Costinescu. Primul profesor de mecanică populară predată la noi în limba română (1812-1872)», in: *Studii și cercetări de mecanică aplicată*, vol. XII, 1961, nr. 2, pp. 441-6.

Teodor Stamati (1812-1852), a teacher of «high mathematics» and physics, who published a series of lectures in physics also comprising chapters of Newtonian mechanics: *Elementary Physics for College Forms in Moldavia*, Jassy, 1849²⁷; as well as Dimitrie Asachi (1820-1868), author of the first Romanian original study in exact sciences: *Über die Umkehrung der Reihen*, 1841²⁸. Later on, the first more or less professional translations of chemistry and physics books were published in 1851, 1857, 1863 by Alexe Martin, a former Paris student (1845-50).

He had studied, among others, with Gay-Lussac, Claude Pouillet (physics) and Jules Pelouze (chemistry). One generation later, Ion Stravolca (1843-1910) held a complete series of lectures in physics²⁹; an increased preoccupation to popularize physics gradually and unavoidably led to a greater familiarity with the popularized domain³⁰. Thus now we can notice the first Romanian original contributions to analytical mechanics- I am referring to Emanoil Bacaloglu's (1830-1891) study: *Über eine Aufgabe der analytischen Mechanik*, 1859³¹. Anyway, it was only after 1866 that a separate department of differential and integral calculus was created³². We can thus reach the following conclusions: According to assumptions (A) and (C), specific Newtonian problems definitely appeared in the Romanian cultural space only with the

27. St. Bală, I. Ivanov, *op. cit.*, p. 198, n. 1106.

28. The booklet was signed D. von Assaky.

29. C. Mihul, T.T. Vescan, etc., «Dezvoltarea stiintelor fizice» in: *Contributii la istoria dezvoltării Universității din Iasi (1860-1960)*, vol. II, 1960, p. 47.

30. *Mos Pătru sau învățătorul de sat. Convorbiri asupra mecanicii*, Biblioteca pentru tinerimea română, Buc., 1842. The booklet was issued without the author's name, but today he is known as Alexe Marin (cf. G. St. Andonie, *op. cit.*, p. 142 up). V. Also A. Ioachimescu, «Profesorul Gh. Kirilov», in: *Gazeta Matematică*, year XIV, 1908-1909, p. 97.

31. The list of Em. Bacaloglu's original papers is given in G. St. Andonie, *op. cit.* §39, c. p. 186. Bacaloglu was the first Romanian who ever published in prestigious specialized magazines, such as *Zeitschrift für Mathematik und Physik* and *Archiv der Mathematik*. His biography appeared in *Poggendorffs biographisches Handwörterbuch*, Band 3, 1898.

32. G. St. Andonie, *op. cit.*, p. 181.

maturation of the mathematical culture. Out of the first four Romanian doctors in mathematics who obtained their honours degree at Sorbonne three dealt with subjects from Newton's natural philosophy: Spiru Haret demonstrated the appearance of secular inequalities at the large axes of the planets in the approximation of the 3rd power of the masses (1878), Constantin Gogu emphasized the moon inequalities due to the perturbations caused by planet Mars (1882), and Nicolae Coculescu showed that for the perturbations in our solar system there is only one singular point on the convergence contour (1895).

4. Conclusion

While the Newtonian ideas acquired recognition in the European scientific world as the Newtonian programme (C) mathematized itself, turning into a mathematical physics (A) and, simultaneously, imposed its ontology (B) against the Cartesian vulgata that had dominated continental Europe almost up to the second half of the 18th century, in the Romanian cultural space the Newtonian diffusion consisted essentially in the propagation of some textbook type scientific knowledge. When the Romanians of that time spoke of «new physics» they meant two things: first of all, a distinction from Corydaleu's neo-Aristotelianism (especially in the 18th century); second, the knowledge considered to be **absolutely certain**, furnished by the physics textbooks en vogue in the prestigious cultural centres (first the German, then the French cultural spaces) in the first half of the 19th century. Basically, Newtonianism did not reach us as a philosophy, but as a textbook vulgata.

On the other hand, the ontological innovation of Newtonianism, as perceived, for instance, by Leibniz or Berkeley, who perfectly understood Newton's mechanics in unity with its theology, passed absolutely unnoticed by the Romanian cultural space. From the (B) point of view, we cannot speak of any dissemination of Newton's ideas among us. Then when did Newton's ideas start to stimulate our scientific thought? Only when the mathematics adjacent to these ideas became familiar (so not before the second

half of the 19th century). But authentic creations connected to the spirit of Newton's mechanics were encountered in Romania only in the 20th century. Until then, i.e. in the period we have been analysing so far, **the metaphor of Newton's diffusion** in the Romanian Provinces is suggested by the following sequence: (a) 18th century: Newton was just a simple scholarly reference, unintegrated in any personal system of reflection. Paradigm: Antioh Cantemir (1709-1744) is said to have read Descartes, Pascal, Newton, Leibniz and Maupertuis when 22 and later to have had some disputes with Voltaire in Paris; he even had relations with the mathematicians Euler and Daniel Bernoulli and translated a book on Newton from Italian into Russian³³. There was no creative consequence of these contacts.

(b) The beginning of the 19th century (the first quarter): Newton was just a simple textbook reference. Paradigm: for his classes of students Gh. Asachi translated, between 1814 and 1818, textbooks of arithmetic, geometry, trigonometry and algebra by Etienne Bézout (v. manuscripts 151, 1796, 2496 and 5551 in the Romanian Academy Library, cf.³⁴; compared to Bézout's original, manuscript 151 contains four additional pages (214-7, xxi-xxiv); the last page, 217, contains a list of «names of the most remarkable mathematicans»; twenty-one in all. Among them, beside some of no importance, Newton's name appears. And this is all.

(c) The third quarter of the 19th century: Newton is perceived as an indispensable reference to the scientific culture. Paradigm: After brilliant studies in mathematics and physics and an interesting original career, Emanoil Bacaloglu returns home, becomes a physics university professor and produces a modest article: «Newton and Leibniz, or the discovery of the infinitesimal calculus» (1872)³⁵. For the time, these impressive names could not stimulate a creative reflection. Romania had to wait for the 20th century.

33. Ibidem, p. 49.

34. Ibidem, p. 77 down.

35. Ibidem, p. 79 up.

Λίνος Γ. Μπενάκης

τ. Διευθυντής Κέντρου Φιλοσοφικών Ερευνών Ακαδημίας Αθηνών

Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΟΣ ΚΑΤΑ
MUSSCHENBROEK ΑΠΟ ΤΟΝ ΝΙΚΟΛΑΟ ΖΕΡΖΟΥΛΗ ΣΤΗΝ
«ΑΘΩΝΙΑΔΑ ΑΚΑΔΗΜΙΑ».
ΑΝΕΚΔΟΤΟ ΧΕΙΡΟΓΡΑΦΟ ΤΟΥ 1760.

Έχω χρέος νά δηλώσω από την πρώτη στιγμή, ότι θεωρώ την Ανακοίνωσή μου αυτή πρόδρομη παρουσίαση του θέματος, όχι μόνο επειδή θά ήθελα πάρα πολύ χρόνο (πού δέν έχω αυτή την εποχή) γιά νά προετοιμάσω σωστά ένα θέμα μέ πολλά σημαντικά στοιχεία καί μέ πολλές διαστάσεις, πολλές από τίς όποιες έχει επισημάνει πολύ εϋστοχα ό κ. Γιώργος Βλαχάκης. Καί δηλώνω μέ τήν ευκαιρία αυτή ότι βλέπω όλο καί πιο επιβεβλημένη στό μέλλον τήν συνεργασία Ίστορικών τής Φιλοσοφίας καί Φυσικών, καθώς καί Μαθηματικών, στόν χώρο αυτόν. Ήμεϊς οί φιλόλογοι χρειαζόμαστε ιδιαίτερα τήν συνεργασία αυτή. Πρόδρομη όμως είναι ή ανακοίνωσή μου καί γιά τόν βασικό λόγο, ότι τό υλικό πού παρουσιάζω σήμερα είναι πραγματικά έντελώς νέο. Βρίσκεται στά χέρια μου λίγες έβδομάδες μόνο από σήμερα, όπως θά έξηγήσω.

Πρώτα όμως πρέπει νά προετοιμάσω κάπως τό ακροατήριό μου γιά τό προσωπικό μου ενδιαφέρον γιά τό θέμα, πού συνδέεται μέ τήν πολύχρονη απασχόλησή μου μέ τόν Άριστοτελισμό στό Βυζάντιο, ένα χώρο ευρύτατο, πού ώριμάζει συνεχώς περισσότερο ώστε νά ελπίζω ότι πολύ σύντομα θά είμαστε σέ θέση νά εξαγγείλουμε μία νέα Σειρά έκδοσης κειμένων, μέ τήν επιστημονική καί οικονομική κάλυψη τής Άκαδημίας Άθηνων, πού θά είναι τά «Commentaria in Aristotelem Byzantina» (Σειρά Βυζαντινών Σχολίων στόν Άριστοτέλη, παράλληλη μέ τήν επιτυχημένη Σειρά των κριτικών εκδόσεων των Βυζαντινών Φιλοσόφων, πού εκδίδονται ήδη από τήν Άκαδημία Άθηνων από τό 1984 στά πλαίσια του «Corpus Philosophorum Medii Aevi»).

Πέρα λοιπόν από αυτή τήν κύρια καί μόνιμη απασχόλησή μου μέ

τήν ἀριστοτελική παράδοση στό Βυζάντιο, ἐνδιαφέρθηκα καί γι'αὐτό πού ἀποτελέσε πολύ πρῶιμη διαπίστωση ὅτι ἡ ἐνασχόληση μέ τόν Ἀριστοτέλη καί τό ἔργο του συνεχίζεται μέ τούς ἴδιους κι ἐντονότερους ρυθμούς καί μετά τήν πτώση τοῦ Βυζαντίου, σέ ὅλη τήν Τουρκοκρατία. Καί δέν θά μπῶ σέ λεπτομέρειες, πού συνδέονται μέ πολλά καί ἐνδιαφέροντα θέματα. Ἀλλά γιά κάποια ἀπό τά θέματα αὐτά καί μέ τήν εἰδική ἀφορμή τοῦ Παγκόσμιου Συνεδρίου γιά τόν Ἀριστοτέλη, πού ἔγινε τό 1978 στήν Θεσσαλονίκη, καί ἀκριβῶς ἐπειδή ὡς ὀργανωτές του τότε θέλαμε νά τονίσουμε τήν διαχρονική παρουσία του Φιλοσόφου στήν ἑλληνική, καί στήν παγκόσμια, σκέψη, ἀποφασίσαμε νά ἐνθαρρύνουμε τήν ἔρευνα καί τήν μελέτη τῶν κειμένων καί τῶν μεταβυζαντινῶν συγγραφέων, ὥστε νά προκύψουν καί ἀνάλογες Ἀνακοινώσεις.

Ἀπό τήν προσωπική μου ἐκείνη σχετική ἀπασχόληση προήλθε ἡ Ἀνακοίνωσή μου στό Συνέδριο γιά τόν Ἀριστοτέλη τοῦ 1978 «Νεωτερική κριτική τοῦ μεταβυζαντινοῦ Ἀριστοτελισμοῦ στόν ἑλληνικό χώρο κατά τόν 18ο αἰῶνα (*Πρακτικά τοῦ Παγκόσμιου Συνεδρίου Ἀριστοτέλης*, τόμ. Β', Ἀθήνα 1981, 408-413). Εἶναι ἓνα σύντομο κείμενο, ὅπως ἐπιβαλόταν ἀπό τό Συνέδριο τῶν 150 ὁμιλητῶν, πού ἔχει ὅμως τίς βασικές θέσεις μου γιά τόν πραγματικό χαρακτήρα τῆς κριτικῆς στόν Φιλόσοφο στόν 18ο αἰῶνα, ὅπως καί τῆς ὑπεράσπισής του ἀπό τούς «Περιπατητικούς» τῆς ἐποχῆς, καί πού θέλω νά δηλώσω ὅτι γιά τήν ἰσχύ τους καί σήμερα δέν ἔχω ἐπιφυλάξεις, παρὰ τά νεώτερα στοιχεῖα, μέ τά ὁποῖα ἡ ἔρευνα μᾶς πλουτίζει συνεχῶς.

Εἶχε προηγηθεῖ δέδαια ἓνα μελέτημά μου μέ βάση νέες πηγές, δηλ. ἀνέκδοτα κείμενα: «Ἀπό τήν ἱστορία τοῦ μεταβυζαντινοῦ Ἀριστοτελισμοῦ στόν ἑλληνικό χώρο. Ἀμφισβήτηση καί ὑπεράσπιση τοῦ Φιλοσόφου στόν 18ο αἰῶνα: Νικόλαος Ζερζούλης - Δωρόθεος Λέσβιος» (*Φιλοσοφία* 7/1977, 416-454). Ἐξέδωσα ἐπίσης τότε καί ἓνα ἄλλο κείμενο τοῦ Ζερζούλη, πού ἀποτελεῖ τήν πρώτη ἐνδειξη τῆς σύγκρουσής του μέ τόν Δωρόθεο σέ θέματα, ὅπως λέγω, θεολογίας, φιλοσοφίας καί ἐπιστήμης μέ ἐπίκεντρο πάντα τόν Ἀριστοτέλη (*Δευκαλίων*, τεύχος 21/1978, 86-95).

Τά πορίσματα τῆς σχετικῆς ἐκτεταμένης ἔρευνας, πού πρέπει νά γίνεи σέ παντελῶς ἀνέκδοτα κείμενα τοῦ 17ου καί 18ου αἰῶνα, φιλοδοξῶ πάντα νά συγκροτήσουν μιᾶ μονογραφία γιά τήν ἀριστοτελική παράδοση στόν ἑλληνόφωνο χώρο μετά τήν πτώση τοῦ Βυζαντίου (θεματικό πλαίσιο: διδασκαλία, σχολιασμός, ἀντίρροπα ρεύματα, ὑπεράσπιση τοῦ Φιλοσόφου κ.λ.π. στίς ἀντίστοιχες ἐποχές). Πα-

ραπέμπω και στο άρθρο μου «Ο Ἀριστοτέλης στο Βυζάντιο και στην Τουρκοκρατία» στο «Ἀφιέρωμα Ἀριστοτέλης» τοῦ περιοδικοῦ *Διαβάζω*, ἀριθμ. 135/15.1.1986, πού παρὰ τὸν ἐκλαϊκευτικό χαρακτήρα του προσφέρει τὴν ἀπαιτούμενη ἐπιστημονικὴ ἐνημέρωση μὲ τὰ δεδομένα τῆς σύγχρονης ἔρευνας.

Ἐτόνισα ἤδη τὴν σημασία τῆς ἔρευνας τῶν πηγῶν καὶ ἐπιθυμῶ νὰ ὑπογραμμίσω καὶ πάλι τὴν ἀξία της, ἂν θέλουμε κάποτε νὰ φθάσουμε σὲ συνθετικὴ ἐργασία. Ἡ σημασία αὐτῆς τῆς χρήσης καὶ τῆς ἐξάντλησης τῶν πηγῶν, δηλ. τῶν ἀνέκδοτων κειμένων θὰ γίνεи φανερὴ ἰδιαίτερα ἀπὸ τὸ ὕλικό πού θὰ παρουσιάσω στὴν σημερινή Ἀνακοίνωση.

Σπεύδω τώρα νὰ σᾶς φέρω λίγο πιὸ πρὶν ἀπὸ τὴν κυρίως περίοδο του «Νεοελληνικοῦ Διαφωτισμοῦ», –προσωπικά προτιμῶ τὸν ὄρο «Νεοελληνικὴ Ἀναγέννηση», πού ἀκούσθηκε ἤδη στὸ Συνέδριο αὐτό καὶ πού τὸν θεωρῶ πολὺ εὐστοχο– μιὰ γενιὰ περίπου πρὶν ἀπὸ τὴν ἀκμή του. «Πρωταγωνιστὴς» τῆς «ἱστορίας» μας, τῆς διδασκαλίας δηλαδή τῆς Νευτωνικῆς Φυσικῆς στὴν «Ἀθωνιάδα» περὶ τὸ 1760, εἶναι ὁ σπουδαῖος Μετσοβίτης φιλόσοφος, μαθηματικός καὶ ἰατρός Νικόλαος Ζερζούλης. Κύριο δοθήματό του στὴ διδασκαλία αὐτὴ ἦσαν τὰ ἔργα τοῦ φημισμένου Ὁλλανδοῦ φυσικοῦ καὶ μαθητῆ τοῦ Νεύτωνος Petrus van Musschenbroek (1692-1761)*.

Ὁ Ζερζούλης δὲν μποροῦσε βέβαια νὰ ἔχει χρησιμοποιήσει τὸ κύριο δίτομο σύγγραμμα τοῦ Musschenbroek *Introductio ad philosophiam naturalem*, πού τυπώθηκε λίγα χρόνια ἀργότερα (Leyde 1762, γαλλικά 1769), ἀλλὰ χρησιμοποίησε προηγούμενα συστηματικά-διδακτικά βιβλία τοῦ Ὁλλανδοῦ φυσικοῦ, καὶ μάλιστα στὴν λατινικὴ ἔκδοσή τους, ὅπως ρητὰ μαρτυρεῖται τώρα, αὐτὰ πού οἱ ἐλληνικὲς πηγὲς ὀνομάζουν «Πειραματικὴ Φυσικὴ» (πράγμα πού ἐξηγεῖ καὶ τὸ κενό, πού ἐπεσήμανε ὁ κ. Βλαχάκης σχετικὰ μὲ τὸν τέταρτο Νευτώνιο νόμο, πού φαίνεται νὰ ἀπουσιάζει καὶ ἀπὸ τὸ

* Τὸ ἔργο τοῦ Musschenbroek, ὅπως καὶ τοῦ Νεύτωνος —ἴσως μάλιστα τοῦ Νεύτωνος μέσῳ τοῦ πρώτου ἢ ἄλλων Ὁλλανδῶν φυσικῶν, ὅπως καὶ οἱ σύγχρονοί του Ἀντώνιος Κατήφορος καὶ Εὐγένιος Βούλγαρις — φαίνεται ὅτι γνώρισε μετὰ τὴν συγγραφὴ τῆς μεγάλης *Φυσιολογίας* του, δηλ. μετὰ τὸ 1739, καὶ ὁ Βικέντιος Δαμοδός (1700-1754). Γιὰ τὸν Musschenbroek λέγει ἐπὶ λέξει «Ὁ Μουσχεμβρόεκ νέον οὐκ ἔφερε σύστημα ἀλλὰ τὸ τοῦ Νεύτων (sic) σαφῶς ἐρμηνεύσατο». Πολὺ ἀργότερα (1805) στὴν δική του *Φυσικὴ* ὁ Βούλγαρις παραπέμπει στὸν Clarke καὶ στὸν Musschenbroek γιὰ νὰ ἀπορρίψει τὴν θέση τοῦ Descartes καὶ τοῦ Gassendi, ὅτι ἡ ἔκταση εἶναι ἡ οὐσία τῶν πραγμάτων. Βλ. Β.

ἔργο τοῦ Ζερζούλη): *Epitome elementarum phisicomathematicorum in usum academicorum* (1725), *Elementa physicae conscripta in usum academicorum* (2 τόμοι 1729)* καί κυρίως τό *Physicae experimentales dissertationes* (1729) μέ πολλές μεταγενέστερες ἐκδόσεις καί μεταφράσεις στά ἰταλικά, γαλλικά, γερμανικά κλπ.

Πολλά λοιπόν τά σημαντικά καί ἀρκετά τά νέα στοιχεῖα γιά τό σημαντικό αὐτό κεφάλαιο τῆς ἱστορίας τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν στόν ἑλληνικό χῶρο στόν 18ο αἰῶνα. Καί γιά μέν τόν Νικόλαο Ζερζούλη (Μέτσοβο περίπου 1706-Ίάσιο 1772/3) παραπέμπω στήν ἀνασυγκρότηση τῆς ζωῆς, τῶν σπουδῶν καί τῆς συγγραφικῆς καί διδακτικῆς δράσης του, πού ἀπό τίς διάσπαρτες μαρτυρίες τῆς ἐποχῆς του καί τά λίγα σωζόμενα χειρόγρατά του ἐπεχείρησα (ἀναμφισβήτητη ἢ ἀναγνώριση τῆς ἀξίας του ἀπό σημαντικούς συγχρόνους του λογίους καί μάλιστα ἕνα Μοισιόδακα καί ἕνα Κούμα): *Φιλοσοφία* 7/1977, 419 ἐπ. Στό ἄρθρο μου ἐκεῖνο σημείωνα ὅτι «τό γνωστό ἐπιστημονικό ἔργο τοῦ Ζερζούλη, ἀπό τήν περίοδο κυρίως τῆς διδασκαλίας του στό Ίάσιο (Σχολάρχης ἐκεῖ ἀπό τό 1766 ὡς τόν θάνατό του), εἶναι μεταφραστικό: τῆς *Ἀριθμητικῆς*, τῆς *Γεωμετρίας* καί τῆς *Τριγωνομετρίας* τοῦ Cristian Wolff, ἔργων τοῦ Fr. Baumeister, μαθητῆ τοῦ Wolff, τῆς *Πειραματικῆς Φυσικῆς* τοῦ P. van Musschenbroek καί ἀπό τά λατινικά (μᾶλλον μέρους) τῶν *Στοιχείων* τοῦ Νεύτωνος. Τό ἔργο αὐτό δέν ἔχει ἐντοπισθεῖ σέ καμιά Βιβλιοθήκη ἢ Συλλογή χειρογράφων, ἀναφέρεται ὁμως ἀπό τούς βιογράφους του (Σ. Μακρᾶτος καί Γ. Ζαβίρας) καί μαρτυρεῖται τώρα ρητά στό ἀνέκδοτο κείμενο τοῦ Δωροθέου Λεσβίου γιά τά παράδοξα τῶν νεωτερικῶν φιλοσόφων» («ὁ τοῦ Νεουτῶν ζηλωτής», «ὁ καλός αὐτοῦ ἐρμηνεύς» κ.ἄ.)

Διευκρινίζω ὅτι οὔτε τῆς *Πειραματικῆς Φυσικῆς* τοῦ Musschenbroek ἢ μετάφραση εἶχε ἐντοπισθεῖ καί ὅτι τώρα μόνο κατανοοῦμε τήν δῆλωση τῶν βιογράφων τοῦ Ζερζούλη, ὅτι ἐδίδασκε τήν «Φυσική» τοῦ Νεύτωνος «κατά Μουσκειμβροέκιον» (Μακρᾶτος). Πῶς αὐτό; Μέ τόν ἐντοπισμό στήν «Κεντρική Πανεπιστημιακή Βιβλιοθήκη Μιχ. Ἐμινέσκου» τοῦ Ἰασίου τοῦ Κώδικα VI-9 (188), ἔτους 1760, ὁ ὁποῖος στά φύλλα 24α-79β καί 146α-203β περιέχει:

Τῆς τοῦ σοφωτάτου Δημοκρίτου, τῶν ἡμετέρων προγόνων Ἑλλήνων ἀρχαιοτάτου, *φυσικῆς θεωρίας* ὑπό τῶν νεωτέρων, καί μάλιστα τοῦ ἀγγλινουστάτου καί μέγα ἐπί σοφία κεκτημένου ὄνομα Ἰσαάκ

* Στήν Ἑθνική Βιβλιοθήκη τῆς Ἑλλάδος ἀντίτυπο τῆς ἐκδόσης, Napoli 1751, 488+207 σελ.

τοῦ Νευτόνου, ἀνανεωθείσης, ἐπιδιορθωθείσης, ἀναπτυχθείσης, αὐξηθείσης καί εἰς φῶς προαχθείσης στοιχεῖα, κατὰ Μονοσχεμβροέ-
κιον ἐκφρασθέντα καί ἑλληνιστί ἐκδοθέντα παρὰ τοῦ σοφολογιωτά-
του διδασκάλου καί γυμνασιάρχου τῆς Ἀθωνιάδος Ἀκαδημίας
Νικολάου Κυριακοῦ Τζερετζέλη καί ἤδη πρῶτον παρ' αὐτοῦ ἐν
ἐλλάδι φωνῇ τοῖς Ἑλλήνων παισὶ καί ἑαυτοῦ μαθηταῖς ἐν Ἀγίῳ
Ὁρει παραδοθέντα.

Στό σημεῖο αὐτό θέλω νά συγχαρῶ θερμά καί νά εὐχαριστήσω τόν
νέο συνάδελφο, ἀπό δύο μηνῶν μόνο Διδάκτορα τῆς Φιλοσοφίας
τοῦ «Ἐλευθέρου Πανεπιστημίου τοῦ Βερολίνου» κ. Χαρίτωνα
Καρανάσιο, πού σήμερα εἶναι μαζί μας. Μέ πολύ καλές νεοελληνι-
κές σπουδές στήν Γερμανία καί στά πλαίσια τῆς διατριβῆς του γιά
τόν Σεβαστό Κυμινήτη καί τό ἔργο του ὁ κ. Καρανάσιος εἶχε τήν
εὐκαιρία, μετά τήν κατάρρευση τοῦ καθεστώτος Τσαουσέσκου, πού
κρατοῦσε τά πάντα κλειστά καί ἀπρόσιτα, ἐπιστημονικῆς πρόσβα-
σης στή Συλλογή ἑλληνικῶν χειρογράφων τῆς Πανεπιστημιακῆς
Βιβλιοθήκης τοῦ Ἰασίου τῆς Ρουμανίας. Παράλληλα μέ τήν ἔρευνα
γιά τό δικό του θέμα ὁ Ἕλληνας ἐρευνητής ἐπιδόθηκε καί σέ λεπτο-
μερή καταγραφή τῶν ἑλληνικῶν χειρογράφων μέ σκοπό τήν δημο-
σίευση τοῦ ἐπιστημονικοῦ Καταλόγου τῆς πολύτιμης αὐτῆς Συλ-
λογῆς. Σ' αὐτή τήν καλή συγκυρία ὀφείλουμε τήν «ἀνακάλυψη» τοῦ
σπουδαίου χειρογράφου τῶν μαθημάτων τῆς νέας Φυσικῆς ἀπό τόν
Νικόλαο Ζερζούλη στήν «Ἀθωνιάδα», χειρόγραφο πού γιά χρόνια
ἀναζητοῦσα χωρίς ἀποτέλεσμα στόν ἑλληνικό χώρο καί πού παρα-
μένει codex unicus, ἀλλά δυστυχῶς μέ ἐνδιάμεσο κενό ἐνός «τετρα-
δίου», παρατοποθετήσεις φύλλων καί χωρίς τά τελευταῖα κεφάλαια
τοῦ ἔργου.

Εἶναι πραγματικά ἓνα πολύ σημαντικό γεγονός γιά τήν ἱστορία
τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν στόν ἑλλαδικό χώρο τήν ἐποχή πού ἐρευ-
νοῦμε ἡ δυνατότητα, ἐπιτέλους, νά μελετήσουμε καί νά ἀξιολογή-
σουμε τίς παραδόσεις τῆς Νέας Φυσικῆς ἐνός σπουδαίου Ἑλλήνα
φιλοσόφου μέ καλές σπουδές τῶν ἐπιστημῶν στήν Ἰταλία. Τήν με-
γάλη χαρά μου γιά τήν «ἀνακάλυψη» καί γιά τήν προοπτική νά
ἐκδώσω στό προσεχές μέλλον, σέ συνεργασία μέ τόν κ. Καρανάσιο,
τό σημαντικό αὐτό κείμενο σκιαάζει μόνο ἡ θαθειά μου λύπη γιά τό
ὅτι δέν πρόλαβα νά ἀνακοινώσω τό γεγονός στόν ἀείμνηστό μας Λε-
ανδρό Βρανόση. Θά ἦταν κι ἐκεῖνος πολύ εὐτυχής, γιατί μέ εἶχε πο-
λύ βοηθήσει στίς ἔρευνες πού κάναμε στήν Ἡπειρο, μήπως ἐντοπί-
σαμε Νεύτωνα ἢ Musschenbroek καί Ζερζούλη (οἱ παραλλαγές τοῦ

ονόματός του είναι πολλές: Ζερτζούλης, Τζερτζέλης, Τζαρτζούλης κ.ἄ., πάντοτε ὁμως Νικόλαος Κυριακοῦ).

Τό χειρόγραφο τοῦ Ἰασίου πρέπει νά εἶναι ἀντίγραφο καλῶν (δύο ἢ τριῶν) μαθητῶν τοῦ Ζερζούλη, ἀλλά τό κείμενο πού μᾶς ἐνδιαφέρει δέν ἦταν εὐκόλα ἀναγνωρίσιμο, καθὼς προηγούνται ποικίλα μικρά κείμενα (Κανόνες περὶ κληρονομίας, ἐπιστολές καί ἐγκώμια κ.ἄ). Γι' αὐτό καί ὁ D. Simonescu, συντάκτης ἐνός πρόχειρου Καταλόγου τῶν χειρογράφων τῆς Συλλογῆς αὐτῆς τοῦ 1950-51, σημειώνει ἀτελέστατα «Tratat de Fizica si Geometrie (1760), Greceste». Πραγματικά στά φ. 80α-145β ἔχουμε τὰ «Στοιχεῖα Γεωμετρίας» (*Ἀρχ. Βιβλίον πρῶτον. Ἐπιστήμης τινῶν ἀπλουστέρων...*), χωρὶς ἄλλη ἔνδειξη, πρόκειται εἴτε γιά μαθήματα Εὐκλείδειας Γεωμετρίας εἴτε πιθανῶς γιά τὴν μεταφρασμένη καί σχολιασμένη ἀπὸ τὸν Ζερζούλη *Γεωμετρία* τοῦ Christian Wolff [Δέν ἔχει δημοσιευθεῖ ἀκόμη σχετικὴ Ἀνακοίνωσή μου στό Πανελλήνιο Συνέδριο «Οἱ φυσικὲς-θετικὲς ἐπιστῆμες κατὰ τὴν περίοδο τοῦ Νεοελληνικοῦ Διαφωτισμοῦ», πού ὀργάνωσε τό Παράρτημα Λάρισας τῆς «Ἐνωσης Ἑλλήνων Φυσικῶν» στὴν Λάρισα τὸν Ἀπρίλιο 1988].

Ὁ τίτλος τῶν «Στοιχείων τῆς φυσικῆς θεωρίας τοῦ σοφωτάτου Δημοκρίτου, ὑπὸ Ἰσαάκ τοῦ Νευτόνου ἀνανεωθείσης, ἐπιδιορθωθείσης κ.λπ., κατὰ Μουσχεμβροέκιον ἐκφρασθέντα καί ἑλληνιστί ἐκδοθέντα παρὰ Νικολάου Κυριακοῦ Τζερτζέλη κ.λπ.» περιέχει ὅλα τὰ προσδοκώμενα στοιχεῖα καί θά ἀναγνωριζόταν εὐκόλα ὡς ἔργο τοῦ Ζερζούλη κι ἂν ἀκόμη ἔλειπε τό ὄνομά του. Τὰ στοιχεῖα αὐτά μέ ἐντυπωσιακὴ ὁμοιότητα περιέχονται στὴ γνωστὴ ἐπιστολιμαία διαμάχη τοῦ Ζερζούλη μέ τὸν Δωρόθεο Λέσβιο μέ ἐπίκεντρο τό πρόβλημα τοῦ «βαρέως καί τοῦ κούφου», διαμάχη πού προηγεῖται τῆς διδασκαλίας τοῦ Ζερζούλη στὴν «Ἀθωνιάδα» κατὰ 15 τουλάχιστον χρόνια (βλ. *Φιλοσοφία* 7/1977) καί σημαίνει ὅτι ὁ φιλόσοφος μας ἀπὸ τὴν ἐποχὴ τῶν σπουδῶν του στὴν Ἰταλία ἐγνώριζε πολὺ καλά τὰ στοιχεῖα τῆς νέας Φυσικῆς, ἔχοντας μελετήσῃ προφανῶς τὰ πιό πρῶιμα ἔργα τοῦ σπουδαίου Ὁλλανδοῦ φυσικοῦ van Musschenbroek. Τό κύριο δίτομο σύγγραμμα τοῦ Musschenbroek, τό *Introductio ad philosophiam naturalem* ἐκδόθηκε, ὅπως εἶπαμε, τό 1762, εἶναι δηλαδή κατὰ δύο χρόνια νεώτερο τῶν παραδόσεων τοῦ Ζερζούλη στὴν «Ἀθωνιάδα».

Ἡ ἀνέγερση τοῦ χειρογράφου τῶν μαθημάτων τῆς Φυσικῆς στὴν Βιβλιοθήκη τοῦ Πανεπιστημίου τοῦ Ἰασίου εἶναι δέδαια φυσιολογικὸ γεγονός, ἀφοῦ ὁ Νικόλαος Ζερζούλης ὑπῆρξε ἀπὸ τό 1766 καί

ὥς τὸν θάνατό του τὸ 1772 ἢ 73 Διευθυντὴς τῆς ἐκεῖ «Αὐθεντικῆς Ἀκαδημίας». Τὸν διαδέχθηκε ἐκεῖ, ὅπως εἶναι γνωστό, ὁ Νικηφόρος Θεοτόκης καὶ ἐκεῖνον τὸ 1776 ὁ Ἰώσηπος Μοισιόδαξ, μὴ σειρὰ λοιπόν ἀπὸ σπουδαίους λογίους καὶ διδασκάλους τῆς φιλοσοφίας καὶ τῶν ἐπιστημῶν. Τὸ παράδοξο εἶναι ὅτι ὁ Ζερζούλης ἔμεινε ὅσο κανεῖς ἄλλος ἀπὸ τοὺς σπουδαίους διδασκάλους τοῦ Γένους ἄγνωστος καὶ χωρὶς συγκέντρωση, μελέτη καὶ ἀξιολόγηση τοῦ ἔργου του στὰ νεώτερα χρόνια. Κάποια στοιχεῖα γιὰ τὴ δράση του ὀφείλουμε στοὺς λάτρεις τοῦ Μετσόδου λογίους τῶν νεώτερων χρόνων (Ἀγγελικὴ Χατζημιχάλη, Εὐάγγελος Ἀδέρωφ), χωρὶς ὅμως προσβάσεις στὰ φιλοσοφικά καὶ ἐπιστημονικά κείμενά του καὶ χωρὶς τίς ἀναγκαῖες εἰδικές γνώσεις. Ὁ G.P. Henderson στήν πολὺτιμη «Ἀναδίωξη τοῦ ἑλληνικοῦ στοχασμοῦ: 1620-1830. Ἡ Ἑλληνικὴ Φιλοσοφία στὰ χρόνια τῆς Τουρκοκρατίας» (ἑλληνικὴ μετάφραση ἀπὸ τὴν Ἀγγλικὴ ἔκδοση τοῦ 1970: Ἀκαδημία Ἀθηνῶν 1977) τὸν ἀγνοεῖ παντελῶς, καὶ δὲν ἔχουμε καμιά μνεῖα του σὲ κανένα ἐρευνητικὸ ἄρθρο γιὰ τὴν φιλοσοφία τῆς Τουρκοκρατίας πρὶν ἀπὸ τὸ πρῶτο «ἀναστηλωτικὸ» μου ἄρθρο τοῦ 1977.

Ἡ διαμάχη του μὲ τὸν Δωρόθεο Λέσβιο περὶ τὸ 1745 ξεκίνησε μᾶλλον ἀπὸ τὴν πλευρὰ τοῦ Δωροθέου, ὁ ὁποῖος χαρακτηρίζεται ὡς «Περιπατητικὸς» ὄχι μόνον ἀπὸ τὸν Ζερζούλη ἀλλὰ καὶ ἀπὸ ἄλλες πηγές τῆς ἐποχῆς του. Ἐνοχλημένος προφανῶς ἀπὸ τὴν διδασκαλία τοῦ Ζερζούλη, προκάλεσε μία «Ἐπιστολὴ τινος τῶν ἐν Κωνσταντινουπόλει δοκούντων φιλοσοφεῖν Περιπατητικῶν κατὰ τῶν λεγόντων, κατὰ τε Δημόκριτον τὸν παλαιότατον φιλόσοφον καὶ κατὰ τοὺς νεωτέρους ἀπανταχοῦ τῆς οἰκουμένης φιλοσόφους, ὅτι τὸ πῦρ οὐκ ἔστιν ἀπλῶς κοῦφον, ἀλλ' ἔχει τὸ ἀνάλογον τῇ οἰκείᾳ ὕλῃ δάρος» (Κώδ. Ἀθηνῶν, Χριστιαν. Ἀρχαιολ. Ἑταιρ. 51, ἔτ. 1759, στὸν ὁποῖο καὶ μόνον σώζεται τὸ κείμενο, πού ἀσφαλῶς εἶναι κατὰ 15 τουλάχιστον ἔτη παλαιότερο). Στὸν ἴδιο κώδικα ἀκολουθεῖ ἡ «Τοῦ σοφωτάτου διδασκάλου κύρ Νικολάου Κυριακοῦ τοῦ Τζαρτζούλη, καθ' οὗ ἡ ἀνωτέρω ἐπιστολὴ ἐγράφη, γενναῖα ἀπάντησις», ἐνῶ ἀνακόλουθα προηγεῖται καὶ τῶν δύο αὐτῶν κειμένων ἡ «Δωροθέου γενναιοτάτη καὶ φιλοσοφικωτάτη ἀπάντησις εἰς τὰ προεκτεθέντα» (τὸ κείμενο τοῦ Δωροθέου, ἓνα κείμενο 60 περ. σελίδων, καὶ μόνον αὐτὸ σώζεται καὶ σὲ τρεῖς ἄλλους κώδικες).

Χαρακτηριστικά ἀποσπάσματα καὶ ἀπὸ τὰ τρία κείμενα, πού προσδιορίζουν κυρίως τὸ ἀντικείμενο τῆς διαμάχης καὶ τὰ ἐκατέρωθεν ἐπιχειρήματα, ἐκδίδονται στὸ παραπάνω μελέτημά μου τοῦ

1977 καί ἀποτελοῦν μιὰ σπουδαία μαρτυρία γιά τίς γνώσεις καί τήν εὐαισθησία τῶν λογίων τῆς ἐποχῆς ἐκείνης σέ θέματα τῆς φυσικῆς ἐπιστήμης. Κι ἀκόμη σηματοδοτοῦν στίς σωστές βάσεις καί διαστάσεις του, καί μέ συναρπαστικό συχνά τρόπο, τό ἰδεολογικό πλαίσιο, στό ὁποῖο κινήθηκε ἡ διαμάχη τῶν παραδοσιακῶν (Περιπατητικῶν) καί τῶν νεωτερικῶν διδασκάλων τῆς φιλοσοφίας καί τῶν ἐπιστημῶν. Ἐντυπωσιακή εἶναι ἔτσι ἡ θέση τοῦ «νεωτερικοῦ» Ζερζούλη, ὅτι εἶναι ἄδικο νά κατηγορεῖται ὁ Ἀριστοτέλης, γιά σφάλματα καί ἀνεπάρκειες στήν φυσική θεωρία του καί στά εἰδικά θέματα τῆς φυσιολογίας, γιατί (καί ἐδῶ ἐπικαλεῖται τόν θαυμάσιο Νικόλαο Μαυροκορδάτο, πού τό εἶχε γράψει παλαιότερα στά *Φιλοθέου πάρεργα*), ἄν ξαναζοῦσε ὁ Ἀριστοτέλης, μέ μεγάλη προθυμία θά γινόταν μαθητής καί ἀκροατής τῶν νεωτέρων φυσικῶν! Ἀκολουθεῖ δέ δαίαι ὁξὺς λόγος ἐναντίον ἐκείνων, πού «θεοποιοῦν» τόν Ἀριστοτέλη: κριτήριό μας πρέπει νά εἶναι ἡ ἀλήθεια, καί δέν μπορεῖ νά εἶναι ὁ Ἀριστοτέλης ἡ ἀλάνθαστη αὐθεντία, «ὁ δέκατος τρίτος Ἀπόστολος ἢ ὁ πέμπτος Εὐαγγελιστής ἢ ὁ τέταρτος Ἱεράρχης!» Ὁ ἱερός καί σοφώτατος Κλήμης καί ὁ μέγας Ἰωάννης Δαμασκηνός ἔχουν διδάξει ἐπιγραμματικά πῶς πρέπει νά χρησιμοποιοῦμε τήν θύραθεν φιλοσοφία... Ἀλλωστε ἡ κριτική τῆς ἀριστοτελικῆς φυσικῆς διδασκαλίας δέν ἀποτελεῖ ἀπεμπόληση τῆς προγονικῆς φιλοσοφικῆς κληρονομίας, ἀφοῦ καί οἱ νεώτεροι φιλόσοφοι ὁμολογοῦν τήν ὀφειλή τους στοὺς Ἑλλήνες καί ὁ Δημόκριτος, τόν ὁποῖο ἀκολουθοῦν, «Ἑλλήν ἡμέτερος παλαιότατος καί Ἑλλήνων λαμπρότατός ἐστιν». Ἀκολουθεῖ μιὰ παρέκδραση, πού χαρακτηρίζει ζωηρά τό πνεῦμα τοῦ Ζερζούλη. Εἶναι ἡ ἐπίθεσή του κατὰ τῶν «γραμματικῶν» φιλοσόφων, ὅπως τοὺς ὀνομάζει, πού μένουν προσκολλημένοι στήν ἐξωτερική, τήν γραμματική ἐπεξεργασία τῶν κειμένων καί πολὺ συχνά παρανοοῦν τόν Ἀριστοτέλη καί τοῦ ἀποδίδουν θέσεις, πού δέν ἔχει διδάξει.

Στό δεύτερο μέρος τοῦ κειμένου του ὁ Ζερζούλης ἐκθέτει «τὴν ὀρθὴν περὶ τῆς βαρύτητος διδασκαλίαν κατὰ Δημόκριτον, τόν ἡμέτερον παλαιότατον Ἑλλήνα φιλόσοφον, καί κατὰ τόν ἀγγινοῦσ-
τον Νεουτόνον, συνάδοντος καί παντός τοῦ χοροῦ τῶν ἀνά πᾶσαν τήν οἰκουμένην ἤδη φιλοσοφούντων». Στό πρόδλημα ἀκριδῶς τῆς βαρύτητος μπορεῖ νά φανεῖ ἡ ἀξία καί ἡ ὑπεροχή τοῦ φυσικοῦ συστήματος τῶν νεωτέρων φιλοσόφων μέ ἐπικεφαλῆς τόν Νεύτωνα. Ἀπό τά στοιχεῖα τῆς διδασκαλίας τοῦ Ζερζούλη γιά τὴν βαρύτητα ξεχωρίζει ἡ συζήτηση γιά τὴν ἄπειρη ἔκταση τοῦ τοπικοῦ διαστή-

ματος –σέ σχέση με τήν «ἄπειρον τῶν κουφοτέρων σωμάτων πρόοδον»–, ὅπου θά δειχθεῖ ὅτι καί με τήν ἀποδοχή τοῦ «ἄνω» ὡς πέρατος («τοῦ καί πέριξ λεγομένου κατ' Ἀριστοτέλην») δέν συμβαίνει κανένα ἄτοπο. Καί ἀφοῦ ἀποδείχθηκε ὅτι καί τό πῦρ ἔχει δάρος καί ἀναιρέθηκε ἡ ὑπαρξη τοῦ «ἀπλῶς κούφου» («τουτέστιν ὅτι οὐκ ἔστιν κουφότης ἀπολελυμένη καί θετική ἐν σώμασι φυσικοῖς), ὁ Ζερζούλης διατυπώνει –μέ προφανή σκοπό νά ἐντυπωσιάσει τοὺς ἀντιπάλους του– τόν νόμο, πού καθορίζει τόν «λόγο» τῆς βαρύτητος στή γῇ πρὸς τήν βαρύτητα στή σελήνη: «Βαρύτης ἐν σελήνῃ καί βαρύτης ἐν γῇ ἐν διπλασίονι ἀντεστραμμένῳ λόγῳ τῶν ἀποστάσεων ἔστι». 'Ο ἐμπειρικός αὐτός τύπος <σήμερα $g_r/g_\Sigma = 2 R_r/R_\Sigma$, δηλ. $2 \times 6.378,16 \text{ χλμ.}/1.738,00 \text{ χλμ.} = 7,34$ > –ὅπου δέν λαμβάνεται ὑπόψη ὁ λόγος τῶν μαζῶν γῆς καί σελήνης– πλησιάζει τήν πραγματική τιμή τοῦ λόγου αὐτοῦ, πού εἶναι πλέον ἀστρονομικά γνωστή < $g_r/g_\Sigma = 9,81/1,662 = 6,048$ >. Πρόκειται βέβαια γιά μιὰ ἀπό τίς συνέπειες τοῦ νόμου τῆς παγκόσμιας ἔλξης τοῦ Νεύτωνος (ρητά ὁ Ζερζούλης στό χωρίο 146α «κατά Νεουτόνον»), κατά τόν ὁποῖο «δύο ὑλικές μάζες ἔλκονται ἀνάλογα πρὸς τό γινόμενο τῶν μαζῶν τους καί ἀντιστρόφως ἀνάλογα πρὸς τό τετράγωνο τῆς ἀπόστασής τους». 'Ο Ζερζούλης συνδέει καί τό δεδομένο αὐτό τοῦ ὑπολογισμοῦ τοῦ λόγου τῆς βαρύτητος στή γῇ καί στή σελήνη μέ τήν ἀνατροπή τῆς διδασκαλίας τῶν «Περιπατητικῶν». Τό ὀρθό εἶναι λοιπόν ὅτι «μηδέν σῶμα ὅλως δίδεται ἄνευ βαρύτητος, πάντων σωζομένων ἀπαραβλάπτως τῶν φυσικῶν».

Παραλείπω πολλά ἄλλα ἐνδιαφέροντα ἐπὶ μέρους θέματα, πού συζητοῦνται ἐδῶ, καί θά ἔπρεπε νά ἐπαναλάβω τήν δήλωσή μου τοῦ 1977, ὅτι βέβαια τὰ συγκεκριμένα αὐτά κείμενα (βρισκόμαστε γύρω στό 1745) ἔχουν περισσότερο προδρομική σημασία σέ σύγκριση μέ τὰ ἔργα τῶν σοφῶν διδασκάλων πού ἀκολουθοῦν: Βούλγαρις, Θεοτόκης, Βενιαμίν Λέσβιος, Κούμας κ.ἄ., τὰ ὁποῖα καί αὐτοδύναμη ἀξία ἔχουν καί τό ἐπιστημονικό τους ἐνδιαφέρον εἶναι πλησιέστερα πρὸς τίς κατακτήσεις τῆς νεώτερης ἐπιστήμης. Ὡστόσο μέ τό διδακτικό ἐγχειρίδιο τοῦ 1760 τοῦ ἴδιου σοφοῦ μας, τοῦ Νικολάου Ζερζούλη, αὐτό πού ἐντοπίσαμε ἐντελῶς πρόσφατα στήν Πανεπιστημιακή Βιβλιοθήκη τοῦ Ἰασίου, διαπιστώνουμε τώρα πολύ καλή γνώση τῆς Φυσικῆς τοῦ Νεύτωνος καί τῶν συγγραμμάτων τῆς μετανευτώνιας ἐπιστήμης ἥδη στίς ἀρχές τῆς δεύτερης πεντηκονταετίας τοῦ 18ου αἰῶνα. Κύριο βοήθημα τοῦ Ζερζούλη εἶναι βέβαια, ὅπως δηλώθηκε ἀπό τήν ἀρχή καί ὅπως προκύπτει πανηγυρικά ἀπό τόν

τίτλο τοῦ ἔργου του, τὸ ἢ τὰ βιβλία τοῦ Musschenbroek ἀλλὰ καὶ ὅλης τῆς πλούσιας «βιβλιογραφίας» τοῦ ἀ' μισοῦ κυρίως τοῦ 18ου αἰώνα. Ἡ διδασκαλία τῶν «Στοιχείων τῆς φυσικῆς θεωρίας Ἰσαάκ τοῦ Νευτόνου» στὴν «Ἀθωνιάδα» γίνεται λοιπὸν βασικά «κατὰ Μουσχεμβροέκιον», καὶ εἶναι καιρὸς νὰ δοῦμε ἀπὸ κοντὰ τὸ διδακτικὸ αὐτὸ ἔργο τοῦ 1760.

Τὸ ἔργο διαιρεῖται σὲ κεφάλαια καὶ παραγράφους, ὅλα ἄνισα μεταξύ τους. Τὸ πρῶτο μὲ 13 παραγράφους ἔχει τὸν τίτλο «Περὶ φιλοσοφίας, διαιρέσεως αὐτῆς καὶ τῶν κανόνων τοῦ φιλοσοφεῖν». Τὸ κεφάλαιο αὐτὸ εἶναι καὶ καθ' ἑαυτὸ σημαντικό ἀλλὰ καὶ γιὰ τὸ ὅτι μαρτυρεῖ τὴν ἀδιαμφισβήτητη ἔνταξη τῆς «φυσικῆς θεωρίας» στὸν διδακτικὸ χῶρο τῆς Φιλοσοφίας. Τὸ δεῦτερο κεφάλαιο (παράγρ. 14-65) πραγματεύεται «Περὶ τοῦ σώματος ἐν γένει καὶ τῶν αὐτῷ ἀποδιδομένων». Τὸ τρίτο (παράγρ. 66-92) «Περὶ τοῦ κενοῦ διαστήματος», τὸ τέταρτο «Περὶ τοῦ τόπου, τοῦ χρόνου καὶ τῆς κινήσεως» καὶ διακόπτεται δυστυχῶς στὴν παράγρ. 101, γιατί «ἐκπίπτει» τὸ 8ο «τετράδιο» τοῦ ἔργου μας, γιὰ νὰ παρεμβληθεῖ (φφ. 80α-145β) ἡ «Γεωμετρία».

Μὲ τὸ «τετράδιο» 9 (φ. 146α) ἐπανερχόμαστε στὴν Φυσικὴ καὶ συγκεκριμένα στὸ κεφάλαιο 5 (παράγρ. 126-152), πού τὸ ἀκολουθεῖ ἓνα πολὺ ἐνδιαφέρον Παράρτημα μὲ τίτλο «Ζητήματα περὶ τῆς κινήσεως». Ἀκολουθοῦν τὰ κεφάλαια «Περὶ τῶν πιεζουσῶν δυνάμεων», «Περὶ τῆς ἰσχύος τῶν κινουμένων σωμάτων», «Περὶ βαρύτητος». Τὸ τελευταῖο αὐτὸ ἔχει πολλὲς ὑποσημειώσεις καὶ μιά ἐνδιαφέρουσα συμπερασματικὴ ἀνακεφαλαίωση. Δυστυχῶς καὶ πάλι τὸ χειρόγραφο τοῦ Ἰακίου διακόπτεται (στὸ φ. 203β καὶ στὴ φράση «διττοῦ γὰρ γένους εἰσὶν οἱ νόμοι τῆς φύσεως καὶ θεσμοί, φύσεως νοουμένης τῆς τοῦ» II). Συνολικὰ ἔχουμε 228 πυκνογραμμένες σελίδες, πού σὲ 247 παραγράφους καλύπτουν τὸ κείμενο τῆς Φυσικῆς.

Ἐκεῖνο πού μένει ἀκόμα νὰ ἐπισημάνω καὶ μπορῶ ἀπὸ αὐτὴν τὴν πρώτη προσέγγιση τοῦ χειρογράφου νὰ κάνω εἶναι ἡ ἄφθονη παρουσία ὀνομάτων καὶ τίτλων ἔργων τῶν Εὐρωπαίων φιλοσόφων, φυσικῶν καὶ μαθηματικῶν τοῦ πρώτου μισοῦ τοῦ 18ου αἰώνα. Ἰδιαίτερα συχνὴ εἶναι ἡ ἀναφορὰ σὲ Ὁλλανδοὺς φυσικοὺς, καὶ ὄχι μόνον στὸν Musschenbroek, τὸν ὁποῖο κατὰ κανόνα ἀποκαλεῖ «ὁ ἡμέτερος συγγραφεὺς», ἀλλὰ καὶ σὲ Ἄγγλους ἐπιστήμονες (συχνὰ ὀνομάζονται ἀπλῶς «οἱ Ἄγγλοι»), Γάλλους, Ἰταλοὺς κ.λπ.

Ἄς δοῦμε ὁμως πρῶτα τίς ἀναφορὲς στὸν ἴδιο τὸν Νεύτωνα (Isaak Newton 1643-1727), ὅπου ἡ ἀναφορὰ σὲ συγκεκριμένη διδα-

σκαλία τό ἐπιβάλλει. (Θυμίζω ὅτι τὰ *Philosophiae naturalis principia mathematica* ἐκδόθηκαν τό 1687 καί σέ δεύτερη ὀριστική ἔκδοση λατινικά τό 1713). Στό ἔργο τοῦ Ζερζούλη λοιπόν ὁ Νεύτων ἀναφέρεται γιά πρώτη φορά στήν παράγρ. 10 μέ τήν ἐξῆς πανηγυρική διατύπωση: «Τοῖνυν, ἐν ᾧ τὰ φαινόμενα ἀναπτύξαι πειρώμεθα, τοῖς ἐξῆς τοῦ φιλοσοφεῖν* κανόσιν ὑπό τοῦ μέγα ἐν τοῖς καθ' ἡμᾶς αἰῶσιν ἐπί σοφία τοῦνομα κεκτημένου Νευτόνου ἀρίστως ταχθεῖσι καί ὀρισθεῖσιν ἀκριβῶς προσεκτέον τόν νοῦν». – Στήν παράγρ. 11 διαβάζουμε: «διό δὴ δεύτερος προστίθεται κανὼν Νευτονικός οὕτως...». Στό 6ο κεφάλαιο σέ σχέση μέ τίς «κινουῦσες δυνάμεις» ἀναφέρεται «καί τί ἐπιχείρημα αὐτοῦ τοῦ Νευτόνου ὑπάρχον, ὡς φέρεται παρὰ τοῦ Πεδερτόνου ἐν τῷ προοιμίῳ τοῦ ἰδίου ἐγγχειριδίου».

Σχετικά μέ τήν ὀρθότητα τῆς διδασκαλίας τοῦ Ἐπικούρου, ὅτι «ἡ φυσική τῶν μερῶν τομή οὐ δύναται περαιτέρω διαιρεῖσθαι, γνώμην ἦν παρὰ Σιμπλικίου μανθάνομεν», ὁ Ζερζούλης ἐπικαλεῖται τούς «τοῦ καθ' ἡμᾶς χρόνου ἐπιφανεστάτους φιλοσόφους, οἷον Γασσένδον, Νευτόνον, Βοχεράδιον, Μουσχεμβροέκιον» καί ἄλλους. Τό ἴδιο καί παρακάτω γιά τήν «τῶν ἀτόμων διδασκαλίαν, ἣτις ἀρχαιοτάτη καθέστηκεν ὑπό τῶν διαπρεψάντων τῇ σοφίᾳ καί τῇ ἀγχινοίᾳ ἐσώχων Ἑλλήνων, τῶν ἡμετέρων προγόνων..., τοῦ τε Λευκίππου καί Δημοκρίτου, Ἐπικούρου καί Λουκρετίου». Ὡς «οἱ τοῦ Νευτόνου ὁπαδοί, πλείστοι ὄντες» ἀναφέρονται οἱ «Γραβεζάνδος (Gravesande), Κεῖλλιος (Keill), Μουσχεμβροέκιος, ὁ ἡμέτερος οὗτος συγγραφεύς καί ἄλλοι ἀριθμῶ ἀπερίληπτοι». – Συχνά «Νευτόνος ὁ πάνυ καί οἱ αὐτοῦ ὁπαδοί». – Παραθέτω τέλος ἓνα χαρακτηριστικό χωρίο ἀπό τό κεφάλαιο «Περί τῶν πιεζουσῶν δυνάμεων».

«Αὐτόν δὴ τοῦτον τῆς φύσεως νόμον, ἐν αὐτῇ τῇ τῶν σωμάτων πρὸς ἄλληλα ἐπιβριθῇσι χώραν ἔχοντα, Νευτόνος ἀπέδειξεν, οἷον, ἐπεὶ τὰ σώματα τῇ ἐπιφανείᾳ τῆς γῆς ἐπικείμενα βριθοῦσιν ἐπ' αὐτήν, ἀμοιβαίως δ' αὐτὴ ἐφ' ἕκαστον ὑπανίσταται τῶν σωμάτων

* Θυμίζω ὅτι σέ ὅλους σχεδόν τούς Ἑλληνες διδασκάλους τῆς φιλοσοφίας καί τῶν ἐπιστημῶν ὁ Νεύτων συνδέεται μέ τήν νέα *Φιλοσοφία*: «Ὁ μέγας, ὁ ἀεικλεής, ὁ κλεινότατος Νεύτων, ὑπανόητος τό θέατρον τῆς ἀληθινῆς φιλοσοφίας...» (Ἰώσηπος Μοισιοδάξ) — «Τούς κανόνας τοῦ Νεύτωνος ἀναγκαίως δεῖν τηρεῖσθαι ὑπό πάντων τῶν ὀρθῶς φιλοσοφεῖν ἐθελόντων» (Νικηφόρος Θεοτόκης) — «Νεύτων, ὁ μέγας Νεύτων, ὁ πατήρ τῆς νέας φιλοσοφίας» (Βενιαμίν Λέσβιος) — «Μετά τόν Βάκωνα ὁ φιλοσοφώτατος Νεύτων, ὅστις ἐξώρισεν ἀπό τήν πειραματικήν φυσικήν πάσας τὰ ματαίας ὑποθέσεις» («Ἐρμῆς ὁ Λόγιος»), κ.ἄ.

καί πρὸς ἐκεῖνα ὑφέλκεται, καί αἱ κινήσεις, αἱ ἐκ τῆς ἀμοιβαίας ταύτης ἀνθελκύσεως ἀναφύουσαι, ἔσονται ἴσαι».

Ἀπὸ τοὺς Εὐρωπαϊοὺς ἐπιστήμονες τῶν νεώτερων χρόνων μέ τὴν σειρά πού τοὺς συναντοῦμε ἀναφέρονται ὁ Μαλεμβροάγγιος καί τὸ ἔργο του *Περὶ τοῦ ζητητέαν εἶναι τὴν ἀλήθειαν* (Nicole Malebranche, 1638-1715, *De la recherche de la verité*, 1674), συχνότατα ὁ Καρτέσιος (1596-1650) καί οἱ Καρτεσιανοί, ὁ Μαουπέρτουλος (Pierre de Maupertuis, 1698-1759, ὁ εἰσηγητὴς τῆς Νευτωνικῆς Φυσικῆς στὴν Γαλλία), ὁ Βαίλιος (Πέτρος Βαῦλος κατὰ Κούμαν: Pierre Bayle, 1647-1706) καί τὸ *Ἱστορικὸν Κριτικὸν Λεξικὸν* του (*Dictionnaire historique et critique*, 1697), ἀπὸ τὸ ὁποῖο ὁ Ζερζούλης ἀντλεῖ στοιχεῖα γιὰ τὴν διδασκαλία τοῦ Ἑλεάτου Ζήνωνος γιὰ τὸ ἀδιαίρετο τῶν μορίων τῶν σωμάτων, ὁ Γαλιλαῖος (1564-1642), ὁ Λεῖβνίτιος (Leibniz, 1646-1716, «ὁ ἐπὶ τῇ εὐρέσει τοῦ τῶν ἀπειροστῶν ἐπιλογισμοῦ καί τῆς ψηφοφορίας τοσούτοις ἐπαίνους διαπρέψας»), ὁ Βόλφιους (Christian Wolff, 1679-1754) «ἐν τῇ *Κοσμολογίᾳ* αὐτοῦ» καί συχνά γιὰ ἄλλα ἔργα, ὁ Γασσένδος (Pierre Gassendi, 1629-1655), ὁ Βοχεράδιος ἢ Βοχερόδιος (ὁ Ὁλλανδὸς φυσικὸς Hermann Boerhaave, 1668-1738), ὁ Νιεβεντίτιος (ὁ ἐπίσης Ὁλλανδὸς ἰατρός καί μαθηματικὸς Bernhard Nieuwentijt 1654-1718), ὁ Εἰρσοιζέριος (ὁ Ὁλλανδὸς φυσικὸς Nicolas Hartsoeker, 1656-1725), ὁ Δεξαγουλιέριος (ὁ Γάλλος Dessaguliers, +1683), ὁ Βουῆλος «ὁ πάνυ» (ὁ Ἀγγλος Χημικὸς-ἰδρυτὴς τῆς νεώτερης Χημείας καί φιλόσοφος Robert Boyle, 1627-1691), ὁ Ἰωάννης ὁ Κεῖλλος ἢ Κεῖλλιος (ἐν τῷ Εφ τῶν *Φυσικῶν* αὐτοῦ: John Keill, 1671-1721, ὁ Σκῶτος φυσικὸς καί ἀστρονόμος, γνωστὸς ὡς ὁπαδὸς τοῦ Νεύτωνος), ὁ Τορριζέλλιος (E. Torricelli, 1608-1647), ὁ Ἑνρίκος Μῶρος (Henry More, 1614-1687), ὁ Ἰωάννης Λώκιος (John Locke, 1632-1704), ὁ Σαμουήλ Κλάρκιος (Samuel Clarke, 1675-1729, ὁπαδὸς τοῦ Locke στὴν περιοχὴ τῆς ἠθικῆς φιλοσοφίας) καί πάρα πολλοὶ ἄλλοι ἀκόμη, κάποτε μάλιστα μέ ἀκριθεῖς στοιχεῖα γιὰ τὰ ἔργα τους, π.χ. ὁ Ἀλφόνσος Βορέλλιος ἐν τῷ *De vi percussionis*, ἥτοι *Περὶ τῆς ἰσχύος τῆς προσπλήξεως*, ἐν Λονγδούνῳ τῆς Ὁλλανδίας ἔτει 1686. Γιαμάχης (;) ἐν τῇ *Φυσικῇ ἀστρονομίᾳ* αὐτοῦ, Παρισίους ἐν ἔτει χιλιοστῷ ἑπτακοσιοστῷ τεσσαρακοστῷ, καθ' οὗ σφόδρα ἐπιχειρεῖ ὁ Καρτέσιος ὡδὶ..., μαρκεῖα Διχαστελλέτο (Marquise Duchâtelet, 1706-1749) «ἐν τῷ πρώτῳ τόμῳ τῶν *Φυσικῶν Εἰσαγωγῶν*», ἐν Παρισίους τῷ 1740), κλπ. κλπ.

Γιὰ πολλοὺς ἀπὸ τοὺς νεώτερους αὐτοὺς ἐπιστήμονες θά ἀπαι-

τηθεῖ πρώτα εἰδική ἔρευνα ὥστε νά «ἀποκρυπτογραφηθοῦν» τὰ ἐξελληνισμένα κατὰ τόν ἰδιότυπο τρόπο τῆς ἐποχῆς ὀνόματα: Ῥωόλιος ἢ Ῥοχόλιος, Κρολάνδος, Ῥαφλών, Ῥικκίολος, Δελανίς, Μαρίνος ὁ Μερσέννος, Δισαλό, Δελαρόκ, Ἑρρίκος Βασνάγε («γεννηθεῖς ἐν Ῥοδέν ἐν ἔτει χιλιοστῷ ἑξακοσιοστῷ πεντηκοστῷ ἕκτῳ»), Ἰωάννης Βουρνούλιος (ἐν τῇ περὶ τῶν νόμων τῆς μεταδόσεως τῆς κινήσεως ὁμίλια, τῆς τύποις ἐκδεδομένη ἐν ἔτει χιλιοστῷ ἑπτακοσιοστῷ εἰκοστῷ ἐβδόμῳ ἐν Παρισίοις»), μαρκέζος Ἰωάννης Πολένιος («δημόσιος διδάσκαλος τῶν μαθηματικῶν ἐπιστημῶν ἐν Παταδίῳ ἐν τῇ περὶ τῶν ἐρυμάτων τῶν ὑδάτων διδλίῳ αὐτοῦ, τύποις ἐκδεδομένῳ ἐκεῖ ἐν ἔτει χιλιοστῷ ἑπτακοσιοστῷ δεκάτῳ ὀγδόῳ»), Φερδινάνδος Ἐλφρῆκος Λιχτσχεΐδιος, καί πολλοὶ ἄλλοι μαζί μέ λεπτομερῇ στοιχεῖα γιά διδλία, ὁμίλιες, ἐπιστολές, τόπους καί ἔτη ἐκδόσεως.

Στό σημεῖο αὐτό πρέπει νά κλείσω τήν ἀνακοίνωσή μου, ἡ ὁποία παρακαλῶ καί πάλι νά θεωρηθεῖ πρόδρομη, καθὼς ἡ ἐπεξεργασία τοῦ βασικοῦ ὕλικου τῆς, τοῦ χειρογράφου τοῦ Ἰασίου δέν ἦταν δυνατόν νά ἔχει ὀλοκληρωθεῖ. Δέν ἔχω τέλος στά σημερινά πλαίσια τήν δυνατότητα νά ἀναπτύξω καί ἄλλα σημαντικά θέματα, καί κυρίως τό πρόβλημα «ἐπιστήμη καί φιλοσοφία» ἢ «ἐπιστήμη καί ἰδεολογία» στήν ἐποχὴ πού μελετοῦμε. Στά κείμενα τοῦ Νικολάου Ζερζούλη θά εἶχαμε πολλές ἀφορμές νά περάσουμε σέ συμπεράσματα γιά τήν βασική τοποθέτηση ἑνός σπουδαίου διδασκάλου τῆς φιλοσοφίας καί τῆς ἐπιστήμης σέ μιὰ περίοδο μέ πολλές ἐντάσεις ἀλλά καί μέ τό κυρίαρχο πνεῦμα νά διδαχθοῦν οἱ Ἕλληνες μαθητές τὰ νάματα τῆς νέας ἐπιστήμης καί νά προετοιμαστοῦν καλύτερα γιά τόν ἐλεύθερο ἐθνικό δίο. Καί πιστέψτε, παρακαλῶ, ὅτι τόσο πρόωμα καί ὁ Μετσοδίτης φιλόσοφος μας διακατέχεται ἀπό τόν πόθο καί τήν ἀγωνία αὐτή, ὅπως προκύπτει ἀπό χαρακτηριστικές φράσεις στά γνωστά μας κείμενά του. Προσέξτε, παρακαλῶ, ἐκεῖνο τό πολύ συγκινητικό «πρῶτον παρ' αὐτοῦ ἐν ἐλλάδι φωνῇ τοῖς Ἑλλήνων παισὶ καί ἑαυτοῦ μαθηταῖς παραδοθέντα...» στόν τίτλο τοῦ διδακτικοῦ ἔργου τοῦ Ζερζούλη.

Χρίστος Θ. Ξενάκης

Ιστορικός των Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΩΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ ΤΗΣ ΝΕΥΤΩΝΕΙΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΑ ΕΡΓΑ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ ΛΟΓΙΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΕΠΑΝΑΣΤΑΤΙΚΟΥ ΑΙΩΝΑ

1. Εισαγωγικά - Η πειραματική μέθοδος στον Ευρωπαϊκό χώρο.

Η αλλαγή της μεθόδου στην έρευνα και κατανόηση της φύσης από τους έλληνες λογίους της προεπαναστατικής περιόδου, υπήρξε γεγονός σημαντικό με ποικίλες γνωσιολογικές και φιλοσοφικές προεκτάσεις. Στον Ευρωπαϊκό χώρο η αλλαγή είχε συντελεστεί και η χρήση της νέας μεθοδολογίας είχε συμβάλει στην ολοκλήρωση δύο «επαναστάσεων»: της επιστημονικής και της βιομηχανικής¹. Η Νευτώνεια σύνθεση είχε ολοκληρωθεί και η μεθοδολογία

1. Η εργογραφία η σχετική με τη χρήση της νέας μεθοδολογίας (δηλ. της πειραματικής), καθώς και η συμβολή της στην επιστημονική και βιομηχανική επανάσταση, είναι εκτεταμένη. Σχετικές αναφορές (με επαρκή τεκμηρίωση) υπάρχουν στα παρακάτω βιβλία και άρθρα: α) *The Uses of experiment*, ed. D. Gooding, T. Pinch, S. Schaffer, Cambridge University Press, Cambridge, 1989.β) J.D. Bernal, *Η επιστήμη στην ιστορία*. μτφρ. Ε. Μπισάκης, εκδ. Ι. Ζαχαρόπουλος, Αθήνα, 1983, τομ. II.γ) C.C. Gillispie, *Στην κόψη της αλήθειας*, μτφρ. Δημοσθ. Κούρτοβικ, εκδ. Μ.Ι.Ε.Τ., Αθήνα, 1986.δ) H. Butterfield, *Η καταγωγή της σύγχρονης επιστήμης, 1300-1800*, μτφρ. Ιορδ. Αρζόγλου-Αντ. Χριστουδουλίδης, εκδ. Μ.Ι.Ε.Τ., Αθήνα, 1983.ε) Thomas Kuhn, *Η δομή των επιστημονικών επαναστάσεων*, Επιμ. Β.Κάλφας, μτφρ. Γ. Γεωργακόπουλος, Β. Κάλφας, εκδ. Σύγχρονα θέματα, γ' έκδοση, Θεσ/νίκη, 1987.στ) W.D. Hackmann, *Early Scientific Instruments: Europe, 1400-1800*, *Isis*, USA, ISSN0021-1753, vol. 81, No 309, p.p.742-743, 1990.ζ) G.E. Fussel, *Agricultural science and experiment in the eighteenth century: an attempt at a definition*, *Agric. History Review*, Great Britain, 24(1), 1976, p.p. 44-47.η) D.C. Gooding, *Experiment and concept formation in electromagnetic science and technology in England in the 1820s*, *History and Technology*, 2, 1985b, p.p.151-176.θ) J.L. Heilbron, *Electricity in the Seventeenth and Eighteenth Centuries*, εκδ.

της είχε αρχίσει να εφαρμόζεται και σε άλλα γνωστικά πεδία, έξω από τα όρια της Φυσικής Επιστήμης². Η σύγχρονη μάλιστα ανάπτυξη συναφών επιστημών, όπως η Χημεία και η Βιολογία, έδινε μια ολοκληρωμένη και κατανοητή εικόνα του έμβιου και άβιου κόσμου.

Η επιστημονική έρευνα, διαγραμματικά ακολουθούσε την εξής διαλεκτική πορεία για την λύση ενός προβλήματος: επιστημονικές παρατηρήσεις - πειράματα - μετρήσεις - επιστημονική αφαίρεση (δηλ. εφαρμογή της επαγωγικής μεθόδου)-επιστημονική σύνθεση (δηλ. εφαρμογή τηςαπαγωγικής μεθόδου) και δημιουργία μιας θεωρίας-σχεδιασμός νέων πειραμάτων για έλεγχο της θεωρίας και πιθανή επαλήθευση, τροποποίηση ή απόρριψη αυτής.

Ιδιαίτερα η νευτώνεια μηχανική, είχε ως μεθοδολογικό στόχο να ξεχωρίζει πειραματικά λεπτομέρειες των φυσικών φαινομένων, να τις παρατηρεί αντικειμενικά και να τις κατανοεί με βάση τους νόμους της. Η μεθοδολογία αυτή χαρακτηρίστηκε από τη χρήση: α) παρατηρήσεων ή πειραμάτων που έδιναν ποσοτικά αποτελέσματα (δηλ. αριθμούς), β) οι παρατηρήσεις και τα πειράματα μπορούσαν να ερμηνευθούν ή να προβλεφτούν ξεκινώντας από ένα μικρό αριθμό θεμελιακών σχέσεων και γ) τα αποτελέσματα ήταν εξαρτημένα από ένα μικρό αριθμό ποσοτικά ελέγξιμων παραμέτρων.

Ετσι, η γνώση ήταν μια παραγωγική διαδικασία, όπου η κάθε νέα γνώση ήταν προϊόν μιας συγκεκριμένης παραγωγής, στην οποία συμμετείχαν ως παράγοντές της η εμπειρία, η μέθοδος και η θεωρία³.

Οι παραπάνω σύντομες επισημάνσεις, αποσκοπούν αφ' ενός

University of California Press, Berkeley, 1979.ι) B. Latour, *Give me a laboratory and I will raise the word*, in ed. K. Knorr-Cetina and M. Mulkay, p.p. 141-170.ια) J.A. Schuster, and R.R. Yeo, (ed.), *The Politics and Rhetoric of Scientific Method in Historical Studies*, Dordrecht:Reidel.ι β) S. Shapin, History of science and its sociological reconstructions, in *History of Science*, 20, 1982, p. p. 157-211. κλπ.

2. Όπως στην πολιτική, στην οικονομία, στις επιστήμες της ψυχολογίας, της λογικής, της αγωγής, κλπ.

3. Για μια αναλυτικότερη παρουσίαση, βλέπε: Π. Νικολακόπουλου, Εμπειρία, μέθοδος, θεωρία: οι τρεις παράγοντες της γνώσης, *Θεμέλια των επιστημών*, εκδ. Gutenberg-E.E.Φ., Αθήνα, 1982, σελ.55-76.

μεν να δώσουν το μεθοδολογικό στίγμα στην επιστήμη του ευρωπαϊκού χώρου, απ' ετέρου δε να δώσουν ένα πλαίσιο αναφοράς απ' όπου οι έλληνες λόγιοι του τέλους του 18ου και των αρχών του 19ου αιώνα, άντλησαν γνωσιολογικά και μεθοδολογικά, μεταφράζοντας ή παραφράζοντας, κατανοώντας, ανασυνθέτοντας και εκλαϊκεύοντας την καινούργια γνώση.

Τα βασικά ερωτήματα που θα θέσουμε και θα προσπαθήσουμε ν' απαντήσουμε με τη βοήθεια των διαθέσιμων πηγών, είναι τα παρακάτω: α) Πότε και πώς δημιουργήθηκε η ανάγκη της μεθοδολογικής αλλαγής στην έρευνα της φύσεως από τους έλληνες λογίους; β) Πώς και πού χρησιμοποιήθηκε η νέα μεθοδολογία; γ) Τι επιδράσεις είχε η εφαρμογή της;

2. Η υποδοχή της νέας φυσικής σκέψης στον ελληνικό πνευματικό χώρο και η ανάγκη της μεθοδολογικής αλλαγής.

Στο δεύτερο μισό του 18ου αιώνα, μερικοί από τους σημαντικότερους έλληνες λογίους της εποχής (Ανθρακίτης - Δαμοδός - Βούλγαρης - Θεοτόκης - Μοισιόδακας-Ψαλίδας) έχουν σπουδάσει ή σπουδάζουν στην Ευρώπη (κυρίως στην Ιταλία) και συνεπώς έρχονται σ' επαφή με τη νέα επιστήμη και μεθοδολογία καθώς και με τα νέα φιλοσοφικά συστήματα και τις νέες παιδαγωγικές μεθόδους.

Η επαφή αυτή είναι καταλυτική στην αλλαγή του κοσμοθεωρητικού και μεθοδολογικού τους μοντέλου. Ταυτόχρονα, σε ορισμένες περιοχές του ελληνικού χώρου (παράλια Μ. Ασίας- νησιά ανατολικού Αιγαίου-Παρίστριες Ηγεμονίες) το ελληνικό στοιχείο ανθεί οικονομικά, ενώ στη δυτική Ευρώπη έχουν δημιουργηθεί ισχυρές ελληνικές κοινότητες και ανθηρές εμπορικές και οικονομικές κομπανίες⁴. Το αστικό στοιχείο αρχίζει να αυτοπροσδιορίζεται ενώ

4. Βλέπε σχετικά: Απ. Βακαλόπουλου, Η οικονομική άνοδος των Ελλήνων επί Τουρκοκρατίας. Η κοινωνική τους ανέλιξη και η προετοιμασία των απελευθερωτικών αγώνων του 1821, *Νέα Εστία*, 1970 (Χριστούγεννα), σελ. 12-24- Felix Beaujour, *Πίνακας του Εμπορίου της Ελλάδας στην Τουρκοκρατία (1787-1797)*, Παρίσι, 1800. (Μετάφραση Ελ. Γαρίδη. Εισαγωγή-Επιμέλεια-Σχόλια, Τάσου Βουρνά), Αθήνα, 1974, Βασ. Κρεμμυδά, Η οικονομική κρίση στον ελλαδικό χώρο στις αρχές του 19ου αιώνα και οι επιπτώσεις της στην Επανάσταση του 1821, *Μνημών*, 6, 1976-77, σελ. 16-33, κλπ.

το αίτημα για τη βελτίωση και την ενίσχυση των όρων διαβίωσης και μόρφωσης αρχίζει να γίνεται επιτακτικό.

Η μεταφορά της νέας επιστημονικής γνώσης και μεθόδου στις ανθούσες περιοχές του ελληνικού χώρου, βρίσκει κατ' αρχήν πρόσφορο έδαφος αφομοίωσης και ανάπτυξης. Έτσι, οι εξ Ευρώπης προερχόμενοι λόγιοι, αμφισβητώντας αρχικά και ανατρέποντας αργότερα, προχωρούν σταδιακά στην αποκατάσταση της Αριστοτελικής φυσικής (διατηρώντας την επαγωγική μέθοδο), με τη νευτώνεια φυσική και την αντίστοιχη μεθοδολογία που τη συνοδεύει, δηλ. το πείραμα. Τα κείμενα που εμφανίζονται (έντυπα ή χειρόγραφα) μετά το 1750, εκφράζουν κατά τον καλύτερο τρόπο το πνεύμα της εποχής, σκιαγραφώντας ταυτόχρονα την εξέλιξη της επιστημονικής και φιλοσοφικής σκέψης, την αλλαγή που συντελείται στην ελληνική παιδεία, αλλά και τη στροφή από τη «νοησιαρχία» στην «πράξη», από τον «Αριστοτελισμό» στη «νεωτερική» φυσική.

Έτσι, στο τέλος του 18ου αιώνα, στον ελληνικό πνευματικό χώρο, η φυσική σκέψη αλλάζει προσανατολισμό αφού αρχίζει ν' αναπτύσσεται έντονο ενδιαφέρον για την επιστημονική κατανόηση των φυσικών φαινομένων και των αιτιών που τα προκαλούν. Ιδιαίτερα μέσω του Νευτώνειου μηχανιστικού μοντέλου, ο άνθρωπος βλέπει στη φύση μόνο κινήσεις υλικών μορίων που με την αλληλεπίδρασή τους, άλλες είναι αίτια και άλλες αιτιατά⁵. Επέρχεται συνεπώς μια σταδιακή «αποπνευματοποίηση» του φυσικού κόσμου που περιβάλλει τον σκεπτόμενο Έλληνα.

Οι ανάγκες εξ άλλου της παραγωγικής διαδικασίας συμβάλλουν και ενισχύουν την επιστημονική μελέτη της φύσης, ενώ παράλληλα κάνουν αναγκαία την ταξινόμηση των νέων στοιχείων που συσσωρεύονται με την αναζήτηση μιας μεθοδολογίας που να στηρίζεται στην πράξη και στην πειραματική γνώση. Το περιοδικό *Ερμής ο Λόγιος*, για να αιτιολογήσει και να ενισχύσει το πέραςμα της φυσικής σκέψης από το σχήμα «καταγραφή-ερμηνεία» στο σχήμα «ερ-

5. «...διά της κινήσεως» (γράφει ο Παναγιώτης Κωδρικάς στο *Ομιλία περί πληθούς κόσμων του Κυρίου Φοντενέλ* Βιέννη, 1794, σελ.218-220) «όλα γεννώνται, όλα οργανίζονται, όλα διαλύονται [...] συμπίγνυνται, ζωοποιούνται, και μεταμορφούνται από τους αμετατρέπτους νόμους αυτής της κινήσεως».

μηνεία-μελέτη» των φυσικών φαινομένων, στην επιστημονική δηλ. γνώση με βάση την παρατήρηση και το πείραμα, δημοσιεύει διάφορες διατριβές σχετικές με τη νεότερη Φυσική καθώς και πολλές πειραματικές και τεχνικές ειδήσεις.

Η αποδοχή όμως και εφαρμογή της νέας μεθοδολογίας, έστω και ετεροχρονισμένα, δεν έγινε χωρίς δισταγμούς και ταλαντεύσεις. Στον Βούλγαρη, π.χ., αντί η φυσική να γίνει αφετηρία αναπροσανατολισμού της φιλοσοφικής του σκέψης, παραμένει μεθοδολογικά και ιεραρχικά, υποταγμένη στη φιλοσοφία, παρ' όλο που το πείραμα ούτε αγνοείται ούτε υποτιμάται, αλλά παράλληλα ούτε παίζει μεγαλύτερο ρόλο απ' ότι στην αριστοτελική φυσική.

Ενας επίσης βασικός, κατά τη γνώμη μας, παράγοντας που συνετέλεσε στην αποδοχή της νέας μεθοδολογίας έρευνας και γνώσης του φυσικού κόσμου, ήταν και η γνωριμία των ελλήνων λογίων με τις εμπειριστικές θεωρίες για τη γνώση και κυρίως με το έργο του John Locke: *An Essay concerning Human Understanding*⁶ («Δοκίμιο για την ανθρώπινη νόηση»). Το κύριο εξάλλου γνωστοθεωρητικό ρεύμα του 18ου αιώνα στην Ευρώπη είχε εμπειριστικό προσανατολισμό, ενώ η εμπειριστική μέθοδος γνώσης ήταν ίσως η μόνη ικανή ν' αποδείξει την ορθότητα την νευτώνειας κοσμοθεωρητικής θέσης, γιατί και η ίδια προερχόταν απ' αυτή⁷. Οι έλληνες

6. J. Locke, *An Essay concerning Human Understanding*, Oxford 1924, repr. 1969 (1690). Αναλυτικότερα για το θέμα αυτό βλέπε: Α. Αγγέλου, Πώς η νεοελληνική σκέψη εγνώρισε το «Δοκίμιο» του John Locke, *Αγγλοελληνική επιθεώρηση*, τομ. Ζ', περίοδος Β', 1954, σελ. 128-149. Σημαντικές αναφορές για την επίδραση του Locke στη σκέψη των ελλήνων λογίων βρούσκουμε και στα εξής γενικότερα έργα: G.P. Henderson, *Η αναβίωση του ελληνικού στοχασμού, 1620-1830*, Ακαδημία Αθηνών, Κέντρο Ερεύννης της Ελληνικής Φιλοσοφίας, Αθήνα, 1977- Π.Χ. Νούτσου, *Νεοελληνική Φιλοσοφία, οι ιδεολογικές διαστάσεις των ευρωπαϊκών της προσεγγίσεων*, Κέδρος, Αθήνα, 1981- Π.Κονδύλη, *Ο νεοελληνικός διαφωτισμός, οι φιλοσοφικές ιδέες*, Θεμέλιο, Αθήνα, 1988- Γρ. Καραφύλλη, *Η φιλοσοφική προβληματική του Δημητρίου-Δανιήλ Φιλίππιδη, στην ευρυχωρία του νεοελληνικού και ευρωπαϊκού διαφωτισμού*, εκδ. Βάνιας, Θεσ/νίκη, 1993, κλπ.

7. Αναλυτικότερα για το θέμα αυτό, βλέπε: Π. Κονδύλη, *Ο Ευρωπαϊκός Διαφωτισμός*, εκδ. Θεμέλιο, Αθήνα, 1987, τομ Α', κεφ.40-50.

λοιπόν λόγιοι που σπούδασαν στην Ευρώπη, ήταν αδύνατο να μην επηρεασθούν. Η αποδοχή, άμεση ή έμμεση, μερική ή ολική των θέσεων του Locke, δημιούργησε το υπόβαθρο υποδοχής της νέας μεθοδολογίας στις φυσικές επιστήμες.

3. Το πείραμα ως μεθοδολογία έρευνας και γνώσης.

Όπως αναφέραμε ήδη, η υποδοχή και αποδοχή, της νευτώνειας φυσικής, είχε ως επακόλουθο την αλλαγή στη μέθοδο έρευνας και τη στροφή προς το πείραμα που ήταν εμπρόθετη και μεθοδικά οργανωμένη παρατήρηση, που ήταν απόκριση σε μια «ερώτηση» που σκόπιμα ετίθετο στη φύση. Με τη θέση αυτή συμφωνούσαν αρκετοί έλληνες λόγιοι, στα κείμενα των οποίων διαβάζουμε ορισμούς παρόμοιους με τον ακόλουθο: «Πείραμα δε ακριβής επίστασις εις τα φαινόμενα τα οποία μας δείχνουσι τα σώματα, όταν τα μεταβάλλωμεν ημείς διά της τέχνης ή της επιμελείας μας»⁸.

Ο *Λόγιος Ερμής* που πρωτοστατεί τόσο στη διάδοση της νεότερης φυσικής, όσο και στην αποδοχή και παγίωση της νέας μεθοδολογίας, φιλοξενεί άρθρα, ειδήσεις και διατριβές που επανηλλήμυνα τονίζουν ότι «η παρατήρησις, η πείρα και η αναλογία υπήρξαν οι πρώτοι διδάσκαλοι όλων των επιστημών»⁹ και ότι «αι επίμονοι παρατηρήσεις και εξετάσεις» των ερευνητών, «τους εφέρον εις μεγάλην και θαυμαστήν ιδέαν των διά των οργάνων πειραμάτων και ούτως απεκατέστη η πειραματική ο πρώτος και πιστός ερμηνεύς της φύσεως»¹⁰. Οι εκδότες του, που επιλέγουν και επιμελούνται την ανάλογη ύλη, είναι σαφείς για τις προθέσεις και τους στόχους τους: «...ο σκοπός μας δεν είναι αι τοιαύται θεωρίαι και αι διάφοροι εικασίαι, αλλά κυρίως αι διά πειραμάτων ανακαλύψεις»¹¹. Κι' αυτό γιατί γνωρίζουν ότι τα επιστημονικά δεδομένα των πειραμάτων είναι εμπειρικά, δηλ. γίνονται στον υπαρκτό κόσμο και οδηγούν στη διαπίστωση εμπειρικών επίσης γεγονότων,

8. *Επιτομή Φυσικής* [.....] συλλεχθείσα υπό Δημητρίου Νικολάουτου Δαρβάρως και εκδοθείσα [.....], Εν Βιέννη της Αουστρίας παρά τω Σ.Β. Σβηκίω, 1812, τομ. Α', σελ. 5.

9. *Ερμής ο Λόγιος*, 1819, σελ. 273.

10. *Ερμής ο Λόγιος*, 1814-15, σελ. 54.

11. *Ερμής ο Λόγιος*, 1819, σελ. 193.

όπως δηλ. συμβαίνει με τις παρατηρήσεις που γίνονται απ' ευθείας στη φύση. Μόνο που μέσω των πειραμάτων η συλλογή των πληροφοριών είναι οργανωμένη και μεθοδευμένη, είναι παρέμβαση στη φύση βάσει σχεδίου, ενώ η άμεση παρατήρηση απλά συλλέγει τα «γεγονότα» και ο στοχασμός τα συνδιάζει, για να επαληθεύσει στη συνέχεια το πείραμα τα πορίσματα της εργασίας του στοχασμού.

Το πείραμα και ο «ορθός λόγος» αποτελούν γνωσιολογικά στοιχεία που από μια ορισμένη οπτική γωνία¹² αποτελούν δύο μεθοδολογίες έρευνας τυπικά διάφορες μεταξύ τους. Όπως όμως προκύπτει από τη μελέτη των πηγών, στους Έλληνες λογίους, οι δύο πιο πάνω μεθοδολογίες αποτέλεσαν μια αρμονική σύνθεση και δεν ήταν απλά εφαιπόμενες ή παραπληρωματικές. Κατά τον Κούμα «πείρα δε μόνη τίποτε δεν ωφελεί, εάν ός τις κάμνει τας πείρας, δεν μεταχειρίζεται εντάμα και τον ορθόν λόγον, διά να συλλογίζεται περί του εξεταζομένου σώματος»¹³. Ανάλογες είναι οι θέσεις και των άλλων λογίων, όπως του Βούλγαρη¹⁴, του Ψαλίδα, του Ιωάννη Ραστή¹⁵, του Βενιαμίν Λέσβιου, του Βάμβια¹⁶, του Φιλιππί-

12. Κυρίως από τη σκοπιά της «τυπικής» λογικής.

13. *Σύνοψις Φυσικής εις χρήσιν των πρωτοπείρων...* υπό Κ.Μ. Κούμα... Εν Βιέννη της Αυστρίας. Εκ της Τυπογραφίας Ι.Β. Σβεκίου, 1812», σελ. 4.

14. «Δέον άρα φυσιολογούσι, τον λόγον τη πείρα συνάπτειν, προσγαρ τοι πειθώ και πληροφορίαν, πείρα πως λόγων ευσθενεστέρα» και συνεχίζει για τη στενή σύνδεση και αλληλεπίδραση «πείρας» και «λόγου»: «ως εν τη περί Φύσεως διδασκαλία, και λόγος τα πολλάσκάζει, μη εμμελείτε και ακριβεί πείρα συμπροϊών τε και στηριζόμενος, και πείρα πεπληρωται, και ουδέν εις επιστήμην ονήνησι, μη υπό του λόγου οδηγουμένη». (*Τα Αρέσκοντα τοις φιλοσόφοις ήτοι τα περί των φύσει όντων φιλοσοφούμενα...*, εν Βιέννη, 1805, σελ. στ').

15. Ο Ιωάννης Ραστής, αρθρογραφώντας στο *Λόγιο Ερμή* (15 Σεπτεμβρίου 1812, σελ. 276), ρίχνει την ιδέα ότι: εκείνος ο τρόπος του φιλοσοφείν είναι ο ορθός, του οποίου οι στοχασμοί είναι στηριγμένοι εις την πείραν και την αναλυτικήν παρατήρησιν τοιαύτα είναι τα θεμέλια όλων των επιστημών.

16. «Παρατήρησις, Πείρα και Λόγος πρέπει να συντρέχωσιν εις την εξήγησιν παντός σχεδόν φυσικού φαινομένου...», στο: «Φυσική. Διατριβή εις την απάντησιν του σοφού Βενιαμίν», *Ερμής ο Λόγιος*, 6-7 (15 Ιουνίου-1η Ιουλίου), 1813, σελ. 95.

δη¹⁷ κλπ. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι θέσεις του Κούμα για τη διαλεκτική σχέση «πείρας» και «λόγου»¹⁸, καθώς και οι απόψεις του Ψαλίδα όπου σε πολλές περιπτώσεις περιορίζει την εξουσία του λόγου με τη μαρτυρία της «πείρας» που τη θεωρεί θεμέλιο της ανθρώπινης γνώσης: «...όλαι αι ιδέαι οπού έχομεν πρέπει να προσληφθούν διά των αισθήσεων»¹⁹.

Λόγω της ιδιόμορφης κατάστασης που επικρατεί στην παιδεία, της πνευματικής και τεχνολογικής υστέρησης σε θέματα φυσικών επιστημών αλλά και της νοησιαρχικής παράδοσης που υπάρχει, η προτεραιότητα δε δίνεται στην πειραματική μέθοδο. Λόγιοι που αποδέχονται και χρησιμοποιούν τη Νευτώνεια Φυσική όπως ο Β. Λέσβιος, χρησιμοποιούν παλλιδρομώντας, τον «ορθό λόγο» σε ισότιμη βάση με το πείραμα. Στη «διαμάχη» π.χ. για το θερμογόνο, οι βασικές μεθοδολογικές του θέσεις είναι σαφείς: «Αλλ' επειδή και υστερούμεθα δύο αγωγικών θερμομέτρων, τούτου ένεκεν αναβάλομεν ήδη την διά των πειραμάτων απόδειξιν, αποδεικνύοντες αυτό μόνον διά λόγου εκ του διότι και οι λόγοι, νομίζω δεν είναι κατωτέρα απόδειξις της διά των πειραμάτων»²⁰, για να συνεχίσει πιο κάτω παραπονούμενος ότι και οι έλληνες θα μπορούσαν να κάνουν έρευνα στις φυσικές επιστήμες «...αν είχομεν τα αξιόλογα της πεφωτισμένης Ευρώπης πειράματα» και τότε προφανώς η προτεραιότητα θα εδίνετο στη νέα μεθοδολογία αφού «...δεν

17. Βλέπε π.χ. τον πρόλογο του Δ' τόμου της *Φυσικοχημείας* του Brisson, στη χειρόγραφη μετάφραση του Δ.Δ. Φιλιππίδη, (κωδ. 10, Βιβλιοθήκη των Μηλεών).

18. Η διαλεκτική σχέση «πείρας» και «λόγου», φαίνεται και στις παρακάτω θέσεις του Κ.Μ. Κούμα (*Κρηπής φιλοσοφίας*, προφ. ΠΒ', σημειώσεις): «η εμπειρική είδησις κρέμαται εμμέσως και από τον Λόγον η δε λογική, εμμέσως και από την πείραν. Διότι χωρίς μεν Λόγον η εμπειρική είδησις δεν ήθελεν είσθαι άλλο τίποτε, ειμή σκοτεινή και ασυνάρτητος συνείδησις προσβολών εις ημάς γενομένων χωρίς δε πείρας, δεν ήθελε διεγερθήν ποτέ εις ενέργειαν ο Λόγος», στο: *Σύνταγμα Φιλοσοφίας* υπό Κ.Μ. Κούμα, Σχολάρχου του της Σμύρνης Φιλολογικού Γυμνασίου, και Διδασκάλου των Μαθηματικών Επιστημών και της Φιλοσοφίας, εις χρήσιν των εαυτού μαθητών...Εν Βιέννην της Αυστρίας 1818-1820. Τόμοι 4.

19. *Αληθής ευδαιμονία...*, όπ.π., σελ. 62.

20. *Ερμής ο Λόγιος*, 1813, σελ. 22.

ηθέλαμεν ευχαριστηθῆ εἰς μόνους τοὺς λόγους»²¹.

Στον ευρωπαϊκό πνευματικό χώρο, ἀπὸ τον 17ο ἤδη αἰῶνα, εἶχε γίνεῖ ἀποδεκτό ὅτι ἡ θεωρία εἶναι ἡ κατάληξη μιᾶς μακρᾶς σειρᾶς ἀφαιρέσεων ὑπὸ τὴν καθοδήγηση τοῦ πειράματος καὶ ὅτι σὴν ἐπιστῆμῃ προσανατολιζόμαστε, δοκιμάζοντας καὶ λαθεύοντας, στρώνοντας τὸ δρόμο πίσω μας καθὼς προχωροῦμε²². Ἀκόμῃ ὅτι πρέπει ν' αποκωδικοποιούμε τα μυστικά τῆς φύσης ἀπὸ τα ἴδια τα φυσικά τεκμήρια, δηλ. τα ἐμπειρικά δεδομένα που προκύπτουν ἀπὸ τὸ προσεκτικὰ σχεδιασμένο καὶ ἐκτελεσμένο πείραμα. Ἰδιαίτερα, ἡ τεχνικὴ²³ καὶ τὸ πείραμα ἐπαιξάν ἀποφασιστικὸ ρόλο, τόσο σὴν ἀποκάλυψη τῶν ἀντιφάσεων τοῦ ἐννοιολογικοῦ πλαισίου παλαιότερων φυσικῶν θεωριῶν, ὅσο καὶ σὴν ἐπαλήθευση τῶν νέων (γαλιλαϊκὴ μηχανικὴ, νευτωνικὴ σύνθεση κλπ.)²⁴.

Στον ἐλληνικὸ πνευματικὸ χώρο, οἱ παραπάνω θέσεις, σε γενικὲς γραμμὲς εἶναι ἀποδεκτὲς καὶ προβάλλονται εἴτε μέσω τοῦ περιοδικοῦ *Ερμῆς ὁ Λόγιος* εἴτε ἀπὸ τα ἐντυπα κείμενα φυσικῆς που ἐν τῷ μεταξύ τυπώνονται καὶ κυκλοφοροῦν.

Ὅπως προέκυψε ἀπὸ τὴ μελέτη τῶν πηγῶν, οἱ Ἕλληνες λόγιοι που ἀποδέχονται τὴ νεότερη μεθοδολογία, θεωροῦν τὴν επαγωγικὴ μέθοδο ἀναγκαῖο συστατικὸ στοιχεῖο τῆς στροφῆς πρὸς τις ἐπιστῆμες καὶ κατ' ἐπέκταση πρὸς τις πρακτικὲς γνώσεις, ἀκόμῃ καὶ στο ἐπίπεδο τῆς διδασκαλίας τῶν ἐπιστημῶν αὐτῶν: «πάσης ἐπιστῆμης ἡ διδασκαλία πρέπει βαθμηδὸν νὰ προβαίνει»²⁵ υποστηρίζει ὁ Δάρβαρις τὸ 1804. Τα ἀποτελέσματα τῆς παρατήρησης καὶ τοῦ πειράματος, συναρθρωμένα με τὴν επαγωγικὴ μέθοδο, μπορούν νὰ δώσουν θεωρίες ικανὲς γιὰ τὴν ἐξήγηση τῶν μυστηρίων τῆς φύσης. Ἡ χρῆση τῆς πειραματικῆς μεθοδολογίας, ἀποδεσμεύει

21. Οπ.π., σελ. 174.

22. Max Born, *Τὸ πείραμα καὶ ἡ θεωρία σὴ Φυσικῇ*, μτφρ. Γ. Γεωργακόπουλος, ἐκδ. Τροχαλία, Αθήνα, 1993, σελ. 43.

23. Instruments in experiment στο *The uses of experiment-studies in the Natural Sciences*, ed. D. Gooding, T. Pinch, S. Schaffer, Cambridge University Press, 1989, p.p. 29-105.

24. Οπ.π., Galileo's experimental discourse, p.p. 117.

25. *Εκλογάριον γραικόν*... ὑπὸ Δημ. Νικ. τοῦ Δαρβάρεως... Ἐν Βιέννῃ τῆς Αὐστρίας ἐν τῇ Ἑλληνικῇ Τυπογραφίᾳ Γ. Βενδότη, 1804, πρόλογος.

τους έλληνες λογίους από τη μεταφυσική και τους οδηγεί στη μελέτη της αντικειμενικής πραγματικότητας η οποία κρίνεται πλέον απαραίτητη για μια ενδελεχέστερη ενασχόληση με την φιλοσοφία. Ιδιαίτερα με την ανάπτυξη του επιστημονικού λόγου, πολλά φιλοσοφικά αιτήματα γίνονται αντικείμενο επιστημονικής έρευνας, δηλ. περνούν στη σφαίρα της πειραματικής δοκιμασίας, αφού, σε οριακά σημεία της γνώσης, πολλά προβλήματα των Φυσικών Επιστημών επικαλύπτονται από βασικά ερωτήματα της φιλοσοφίας²⁶. Η αποδοχή και ως ένα βαθμό η χρήση της πειραματικής μεθόδου από τους έλληνες λογίους, εδραιώνει την άποψη ότι αληθές είναι μόνο ό τι αποδέχεται η εμπειρία και η αφαιρετική ικανότητα του παρατηρητή. Μέσω του πειράματος, τα πράγματα δεν θεωρούνται πλέον «είδωλα»²⁷ ιδεών, με αποτέλεσμα να εξαντικειμενίζεται πλήρως η φύση και μάλιστα σε τέτοιο βαθμό ώστε οι οντότητες που την αποτελούν, να μπορούν να μετρηθούν. Η αναμφίβολη γνώση είναι εκ των *sine qua non* για την ανθρώπινη πνευματική ισορροπία και ευδαιμονία. Το πείραμα προς αυτή την κατεύθυνση έπαιξε αποφασιστικό ρόλο και έδωσε τη δυνατότητα και τα επιχειρήματα στους εκπροσώπους της νευτώνειας φυσικής να παλέψουν με την μεθοδολογική παράδοση του ελληνικού χώρου. Το πείραμα λοιπόν αντιμετωπίζεται από του έλληνες λογίους ως βασικό εργαλείο έρευνας και γνώσης των φυσικών φαινομένων και των αιτίων που τα προκαλούν, καθώς και ως μέσο αποδέσμευσης του ανθρώπου από τη φύση, αφού όπως σχολιάζει ο Βενιαμίν Λέσβιος «εξερχόμενος ο άνθρωπος εκ των χειρών της φύσεως, αποκτά νέας σχέσει και αναφοράς με αυτήν, ζητεί πάντα τρόπον να μάθη [.....] τους λόγους των φαινομένων» και αυτή η συνεχής και

26. Κάποια ερωτήματα αυτής της μορφής, είναι: «τι είναι ύλη;»-«πώς συνδέεται η ύλη με την κίνηση;»-«υπάρχει κενό;»-«τα σώματα διαιρούνται επ' άπειρον ή όχι;», κλπ.

27. «Πρέπει να πιστεύωμεν μόνον περί πραγμάτων, των οποίων την πραγματικήν ύπαρξιν γνωρίζωμεν διά της πείρας», διαβάζουμε στον πρόλογο του έργου: *Φυσική δημώδης εις παύσιν της δεισιδαιμονίας*. Εκ της Γερμανικής Γλώσσης μεταφρασθείσα, και φιλοτίμω δαπάνη του εντιμοτάτου Κυρίου Χατζή Κωνσταντίνου Πώπλ του εκ Σιμπινίου εις φως εκδοθείσα...Ενετίση 1810. Παρά Νικολάω Γλυκεί τω εξ Ιωαννίνων.

προσχεδιασμένη αναζήτηση κατά τον Λέσβιο, «Επιστήμη λέγεται»²⁸.

Είναι γνωστό ότι στις αρχές του 19ου αιώνα, ο έλληνας λόγιος, ο έμπορος, ο αστός, δέχεται με τον έναν ή τον άλλο τρόπο την επίδραση των ιδεών του Γαλλικού διαφωτισμού τόσο σε θέματα παιδείας όσο και σε θέματα γενικότερης κοσμοθεώρησης. Με τη σύγχρονη μάλιστα πίεση των αναγκών της ζωής, δεν πιστεύουν πλέον μόνον στους λόγους, αλλά ζητούν αποδείξεις, μαρτυρίες, αναζητούν τις αιτίες των φαινομένων, ζητούν τον «αποχρώντα λόγον». Ειδικότερα όμως για την μεθοδική αναζήτηση των αιτιών που βρίσκονται πίσω από κάθε φυσικό φαινόμενο και κάθε φυσική μεταβολή, το πείραμα αποτελεί τον ασφαλέστερο δρόμο τόσο για την ανίχνευση και τη γνώση του αιτιακού δεσμού ως κατηγορία οντολογική και γνωσιολογική, όσο και για τη μελέτη των φυσικών νόμων και αρχών. «Των φαινομένων τας αιτίας ανιχνεύομεν ως επί το πλείστον διά της πείρας»²⁹ σημειώνει ο Κούμας στη *Σύνοψη* της Φυσικής του, ενώ ο Δημ. Δάρβαρις προχωρεί ακόμη περισσότερο³⁰, αποδεχόμενος βέβαια τις θέσεις του Κούμα³¹, αλλά και επισημαίνοντας ότι «...το ν' αποδώσωμεν τους λόγους ή τας αιτίας των φαινομένων είναι το ίδιον το να εξηγήσωμεν ταύτα τα φαινόμενα»³².

Το πείραμα λοιπόν, άμεσα ή έμμεσα, λειτουργεί ως μεθοδολογία ανίχνευσης των αιτιών των φυσικών φαινομένων αλλά και ως

28. *Στοιχεία Μεταφυσικής*, Βιέννη, 1820, σελ. ζ'-ν'.

29. *Σύνοψις Φυσικής*, όπ.π., πρόλογος.

30. «Τας αιτίας των φαινομένων ανακαλύπτομεν ημείς περισσότερον διά της πείρας, την οποίαν κάνομεν διά των οργάνων των αισθήσεών μας», διαβάζουμε στην *Επιτομή Φυσικής*, όπ.π., σελ. 5.

31. «Διά της πείρας», τονίζει ο Κ.Μ. Κούμας στην εναρκτήρια ομιλία των μαθημάτων του στην Πατριαρχική Ακαδημία της Κων/πολης, το 1814, ο άνθρωπος «ζητεί να εύρη την αρχήν, εκ της οποίας πηγάζουσιν αι μεταβολαί, και την οποίαν ονομάζει αιτίαν, ενώ σε άλλο του έργο («Σύνταγμα Φιλοσοφίας», όπ.π., τομ. Γ', κεφ Θ', προφ.ΡΙΓ'), ο Κούμας θα γράφει: «Παν γινόμενον έχει την αιτίαν του, α-και αναίτιον δεν είναι κανέν. Πάσα μεταβολή γίνε-ται εξ αιτίας τινος φυσικής. Εν τω κόσμω ουκ εστιν ειμαρμένη, ουδε τύχη».

32. *Επιτομή Φυσικής*..., όπ.π., σελ. 4.

μεθοδολογία αποκάλυψης της βαθύτερης σύνδεσης αιτίου-αποτελέσματος και κατ' επέκταση της εξήγησης των φυσικών φαινομένων με βάση βέβαια και το θεωρητικό μοντέλο που προϋπάρχει στη γνωστική περιοχή στην οποία ανήκει το υπό μελέτη φαινόμενο, δηλ. σε τελευταία ανάλυση, με βάση τις υπάρχουσες φυσικές θεωρίες.

Οι παραπάνω θέσεις, δεν είναι αποδεκτές από όλο το φάσμα των ελλήνων λογίων και ιδιαίτερα από την πλευρά εκείνων που πυρήνας τους είναι λόγιοι στενά συνδεδεμένοι με κύκλους του Πατριαρχείου. Οι λόγιοι αυτοί έβλεπαν ότι η πειραματική μεθοδολογία κλόνιζε τη νοησιαρχική παράδοση, απέρριπτε τις αυθεντίες, απολύτρωσε τον άνθρωπο από τα δεσμά μιας θείας ρυθμιστικής εποπτείας, αφού μέσω του πειράματος, γίνεται ο ίδιος ενεργός ερμηνευτής των φυσικών φαινομένων αποδίδοντας ταυτόχρονα τις αιτίες στην ίδια τη φύση και όχι στο δημιουργό της.

Για την άλλη μερίδα των λογίων, των λογίων που ασχολούνται συστηματικότερα με τις φυσικές επιστήμες και ενστερνίζονται τη νεοφανή μεθοδολογία, το πείραμα θεωρείται ως πηγή αλλά και ως ασφαλής τρόπος επαλήθευσης της καινούργιας γνώσης. Στα εγχειρίδια αλλά και στα άλλα βιβλία φυσικών επιστημών που μεταφράζουν ή συγγράφουν, δεν παρουσιάζουν απλά και μόνο τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν οι ευρωπαίοι φυσικοί γύρω από το υπό μελέτη θέμα, αλλά παραθέτουν πληθώρα πειραμάτων που οδήγησαν στα αντίστοιχα συμπεράσματα και στην αντίστοιχη φυσική θεωρία, προσπαθώντας, πιστεύουμε, με τον τρόπο αυτό να εξοστρακίσουν το σύνδρομο της αυθεντίας, ενώ ταυτόχρονα να εδραιώσουν την πίστη στην αντικειμενική και επαληθεύσιμη γνώση. Όλοι τους είναι Νευτωνιστές και αποδέχονται την πειραματική μεθοδολογία. Ξεκινούν από πειράματα, επαληθεύουν με πειράματα, αναφέρονται σε πειράματα άλλων ερευνητών, προτείνουν δικά τους απλά πειράματα, εκτελούν μερικές φορές, οι ίδιοι πειράματα.

Ετσι, η προσέγγιση και διερευνήση των φυσικών φαινομένων μέσω του πειράματος, βοηθά στο να γίνονται άμεσα αντιληπτά στις ανθρώπινες αισθήσεις όλα εκείνα που θα δημιουργήσουν το στέρεο υπόβαθρο ανάπτυξης της φυσικής σκέψης και θα την κα-

τευθύνουν στη συνέχεια προς περισσότερο αφηρημένες έννοιες όπως το φως, το πυρ, τα ηλεκτρομαγνητικά φαινόμενα.

Δεν δέχονται όμως άκριτα το πείραμα ως μεθοδολογία αντικειμενικής γνώσης. Θεωρούν ότι το συγκεκριμένο πείραμα πρέπει να γίνεται πολλές φορές προσεκτικά και πάντα να οδηγεί στα ίδια αποτελέσματα και συμπεράσματα: «...πείρα δε ου τη άπαξ, αλλά τη αεί ομοίως γινομένη, και το αυτό δια παντός δεικνυούση...»³³ επισημαίνει ο Νικηφόρος Θεοτόκης, ενώ στο ίδιο πνεύμα κινείται και ο Βούλγαρις όταν στη *Λογική* του τονίζει ότι «αυτουργούσι δε (όπερ ασφαλέστερον), τη δυνατή ακριβεία επί των πειραμάτων χρηστέον. Και ενδιαφέρουσι και τόποις, και καιροίς τα αυτά πειρατέον»³⁴. Προχωρώντας δε ακόμη πιο πέρα, αναφέρει πως οι γενικεύσεις και η εξαγωγή των νόμων πρέπει να γίνονται ύστερα από πολλά και επισταμένα πειράματα, αλλιώς «...το εξ ενός, ή δυοίν πειραμάτων, ή φαινομένων συμφώνως αλλήλοις εχόντων, το καθόλου επιφέρειν αποφαινομένους, οι πόρρω θρασύτητος ον, και σφαλερώτατόν εστι»³⁵. Ο Βενιαμίν Λέσβιος, κάνοντας ένα ακόμη βήμα, δηλώνει έμμεσα, αλλά με σαφήνεια, ότι τα πειραματικά αποτελέσματα είναι χρήσιμα μόνον όταν ποσοτικοποιηθούν και με τη βοήθεια των μαθηματικών αξιοποιηθούν ανάλογα³⁶.

Παρόμοιες είναι και οι θέσεις των Κούμα³⁷, Βαρδαλάχου³⁸,

33. *Στοιχεία Φυσικής* εκ νεότερων συνερανοσθέντα... υπό Νικηφόρου Ιερομονάχου του Θεοτόκου... εν Λειψία της Σαξονίας εν τη Τυπογραφία του Βρεϊτκόφφ, έτει απ' εστ' (α' τόμος), Τω εντευξομένω.

34. *Λογική*, Ευγενίου του Βουλγάρεως, Λειψία, 1766, πργφ. τξστ'.

35. Οπ.π., πργφ. τξθ'.

36. «Επειτα μόνο τα Μαθηματικά [...], μετά της πείρας άγουσι το φως εις την έρευναν των μυστηρίων της φύσεως. Αφαίρεσον τα Μαθηματικά από της γης και θέλεις ιδή τον άνθρωπον ερπύζοντα επί της γης, χωρίς να δυνηθή να υψωθή επί της γήινης επιφανείας ούτε να εξέλθη εκ της πατρίδος αυτού», διαβάζομε στον πρόλογο των *Στοιχείων Αριθμητικής* του Βενιαμίν Λέσβιου, τομ. Α', εν Βιέννη της Αουστρίας. Εκ της Τυπογραφίας του Ιωάννου Σνέιρερ, 1818, σελ.θ'.

37. Για μια αναλυτικότερη τεκμηρίωση του θέματος, βλέπε την εργασία μου: Τα μαθηματικά και το πείραμα ως γνωσιολογικές συνιστώσες στο έργο του Κ.Μ. Κούμα, *Πρακτικά ημερίδας της Ελληνικής Μαθηματικής Εταιρείας*, Αθήνα, Οκτώβριος 1993, (in press).

38. Για την εγκυρότητα των πειραματικών αποτελεσμάτων, πρέπει ο ερευ-

Βάμβα³⁹, Δούγκα⁴⁰ και Δάρβαρη⁴¹.

Το πείραμα δεν αποτέλεσε απλά έναν άλλον τρόπο απόκτησης γνώσεων, αλλά για τους έλληνες λογίους φαίνεται να λειτουργήσε ως ένα ανώτερο διανοητικό στάδιο μετεξέλιξης της σκέψης τους, φαίνεται ν' αποτέλεσε ένα πολύ ευέλικτο και δραστικό εργαλείο έρευνας και γνώσης, όπως άλλωστε σε ευρεία κλίμακα συνέβη και συνέβαινε στη Δυτική Ευρώπη. Οι νέες ανακαλύψεις και η καινούργια γνώση που δημιουργείται με τη βοήθεια της πειραματικής μεθόδου, δεν προκύπτουν ως αποτέλεσμα διασκεπτικής λειτουργίας του ανθρωπίνου υποκειμένου, αλλά ως αποτέλεσμα αντικειμενικών επαληθεύσιμων και επαναλήψιμων μετρήσεων και διαδικασιών.

Δε θα πρέπει πάντως να μας διαφεύγει το γεγονός ότι μεταξύ του νεοελληνικού διαφωτισμού και του ευρωπαϊκού υπήρχε μια σημαντική διαφορά φάσης εκατό και πλέον ετών σε θέματα φυσι-

νητής «...να επαναλαμβάνει πολλάκις το αυτό πείραμα, και όταν ευρίσκη εναντία φαινόμενα, πρέπει να μένη εις αμφιβολίαν, και να μην αποφασίση ευθύς», σημειώνει ο Κ. Βαρδαλάχος στη *Φυσική Πειραματική* του (*Φυσική πειραματική*, περιεκτική των νεωτέρων εφευρέσεων. Συγγραφέισα και εκδοθείσα Ελληνιστί χάριν των αρχαρίων υπό...Κων/νου Βαρδαλάχου, του Αιγυπτίου. Εν Βιέννη της Αουστρίας, κατά το τυπογραφείον Λεοπόλδου του Γρουντ, 1812), στη σελ. 5.

39. Οι ανάλογες θέσεις του Νεόφ. Βάμβα, φαίνονται ξεκάθαρα στην επιστολική του διατριβή που δημοσιεύθηκε στο περιοδικό *Ερμής ο Λόγιος*, 1813, σελ. 95.

40. Οι θέσεις επίσης του Στεφ. Δούγκα για την πειραματική μέθοδο, είναι σαφείς: Δεν πρέπει να «...δικάση τις αμέσως, εάν μη εξετάση (τα στοιχεία, Χ.Ξ.) δι' αυτής της πείρας, με τη βοήθεια της οποίας «γεννησεται η βαθεία και εντελής αυτών απόδειξις», και συνεχίζοντας δηλώνει: «ημάς ουχ όλως πείθουσι» (ενν. οι φυσικοί που δεν στηρίζονται στο πείραμα, Χ.Ξ.). Τα λήμματα από τη χειρόγραφη (και υπό έκδοση) *Φυσική* του. Ευχαριστώ τον κ. Καρά που μου τα παραχώρησε.

41. Για τη συμβολή των πειραμάτων στην έρευνα της φύσης, μιλά και ο Δ.Ν. Δάρβαρης στην *Επιτομή* της Φυσικής του, όπ.π., σελ. 6: «Αμφότερα (δηλ. η παρατήρηση και το πείραμα, Χ.Ξ.) συμβάλλουσιν εις την θεωρίαν της φύσεως, και μάλιστα τα πειράματα, επειδή διά τούτων εβάθυναν πολύ εις την φύσιν των όντων, και έκαμαν διαφόρους ευρέσεις, τας οποίας διά της ψιλής παρατηρήσεως βέβαια δεν ήθελον κάμει».

κών γνώσεων και καινούργιας μεθοδολογίας. Στον ελληνικό πνευματικό ορίζοντα εμφανίσθηκαν ταυτόχρονα τα «προβλήματα» και οι «λύσεις» τους. Ήταν λοιπόν αυτονόητο ότι το πείραμα δεν μπορούσε να είναι «ερευνητικό» ή «ανακαλυπτικό», αλλά μόνο «αποδεικτικό» και «εποπτικό-διδασκτικό». Στα βιβλία των ελλήνων λογίων υπάρχουν σχεδόν μόνο «νοητικά» πειράματα (εκτός ελαχίστων εξαιρέσεων) ή αναφορές σε πειράματα άλλων ερευνητών⁴².

Εύλογα λοιπόν ανακύπτει ένα σημαντικό ερώτημα: πώς είδαν οι Έλληνες λόγιοι το πείραμα, ως νοητική εργασία ή ως πραγματική πράξη με βάση το μεθοδολογικό σχήμα «παρατήρησε-μέτρησε-συμπέρανε».

Από τη μελέτη των πηγών προκύπτει ότι κι εδώ έχουμε μια υβριδική κατάσταση όπου το πείραμα λειτουργεί βέβαια μόνο «αποδεικτικά» και «διδασκικά-εποπτικά», αλλά ταυτόχρονα αποτελεί και μια νοητική εργασία η οποία ενισχύεται με την προτροπή «παρατήρησε-συμπέρανε». Λείπει ο αποφασιστικός συνδετικός κρίκος «μέτρησε» που αποτελεί το χαρακτηριστικό γνώρισμα των «ερευνητικών» πειραμάτων. Σε μερικές, αλλά ελάχιστες περιπτώσεις (Θεοτόκης-Κούμας-Φιλιππίδης-Βούλγαρις) όπου εμφανίζεται η μέτρηση, τα αποτελέσματα των μετρήσεων δίνονται έτοιμα σε πίνακες και μέσω αυτών εξάγονται κάποιοι ποσοτικοί νόμοι⁴³. Έτσι και εδώ δεν υπάρχει το αποφασιστικό βήμα της μέτρησης, ο ρόλος του σφάλματος, η πιστοποίηση της εξάρτησης των μετρήσε-

42. Οι αναφορές σε πειράματα ευρωπαϊών ερευνητών είναι συχνότερες. Επίσης, σε όλα τα έργα φυσικών επιστημών των ελλήνων λογίων, υπάρχουν αναφορές όπως: «ως η πείρα τοις φυσιολογούσιν εναργώς έδειξεν...», ή «ως η πείρα εμφανέστατα δείκνυσιν, ή και παντοίαις εξηκριβωμέναις πείραις πολυπραγμονήσαντες» ή «έδειξε δε τούτο και η πείρα. Πολλά γαρ ο Μουσχημβρόέκιος ποιήσας πειράματα», διαβάζουμε στα *Στοιχεία Φυσικής*, όπ.π., του Νικηφόρου Θεοτόκη. Ακόμη, προσφιλής σε όλους είναι η φράση: «κατά τας πείρας του...αποδεικνύεται ότι...», κλπ.

43. Για τη χρήση πινάκων με πειραματικές μετρήσεις και την εξαγωγή νόμων απ' αυτές, βλέπε την εργασία μου: Το πείραμα ως μέθοδος έρευνας και γνώσης στα έργα του Ανθιμου Γαζή και του Δανιήλ Φιλιππίδη, *Πρακτικά Συνεδρίου στη μνήμη Κ.Θ. Δημαρά, Ο Νεοελληνικός Διαφωτισμός, οι Ευρωπαίοι κές ιδέες και ο αναγεννώμενος ελληνισμός*, Βόλος, Μάιος, 1993, (in press).

ων από τις αρχικές συνθήκες, από τα χρησιμοποιούμενα όργανα και από τις επικρατούσες συνθήκες του περιβάλλοντος.

Πρέπει όμως να επισημάνουμε ότι η ουσιαστική διαφορά που υπάρχει τώρα στην «παρατήρηση» είναι ότι τα παρατηρούμενα φαινόμενα δεν εξελίσσονται ανέξαρτητα από τον παρατηρητή στη φύση, αλλά σχεδιάζονται και προκαλούνται από τον ίδιο μέσω του πειράματος. Η παρατήρηση λοιπόν είναι προσχεδιασμένη και κατευθυνόμενη, είναι πράξη ουσιαστική που μπορεί ν' αποκαλύψει άγνωστες πτυχές του φαινομένου, που μπορεί να νομιμοποιήσει την απαίτηση για αντικειμενική και επαληθεύσιμη γνώση.

Αυτό αποτέλεσε μια σημαντική καινοτομία στη μέθοδο έρευνας και γνώσης του φυσικού κόσμου και των φαινομένων του στον ελληνικό πνευματικό χώρο. Θα παρατηρούσαμε ακόμη ότι, λόγω ακριβώς της έλειψης των μετρήσεων στα πειράματα, απουσιάζει η μαθηματική συνιστώσα στη νέα μεθοδολογία, αν και όπως αναφέραμε, επισημαίνεται η αναγκαιότητά της.

Ενα από τα ερωτήματα που από την αρχή θέσαμε ήταν και το «πού» χρησιμοποιήθηκε η νέα μεθοδολογία. Από τη μελέτη πάλι των πηγών αλλά και της σχετικής με θέματα παιδείας εργογραφίας, προκύπτει ότι το πείραμα χρησιμοποιήθηκε στη διδακτική μεθοδολογία και πράξη αλλά και ευρύτερα, σε θέματα φυσικής φιλοσοφίας, όπως αυτά παρουσιάζονται στα βιβλία φυσικών επιστημών των ελλήνων λογίων.

Στη σφαίρα των επιδράσεων που είχε η νέα μεθοδολογία, θα εντάσσαμε τη ριζική αλλαγή στον τρόπο έρευνας του φυσικού κόσμου, την εξαντικειμενισμό της φύσης με την ταυτόχρονη αποπνευματοποίησή της, την απόρριψη των αυθεντιών, την καταπολέμηση των προλήψεων και δεισιδαιμονιών, την αλλαγή της διδακτικής μεθοδολογίας (τουλάχιστον για τις φυσικές επιστήμες), την απόδοση των αιτίων των φυσικών φαινομένων στην ίδια τη φύση και όχι στο δημιουργό της, την αλλαγή γενικότερα στον τρόπο απόκτησης της γνώσης, την εδραίωση του χρηστικού ρόλου που μπορούσαν να παίξουν οι φυσικές επιστήμες στον αναγεννώμενο πνευματικά ελληνισμό και τέλος την ανάδειξη του ρόλου της τεχνολογίας στην επέκταση των αισθητηριακών μας ικανοτήτων αλλά και στην καθυπόταξη των δυνάμεων της φύσης προς όφελος του ανθρώπου.

4. Συμπεράσματα.

Από τη διερεύνηση της σχετικής πνευματικής παραγωγής του τέλους του 18ου αιώνα και των αρχών του 19ου, συνάγεται ότι η εισαγωγή του πειράματος στη φυσική σκέψη και μεθοδολογία, αποτέλεσε σημαντικό στοιχείο με ποικίλες μεθοδολογικές και φιλοσοφικές προεκτάσεις. Τις δεκαετίες αυτές αρχίζει να διαφαίνεται η μετάβαση από την «εμπειρική-περιγραφική» σκέψη, στην «αναλυτική-πειραματική», με την εισαγωγή του μαθηματικού λογισμού και του πειράματος στα βιβλία φυσικής αλλά και στα προγράμματα μερικών σχολών δευτεροβάθμιας παιδείας. Η πειραματική ιδιαιτέρα παρουσίαση θεμάτων φυσικής γίνεται εφικτή, γιατί είχε δημιουργηθεί το κατάλληλο γνωστικό πλαίσιο ιδεών με την αποδοχή της νευτώνειας φυσικής.

Ανακεφαλαιώνοντας λοιπόν θα υποστηρίξουμε ότι: 1) Τα προτεινόμενα πειράματα χρησιμοποιούνται επιδεικτικά, αποδεικτικά αλλά όχι ερευνητικά. Πουθενά δεν προτείνονται μετρήσεις, ούτε συνάγονται ποσοτικά κάποιοι νόμοι, εκτός ελαχίστων εξαιρέσεων 2) Από τα πειράματα που παρουσιάζονται ή προτείνονται, άλλα είναι απλά και εύκολα μπορούν να εκτελεστούν με λιγοστά μέσα κοινής χρήσεως και άλλα είναι πιο σύνθετα και απαιτούν σωστή χρήση πολυπλοκότερων συσκευών, που ως επί το πλείστον λείπουν από τα ελληνικά σχολεία 3) Για μερικά πειράματα δίνονται σαφείς οδηγίες εκτέλεσης αλλά και προφύλαξης (κυρίως στον ηλεκτρισμό), καθώς και περιγραφή των καλύτερων δυνατών συνθηκών για την επιτυχία τους 4) Το πείραμα, μερικές φορές, χρησιμοποιείται για τη στήριξη συγκεκριμένων φυσικών θεωριών σχετικών π.χ. με τη φύση του ηλεκτρισμού, τη φύση του «θερμικού», τη φύση του φωτός, του ήχου κλπ. 5) Το πείραμα στους έλληνες λογίους χρησιμοποιήθηκε τόσο ως μέσο αναπαραγωγής, παρατήρησης και κατανόησης φυσικών φαινομένων, όσο και ως μεθοδολογία έρευνας και γνώσης. Συνεπώς, ισχυριζόμαστε ότι ήταν μια εξέλιξη και του τρόπου σκέψης και του τρόπου παρουσίασης και του τρόπου διδασκαλίας και του τρόπου αφομοίωσης των καινούργιων γνώσεων και ιδεών. 6) Το πείραμα, όπως διαπιστώνεται, πέρασε στο λεξιλόγιο των φυσικών επιστημών και έγινε αναπόσπαστο στοιχείο απόκτησης και μεταφοράς της αντικειμενικής

και επαληθεύσιμης γνώσης. 7) Το πείραμα αποτέλεσε στροφή από την αφηρημένη προς την πρακτική σκέψη, από τη νοησιαρχία προς τον εμπειρισμό και εντάσσεται στη γενικότερη προσπάθεια στροφής της νεοελληνικής σκέψης προς την πράξη, προσπάθεια όμως που δεν τελεσφόρησε. 8) Το πείραμα, προκύπτει πως είναι χαρακτηριστικό του νεοελληνικού Διαφωτισμού, δηλαδή της επαφής με την Ευρωπαϊκή σκέψη και μεθοδολογία. 9) Ολοκληρώνοντας, θα επισημαίναμε πως στις αρχές του 19ου αιώνα, άρχισε σε ορισμένους από τους λογίους να γίνεται κατανοητό ότι στην επιστήμη της φύσης δεν υπάρχει φιλοσοφική οδός που να φέρει επιστημολογικούς οδοδείκτες. Ο ερευνητής πρέπει να προσανατολίζεται δοκιμάζοντας και λαθεύοντας, στρώνοντας το δρόμο πίσω του καθώς κατακτά τη γνώση. Αρχισε να γίνεται κατανοητό πως τα μυστικά της φύσης αποκωδικοποιούνται από τα ίδια τα φυσικά τεκμήρια, δηλ. από τα εμπειρικά δεδομένα που με την μεθοδική παρατήρηση και το πείραμα, συλλέγονται. Η συνειδητοποίηση αυτών ακριβώς των θέσεων και ιδεών προδιέγραφε ένα λαμπρό μέλλον, το οποίο δυστυχώς δεν είχε την αναμενόμενη συνέχεια.

Νίκος Ματσόπουλος

Αστρονόμος, Αστρονομικό Ινστιτούτο

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

Η ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΤΗΣ ΝΕΥΤΩΝΕΙΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΕΥΓΕΝΙΟΥ ΒΟΥΛΓΑΡΗ

Ο Ευγένιος Βούλγαρης, υπήρξε ένας από τους πιο επιφανείς Έλληνες λόγιους της προεπαναστατικής περιόδου. Γεννήθηκε το 1716 στην Κέρκυρα και μετά την αποπεράτωση των εγκυκλίων σπουδών του, κοντά στους Αντώνιο Κατήφορο και Ιερεμία Καββαδία, μετέβη στην Παταβία για να συμπληρώσει τις σπουδές του ιδιαίτερα στη Φιλοσοφία και τη Θεολογία.

Με την επάνοδό του στην Ελλάδα το 1737, προσήλθε στις τάξεις του κλήρου και το 1842 ανέλαβε σχολάρχης της Μαρουτσαίας σχολής στα Ιωάννινα. Διαδοχικά δίδαξε στα Ιωάννινα, στη Κοζάνη, στην Αθωνιάδα Σχολή και στην Πατριαρχική Σχολή της Κωνσταντινούπολης. Σε όλες τις πόλεις όπου δίδαξε, προκάλεσε αντιπάθειες και έριδες, με αποτέλεσμα να μη παραμένει στην ίδια σχολή επί πολύ χρόνο. Οι συνεχείς μετακινήσεις του, δεν πρέπει να ερμηνευθούν σαν διωγμοί του Βούλγαρη λόγω της διδασκαλίας του, γιατί σε ολόκληρη τη ζωή του τύγγανε της υψηλής προστασίας του Πατριαρχείου και ιδιαίτερα του Πατριάρχη Σεραφείμ, καθώς και πολλών προυχόντων, αλλά σαν αποτέλεσμα της συμπεριφοράς του και του δύστροπου χαρακτήρα του. Χαρακτηριστικό της προσωπικότητας του είναι το γεγονός ότι πολεμήθηκε τόσο από τους εκφραστές συντηρητικής τάσης, όσο και από τους πιο ριζοσπαστικούς διανοούμενους της εποχής.

Το 1763, πηγαίνει στη Λειψία, όπου επιμελείται της έκδοσης διαφόρων έργων του. Εκεί, συναντά και συνδέεται με τον Θεόδωρο Ορλώφ, ο οποίος τον συνέστησε στην Μεγάλη Αικατερίνη, η

οποία τον προσκάλεσε στην Πετρούπολη. Το 1776, χειροτονείται Αρχιεπίσκοπος Σλαβονίου και Χερσώνος, θέση από την οποία ποίμανε επί μία δεκαετία. Το 1787, παραιτήθηκε για να καταταγεί μεταξύ των μελών της Αυτοκρατορικής Ακαδημίας. Το 1802, αποσύρθηκε στη μονή του Αγίου Αλεξάνδρου Νέφσκη, όπου πέθανε το 1806 σε ηλικία 90 ετών.

Ο Βούλγαρης υπήρξε πολυμαθέστατος και κατείχε έξι γλώσσες εκτός της Ελληνικής. Το συγγραφικό του έργο υπήρξε τεράστιο και πολύ υψηλού επιπέδου. Μεγάλο μέρος του εκδόθηκε λίγο πριν ή μετά τον θάνατο του. Δίδαξε και μετέφρασε νεότερους φιλοσόφους όπως ο Locke, ο Voltaire και ο Leibniz, εκφράζοντας τις σύγχρονες ιδέες της εποχής του.

Τις κύριες απόψεις του περί της Φυσικής του Κόσμου, παρουσιάζει στο βιβλίο του με τίτλο *«Περί του Συστήματος του Παντός»*, που εκδόθηκε λίγο πριν το θάνατό του (το 1805) στη Βιέννη, με διαπάνη των αδελφών Ζωσιμάδων. Το βιβλίο αυτό, αποτελεί τη βάση της διδασκαλίας του Βούλγαρη στις διάφορες σχολές όπου δίδαξε και είναι παράφραση, που είχε κάνει πριν πολλές δεκαετίες, ενός έργου του Fortunati που χρονολογείται από τις αρχές του 18ου αιώνα. Ο κύριος σκοπός του έργου είναι σαφέστατα παιδευτικός, ταιντόχρονα όμως αποτελεί και ένα είδος φιλοσοφικού μανιφέστου. Ο τρόπος με τον οποίο είναι δομημένο σε 14 κεφάλαια, παρότι ξενίζει σε πρώτη ματιά, εξυπηρετεί αυτό το διπλό σκοπό. Ο Βούλγαρης φαίνεται ότι δεν ήθελε να παραθέσει απλώς μια σειρά από αστρονομικές γνώσεις, αλλά να εκθέσει μια αντίληψη και μια μεθοδολογία για τη μελέτη των φυσικών προβλημάτων που συνδέονται με την κατανόηση των νόμων του γνωστού τότε Σύμπαντος.

Παρά το ότι, όπως φαίνεται από το βιβλίο του, ο Βούλγαρης γνωρίζει και κατανοεί πλήρως τις νέες απόψεις για τη Φυσική των αστρονομικών φαινομένων, όλο το έργο είναι μια προσπάθεια απόρριψης του Ηλιοκεντρικού συστήματος, με την επιστράτευση των ελάχιστων επιχειρημάτων που είχαν απομείνει, όπως αυτό της αδυναμίας παρατήρησης των αστρικών παραλλάξεων. Επίσης, χρησιμοποιεί και θεολογικά επιχειρήματα, ενώ σε άλλες περιπτώσεις όπως στην ερμηνεία της κίνησης των πλανητών από αγγέλους ή άλλες υπερφυσικές δυνάμεις, απορρίπτει κατηγορηματικά την

θεολογική ερμηνεία των φαινομένων γράφοντας χαρακτηριστικά: «Οὐ δόγμα τοῦτο πίστεως ἡμῖν πρόκειται, οὐδ' ἐκπεφασμένον ἐριδῆλων τοῖς πιστεύουσι προτίθεται, ὥστε χρῆναι ἀραρότως αὐτό πρεσβεύειν» (παρ. ργ'). Τελικά, καταλήγει στην αποδοχή του ενδιαμέσου συστήματος του Tycho Brahe με το επιχείρημα «εἰ γὰρ οὐχὶ τῇ φύσει ἀντίκειται ὡς τὸ Πτολεμαϊκόν, οὐδὲ ταῖς ἱεραῖς Σελίσιν, ὡς τὸ Κοπερνικαῖον» (παρ. υθ').

Εἶναι ὁμως σαφές, ὅτι ἀν καὶ τὸ Τυχώνειο Σύστημα εἶχε ἀρκετές δυνατότητες ἐρμηνείας τῶν σχετικῶν κινήσεων τῶν πλανητῶν, χωρὶς νὰ συνεπάγεται τὴν πλήρη ἀνατροπὴ τῆς εἰκόνας τοῦ Κόσμου, τὸ πνεῦμα τοῦ Βούλγαρη δὲν ικανοποιεῖται ἀπὸ τὴν ἐπιλογὴ τοῦ γιὰτὶ προσθέτει: «Καὶ τοι μηδεὶς ἡγείσθω, οὕτως ἡμᾶς πέπεισθαι ἀπαρτρέπτως καθ' ἑαυτὰ ἔχειν πρὸς ἄλληλα τὰ ἐν τῷ παντὶ σώματα, ὡς ὑπὸ Τύχωνος ὑποτέθεται. Οὐ τοῦτο φρονοῦμεν, ἐκεῖνο δὲ μᾶλλον πιθανωτέραν εἶναι τῶν ἄλλων ἡγούμεθα τὴν δόξαν, καὶ ταύτῃ ἐμμένειν προσῆκον ἀποφαινόμεθα, ἕως ἂν μείζον ἐπὶ τούτων φῶς ἡμῖν ἐπιλάμψει» (παρ. υθ').

Φαίνεται λοιπὸν ὅτι ἡ ἐπιλογὴ τοῦ Βούλγαρη εἶναι συνειδητὴ γιὰ λόγους ἄλλους ἀπὸ τὴν ἐπιστημονικὴ ἀλήθεια. Ἀς σημειωθεῖ, ὅτι τὸ Τυχώνειο σύστημα ποτὲ δὲν ἔτυχε ευρύτερης ἀναγνώρισης, ἀκόμη καὶ τὴν περίοδο πού διατυπώθηκε.

Σκοπὸς τοῦ Βούλγαρη ἦταν κυρίως ἡ διδασκαλία μεθοδολογίας παρὰ ἡ παροχὴ νέων γνώσεων. Δὲν του ἀρκεῖ ἓνα σύστημα νὰ εἶναι καταλληλότερο ἐνὸς ἄλλου γιὰ τὴν περιγραφὴ τῶν φαινομένων. Ἐντοπίζει κάθε φορὰ τι ξεφεύγει ἀπὸ τὰ ὅρια τῆς συγκεκριμένης θεωρίας, τι δὲν εἶναι δυνατόν νὰ περιγραφεῖ ἀπὸ αὐτὴ καὶ βασιζόμενος στα κενὰ τῆς οδηγεῖ στο ἐπιθυμητὸ ἀπὸ αὐτὸν συμπέρασμα, χωρὶς τὸ ἔργο του νὰ χάνει τὸν αὐστηρὰ ἐπιστημονικὸ του χαρακτήρα καὶ νὰ μετατρέπεται σὲ ἐκλαϊκευτικὸ εγχειρίδιο, ὅπως συνέβη με τὰ περισσότερα ἐπιστημονικὰ βιβλία πού ἐκδόθηκαν σὰ τέλος τοῦ 18ου αἰῶνα.

Ἡ Νευτώνεια θεώρηση τοῦ Κόσμου καὶ μάλιστα τῆς βαρύτητας, ἐξετάζεται σὲ ἰδιαίτερο κεφάλαιο, μετὰ τὴν ἐκθεση καὶ κριτικὴ παρουσίαση τῶν ἀπόψεων τῶν ἀρχαίων φιλοσόφων, τῶν πατέρων τῆς Ἐκκλησίας, τοῦ Kepler, τοῦ Cassendi, τοῦ Καρτέσιου καὶ τοῦ Leibniz. Εἶναι αὐτονόητο ὅτι ἀπορρίπτει τὴ Νευτώνεια θεωρία τῆς

βαρύτητας, κυρίως γιατί συνδέεται άμεσα με το Κοπερνίκαιο Σύστημα. Γνωρίζει ότι τυγχάνει γενικής αποδοχής, αναφέροντας ότι: «Αὕτη ἡ δόξα, ἥν ὡς ἀπλουστάτην ἅπαντες μονονοῦ οἱ Νεώτεροι ἀποδεξάμενοι, λίαν θρυλλουμένην κατέστησαν, τὴν τῶν Πλανητῶν κίνησιν...» (παρ. ρζ') και δεν προσπαθεῖ να αποκρύψει το γεγονός ότι η θεωρία αυτή προσφέρεται περισσότερο από όλες τις άλλες για τη μαθηματική περιγραφή και ερμηνεία των φαινομένων, εστιάζοντας όμως την αντίθεση του σε πέντε επιχειρήματα, εκ των οποίων τα πιο σημαντικά είναι:

- Η Νευτώνεια ερμηνεία προϋποθέτει το Κοπερνίκαιο Σύστημα. «τὴν ὧδε πῶς ἔχουσιν τῶν ἐν οὐρανοῖς κινήματων ἀνάπτυσιν, ἀπὸ τοῦ Κοπερνικείου συστήματος ὄλων ἡρτῆσθαι».

- Πως διαδίδεται η βαρύτητα στο κενό; «Ἀκατανόητόν ἐστι πῶς ἐν πάντῃ κενῷ διαστήματι, οἷτι ἀρχικώτεροι περὶ Ἥλιον, καὶ οἱ ὑποδεέστεροι περὶ τοὺς ἀρχικωτέρους αὐτῶν Πλανήτας βαρυνόμενοι σπεύδουσιν ἕκαστοι;».

- Με ποιό τρόπο φθίνει η δύναμη ανάλογα με το τετράγωνο της απόστασης; «Καὶ τῷ τρόπῳ ἢ τῆς βαρύνσεως δυνάμεις φθίνει κατὰ λόγον τῆς τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων προσανυξήσεως;».

Τα άλλα δύο επιχειρήματα σχετίζονται με την κίνηση των δορυφόρων γύρω από τους πλανήτες και όχι από τον Ἥλιο.

Εἶναι προφανές, ὅτι ὁ Βούλγαρης δεν εἶχε υπ' ὄψη του τις εργασίες των Laplace - Lagrange, και δεν κατανοοῦσε την ἔννοια του πεδίου και την μαθηματική διατύπωση των φυσικῶν νόμων. Το γεγονός αυτό εἶναι φυσικό ἀφ' ενός μεν γιατί ὁ Βούλγαρης δεν ἔλαβε κάποια συστηματική παιδεία στις θετικές επιστήμες και ἀφ' ἑτέρου γιατί το βιβλίο το ἔγραψε πολύ πριν ἀπὸ την ἔκδοσή του. Επίσης ὁ Βούλγαρης ποτέ δεν διεκδίκησε την ιδιότητα του αστρονόμου. Αντίθετα, τόσο με το ἔργο του, ὅσο και με τη ζωή του, ἔδειξε ὅτι θεωροῦσε τον εαυτό του κατὰ κύριο λόγο ιερωμένο και διδάσκαλο. Μέσα ἀπὸ την ἐπιλογή του αὐτή, θα πρέπει να ερμηνεύσουμε και τις αντιλήψεις του. Ἀνήκε στην ορθόδοξη Ἐκκλησία, ἦταν διαποτισμένος ἀπὸ το Ουμανιστικό πνεῦμα και ανεξάρτητα ἀπὸ την μελέτη και διδασκαλία των νεότερων φιλοσοφικῶν ιδεῶν, παρέμεινε προσηλωμένος στην Ορθόδοξη παράδοση κατὰ την ὁποία, ὅπως πρωτοδιατυπώθηκε ἀπὸ τον Μέγα Βασίλειο στην

Εξαήμερο, η ενασχόληση με την μελέτη της φύσεως είναι περισσότερο ένα μεθοδολογικό γύμνασμα της νόησης, παρά μια προσπάθεια ερμηνείας του Κόσμου.

Αξίζει να σημειώσουμε, ότι ο Βούλγαρης, παρ' ότι ανήκε στην «συντηρητική» καλούμενη μερίδα των προεπαναστατικών λογίων, διαχώρισε τη θέση του από εκείνη των υπερσυντηρητικών ζηλωτών Κολλυβάδων, οι οποίοι έστρεψαν τη θεολογική σκέψη στις ασκητικές - ησυχαστικές μυστικιστικές διδασκαλίες του 14ου αιώνα. Προσπαθούσε, όπως και άλλοι, να προσλάβει τις νέες ιδέες χωρίς να ανατρέψει την ισχύουσα παραδοσιακή προσέγγιση του Κόσμου.

Το γιατί κάποιοι κύκλοι, πιθανώς εν αγνοία του, εξέδωσαν το 1805 το βιβλίο του, όταν δηλαδή ο ίδιος, όντας υπέργηρος, εφησυχάζε στη μονή του Αγίου Αλεξάνδρου Νέφσκη, συνομιλώντας μετά των νεκρών, κατά την δική του ομολογία, σε μιά περίοδο όπου το Ηλιοκεντρικό Σύστημα και η Νευτώνεια φυσική είχαν πλέον επικρατήσει πλήρως, αποτελεί πρόβλημα για ιδιαίτερη μελέτη.

Το νέο πνεύμα που εκφράζεται με τη στροφή προς τις επιστήμες και πιο συγκεκριμένα με την εκλαίκευση των δυτικών θετικών επιστημών του 18ου αιώνα, δεν προκάλεσε σε πρώτη φάση την αντίδραση της Εκκλησίας ή των «συντηρητικών» λογίων που σχολαρχούσαν στις Ελληνικές σχολές εκείνη την περίοδο. Οι διάφορες διαφωνίες παρέμεναν σε χαμηλούς τόνους. Όμως η γαλλική επανάσταση, σαν ακραίο κοινωνικό και πολιτικό γεγονός, συνδέεται άμεσα με το πνεύμα του διαφωτισμού από τους Έλληνες λογίους. Μάλιστα, τόσο από τους φιλικά προσκείμενους όσο και από τους αντιπάλους της, θεωρείται αποτέλεσμα του νέου πνεύματος και όχι μία παράλληλη ιστορική διαδικασία. Οι κοινωνικές, πολιτικές και εκπαιδευτικές διαστάσεις που λαμβάνει, κάτω από τη συγκεκριμένη θεώρηση το πνεύμα του διαφωτισμού, δημιουργεί τις πρώτες ουσιαστικές αντιδράσεις στον Ελληνικό χώρο.

Η Εκκλησία, η οποία για λόγους πνευματικών, ιστορικών και εθνικών, κατείχε την πρωτοκαθεδρία στην πνευματική ζωή, αντέδρασε αποκηρύσσοντας τις υλιστικές πλευρές του Διαφωτισμού, δηλαδή των αντιλήψεων που προβάλλουν την οντολογική αυτονομία της ύλης, παρ' όλο που η συντριπτική πλειοψηφία των λογίων

που ήταν οπαδοί των διαφωτιστικών ιδεών, παρέμειναν Ορθόδοξοι, αν και στα έργα τους πολλές φορές αναφέρονταν υλιστικές θέσεις, φοβήθηκε για την κατάλυση της πνευματικής τάξεως και την αλλοτρίωση του ποιμνίου της.

Επίσης, μία άλλη ομάδα που επρόκειτο στους φωτισμένους φαναριώτικους και πατριαρχικούς κύκλους, των οποίων τα ιδανικά προσέγγιζαν το πρότυπο μιας φωτισμένης μοναρχίας και της εκ των έσω σταδιακής αλώσεως της Οθωμανικής Αυτοκρατορίας, αντέδρασε στις επαναστατικές ιδέες, αν και στο πνεύμα του Διαφωτισμού, η στάση τους ήταν από θετική έως ήπια καταδικαστική. Είναι προφανές, ότι σε αυτούς τους κύκλους η ανάγκη για τη μεταρρύθμιση της εκπαίδευσης, είχε πλήρως συνειδητοποιηθεί.

Η κύρια αντίδραση στον Διαφωτισμό, ιδιαίτερα μετά από την Γαλλική επανάσταση, προερχόταν από την Εκκλησία σε τοπικό επίπεδο και στο επίπεδο του κατώτερου κλήρου, καθώς και από τους παλαιότερους καθηγητές των Ελληνικών σχολείων, οι οποίοι βλέπουν στο πνεύμα του Διαφωτισμού, τον άμεσο κίνδυνο της κατάλυσης της Ορθόδοξης παράδοσης, της επικράτησης της Δυτικής Εκκλησίας ή του αθεϊσμού, την ανατροπή των παραδοσιακών αξιών που διατήρησαν το γένος στη ζωή. Από αυτή την ομάδα προέρχονται οι γνωστές καταγγελίες προς το Πατριαρχείο και οι διωγμοί λογίων από τις διάφορες σχολές. Είναι φυσικό, ότι μπροστά στον αναφαινόμενο κίνδυνο για την Ορθόδοξη παράδοση, προσχωρούν στην ομάδα αυτή και λόγιοι μεγάλου διαμετρήματος, που κάποτε υπήρξαν φορείς του νέου πνεύματος, όπως ο Ε. Βούλγαρης. Σε αυτούς λοιπόν τους κύκλους, πρέπει να αναζητήσουμε εκείνους που εξέδωσαν το παλαιό διδακτικό εγχειρίδιο του Βούλγαρη, χρησιμοποιώντας το κύρος του, σαν την τελευταία ασπίδα στην αναπόφευκτη ριζική αλλαγή στη θεώρηση του Κόσμου.

Βιβλιογραφία

ΒΟΥΛΓΑΡΗΣ ΕΥΓΕΝΙΟΣ, *Περί συστήματος του Παντός...* Βιέννη 1805

ΔΙΑΛΕΤΗΣ Δ.-ΜΑΤΣΟΠΟΥΛΟΣ Ν. Ορισμένες Πλευρές της Κο-

σμολογικής Αντίληψης του Ευγενίου Βουλγάρεως. Συνέδριο *Οι Θετικές επιστήμες στην περίοδο του νεοελληνικού Διαφωτισμού*, Λάρισα 22-24 Απριλίου 1988.

ΝΙΚΟΛΑΪΔΗΣ Ε.-ΔΙΑΛΕΤΗΣ Δ. *Η Γαλλική Επανάσταση και οι Ελληνικές θετικές επιστήμες*. Γαλλικό Ινστιτούτο Θεσσαλονίκης, τρίτημερο με θέμα *Η αναμορφωτική επίδραση της Γαλλικής Επανάστασης στα μαθηματικά και ο Ελληνικός απόηχος*. 1989

ΜΑΤΣΟΠΟΥΛΟΣ Ν. *Η Αστρονομία στην Περίοδο του Νεοελληνικού Διαφωτισμού. Μιά Πρώτη Προσέγγιση*. Ημερίδα *Τα Μαθηματικά κατά την Περίοδο της Τουρκοκρατίας*. ΚΝΕ/ΕΙΕ και ΕΜΕ. Αθήνα 15 Νοεμβρίου 1993.

Δημήτρης Κρίτσας

† Καθηγητής Δ.Ε.

Η ΣΥΝΑΦΕΙΑ ΤΗΣ ΝΕΥΤΩΝΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΟΥΣ ΕΥΓΕΝΙΟ ΒΟΥΛΓΑΡΗ, ΝΙΚΟΛΑΟ ΖΕΡΖΟΥΛΗ ΚΑΙ ΝΙΚΗΦΟΡΟ ΘΕΟΤΟΚΗ

Ἡ νευτώνεια βαρύτητα καὶ ἡ αριστοτελική θεωρία τοῦ βαρέος σώματος.

Α. Οἱ τάσεις ἀμφισβήτησης τῆς ἀριστοτελικῆς φυσικῆς φιλοσοφίας πού πρωτοεμφανίζονται κατὰ τίς τελευταῖες δεκαετίες τοῦ 17ου αἰώνα (Ἀποστολόπουλος 1980: 296-310) στὸν Ἑλληνοφώνο χῶρο, ἂν καὶ ἀποκοτῶν στὴν ἱστορική συνέχεια μιὰ βαθμιαία ἐξάπλωση, ὥστόσο, μέχρι τίς μέσες δεκαετίες τοῦ 18ου αἰώνα, δέν εἶναι ἱκανές νὰ διαγράψουν τοὺς ἐννοιολογικοὺς πυρήνες τῆς νεότερης φυσικῆς.

Ὁ Ἀλέξανδρος καὶ ὁ Νικόλαος Μαυροκορδάτος, ὁ Μεθόδιος Ἀνθρακίτης, ὁ Ἀντώνιος Κατήφορος καὶ ὁ Βικέντιος Δαμοδός, ἀντιπροσωπεύουν τὴν πρώτη γενιά τῶν Ἑλλήνων λογίων πού προσεγγίζει μέσα ἀπὸ πολύμορφες διόδους, πλευρές τῶν νεότερων φυσικο-φιλοσοφικῶν ρευμάτων. Διάφανα σημάδια τῆς καρτεσιανῆς φυσικῆς καὶ μεθοδολογίας αποτυπώνονται στο ἔργο τοῦ Ἀνθρακίτη (Χρήστου 1953: 52-79, Κονδύλης 1988: 177-182, Κρίτσας 1993) καὶ κυρίως τοῦ Δαμοδοῦ (Μπόμπου-Σταμάτη 1978, 1982), ἐνῶ ἐνδεικτικῆς ὡς πρὸς τὴν σχέση τους μέ τὴν ἐμπειρική πειραματική φυσική εἶναι ἀρκετές ἀναφορές τοῦ Ν. Μαυροκορδάτου στα *Φιλοθέου Πάρεργα* (1800:24-25, 61-62), οἱ ὑπάρχουσες πληροφορίες γιὰ τὴ γνωριμία τοῦ Κατήφορου μέ τὰ ἔργα τῶν S. Clarke, s' Gravesande καὶ Locke (Ἀγγέλου 1954: 128 κ.εξ.), ὅπως καὶ τὸ τελευταῖο ἔργο φυσικῆς τοῦ Δαμοδοῦ «*Ἐπιτομή φυσιολογίας*» (Μπόμπου-Σταμάτη 1928: 274-276) ὅπου ἀνιχνεύεται ἡ γνωριμία του μέ τὸ ἐκλαϊκευτικό ἔργο τῆς νευτώνειας φυσικῆς «*Elementa Physicae*» (1745) τοῦ Peter van Musschenbroek.

Ἡ ἐσωτερική ἐννοιολογική ἀνάλυση τοῦ ἔργου τῶν προηγούμε-

νων λογίων μέ επίκεντρο τούς φυσικοφιλοσοφικούς τους προσανατολισμούς, συμβάλλει στή συναγωγή όρισμένων γενικών συμπερασμάτων, τά όποια ταυτόχρονα συνιστοῦν καί τά άφιετρίακά σημεία τών αντίστοιχων προσανατολισμών τών Ζερζούλη, Βούλγαρη καί Θεοτόκη. Έξ άλλου ή διδακτική δραστηριότητα τοῦ Ζερζούλη (Μπενάκης 1977) καί τοῦ Βούλγαρη, τουλάχιστον κατά ένα μή εύκαταφρόνητο ιστορικό διάστημα, εἶναι ἐπάλλληλη τῆς αντίστοιχης τοῦ Ἀνθρακίτη, (Σάθα 1868: 435-437), τοῦ Δαμοδοῦ (Μπόμπου-Σταμάτη 1982) καί τοῦ Κατήφορου (Ἀγγέλου 1954, Δεδιάζη 1890: 21-23, 108-111, 114-117), γεγονός πού ἐπιρρώνει τήν ὑπόθεση τῆς ὕπαρξης κοινών πνευματικών δεσμών.

Ἄς παραθέσουμε ὁμως τά συμπεράσματα-παρατηρήσεις τῆς ἀνάλυσῆς μας.

Ἡ ἀμφισβήτηση τῆς ἀριστοτελικῆς φυσικῆς καί μεθοδολογίας ἐκ μέρους τών λογίων τῆς πρώτης γενιάς, πού προσέγγισαν τή νεότερη σκέψη, δέν καταλήγει σέ μιá ριζική ἀποδέσμευση ἀπό αὐτή, παρὰ τή διακηρυγμένη πρόθεσή τους πρὸς συμπαράταξη μέ τούς νεότερους καί τή διάχυτη πολλές φορές παρουσία τών νεότερων φυσικοφιλοσοφικῶν κατηγοριῶν καί ἐννοιῶν στά ἔργα τους.

Προκειμένου νά ἐξημενεύσουμε τόν πρωταγωνιστικό ρόλο τών ἀριστοτελικῶν-κορυδαλικῶν ἀντιλήψεων στή διαμόρφωση τῆς φυσικῆς τους σκέψης καί συνάμα τήν ἐκ μέρους τους διεκδίκηση τῆς νεοτερικότητάς της, θά ὑπογραμμίζαμε τά ἑξῆς: οἱ προηγούμενοι λόγιοι, ἂν καί ἀντλοῦν τούς θεμελιώδεις ἐννοιολογικούς πυρήνες τῆς σκέψης τους ἀπό τήν ἀριστοτελική-κορυδαλική παράδοση, ὥστόσο, δέ συναινοῦν στήν ἐγκριση τῆς ἀριστοτελικῆς φυσικῆς καί μεθοδολογίας, μέ τούς ὅρους πού υἱοθετοῦνται στόν ἐλληνόφωνο χῶρο ἀπό τούς περιπατητικούς θεολογικοφιλοσόφους καί στη Δ. Εὐρώπη ἀπό τούς σχολαστικούς. Συγκεκριμένα, ἀπορρίπτουν τούς δεσμούς τῆς ἀριστοτελικῆς φυσικῆς καί μεθοδολογίας (λογικῆς) πρὸς τήν ἀντίστοιχη μεταφυσική, ἀπελευθερώνοντας ἔτσι τόν κόσμο ἀπό τήν ἱεραρχημένη ποιοτική-ὄντολογική δόμησή του (Ἀριστοτέλης 1985: Βιβλ. Α), ἐνῶ παράλληλα ἀπομακρύνουν τή μεθοδολογική διαπραγμάτευσή του ἀπό τήν κυριαρχία τών αὐλῶν ὑποστάσεων τών φυσικῶν οὐσιῶν, οἱ ὁποῖες νομιμοποιοῦσαν ἀμφίδρομα τό ἱεραρχημένο ὄντολογικά κοσμοεἶδωλο (Κρίτσας 1993).

Σημαντικός ρόλος στήν ἀποστασιοποίησή τους ἀπό τήν ἀριστοτελική μεταφυσική, ὅπως καί ἀπό τίς ἐπιταγές της στό κοσμικό καί μεθοδολογικό πεδίο, ἀνήκει σίγουρα στίς φιλοσοφικές διεργασίες τῆς

ἀνεξερεύνητης ἀκόμα κορυδαλικῆς φιλοσοφικῆς κίνησης τοῦ 17ου αἰώνα (Ψημμένος 1988-89 Α: 173-181). Θεωροῦμε ὥστόσο σκόπιμονά ἐπισημάνουμε ὅτι, στήν προκείμενη ἀποστασιοποίηση συνέδραμαν ἀποφασιστικά, ἀφ' ἑνός τὰ νεότερα φυσικοφιλοσοφικά ρεύματα, τὰ ὁποῖα ἀπό τό τέλος του 16ου αἰώνα κλόνισαν τήν ἀξιοπιστία της (Κονδύλης 1983: 167 κ. ἐξ., Clavelin 1968: 187 κ. ἐξ.) καί ἀφ' ἑτέρου ἡ ἀντίθεση τῶν «ἐθνικῶν» ὄντολογικῶν τῆς ἀντιλήψεων πρὸς τίς ἀντίστοιχες τῆς θεολογίας. Βέβαια ἡ ἀντίθεση τῆς ἀριστοτελικῆς μεταφυσικῆς πρὸς τήν ὄντολογία πού προϋποθέτουν οἱ θεολογικές ιδέες, ἀφορᾷ ἰσοδύναμα καί τούς περιπατητικούς θεολογικοφιλόσοφους. "Ὅμως οἱ τελευταῖοι, ἐμπρὸς στόν κίνδυνον μιᾶς ριζικῆς ἀνατροπῆς τοῦ ἀριστοτελισμοῦ πού κυφοροῦσε ἡ ἀμφισβήτηση τῆς πρώτης του φιλοσοφίας (μεταφυσικῆς), ὑποδάθμιζαν τή σημασία τῆς ἀντίθεσής της πρὸς τή θεολογία, σέ ἀντιδιαστολή μέ τούς πρώτους οἱ ὁποῖοι τήν καθιστοῦσαν κυρίαρχη καί γιά οὐσιαστικούς λόγους ἀλλά καί προπάντων γιά νά ἀποκτήσουν τήν κοινωνική νομιμότητα τοῦ ρηξικέλευθου ἐγχειρήματός τους.

Τή θέση τῆς ἀριστοτελικῆς ὄντολογίας κατέλαβε ἡ ἀντίστοιχη τῆς θεολογίας, ἡ ὁποία προϋποθέτει τήν ὑπεροχή τοῦ αὐτοῦ ὑπερβατικοῦ κόσμου σέ σχέση μέ τόν ὑλικό, μέ τόν ὅρο ὅτι ὁ αὐτός περιορίζεται στό ἐπίπεδο τοῦ θεϊκοῦ "Ὄντος, καθιστώντας τόν κλειστό κόσμο τῆς παραδοσιακῆς κοσμολογίας ἐνυλο, ἐνιαῖο καί ὁμογενῆ, δίχως τίς διαβαθμίσεις τῆς ἀριστοτελικῆς ὄντολογίας (Ἀριστοτέλης 1985: Βιδλ. Α.)

Ἡ ἐνιαῖα ὁμογενῆς ἐνυλότητα τοῦ κοσμοειδώλου, σέ συνδυασμό μέ τήν ἀπόρριψη τοῦ οὐσιολογικοῦ προσανατολισμοῦ τῆς παραδοσιακῆς λογικῆς, δημιουργοῦσαν τούς ὅρους μιᾶς χαλαρῆς συγγένειας πρὸς τό ἐνιαῖο ὁμογενές καί ἄπειρο σύμπαν τῆς νεότερης φυσικῆς ὅπως καί πρὸς τή μαθηματική μεθοδολογία της, πού ἀξιοποιοῦνται μέ τήν ἀντίληψη πολύμορφων δανείων (Κρίτσας 1993).

Ὡστόσο, ἡ ἀντίθεσή τους πρὸς τίς συνέπειες τῆς ἀριστοτελικῆς μεταφυσικῆς στό φυσικό καί στό μεθοδολογικό πεδίο, ἂν καί δημιουργεῖ σοβαρά ρήγματα στό παραδοσιακό φυσικό ἐννοιολογικό πλαίσιο, δέν ἐπιβάλλει τή ριζική μεταβολή του. Ἐξ αἰτίας αὐτοῦ, δέν ἀποκτᾷ ἰδιαίτερη ἀξία, ἡ συνέπεια ὡς πρὸς τή λογική συνοχή τῶν νεότερων φυσικῶν καί μεθοδολογικῶν ἀντιλήψεων πού καταθέτουν, ἀλλά ἡ ἀντίστοιχη τῆς ἀπόκρουσης τῶν ἐπιπτώσεων τῆς μεταφυσικῆς στό φυσικό καί μεθοδολογικό τους οἰκοδόμημα, πού διενεργεῖται τόσο μέ ἀριστοτελικές ὅσο καί μέ νεότερες ἔννοιες καί κα-

τηγορίες. Δέ θά ἦταν δύσκολο στήν προκειμένη περίπτωση νά συναχθεῖ ὅτι, οἱ νεότερες ἔννοιες καί κατηγορίες καθίστανται ἀνίσχυρες νά ἀνορθώσουν ἓνα αὐτοδύναμο φυσικοφιλοσοφικό στίγμα.

Παρά ὅμως τήν ἔνταξη τῶν νεότερων ἐννοιῶν καί κατηγοριῶν στά ἐννοιολογικά πλαίσια τοῦ ἀριστοτελισμοῦ, οἱ προαναφερόμενοι λόγιοι στό μέτρο πού ἀπορρίπτουν τά θεμέλια τῆς ἀριστοτελικῆς φιλοσοφίας (μεταφυσική ἢ πρώτη φιλοσοφία), νομιμοποιοῦνται νά ἐντάσσουν τούς ἑαυτούς τους στούς ὑπερασπιστές τῆς νεότερης φιλοσοφίας. Ὡς πρὸς τό προηγούμενο θά πρέπει νά συνεκτιμηθεῖ ὅτι, οἱ φυσικές καί μεθοδολογικές ἀντιλήψεις πού προσβάλλουν, ἐπειδὴ ἀκριβῶς διαφοροποιοῦνται ἀπὸ τίς ἀντίστοιχες τῶν περιπατητικῶν τοῦ ἐλληνόφωνου χώρου καί τῶν σχολαστικῶν τῆς Δ. Εὐρώπης, ἀποκοτῶν μέ ἄνεση τό λειτουργικό στίγμα τοῦ νεωτερισμοῦ. Πολύ περισσότερο δέβαια, πού τα κείμενά τους ἀρκετές φορές εἶναι διάσπαρτα ἀπὸ τὴ νεότερη ἐννοιολογία καί τυπολογία.

Β. Στα πλαίσια τοῦ φιλοσοφικοῦ κλίματος πού περιγράψαμε καί ἰδιαίτερα ἀπὸ τό τέλος τῆς τέταρτης δεκαετίας τοῦ 18ου αἰῶνα, πυκνώνουν σταδιακά οἱ λόγιοι πού συγκλίνουν νά προσδώσουν στήν ἀντιπεριπατητική - ἀντισχολαστική τους πλεύση ὡς πρὸς τὴν φυσική τό νευτώνειο στίγμα. Ἡδη, ὁ Δαμοδὸς μὲ τά δύο διαδοχικά του ἔργα *Φυσιολογία αἰτιολογική* καί *Ἐπιτομή φυσιολογίας* (Μπόμπου Σταμάτη 1982: 224-277), διαγράφει μὲ ἀδρᾶ χαρακτηριστικά τὴν καμπὴ ἀπὸ τὸν καρτεσιανισμό στό νευτωνισμό, ἢ ὅποια συνοδεύεται ἀπὸ μία καταδικαστική κριτική πρὸς τὴ μεθοδολογία καί τὴ φυσική του Descartes (Μπόμπου Σταμάτη 1982: 275-276). Σε παρεμφερή ἀντιστοιχία πρὸς τὴν καμπὴ τοῦ Δαμοδοῦ ὁρίζεται καί ἡ ἐννοιολογική διαφοροποίηση μεταξὺ δύο κειμένων τοῦ Ζερζούλη, πού κατατίθενται στὴ διαμάχη του μὲ τὸν Δωρόθεο Λέσβιο. Τό ἐννοιολογικό περιεχόμενο τοῦ πρώτου κειμένου μὲ τὸν τίτλο *Νικολάου τοῦ ἐκ Μετζόδων ἀπορία πρὸς Δωρόθεον* (Μπενάκης 1978: 90-93), τό ὁποῖο κατὰ τίς ἐκτιμήσεις τοῦ ἐκδότη του ἔχει συνταχθεῖ πρὶν τό 1740, δεικνύει μὲ σαφήνεια ὅτι οἱ φυσικές ἔννοιες - κατηγορίες καί ἐπιχειρήματα πού χρησιμοποιοῦνται συσχετίζονται πρὸς τό εὐρύ φάσμα τῆς Δ. Εὐρωπαϊκῆς ἀντισχολαστικῆς παράδοσης τοῦ 16ου αἰῶνα καί τῶν ἀρχῶν τοῦ 17ου αἰῶνα. Τό δεύτερο μὲ τίτλο *Τοῦ σοφωτάτου διδασκάλου κυρ Νικολάου Κυριακοῦ τοῦ Τζαρτζούλη, καθ' οὗ ἡ ἀνωτέρω ἐπιστολή ἐγράφη, γενναία ἀπάντησις* (Μπενάκης 1977: 416-454), πού συντάχθηκε κατὰ τὴν πέμπτη δεκαετηρίδα τοῦ 18ου αἰῶνα (Μπενάκης 1977: 427), μὲ σκοπὸ τὴν

απόκρουση επιστολής του Δωρόθεου Λέσβιου (Μπενάκης 1977: 432-433, 446-450) στην οποία προδιδόταν ή ορθότητα της άριστοτελικής θεωρίας του βαρέος και κούφου σώματος, καθιστά άναμφίλεκτο ότι ο Μετσοδίτης λόγιος έχει γνωρίσει τη νευτώνεια φυσική, στο όνομα της οποίας εξ άλλου επιχειρηματολογεί. Ο νευτώνειος προσανατολισμός του Ζερζούλη φαίνεται ότι οριστικοποιείται το 1760 με τη συγγραφή ενός έργου φυσικής που μόλις τελευταία αποκάλυψε ή αρχαιακή έρευνα (Μπενάκης 1993) και το οποίο έχει ως θεματολογικό του επίκεντρο τα *Elementa Physicae* του Όλλανδου φυσικού Musschenbroek.

Έκτός όμως από τον Δαμοδό και τον Ζερζούλη στους όποιους καθίσταται ευδιάκριτη ή διαχρονική μετάβαση από την προνευτώνεια στη νευτώνεια φυσική, ανάλογα φαινόμενα παρουσιάζονται στα έργα και άλλων λογίων, όπως π.χ. του Βούλγαρη. Στο έργο του Βούλγαρη *Τά ἀρέσκοντα τοῖς φιλοσόφοις* (1805 α), παρά την έγκριση πολλών νευτώνειων θεωριών και τη γενική κριτική στάση έναντι του καρτεσιανισμού (Κονδύλης 1988: 183-186), στο εισαγωγικό κεφάλαιο όπου συζητούνται οι προκαταρκτικές αρχές της φυσικής (1805α: 6-7) συμπαρατίθενται οι «Φιλοσοφικοί Κανόνες» (*Rules of reasoning in philosophy*) του Newton (Newton 1972: BK. III) και τα «Άξιώματα» (*Axioms*) του καρτεσιανού Jacques Rohault (Rohault 1969: 18-21).

Όσο στο *Στοιχεῖα φυσικῆς* (1766-67) του Θεοτόκη απουσιάζουν οι συνάψεις προς την καρτεσιανή παράδοση, παρά το γεγονός ότι ο Abbé Nollet, συγγραφέας ενός από τα κύρια έργα (*Lezioni di fisica sperimentale*, 1746-1772) που χρησιμοποιούνται ως πηγές τους, πρώτον, αποδέχεται καιρικές φυσικές θεωρήσεις του καρτεσιανισμού και δεύτερον, αρνείται να εντάξει τον έαυτό του σε κάποιο συγκεκριμένο φυσικοφιλοσοφικό ρεύμα, διατηρώντας ίσες αποστάσεις τόσο προς τον καρτεσιανισμό, όσο και προς το νευτωνισμό (Gusdorf 1971: 177).

Η έκδοση των *Στοιχείων Φυσικῆς* του Θεοτόκη, σε συνδυασμό με τα κείμενα - έργα των Ζερζούλη, Βούλγαρη (έκ των όποιων του Βούλγαρη εκδίδονται στίς αρχές του 19ου αιώνα ενώ του Ζερζούλη δέν εκδόθηκαν ποτέ), συνέβαλαν καθοριστικά στη διαμόρφωση του νευτώνειου στίγματος της νεότερης φυσικής στον ευρύτερο ελληνόφωνο χώρο. Είναι χαρακτηριστικό ότι, οι τρείς προαναφερόμενοι λόγιοι επιφυλάσσουν μιá θερμή ύποδοχή του νευτωνισμού, που συνοδεύεται από αξιόλογες προσπάθειες συστηματικής προσέγγισης

τῶν φυσικῶν του θεωριῶν, στή δάση τῶν πλέον διαδεδομένων πηγῶν του στό εὐρωπαϊκό ἐπίπεδο, ὅπως εἶναι τό *Elementa Physicae* τοῦ Musschenbroek καί τό *Philosophiae newtonianae institutiones* (1749) τοῦ W.J. 's Gravesande (Brunet 1926).

Παρά ὅμως τίς προσπάθειες συστηματικῆς προσέγγισης τῶν νευτώνειων φυσικῶν θεωριῶν καί οἱ τρεῖς λόγιοι ἐμφανίζουν ἐκτεταμένες ὁμοιότητες πρὸς τήν πρώτη γενιά τῶν λογίων, πού προσέγγισε τή νεότερη σκέψη. Βέβαια, ἡ πυκνότητα τοῦ νεότερου (νευτώνειου) λόγου στά ἔργα τους, σέ ἀντιδιαστολή μέ τήν ἀντίστοιχη μικρότερη πυκνότητα τῆς προηγούμενης γενιᾶς τῶν νεότερων λογίων, ἐνῶ ἀπό τήν μιᾶ πλευρά συνιστᾷ ἓνα ἀδιαμφισβήτητο τεκμήριο τῶν προθέσεών τους, ἀπό τήν ἄλλη, δέν μπορεῖ παρὰ νά θεωρηθεῖ, ὡς μία σοβαρή ἔνδειξη, ἀλλά ὥστόσο μόνον ἔνδειξη τοῦ ἐννοιολογικοῦ περιοχομένου πού καταληκτικά συνθέτουν. Ἐξ ἄλλου, ἡ εὐδιάκριτη ὑπεροχή τοῦ νευτώνειου λόγου δέν ἐκμηδενίζει τόν ἀριστοτελικό, παρὰ τήν ποσοτική περιθωροποίηση τοῦ τελευταίου. Ἡ παρουσία τῶν ἀριστοτελικῶν ἐννοιῶν-κατηγοριῶν σέ καίρια σημεία τῶν ἀναλύσεών τους, παρέχει ἀφορμές, προκειμένου νά ἐρευνηθεῖ τό εἰδικό δάρος τους στό ἐννοιολογικό πλαίσιο τῶν θεωριῶν πού παρεισφρύνει, τό ὁποῖο ὅπως συνάγεται βρῖσκεται σέ ἀναντιστοιχία μέ τήν ποσοσταία συμμετοχή του.

Ἡ λογική ἀνασυγκρότηση τῶν δομικῶν στοιχείων τῶν φυσικῶν θεωριῶν καί ἰδιαίτερα, ὅσων ἔχουν σχέση μέ τήν ἐρμηνεία τοῦ «συστήματος τοῦ παντός», ἀναδεικνύει ὅτι, τά ἐννοιολογικά πλαίσια στά ὁποῖα ἐντάσσεται ὁ προβαλλόμενος νευτωνισμός, συντείνουν νά ταυτισθοῦν πρὸς τά ἀντίστοιχα τῆς πρώτης γενιᾶς τῶν λογίων πού προσεγγίζουν τήν νεότερη φυσική. Ὅπως δηλαδή, στήν πρώτη γενιά τῶν νεότερων λογίων, ἔτσι καί στους Ζερζούλη, Βούλγαρη καί Θεοτόκη, ἡ προσέγγιση τῶν νεότερων φυσικῶν θεωριῶν, διενεργεῖται ὑπό τό πρίσμα τῆς ἀπόκρουσης τῆς ἀριστοτελικῆς μεταφυσικῆς καί ἰδιαίτερα τῶν συνεπειῶν της στή φυσική καί τή μεθοδολογία, χωρίς ὥστόσο νά ἐγκαταλείπεται τό ἐννοιολογικό φυσικό πλαίσιο τοῦ ἀριστοτελισμοῦ.

Ἔτσι ἐνῶ ὁ ἀντιμεταφυσικός προσανατολισμός τῆς σκέψης τους συμβάλλει στήν προσέγγιση τῶν νεότερων φυσικῶν θεωριῶν, ἡ ἀπουσία ἐνός συγκροτημένου νεότερου ἐννοιολογικοῦ πλαισίου, ἐπιρρῶνει τήν ἀφομοίωση καίριων νεότερων φυσικῶν ἀντιλήψεων ἀπό τίς ἀριστοτελικές, ἐνῶ παράλληλα συνδράμει στή δημιουργία κοινῶν τόπων καί συναφειῶν μεταξύ τῶν νεότερων καί τῶν ἀριστο-

τελικών, πού τροφοδοτούν τή μεθερμηνεία τοῦ ἐννοιολογικοῦ περιοχομένου τῶν πρώτων.

Γ. Στη συνέχεια, θά ἐπιχειρήσουμε νά σκιαγραφήσουμε μέ ἓνα χαρακτηριστικό παράδειγμα, τίς διεργασίες ἀφομοίωσης καί μεθερμηνείας τῶν νεότερων - νευτώνειων φυσικῶν θεωριῶν πού ἐπιχειροῦνται ἐκ μέρους τῶν τριῶν Ἑλλήνων λογίων. Συγκεκριμένα θά ἐξετάσουμε τόν τρόπο μέ τόν ὁποῖο ἡ νευτώνεια θεωρία τῆς βαρύτητας (Newton 1972), μεθερμηνεύεται ἀπό τήν κυρίαρχη ὀπτική τῆς ἀντίστοιχης ἀριστοτελικῆς θεωρίας τοῦ βαρέος σώματος (Aristote 1965: Liv. III IV). Ἐπειδή ὥστόσο οἱ βαρυτικές καί οἱ κοσμικές ἀντιλήψεις πού ἐνστερνίζονται συμπλέκονται μεταξύ τους ἀξεδιάλυτα, θά καταθέσουμε ὀρισμένες παρατηρήσεις γιά τά κείμενα κοσμικά χαρακτηριστικά πού σκιαγραφοῦνται στά κείμενά τους, μέ σκοπό νά διευκολυνθεῖ ἡ κατανόηση καί ἡ ἐρμηνεία τῶν βαρυτικῶν τους ἀντιλήψεων.

Κατ' ἀρχήν θά ἐπισημάνουμε ὅτι, οἱ προκαταρκτικές ὑποθέσεις –ἀρχές πού ἐμπεριέχονται στίς κοσμικές τους ἀντιλήψεις ἄν καί διαφοροποιοῦνται σημαντικά ἀπό τίς ἀντίστοιχες τῶν Ἑλλήνων περιπατητικῶν καί τῶν Δ. Εὐρωπαίων σχολαστικῶν, δέ συμπίπτουν μέ τίς νευτώνειες. Οἱ τρεῖς λόγοι, ἀπορρίπτουν τό ἱεραρχημένο ὄντολογικά-ποιοτικά κλειστό κοσμικό πρότυπο τῆς ἀριστοτελικῆς κοσμολογίας, προκειμένου νά τό ἀντικαταστήσουν μέ ἓνα ἐνιαῖο, ὁμογενές σύνολο, σέ ἀντιστοιχία πρὸς τίς κοσμολογικές συνθέσεις τῶν νεοτέρων.

Ὅμως τό κοσμικό πρότυπο πού υἱοθετοῦν, πρῶτον, παραμένει κλειστό, ἀνεξάρτητα ἂν ἐγκρίνουν τόν ἰδιόμορφο γεωκεντρισμό του Τυχώνειου συστήματος (Βούλγαρης 1805 β: 52-63), ἢ ταλαντεύονται μεταξύ τοῦ ἡλιοκεντρισμοῦ καί τοῦ κλασσικοῦ γεωκεντρισμοῦ (Θεοτόκης 1766-67Α: §105, §112, §113, §139, §168, 1804: 29-33, 40-47) καί δεύτερον, χαρακτηρίζεται ἀπό τήν παρουσία ἑνός κεντρικοῦ σημείου. Ὁ Βούλγαρης μέ τήν ἀποδοχή τοῦ Τυχώνειου συστήματος, τοποθετεῖ στό κεντρικό σημεῖο τοῦ κλειστοῦ κόσμου τή Γῆ. Ὅτι ὁμως ὁ Βούλγαρης προσδιορίζει ρητά μέ τόν γεωκεντρισμό τοῦ Τυχώνειου συστήματος, ἐπαναλαμβάνεται μέ νευτώνειες ἀποχρώσεις στόν Ζερχούλη (Μπενάκης 1977: 443), ὅπως καί στόν Θεοτόκη, παρά τήν παλινδρόμηση τοῦ τελευταίου ὡς πρὸς τό κεντρικό σῶμα τοῦ κοσμικοῦ συστήματος. Εἶναι ἐπομένως προφανές ὅτι, ἡ ἐνιαῖα ὁμογενής κοσμοεικόνα πού συγκλίνουν νά ἀποδεχθοῦν οἱ τρεῖς λόγοι, τόσο μέ τά περιφερειακά ὅρια τῆς σφαίρας τῶν ἀπλανῶν ὥστε-

ρων (κλειστός κόσμος), όσο και μέ τόν προσδιορισμό τοῦ κεντρικοῦ της σημείου, ἀναπαράγει θεμελιώδη τοπογραφικά χαρακτηριστικά του ἀριστοτελικοῦ κοσμικοῦ προτύπου.

Ὡστόσο ἡ ὄντολογική - ποιοτική ὁμοιογένεια τῶν κοσμικῶν τους συνθέσεων, παρὰ τή συνδρομή τῶν ἀριστοτελικῶν ὄρων στή συγκρότησή τους, ἐπιτάσσει τήν κατάργηση, πρῶτον, κάθε στοιχείου πού συμβάλλει στήν οἰκοδόμηση τῆς ὄντολογικῆς ἀνομοιογένειας, τόσο μεταξύ τῶν σωμάτων τοῦ ἄλλοτε ὑποσελήνιου χώρου, όσο και μεταξύ του ὑποσελήνιου καί τοῦ ὑπερσελήνιου χώρου καί δεύτερον, τοῦ συνόλου τῶν ἀριστοτελικῶν φυσικῶν κατηγοριῶν - ἐννοιῶν πού συνυφαίνονται μέ τή διαβαθμισμένη δομή τοῦ ἀριστοτελικοῦ κοσμικοῦ προτύπου.

Στό ἐπίπεδο τοῦ γήινου κόσμου, ἡ ὄντολογική - ποιοτική ὁμοιογένεια συσχετίσθηκε προνομιακά μέ τήν ἀπόρριψη τῆς ἐνιαίας ἀριστοτελικῆς κινητικῆς θεωρίας τῶν κούφων καί βαρέων σωμάτων, ἡ ὁποία καθιέρωνε ἀξιωματικά ἓνα δυῖσμό τῶν αἰτιῶν τῆς κίνησής τους, νομιμοποιώντας εὐρύτερα τήν ὄντολογική διαβάθμιση. Καί οἱ τρεῖς λόγιοι, ἄν καί ἄρνήθηκαν μέ ἀποφασιστικότητα τό σύνολο τῶν ἐπιπτώσεων τῆς ἀριστοτελικῆς μεταφυσικῆς στόν ὄντολογικό πολυμερισμό τοῦ κόσμου (τοῦτο φαίνεται ἄδρομερέστερα στήν δοξογραφική μεθοδολογία τοῦ Βούλγαρη 1805α), ὥστόσο δέν ἀποκρούσθηκε μέ συνέπεια ἐκ μέρους τους ἡ ἐνιαία ἀριστοτελική θεωρία τοῦ βαρέος καί κούφου σώματος. Ἀντί τῆς συνολικῆς ἄρνησης τῆς ἀριστοτελικῆς θεωρίας τῶν βαρέων καί κούφων σωμάτων καί οἱ τρεῖς, ἀπέκρουσαν μόνον τό ἓνα σκέλος της καί συγκεκριμένα ὅτι ἔχει σχέση μέ τήν ἀπόλυτη κουφότητα, ἀποδεχόμενοι τή Γαλιλαϊκῆς καταγωγῆς ἀντίληψη, ἡ ὁποία ἀποτιμοῦσε ὅλα τά ἔνυλα σώματα τοῦ γήινου χώρου βαρέα. Δίχως ὅμως ἡ κατηγορία τοῦ «βαρέος σώματος» νά ἀποστασιοποιεῖται ἐννοιολογικά ἀπό τήν ἀριστοτελική θεώρησή της. Ἡ υἱοθέτηση τῆς πρώϊμης Γαλιλαϊκῆς θέσης, ἀνεξάρτητα τῆς συνάφειάς της πρὸς τήν ἀριστοτελική θεωρία του βαρέος σώματος, λειτουργεῖ ὡς ἀντιπροσωπευτική τῆς νεότερης φυσικῆς, καθ' ὅσον μέ τήν ἄρνηση τοῦ δυῖσμοῦ τῶν αἰτιῶν τῆς κίνησής τῶν βαρέων καί κούφων σωμάτων, ὑποθάλεται ἓνα ἀπό τά θεμελιώδη ἐρείσματα τῆς ἀριστοτελικῆς φυσικῆς σέ ὄφελος τῆς νεότερης.

Τό πρόβλημα πού ἀνακύπτει στοὺς τρεῖς Ἕλληνες λόγιους σέ σχέση πρὸς τήν ἀπόρριψη τῆς ἀπόλυτης κουφότητας καί τήν γενίκευση τῆς ιδιότητος τοῦ ἀριστοτελικοῦ βαρέος σώματος σύμφωνα μέ τίς

πρώιμες Γαλιλαϊκές θέσεις, είναι ότι επιχειρείται εκ μέρους τους, μία αναγωγή των Γαλιλαϊκών προς τις βαρυτικές αντιλήψεις του νευτωνισμού. Ἀλλά όπως έχουμε ήδη υπογραμμίσει, παρά το στίγμα της νεοτερικότητας που φέρει ἐγγενώς ἡ ἀπόρριψη τῆς ἀπόλυτης ἀριστοτελικῆς κουφότητας, οἱ πρώιμες Γαλιλαϊκές ἀντιλήψεις γιὰ τὴ βαρύτητα, δὲ διαφοροποιούνται ἀπὸ τὴν ἀριστοτελικὴ θεώρηση τοῦ βαρέος σώματος. Ἡ ἀναδάπτιση ἀριστοτελικῶν φυσικῶν ἀντιλήψεων σὲ νευτώνειες στίς μέσες δεκαετίες τοῦ 18ου αἰῶνα στὸν ἐλληνόφωνο χῶρο, τὸ ἐλάχιστο ποῦ δεικνύει εἶναι ἡ ὑπαρξὴ μιᾶς ἰσχυρῆς ἐννοιολογικῆς συνάφειας μεταξὺ τοῦ παραδοσιακοῦ καὶ τοῦ νεότερου φυσικοῦ συστήματος σκέψης, τουλάχιστον στοῦ ἐπίπεδο τῶν βαρυτικῶν ἀντιλήψεων.

Ὡστόσο ἡ ἐννοιολογικὴ συνάφεια τῶν παραδοσιακῶν καὶ νευτώνειων ἀντιλήψεων, ἀν ἀπὸ τὴ μιὰ πλευρὰ δεικνύει τοὺς ἰσχυροὺς δεσμούς τῆς ὑπὸ διαμόρφωση νεότερης φυσικοφιλοσοφικῆς σκέψης πρὸς τὴν παράδοση, ἀπὸ τὴν ἄλλη, συσχετίζεται εὐθέως πρὸς τὰ ἀριστοτελικά χαρακτηριστικά τοῦ κοσμικοῦ συστήματος ποῦ ἀποδέχονται. Ἡ κατανόηση τῆς προηγούμενης παρατήρησης διευκολύνεται ἀν συνεκτιμηθεῖ ὅτι, ἡ νευτώνεια θεωρία τῆς βαρύτητας (Newton 1972) καὶ ἡ ἀριστοτελικὴ θεωρία τῶν βαρέων καὶ κούφων σωμάτων (Aristote 1965: Liv. III-IV), ἐναρμονίζονται καὶ νομιμοποιοῦν ἀντιστοίχως, ἀφ' ἐνός τὰ καίρια χαρακτηριστικά καὶ ἀρχές - ὑποθέσεις τοῦ ἐνιαίου ὁμογενοῦς καὶ ἁπλοῦς σύμπαντος τῆς νεότερης φυσικῆς καὶ ἀφ' ἑτέρου τοῦ διαδοχισμένου κλειστοῦ κόσμου τῆς παράδοσης.

Το κοσμικὸ σύστημα ποῦ ἀποδέχονται οἱ τρεῖς λόγιοι, ὅπως ἔχουμε ἤδη υπογραμμίσει δὲν ταυτίζεται μὲ τὸ κλασσικὸ ἀριστοτελικό, ἀλλὰ ὅμως οἱ δύο ἀρχές - ὑποθέσεις, τοῦ κεντρικοῦ σημείου καὶ τῶν περιφερειακῶν ὁρίων, δὲν μποροῦν νὰ ἐρμηνευθοῦν, παρά στὴ δάση τῶν ἐννοιολογικῶν πυρήνων τῆς ἀριστοτελικῆς θεωρίας τοῦ βαρέος σώματος, τὴν ὁποία καὶ ὑπαινίσσονται μὲ τίς ἀναφορὰς τους πρὸς τίς νευτώνειες ἐννοίες καὶ κατηγορίες.

Δ. Ἡ διαμάχη τοῦ Ζερζούλη μὲ τὸν Δωρόθεο Λέσβιο στὴν πέμπτη δεκαετία τοῦ 18ου αἰῶνα (Μπενάκης 1977: 416-454) ἐπικεντρώνεται στὴν ἀμφισβήτηση καὶ συνάμα στὴν ὑπεράσπιση τῆς ἀριστοτελικῆς θεωρίας τῶν βαρέων καὶ κούφων σωμάτων. Ὁ μὲν Ζερζούλης, ἀμφισβητεῖ καὶ ἀπορρίπτει ὡς καθολικὴ ιδιότητα τῶν σωμάτων, ὁ δὲ Δωρόθεος Λέσβιος, προσυπογράφει καὶ ὑπερασπίζει στοῦ σύνολο τῆς τὴν ἀριστοτελικὴ θεωρία τῶν βαρέων καὶ κούφων σωμάτων.

Ἐνῶ ὁμως ὁ Ζερχούλης, προσδιορίζει τό περιεχόμενο τῆς ἐπιχειρηματολογίας του ὡς νευτώνειο, παραθέτοντας πρὸς ἐνίσχυσὴ του μιὰ τυπολογικὴ σχέση τῆς βαρύτητας πού ἀπορρέει ἀπὸ τὸν παγκόσμιον νόμον τῶν βαρυτικῶν ἑλξεων τοῦ Newton, ὥστόσο δὲν εἶναι δύσκολο νὰ συναχθεῖ ὅτι, ἡ κύρια ἐπιδίωξή του, εἶναι ἡ ἀναίρεση τῆς ἀπόλυτης ἀριστοτελικῆς κουφότητος διὰ μέσου τῆς προβολῆς τῆς ἀντισχολαστικῆς (Γαλιλαϊκῆς) θέσης, πού ἀπονέμει στὴν ὕλη τῶν σωμάτων τὴ ὑπαρξὴ τοῦ βάρους καὶ τῆς βαρύτητας. Ὁ Ζερχούλης δηλαδὴ ὑποστηρίζει ὅτι, τὰ θεωρούμενα ὡς ἀπόλυτα κούφα σώματα, περιέχουν ὕλη καὶ ὡς ἐκ τούτου ἔχουν βάρος, ἐνῶ συνάμα χαρακτηρίζονται ἀπὸ τὴν ιδιότητα τῆς βαρύτητας. (Μπενάκης 1977: 436-438).

Ἡ θέση ὁμως τούτη, παρὰ τὸ γεγονὸς ὅτι προσβάλλει τὴν ἀριστοτελικὴ ἀπόλυτη κουφότητα, δὲν σκιαγραφεῖ οὔτε ἀνάγεται στὴ νευτώνεια θεωρία τῆς βαρύτητας. Ἱστορικὰ ἀντιπροσωπεύει, ἐκείνη τὴν πρῶιμη περίοδο τῆς νεότερης ἐπιστήμης, ἡ ὁποία ἐνῶ ἀμφισβητοῦσε θεμελιώδεις ἀριστοτελικές φυσικὲς ἀντιλήψεις (ἀπόλυτη κουφότητα), δὲν ἦταν σὲ θέση νὰ ἀναδείξει μιὰ ριζικὰ νέα ἐρμηνεία τῶν αἰτιῶν τῆς κίνησης τῶν σωμάτων. Γι' αὐτὸ καὶ ἡ ἀναίρεση τῆς ἀριστοτελικῆς κουφότητος, μετέλιπτε στὴ γενίκευση τῆς ιδιότητος τοῦ ἀριστοτελικοῦ βαρέως σώματος στό σύνολο τῶν ὑπαρχόντων σωμάτων.

Γιὰ τὸν Ζερχούλη ἡ βαρύτητα, παρὰ τίς ἀναφορὲς του πρὸς τὸν Newton, ἀντιπροσωπεύει μιὰ ιδιότητα ὅλων τῶν σωμάτων τοῦ γήινου περιβάλλοντος (συμπεριλαμβανομένου σ' αὐτὸ καὶ τῆς Σελήνης), ἡ ὁποία τὰ συνωθεῖ πρὸς τὸ κοσμικὸ κέντρο τῶν βαρέων σωμάτων τὴ Γῆ, ἐκτὸς βέβαια τῶν περιπτώσεων ἐκείνων, ὅπου ἡ ἀντίσταση τῆς ἀτμόσφαιρας ἐξαναγκάζει τὰ ἐλαφρότερα ἀπὸ αὐτὰ νὰ ὀδηγοῦνται σὲ ἀντίθετη διεύθυνση. Μὲ διαφορετικὰ λόγια, ὁ Ζερχούλης ἐπιχειρεῖ νὰ ἀποδείξει ὅτι, ἡ ἀνοδικὴ ὡς πρὸς τὴν Γῆ κίνηση, ἡ ὁποία κατὰ τὴν ἀριστοτελικὴ θεωρίαν ἀπονέμεται στὰ κούφα σώματα, ἐρμηνεύεται μὲ τὴν συνεκτίμηση τοῦ βάρους τους καὶ ὄχι στὴ δάση τῆς ἀπουσίας του.

Σὲ κανένα σημεῖο τῆς ἐπιχειρηματολογίας του δὲν ὑπεισέρονται οἱ κύριες κατηγορίες καὶ σχέσεις πού συγκροτοῦν τὴ νευτώνεια θεωρία τῆς βαρύτητας. Ἀπουσιάζουν χαρακτηριστικὰ, πρῶτον, ὁ παγκόσμιος νόμος τῶν βαρυτικῶν ἑλξεων ($F_{1,2} = K \cdot M_1 \cdot M_2 / R_{1,2}^2 \cdot F_{1,2} =$ ἡ ἀπόσταση μεταξὺ τῶν δύο σωμάτων μάζας M_1 καὶ M_2 , $K =$ σταθερά, $R_{1,2} =$ ἡ ἀπόσταση μεταξὺ τῶν δύο σωμάτων), ὁ ὁποῖος εἰσάγει τὴν ἀναλογικὴ σχέση τοῦ μέτρου τῶν σωμάτων, ὁ ὁποῖος εἰσάγει τὴν

αναλογική σχέση του μέτρου των παραγομένων βαρυτικών δυνάμεων προς τό γινόμενο των έλκόμενων μαζών δυο σωμάτων, σέ συνδυασμό προς τήν αντίστροφη αναλογία του τετραγώνου της, απόστασής τους, δεύτερον, ή κατηγορία της άμοιβαιότητας των βαρυτικών δυνάμεων που άναπτύσσονται μεταξύ δυο σωμάτων ως συνέπεια του τρίτου νόμου της κίνησης του Newton και τρίτον, ή ίδια ή έννοια της έλκτικής ύφης των βαρυτικών δυνάμεων.

Η νευτώνεια σχέση που εισάγει στο κείμενό του μεταξύ (της επιτάχυνσης) της βαρύτητας στις επιφάνειες της Γης και της Σελήνης ($g_F/g_S = R_S^2 / R_F^2 \cdot g_F$, g_S = επιταχύνσεις της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης και της Σελήνης, R_F = ακτίνα της Γης, R_S = απόσταση της Σελήνης από τό κέντρο της Γης), δέν καθίσταται ικανή νά αποδώσει ή νά σκιαγραφήσει τή νευτώνεια βαρυτική αντίληψη των άμοιβαίων έλκτικών δυνάμεων, σύμφωνα μέ τόν παγκόσμιο νόμο των βαρυτικών έλξεων. Έξ άλλου ή κατηγορία της μάζας δέ βρísκει τόπο στην προβαλλόμενη νευτώνεια σχέση, άν και ή αὐτοδύναμη τυπολογία της βαρύτητας, είτε στην επιφάνεια της Γης, είτε στην επιφάνεια της Σελήνης, έμπεριέχει τή μάζα της Γης ή όποία όμως άπλοποιείται στο πηλίκο της σχέσης που κατατίθεται.

Η τυπολογική και έννοιολογική άπουσία του παγκόσμιου νόμου των βαρυτικών έλξεων και των οργανικών προς αὐτόν έρμηνευτικών προϋποθέσεων, θέτουν τήν σφραγίδα τους στο σύνολο των έπιμέρους νευτώνειων αντιλήψεων που υίοθετοῦνται εκ μέρους του. Ο Ζερζούλης π.χ., άρνεϊται τήν άριστοτελική αντίληψη περί της συνάρτησης του βάρους των σωμάτων προς τόν όγκο τους, αντιπροτείνοντας τή νευτώνεια συνάρτησή του προς τήν ποσότητα της ύλης (μάζα) τους. («Βάρος δέ, ήτοι όλκήν, πλεον και έλαττον και άποδεχόμεθα και άποδείκνυμεν· έστι γαρ άνάλογον τη της ύλης ποσότητι» Μπενάκης 1977: 445). Όστόσο, ή «νευτώνεια» προσέγγιση του βάρους δέν έπιχειρείται νά έναρμονισθεϊ προς τίς απαιτήσεις του παγκόσμιου νόμου των βαρυτικών έλξεων. Δηλαδή, τό βάρος ενός σώματος στην επιφάνεια ή στο περιβάλλον της Γης δέν προσεγγίζεται μεθοδολογικά, ως εξειδικευμένη έφαρμογή του παγκόσμιου νόμου των βαρυτικών έλξεων, ή όποία θά άναδείκνυε ότι τοῦτο, πρώτον, αντιπροσωπεύει τήν άμοιβαία έλκτική δύναμη που άναπτύσσεται μεταξύ των μαζών του σώματος και της Γης και δεύτερον, ότι τό μέτρο του, είναι άνάλογο του γινομένου των μαζών του σώματος και της Γης και αντιστρόφως άνάλογο προς τό τετράγωνο της μεταξύ της απόστασης.

Ἡ μεθοδολογική απόσχιση τῆς ἐπιχειρηματολογίας του ἀπό τὰ ἐννοιολογικά πλαίσια τοῦ παγκόσμιου νόμου τῶν βαρυτικῶν ἑλξεων τοῦ Newton, ἐπιρρῶνει τὴ νομιμοποίηση τῶν ἀντίστοιχων ἀριστοτελικῶν ἀντιλήψεων, πού ὀρίζουν τὴ βαρύτητα ὡς μιὰ ἔμφυτη τάση πού κατατείνει νά κινήσει τὸ σῶμα πρὸς τὸ κέντρο τοῦ κοσμικοῦ συστήματος. Ἡ ἀριστοτελικὴ βαρύτητα παράγεται αὐτοδύναμα ἀπὸ κάθε βαρὺ σῶμα, σέ πλήρη ἀνεξαρτησία ἀπὸ ὁποιοδήποτε ἄλλο καί πρῶτα ἀπὸ ὅλα, τὴ Γῆ. Ἡ Γῆ ἀποτελεῖ μόνον τὸ σημεῖο πρὸς τὸ ὁποῖο κατευθύνονται τὰ βαρέα σώματα. Καί δέβαια ἡ ἀριστοτελικὴ ιδιότητα τοῦ βαρέος σώματος, ὅπως ἔχουμε ὑπογραμμίσει, δέν ἀντιπροσωπεύει ἑλξη καί πολὺ περισσότερο ἀμοιβαία ἑλξη σύμφωνα μέ τὸ νευτώνειο πρότυπο.

Ὡστόσο, ἡ ἔμφυτη τάση κίνησης τῶν βαρέων ἀριστοτελικῶν σωμάτων πρὸς τὸ κέντρο τοῦ κοσμικοῦ συστήματος, συνιστᾷ γιὰ τὸν Ζερχοῦλη τὸ μονόδρομο ἐκεῖνο διὰ τοῦ ὁποῖου μποροῦν νά νομιμοποιηθοῦν τὰ παραδοσιακά χαρακτηριστικά τῆς δομῆς τοῦ κοσμικοῦ συστήματος πού υἱοθετοῦνται ἐκ μέρους του καί προπάντων τὸ ἀμετάβλητο σταθερὸ κέντρο καί τὰ περιφερειακά κυκλικά ὄριά του πού συγκροτοῦν οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες.

Ἡ ὑπαρξη κεντρικοῦ σημείου στοῦ κοσμικοῦ σύστημα (πού συνεισάγεται μέ τὰ κυκλικά περιφερειακά ὄριά του ἐφ' ὅσον ἀπὸ γεωμετρικὴ σκοπιά ἡ ὑπαρξη τοῦ κέντρου προϋποθέτει τὴν ὑπαρξη τῶν περιφερειακῶν ὁρίων καί ἀντιστρόφως), ἀπαιτεῖ τὴν καθολικὴ λειτουργία τῆς ἀριστοτελικῆς ιδιότητος τοῦ βαρέος σώματος, μέ βάση τὴν ὁποία τὰ σώματα τοῦ γήινου καί τοῦ οὐράνιου χώρου συντείνουν νά κινήθοῦν πρὸς αὐτό, παρὰ τὸ γεγονὸς ὅτι τὰ οὐράνια κινοῦνται κυκλικά γύρω του.

Ε. Ὁμοιογενὴς εἶναι ἡ ἀντιμετώπιση τῆς νευτώνειας βαρυτικῆς θεωρίας πού διαγράφεται στὴ συνέχεια καί ἐκ μέρους τῶν Βούλγαρη - Θεοτόκη, παρὰ τὴ συστηματικὴ προσέγγιση τοῦ νευτωνισμοῦ πού ἐπιχειρεῖται στὰ ἔργα τους. Εἶναι χαρακτηριστικό ὅτι ὁ Θεοτόκης ἀποτιμᾷ τὴν ἀριστοτελικὴ θεωρία τοῦ βαρέος καί κούφου σώματος μέσα ἀπὸ τὴν ὀπτικὴ τῆς ἱστορικῆς δικαίωσής της, σημειώνοντας ὅτι: «τοῦ μὲν Ἀέρος τὸ βάρος καί ὁ Ἀριστοτέλης μάλα καλῶς ἐπέγνω, τὸ δὲ Πῦρ ἀβαρές ἔλεγεν, ἐξ' οὗ τυχόν καί τὴν κουφότητα αἴτιον κινήσεως ἐτίθετο, ἐπειδὴ γάρ, πάντα βάρος ἔχει ὑπείληφε πλήν τοῦ Πυρός, τὴν τούτου κουφότητα μόνην ἀναμφιλέκτως Αἴτιον κινήσεως ἐνόμιζεν, εἰ μὴ κουφότητα λέγων, σχετικὴν τινὰ ἐννόει» (1766-67 Α: §124).

Καί οἱ δύο λόγιοι, μέ προεξάρχοντα τόν Βούλγαρη, ἀποδεικνύουν ὅτι, παρὰ τίς ἐπιφαινόμενες συνάφειες τῶν κειμένων τους πρός τή νευτώνεια θεωρία τῆς βαρύτητας, δέν ἀποστασιοποιοῦνται ἀπό τήν ἀντίστοιχη ἀριστοτελική, μέ τήν προϋπόθεση βέβαια, ὅτι μεθερμηνεύουν καί προσαρμόζουν τή νευτώνεια στό ἀντισχολαστικό ἀντιπεριπατητικό πλαίσιο τῆς πρώϊμης Γαλιλαϊκῆς φυσικῆς.

Τόσο ὁ Βούλγαρης ὅσο καί ὁ Θεοτόκης ἀπορρίπτουν τήν ἀπόλυτη ἀριστοτελική κουφότητα καί παράλληλα τήν ὁποιαδήποτε αὐτοδύναμη ἀξία τῶν διαβαθμίσεων τῆς (Βούλγαρης 1805α: 125-127, Θεοτόκης 1766-67Α: §102, §103, §122, §124), γιά νά προβάλλουν σέ συμφωνία μέ τόν Ζερχούλη, τή νεότερη Γαλιλαϊκή θέση πού υἱοθετεῖ τήν παρουσία τοῦ δάρους καί τῆς βαρύτητας σέ κάθε ὑλικό σῶμα τοῦ φυσικοῦ κόσμου. Ἀλλά ὥστόσο, ἡ προηγούμενη σχέση ὕλης - βαρύτητας, ὅπως ἔχουμε ἐπισημάνει, δέν σηματοδοτεῖ τήν ὑπαρξη τῆς νευτώνειας θεωρίας ἔστω καί ἂν εἶναι διάχυτη ἡ νευτώνεια πρόθεση τῶν συγκεκριμένων λογίων.

Ἔχουμε τή γνώμη πώς οἱ ὁρισμοί τῆς βαρύτητας πού καταθέτουν προκαταρκτικά στά ἀντίστοιχα κεφάλαια τῶν ἔργων τους, δέν ἀφήνουν καμμία ἀμφιβολία ὡς πρός τήν προτεραιότητα πού ἔχουν στή συγκρότησή τους, οἱ ἀριστοτελικοὶ ἐννοιολογικοὶ πυρῆνες τῆς σκέψης τους. Σημειώνει χαρακτηριστικά ὁ Θεοτόκης ὅτι: «Βαρύτης ἐστὶ Δύναμις κατεπείγουσα καί εὐθύνουσα πάντα τὰ ἐν Γῇ Σώματα πρός τήν κάθετον τῇ τῆς Γῆς ὀρίζοντι φοράν· καί ὅταν μέν οὐδέν διακωλύῃ τήν φοράν αὐτῶν, τότε δὴ πραγματικῶς κινούμενα, τήν πρός ὀρθάς τῇ ὀρίζοντι φέρεται φοράν· τηνίκα δ' ἂντι παρεμποδίζῃ τήν τοιάνδε αὐτῶν κίνησιν, τηνικαῦτα ἡ Δύναμις αὕτη συνθλίβει συνεχῶς, καί συνωθεῖ αὐτοῖς τό κώλυμα πρός τήν αὐτήν φοράν συνευθύνουσα, διττά οὖν τὰ τῆς βαρύτητας ἀποτελέσματα, κίνησις καί κατάθλιψις...» (1766-67Α: §100) ἐνῶ ὁ Βούλγαρης τόν ἐπαναδιατυπώνει μέ λιτό τρόπο ὡς ἑξῆς: «Τήν τῶν σωμάτων ὀρμήν, καθ' ἣν αὐτόματα ἀφιέμενα κατά γῆν φέρεται, ἢ κατεχόμενα ἀχθῆναι ἐπείγεται, καί διά τοῦτο θλίβει τὰ ὑποκείμενα, καί ὅσον τό ἐπ' αὐτοῖς παραδιάζεται τὰ ὁπωσοῦν κωλύοντα, Βαρύτητα, ἥπου δηλὸν καλοῦμεν» (1805α: 124).

Καί οἱ δύο ὁρισμοί τῆς βαρύτητας περιγράφουν τήν ἀριστοτελική ιδιότητα τοῦ βαρέος σώματος, ἡ ὁποία ὑφίσταται στό σύνολο τῶν ὑλικῶν σωμάτων, προσδίδοντας πρός αὐτά μιὰ καθοδική τάση – ὀρμή κίνησης πρός τή Γῆ. Ὡστόσο τό ἀριστοτελικό στίγμα τῆς βαρύτητας, ἀναδεικνύεται στήν ὁλότητα τοῦ ἔργου τῶν δύο λογίων,

παρά τό γεγονός ότι ή διαπραγμάτευση της διενεργείται κατά κανόνα μέ νεότερες κατηγορίες καί έννοιες, οί όποίες δημιουργούν τήν έπιφαινόμενη εικόνα ενός συγκροτημένου νευτώνειου προσανατολισμού.

Γιά νά καταστεί δυνατή ή κατανόηση τοῦ άριστοτελικοῦ πυρήνα τών άντιλήψεών τους, θά έπιοημάνουμε τά έξής: Τό σύνολο τών θέσεών τους γιά τή βαρύτητα καί τών βαρυτικών δυνάμεων, παρά τή νευτώνεια μορφολογία τους, έχει ως έπίκεντρό του τή Γή καί εὐρύτερα τό γήινο περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένου σ'αὐτό καί τοῦ δορυφόρου τῆς Γῆς, τή Σελήνη.

Ο περιορισμός τών αναλύσεών τους στό γήινο περιβάλλον, έναρμονίζεται μέ τούς προκαταρκτικούς όρισμούς τῆς βαρύτητας, οί όποιοι άντλοῦν τά έννοιολογικά έρείσματα τῆς συγκρότησής τους από τήν άριστοτελική θεώρηση τους.

Στίς αναλύσεις πού έπονται, ή βαρύτητα καί οί βαρυτικές δυνάμεις, παρά τίς νευτώνειες συνάφειές τους, διατηροῦν άλώδητο τό θεμελιώδες άριστοτελικό χαρακτηριστικό τῆς μονοδρομικῆς φορᾶς τών ενεργειών του πρὸς τή Γῆ. Η μονοδρομική όμως τάση τών βαρυτικών δυνάμεων πρὸς τό κέντρο τῆς Γῆς, υποθάλπτει οὐσιωδῶς τή νευτώνεια θεώρησή τους καί ιδιαίτερα τίς κατηγορίες τῆς έλξης καί τῆς άμοιβαίας έλξης. Βέβαια, μεταξύ τῆς Γῆς καί τών σωμάτων πού δορίσκονται στό περιβάλλον της, δέν έχει πρακτική άξία ή άμοιβαιότητα τών αναπτυσσόμενων έλκτικῶν βαρυτικῶν δυνάμεων, αλλά ωστόσο άποκτᾶ μείζονα άξία γιά τό ξεῦγος Γῆ-Σελήνη πού αναφέρεται εκ μέρους τών δύο λογίων ὅπως καί από τόν Ζερζούλη, καθ' ὅσο τόσο ή συνδρομή τῆς έλκτικῆς δύναμης τῆς Σελήνης ὅσο καί ή άντίστοιχη τοῦ Ἡλίου επί τῆς Γῆς, έρμηνεύει τό φαινόμενο τών παλιρροιῶν τό όποιο άποσιωπάται ὁλοκληρωτικά καί στά *Στοιχεῖα Φυσικῆς* τοῦ Θεοτόκη αλλά καί στά άντίστοιχα έργα τοῦ Βούλγαρη.

Ότι όμως συνάγεται μέ έπιλεκτικό τρόπο γιά τίς βαρυτικές δυνάμεις τοῦ γήινου περιβάλλοντος, γενικεύεται γιά τό σύνολο τοῦ κοσμικοῦ χώρου. Διαπιστώνουμε στό κεφάλαιο, «Περί τών κεντρικῶν δυνάμεων» ὅτι, ένῶ ταυτίζουν τήν κεντρομόλο δύναμη τών πλανητῶν καί τών δορυφόρων μέ τή βαρυτική δύναμη, δέν εισάγουν τήν άμεση συνέπεια τοῦ τρίτου νόμου τῆς κίνησης τοῦ Newton σύμφωνα μέ τόν όποιο ή επίδραση μιᾶς δύναμης από ένα σῶμα Α πρὸς κάποιον άλλο Β, προκαλεῖ μιᾶς ἴσης δύναμης τοῦ Β πρὸς τό Α, δημιουργώντας μιᾶ άμοιβαία άλληλεπίδραση.

Η μονοδρομική διεύθυνση τών βαρυτικῶν δυνάμεων από τούς

πλανήτες προς τό κέντρο της κίνησής τους και από τούς δορυφόρους προς τά αντίστοιχα πλανητικά κέντρα, σκιαγραφεί τό δυναμικό πρότυπο τοῦ ἀριστοτελικοῦ βαρέος σώματος, τό ὁποῖο ἐκφράζει δυνάμεις πού παράγονται ἀπό μία ἐμφυτη τάση κίνησης τῶν σωμάτων καί ὄχι ἀπό τήν ἀμοιβαία ἔλξη τῶν μαζῶν δύο ὁποιοδήποτε σωμάτων.

Ἐς μᾶς ἐπιτραπεί ἐπὶ τοῦ προκειμένου, νά μεταφέρουμε ὁρισμένα χαρακτηριστικά ἀποσπάσματα ἀπό τά *Στοιχεῖα Φυσικῆς* τοῦ Θεοτόκη, στά ὁποῖα φαίνεται μέ περισσῇ σαφήνεια ἡ ἀριστοτελίζουσα μεθερμηνευτική προσαρμογή τῶν νευτώνειων βαρυτικῶν ἀντιλήψεων πού καταθέτει, ἐνῶ τό ἴδιο ἐπαναλαμβάνει μέ πιό συνοπτικό τρόπο ὁ Βούλγαρης, στά *Ἀρέσκοντα τοῖς Φιλοσόφοις* (1805 α: 179).

Στό κεφάλαιο «Περὶ ἐλκτικῆς Δυνάμεως», ὁ Θεοτόκης, ἀφοῦ δώσει τόν ὁρισμό τῆς ἐλκτικῆς δυνάμεως «Ἡ δύναμις, ἥ τὰ Σώματα ἐφέλκουσιν ἄλληλα ἐλκτική λέγεται... (1776-67 Α: § 69)», στη συνέχεια ἐπιχειρεῖ νά συγκρίνει τήν ἐλκτική καί τή βαρυτική δύναμη σημειώνοντας τά ἑξῆς: «Ὅτι δέ ἄλλο Βαρύτης, καί ἄλλο ἐλκτικῆς δυνάμεις ἐκ τῶν ἐνεργειῶν αὐτῶν δήλον. τῇ γάρ Δυνάμει τῆς βαρύτητος τὰ σώματα ἐπὶ τήν κάθετον τῷ ὀρίζοντι φοράν φέρονται, τῇ δὲ ἐφελκτικῇ οὐ μόνον τήν κάτω, ἀλλά καί τήν ἄνω, καί πᾶσαν ἄλλην» (1776-67 Α: § 94).

Ἡ συγκριτική διαφοροποίηση μεταξύ τῶν βαρυτικῶν καί ἐλκτικῶν δυνάμεων, ἀποδεικνύει προνομιακά τόν ἀριστοτελικό χαρακτήρα τῶν βαρυτικῶν. Πρῶτον, καθίσταται ἀναμφίλεκτο ὅτι, ἡ βαρύτητα καί οἱ βαρυτικές δυνάμεις δέν ἔχουν οὐδεμία σχέση πρὸς τήν ἔλξη καί τήν ἀμοιβαία ἔλξη καί δεύτερον, ἐπιβεβαιώνεται ἡ μονοδρομική κατεύθυνση τῶν βαρυτικῶν πρὸς τό κέντρο τῆς Γῆς, ἡ ὁποία εἶναι ταυτόσημη πρὸς τήν ἀντίστοιχη κατεύθυνση τῶν βαρέων ἀριστοτελικῶν σωμάτων, ἐνῶ συνάμα ἀντιδιαστέλλεται πρὸς τήν πληθώρα τῶν κατευθύνσεων πού εἶναι δυνατόν νά λάβουν οἱ ἐλκτικές ὅπως δέδαια καί οἱ βαρυτικές δυνάμεις τοῦ παγκόσμιου νόμου τῶν βαρυτικῶν ἑλξεων τοῦ Newton.

Ἡ ἔλξη καί ἡ ἀμοιβαιότητα τῶν ἐλκτικῶν δυνάμεων μεταξύ δύο σωμάτων εἶναι ὁργανικά στοιχεῖα τῆς νευτώνειας βαρυτικῆς θεωρίας, πού σκιαγραφεῖ ὁ παγκόσμιος νόμος τῶν βαρυτικῶν ἑλξεων τοῦ Newton, τόν ὁποῖο ὅπως καί προηγουμένως ὁ Ζερχούλης, οἱ Βούλγαρης-Θεοτόκης ἀποφεύγουν νά καταθέσουν στήν ὁλοκληρωμένη του θεωρητική ἢ μαθηματική μορφή.

Πράγματι, σέ κανένα σημεῖο τῶν ἔργων τους δέ θά συναντήσῃ κα-

νείς τήν ἀναλογική συνάρτηση τῶν βαρυτικῶν δυνάμεων πρὸς τὸ γινόμενο τῶν ἐλκόμενων μαζῶν, σέ συνδυασμὸ πρὸς τὸ ἀντίστροφο τετράγωνο τῆς μεταξύ τους ἀπόστασης, εἴτε πρόκειται γιὰ τὸ ζεῦγος Γῆ-Σῶμα, εἴτε γιὰ ὁποιοδήποτε ἄλλο ζεῦγος σωμάτων.

Ἡ ἀναλογική συνάρτηση τῶν βαρυτικῶν δυνάμεων πρὸς τὸ γινόμενο τῶν δύο μαζῶν, τὸ ἐλάχιστο ποῦ ὑποδεικνύει εἶναι ἡ ἀμοιβαία συνεισφορά τῶν δύο σωμάτων στὴ δημιουργία βαρυτικῶν δυνάμεων, γεγονὸς ποῦ ἔρχεται σέ εὐθεία ἀντίθεση πρὸς τὴν ἀριστοτελική θεωρία τοῦ βαρέος σώματος, κατὰ τὴν ὁποία τὸ σύνολο τῶν βαρυτικῶν φαινομένων ἀπονέμεται μονομερῶς στὴν ἐσωτερικῆς ἐμφυτη τάση - ὁρμὴ κίνησης τῶν βαρέων σωμάτων πρὸς τὸ κέντρο τοῦ κοσμικοῦ συστήματος (Γῆ), χωρὶς καμμιὰ ἐξάρτηση ἀπὸ τὰ φυσικὰ μεγέθη τοῦ σώματος ποῦ δοῖσεται στὸ κοσμικὸ κέντρο.

Ἀντὶ τῆς ὁλοκληρωμένης περιγραφῆς ἢ κατάρθεσης τοῦ παγκόσμιου νόμου τῶν βαρυτικῶν ἐλκτικῶν δυνάμεων καὶ οἱ δύο λόγιοι προβάλλουν ἐπιλεκτικὰ τὴν συνάρτησή τους πρὸς τὸ ἀντίστροφο τετράγωνο τῆς ἀπόστασης μεταξύ τῶν δύο σωμάτων, παρασιωπώντας τὴν ἀναλογικὴ σχέση τους πρὸς τὸ γινόμενο τῶν μαζῶν τους. («Ἡ αὐτὴ ἄρα δύναμις καὶ τὴν Σελήνην ἐν τῇ ἰδίᾳ σφαίρα συνέχει, καὶ τὰ βαρέα ἐπὶ γῆς καθέλκει, καὶ ἔστιν ἡ δύναμις αὕτη ἐν ἀντιστρόφῳ λόγῳ τῶν ἀπὸ τοῦ κέντρου διαστημάτων, ὥσπου Νεύτων δαιμονίως ἐπινενόηκέ τε καὶ ἀπέδειξε», Βούλγαρης 1805α: 141 § ΙΖ').

Τὴν ἰδία στάση τηροῦν καὶ γιὰ τὴ βαρύτητα (ἐπιτάχυνση τῆς βαρύτητας), καθ' ὅσον ἀναδεικνύουν ὁμοιογενῶς πρὸς τὸν Ζερζούλη, μόνον τὴ συνάρτησή της ἀπὸ τὸ ἀντίστροφο τετράγωνο τῆς ἀπόστασης ἑνὸς τόπου, στὸν ὁποῖο ἀναζητεῖται ἡ βαρύτητα, ἀπὸ τὸ κέντρο τῆς Γῆς. (Ἡ τῶν σωμάτων βαρύτης, ὣν διάφορος ἢ ἀπὸ τοῦ κέντρου τῆς γῆς ἀπόστασις, ἐστὶν ἐν λόγῳ, ἀντεστραμμένῳ τῶν τετραγώνων τοῦ ἀπὸ τοῦ κέντρου διαστήματος Βούλγαρης 1805α: 138 § ΙΣΤ').

Ἡ μαθηματικὴ ὁμως συνάρτηση τῶν βαρυτικῶν δυνάμεων καὶ τῆς βαρύτητας πρὸς τὸ ἀντίστροφο τετράγωνο τῶν ἀποστάσεων τῶν σωμάτων ἀπὸ τὸ κέντρο τῆς Γῆς, ἂν καὶ συντείνει νὰ ἐναρμονίσει τὰ μέτρα τους πρὸς τίς ἀπαιτήσεις τῆς νευτώνειας θεωρίας, παραμένει μιὰ ἐπιλεκτικὴ προσέγγιση τοῦ παγκόσμιου νόμου τῶν βαρυτικῶν δυνάμεων, ἡ ὁποία «ἀγνοεῖ» τὴ λειτουργικὴ ἀξία (τοῦ γινομένου) τῶν μαζῶν στὴ δημιουργία καὶ στὸ μέτρο τῆς βαρύτητας καὶ τῶν βαρυτικῶν δυνάμεων.

Τὰ προηγούμενα δὲ σημαίνουν ὅτι στὰ κείμενα τῶν δύο λογίων ἐκλείπει ὁλοκληρωτικὰ ἡ συνάρτηση μεταξύ τῆς μάζας καὶ τῆς βα-

ρύτητας. Ὡστόσο ἡ προβολή της, δέν προϋποθέτει τήν ἔνταξη τῆς λειτουργίας της στά ἐννοιολογικά πλαίσια καί ἀπαιτήσεις τοῦ παγκόσμιου νόμου τῶν βαρυτικῶν δυνάμεων, ὅπως ἐξ ἄλλου συνέθηκε καί στόν Ζερζούλη. Εἶναι χαρακτηριστικό ὅτι, οἱ ἀναφορές τοῦ Θεοτόκη πρός τή συνάρτηση βαρύτητας –μάζας διενεργοῦνται μέ ἀφορμή τήν κατάθεση τῆς ἀντίθεσής του πρός τήν ἀντίστοιχη καρτεσιανή συνάρτηση βαρύτητας– ἐπιφάνειας τῶν σωμάτων (1766-1767 A: § 126, § 127) καί ὄχι μέ σκοπό τή διασάφηση τῶν δεσμῶν της πρός τή νευτώνεια βαρυτική θεωρία.

Ἡ βαρύτητα καί οἱ βαρυτικές δυνάμεις παρὰ τήν πολύμορφη ἀξιοποίηση τῶν νευτώνειων κατηγοριῶν, συγκλίνουν νά ἐναρμονισθοῦν μεθερμηνεύμενες πρός τίς ἀπαιτήσεις τῆς ἀριστοτελικῆς θεωρίας τοῦ βαρέος σώματος.

Ὡστόσο θά πρέπει νά ὑπογραμμισθεῖ ὅτι, ἡ μεθερμηνεία τῶν νευτώνειων βαρυτικῶν ἀντιλήψεων συνυφαίνεται μέ τή νομιμοποίηση τῶν παραδοσιακῶν χαρακτηριστικῶν τοῦ κοσμικοῦ προτύπου πού υἱοθετοῦνται, τόσο ἀπό τόν Θεοτόκη, ὅσο καί ἀπό τόν Βούλγαρη.

Ἐχουμε ἤδη ἐπισημάνει ὅτι, τα παραδοσιακά χαρακτηριστικά τοῦ κοσμικοῦ προτύπου (κέντρο, σφαῖρα τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων), ἀποκοτῶν «ἐπιστημονική» ἀξία ἀλλά καί ἐρμηνεύονται σέ συσχέτιση πρός τή δυναμική θεώρηση τοῦ ἀριστοτελικοῦ βαρέος σώματος.

Στό κέντρο τοῦ Τυχώνειου συστήματος πού υἱοθετεῖ ὁ Βούλγαρης, βρίσκεται ἡ Γῆ, ἐνῶ στό ἀντίστοιχο κέντρο πού σκιαγραφεῖται στά ἔργα τοῦ Θεοτόκη ὑφίσταται μιά ταλάντευση μεταξύ Γῆς καί Ἡλίου. Σημασία ὥστόσο ἔχει ὅτι, εἴτε στή μία, εἴτε στήν ἄλλη περίπτωση, τόσο ἡ Γῆ, ὅσο καί ὁ Ἥλιος, θεωροῦνται ὡς κοσμικά κέντρα τά ὁποῖα περικλείονται ἀπό τή σφαῖρα τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων. Ἐπομένως ὁ «ἡλιοκεντρισμός» τοῦ Θεοτόκη, δέν προβάλλεται μέσα ἀπό τήν ὀπτική τοῦ νευτωνισμοῦ, ὡς πρός τόν ὁποῖο τό ἡλιακό κέντρο ἀντιπροσωπεύει ἕνα τοπικό κέντρο στά πλαίσια τοῦ ἀπειρου σύμπαντος πού σχηματίζεται σέ συνάρτηση: πρῶτον, μέ τόν ἀριθμό τῶν οὐράνιων σωμάτων πού περιστρέφονται γύρω του, δεύτερον, τήν ποσότητα τῆς μάζας τοῦ καθενός ἐξ αὐτῶν, τρίτον, τίς ἀποστάσεις τους, τέταρτον, τίς κατά ἀμοιβαῖο τρόπο ἀναπτυσσόμενες ἐλκτικές δυνάμεις. Μέ διαφορετικά λόγια ὁ Θεοτόκης ἀντικαθιστᾷ τήν κεντρική θέση τῆς Γῆς μέ τόν Ἥλιο, διατηρῶντας μέ «συνέπεια» τήν ὑπαρξη τοῦ κοσμικοῦ κέντρου, πού ἦταν θεμελιώδες στοιχεῖο τῆς τοπογραφίας τοῦ κλειστοῦ κόσμου τῆς ἀριστοτελικῆς παράδοσης.

Τό συνδετικό ἱστό τοῦ παραδοσιακοῦ κοσμικοῦ προτύπου ὑφαί-

νει ή ιδιότητα του ἀριστοτελικού βαρέος σώματος, μέ δάση τήν όποία τό σύνολο τών γήϊνων καί οὐράνιων σωμάτων ἔχουν τήν ἔμφυτη τάση –ὁρμή νά κινηθοῦν καθοδικά πρὸς τό κοσμικό κέντρο, ἀνεξάρτητα ἂν τά οὐράνια κινοῦνται κυκλικά γύρω του. Συνεπῶς ὁ προσδιορισμός του κοσμικού κέντρου, διενεργεῖται μόνον σέ σχέση πρὸς τήν ἀντίστοιχη λειτουργία τῆς ιδιότητας του ἀριστοτελικού βαρέος σώματος.

Ἐπειδή ὥστόσο τό κοσμικό κέντρο καί ἡ περιφερειακή σφαίρα τών ἀπλανῶν ἀστέρων συγκροτοῦν μιὰ ἀδιάσπαστη ὀργανική ἐνότητα, στήν όποία ἡ μεμονομένη ἀναφορά πρὸς τό ἓνα προϋποθέτει τήν παρουσία του ἄλλου, θά μπορούσαμε καταληκτικά νά συναγάγουμε ὅτι, τά θεμελιώδη χαρακτηριστικά του παραδοσιακού κοσμικού προτύπου (κέντρο καί σφαίρα τών ἀπλανῶν ἀστέρων), ἀποκτοῦν ἐπιστημονική νομιμότητα καί ἀξία διά μέσου τῆς ιδιότητας του ἀριστοτελικού βαρέος σώματος.

Ἀντιθέτως πρὸς τόν κλειστό κόσμο τῆς παράδοσης, στό ἄπειρο σύμπαν τῆς νεότερης φυσικῆς ὅπου δέν ὑφίστανται οὔτε ἀπόλυτο κέντρο, οὔτε ἐξωτερικά ὅρια, τό συνδετικό ἴστό τόν ὑφαίνουν οἱ ἀμοιβαία ἀναπτυσσόμενες ἐλκτικές βαρυτικές δυνάμεις, οἱ όποῖες ἐξακτινώνονται στό σύνολο τών οὐράνιων σωμάτων σέ συμφωνία πρὸς τόν παγκόσμιο νόμο τών βαρυτικῶν ἔλξεων. Οἱ ἐλκτικές-βαρυτικές δυνάμεις, ὀργανώνουν τή δομή καί λειτουργία του ἄπειρου πλήθους τών σωμάτων του σύμπαντος, σέ σχέση πρὸς τά φυσικά μεγέθη τῆς μάζας τους, τών ἀποστάσεών τους, τῆ σχετική θέση του ἑνός πρὸς τό ἄλλο, τούς νευτώνειους νόμους τῆς κίνησης, παράμετροι, οἱ όποῖοι ἀγνοοῦνται ὀλοκληρωτικά στή συγκρότηση του παραδοσιακού κοσμικού προτύπου (π.χ. ἡ θέση τῆς Γῆς στό κέντρο του Τυχώνειου κοσμικού συστήματος, ὅπως παράλληλα καί ἡ ἀντίστοιχη θέση του Ἡλίου πού προτείνει ἀμφιταλαντευόμενος ὁ Θεοτόκης, εἶναι ἀνεξάρτητες τῆς μάζας τους).

Καθίσταται νομίζουμε φανερό γιατί τόσο ὁ Βούλγαρης καί ὁ Θεοτόκης, ὅσο καί προηγούμενα ὁ Ζερζούλης, ἀποφεύγουν νά καταθέσουν καί νά διαπραγματευθοῦν τόν παγκόσμιο νόμο τών βαρυτικῶν ἔλξεων του Νewton, ἐπιλέγοντας νά τόν ἀξιοποιοῦν μέ τρόπο πού νά μήν ἀλλοιώνεται οὐσιωδῶς ἡ ἀριστοτελική θεώρηση του βαρέος σώματος.

Ἡ νευτώνεια βαρυτική θεωρία μέ τό σύνολο τών προϋποθέσεων της, ἀποσκοπεῖ νά ἐρμηνεύσει τή λειτουργία του νομοτελοῦς ἄπειρου σύμπαντος τῆς νεότερης φυσικῆς, του όποίου τά καίρια γνωρί-

σματα δέν προσυπογράφουν οί τρεῖς λόγιοι. Ἡ ἀπόρριψη τοῦ νομοτελοῦς ἀπειρου σύμπαντος καί ἡ ἀμφίδρομη υἱοθέτηση θεμελιωδῶν χαρακτηριστικῶν τοῦ κλειστοῦ κόσμου τῆς παρὰδοσης, ὅπως διαπιστώνουμε, συμβαδίζει μέ τή διατήρηση τῶν ἐννοιολογικῶν πυρῆων τῆς ἀριστοτελικῆς θεωρίας τοῦ βαρέος σώματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΑΓΓΕΛΟΥ, Δ. 1954. Πῶς ἡ νεοελληνική σκέψη ἐγνώρισε τό «Δοκίμιο» τοῦ John Locke, περιοδ. *Ἀγγλοελληνική Ἐπιθεώρηση*, τευχ. 7, 1954: 128-149.
- ΑΠΟΣΤΟΛΟΠΟΥΛΟΣ, Δ.Γ. 1980. Γιά τήν προϊστορία τοῦ νεοελληνικοῦ Διαφωτισμοῦ. Στοιχεῖα Φυσιολογίας τόν 17ο αἰῶνα στήν Κωνσταντινούπολη, περιοδ. *Ἐρανιστής* 11/1974: 296-310.
- ARISTOTE 1965. Du ciel. Texte etabli et traduit par Paul Moraux. Paris: Société d'édition «LES BELLES LETTRES».
- ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ 1985. *Πρώτη φιλοσοφία (Τά μετά τά φυσικά)*. Εἰσαγωγή καί ἐρμηνεία Κ.Δ. Γεωργούλη Ἀθήνα: Δ.Ν. Παπαδήμα (3η ἔκδ.)
- ΒΟΥΛΓΑΡΗΣ, Ε. 1805 α. *Τά ἀρέσκοντα τοῖς φιλοσόφοις*. Βιέννη: Ἑλληνική Τυπογραφία Γεωργίου Βενδῶτη.
- ΒΟΥΛΓΑΡΗΣ, Ε. 1805 β. *Περί τοῦ συστήματος τοῦ Παντός*. Βιέννη: Ἑλληνική Τυπογραφία Γεωργίου Βενδῶτη.
- BRUNET, P., 1926. *Les Physiciens hollandais et la méthode experimentale en France, au XVIII siècle*. Paris: Blanchard.
- CLAVELIN, M. 1968. *La Philosophie naturelle de Galilée*. Paris: librairie Armand Colin.
- ΔΕΒΙΑΖΗ, Α. 1890. Ἀντώνιος Κατήφορος, περιοδ. *Ἐκκλησιαστική Ἀλήθεια*, Τομ. Ι', 1890: 21-23, 108-111, 114-117.
- GRAVESANDE, W.J. 1749. *Philosophiae newtonianae institutiones in usus academicos*. Venetiis. (α' ἔκδ. 1723 Leyde, β' ἔκδ. 1728 Leyde, γ' ἔκδ. 1744 Leyde).
- GUSDORF, G. 1971. *Les Principes de la pensée au siècle des lumières*. Paris: Payot.
- ΘΕΟΤΟΚΗΣ, Ν. 1766-67. «Στοιχεῖα Φυσικῆς ἐκ νεωτέρων συνερανισθέντα...» Τόμος Α' 1766, Τόμος Β' 1767. Λειψία: Τυπογραφία Βρεῖτκόπφ.
- ΘΕΟΤΟΚΗΣ, Ν. 1804. *Στοιχεῖα Γεωγραφίας*, Βιέννη: Τυπογραφία Γεωργίου Βενδῶτη.
- ΚΟΝΔΥΛΗΣ, Π. 1983. *Ἡ κριτική τῆς μεταφυσικῆς στή νεότερη σκέψη*. Ἀθήνα: Γνώση.
- ΚΟΝΔΥΛΗΣ, Π. 1988. *Νεοελληνικός Διαφωτισμός. Οἱ φιλοσοφικές ιδέες*. Ἀθήνα: Θεμέλιο.
- ΚΡΙΤΣΑΣ Δ. 1993. Ἀπό τήν ἀριστοτελική στή μαθηματική φυσική. Μεθόδιος Ἀνθρακίτης - Βικέντιος Δαμοδός. Ὑπό δημοσίευση στό *Πρακτικά τῆς ἡμερίδας πού διοργάνωσε ἡ ΕΕΙΕΤ καί τό Κ.Ν.Ε./Ε.Ι.Ε. μέ θέμα «Τά μαθηματι-*

- κατά τήν περίοδο τῆς Τουρκοκρατίας». Ἀθήνα 18.10.1993.
- ΜΑΥΡΟΚΟΡΔΑΤΟΣ, Ν. 1800. *Φιλοθέου Πάρεργα*. Βιέννη: Φράντζ Ἀντωνίω Σχραιμβλ.
- ΜΠΕΝΑΚΗΣ, Δ.Γ. 1977. Ἀπό τήν ἱστορία τοῦ μεταβυζαντινοῦ Ἀριστοτελισμοῦ στόν Ἑλληνικό χώρο. Ἀμφισβήτηση καί ὑπεράσπιση τοῦ Φιλοσόφου στόν 18ο αἰώνα. Νικόλαος Ζεργζούλης Δωρόθεος Λέσβιος, περιοδ. *Φιλοσοφία* τευχ. 7/1977: 416-454.
- ΜΠΕΝΑΚΗΣ, Δ.Γ. 1978. Ἀνέκδοτο κείμενο τοῦ Νικολάου Ζεργζούλη (1706-1773). Μιά πρώτη σύγκρουση μέ τόν Δωρόθεο Λέσβιο σέ θέματα θεολογίας, φιλοσοφίας καί ἐπιστήμης. (Παράρτημα: Ἀνανίας Ἀντιπάριος πρὸς Ζεργζούλην περὶ τῆς Λογικῆς Ψυχῆς), περιοδ. *Δευκαλίων*, τευχ. 21, Μάρτ. 1978: 86-95. Οἱ ἀπορίαί στίς σ.σ. 90-93.
- ΜΠΕΝΑΚΗΣ, Δ.Γ. 1993. Ἡ διδασκαλία τῆς φυσικῆς τοῦ Νεύτωνα κατά Musschenbroek ἀπό τόν Νικόλαο Ζεργζούλη. Ἕνα ἀνέκδοτο χειρόγραφο τοῦ 1760. (Ἀνακοίνωση στό παρόν Συνέδριο).
- ΜΠΟΜΠΟΥ-ΣΤΑΜΑΤΗ, Β. 1978. Ἡ «Σύντομος ἰδέα τῆς Λογικῆς κατά τήν μέθοδον τῶν Νεωτέρων» τοῦ Βικεντίου Δαμοδοῦ, περιοδ. *Δευκαλίων*, τευχ. 21, Μάρτ. 1978: 64-85. Τό κείμενο σσ. 71-85.
- ΜΠΟΜΠΟΥ-ΣΤΑΜΑΤΗ, Β. 1982. Ὁ Βικέντιος Δαμοδός. *Βιογραφία - Ἐργογραφία*. 1700-1752. Ἀθήνα.
- MUSCHENBROEK, P. VAN. 1745. *Elementa Physicae concripta in usus academicos*. Neapoli. (α' ἔκδ. 1729 Leyde, β' ἔκδ. 1734 Leyde, γ' ἔκδ. 1741 Leyde), Τήν ἔκδ. τῆς Neapoli προλογίζει ὁ Antonio Genovesi μέ τό δοκίμιο «Disputatio physico-historica de verum constitutione». Τό 1751 ἐπανέκδοση στή Neapoli.
- NEWTON, I. 1972. *Isaac Newton's Philosophiae naturalis principia mathematica. The 3rd. ed. (1726) with variant readings assembled by A. Koyré, I.B. Cohen, and A. Whitman*. 2 Vols. Cambridge: at the University Press. Cambridge Mass: Harvard University Press.
- NOLLET, l'Abbé 1746. 1772. *Lezioni di Fisica sperimentale del Sig. Abate Nollet, dell'Accademia reale delle scienze, e della Real Societa di Londra*, Tradotte dal Francese. Tom I-VIII. Venezia.
- ROHAULT, J. 1969. *A system of natural philosophy*, fascimile of the edition and translation by John and Samuel Clarke published in 1723. With a new introduction by L. L. Lacidan, New York and London: Johnson Reprint Corporation.
- ΣΑΘΑ, Κ.Ν. 1868. *Βιογραφίαι τῶν ἐν τοῖς γράμμασι διαλαμπρύντων Ἑλλήνων (1453-1821)*. Ἐν Ἀθήναις: Ἐκδόσεις Ι. Χιωτέλλη.
- ΧΡΗΣΤΟΥ, Μ.Κ. 1953. Μεθόδιος Ἀνθρακίτης (Βίος - Δράσεις - Ἀνέκδοτα ἔργα). Ἰωάννινα: *Ἡ Πειρωτική Ἔστιά*. Στίς σσ. 52-79 ἐμπεριέχεται ἡ «Λογική Ἐλάττων Μεθοδίου».
- ΨΗΜΜΕΝΟΣ, Ν.Κ. 1988-89. *Ἡ Ἑλληνική φιλοσοφία ἀπό τό 1453 ὥς τό 1821. Ἀνθολογία κειμένων μέ εἰσαγωγή καί σχόλια*. 2 τομ. Ἀθήνα: Γνώση.

N. Καστάνης

ΕΔΤΠ, Μαθηματικό Τμήμα, Παν. Θεσσαλονίκης

Η ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΤΟΥ ΑΠΕΙΡΟΣΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΟΥ ΣΤΗ ΝΕΟΕΛΛΗΝΙΚΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΙΔΕΙΑ

Είναι ευρύτατα γνωστό ότι ο Νεύτωνας και ο Leibniz ήταν οι πρωτοπόροι του απειροστικού λογισμού. Η θεωρία αυτή θεωρείται ως ένα σημείο καμπής στην εξέλιξη των μαθηματικών. Κι αυτό γιατί αποτελεί, κατά κοινή ομολογία, μιά από τις σημαντικότερες υπερβάσεις των αρχαίων ελληνικών μαθηματικών και το ξεκίνημα των νέων μαθηματικών.

Ίσως τώρα κάποιοι να αναρωτηθούν:

Πως πέρασε αυτή η νέα μαθηματική θεωρία στη νεοελληνική μαθηματική παιδεία;

Να παρατηρήσουμε εδώ ότι δεν έχουν όλοι την ίδια στάση σε μιά τέτοια ερώτηση. Μερικοί τη θεωρούν αξιόλογη γιατί συμβάλει ουσιαστικά στη συνειδητοποίηση της νεοελληνικής επιστημονικής πραγματικότητας και της πορείας συγκρότησής της. Οι περισσότεροι όμως τη θεωρούν αναξιόλογη και ανυπόληπτη, μιά και γι' αυτούς καταξιωμένες είναι μόνο εκείνες οι ερωτήσεις και οι σχετικές μελέτες που διαπραγματεύονται πρωτότυπες επιστημονικές ιδέες και πρωτοπόρους επιστήμονες. Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι το θέμα αυτό δεν είναι άσχετο με το ζήτημα της εθνικής και ιστορικής συνειδήσης των ελλήνων επιστημόνων. Έτσι κάθε προσπάθεια να απαντηθεί η συγκεκριμένη ερώτηση μπορεί να είναι έξω από την επιστημονική και ιστορικο-επιστημονική ορθοδοξία της Ελλάδος, συνεισφέρει όμως στην ιστορική ανασυγκρότηση της νεοελληνικής μαθηματικής παιδείας και στη διαμόρφωση ενός άλλου «παραδείγματος» στην ιστοριογραφία της επιστήμης στη χώρα μας.

Μετά τις διασαφηνίσεις αυτές μπορούμε να επιχειρήσουμε να

απαντήσουμε στο ερώτημα που τέθηκε.

Μιά από τις πρώτες νύξεις, αν όχι η πρώτη, για τον απειροστικό λογισμό στη νεοελληνική παιδεία γίνεται σ' ένα χειρόγραφο του 1760, που βρέθηκε πρόσφατα. Πρόκειται για την ελληνική μετάφραση του Νικολάου Ζερζούλη (1706/1710-1772/3) των *Στοιχείων* του Νεύτωνα από το έργο του Musschenbroek, όπου στον πρόλογο γίνεται μιά τηλεγραφική υπόμνηση στην απειροστική μέθοδο του Νεύτωνα¹. Το πρώτο όμως σημαντικό βήμα έγινε λίγο αργότερα, το 1766, όταν εκδόθηκε ο πρώτος τόμος του βιβλίου: *Στοιχεία Φυσικής*, του Νικηφόρου Θεοτόκη (1731-1800). Εδώ γίνεται χρήση των απειροστικών εννοιών και τεχνικών. Συγκεκριμένα στο κεφάλαιο «περί εκκρεμούς» αποδεικνύονται κάποιες ιδιότητες της κυκλοειδούς καμπύλης χρησιμοποιώντας διαφορικά και ολοκληρώματα². Να σημειώσουμε ότι για το ολοκληρώμα δεν χρησιμοποιείται σύμβολο, ενώ το διαφορικό συμβολίζεται με d και ορίζεται ως εξής: «Το d στοιχείον εμφανίνει μέρος ελάχιστον οποιασούν αορίστου ποσότητος, οίον το dx , ελάχιστον μέρος του x »³. Το θέμα, είναι αλήθεια, δεν αναπτύσσεται παραπέρα, ούτε αξιοποιείται σ' άλλες περιπτώσεις, γεγονός που χαρακτηρίζει την παρουσία του στο βιβλίο αυτό ως περιστασιακή. Το πιθανότερο είναι ο Θεοτόκης να δίδασκε τη φυσική προϋποθέτοντας τις γνώσεις που αποκτούσαν οι μαθητές από την παράλληλη διδασκαλία των μαθηματικών, όπου περιλαμβάνονταν και ο απειροστικός λογισμός.

Υπέρ της υπόθεσης αυτής συνηγορεί το γεγονός ότι ο Θεοτόκης δίδασκε την περίοδο αυτή φυσική και προχωρημένα μαθηματικά, όπως π.χ. κωνικές τομές και άλγεβρα⁴, κι ότι όταν το 1798 και 1799

1. Την πληροφορία αυτή την οφείλουμε στον κύριο Λίνο Μπενάκη.

2. βλ. Λάμπρου, Μ.: Τα μη στοιχειώδη μαθηματικά κατά την εποχή της Τουρκοκρατίας (Η περίπτωση του Νικηφόρου Θεοτόκη), στα *Πρακτικά ημερίδας με θέμα: Οι Μαθηματικές Επιστήμες στην Τουρκοκρατία*, επιμ. Θ. Νικολαΐδη, Ελληνική Εταιρεία Ιστορίας Επιστημών και Τεχνολογίας, Κέντρο Νεοελληνικών Ερευνών /Ε.Ι.Ε., σελ. 9-27, ειδ. 19-20.

3. βλ. Βλαχάκη, Γ.: Η «Φυσική» του Νικηφόρου Θεοτόκη σταθμός στην επισημονική σκέψη του 18ου αιώνα, διδ. διατρ. ΕΜΠ, 1990, σελ. 112.

4. βλ. Μουρούτη-Γκενάκου, Ζ.: *Ο Νικηφόρος Θεοτόκης και η συμβολή αυτού εις την παιδείαν του γένους*, διδ. διατρ. Φιλοσοφική Σχολή, Εθνικόν και Καποδιστριακόν Πανεπιστήμιον Αθηνών, Αθήνα, 1979, σελ. 96.

εκδόθηκε το τρίτομο έργο του: *Στοιχεία Μαθηματικών*, ο απειροστικός λογισμός αποτελούσε ένα μέρος του περιεχομένου της άλγεβρας.

Μια επίσης περιστασιακή, αλλά αξιοσημείωτη, αναφορά στον απειροστικό λογισμό βρίσκουμε στον πρόλογο του έλληνα μεταφραστή, Σπυρίδωνα Ασάνη, του βιβλίου: *Στοιχεία Αριθμητικής και Άλγεβρας*.....του Αββά δέλα Καϊλλέ, που εκδόθηκε το 1797. Η σχετική μνεία περιλαμβάνεται σε μιά ιστορική ανασκόπηση των μαθηματικών που παραθέτει ο Ασάνης στον πρόλόγό του. Συγκεκριμένα γίνεται μιά επισήμανση στην «καινοφανή θεωρία» που λέγεται νέα άλγεβρα και έχει να κάνει με «τον υπολογισμόν των απειράκις ελαχίστων», «υπολογισμόν παρ'αυτού [του Νηϋτώνου, (N.K.)] μεν καλούμενον, των ρεύσεων και ρεόντων· παρά δε Λείβνιτίου υπολογισμόν, των απειροστών και ολοσχερετικών»⁵. Λίγες γραμμές παρακάτω θίγεται το ζήτημα της πατρότητας της νέας θεωρίας και υποστηρίζεται η υπέρ του Νεύτωνα θέση. Όπως φαίνεται απ'όλο το σχετικό κείμενο υπάρχει ένας ιδιαίτερος θαυμασμός του συγγραφέα για το Νεύτωνα.

Αντίθετα ο Leibniz θεωρείται φιλοσοφικός αντίζηλος του Νεύτωνα και πνεύμα ζηλότυπο που έκλεψε τη θεωρία του. Αξιοσημείωτη είναι επίσης η αναφορά που γίνεται στους διαπρεπείς μαθηματικούς οι οποίοι προώθησαν τη θεωρία αυτή, όπως π.χ. στον «Λαγράνζ», γεγονός που δείχνει ότι το επίπεδο ενημέρωσης του Ασάνη ήταν αρκετά υψηλό.

Το 1799 αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους σταθμούς στην πορεία του απειροστικού λογισμού στη νεοελληνική μαθηματική παιδεία. Κι αυτό γιατί τη χρονιά αυτή κυκλοφόρησε ο τρίτος τόμος των *Στοιχείων Μαθηματικών* του Θεοτόκη, που διαπραγματεύεται «τα περι την Άλγεβρα» σε δύο μέρη, εκ των οποίων το δεύτερο και μικρότερο έχει για αντικείμενο την «καλούμενην μέθοδον των απείρων».

Εδώ για πρώτη φορά παρουσιάζεται στα ελληνικά η θεωρία και η μέθοδος του απειροστικού λογισμού. Το θέμα αναπτύσσεται σε 11 κεφάλαια, στην ουσία όμως αρθρώνεται σε δύο ενότητες: στην

5. βλ. *Στοιχεία Αριθμητικής τε και Αλγέβρας*... του Αββά Δελα-Καϊλλέ, Ενετήσιν 1797, σελ. ν'.

πρώτη παρουσιάζονται οι αρχικοί ορισμοί και ο αλγοριθμικός μηχανισμός και στη δεύτερη εφαρμόζεται η απειροστική μέθοδος στην επίλυση διαφόρων προβλημάτων που αναφέρονται σε γεωμετρικές καμπύλες. Η πρώτη ενότητα είναι η πιο σημαντική γιατί σ'αυτήν αποτυπώνονται οι εννοιολογικές και μεθοδολογικές επιλογές του συγγραφέα για τη διαπραγμάτευση του θέματος. Ας σταθούμε λοιπόν εδώ για να δούμε κάπως αναλυτικά το προσκήνιο και το παρασκήνιο της ενότητας αυτής.

Οι δύο βασικές έννοιες γύρω από τις οποίες αναπτύσσεται η νέα μέθοδος ορίζονται ως εξής:

«Παντός μεγέθους μέρος τι ελάχιστον, όπερ τω όλω προστιθέμενον ή αφαιρούμενον, ουδεμίαν αυτώ αισθητήν αύξησιν επιφέρει ή μείωσιν, αυτώ τε τω όλω προβαλλόμενον ως ουδέν εστί, οι μεν [δηλ. ο Λεϊβνίτιος και Ουόλφιος, (Ν.Κ.)] Διαφορικόν, οι δε [δηλ. ο Νεύτων, (Ν.Κ.)] Ροήν, πολλοί δε Απειροστημόριον ή Απειροστόν καλούσι»⁶.

«Ρέοντα ή ολόκληρα μεγέθη λέγεται τα των απειροστών όλα»⁷.

Πρόκειται για τις έννοιες που σήμερα ονομάζονται διαφορικό και ολοκλήρωμα. Γίνεται δε φανερό ότι ο Θεοτόκης παίρνει ίσες αποστάσεις απέναντι στον Leibniz και τον Νεύτωνα στο ζήτημα της ορολογίας των δύο αυτών εννοιών. Ο ίδιος όμως προτίμησε τη μέση λύση, δηλ. τη χρησιμοποίηση του όρου απειροστό για την πρώτη και ολόκληρο για τη δεύτερη.

Στη συνέχεια ορίζονται τα απειροστά ανώτερης τάξης και δίνονται ο εξής συμβολισμός:

δx ή $\delta^1 x$ για το απειροστό πρώτης τάξης του x ,
 $\delta^2 x, \delta^3 x, \dots$ για τα απειροστά δεύτερης, τρίτης κ.τ.λ. τάξης του x
 $\delta^{-1} x$ για το ολόκληρο (δηλ. το ολοκλήρωμα) του x
 $\delta^{-2} x, \delta^{-3} x, \dots$ για το ολόκληρο αντίστοιχα του $\delta^1 x, \delta^2 x$, κ.τ.λ.

Σημειώνεται επίσης ότι, σύμφωνα με τις ιδιότητες και τον ορισμό των δυνάμεων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί το σύμβολο $\delta^0 x$ ως υποκατάστατο του x . Έτσι διαμορφώνεται η εξής ακολουθία συμβόλων:

6. βλ. Θεοτόκη, Νιζηφόρου: *Στοιχείων Μαθηματικών εκ Παλαιών και Νεωτέρων Συνερανισθέντων*, Τόμος Γ', εν Μόσχα, 1799, σελ. 202.

7. βλ. στο ίδιο, σελ. 203.

$\delta^{-5}x$, $\delta^{-4}x$, $\delta^{-3}x$, $\delta^{-2}x$, $\delta^{-1}x$, δ^0x , δ^1x , δ^2x , δ^3x , δ^4x , δ^5x , με το εξής νόημα: το ανέβασμα κατά μία δύναμη εκφράζει το απειροστό της προηγούμενης και το κατέβασμα κατά μία δύναμη το ολόκληρο της αρχικής. Προσδίδεται μ' αυτό τον τρόπο μιά απόχρωση συμβολικού τελεστή στο σύμβολο δ . Να σημειώσουμε ότι η αντιστοίχιση του συμβόλου d σ' αρνητικό εκθέτη με το σύμβολο του ολοκληρωμάτος στον αντίθετό του εκθέτη, δηλ. $d^{-n} = \int^n$ επισημάνθηκε από τον Leibniz το 1695, δεν φαίνεται όμως να είχε κάποια συνέχεια⁸. Αξιοπαρατήρητο είναι το γεγονός ότι παρόμοια συμβολική ακολουθία μ' αυτή του Θεοτόκη εντοπίζεται στο βιβλίο: *Du calcul des derivations*, που εκδόθηκε το 1800, του γάλλου μαθηματικού Louis-Francois-Antoine Arbogast (1759-1803), ο οποίος θεωρείται ένας από τους πρωτοπόρους του συμβολικού λογισμού⁹.

Ο λειτουργικός μηχανισμός του συμβόλου δ διαμορφώνεται με μιά σειρά κανόνων. Αρχικά παρουσιάζονται, χωρίς καμιά διευκρίνιση, οι τύποι:

$$\delta(a + x + y + \Omega) = \delta x + \delta y + \delta \Omega = x + y + \Omega \quad \text{και}$$

$$\delta(\beta + ax + z - \Omega) = a\delta x + \delta z - \delta \Omega$$

Στη συνέχεια αποδεικνύεται ότι

$$\delta(xy) = x\delta y + y\delta x \quad \text{και}$$

$$\delta\left(\frac{x}{y}\right) = \frac{y\delta x - x\delta y}{y^2},$$

απ' όπου προκύπτουν τα εξής:

$$\delta(x^2) = 2x\delta x$$

$$\delta(y^3) = 3y^2\delta y$$

8. βλ. Cajori, F.: *A. History of Mathematical Notations*, Vol. 2, The Open Court Publ. Company 1952, σελ. 205.

9. βλ. στο ίδιο, σελ. 209-210.

$$\delta \left(\frac{a}{\beta} y^4 \right) = \frac{4a}{\beta} y^3 \delta y$$

και γενικεύοντας, αυθαίρετα, αυτές τις περιπτώσεις παραθέτουμε διάφοροι τύποι διαφορίσης δυνάμεων, όπως π.χ.

$$\delta (ax^{\frac{v}{\mu}}) = \frac{v}{\mu} ax^{\frac{v}{\mu}-1} \delta x ,$$

$$\delta [(a+x)^{\frac{\mu}{v}}] = \frac{\mu}{v} (a+x)^{\frac{\mu}{v}-1} \delta x ,$$

$$\delta [(a^v + y^v)^{\frac{\mu}{v}}] = \frac{\mu}{v} (a^v + y^v)^{\frac{\mu}{v}-1} v y^{v-1} \delta y \quad 10.$$

Να σημειώσουμε εδώ ότι με παρόμοιο τρόπο αντιμετωπίζεται το συγκεκριμένο ζήτημα στο πρώτο βιβλίο του απειροστικού λογισμού, που είναι το *Analyse des infiniment petis* (1696) του G.F.A. de L'Hospital, το οποίο αντιπροσώπευε την παράδοση του Leibniz¹¹. Με την αφορμή αυτή να παρατηρήσουμε ότι ο συμβολισμός και ο χειρισμός του διαφορικού στο ελληνικό βιβλίο υποδηλώνει την πλήρη συμβατότητα με το πρότυπο του Leibniz και των οπαδών του κι όχι μ' αυτό του Νεύτωνα. Θα ήταν όμως πολύ επιπόλαιο να εντάξουμε τη συγκεκριμένη διαπραγμάτευση του θέματος στην παράδοση του Leibniz. Κι αυτό γιατί πίσω από το επίπεδο του συμβολισμού και του μηχανισμού του υπάρχουν κάποιες αποκλίσεις από την ορθολογικότητα του Leibniz. Πράγματι στο πλαίσιο δικαιολόγησης παρατηρούμε σημάδια νευτώνειας απόχρωσης, π.χ. η απόδειξη της ιδιότητας $\delta(xy) = x\delta y + y\delta x$ στηρίζεται στην απειροστική μεγέθυνση των πλευρών ενός ορθογωνίου παραλληλογράμμου με πλευρές x και y , όπου η απάλειψη του $\delta x \delta y$ αιτιολογείται με τη μεσολάβηση της αναλογίας $1:\delta y:\delta x:\delta x \delta y$ από την οποία συμπεραίνεται ότι το $\delta x \delta y$ είναι απειροστό ως προς το δx κι έτσι αμελητέο, όπως δηλ. την αντιμετωπίζει ο Νεύτωνας κι

10. βλ. Θεοτόκη, Ν. πρ. παρ., σελ. 206-210.

11. βλ. Coolidge, J.L.: *The mathematics of great amateurs*, Dover, Publ. 1963, σελ. 154, Boyer, C.B.: *The first calculus textbooks*, *The Mathematics Teacher*, 39, 1946, σελ. 159-167, ειδ. σελ. 163 και Bos, H.J.M.: *The calculus in the eighteenth century*, I.: *Foundations*, The Open Univ. Press 1974, σελ. 10-13.

όχι όπως ο Leibniz¹². Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι ο Θεοτόκης σπούδασε θετικές επιστήμες, στα μέσα του 18ου αιώνα, στην Padova και την Bologna της Ιταλίας, όπου ανάμεσα στους διαπρεπείς μαθηματικούς, την εποχή αυτή, στις αντίστοιχες επιστημονικές κοινότητες αυτών των πόλεων ήταν ο Jacopo Riccati (1676-1754) και ο γιός του Vincenzo Riccati (1707-1775) στην πρώτη και η Maria G. Angezi (1718-1799) στη δεύτερη. Ο Jacopo Riccati αν και παρακολούθησε τα μαθήματα του Jacob Hermann (1678-1733), μαθητή του Jacob Bernoulli, στο πανεπιστήμιο της Padua, δηλ. δέχθηκε την επίδραση της παράδοσης του Leibniz, προτιμούσε τις μεθόδους των ροών του Νεύτωνα. Το γεγονός αυτό είχε επίδραση στον γιό του Vincenzo Riccati και στην Maria Agnezi. Στο βιβλίο της *Instituzioni analitiche ad uso della gioventu italiana* (1748) η Agnezi προσπάθησε να κάνει μιά σύνθεση των δύο τάσεων του απειροστικού λογισμού, χρησιμοποιώντας το συμβολισμό και τη μεθόδευση του Leibniz και των οπαδών του και ένα μέρος από το θεωρητικό υπόβαθρο του Νεύτωνα¹³. Οι επιστήμονες αυτοί είχαν, όπως φαίνεται, μιά ισχυρή επίδραση στον Θεοτόκη, εφ'όσον οι μοναδικές σχετικές παραπομπές που υπάρχουν στο κείμενό του για τον απειροστικό λογισμό ήταν: στο «περί του της ολοκληρώσεως αναλογισμού του Βερνούλιου», στα «Αναλυτικά της Μαρίας Αγγέξης» και στο «Αλγεβρικό Σύνταγμα των Ιακώβου Ρικάτου και Βικεντίου Ρικάτου»¹⁴.

Η αντιπετώπιση τώρα της ολοκλήρωσης γίνεται στη βάση της αντιδιαφόρισης, με τον ίδιο τρόπο δηλ. που χειριζόνταν το θέμα ο Νεύτωνας και ο Johann Bernoulli κι όχι όπως ο Leibniz που θεωρούσε το ολοκλήρωμα ως άθροισμα απειροστά μικρών ποσοτήτων¹⁵. Να σημειώσουμε ότι η διαπραγμάτευση της ολοκλήρωσης ως

12. βλ. Boyer, C.B.: *The History of Calculus and its conceptual development*, Dover Publ. 1949, σελ. 198 και Bos, H.J.M.: *Differentials, Higher-Order Differentials and the Derivative in the Leibnizian Calculus*, *Arch. Hist. Exact Sci.* 14, 1974, σελ. 1-90, ειδ. σελ. 16.

13. βλ. Pepe, L.: *Leibniz et l'analyse infinitesimale en Italie*, στο βιβλίο *The Leibniz renaissance*, Florence 1989, σελ. 223-233.

14. βλ. Θεοτόκη, Ν. πρ. παρ. σελ. 233.

15. βλ. Bos, H.J.M.: *Newton, Leibniz and the Leibnizian Tradition*, στο βιβλίο: Grattan-Guinness, I. (ed.): *From the Calculus to Set Theory, 1630-1910*, Duckworth 1980, σελ. 42-93, ειδ. σελ. 73,92.

αντιδιαφόριση ήταν καθιερωμένη αντίληψη μέχρι τον Cauchy¹⁶. Ο Θεοτόκης αρχικά προσδιορίζει το «ολόκληρο» του dx χρησιμοποιώντας τη συμβολική λειτουργία του d , σύμφωνα με την οποία για να βρούμε το «ολόκληρο» ενός διαφορικού κατεβάζουμε κατά μία μονάδα τον εκθέτη του d , που στην προκειμένη περίπτωση γίνεται $d^{1-1}x = d^0x = x$. Ακολουθεί η ολοκλήρωση της παράστασης $x^n dx$, που γίνεται υποθέτοντας ότι το αποτέλεσμα θα είναι της μορφής Ax^r , η οποία διαφορίζεται και εξισώνονται ο συντελεστής και ο εκθέτης αυτού του διαφορικού με τα αντίστοιχα της αρχικής παράστασης για να βρεθεί ότι η παράσταση $\frac{1}{n+1}x^{n+1}$ είναι το ζητούμενο. Αντιμετωπίζονται στη συνέχεια διάφορες ειδικές περιπτώσεις ολοκλήρωσης σύνθετων παραστάσεων, όπου σε μερικές απ' αυτές χρησιμοποιείται η μέθοδος της αντικατάστασης. Δύο τέτοια παραδείγματα είναι τα εξής:

1ο Δίνεται η παράσταση $(ax + x^2) dx$. Για να βρεθεί το «ολόκληρό» της γίνεται η αντικατάσταση: $y = ax + x^2$ ή $x = y^2 - a$ και κατά συνέπεια $dx = 2y dy$. Οπότε η αρχική παράσταση παίρνει τη μορφή: $2y^6 dy - 2ay^4 dy$, το ολοκλήρωμα της οποίας είναι: $\frac{2}{7}y^7 - \frac{2}{5}ay^5$.

Αντικαθιστώντας τώρα το y με την αρχική μεταβλητή x βρίσκεται το ζητούμενο που είναι:

$$\frac{2}{7}(a+x)^3 - \frac{2}{5}a(a+x)^2 \quad 17.$$

Να σημειώσουμε ότι το παράδειγμα αυτό υπάρχει αυτούσιο στο βιβλίο: *Lectiones mathematicae de methodo integralium*, του Johann Bernoulli, που γράφτηκε το 1691 και πρωτοεκδόθηκε το 1742¹⁸. Το γεγονός αυτό δεν είναι σύμπτωση. Κι αυτό γιατί όχι μόνο οι ομοιότητες των σχετικών περιπτώσεων είναι αρκετές, αλλά και το στύλ διαπραγμάτευσης ανάλογο.

16. βλ. Bos, H.J.M. παρ. [11] σελ. 15.

17. βλ. Θεοτόκη, Ν. παρ. παρ. σελ. 214-5.

18. βλ. Bos, H.J.M. παρ. [15], σελ. 74.

2ο Στην περίπτωση της παράστασης $\frac{x\delta x + 3a\delta x}{4a(x^2 + 2ax - a^2)}$ η ολοκλήρωση γίνεται ως εξής: αντικαθίσταται το x με το $y-a$, δηλ. $x=y-a$, οπότε $\delta x = \delta y$ και

$$\frac{x\delta x + 3a\delta x}{4a(x^2 + 2ax - a^2)} = \frac{y\delta y + 2a\delta y}{4a(y^2 - 2a^2)} = \frac{y\delta y}{4a(y^2 - 2a^2)} + \frac{\delta y}{2(y^2 - 2a^2)}.$$

Το ολοκλήρωμα της $\frac{y\delta y}{4a(y^2 - 2a^2)}$ είναι, $\frac{1}{4a} \lambda \sqrt{y^2 - 2a^2}$, όπου λ συμβολίζει το λογάριθμο. Η παράσταση $\frac{\delta y}{2(y^2 - 2a^2)}$ τώρα αναλύεται σε άθροισμα δύο κλασμάτων, δηλ.

$$\frac{\delta y}{2(y^2 - 2a^2)} = \frac{A\delta y}{2(y - a\sqrt{2})} - \frac{B\delta y}{2(y + a\sqrt{2})},$$

όπου προσδιορίζεται ότι

$$A = -B = \frac{1}{2\sqrt{2}a}.$$

Έτσι

$$\frac{\delta y}{2(y^2 - 2a^2)} = \frac{\delta y}{4\sqrt{2}a(y - a\sqrt{2})} - \frac{\delta y}{4\sqrt{2}a(y + a\sqrt{2})}$$

που έχει ως ολοκλήρωμα την παράσταση

$$\frac{1}{2\sqrt{2}a} \lambda \sqrt{y - a\sqrt{2}} - \frac{1}{2\sqrt{2}a} \lambda \sqrt{y + a\sqrt{2}}$$

Επαναφέροντας τώρα την αρχική μεταβλητή προκύπτει το ζητούμενο ολοκλήρωμα, που είναι

$$\frac{1}{4a} \lambda \sqrt{x^2 + 2ax - a^2} + \frac{1}{2\sqrt{2}a} \lambda \sqrt{x + a - a\sqrt{2}} - \frac{1}{2\sqrt{2}a} \lambda \sqrt{x + a + a\sqrt{2}}.$$

19. βλ. Θεοτόκη, Ν. πρ. παρ. σελ. 220-221.

Το παράδειγμα αυτό μας δίνει την αφορμή να παρατηρήσουμε ότι ο Θεοτόκης δεν αναφέρεται ρητά στο διαφορικό του λογάριθμου μιάς μεταβλητής x , όπως και ο L'Hospital στο βιβλίο του *Analyse des infiniment petits*²⁰, αναφέρεται όμως στο ολοκλήρωμα της παράστασης $\frac{dx}{x}$, που είναι ο λογάριθμος του x . Η ολοκλήρωση αυτή μεθοδεύεται μ'ένα γεωμετρικό τρόπο, αξιοποιώντας την λογαριθμική ιδιότητα του τετραγωνισμού ορθογώνιας υπερβολής²¹. Η στάση αυτή, είναι αλήθεια, χαρακτηρίζει το λογισμό των λογαρίθμων μέχρι τα μέσα του 18ου αιώνα.

Ανάμεσα στις τεχνικές ολοκλήρωσης ο Θεοτόκης χρησιμοποίησε κι αυτή της ολοκλήρωσης κατά παράγοντες. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι η τεχνική αυτή εμφανίζεται περιστασιακά, κατά τη διαδικασία ολοκλήρωσης συγκεκριμένων παραστάσεων κι όχι ως μιά ειδική μέθοδος. Η εφαρμογή της γίνεται μ'έναν έμμεσο τρόπο, χωρίς δηλ. μιά ρητή επισήμανσή της. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η ολοκλήρωση της παράστασης $ax^{\pi}dx\lambda x^{\mu}$ [δηλ. της $ax^{\pi}dx(\log x)^{\mu}$], όπου ακολουθείται η εξής διαδικασία:

1ο γίνεται η υπόθεση ότι το αποτέλεσμα θα είναι της μορφής $fx^m\lambda x^e$ [δηλ. $fx^m(\log x)^e$],

2ο διαφορίζεται αυτό το υποθετικό αποτέλεσμα της ζητούμενης ολοκλήρωσης και προκύπτει ότι

$$\delta(fx^m\lambda x^e) = mfx^{m-1}dx\lambda x^e + efx^m\frac{dx}{x}\lambda x^{e-1}(*),$$

όπου εφαρμόζεται η ιδιότητα της διαφορίσης γινομένου, η ιδιότητα διαφορίσης σύνθετης έκφρασης, δηλ. συνάρτησης και το διαφορικό λογαρίθμου (χωρίς πουθενά να έχει οριστεί αυτο),

3ο εξισώνονται οι συντελεστές και οι εκθέτες των παραστάσεων $ax^{\pi}dx\lambda x^{\mu}$ και $mfx^{m-1}dx\lambda x^e$, δηλ.

$$a = mf, \pi = m - 1 \text{ και } e = \mu$$

$$\text{ή } m = \pi + 1, f = \frac{a}{\pi + 1}, e = \mu$$

20. βλ. Coolidge, J.L. παρ. [11], σελ. 154.

21. βλ. Θεοτόκη, Ν. παρ. [6], σελ. 216-218.

μ'αποτέλεσμα η (*) να γίνει

$$\delta \left(\frac{a}{\pi+1} x^{\pi+1} \lambda x^{\mu} \right) = a x^{\pi} \delta x \lambda x^{\mu} + \frac{a\mu}{\pi+1} x^{\pi} \delta x \lambda x^{\mu-1} (**),$$

4ο ολοκληρώνεται η (**) και γίνεται

$$\frac{a}{\pi+1} x^{\pi+1} \lambda x^{\mu} = O a x^{\pi} \delta x \lambda x^{\mu} + O \frac{a\mu}{\pi+1} x^{\pi} \delta x \lambda x^{\mu-1} \quad \eta,$$

$$O a x^{\pi} \delta x \lambda x^{\mu} = \frac{a}{\pi+1} x^{\pi+1} \lambda x^{\mu} - O \frac{a\mu}{\pi+1} x^{\pi} \delta x \lambda x^{\mu-1},$$

όπου Ο συμβολίζει το ολοκλήρωμα,

5ο σημειώνεται ο αναγωγικός χαρακτήρας της σχέσης αυτής και προτείνεται η επανάληψη της ίδιας διαδικασίας τόσες φορές, μέχρι που ο εκθέτης του λογαρίθμου γίνει μηδέν²².

Κάτι ακόμη που δεν πρέπει να διαφύγει της προσοχής μας. Πρόκειται για την παρουσία των διαφορικών εξισώσεων στο έργο του Θεοτόκη. Συγκεκριμένα στο Δ' «κεφάλαιο» του Β' βιβλίου του Γ' τόμου με τίτλο: «Περί των Μεθόδων του τα συμμεμειγμένα απειροστά των δοθεισών εκθέσεων διαζευγνύειν, και μετά την διάζευξιν ολοκληρουν», παρουσιάζονται δύο είδη διαφορικών εξισώσεων πρώτης τάξης: αυτές που αντιμετωπίζονται άμεσα με αναγωγή σε γνωστούς τύπους διαφόρισης κι αυτές που λύνονται με αντικαταστάσεις. Ένα παράδειγμα του πρώτου είδους είναι το εξής: δίνεται η εξίσωση $ydx - xdy = y^3dy + y^2dy$, που για τη λύση της μετασχηματίζεται στην

$$\frac{ydx - xdy}{y^2} = ydy + dy$$

από την οποία συνεπάγεται ότι

$$\frac{x}{y} = \frac{1}{2} y^2 + y \quad ^{23}.$$

Από το δεύτερο είδος τώρα, ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα είναι το ακόλουθο: η εξίσωση $x^2dy = y^2dx + xydx$ λύνεται με τη βοή-

22. βλ. στο ίδιο σελ. 223-226.

23. βλ. στο ίδιο σελ.234

θεια της αντικατάστασης $ay = xz$. Οπότε γίνεται

$$\delta y = \frac{x\delta z + z\delta x}{a}$$

και αντικαθιστώντας στην αρχική, παίρνει τη μορφή

$$\frac{x^3\delta z + x^2z\delta x}{a} = \frac{x^2z^2\delta x}{a^2} + \frac{x^2z\delta x}{a},$$

από την οποία προκύπτει η $ax^3\delta z = x^2z^2\delta x$ ή η $ax\delta z = z^2\delta x$ και τελικά η

$$\frac{\delta z}{z^2} = \frac{\delta x}{ax},$$

που η ολοκλήρωσή της έχει ως αποτέλεσμα την

$$-\frac{1}{z} = \frac{1}{a}\lambda x$$

και επαναφέροντας τα αρχικά μεταβλητά μεγέθη γίνεται

$$-\frac{x}{y} = \lambda x,$$

η λύση της εξίσωσης²⁴.

Όσα αναφέραμε μέχρι τώρα μας δίνουν μία εικόνα του είδους του απειροστικού λογισμού που εκθέτει ο Νικηφόρος Θεοτόκης στο βιβλίο του *Στοιχεία Μαθηματικών*. Κι όλα συνηγορούν ότι αυτή η εικόνα έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με την εικόνα του κλάδου στην πρώτη του φάση, αυτή δηλ. που εκτείνεται από τις τελευταίες δεκαετίες του 17ου αιώνα μέχρι τα μέσα του 18ου αιώνα. Αυτή είναι λοιπόν η ιστορική ταυτότητα της πρώτης παρουσίας του απειροστικού λογισμού στη νεοελληνική μαθηματική παιδεία. Αν και ετεροχρονισμένη σε σχέση με την κατάσταση του κλάδου την εποχή της ελληνικής έκδοσης, σηματοδοτεί τη δυναμική της ελληνικής μαθηματικής παιδείας εκείνη την πολύ δύσκολη περίοδο, όπου όλα «τάσκιαζε η φοβέρα και τα πλάκωνε η σκλαβιά».

Οκτώ χρόνια αργότερα, το 1807, εκδόθηκε το επτάτομο έργο

24. βλ. στο ίδιο σελ. 235.

του Κων/νου Κούμα (1777-1836) *Σειρά Μαθηματικών και Φυσικών*, όπου ο απειροστικός λογισμός κατέχει μιά αρκετά εκτεταμένη θέση.

Αυτό γίνεται φανερό αν συγκριθεί η έκτασή του με την αντίστοιχη έκταση που έχει το θέμα αυτο στο βιβλίο του Θεοτόκη. Σ' αριθμό σελίδων είναι $3\frac{1}{2}$ φορές μεγαλύτερη.

Το περιεχόμενο του απειροστικού λογισμού στη *Σειρά* του Κούμα αναπτύσσεται στο τελευταίο τμήμα του Γ' τόμου και στο πρώτο μέρος του Δ' τόμου. Ο διαφορικός λογισμός κατανέμεται σε 11 κεφάλαια, ο ολοκληρωτικός σε 15 και δύο κεφάλαια στο τέλος διαπραγματεύονται τις διαφορικές εξισώσεις.

- Ο εννοιολογικός του πυρήνας συγκροτείται γύρω από τις έννοιες:
- ποσότητα και μεταβλητή ποσότητα,
 - απειροστό μιάς μεταβλητής ποσότητας, που συμβολίζεται με dx και
 - ολόκληρο μιάς απειροστής ποσότητας που συμβολίζεται με O .

Χωρίς δυσκολία διαπιστώνουμε τη διατήρηση της ορολογίας και του συμβολισμού των δύο τελευταίων εννοιών με τις αντίστοιχες έννοιες που χρησιμοποίησε ο Θεοτόκης. Κι αυτό είναι ένα καλό σημάδι της νεοελληνικής μαθηματικής παιδείας, γιατί υποδηλώνει την ύπαρξη κάποιας επιστημονικής συνέχειας και συμβατότητας. Από την άλλη, η έννοια της ποσότητας αντικαθιστά την έννοια του μεγέθους του Θεοτόκη, γεγονός που προδιαγράφει μιά γνωστική αναβάθμιση του θέματος, καθ'όσον το σημασιολογικό εύρος της ποσότητας είναι μεγαλύτερο του μεγέθους το οποίο είναι συνυφασμένο με τη γεωμετρική εποπτεία. Είναι γεγονός ότι η αντικατάσταση αυτή αποτελεί ένα σημείο καμπής στην ιστορία των μαθηματικών. Σηματοδοτεί την απογεωμετρικοποίηση, στα μέσα του 18ου αιώνα, της άλγεβρας και του απειροστικού λογισμού, με πρωταγωνιστή τον Leonhard Euler (1707-1783)²⁵.

Θεματολογικά και από άποψη μεθόδευσης η σχετική διαπραγμάτευση του Κούμα είναι σ'άνωτερο επίπεδο απ'αυτό του Θεοτόκη στο αντίστοιχο ζήτημα. Αυτό μπορεί να διαπιστωθεί τόσο από τη θεματολογική διεύρυνση, με την εφαρμογή π.χ. των απειροστι-

25. βλ. Novy, L.: *Origins of Modern Algebra*, Noordhofs Int. Publ. 1973, σελ. 15 και Bos, H.J.M. παρ. [12], σελ. 68.

κών μεθόδων στις τριγωνομετρικές και λογαριθμικές ποσότητες (δηλ. συναρτήσεις), όσο και από τη συστηματοποίηση της παρουσίας του περιεχομένου, όπου η συνεκτικότητα και η αναλυτικότητα της είχε μιά αξιοσημείωτη βελτίωση. Η διαφορετική αυτή στάση στη διαπραγμάτευση του θέματος γίνεται αρκετά ανάγλυφη κατά την ανάπτυξη του μηχανισμού της διαφόρισης και ολοκλήρωσης. Για να φανεί λοιπόν αυτή η αναβάθμιση ας εστιάσουμε την προσοχή μας στη διαμόρφωση της λειτουργικής συμπεριφοράς των απειροστικών διαδικασιών στο έργο του Κούμα.

Στην περίπτωση του διαφορικού λογισμού η μεθόδευση γίνεται ως εξής: στην αρχή «αποδεικνύεται» ότι $\delta(\pi x) = \pi \delta x$ και $\delta(x^v) = v x^{v-1} \delta x$, η οποία γενικεύεται, διαισθητικά, για κλασματικές δυνάμεις, δηλ. $\delta(x^{\frac{v}{\pi}}) = \delta(x^{\frac{v}{\pi}}) = \frac{v}{\pi} x^{\frac{v}{\pi}-1} \delta x$. Οι αποδείξεις βέβαια είναι ατελείς, γιατί στηρίζονται σ'έναν απλοϊκό επαγωγικό συλλογισμό. Για παράδειγμα στην απόδειξη του διαφορικού της δύναμης x^{π} ακολουθούνται τα εξής βήματα:

1ο. η x^2 μετά την απειροστή αύξηση του x γίνεται

$$\overline{x+\delta x} \times \overline{x+\delta x} = [(x+\delta x) \cdot (x+\delta x)] = x^2 + 2x\delta x + \delta x^2 = \\ = [x^2 + 2x\delta x + (\delta x)^2] ,$$

οπότε παραλείποντας το δx^2 ως απειροστό «δευτερογενές» προκύπτει ότι το απειροστό της x^2 είναι $2x\delta x$, δηλ. $2x^{2-1}\delta x$

2ο. η x^3 μετά την απειροστή αύξηση του x γίνεται

$$\overline{x+\delta x} \times \overline{x+\delta x} \times \overline{x+\delta x} = [(x+\delta x) \cdot (x+\delta x) \cdot (x+\delta x)] = \\ = x^3 + 3x^2\delta x + 3x\delta x^2 + \delta x^3 ,$$

που μετά την παράλειψη των απειροστών ανώτερης τάξης προκύπτει ότι το απειροστό της x^3 είναι $3x^2\delta x = 3x^{3-1}\delta x$,

3ο. «Συναχθήσεται δε ωσαύτως, απειροστόν μεν της x^4 το $4x^{4-1}\delta x = 4x^3\delta x$, εν γένει δε της x^{π} , το $\pi x^{\pi-1}\delta x$ »²⁶.

26. βλ. Κούμα, Κ.: *Σειράς Στοιχειώδους των Μαθηματικών και Φυσικών Πραγματειών*, Γ', Εν Βιέννη της Αυστρίας, 1807, σελ. 293.

Στη συνέχεια αποδεικνύονται οι τύποι των διαφορικών γινομένου και κλάσματος δύο μεταβλητών ποσοτήτων, μ'έναν καθαρά αλγεβρικό τρόπο²⁷. Και ως επέκταση αυτών των τύπων αντιμετωπίζονται οι εξής περιπτώσεις σύνθετων ποσοτήτων:

$$\begin{aligned} 1\eta \quad \delta(a + \beta x + \gamma x^2)^5 &= 5(\alpha + \beta x + \gamma x^2)^4 \delta(a + \beta x + \gamma x^2) = \\ &= 5(\alpha + \beta x + \gamma x^2)^4 x (\beta \delta x + 2\gamma x \delta x), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2\eta \quad \delta\left(\frac{(x+\alpha)^3}{(x+\beta)^2}\right) &= \delta((x+a)^3 \times (x+\beta)^{-2}) = (x+a)^3 \delta(x+\beta)^{-2} + (x+\beta)^{-2} \delta(x+a)^3 = \\ &= -2(x+a)^3 (x+\beta)^{-3} \delta x + 3(x+\beta)^{-2} (x+a)^2 \delta x = \\ &= -\frac{2(x+a)^3 \delta x}{(x+\beta)^3} + \frac{3(x+a)^2 \delta x}{(x+\beta)^2} = \frac{(x+3\beta-2a)(x+a)^2 \delta x}{(x+\beta)^3}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3\eta \quad \delta(x^\mu \sqrt{(a+\beta x^\nu)^\pi}) &= \delta(x^\mu (a+\beta x^\nu)^{\frac{\pi}{k}}) = \\ &= x^\mu \delta(a+\beta x^\nu)^{\frac{\pi}{k}} + (a+\beta x^\nu)^{\frac{\pi}{k}} \delta(x^\mu) = \\ &= \frac{\pi \nu \beta}{k} x^{\mu+\nu-1} (a+\beta x^\nu)^{\frac{\pi}{k}-1} \delta x + \\ &+ \mu x^{\mu-1} (a+\beta x^\nu)^{\frac{\pi}{k}} \delta x \quad 28. \end{aligned}$$

Σ'ένα επόμενο βήμα βρίσκονται τα διαφορικά των τριγωνομετρικών ποσοτήτων: ημιτόνου, συνημιτόνου, απτομένης (δηλ. εφαπτομένης) και συναπτομένης (δηλ. συνεφαπτομένης) μιάς γωνίας ή ενός τόξου. Για παράδειγμα το διαφορικό του ημιτόνου μιάς γωνίας y βρίσκεται ως εξής:

$$\delta(\eta \mu y) = \eta \mu (y + \delta y) - \eta \mu y = \eta \mu y x \text{ συνημ} \delta y + \eta \mu \delta y x \text{ συνημ} y -$$

27. βλ. στο ίδιο, σελ. 294-5.

28. βλ. στο ίδιο, σελ. 297-8.

$$- \eta\mu\gamma = \eta\mu\gamma \times 1 + \delta\gamma \times \text{συν}\eta\mu\gamma - \eta\mu\gamma = \text{συν}\eta\mu\gamma\delta\gamma,$$

θεωρώντας ότι $\eta\mu\delta\gamma = \delta\gamma$ και $\text{συν}\eta\mu\delta\gamma = 1$ ²⁹. Εδώ θα πρέπει να σημειώσουμε ότι στην ιστορική εξέλιξη του απειροστικού λογισμού οι τριγωνομετρικές ποσότητες αποτέλεσαν αντικείμενο διαπραγμάτευσης από τα μέσα του 18ου αιώνα και εξής, γεγονός που ωφείλεται στον L. Euler³⁰. Η επόμενη παράγραφος έχει να κάνει με τους λογάριθμους. Ο τρόπος προσέγγισης του θέματος παρουσιάζει ένα ιδιαίτερο ιστορικό ενδιαφέρον γιατί αντανακλά μιά απο τις πρωταρχικές μορφές υπολογισμού του διαφορικού λογαρίθμου. Η κύρια ιδέα είναι η εξής: με βάση τον ορισμό των λογαρίθμων ως αντιστοιχία μεταξύ μιάς γεωμετρικής και μιάς αριθμητικής πρόοδου, να διαμορφωθεί μιά σχέση του απειροστού μιάς ποσότητας με το απειροστό του αντίστοιχου λογαρίθμου της. Για το σκοπό αυτό θεωρείται μιά γεωμετρική πρόοδος με α, α' τους δύο πρώτους όρους της και με ν, ν' δύο τυχαίους διαδοχικούς όρους της. Επίσης θεωρείται η (λογαριθμικά) αντίστοιχη αριθμητική πρόοδος με β, β' τους δύο πρώτους όρους της και με x, x' τους όρους της που αντιστοιχούν ως προς την τάξη με τους ν, ν' . Τότε ισχύει

$$\frac{a(\nu' - \nu)}{\nu} = a' - a,$$

η οποία γίνεται

$$\frac{\mu a(\nu' - \nu)}{\nu} = x' - x,$$

όταν $\mu(a' - a) = \beta' - \beta$. Υποθέτοντας στη συνέχεια ότι το ν' είναι απειροστό κοντά στο ν , η διαφορά $\nu' - \nu$ γίνεται $\delta\nu$ και η $x' - x = \delta x$. Οπότε η προηγούμενη σχέση παίρνει τη μορφή:

$$\frac{\mu a \delta \nu}{\nu} = \delta x.$$

Επιλέγοντας στη συνέχεια το a να είναι ίσο με 1 και το $\mu = 1$ γίνεται

29. βλ. στο ίδιο, σελ. 303.

30. βλ. Katz, V.J.: The Calculus of the Trigonometric Functions, *Historia Mathematica*, 14(4), 1987, σελ. 311-324.

$$\frac{\delta v}{v} = \delta x = \delta (\lambda v),$$

μιά και το χορίστηκε ως ο λογάριθμος του v , δηλ. $x = \lambda v$ σύμφωνα με το συμβολισμό του Κούμα (και του Θεοτόκη)³¹. Εδώ θα πρέπει να σημειώσουμε ότι το σύμβολο λ χρησιμοποιείται αδιακρίτως, είτε πρόκειται για δεκαδικούς λογαρίθμους, είτε όχι. Κι αυτό δημιουργεί μία σύγχυση, γιατί κατά τη διαφορίση λογαριθμικής ποσότητας η προϋπόθεση $\mu = 1$, που χρησιμοποιήθηκε, αποκλείει τους δεκαδικούς λογαρίθμους, κάτι που επισημάνει κι ο ίδιος ο Κούμας³². Έτσι στον τύπο $\delta(\lambda v) = \delta v/v$, το λv δεν παριστά δεκαδικό λογάριθμο, ούτε γενικά το λογάριθμο, αλλά εκείνον που ισχύει $\mu = 1$.

Ως συνέχεια των λογαριθμικών απειροστών αντιμετωπίζονται οι περιπτώσεις διαφορίσης των εκθετικών ποσοτήτων της μορφής γ^x και x^μ .³³ Και με την παράγραφο αυτή ολοκληρώνεται το θεωρητικό μέρος του διαφορικού λογισμού, το οποίο εφαρμόζεται αμέσως μετά σε παράδειγμα προσδιορισμού χαρακτηριστικών στοιχείων των καμπύλων στα πλαίσια της αναλυτικής θεώρησης και διαπραγματεύσεώς τους.

Η δεύτερη πλευρά του απειροστικού λογισμού, αυτή της ολοκλήρωσης, οργανώνεται με βάση την έννοια της αντιδιαφορίσης. Έτσι χωρίς δυσκολία δίνεται το ολοκλήρωμα:

$$Oax^\mu \delta x = \frac{ax^{\mu+1}}{\mu+1},$$

που εύκολα επαληθεύεται με τη διαφορίση του δεύτερου μέλους. Επισημαίνεται επίσης η ισχύς αυτού του τύπου για μ θετικό, αρνητικό και κλασματικό, εκτός για $\mu = -1$, που σ' αυτή την περίπτωση επικαλείται ο τύπος του διαφορικού λογαρίθμου, οπότε

$$Oax^{-1} \delta x = O \frac{a \delta x}{x} = a \lambda x = \lambda x^a \quad 34.$$

31. βλ. Κούμα. Κ. παρ. [26], σελ. 306-8.

32. βλ. στο ίδιο, σελ. 309.

33. βλ. στο ίδιο, σελ. 311-2

34. βλ. Κούμα, Κ.: *Σειράς Στοιχειώδους των Μαθηματικών και Φυσικών Πραγματειών*, τομ. Δ', Εν Βιέννη της Αυστρίας, 1807, σελ. 101-2.

Αξιοπαρατήρητο είναι το σχόλιο, που συνοδεύει αυτές τις πρώτες μορφές ολοκλήρωσης, σύμφωνα με το οποίο οι ποσότητες

$$\frac{ax^{\mu+1}}{\mu+1} \text{ και } \frac{ax^{\mu+1}}{\mu+1} + \Gamma, \text{ όπου } \Gamma - \text{σταθερά,}$$

έχουν το ίδιο απειροστό (δηλ. διαφορικό), κατά συνέπεια η ποσότητα

$$\frac{ax^{\mu+1}}{\mu+1}$$

είναι μιά ειδική περίπτωση του «ολόκληρου» της $ax^{\mu}dx$, ενώ γενικά ισχύει ότι

$$Oax^{\mu}dx = \frac{ax^{\mu+1}}{\mu+1} + \Gamma.$$

Και σημειώνεται ότι η προσθήκη αυτή του σταθερού όρου στο αποτέλεσμα της ολοκλήρωσης είναι καθολική, ισχύει δηλ. για όλα τα «ολόκληρα» (ολοκληρώματα δηλαδή)³⁵.

Η επόμενη κατηγορία απειροστικών ποσοτήτων που αντιμετωπίζονται κατά τη μεθόδευση του ολοκληρωτικού λογισμού αποτελείται από τις ποσότητες της μορφής:

$$\theta \delta x (a + \beta x)^{\pi} \text{ και } x^{\mu} \delta x (a + \beta x)^{\pi}$$

Στην πρώτη περίπτωση αν και γίνεται η παρατήρηση ότι η $\theta \delta x$ μετατρέπεται στη $\frac{\theta}{\beta} \delta (a + \beta x)$, παρ'όλα αυτά ακολουθείται ο εξής ι-διόμορφος (και ανεξήγητος) τρόπος στην παρουσίαση της σχετικής ολοκλήρωσης:

$$\begin{aligned} O \theta \delta x (a + \beta x)^{\pi} &= \frac{\theta \delta x (a + \beta x)^{\pi+1}}{(\pi+1) \cdot \delta (a + \beta x)} + \Gamma = \frac{\theta \delta x (a + \beta x)^{\pi+1}}{(\pi+1) \cdot \beta \delta x} + \Gamma = \\ &= \frac{\theta (a + \beta x)^{\pi+1}}{(\pi+1) \cdot \beta} + \Gamma \quad ^{36}. \end{aligned}$$

35. βλ. στο ίδιο, σελ. 102-3.

36. βλ. στο ίδιο, σελ. 105

Η δεύτερη περίπτωση μεθοδεύεται με την εξέταση των εξής ειδικότερων κατηγοριών:

α. Όταν το π είναι ακέραιος και μ, ν μη αρνητικοί αριθμοί, τότε αναπτύσσεται το δυνάμιο $(\alpha + \beta x^\nu)^\pi$, οπότε διαμορφώνεται ένα πολυώνυμο του x , η ολοκλήρωση του οποίου είναι απλή εφαρμογή του ολοκληρώματος δύναμης.

β. Όταν $\mu = \nu - 1$, τότε η ποσότητα $\theta x^{\nu-1} dx$ είναι ίση με τη $\frac{\theta}{\nu\beta} \delta(\alpha + \beta x^\nu)$

οπότε το ζητούμενο ανάγεται στην ολοκλήρωση απλής δύναμης σύνθετης ποσότητας.

γ. Όταν το ν διαιρεί το $\mu + 1$, δηλ. $\mu + 1 = \kappa \nu$, τότε προτείνεται η αντικατάσταση $\alpha + \beta x^\nu = y$ που συνεπάγεται ότι

$$x^{\mu+1} = \frac{1}{\beta^k} (y - \alpha)^k \quad \text{και} \quad x^\mu dx = \frac{k}{\beta^k (\mu + 1)} (y - \alpha)^{k-1} dy,$$

οπότε η απειροστή ποσότητα $\theta x^\mu dx (\alpha + \beta x^\nu)^\pi$ μετασχηματίζεται στην $y^\pi \frac{\theta k}{\beta^k (\mu + 1)} (y - \alpha)^{k-1} dy$ η ολοκλήρωση της οποίας αναγεται

στην πρώτη κατηγορία. Βέβαια η μεθόδευση αυτή δεν παρουσιάζεται με τη γενική της μορφή όπως εδώ, αλλά με τα εξής παραδείγματα:

$$\theta x^3 dx (\alpha + \beta x^2)^{\frac{4}{5}} \quad \text{και} \quad \theta x^8 dx (\alpha + \beta x^3)^{\frac{2}{3}}.$$

δ. Στην ενότητα αυτή περιλαμβάνονται εκείνες οι απειροστές ποσότητες που με κάποια «προπαρασκευή» μπορούν να αναχθούν στην προηγούμενη κατηγορία, π.χ. η

$$\begin{aligned} aa \, dx \, (aa + xx)^{\frac{3}{2}} &= aa \, dx \, (x^2)^{\frac{3}{2}} (aax^{-2} + 1)^{\frac{3}{2}} = \\ &= aax^{-3} dx \, (aax^{-2} + 1)^{\frac{3}{2}}, \end{aligned}$$

όπου το $\nu = -2$ διαιρεί το $\mu + 1 = -3 + 1 = -2$, όμοια η

$$\frac{aa \, dx}{x \sqrt{(ax + xx)}} = aax^{-1} dx \, (ax + xx)^{\frac{1}{2}} =$$

$$= aax^{-1} dx \, (x^2)^{\frac{1}{2}} (ax^{-1} + 1)^{\frac{1}{2}} = aax^{-2} dx \, (ax^{-1} + 1)^{\frac{1}{2}},$$

όπου το $v = -1$ διαιρεί το $\mu + 1 = -2 + 1 = -1$ ³⁷.

Συμπερασματικά σημειώνεται ότι αυτοί είναι οι μόνοι τρόποι «γεωμετρικής» ολοκλήρωσης, δηλ. ολοκλήρωση με εφαρμογή μόνο αλγεβρικών πράξεων κι όχι υπερβατικών, όπως π.χ. των λογαρίθμων ή προσεγγιστικών διαδικασιών³⁸. Γι' αυτό και μία σχετική, μ' αυτό το είδος ποσοτήτων, τεχνική ολοκλήρωσης παρουσιάζεται μετά από αρκετές σελίδες, στα πλαίσια μιάς ευρύτερης ενότητας όπου αναπτύσσονται οι τεχνικές «μη γεωμετρικής» ολοκλήρωσης. Σ' αυτή την ενότητα περιλαμβάνεται: η ολοκλήρωση τριγωνομετρικών, ρητών (δηλ. κλασματικών) και με ριζικά ποσοτήτων, όπως και τεχνικές προσεγγιστικής ολοκλήρωσης. Θα πρέπει να επισημάνουμε εδώ ότι η διάκριση αυτή μεταξύ «γεωμετρικής» και «μη γεωμετρικής» ολοκλήρωσης υποδεικνύει μιά πολύ χαρακτηριστική (υπο-κειμένη) αρχή συστηματοποίησης του ολοκληρωτικού λογισμού που ακολούθησε ο Κούμας στην πραγματεία του αυτή. Ο διαχωρισμός αυτός, όπως φαίνεται, είναι βαθύτερος από τη μεθοδολογική φαινομενικότητά του, καθ' όσον η κάθε ενότητα περιλαμβάνει μαζί με τις σχετικές τεχνικές ολοκλήρωσης κι ένα αντίστοιχο πεδίο εφαρμογών, γεγονός που υποδηλώνει ένα είδος θεματικής κι έτσι γνωστικής περιχάραξης και διάκρισης. Στην περίπτωση, λόγου χάρη, της «γεωμετρικής» ολοκλήρωσης παρουσιάζεται μιά σειρά κατάλληλων εφαρμογών, όπως: τετραγωνισμός και μήκος καμπύλων, τετραγωνισμός καμπύλων επιφανειών και υπολογισμός όγκου στερεών. Να σημειώσουμε ότι όλα τα ολοκληρώματα που χρησιμοποιούνται εδώ είναι αόριστα και δεν γίνεται καμία νύξη ή χρήση ορισμένων ολοκληρωμάτων.

Στα πλαίσια τώρα της «μη γεωμετρικής» ολοκλήρωσης, την πρώ-

37. βλ. στο ίδιο, σελ. 106-112.

38. βλ. στο ίδιο, σελ. 113. Παρατηρούμε ότι και ο Θεοτόκης κάνει την ίδια διάκριση. Σε μιά σημείωσή του διαβάζουμε τα εξής: «Ετι ειδέναι δεί, ότι τινές μὲν των απειροστών εκθέσεων εντελώς ολοκληρουνται· αι δέ τοιαύται Αλγεβραϊκώς ολοκληρουσθαι λέγονται τινές δέ εν μέρει επεισάγονται γάρ εν τοις του ολοκληρου μέρει λογάριθμοι, ή τόξα κύκλου, διό τω κύκλω αυτώ ανάγεσθαι φασι τινές δέ μόνον διά τόξων κύκλου και Υπερβολές διό τω κύκλω ή τη Υπερβολή ανάγεσθαι λέγονται» βλ. Θεοτόκη, Ν. παρ. [6], σελ. 228.

τη κατηγορία αποτελούν οι εξής απλές περιπτώσεις τριγωνομετρικών ποσοτήτων: $\text{συνημ.}y$, $\eta\mu.y$, $\text{συνημ.}3y$, $\eta\mu.\mu y$, $(\eta\mu.y)^v$ $\text{συνημ.}y$, $(\eta\mu.\mu y)^v$ $\text{συνημ.}\mu y$, $(\text{συνημ.}\mu y)^v$ $\eta\mu.\mu y$ και $(\eta\mu.y)^3$. Σημειώνεται επίσης, μ'ένα πνεύμα αυτονόητης γενίκευσης, ότι με τον ίδιο τρόπο ολοκλήρωσης της $\delta y(\eta\mu.y)^3$, ο οποίος στηρίζεται στις σχέσεις αθροίσματος και γινομένου τριγωνομετρικών ποσοτήτων, μπορούν να βρεθούν τα «ολόκληρα» των απειροστών ποσοτήτων: $\delta y(\eta\mu.y)^v$, $\delta y(\text{συνημ.}y)^v$, $\delta y(\eta\mu.\pi y)^u$ ($\text{συνημ.}\kappa y$)^v $(\eta\mu.\rho y)^o$ κ.τ.λ. με μ, v, o ακέραιους θετικούς αριθμούς³⁹. Είναι αλήθεια ότι σ' αυτές τις περιπτώσεις ολοκλήρωσης παρουσιάζεται μια ιδιόζουσα κατάσταση σε σχέση με τη διάκριση «γεωμετρικής» και «μη γεωμετρικής» ολοκλήρωσης. Κι αυτό γιατί οι διαδικασίες ολοκλήρωσης είναι «γεωμετρικές», δηλ. χρησιμοποιούνται μόνο αλγεβρικές πράξεις, ενώ τα αντικείμενα ολοκλήρωσης, οι τριγωνομετρικές δηλ. ποσότητες, είναι «μη γεωμετρικές».

Στη συνέχεια παρουσιάζονται κάποια προβλήματα που επιλύονται με τη βοήθεια προσεγγιστικών διαδικασιών ολοκλήρωσης, χρησιμοποιώντας δηλ. αναπτύγματα δυναμοσειρών. Το πρώτο πρόβλημα για παράδειγμα, που έχει για ζητούμενο το μήκος ενός τόξου κύκλου, μορφοποιείται στον υπολογισμό του «ολόκληρου»

$$O \frac{\frac{1}{2} \delta x}{\sqrt{(x-x^2)}} = O \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{x^{\frac{1}{2}}} \delta x (1-x)^{-\frac{1}{2}}$$

και χρησιμοποιείται για το σκοπό αυτό το ανάπτυγμα σε δυναμοσειρά της ποσότητας $(1-x)^{-\frac{1}{2}}$, δηλ.

$$(1-x)^{-\frac{1}{2}} = 1 + \frac{1}{2}x + \frac{3}{8}x^2 + \frac{5}{16}x^3 + \dots,$$

επικαλώντας σχετικές περιπτώσεις από το «Περί σειρών» κεφάλαιο του «Συμβολισμού Λογισμού» του Β' βιβλίου της Πραγματείας. Οπότε το προς υπολογισμό «ολόκληρο» γίνεται:

39. βλ. Κούμα, Κ. παρ. [34], σελ. 137-140.

$$\begin{aligned}
O \frac{1}{2} x^{\frac{1}{2}} \delta x (1-x)^{\frac{1}{2}} &= O \frac{1}{2} x^{\frac{1}{2}} \delta x (1 + \frac{1}{2}x + \frac{3}{8}x^2 + \frac{5}{16}x^3 + \dots) = \\
&= O (\frac{1}{2} x^{\frac{1}{2}} \delta x + \frac{1}{4} x^{\frac{3}{2}} \delta x + \frac{3}{16} x^{\frac{5}{2}} \delta x + \frac{5}{32} x^{\frac{7}{2}} \delta x + \dots) = \\
&= x^{\frac{1}{2}} + \frac{1}{6} x^{\frac{3}{2}} + \frac{3}{40} x^{\frac{5}{2}} + \frac{5}{112} x^{\frac{7}{2}} + \dots
\end{aligned}$$

Στην προκειμένη περίπτωση το αποτέλεσμα

$$x^{\frac{1}{2}} + \frac{1}{6} x^{\frac{3}{2}} + \frac{3}{40} x^{\frac{5}{2}} + \frac{5}{112} x^{\frac{7}{2}}$$

θεωρείται ως μία κατα προσέγγιση ολοκλήρωση της απειροστής ποσότητας

$$\frac{\frac{1}{2} \delta x}{\sqrt{(x-xx)}} \quad 40.$$

Σ' ένα επόμενο βήμα επαναφέρεται το θέμα της ολοκλήρωσης των δυωνυμικών ποσοτήτων, προτείνοντας μιά τεχνική αναγωγής μιάς τέτοιας περίπτωσης σ' ένα γνωστό «ολόκληρο». Συγκεκριμένα προτείνεται ο εξής μετασχηματισμός:

$$Oax^{\mu} \delta x (\beta + \gamma x^{\nu})^{\pi} = (\beta + \gamma x^{\nu})^{\pi+1} + Ax^{\mu-\nu+1} + Bx^{\mu-2\nu+1} + \Gamma x^{\mu-3\nu+1} + \dots + \Xi) \cdot O \in x^{\varrho} \delta x (\beta + \gamma x^{\nu})^{\pi}.$$

με $\varrho < \mu$, $\frac{\mu - \varrho}{\nu}$ ακέραιο θετικό αριθμό και με $A, B, \Gamma, \dots, \Xi$ που προσδιορίζονται διαφορίζοντας τη σχέση αυτή και εξισώνοντας τους συντελεστές των ομοβαθμίων όρων. Αυτή η γενική «συνταγή» εφαρμόζεται για την αναγωγή του «ολόκληρου» $O \frac{x^6}{a^5} \delta x (aa - xx)^{\frac{1}{2}}$ στο $O a \delta x (aa - xx)^{\frac{1}{2}}$ το οποίο, όπως αναφέρεται, είναι τόξο κύκλου

40. βλ. στο ίδιο, σελ. 141-2.

με ακτίνα α , x η τετμημένη ως προς κέντρο και «ευπετώς ευρίσκεται»⁴¹. Εδώ όμως υπάρχει ένα θεωρητικό κενό το οποίο μάλιστα έχει μιá ιδιαίτερη ιστορική σημασία. Πρόκειται για την απουσία των αντίστροφων τριγωνομετρικών συναρτήσεων από την ύλη της *Σειράς* του Κούμα, γεγονός που δεν επιτρέπει τον υπολογισμό του «ολόκληρου» αυτού, μιá κι όπως είναι γνωστό για το σκοπό αυτό απαιτείται η γνώση των αντίστροφων τριγωνομετρικών συναρτήσεων.

Το αμέσως επόμενο θέμα διαπραγμάτευσης είναι η ολοκλήρωση «λογικών κλασμάτων», δηλ. η ολοκλήρωση ρητών συναρτήσεων. Οι απειροστές ποσότητες αυτού του είδους αντιμετωπίζονται, όπως και σήμερα, με τη διάσπαση του αρχικού κλάσματος σε άθροισμα κλασμάτων. Από την αρχή επισημαίνεται ότι όταν στο υπό ολοκλήρωση «λογικό κλάσμα» ο βαθμός του πολυωνύμου του αριθμητή είναι μεγαλύτερος ή ίσος του βαθμού του πολυωνύμου του παρονομαστή, τότε με τη διαίρεση των πολυωνύμων η ολοκλήρωση ανάγεται σε μιá ολοκλήρωση ενός πολυωνύμου, του πηλίκου, και σε μιá ενός «λογικού κλάσματος» όπου ο βαθμός του πολυωνύμου του αριθμητή είναι μικρότερος του βαθμού του πολυωνύμου του παρονομαστή. Για την ολοκλήρωση τώρα ενός τέτοιου απειροστού κλάσματος διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις:

1η Όταν ο παρονομαστής αναλύεται σε γινόμενο δυωνύμων υψηλών σε διάφορες δυνάμεις, οπότε η διάσπαση του κλάσματος γίνεται ως εξής:

$$\frac{(a + \beta x + \gamma x^2 + \dots + kx^{v-1})\delta x}{(x+\theta)^\mu (x+\eta)^\pi \dots (x+i)(x+\xi)(x+\varrho)\dots} = \frac{Ax^{\mu-1}\delta x + Bx^{\mu-2}\delta x + \dots + P\delta x}{(x+\theta)^\mu} +$$

$$\frac{A'x^{\pi-1}\delta x + B'x^{\pi-2}\delta x + \dots + P'\delta x}{(x+\eta)^\pi} + \dots + \frac{\Lambda\delta x}{x+i} + \frac{M\delta x}{x+\xi} + \frac{N\delta x}{x+\varrho} + \dots,$$

όπου οι συντελεστές $A, B, \dots, P, A', B', \dots, P', \dots, \Lambda, M, N, \dots$ βρίσκονται ως συνδυασμοί των $\alpha, \beta, \gamma, \dots, \kappa$ εξισώνοντας τα δύο μέλη της ισότητας θεωρούμενα ως εκ ταυτότητας ίσα.

41. βλ. στο ίδιο, σελ. 172-5.

- 2η Όταν ο παρονομαστής είναι ένα τριώνυμο ax^2+bx+c , τότε το κλάσμα ανάγεται εύκολα σε κλάσμα με παρονομαστή το $x^2+a'x+b'$ και στη συνέχεια γίνεται η αντικατάσταση $x+\frac{1}{2}a'=\psi$ οπότε το αρχικό κλάσμα γίνεται της μορφής:

$$\frac{\Gamma\psi\delta\psi + \Delta\delta\psi}{\psi\psi + \xi\xi},$$

το ολοκλήρωμα του οποίου είναι ένας λογάριθμος και ένα τόξο κύκλου με ακτίνα ξ και «απτομένη» (δηλ. εφαπτομένη) ψ . Μπορούμε να παρατηρήσουμε εδώ ότι αυτό το «τόξο κύκλου» είναι στην πραγματικότητα η αντίστροφη συνάρτηση της εφαπτομένης της γωνίας ψ/ξ , δηλ. το $\text{τοξο}\varphi \frac{\psi}{\xi}$. Διαπιστώνουμε λοιπόν

για άλλη μιά φορά το θεωρητικό κενό που υπάρχει σχετικά με τις αντίστροφες τριγωνομετρικές συναρτήσεις. Από την άλλη μεριά όμως η απλή και μόνο ρητορική νύξη των αποτελεσμάτων της ολοκλήρωσης των ειδικών αυτών περιπτώσεων υποδηλώνει ότι ο συγγραφέας της «*Πραγματείας*» δεν ήταν τελείως άσχετος με το θέμα.

- 3η Όταν ο παρονομαστής είναι της μορφής $(x^2+ax+b)^n$, οπότε εφαρμόζοντας την προηγούμενη αντικατάσταση γίνεται $(\psi\psi + \xi\xi)^n$ και η υπό ολοκλήρωση απειροστή ποσότητα μετασχηματίζεται σε δυνωμική, το «ολόκληρο» της οποίας ανάγεται, με μιά προηγούμενη τεχνική, σ' ένα γνωστό «ολόκληρο» του ίδιου είδους.
- 4η Όταν ο παρονομαστής είναι ένας συνδυασμός των προηγούμενων περιπτώσεων, για παράδειγμα η απειροστή ποσότητα

$$\frac{x^4+5ax^3+4a^3x}{(aa+ax+xx)(x^3-a^3)}dx = \frac{x^4+5ax^3+4a^3x}{(aa+ax+xx)^2(x-a)}dx,$$

που η ολοκλήρωσή της γίνεται συνδυάζοντας τις προηγούμενες τεχνικές⁴².

42. βλ. στο ίδιο, σελ. 179-191.

Η αντιμετώπιση, στη συνέχεια, της ολοκλήρωσης κάποιων απειροστών ποσοτήτων με ριζικά και κάποιων εκθετικών ποσοτήτων αποτελεί το αντικείμενο των δύο επόμενων παραγράφων. Στην πρώτη κατηγορία εξετάζονται μόνο τα εξής δύο παραδείγματα:

$$1ο \frac{\delta x \sqrt{x+a\delta x}}{\sqrt[3]{x^2+a\delta x}}, \text{ όπου προτείνεται η αντικατάσταση } x^{\frac{1}{6}} = \psi,$$

$$2ο \frac{\delta x}{\sqrt{(xx-aa)}}, \text{ που προτείνεται η αντικατάσταση } \sqrt{(xx-aa)} = x-\psi \quad 43.$$

Όσο για την ολοκλήρωση των εκθετικών ποσοτήτων διατυπώνεται αρχικά ένας κανόνας σύμφωνα με τον οποίο «αναλυτέον αυτὰς εἰς δύο ποιητάς, ὡν ἕτερος εἴη τὸ ἀπειροστόν του κατὰ τον ἕτερον λογαριθμόν, ἢ μέρος αὐτοῦ ἀμετάβλητον, καὶ διαιρετέον δια τοῦ ἀπειροστοῦ του κατὰ τον δεύτερον ποιητὴν λογαριθμόν»⁴⁴. Παρατηροῦμε ἀμέσως ὅτι ἐτσι ὅπως ἔχει διατυπωθεῖ ὁ κανόνας αὐτός δεν εἶναι καθόλου σαφής καὶ κατὰ συνέπεια δυσνόητος. Τὸ θέμα ὁμως ἀποσαφηνίζεται μ' ἓνα συγκεκριμένο παράδειγμα λίγο παρακάτω ὡς εξής: «Κατὰ τον αὐτὸν κανόνα τὸ $\delta x e^{ax}$ ἐστὶν ὁλοκληρώσιμον, εἴγε δx ἐστὶ τὸ ἀπειροστόν του λογαριθμοῦ του ax , διαιρεθέντος δι' αὐτοῦ ποσότητος ax »

$$\text{Ὁ } \delta x e^{ax} = \frac{\delta x e^{ax}}{a \delta x \lambda e} = \frac{e^{ax}}{a \lambda e} \quad 45.$$

Σύμφωνα λοιπόν με τὸν κανόνα αὐτό, ἀν σε μία ἀπειροστή εκθετική ποσότητα, ἡ ἀπειροστή ποσότητα ἐκτός της δύναμης μπορεῖ νὰ μετασχηματισθεῖ σε ἀπειροστό του λογαριθμοῦ της δύναμης, τότε αὐτὴ εἶναι ὁλοκληρώσιμη καὶ τὸ «ὁλόκληρον» της εἶναι ἡ ἀρχική ποσότητα δια τοῦ ἀπειροστοῦ του λογαριθμοῦ της δύναμης της.

Στο ἴδιο πλαίσιο παρουσιάζεται καὶ τὸ παράδειγμα της ἀπειροστής εκθετικῆς ποσότητος

$$x'' \left(\delta u \lambda x + \frac{v \delta x}{x} \right),$$

43. βλ. στο ἴδιο, σελ. 192-3.

44. βλ. στο ἴδιο, σελ. 195.

45. βλ. στο ἴδιο, σελ. 196.

της οποίας ο παράγοντας

$$\left(\delta \nu \lambda x + \frac{\nu \delta x}{x} \right)$$

είναι ίσος με $\delta(\lambda x^\nu)$, γεγονός που σημαίνει, σύμφωνα με τον κανόνα, ότι η ποσότητα είναι ολοκληρώσιμη και

$$Ox^\nu \left(\delta \nu \lambda x + \frac{\nu \delta x}{x} \right) = \frac{x^\nu \left(\delta \nu \lambda x + \frac{\nu \delta x}{x} \right)}{\delta(\lambda x^\nu)} = x^\nu + \Gamma \quad 46$$

Εδώ με πρώτη ματιά φαίνεται μιά θεωρητική χαλαρότητα. Κι αυτό γιατί ενώ γίνεται λόγος για απλή ολοκλήρωση, η υπό ολοκλήρωση ποσότητα είναι δύο μεταβλητών. Στην ουσία όμως πρόκειται για ολοκλήρωση ποσότητας μιάς μεταβλητής, γιατί

$$\begin{aligned} Ox^\nu \left(\delta \nu \lambda x + \frac{\nu \delta x}{x} \right) &= Ox^\nu \delta(\lambda x^\nu) = O\psi \delta(\lambda \psi) = \\ &= O\psi \frac{\delta \psi}{\psi} = O\delta \psi = \psi + \Gamma = x^\nu + \Gamma, \end{aligned}$$

αν θέσουμε $x^\nu = \psi$. Όπως και νάχει το θέμα αυτή η ανάμειξη θεωρητικά ετερόκλητων στοιχείων υποδηλώνει μιά εννοιολογική και μεθοδολογική ανωριμότητα.

Στην κατηγορία αυτή των εκθετικών ποσοτήτων παρουσιάζεται μιά ακόμη τεχνική ολοκλήρωσης των απειροστών ποσοτήτων της μορφής $x^\mu \delta x e^{ax}$, όταν $\lambda e = 1$ και μ ακέραιος θετικός αριθμός. Σύμφωνα μ' αυτή

$$Ox^\mu \delta x e^{ax} = e^{ax} (Ax^\mu + Bx^{\mu-1} + Ex^{\mu-2} + \dots + k),$$

όπου τα A, B, E, ..., k προσδιορίζονται παίρνοντας τα απειροστά και των δύο μελών της σχέσης αυτής, διαιρώντας δια $\delta x e^{ax}$ και εξισώνοντας τους συντελεστές των ομοβαθμίων όρων τους. Με την τεχνική αυτή βρίσκεται ότι

46. βλ. στο ίδιο, σελ. 195-6.

$$Ox^2 \delta x \epsilon^{ax} = \epsilon^{ax} \left(\frac{x^2}{a} - \frac{2x}{a^2} + \frac{2}{a^3} \right) + \Gamma \quad 47.$$

Το τελευταίο θέμα του ολοκληρωτικού λογισμού στη «Σειρά» του Κούμα είναι η ολοκλήρωση απειροστών ποσοτήτων περισσό-
τερων μεταβλητών. Δεν πρόκειται βέβαια για πολλαπλή ολοκλή-
ρωση, αλλά για απλή ολοκλήρωση απειροστών ποσοτήτων που
μπορούν να μετατραπούν σε ολικά απειροστά (δηλ. διαφορικά).
Δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα στην προκειμένη περίπτωση
είναι τα εξής:

1ο. Αν η υπό ολοκλήρωση ποσότητα είναι η

$$x^3 \delta u + 3x^2 u \delta x + x^2 \delta \psi + 2x \psi \delta x + x \delta x + u^2 \delta u,$$

τότε λαμβάνονται οι όροι που έχουν το δx και βρίσκεται το
«ολόκληρό» τους, θεωρώντας ότι οι μεταβλητές u, ψ είναι στα-
θερές, το οποίο είναι

$$x^3 u + x^2 \psi + \frac{x^2}{2}.$$

Στη συνέχεια παίρνεται το απειροστό αυτής της ποσότητας,
που είναι

$$3x^2 u \delta x + x^3 \delta u + 2x \psi \delta x + x^2 \delta \psi + x \delta x.$$

Επειδή τώρα η ποσότητα αυτή υπολείπεται της αρχικής κατά
τον όρο $u^2 \delta u$ συμπληρώνεται, διορθωτικά, στο πρώτο αποτέλε-
σμα το «ολόκληρό» του, δηλ. το $\frac{u^3}{3}$, ως ένας επί πλέον όρος, το
οποίο γίνεται

$$x^3 u + x^2 \psi + \frac{x^2}{2} + \frac{u^3}{3}.$$

Η ποσότητα αυτή συν την σταθερά Γ είναι το τελικό αποτέλε-
σμα⁴⁸.

47. βλ. στο ίδιο, σελ. 196.

48. βλ. στο ίδιο, σελ. 198.

Είναι φανερό ότι το παράδειγμα αυτό είναι μιά πολύ ειδική περίπτωση, θα λέγαμε προκατασκευασμένη, που από μεθοδολογική άποψη ο τρόπος αντιμετώπισής του δεν έχει την ισχύ μιάς γενικής τεχνικής ολοκλήρωσης ποσοτήτων αυτού του είδους.

2ο. Στην περίπτωση της ποσότητας

$$\frac{1}{3} u^3 dx + xv^2 du,$$

διαπιστώνεται ότι

$$\frac{\delta(\frac{1}{3} u^3)}{du} = \frac{\delta(xv^2)}{dx}.$$

οπότε αυτή αποτελεί, σύμφωνα με τη θεωρητική διαπραγμάτευση που προηγείται του συγκεκριμένου παραδείγματος, ένα «απειροστόν πλήρες», δηλ. ένα ολικό διαφορικό κι έτσι η ολοκλήρωσή της προκύπτει άμεσα απ' αυτό. Να σημειώσουμε ότι το σύμβολο $\frac{\delta A}{\delta x}$ (όπως και $\frac{\delta A}{\delta u}$), που χρησιμοποιείται εδώ, έχει το νόημα του απειροστού ως προς x (αντίστ. ως προς u) της ποσότητας A , που είναι δύο μεταβλητών x και u κι όχι η παράγωγος της A ως προς x , δηλ. του ορίου της μεταβολής της A , όταν η μεταβλητή u είναι σταθερή και η μεταβολή της x τείνει στο μηδέν⁴⁹.

Η παρουσίαση του απειροστού λογισμού στη *Σειρά* του Κούμα ολοκληρώνεται με δύο παραγράφους για τις απειροστές (δηλ. διαφορικές) εξισώσεις. Η πρώτη αναφέρεται σε κάποιες περιπτώσεις διαφορικών εξισώσεων πρώτης τάξης και η δεύτερη σε κάποιες ανώτερης τάξης. Συγκεκριμένα στην πρώτη παράγραφο θίγονται κάποιες διαφορικές εξισώσεις χωριζόμενων μεταβλητών (π.χ. $ax^m u^n dx = by^z x^u du$, δηλ. $ax^{m-u} dx = by^{z-n} du$), ομογενών (π.χ. $u^3 dx + u^2 x du + \beta x^3 du$, όπου προτείνεται η αντικατάσταση $\frac{u}{x} = \psi$) και πλήρων ή μετασχηματιζόμενων σε πλήρεις με τη βοήθεια ολοκλη-

49. βλ. στο ίδιο, σελ. 200.

ρωτικών παραγόντων (π.χ. όπου προσδιορίζεται ο ολοκληρωτικός παράγοντας $\Pi=x^a$). Στη δεύτερη παράγραφο γίνεται μιά γενική αναφορά στον υποβιβασμό της τάξης μιάς απειροστής εξίσωσης ανώτερης τάξης⁵⁰ και εξετάζονται κάποιες περιπτώσεις απειροστών εξισώσεων οι οποίες ανάγονται σε πλήρεις με τη βοήθεια ολοκληρωτικών παραγόντων⁵¹.

50. Το ζήτημα αυτό αρχικά θίγεται με την απειροστή εξίσωση:

$$A\delta x^2 + B\delta x\delta u + \Gamma\delta u^2 + \Delta\delta\delta u = 0,$$

η οποία, με την προϋπόθεση ότι το δx είναι σταθερό [που με σημερινά δεδομένα σημαίνει ότι επιλέγεται το x ως ανεξάρτητη μεταβλητή (βλ. σχετικά Bos, H.J.M. παρ. [12] σελ. 30], μετασχηματίζεται στην εξίσωση:

$$A\delta x + B\delta u + \Gamma \frac{\delta u^2}{\delta x} + \Delta\delta\left(\frac{\delta u}{\delta x}\right) = 0.$$

Αν και δεν δίνονται παραπέρα εξηγήσεις, μπορούμε να υποπτευθούμε ότι με το μετασχηματισμό αυτό επιτεύχθηκε ένας υποβιβασμός της τάξης της αρχικής εξίσωσης, αρκεί να θέσουμε $\delta u = p\delta x$. Αυτό φαίνεται καθαρά στο τέλος της παραγράφου (σελ. 225) όταν παρουσιάζεται το παράδειγμα της εξίσωσης:

$$\frac{\delta\delta u}{\delta u} \sqrt{1 + \frac{\delta u^2}{\delta x^2}} = (a u + \beta) \delta x,$$

η οποία μετασχηματίζεται, με την προϋπόθεση ότι το δx είναι σταθερό και $\delta u = p\delta x$ (που συνεπάγεται ότι $\delta\delta u = \delta p\delta x$) στην εξίσωση:

$$\delta p \sqrt{1 + p^2} = (a u + \beta) \delta u.$$

51. Η περίπτωση αυτή παρουσιάζεται με δύο παραδείγματα. Το πρώτο απ'αυτά έχει να κάνει με την απειροστή εξίσωση:

$$\delta\delta u + a\delta u\delta x + b\delta u\delta x^2 + X\delta x^2 = 0,$$

όπου X είναι μιά «συνέκθεσις» του x [δηλ. $X = X(x)$]. Για την επίλυσή της μετασχηματίζεται στην εξίσωση:

$$P\delta\delta u + \Pi\delta x\delta u + [\Pi(a-x)\delta u + \Pi b\delta x + \Pi X\delta x]\delta x = 0,$$

όπου η βοηθητική σταθερά κ και η «συνέκθεσις» Π του x [δηλ. $\Pi = \Pi(x)$] προσδιορίζονται σε $\kappa = \mu$ ή μ' (από την εξίσωση $\kappa\kappa - a\kappa + \beta = 0$) και

Θα πρέπει να παρατηρήσουμε εδώ ότι στα πλαίσια της διαπραγμάτευσης των απειροστών εξισώσεων αποδεικνύονται οι γνωστοί τύποι του Euler

$$\Pi = \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu}} \quad \eta \quad \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu'}}$$

από τις σχέσεις:

$$i. \frac{\delta \Pi}{\delta v} = \frac{\delta(\Pi \kappa dx)}{\delta \delta v}$$

$$ii. \frac{\delta \Pi}{\delta x} = \frac{\delta[\Pi(\alpha - \kappa) \delta v + \Pi \beta v dx + \Pi X dx]}{\delta \delta v}$$

$$iii. \frac{\delta(\Pi \kappa dx)}{\delta x} = \frac{\delta[\Pi(\alpha - \kappa) \delta v + \Pi \beta v dx + \Pi X dx]}{\delta v}$$

Έτσι προκύπτουν οι δύο απειροστές εξισώσεις:

$$\delta \delta v \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu}} + \mu \delta v \delta x \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu}} + (\alpha - \mu) \delta v \delta x \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu}} + \beta v \delta x^2 \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu}} + X \delta x^2 \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu}} = 0 \quad (1)$$

$$\delta \delta v \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu'}} + \mu' \delta v \delta x \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu'}} + (\alpha - \mu') \delta v \delta x \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu'}} + \beta v \delta x^2 \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu'}} + X \delta x^2 \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu'}} = 0 \quad (2)$$

Για την επίλυση της (1) [όμοια και της (2)] ακολουθούνται τα εξής βήματα:

α) ολοκληρώνεται ο πρώτος όρος της (1), δηλ. ο $\delta \delta v \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu}}$, μ' αποτέλεσμα: $\delta v \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu}}$,

β) λαμβάνεται το απειροστό της ποσότητας $\delta v \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu}}$ και αφαιρείται από την (1) μ' αποτέλεσμα:

$$\mu \delta v \delta x \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu}} + \beta v \delta x^2 \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu}} + X \delta x^2 \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu}} \quad (3),$$

γ) ολοκληρώνεται ως προς v ο πρώτος όρος της (3), μ' αποτέλεσμα: $\mu \delta v \delta x \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu}}$,
δ) λαμβάνεται το απειροστό της ποσότητας αυτής και αφαιρείται από την

(3), μ' αποτέλεσμα: $X \delta x^2 \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu}}$, το «ολόκληρον» της οποίας είναι (;):

$$\delta x O. X \delta x \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu}},$$

ε) έτσι προκύπτει ότι το πρώτο «ολόκληρο» της (1) είναι η εξίσωση:

$$\delta v \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu}} + \mu \delta v \delta x \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu}} + \delta x O. X \delta x \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu}} = \Gamma \quad \eta$$

$$\delta v + \mu \delta v \delta x + \delta x \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu}} O. X \delta x \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu}} = \Gamma \epsilon^{\frac{\beta x}{\mu}} \quad (4)$$

$$\eta\mu\chi = \frac{\epsilon^{x^1(-1)} - \epsilon^{x^1(-1)}}{2\sqrt{-1}}, \text{ συν}\eta\mu\chi = \frac{\epsilon^{x^1(-1)} + \epsilon^{x^1(-1)}}{2} \quad 52,$$

και εισάγεται για πρώτη φορά στην ελληνική βιβλιογραφία η έννοια της συνάρτησης με το όνομα «συνέκθεσις» η οποία, αν και δεν ορίζεται ρητά, θεωρείται ως κάτι το «σύνθετον εκ x και y και αμετατρέπτων ποσοτήτων»⁵³.

Μετά την αναλυτική αυτή παρουσίαση του απειροστού λογισμού στη *Σειρά* του Κούμα γίνονται φανερά τα ποιοτικά του χαρακτηριστικά, δηλ. η συστηματικότητα, η θεματική διεύρυνση και η γνωστική αναβάθμιση του περιεχομένου του, τα οποία ήδη επισημάναμε κατά την προκαταρκτική στάθμισή του σε σχέση με την αντίστοιχη διαπραγμάτευση του Θεοτόκη. Για να έχουμε όμως μιά ολοκληρωμένη ιστορική εικόνα της συγκεκριμένης πραγματείας θα πρέπει να πάρουμε υπ' όψη μας τη σχέση της με την κατάσταση του κλάδου την εποχή της εμφάνισής της. Είναι αναγκαίο δηλ. να αναφανεί το επίπεδο της ιστορικής της επικαιρότητας. Κι αυτό βέβαια σε συνδυασμό με τις επιδράσεις που δέχτηκε ο Κούμας στη διαπραγμάτευση του εν λόγω θέματος.

Χωρίς δυσκολία μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι τόσο οι βασικές έννοιες του απειροστικού λογισμού στο έργο του Κούμα, όσο και οι σχετικές διαδικασίες και οι μορφές αιτιολόγησής τους είναι απογυμνωμένες από γεωμετρικές συνεκδοχές κι έχουν έναν μάλλον αλγεβροποιημένο χαρακτήρα. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι το συγκεκριμένο έργο ανήκει στην μετά το 1755 περίοδο, δηλ.

Όμοια από την (2) προκύπτει η εξίσωση:

$$\delta y + \mu' \delta x + \delta x \epsilon^{\mu'} \cdot O.X \delta x \epsilon^{\mu'} = \Gamma' \epsilon^{\mu'} \quad (5)$$

Από τις (4), (5) προκύπτει (;) ότι:

$$v = \frac{\Gamma \epsilon^{\mu} - \Gamma' \epsilon^{\mu'} + \frac{\beta x}{\epsilon^{\mu'}} O.X \delta x \epsilon^{\mu'} - \frac{\beta x}{\epsilon^{\mu}} O.X \delta x \epsilon^{\mu}}{\mu - \mu'}$$

52. βλ. Κούμα, Κ. παρ. [34] σελ. 207-8.

53. βλ. στο ίδιο, σελ. 209

μετά την κυκλοφορία των πρώτων σχετικών εκδόσεων του L. Euler οι οποίες αποτελούν ένα σημείο καμπής στην εξέλιξη του απειροστικού λογισμού, μιά και σηματοδοτούν το πέρασμα από τη γεωμετρική υπόσταση του κλάδου στην αλγεβρικοποίηση του. Από την άλλη μεριά η απουσία της συνάρτησης και της παραγώγου από τον κεντρικό εννοιολογικό πυρήνα της σχετικής πραγματείας του Κούμα, την οριοθετεί στην πριν τη δημοσίευση των βιβλίων του J. Lagrange και S. Lacroix εποχή δηλ. πριν το 1797. Με λίγα λόγια ο απειροστικός λογισμός της *Σειράς* του Κούμα κατατάσσεται, ιστορικά, στη δεύτερη φάση της εξέλιξης του κλάδου, που χρονικά αντιστοιχεί, περίπου στο δεύτερο μισό του 18ου αιώνα.

Το ζήτημα της ιστορικής επικαιρότητας του συγκεκριμένου έργου του Κούμα μπορεί να φωτιστεί και από την πλευρά των επιδράσεων που δέχτηκε. Για το σκοπό αυτό υπάρχει η άμεση μαρτυρία του ίδιου του Κούμα, τόσο στη γενική εισαγωγή της *Σειράς* όσο και στο κλείσιμο της ενότητας των μαθηματικών. Σύμφωνα μ'αυτή τη μαρτυρία η διαπραγμάτευση του απειροστικού λογισμού έγινε με ερανισμό από τα βιβλία του abbe Saury, του E. Bezout και του S. Lacroix⁵⁴. Σημειώνεται ακόμη ότι «ο δέ θέλων εαυτόν απαρτίσαι έντε τω των απειροστών, και τω των ολοκληρών λογισμω, μετιέτω τους τε ειρημένους, και τον Εύλερον [δηλ. τον Euler], τον Αλέμβερτον, [δηλ. τον D'Alembert] και άλλους»⁵⁵. Αν τώρα εξαιρέσουμε την αναφορά στον Lacroix, που όπως επισημάναμε ο απειροστικός του λογισμός είναι εννοιολογικά ασύμβατος μ'αυτόν του Κούμα, τότε γίνεται φανερό ότι τα έργα του abbe Saury και του E. Bezout πρέπει να αποτέλεσαν τα βασικά βοηθήματά του, ενώ το έργο του Lacroix μάλλον έπαιξε έναν περιστασιακό ρόλο. Έτσι οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι ο απειροστι-

54. Πρόκειται, μάλλον, για τα έργα:

- 1) abbe Saury: *Cours complet de mathematiques*, I-V, Paris 1774,
- 2) E. Bezout: *Cours de mathematiques a l'usage des Gardes du Pavillon et de la Marine*, I-VI, Paris 1764-1769,
- 3) S.F. Lacroix: *Traite du calcul differential et du calcul integral*, I-III, Paris 1797-1800, ή : *Traite elementaire de calcul differential et de calcul integral*, Paris 1800.

55. Βλ. Κούμα Κ., παρ. [34] σελ. 225.

κός λογισμός του Κούμα απηχεί την κατάσταση του κλάδου γύρω στο 1770, την εποχή δηλ. της πρωτοέκδοσης των έργων των abbe Saury και E. Bezout.

Ένα ερώτημα που φυσιολογικά δημιουργείται τώρα είναι το εξής:

τα κείμενα του Θεοτόκη και του Κούμα για τον απειροστό λογισμό είχαν μόνο εγκυκλοπαιδικό ρόλο ή αποτέλεσαν και διδακτικά βοηθήματα;

Για την περίπτωση του Θεοτόκη δεν έχουμε κάποια συγκεκριμένη πληροφορία. Αν πάρουμε όμως υπ' όψη μας ότι ο ίδιος δίδαξε άλγεβρα⁵⁶ και ότι στα *Στοιχεία* του ο απειροστικός λογισμός εντάσσεται στην άλγεβρα, τότε μπορούμε να υποθέσουμε ότι δίδαξε σχετικά μαθήματα στα πλαίσια μιάς προωθημένης άλγεβρας. Για τον Κούμα, από την άλλη μεριά, έχουμε σαφείς μαρτυρίες ότι δίδαξε απειροστικό λογισμό. Συγκεκριμένα ο *Ερμής ο Λόγιος* μας πληροφορεί ότι στις εξετάσεις του Φιλολογικού Γυμνασίου της Σμύρνης, που έγιναν στο δίμηνο Ιανουάριος-Φεβρουάριος 1812, οι μαθητές του Κ. Κούμα και του Σ. Οικονόμου εξετάστηκαν ανάμεσα στα άλλα μαθήματα και στον απειροστικό και ολοκληρωτικό λογισμό⁵⁷. Επίσης από μιά επιστολή με ημερομηνία 5.5.1816, που δημοσιεύτηκε στον 6ο τόμο του ίδιου περιοδικού αναφέρεται ότι στο Γυμνάσιο Σμύρνης ο αρχιδιδάσκαλος Κ. Κούμας δίδασκε κυρίως τα επιστημονικά μαθήματα μεταξύ των οποίων και τον απειροστικό λογισμό⁵⁸.

Είναι αλήθεια ότι τα έργα του Θεοτόκη και του Κούμα είχαν μιά επιβλητική θέση μέσα στη νεοελληνική παιδεία κι αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η συμβολή τους στη διαπραγμάτευση και διδασκαλία του απειροστικού λογισμού ν' αντιπροσωπεύει, σε μεγάλο βαθμό, τον ελληνικό απόηχο του μαθηματικού αυτού κλάδου την προεπαναστατική περίοδο του 19ου αιώνα. Δεν θα πρέπει όμως, για το λόγο αυτό, να παραβλέψουμε και να αποσιωπήσουμε τις οποιεσδήποτε άλλες προσπάθειες που έγιναν στον τομέα αυτόν. Μιά τέτοια περίπτωση είναι η «*Ποσοτική*» του Θεόφιλου Καϊρη (1784-

56. βλ. παρ. [4].

57. βλ. *Ερμής ο Λόγιος*, τομ. Β'. 1812, σελ. 129.

58. βλ. *Ερμής ο Λόγιος*, τομ. 6ος, 1816, σελ. 205.

1853), ο οποίος ήταν ένας δάσκαλος του γένους που δίδαξε επισημονικά μαθήματα και φιλοσοφία στις Κυδωνίες, προεπαναστατικά και στην Ανδρο, την περίοδο 1836-1839.

Ανάμεσα στα μαθηματικά χειρόγρατά του που διασώθηκαν υπάρχουν δύο αχρονολόγητα με τίτλο «*Περί Ποσοτικής*» το ένα και «*Ποσοτική Άλγεβρα*» το άλλο⁵⁹. Από τις σχετικές περιγραφές που έχουμε στη διάθεσή μας διαπιστώνουμε ότι το δεύτερο μέρος αυτών των χειρογράφων έχει ως περιεχόμενο τον απειροστικό λογισμό. Συγκεκριμένα η διαπραγμάτευση του θέματος γίνεται σε 2 ενότητες με τις εξής παραγράφους η κάθε μία: Περί απειροστών είτε περί διαφορικού υπολογισμού, περί υπερτέρων διαφορικών, περί της των υπερβατών συμεταβλητών διαφορίσεως, περί της των εξισώσεων εν γένει διαφορίσεως, περί μεγίστων και ελαχίστων ισοτίμων, περί των μερικών λεγομένων διαφορικών, του διαφορικού υπολογισμού εφαρμογή εις την θεωρίαν των καμπυλών, η πρώτη ενότητα και περί ολοκληρωτικού υπολογισμού, περί της των αρρήτων εκθέσεως ολοκληρώσεως, περί της των διαφορικών δινομίων εν γένει ολοκληρώσεως, η δεύτερη. Να σημειώσουμε επίσης δύο στοιχεία της εν λόγω διαπραγμάτευσης τα οποία φωτίζουν λίγο το γνωσιολογικό χαρακτήρα της. Το πρώτο έχει να κάνει με τη χρησιμοποίηση των συμβόλων ϕ' , ϕ'' , ϕ''' ,... στην ανάπτυξη της

$$\phi = A + Bx + \Gamma x^2 + \Delta x^3 + \dots$$

σε σειρά Taylor, γεγονός που υποδηλώνει την παρουσία της έννοιας της παραγώγου στο κείμενο. Αυτό αποτελεί μία καλή ένδειξη για την ιστορικο-επιστημολογική κατάταξή του στη μετά-Lagrange φάση της εξέλιξης του απειροστικού λογισμού. Το δεύτερο στοιχείο είναι το σύμβολο O και ο όρος ολοκληρω που χρησιμοποιούνται για το ολοκλήρωμα. Κι αυτό επισημαίνει τη συγγένεια της εν λόγω πραγματείας με τα αντίστοιχα έργα του Θεοτόκη και

59. βλ. Καρά, Γ.: *Οι Επιστήμες στην Τουρκοκρατία. Χειρόγραφα και Εντυπα*. Τόμος Α', Μαθηματικά, Βιβλιοπωλείον της «Εστίας» 1992, σελ. 106-107 και Μαυρομάτη, Κ.: Ένα χειρόγραφο διδακτικό βιβλίο του 1836. Η «Ποσοτική» του Θεόφιλου Καϊρη, στα *Πρακτικά του Γ'. Πανελληνίου Συνεδρίου Μαθηματικής Παιδείας*, ΕΜΕ 1986, σελ. 41-75.

του Κούμα. Συμπερασματικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι η συμβολή αυτή του Καϊρη αποτελεί μιά εξέλιξη του απειροστικού λογισμού στη νεοελληνική πραγματικότητα και παράλληλα η συνύφανσή της με τις προγενέστερες ελληνικές πραγματείες του θέματος υποδεικνύει τον ενιαίο χαρακτήρα της νεοελληνικής προσέγγισης στον κλάδο αυτόν, συνηγορώντας έτσι υπέρ της ύπαρξης και λειτουργίας ενός υπο-κείμενου νεοελληνικού λόγου στον επιστημονικό αυτό τομέα. Θα πρέπει να σημειώσουμε εδώ ότι το έργο αυτό του Καϊρη είναι μάλλον της προεπαναστατικής διδακτικής του δραστηριότητας. Κι αυτό γιατί η *Ποσοτική* ως μάθημα άλγεβρας αναφέρεται, το 1829, στο πρώτο πρόγραμμα σπουδών της Στρατιωτικής Κεντρικής Σχολής⁶⁰ κι ότι η ιδιόμορφη αυτή ονομασία της άλγεβρας αποτελεί μιά πρωτοτυπία (και κατά πάσα πιθανότητα παγκόσμια) του Καϊρη.

Αυτή είναι η εικόνα της κατάστασης του απειροστικού λογισμού στη νεοελληνική μαθηματική παιδεία την προεπαναστατική περίοδο, όπως διαμορφώνεται από τις άμεσες μαρτυρίες. Υπάρχει όμως και μιά ακόμη πλευρά που μπορεί να φωτίσει μιά άλλη διάσταση του θέματος. Πρόκειται για την «περιρρέουσα συγκυρία», πιο συγκεκριμένα για τις διάφορες μορφές εκδήλωσης ενδιαφέροντος γύρω από τον κλάδο αυτό στην πριν το 1821 νεοελληνική παιδεία. Δύο τέτοιες περιπτώσεις που δίνουν τη δική τους απόχρωση είναι η παρουσία του βιβλίου: *Εισαγωγή στο Διαφορικό Λογισμό* του Euler στην Ακαδημία των Κυδωνίων⁶¹ και η μεταφραστική πρωτοβουλία για το ίδιο βιβλίο του γνωστού λόγιου, από άλλες μαθηματικές μεταφράσεις του, Σπυρίδωνα Ασάνη⁶². Η προσέγγιση αυτή, αν και πολύ ενδιαφέρουσα γιατί μπορεί να αναγλυφοποιήσει τη γενικότερη στάση της νεοελληνικής παιδείας στο ζή-

60. βλ. *Διάταγμα περί οργανισμού Στρατιωτικής Κεντρικής Σχολής*, Εν Αιγίνη, 1829, σελ. 18.

61. βλ. Καρά, Γ.: *Οι θετικές επιστήμες στον ελληνικό χώρο (15ος-19ος αιώνας)*, εκδ. Δαίδαλος, Ι. Ζαχαρόπουλος, 1991, σελ. 129.

62. βλ. Κασάνη, Ν.: Το πρώτο βιβλίο άλγεβρας στη νεοελληνική μαθηματική παιδεία, *Πρακτικά Ημερίδας: «Οι Μαθηματικές Επιστήμες στην Τουρκοκρατία»*, επιμ. Θ. Νικολαΐδη, Ελληνική Εταιρεία Ιστορίας Επιστημών και Τεχνολογίας, Κέντρο Νεοελληνικών Ερευνών/Ε.Ι.Ε. σελ. 32.

τημα του απειροστικού λογισμού, είναι έξω από τα πλαίσια αυτής της πρώτης ιστορικής διείσδυσης στο θέμα.

Συνοψίζοντας τώρα τα ιστορικά στοιχεία που παραθέσαμε μπορούμε να επισημάνουμε τα εξής:

- 1ο Κατά την πρώτη περίοδο της πρόσληψης του απειροστικού λογισμού στη νεοελληνική παιδεία, δηλ. στο δεύτερο μισό του 18ου αιώνα, η στάση των ελλήνων λογίων, που αναφέρθηκαν σ' αυτόν, χαρακτηρίζεται ως αμφίπλευρη σε σχέση με τις δύο παραδόσεις του κλάδου, τη νευτώνεια κι αυτή του Leibniz. Η περίπτωση του Θεοτόκη είναι αρκετά ενδεικτική, γιατί ενσωματώνει και τις δύο, με μία βέβαια υπεροχή της δεύτερης. Στις πρώτες δύο όμως δεκαετίες του 19ου αιώνα η παράδοση του Leibniz κυριάρχησε και η νευτώνεια εκμηδενίστηκε.
 - 2ο Η ιστορική πορεία του κλάδου στη νεοελληνική πραγματικότητα ήταν ετεροχρονισμένη σε σχέση με τις ιστορικές φάσεις της πρωτοπορίας του απειροστικού λογισμού.
 - 3ο Η ύπαρξη στοιχείων ομοιομορφίας στις νεοελληνικές διαπραγματεύσεις του απειροστικού λογισμού υποδηλώνει μιά συναίνεση των συγγραφέων τους κι αυτό δείχνει την παρουσία ενός νεοελληνικού λόγου στο συγκεκριμένο τομέα.
- Ο απειροστικός λογισμός στη νεοελληνική μαθηματική παιδεία σίγουρα δεν ήταν στην «εμπροστοφυλακή» της εξέλιξης του κλάδου. Ήταν όμως σ' ένα επίπεδο, που αν πάρουμε υπ' όψη μας την υπόδουλη κατάσταση της νεοελληνικής παιδείας, θα το σταθμίζαμε ως κάτι παραπάνω από μέτριο⁶³.

63. Θα άξιζε να συγκρίναμε το επίπεδο αυτό με το αντίστοιχο άλλων χωρών της περιφέρειας, όπως και μ' αυτό άλλων υπόδουλων περιπτώσεων.

Γιώργος Ν. Βλαχάκης

Ιστορικός των Επιστημών, ΚΝΕ/ΕΙΕ

Η ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ ΚΑΙ ΟΙ ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ. Η ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΟΥΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΕΛΛΗΝΕΣ ΛΟΓΙΟΥΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΡΟΕΠΑΝΑΣΤΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ

Εισαγωγή

Ένα από τα σημαντικότερα θέματα που συζητήθηκαν στους Ευρωπαϊκούς επιστημονικούς κύκλους από τα τέλη του 17ου αιώνα, και κράτησε αμείωτο το ενδιαφέρον των επιστημόνων σε όλη τη διάρκεια του 18ου υπήρξε η έρευνα γύρω από τη φύση και τις ιδιότητες του φωτός. Όπως είναι γνωστό, δύο βασικοί άξονες αναπτύχθηκαν για τη μελέτη του θέματος αυτού, ο πρώτος με κορυφαίο εκφραστή τον Newton και ο δεύτερος τον Huygens που πλαισιωμένοι από τους οπαδούς τους, υποστήριξαν τη σωματιδιακή σύσταση του φωτός ο πρώτος και την κυματική φύση του ο δεύτερος. Οι προεκτάσεις αυτής της συζήτησης καταγράφηκαν και στα κείμενα των Ελλήνων λογίων της περιόδου 1750-1821, που πρόσφατα προτάθηκαν χαρακτηρίζεται ως περίοδος «Νεοελληνικής Αναγέννησης»¹ προκειμένου να αναδειχθεί όχι μόνο η συνιστώσα εκείνη που χαρακτηρίζει την εισροή της ευρωπαϊκής σκέψης, φιλοσοφικής και επιστημονικής, που αναπτύχθηκε κατά το Διαφωτισμό αλλά να τονιστεί και η αναβίωση του αρχαίου ελληνικού πνεύματος σε όλες τις μορφές του με κυρίαρχο εκπρόσωπο αναντίρρηση τον Αριστοτέλη και τους σχολιαστές του.

Στηριζόμενοι λοιπόν στις καταγραφές που προαναφέρθηκαν θα εξετάσουμε τη θεώρηση του φωτός και των νόμων της οπτικής από του Έλληνες λόγιους κατά τη διάρκεια της Νεοελληνικής Αναγέννησης.

1. Γιώργος Ν.Βλαχάκης, Η Ευρωπαϊκή συνιστώσα της φυσικής σκέψης κατά την προεπαναστατική περίοδο, Διεθνές Συνέδριο για τον Νεοελληνικό Διαφωτισμό, Βόλος 1993.

1. Η φύση του φωτός

Στο πρώτο και κορυφαίο ίσως από άποψη δομής και περιεχομένου έντυπο βιβλίο Φυσικής της προεπαναστατικής περιόδου, τα *Στοιχεία Φυσικής* του Νικηφόρου Θεοτόκη, που η έκδοσή τους σηματοδοτεί κατά κάποιον τρόπο την είσοδο της νευτωνικής σκέψης στο χώρο της καθ' ημάς Ανατολής, ο Αριστοτέλης είναι παρών καθώς ο πρώτος ορισμός που παρατίθεται είναι:

*Το δε Φως ἐστὶ Πυρὸς ἐστὶ Χρῶμα, ὁ ἅλῳν ἐκ τοῦ μηδεμίαν ἄλλην ἢ τοιαύτην ἔχον ευρίσκεισθαι Χρῶαν, καὶ δια το μόνον τούτο δι' ἐαν- τοῦ ορατὸν γίνεσθαι, τα ἄλλα δια τούτου*².

Βέβαια ο Θεοτόκης διαπιστώνει την ανεπάρκεια του παραπάνω ορισμού και προσπαθεί να τον συμπληρώσει ορίζοντας:

Φως ἐστὶ χρῶμα Ρευστόν, λεπτότατον, μηδέν τοῦ Πυρὸς διαφέρων, ἢ κατὰ τὴν Πυκνότητα.³

Και ο Ευγένιος Βούλγαρις στα *Αρέσκοντα τοῖς φιλοσόφοις*, έργο τυπωμένο πολύ αργότερα, το 1805, αλλά βασισμένο εν πολλοῖς στις ίδιες πηγές με τα *Στοιχεία Φυσικής* και γραμμένο σύμφωνα με το πνεύμα της φιλοσοφικής θεώρησης της φύσης γράφει:

*Τι γὰρ ἄλλο το φως ἢ πυρ ἐπ' ευθείας προϊέμενον καὶ τοῖς οφθαλμοῖς εἰσιόν; Το δε πυρ κινεῖται ὡς ἀνωτέρω δέδεικται*⁴.

Επανερχόμενοι στο κείμενο του Θεοτόκη εντοπίζουμε και τις δύο απόψεις που είχαν διατυπωθεί για τη Φύση του Φωτός:

Δύο οὐσῶν τῶν περὶ το Φως Αἰρέσεων, τῆς μὲν Ἀρχηγέτας γεγενῆναι φασὶ τὸν Δημόκριτον καὶ Εἰπίκουρον, τῆς δε, τὸν Καρτέσιον. καὶ οἱ μὲν Οπαδοὶ τῆς πρώτης, ἐν ἧς καὶ ὁ Νεύτων, Ὑλὴν λεπτότατην ἐνόμισαν το φως...⁵.

Στο σημείο αυτό, παρενθετικά, θεωρούμε ότι αξίζει να τονιστεί η πρόταξη των ονομάτων των δύο υλιστῶν αρχαίων φιλοσόφων ως εισηγητῶν της σωματιδιακής θεωρίας για το φως και η τοποθέτηση του Νεύτωνα στους οπαδούς τους, γεγονός που μπορεί να χρησιμοποιηθεῖ σαν μιά ακόμα ένδειξη της επιθυμίας των Ελλήνων

2. Νικηφόρος Θεοτόκης, *Στοιχεία Φυσικής*, Λειψία 1766-1767, τομ. Β', σελ. 1. 3. ο. π. σημ. 2, σελ. 2.

4. Ευγένιος Βούλγαρις, *Τα Αρέσκοντα τοῖς φιλοσόφοις*, Βιέννη 1805, σελ. 365.

5. ο. π. σημ. 2, σελ. 2.

λογίων να αναδειξουν την αρχαία φιλοσοφική σκέψη και να τονίσουν ότι και οι αρχές της επαναστατικής θεωρούμενης νευτωνικής φυσικής θεμελιώθηκαν από αρχαίους φιλοσόφους. Ο Θεοτόκης ως εισηγητή της δεύτερης άποψης θεωρεί τον Καρτέσιο που υποστήριξε ότι το Φως αποτελείται από:

*Υλην εγκατεσπαρμένην και συμπερφυρμένην τω Αέρι, και των Φωσφόρων κινούντων μόνον την επιψαύουσαν αυτήν Φωτιστικήν Ύλην, και της τοιάσδε κινήσεως τοις λοιπαίς τον Φωτός Μεριδίους τοις μεταξύ αυτών τε και των Οφθαλμών ημών μεταδιδομένης, την του Φωτός Ορασιν γίνεσθαι*⁶.

Ο Θεοτόκης σπεύδει να αποδείξει ως άτοπη τη συγκεκριμένη θεωρία υποστηρίζοντας ότι στην περίπτωση που όντως έτσι είχαν τα πράγματα δεν θα υπήρχε διαδοχή ημέρας και νύκτας.

Ο δε Βούλγαρις αφού με δεικτικό τρόπο σημειώσει σχετικά με την πρόταση του Καρτέσιου:

*Ην τα περικοσμήματα αφέλης του πλάσματος, αυτόχρομα έξεις την δόξαν Αριστοτέλειον*⁷

καταλήγει επίσης στην επιλογή της άποψης του Νεύτωνα.

Για λόγους δεοντολογικούς στο σημείο αυτό και πριν αναφερθούμε στα υπέρ ή κατά επιχειρήματα για την μία ή την άλλη άποψη και των υπόλοιπων Ελλήνων λογίων που απασχολήθηκαν με το θέμα θα πρέπει να παρατεθούν οι δύο θέσεις στην πρωτότυπη μορφή τους όπως αυτές διατυπώθηκαν από τον Newton και τον Huygens αντίστοιχα. Γράφει λοιπόν ο Newton στο βιβλίο του *Opticks* (Πρώτη έκδοση 1704, δεύτερη 1714), το οποίο σύμφωνα με τους Ιστορικούς των επιστημών που ασχολήθηκαν με το έργο του, υπήρξε δημοφιλέστερο για μεγάλο χρονικό διάστημα και από το κλασσικό σήμερα *Principia*:

*Query 29: Δεν είναι οι ακτίνες του φωτός πολύ μικρά σωματίδια που εκπέμπονται από εκλάμπουσες ουσίες; Γιατί τέτοια σωματίδια θα περνούν δια μέσου ομοιογενών μέσων σε σωστές ευθείες*⁸.

Ενώ ο Huygens στο *Treatise on Light*, γραμμένο στο Παρίσι το 1678 και τυπωμένο το 1690 υποστηρίζει :

6.ο.π. σημ. 2, σελ.2.

7. ο.π. σημ. 4, σελ.365.

8.Isaac Newton , *Optiks*, 1714, pag. 529.

Τώρα δεν υπάρχει καμμία αμφιβολία ότι το φως φθάνει από το φωτεινό σώμα στα μάτια μας μέσω κάποιας κίνησης που δημιουργείται μεταξύ τους..., και συνακόλουθα διαδίδεται όπως ο ήχος με σφαιρικές επιφάνειες και κύματα⁹.

Αυτή η ύλη που ο Huygens ονομάζει «αιθερική» για να την διαχωρίσει από τον αέρα και χρησιμεύει ως το ελαστικό μέσο για τη διάδοση των φωτεινών κυμάτων γίνεται για πρώτη φορά αποδεκτή στον Ελληνικό χώρο από τον Ρήγα στο «Φυσικής Απάνθισμα» και περιγράφεται ως εξής:

Αιθήρ είναι η καθαρωτάτη και λεπτοτάτη ύλη, την οποίαν ημπορούμεν να ονομάσωμεν και ουράνιον αέρα. Αυτή είναι τόσον λεπτή, οπου διαπερνά και τα γυαλιά, αυτή γεμίζει όλον τον ουρανόν, από τον ήλιον έως εις τον Κρόνον, και σχεδόν έως εις τον Γαλαξίαν. Είναι ανακατωμένη παντού με τον αέρα μας και πιστεύομεν πως είναι ενωμένη με την ηλεκτρικήν ύλην. Ημπορούσε να ειπή τινάς εις το νερόν και ο αιθήρ ενωμένα μαζί, κάμνουν τον αέρα εις τον οποίον ζούμεν. Εις τον αιθέρα δε, ποτέ δεν ημπορούμεν να ζήσωμεν, επειδή είναι πολλά λεπτός διά ημάς¹⁰.

Η αποδοχή του αιθέρα και η σχετικά λεπτομερής περιγραφή των ιδιοτήτων του από τον Ρήγα δεν θα πρέπει να μας ξενίζει καθώς ο Ρήγας στηρίζεται σε γαλλικά κείμενα επιστημονικού περιεχομένου όπου προφανώς οι θεωρίες του Descartes είχαν σοβαρή επίδραση.

Σε αντίθεση με τον Ρήγα και οι τρεις λόγιοι που τύπωσαν βιβλία Φυσικής το 1812 οι Δάρβαρις, Κούμας και Βαρδαλάχος υποστηρίζουν τη θεωρία που προτάθηκε από τον Νεύτωνα.

Είναι χαρακτηριστικός ο τρόπος με τον οποίο ο Δάρβαρις παρουσιάζει την πρόταση του Euler, όπου διαφαίνεται εκ των προτέρων η αρνητική προδιάθεση του Έλληνα λόγιου απέναντι σε αυτή τη θεωρία:

Ο δε Εύλερος δογματίζει, ότι μήτε ο ήλιος, μήτε τάλλα φεγγοβόλα σώματα εκπέμπονσι τι εκ της ουσίας των, αλλά ταράττουνσι μόνον δια της περί τον ίδιον των άξονα περιστροφής μίαν λεπτοτάτην ύλην, διασκορπισμένην εις όλην την κτίσιν, την οποίαν ονομάζει

9. Huygens, *Treatise on Light*, Paris 1690, pag. 523.

10. Ρήγας Βελεστινλής, *Φυσικής Απάνθισμα*, Βιέννη 1799, σελ. 47.

*Αιθέρα και ούτω προξενούσι εις ημάς την όρασιν. Αύτη η γνώμη καλείται σύστημα της Αναπάλσεως*¹¹.

Η τοποθέτηση του Δάρβαρι απέναντι στις δύο θεωρίες προκύπτει όχι ως αποτέλεσμα της υποκειμενικής του κρίσεως αλλά ως αναγκαιότητα συμφωνίας με τη φυσική πραγματικότητα:

*Παν ο κρίνων μετά σκέψεως αμφοτέρας βλέπει ότι η γνώμη του Νεύτωνος συμφωνεί πολύ περισσότερον με τα φαινόμενα της φύσεως*¹².

Χρησιμοποιώντας παρόμοια επιχειρήματα με τον Θεοτόκη και ο Δάρβαρις εκμεταλλεύεται την υπόθεση ότι εάν ίσχυε η κυματική θεωρία θα επικρατούσε αιώνια ημέρα ενώ παράλληλα διερωτάται:

*Έπειτα με τινα λόγον εμπορούμεν να αποδείξωμεν, ότι αιθήρ είναι εξαπλωμένος εις όλην την φύσιν; Ποιός ποτέ είδε τον αιθέρα; ή με ποίαν άλλην αίσθησιν τον εγνώρισεν*¹³.

Στην προηγούμενη αναφορά του Δάρβαρι διακρίνει κανείς για μιá ακόμα φορά την εμπειριοκρατική τάση των Ελλήνων λογίων του δεύτερου μισού της ενδιαφέρουσας περιόδου που εξετάζεται, τάση που έχει εντοπιστεί και σε άλλες συναφείς ερευνητικές εργασίες.

Ο Δάρβαρις επιμένει πάντως να είναι αντικειμενικός:

*Πολλοί ηναντιώθηκαν και εις την γνώμην του Νεύτωνος και εξήτησαν με πολλές ενστάσεις και απορίας αν οχι να την αναιρέσωσι, καν να την αδυνατώσιν, όμως καμμία από αυτάς δεν είναι τοιαύτη, ώστε να μην μπορεί να λυθή, αν και η λύσις των δεν είναι τόσοσν εύκολος*¹⁴.

Συνοπτικότερα ο Βαρδαλάχος απλώς αναφέρει¹⁵ ότι η θεωρία του Καρτεσίου για το φως προσομοιάζει με εκείνη που ισχύει για τον ήχο ενώ:

*Οι δε του Νεύτωνος οπαδοί δοξάζουν, ότι η του φωτός ύλη εβγαίνει από το φωτοβόλον σώμα*¹⁶.

11. Δημήτριος Δάρβαρις, *Επιτομή Φυσικής*, Βιέννη 1812, σελ. 158.

12. ο.π. σημ. 11, σελ. 159.

13. ο.π. σημ. 11, σελ. 160.

14. ο.π. σημ. 11, σελ. 160.

15. Κωνσταντίνος Βαρδαλάχος, *Φυσική Πειραματική*, Βιέννη 1812, σελ. 677.

16. ο.π. σημ. 15, σελ. 678.

Για να συμπεράνει τελικά ότι:

*Η γνώμη του Νεύτωνος είναι πιθανωτέρα παρά την του Καρτεσί-
ου*¹⁷.

Η συντριπτική υπεροχή της σωματιδιακής θεωρίας για το φως στον ελληνικό χώρο αμφισβητείται προς το τέλος της προεπαναστατικής περιόδου από τον Βενιαμίν Λέσβιο, έναν από τους κορυφαίους δασκάλους των φυσικών επιστημών, ο οποίος προκειμένου να στηρίξει τη δική του θεωρία για το πανταχόθεν, μια θεωρία καθαρά «αιθερικού τύπου» γράφει στη χειρόγραφη Αστρονομία του:

*Εκείνο το οποίον γεννά το φως, γεννά και την καύσιν. αν οι ακτίνες του ηλίου ενεποιοούν την καύσιν χωρίς την συνδρομήν του εκ της γης πανταχόθεν, έπρεπε να είναι η καύσις η αυτή και επί της γης και εις την ατμόσφαιραν...*¹⁸.

Ενώ παράλληλα με μία δόση κάπως υπερφίαλης σιγουριάς σχολιάζει:

*Δεν είναι χρεία μεγάλης προσοχής δια να ειδή τινα την εις τους λόγους των νευτωνιανών αναφνουμένην αντίφασιν. ούτοι δια να δώσουν λόγον, τον διατί ο ήλιος με όλον οπου χάνει συνεχώς μόρια δεν σμικραίνει, «διότι» λέγουν «αι ακτίνες του ηλίου πίπτοντας επί των πλανητών, σωματών σκοτεινών δεν χάνονται, επιστρέφουν εις τον δίσκον του ηλίου» χωρίς όμως να προσθέσουν ποιά είναι αυτή δύναμις χάριν της οποίας επιστρεφόμεναι διέρχονται 34 μιλλιούνια λεύγας ή και περισσότερον ως εκ των ανωτέρω πλανητών*¹⁹.

Ακριβώς αυτό το επιχείρημα είχε χρησιμοποιήσει ο Βαρδαλάχος ενώ μια πιο ρεαλιστική άποψη σύμφωνα βέβαια με τις γνώσεις της εποχής όπου κανείς δεν φανταζόταν τις αντιδράσεις πυρηνικής σύντηξης, εκφράζεται από τον Θεοτόκη που υποστήριξε ότι τα εκπεμπόμενα σωματίδια του φωσφόρου έχουν απειροστή μάζα, δίνοντας μια εικόνα που προσομοιάζει με αυτή των παραδεκτών σήμερα φωτονίων.

17.ο.π. σημ. 15, σελ.678.

18.Βενιαμίν Λέσβιος, Αστρονομία, σελ. (177) 52. Από τη σύγχρονη έκδοση η *Αστρονομία του Βενιαμίν Λέσβιου*, Κων/νος Μαυρομάτης, Θεσσαλονίκη 1991.

19.ο.π. σημ. 18, σελ.(178) 54.

2. Τρόποι διάδοσης - Ταχύτητα του φωτός

Θεωρώντας λυμένο ως ένα βαθμό το ζήτημα της φύσης του φωτός υπέρ της θεωρίας του Νεύτωνα και των υποστηρικτών του, ένα δεύτερο θέμα που εξετάζεται είναι ο τρόπος διάδοσης των φωτεινών ακτίνων καθώς και η ταχύτητα του φωτός.

Ως προς την ταχύτητα του φωτός είναι γνωστό ότι ήδη από το 1675 ο Δανός αστρονόμος Olaus Roemer (1644-1710) διαπίστωσε ότι το φως διαδίδεται με συγκεκριμένη αν και πολύ μεγάλη ταχύτητα. Το συμπέρασμα αυτό βασίστηκε στην παρατήρηση ότι ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών εκλείψεων των δορυφόρων του Δία μειώνεται όταν ο Δίας πλησιάζει στη Γη.

Ομόφωνα οι Έλληνες λόγιοι, όπως άλλωστε και οι Ευρωπαίοι επιστήμονες, δέχονται την ευθύγραμμη διάδοση των φωτεινών ακτίνων, καθώς κάθε διαφορετική άποψη έρχεται σε εμφανή αντίθεση με την καθημερινή εμπειρία.

Επιπλέον είναι γνωστό ότι οι ακτίνες απομακρύνονται από την πηγή που θεωρείται το κέντρο των σχηματιζόμενων σφαιρικών μετώπων. Χαρακτηριστική είναι η σχετική διατύπωση του Βούλγαρι στα *Αρέσκοντα τοις φιλοσόφοις*:

*Φωτός σπινθήρ ελάχιστος από παντός σημείου Σφαίρας, ως εστι-προς το κέντρον, ορατός γίγνεται και κατ' ευθυωρίαν άρα η όρασις υπό του φωτός κινείται, ακτινηδόν πανταχόθεν προιεμένου... Εισί δε αι του φωτός ακτίνες πάνν λεπταί, ταις γεωμετρικαίς σχεδόν γραμμαίς εφάμιλλοι τη λεπτότητι*²⁰.

Ακόμα είναι γνωστός ο νόμος εξασθένησης της έντασης της φωτεινής ενέργειας που ο Βούλγαρις αποδεικνύει στηριζόμενος στην αναφορά πειραμάτων ενώ ο Δάρβαρις γράφει συνοψίζοντας:

*Οτι δε το φως χάνει πολύ από την δραστηκήν του ενέργειαν με τούτον τον διασκορπισμόν, είναι προφανές. Οι Φυσιολόγοι ελογά-ριασαν τούτον τον διασκορπισμόν των ακτίνων και εύρον, ότι αυ-ξάνει, ως τα τετράγωνα των διαστημάτων*²¹.

Και ο Βαρδαλάχος, όχι τόσο επιστημονικά αλλά περισσότερο πρακτικά διατυπώνει το σχετικό νόμο ως εξής:

Το φως λοιπόν όσον προχωρεί ολιγοστεύει ως τα τετράγωνα των

20.ο.π. σημ.4, σελ.363.

21.ο.π. σημ.11, σελ.164.

διαστημάτων. *όθεν όσον απομακρύνομαι από το φως της λαμπάδος, τόσο ολιγότερον βλέπω να διαβάζω*²².

Εφόσον το φως αποτελείται από κινούμενα σωματίδια ένα κρίσιμο ερώτημα που είναι απαραίτητο να απαντηθεί είναι ο υπολογισμός της ταχύτητάς του. Ο Θεοτόκης σαφέστατα τονίζει:

*Το Φως ταχύτατον εστί, χρησιμοποιώντας τον υπερθετικό βαθμό και δίνοντας την αίσθηση ότι με τον τρόπο αυτό δεν επιτρέπει μεγαλύτερες ταχύτητες στη φύση*²³.

Εξ ίσου εντυπωσιασμένος ο Δάρβαρις μετά 50 περίπου χρόνια εκφράζεται ως εξής:

*Η ταχύτης, με την οποίαν κινείται το φως από έναν τόπον εις ένα άλλον, είναι παράδοξος και υπερβαίνει πάσαν έννοιαν. Ημείς δεν γνωρίζομεν εις όλην την κτίσιν μεγαλειότεραν ταχύτητα. διότι και εκείνη με την οποίαν κινούνται τα ουράνια σώματα εις τας τροχιάς των ή κυλίσονται περί τους ιδίους των άξονας, δεν φθάνει ποτέ την ταχύτητα του φωτός*²⁴.

Οπού σαφέστατα πλέον διατυπώνεται η θέση ότι η ταχύτητα του φωτός αποτελεί το άνω όριο των ταχυτήτων στη φύση, άποψη που αποτέλεσε έναν από τους θεμέλιους λίθους της διατύπωσης της θεωρίας της σχετικότητας από τον Einstein εκατό χρόνια αργότερα και που υποδηλώνει για μιá ακόμα φορά τη συνέχεια της επιστημονικής εξέλιξης στηρίζοντας την άποψη ότι οι λεγόμενες επιστημονικές επαναστάσεις δεν είναι παρά η ανάδειξη ήδη εκφρασμένων υποθέσεων τη στιγμή που ικανοποιούνται συγκεκριμένες κοινωνικές, οικονομικές και πολιτικές προϋποθέσεις από τις οποίες άμεσα εξαρτάται η χρηματοδότηση και άρα η ανάπτυξη των θετικών επιστημών.

Ο υπολογισμός της ταχύτητας του φωτός, που με σύγχρονη ορολογία θα χαρακτηριζόταν ως παγκόσμια σταθερά, στηρίζεται στη μέτρηση του χρόνου που χρειάζεται το φως για να διανύσει την απόσταση Ηλίου-Γης.

Ο Θεοτόκης αναφέρει ότι σύμφωνα με τις αστρονομικές θεωρίες του Bradley το ηλιακό φως χρειάζεται 8 πρώτα λεπτά για να

22.ο.π. σημ.15, σελ.681.

23.ο.π. σημ.2, σελ.8.

24.ο.π. σημ.11, σελ.162.

διανύσει μια απόσταση 470788768000 ποδιών²⁵, και ο Βούλγαρις²⁶ διαπιστώνει ότι ο λόγος της ταχύτητας του φωτός ως προς αυτή του ήχου είναι 100000 προς 1, τιμή που με σχετική ακρίβεια προσεγγίζει τις σύγχρονες εκτιμήσεις για το λόγο αυτό. Ο δε Δάρβαρις δίνει και αυτός τιμή 8 λεπτά για το χρόνο όπου διανύεται η απόσταση Γης-Ηλίου και σημειώνει ακόμα ένα στοιχείο τεχνολογικής σημασίας, από αυτά που δεν συναντάμε συχνά στα επιστημονικά κείμενα της προεπαναστατικής περιόδου:

*Εις την παράδοξον ταχύτητα του φωτός επισημίζεται η εύρεσις του Τηλεγράφου, τον οποίον μεταχειρίζονται εις το κοινοποιώσι ταχέως αναγκαίας τινάς ειδήσεις*²⁷.

Ο Κούμας που χαρακτηρίζει την ταχύτητα του φωτός μέγιστη αλλά όχι «άχρονη» δίνει τιμή χρόνου για να φτάση το φως από τον ήλιο στη Γή 7.5 λεπτά και τέλος ο Βαρδαλάχος μας πληροφορεί:

*Ο Κασσίνης και ο Ροέμερος απέδειξαν, ότι το εκ του ηλίου εξερχόμενον φως κινείται διαδοχικώς, και διανύει 8 λεπτά περίπου, έως να φθάση εις την επιφάνειαν της γήινης σφαίρας. Κατά δε τον Αλέυον διανύει 8 λεπτά πρώτα, και 13 δεύτερα*²⁸.

Και από τα παραπάνω στοιχεία τελικά μπορεί να συμπεράνει κανείς ότι οι Έλληνες λόγιοι προσπαθούν να δίνουν ακριβείς πληροφορίες όχι μόνο για γενικές έννοιες αλλά και για συγκεκριμένες τιμές μεγεθών που προέρχονται από πειραματικές μετρήσεις.

3. Ανάκλαση

Το πρώτο από τα φαινόμενα που απασχολούν τους Έλληνες λόγιους είναι η ανάκλαση και οι εφαρμογές της. Ο Θεοτόκης υποστηρίζει ότι σύμφωνα με τον Newton :

*... τα Σώματα περιέχεσθαι ως υπό τινος Ατμοσφαίρας Δύναμιν ωθούσαν εχούσης, προς ην προσπεσούσαι αι Ακτίνες, ανακλώνται, μηδέν γουν επιφανύσασαι όλως των υλικών μεριδίων των εν τη επιφανεία των Σωμάτων*²⁹.

25.ο.π. σημ.2, σελ.9.

26.ο.π. σημ.4, σελ.364.

27.ο.π. σημ.11, σελ.163.

28.ο.π. σημ.15, σελ.678.

29.ο.π. σημ.2, σελ.59.

Ο Θεοτόκης παραθέτει λεπτομερείς αποδείξεις για τους νόμους της ανάκλασης και σημειώνει:

*επεὶ δε ἡ Σύγκρουσις Αἴτιον τῆς Ανακλάσεως πάντων τῶν λοιπῶν Σωμάτων, ὁ καὶ ἀπλὸν, αἰσθητὸν καὶ εὐληπτον, ἡ αὐτὴ καὶ τῆς του Φωτὸς Ανακλάσεως Αἴτιον δοκεῖ*³⁰.

Ο Θεοτόκης αποδεικνύει ότι η γωνία της ανάκλασης είναι ίση με τη γωνία της πρόσπτωσης, νόμος κλασσικός που αναφέρεται από όλους τους Έλληνες λόγιους. Και ο Δάρβαρις και ο Βαρδαλάχος δέχονται ως αίτιο της ανακλάσεως την «ελκυστική» δύναμη όπως είχε προτείνει ο Newton.

Γενικότερο ενδιαφέρον παρουσιάζει όμως η επισήμανση από τον Δάρβαρι:

*Η ακτίς του φωτός μεταβάλλει την ευθυωρίαν της και καμπυλῶνται ολίγον, ὅταν διαβαίνῃ πλησίον τινος σώματος. Αὐτὴ ἡ μεταβολὴ τῆς ευθυωρίας τῆς, ἥτις ονομάζεται κλίσις ἀπὸ τοὺς Φυσικοὺς, εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς ἐλκτικῆς δυνάμεως*³¹.

Και χαρακτηριστικά αναφέρει ότι λόγω αυτού του φαινομένου Ολλανδοί ταξιδιώτες στη Νέα Γη της Βόρειας Ρωσσίας είδαν τον ήλιο 16 ημέρες νωρίτερα από όσο είχαν υπολογίσει.

Φυσικά εκτός από το βασικό νόμο της ανάκλασης στα βιβλία Φυσικής της προεπαναστατικής περιόδου αναφέρονται και οι ιδιότητες των κατόπτρων, που χωρίζονται ανάλογα με το σχήμα τους σε επίπεδα, κυρτά και κοίλα. Ετσι αποδεικνύονται προτάσεις όπως ότι μεταξύ δύο παράλληλων κατόπτρων σχηματίζεται απειρία ειδώλων.

Ιδιαίτερη εντύπωση έχει κάνει όπως φαίνεται στους λόγιους η χρήση καυστικών κατόπτρων και ιδιαίτερα η κατασκευή του λεγομένου Τσιρνοουσιανού κατόπτρου που κατά τον Θεοτόκη είχε πλάτος ίσο με 3 Ούλνες και η εστία του απείχε από την περιφέρεια 20 Ούλνες. Εκτεταμένη αναφορά σε αυτό γίνεται από τον Δάρβαρι:

Η δουλεία ἦτον λίαν κοπιαστικὴ καὶ ἐκατασκευάσθησαν μόνον τέσσαρες πολλὰ μεγάλοι φακοειδεῖς ὕλοι. ἡ διάμετρος αὐτῶν ἦτον 2 ἕως 3 ποδῶν, ἡ ἀπόστασις τῆς εστίας 6 ἕως 12 ποδῶν καὶ μία ἐξύγιαζε 160 λίτρας. Δύω τῶν μεγίστων τούτων νάλων σώζονται ἐτι

30.ο.π. σημ.2, σελ.60.

31.ο.π. σημ.11, σελ.169.

εις το Παρίσιον, μία δε μικροτέρα έχουσα 2 ποδών διάμετρον εις το Γογλίκιον³².

Βέβαια λόγω του μεγάλου μεγέθους τους παρουσιάζουν τεχνικές δυσχέρειες που βελτιώθηκαν από τον Brisson και τον Lavoisier το 1774 που κατασκεύασαν ένα κάτοπτρο με διάμετρο 4 πόδια και μέγιστο πάχος ίσο με 8 δακτύλους.

Αναφέρονται ακόμα παραδείγματα τήξης μετάλλων λόγω της συγκέντρωσης των ηλιακών ακτίνων με καυστικά κάτοπτρα και ο Βαρδαλάχος υποστηρίζει ότι οι ακτίνες της Σελήνης δεν προκαλούν το ίδιο αποτέλεσμα γιατί προέρχονται από ανάκλαση του ηλιακού φωτός και είναι 3000000 φορές αραιότερο από του ηλίου. Επομένως κανένα καυστικό κάτοπτρο όσο ισχυρό κι αν είναι δεν μπορεί να τις πυκνώσει στον απαιτούμενο βαθμό.

4. Διάθλαση

Ιδιαίτερα εκτεταμένα αναπτύσσεται στα βιβλία Φυσικής του 18ου αιώνα και το φαινόμενο της διάθλασης, ανάπτυξη που στηρίζεται κατά κύριο λόγο στα θεωρήματα που ο Newton αποδεικνύει στα *Opticks*.

Ο Θεοτόκης για παράδειγμα αφιερώνει στο θέμα πενήντα περίπου σελίδες που συνιστούν μία ενότητα υπό τον τίτλο Διοπτρικά. Ορίζει δε χαρακτηριστικά τη βασική αρχή της διάθλασης (θλάση για τους λόγιους της εποχής) ως εξής:

Η Ακτίς δια του αυτού μεν Σώματος διερχομένη, ουδεμίαν θλάσιν πάσχει, είτε ορθή, είτε πλαγία ούσα, δια διαφόρων δε, ορθή μὲν, άθλαστος διαμένει, πλαγία δε θλάται. και εξ αραιότερον εις πυκνότερον μεταβαίνουσα, τω της θλάσεως Αξονι πλησιάζει μετά την θλάσιν, εκ πυκνότερον δε εις αραιότερον, αποχωρεί απ' αυτού³³.

Η πρόταση αυτή αποδεικνύεται με τα κλασσικά πειράματα επίδειξης της βύθισης ενός κομματίου ξύλου ή ενός νομίσματος σε νερό. Φυσικά διατυπώνεται και η πρόταση ότι όταν η μετάβαση γίνεται από το αραιότερο μέσο στο πυκνότερο η γωνία διάθλασης (θλαστή γωνία) γίνεται μικρότερη της γωνίας κλίσεως. Τις δύο αυτές παρατηρήσεις διατυπώνουν ακόμα ο Βούλγαρις καθώς και οι

32.ο.π. σημ.11, σελ.173.

33.ο.π. σημ.2, σελ.92.

Κούμας, Βαρδαλάχος και Δάρβαρις χωρίς όμως οι τρεις τελευταίοι να διατυπώνουν τον κλασσικό πλέον νόμο της διάθλασης που ο Θεοτόκης ξεκάθαρα είχε διατυπώσει ως εξής:

*Εύρηται τοίνυν τω ειρημένων Τρόπω, ημίτονον της Γωνίας της Κλίσεως, προς το της θλαστής τον αυτόν λόγον εαί έχον, και οποιασούν η Γωνία της προσπτώσεως*³⁴.

Για τη διατύπωση του νόμου αυτού ο Θεοτόκης παραπέμπει στα *Διοπτρικά* του Huygens, σελ.5 .

Ακόμα από τα *Opticks* του Newton λαμβάνει τις συγκεκριμένες τιμές που αναφέρει, όπως ότι ο σχετικός λόγος των ημιτόνων κατά τη μετάβαση του φωτός από τον αέρα στο γυαλί είναι 3:2 και από τον αέρα στο νερό 4:3.

Τις ίδιες τιμές αναφέρει και ο Βούλγαρις σημειώνοντας και αυτός πως βασίζεται σε όσα διδάσκει ο Newton.

Ως προς τα αίτια της διάθλασης ο Θεοτόκης είναι κατηγορηματικός:

*Το της Θλάσεως Αίτιον η ελκτική Δύναμις , και ουδέν άλλο, καί-οι ένιοι άλλα τινα υπειλήφασι, περί ων περιττόν λέγειν*³⁵.

Την πεποίθησή του αυτή τεκμηριώνει με την περιγραφή νοητικών πειραμάτων. Παρόμοια είναι και η διατύπωση του Δάρβαρι:

*Η αιτία της θλάσεως του φωτός φαίνεται να ήναι τούτο, ότι τα πυκνότερα σώματα έλκουνσι το φως προς εαυτά ή το οποίον είναι πιθανώτερον, ότι προσπίπτον το φως εις πυκνότερα σώματα δια την μεγαλειτέραν των αντίστασιν χάνει από την δύναμιν του, και δια τούτο εκκλίνει από την ευθυωρίαν*³⁶.

Στο προηγούμενο εδάφιο χαρακτηριστική είναι η αναφορά στην έννοια της «αντίστασης» κατά τη διάδοση ενός σωματιδίου σε ένα μέσο, έννοια που θα ποσοτικοποιηθεί βέβαια αργότερα κυρίως κατά τη μελέτη του δυναμικού ηλεκτρισμού.

Τέλος και ο Βαρδαλάχος συμπεραίνει:

*Περί της θλάσεως του φωτός αι γνώμαι είναι διάφοροι. πιθανωτέρα όμως είναι η του Νεύτωνος, ότι αίτιον ταύτης είναι η ελκυστική δύναμις*³⁷.

34.ο.π. σημ.2, σελ.94.

35.ο.π. σημ.2, σελ.94.

36.ο.π. σημ.2, σελ.168.

37.ο.π. σημ.15, σελ.687.

Μία ακόμα παρατήρηση του Θεοτόκη, που βρίσκεται ένα βήμα πριν το συνδιασμό της με το λόγο των ημιτόνων, είναι ότι το φως καθώς μεταβαίνει από ένα αραιό σώμα σε ένα πυκνότερο αυξάνει την ταχύτητα του.

Πάνω σε αυτό το ζήτημα ο Βούλγαρις ειρωνεύεται τον Καρτέσιο:

Επί τούτοις δε τάχα αναίτιο μάλλον εικότως θαυμάσειε τον Καρτεσίου, ότι επί των θραύσεων νυν μεν τάχιον, νυν δε βράδιον φέρεσθαι το φως εισηγούμενος, ουκ ενεθυμήθη ήν περί του φωτός είχε δόξαν ούτος εξομνύων, ότι εν αναιρεί εις απέραντα διαχείσθαι edίδαξε³⁸.

Οι αρχές της διάθλασης εφαρμόζονται στη χρήση των φακών, των οποίων μελετώνται τα χαρακτηριστικά καθώς και στην ανάλυση του φωτός κατά τη διέλευσή του μέσα από πρίσματα. Τα χρώματα που παράγονται από αυτή την ανάλυση είναι τα: Ερυθρόν, Χρυσοειδές, Ωχρόν, Πράσινον, Κυανούν, Πορφυρούν και Ιώδες. Η πίστη των Ελλήνων λογίων στις απόψεις του Νεύτωνα φαίνεται και από τον τρόπο που ο Βαρδαλάχος περιγράφει την ανάλυση του λευκού φωτός:

Το φως είναι μία ύλη σύνθετος από επτά ακτίνας, αι οποίαι επειδή είναι διαφόρου φύσεως, θλώνται και διαφόρως. Αύται αι διάφοροι ακτίνες αναντακλώμεναι υπό των χρωμάτων, μας παριστάνουν και διάφορα χρώματα. Αυτή είναι η γνώμη του Νεύτωνος³⁹.

Ο Βαρδαλάχος είναι ακόμα ο πρώτος που αναφέρει τα χρώματα αυτά και με τα λαϊκά τους ονόματα, αυτά που χρησιμοποιούνται και σήμερα:

κόκκινον, πορτογαλλί, κίτρινον, πράσινον, ουρανί ή γαλάζιον, άλικον, χρώμα της βιόλας, του μενεξέ⁴⁰.

Εκείνο που λείπει από τις ελληνικές Φυσικές σε σχέση με την πρώτη διατύπωση του Νεύτωνα είναι η αναλογία με την οποία κάθε χρώμα συμβάλλει στη σύνθεση του λευκού φωτός, θέμα για το οποίο ο Newton έγραφε:

Το άσπρο χρώμα, και όλα τα ενδιάμεσα χρώματα μεταξύ

38.ο.π. σημ.4, σελ.373.

39.ο.π. σημ.15, σελ.697.

40.ο.π. σημ.15, σελ.697.

άσπρου και μαύρου, μπορούν να σχηματιστούν από χρώματα, και το άσπρο του ηλιακού φωτός αποτελείται από όλα τα βασικά χρώματα αναμεμιγμένα σε καθορισμένες αναλογίες που είναι κόκκινο (1/9), πορτοκαλί (1/16), κίτρινο (1/10), πράσινο (1/9), μπλέ (1/16), θαλασσί (1/16), ιώδες (1/9)⁴¹.

Αξιίζει να σημειωθεί ακόμα ένα σχόλιο του Θεοτόκη που ουσιαστικά εισάγει στην ύπαρξη μηκών κύματος πέρα από το ορατό φάσμα και επομένως είναι πολύ σημαντική:

*Χρή δε ειδέναι, ότι εν τοις Πέρασιν εκάστης συζυγίας των Χρωμάτων ήτοι υπέρυθρον ή υποπόρφυρον ή υπώχρουν ή άλλον μικτόν χρώμα καθοράται εκείσαι γαρ συμπίπτουν αλλήλαις αι ανομοίου χρώματος ακτίνες*⁴².

Ο Δάρβαρις επιπλέον αποδεικνύει την μονοχρωματικότητα των ακτίνων αυτών υποβάλλοντας τις σε μία επιπλέον διάθλαση. Αρκετά πειράματα με χρήση πρισμάτων αναφέρει και ο Βούλγαρις ενώ όλοι συμφωνούν με τον Κούμα ότι:⁴³

Η διαφορά λοιπόν των χρωμάτων προέρχεται από την διάφορον απορρόφησην και ανάκλασιν, την οποίαν έχουσι φύσιν να κάμνωσιν τα διάφορα σώματα.

Ως προς αυτό το θέμα πολύ ζωντανή είναι η περιγραφή του Δάρβαρι:

*Ενα σώμα έχει, φερέει, κίτρινον ή κόκκινον χρώμα, αν η επιφάνειά του είναι τοιαύτη, ώστε να ανακλώνται υπ' αυτής μόνον αι κίτριναι ή αι κόκκιναι ακτίνες του φωτός, αι δε λοιπαί να καταπίνονται*⁴⁴.

Τέλος όλοι αναφέρουν ως κλασσική εφαρμογή της διάθλασης στη φύση την εμφάνιση του ουράνιου τόξου το οποίο συνήθως μελετάται ξεχωριστά με ιδιαίτερη λεπτομέρεια⁴⁵ ενώ ο Βαρδαλάχος με βάση τις ιδιότητες της διάθλασης του ηλιακού φωτός προσπαθεί να εξηγήσει το χρώμα του ουρανού:

41.ο.π. σημ.8, σελ.431.

42.ο.π. σημ.2, σελ.135.

43.Κωνσταντίνος Κούμας, *Σύνοψις Φυσικής*, Βιέννη 1812, σελ.63.

44.ο.π. σημ.11, σελ.191.

45.Γιώργος Ν. Βλαχάκης, Οι επιστήμες της Γης και του Αέρα στα βιβλία Φυσικής του 18ου αιώνα, Α' Πανελλήνιο Συνέδριο Ιστορίας των Επιστημών και της Τεχνολογίας, Θεσσαλονίκη 1993.

Μερικοί από τους παλαιούς εδόξαζον ότι εκείθεν της ατμοσφαίρας το βάθος είναι μαύρον. Η μίξις λοιπόν του φωτός και του μαύρου βάθους προξενεί το γαλάζιον χρώμα του ουρανού... Οι νεώτεροι λέγουν, ότι εις την ατμοσφαίραν είναι ατμοί διασκορπισμένοι, οίτινες αντανakλώσι προς ημάς ακτίνας, αι οποίαι διεγείρουν την αίσθησιν του γαλάζιου χρώματος. Ο Βουγέρος όμως λέγει, ότι η φύσις του αέρα είναι τοιαύτη, ώστε αφήνει να περνούν μόνον αι πλέον αδύναται ακτίνες, και αύται διεγείρουν το γαλάζιον χρώμα⁴⁶.

5. Μικροσκοπία - Τηλεσκοπία

Η παρουσίαση της φύσης του φωτός και των ιδιοτήτων του ολοκληρώνεται με την περιγραφή δύο χαρακτηριστικών οργάνων που εκμεταλευόμενα αυτές ακριβώς τις ιδιότητες συμβάλουν στη λεπτομερέστερη μελέτη του μικροκόσμου και του μακρόκοσμου αντίστοιχα δηλαδή των μικροσκοπίων και των τηλεσκοπίων. Ωστόσο πρέπει με έμφαση να επισημανθεί ότι όλοι σχεδόν οι λόγιοι πριν περιγράψουν τα όργανα αυτά εξετάζουν λεπτομερειακά την κατασκευή του ματιού και διατυπώνουν διάφορες θεωρίες για τον τρόπο με τον οποίο τελικά βλέπουμε. Οι θεωρίες αυτές συνοπτικά είναι οι εξής:⁴⁷

α. Θεωρία της εκπομπής (Στωικοί και Ευκλείδης): Τα αντικείμενα καθίστανται ορατά λόγω ακτίνων που εξέρχονται από τα μάτια και προσπίπτουν στα υλικά σώματα.

β. Θεωρία της εισπομπής (Πυθαγόρειοι, Επίκουρος): Βλέπουμε λόγω ακτίνων που προέρχονται από τα υλικά σώματα και κατευθύνονται στα μάτια μας.

γ. Πλατωνική θεωρία: Ακτίνες εξέρχονται τόσο από τα μάτια όσο και τα αντικείμενα, συναντώνται σε κάποιο σημείο στο χώρο, και εκεί σχηματίζεται το είδωλο του αντικειμένου.

δ. Θεωρία των Νεωτέρων Φιλοσόφων: Οι ακτίνες που εκπέμπονται από τα φωταυγή σώματα και ανακλώνται από τα αφεγγή προς τα μάτια μας εισέρχονται στον αμφιβληστροειδή χιτώνα, και δημιουργούν σ' αυτόν το είδωλο των ορατών αντικειμένων. Η διατύπωση του Newton στο παραπάνω θέμα είναι η εξής:

46.ο.π. σημ.15, σελ.700-701.

47.ο.π. σημ.2, σελ.23.

*Δεν προκαλούν οι ακτίνες του φωτός όταν πέσουν στο μάτι ταλαντώσεις στην tunica retina? Οι οποίες ταλαντώσεις μεταδιδόμενες κατά μήκος των νημάτων των οπτικών νεύρων στον εγκέφαλο προκαλούν το αίσθημα της όρασης*⁴⁸;

Κατακλείδα στις παραπάνω θεωρίες και σε πλήρη συμφωνία με τη νευτωνική άποψη μπορεί να ισχυριστεί κανείς ότι είναι η παρατήρηση του Θεοτόκη:

*Θυρίδες του Νοός είναι αι Αισθήσεις, τας υπό των Αισθητών Ενεργείας τω Νοί ανακοινούσαι*⁴⁹.

Η λεπτομερής μελέτη της κατασκευής του ματιού και η πλήρης κατανόηση του σχηματισμού ειδώλου από διάφορα είδη κατόπτρων και φακών οδήγησε στο συνδυασμό τους έτσι ώστε να κατασκευαστούν βοηθητικά όργανα για την παρατήρηση φαινομένων που το μάτι από μόνο του είναι δύσκολο να εντοπίσει. Η αναφορά από τους Έλληνες λόγιους των μικροσκοπίων και τηλεσκοπίων περιλαμβάνει πολλά ιστορικά στοιχεία ιδιαίτερα ενδιαφέροντα για τον μελετητή της τεχνολογίας των επιστημονικών οργάνων. Ήδη ο Θεοτόκης, είχε αναφερθεί στον Leeuwenhoek ως εκείνον που πρώτος παρατήρησε με χρήση μικροσκοπίου τη σύνθεση του αίματος καθώς και μικροοργανισμών μέσα σε νερό. Σε ειδικό κεφάλαιο περιγράφει ακριβώς την κατασκευή και τον τρόπο λειτουργίας του απλού μικροσκοπίου καθώς και του σύνθετου. Ως προς την προέλευσή του υποσημειώνει:

*Πότε μεν, και παρά τινος τα Μικροσκόπια εύρηνται, άδηλον, ότι-δε άχρι του 1618 Ετους άγνωστα, δήλον εκ του Ιερωνύμου τον Συρτούρον εν τω κατά το αυτό Ετος περί της Αρχής, και Κατασκευής των Τηλεσκοπίων Συγγράμματι μηδεμίαν αυτών ποιήσαι Μνείαν*⁵⁰.

Τα παραπάνω στοιχεία αναφέρει ο Θεοτόκης ότι περιλαμβάνονται στο περί *Στοιχείων Διοπτρικών* βιβλίο του Wolff . Πολύ απλούστερη, όπως και γενικότερα το συνολικό ύφος του βιβλίου, είναι η περιγραφή του μικροσκοπίου από τον Δάρβαρι:

Δια να βλέπωμεν τα μικρά πράγματα μεγάλα και μερικά οποι

48.ο.π. σημ.8, σελ.518.

49.ο.π. σημ.2, σελ.27.

50.ο.π.σημ.2, σελ.125.

είναι αόρατα εις τους οφθαλμούς μας, μάλιστα δε πλήθος αναριθμήτων μικρών ζωνυφίων, τα οποία ανεκαλύφθησαν εις τους παρελθόντας αιώνας υπό των φυσιολόγων, μεταχειριζόμεθα εν όργανον συγκείμενον εκ μικρών πολλά κυρτών νάλων, το οποίον καλείται *Μικροσκοπίον*. είναι δε απλούν το οποίον σύγκειται εκ μιάς μόνον νάλου και σύνθετον, το οποίον σύγκειται εκ περισσοτέρων νάλων ή και φακών καθώς τους ονομάζουνσι⁵¹.

Και για το τηλεσκόπιο ο Θεοτόκης δίνει ακριβή στοιχεία λειτουργίας.

Ακόμα σύμφωνα με στοιχεία που παραθέτει ο Wolff σημειώνει ότι εφευρέτης του τηλεσκοπίου περισσότερο κατά τύχη παρά κατόπιν μελέτης υπήρξε ο Ιωάννης Βαπτιστής Πόρτας που εξέδωσε σχετικό βιβλίο γύρω στο 1609. Προφανώς το βιβλίο που αναφέρει ο Θεοτόκης είναι μια μεταγενέστερη έκδοση μια και ο Porta την αρχική περιγραφή είχε δώσει το 1558 εκτός εάν υπάρχει σύγχυση με την κατασκευή ενός πρωτόλειου τηλεσκοπίου από τον Hans Lippensheim (?-1619) το 1608 στο Middleburg της Ολλανδίας. Αργότερα μεγαλύτερα και προφανώς καλύτερα τηλεσκόπια κατασκεύασαν ο Σίμων Μάριος (1570-1621) στη Γερμανία που πρώτος το χρησιμοποίησε για την παρατήρηση ουράνιων σωμάτων και ο Γαλιλαίος στη Ιταλία⁵², όστις και πρώτος δι'αυτών τα αιθέρια Σώματα οράν ήρξατο, και τα πρότερον αγνοούμενα δήλα εποίησεν. ου μικρόν δε η Φιλοσοφία απώνατο της των αστροπτικών Τηλεσκοπίων ευρέσεως, δι'αυτών γαρ οι φιλοσοφούντες ου μόνον τα άγνωστα των ουρανίων Σωμάτων επέγνωσαν, αλλά και Εκλείψεις, και παντοίας Κινήσεις, και θέσεις απταισίτως προγινώσκουσι, και τας αστρονομικάς Παρατηρήσεις καθ' εκάστην επί το ακριβέστερον, και τελειότερον προάγουσι.

Ο Γαλιλαίος περιγράφει την πρώτη σειρά των ανακαλύψεων του στο Sidereus Nuncius, ενώ τις κηλίδες του ήλιου με χρήση τηλεσκοπίου παρατήρησαν και οι John Fabricius (1587-1615) στην Ολλανδία και Christopher Scheiner (1575-1650) στη Γερμανία.

Την επανάσταση που έφερε στην Αστρονομία η χρήση των τηλε-

51.ο.π. σημ.11, σελ.176.

52.ο.π. σημ.2, σελ.129.

σκοπίων τονίζει και ο Ιώσηπος Μοισιόδαξ στο βιβλίο του *Θεωρία της Γεωγραφίας*:

Αν ο Τύχων ελάμβανε πείρας των τηλεσκοπίων άτινα ευρέθησαν μετά ταύτα, παν το εναντίον έμελλε φρονήσει.

Ο Θεοτόκης βασιζόμενος σε αναφορές του Musschenbroek⁵³ υποστηρίζει ότι η παραλλαγή τηλεσκοπίου που προτάθηκε από τον Νεύτωνα και κατασκευάστηκε από τον Αδλέιο, το κατοπτρο-διοπτρικό θεωρείται το καλύτερο.

Ακόμα πληροφορεί τους αναγνώστες του για την κατασκευή και φορητού τηλεσκοπίου, καθώς και για τους υπολογισμούς του Herman και του Αουζουτ για το μέγεθος του τηλεσκοπίου.

Στα μεταγενέστερα κείμενα προστίθεται η αναφορά στο σφάλμα που παρουσιάζουν συνήθως τα τηλεσκόπια να παραμορφώνουν και να χρωματίζουν τα είδωλα των παρατηρουμένων αντικειμένων στην περιφέρεια τους, καθώς και ότι το σφάλμα αυτό διορθώθηκε από τους αδελφούς Johahn και Peter Dollonde. Χαρακτηριστικά ο Κούμας σημειώνει:

Κατασκευάζεται δε διάφορος κατά την ύλην η μέση ύελος παράτας άκρας. διότι αι μεν κατασκευάζονται καθώς η κοινή ύελος εκείνης δε συστατικά είναι 24 μεν μέρη πυρίτιδος, 8 δε νίτρου, 7 δε οξειδίου μολύβδου⁵⁴.

Τέλος από όλους τους κατασκευαστές τηλεσκοπίων ιδιαίτερα μνημονεύεται ο Erschell ο οποίος καταγόμενος από το Αννόβερο διακρίθηκε δουλεύοντας στην Αγγλία. Ο Κούμας χαρακτηρίζει τα τηλεσκόπιά του ως τα μεγαλύτερα και τελειότερα ενώ και ο Δάρβαρις μας πληροφορεί ότι το μεγαλύτερο έχει μήκος 46 πόδια και 5 πόδια διάμετρο.

53.ο.π. σημ.2, σελ.131.

54.ο.π. σημ.43, σελ.68.

Επίλογος

Ολοκληρώνοντας τη σύνοψη αυτή των θεωριών για τη φύση του φωτός και τις εφαρμογές των νόμων της οπτικής συμπεραίνεται ότι οι νευτωνικές απόψεις σαφώς υπερέχουν έναντι της κυματικής θεωρίας. Επιβεβαιώνεται έτσι για μια ακόμα φορά ο σαφής νευτωνικός προσανατολισμός των Ελλήνων λογίων της περιόδου της Νεοελληνικής Αναγέννησης που φαίνεται ότι και στην ενότητα της οπτικής χρησιμοποιούν πηγές αρκετά καλά ενημερωμένες όπως άλλωστε συνέβη και για τα περισσότερα ζητήματα Φυσικής που είχαν απασχολήσει τους Ευρωπαίους επιστήμονες μέχρι τις αρχές του 19ου αιώνα.

«Ο μέγας, ο αεικλής, ο κλεινότατος Νεύτων, υπανοίξας το θέατρον της αληθινής φιλοσοφίας, έδωκε τοις φιλοσοφούσι και τα μέσα, δια των οποίων να απευθύνωσιν είτε τας πείρας είτε τας μελέτας αυτών... η δόξα του Νεύτωνος αμαυροί την δόξαν παντός φιλοσόφου άλλου».

Ιώσηπος Μοισιάδαξ

«Νεύτων, ο μέγας Νεύτων, ο πατήρ της νέας φιλοσοφίας».

Βενιαμίν Λέσβιος

«Διά του Νεύτωνος εξηγούνται οι νόμοι της φύσεως».

Σέργιος Ιωάννου

«Τους κανόνas του Νεύτωνος αναγκαίως δειν τηρείσθαι υπό πάντων των ορθώς φιλοσοφείν εθελόντων».

Νικηφόρος Θεοτόκης

«Μετά τον Βάκωνα, ανέτειλεν η λάμψις και η αιώνιος δόξα της Αγγλίας και όλης της οικουμένης, ο Νεύτων, ο μέγας ούτος εξηγητής των αποκρύφων της φύσεως, ο φιλοσοφώτατος Νεύτων όστις εξώρισεν από την πειραματικήν φυσικήν, πάσας τας ματαίας υποθέσεις».

Ερμής ο Λόγιος

«Ο Βάκων, ο Καρτέσιος, ο Λεϊβνίτιος, ο Γαλιλαίος, ο Τορηκέλλιος και ο μεγάλος Νεύτων, άνδρες επαινετοί κατά τε θεωρίαν και πράξιν, οίτινες δια πειραμάτων ενησχολήθησαν εις το υποκείμενον της επιστήμης των... αντελήφθησαν ότι, δια να ανιχνεύσωσι την φύσιν, ανάγκη ήτο να περιπατήσωσι την πειραματικήν οδόν».

Κ.Μ. Κούμας