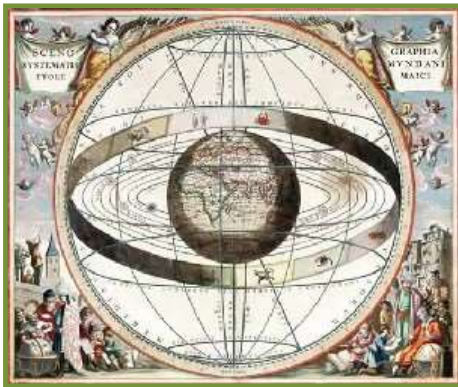


«Αρχαιοελληνικές καταβολές στην Κοπερνίκεια κοσμολογική θεώρηση»

Θεοδώρα Π. Αραμπατζή



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην Ευρώπη στα τέλη του 16ου αιώνα, κυριαρχούσε η αριστοτελική θεώρηση για τις επιστήμες, όπως είχε διαμορφωθεί από την σχολαστική παράδοση¹, στο διάβα των αιώνων. Η θεώρηση αυτή αποτελούσε και τον κανόνα για το τι συνιστά πραγματική θεωρητική γνώση και φυσική φιλοσοφία. Κατά τον Αριστοτέλη², αυτό που χαρακτηρίζει την επιστήμη δεν είναι η απλή γνώση ενός γεγονότος (γνώση του *ότι*), αλλά η γνώση της αιτίας του, δηλαδή η κατανόηση του *λόγου για τον οποίο* συνέβη (γνώση του *διότι*)^{3,4,5}. Ο φυσικός φιλόσοφος ζητά να αποκαλύψει την ουσία των πραγμάτων, τις ιδιότητες δηλαδή με τις οποίες προσδιορίζεται *το είναι*. Οι αιτίες είναι βασικές ιδιότητες των φορέων τους και καθιστούν αποδεκτά τα αποτελέσματά τους. Μέχρι την εποχή του Galileo Galilei (1564-1642), επικρατούσε η άποψη ότι τα φυσικά φαινόμενα μπορεί να γίνουν κατανοητά μόνο από τον φιλοσοφικό λόγο.

Με βάση τις αριστοτελικές-σχολαστικές απόψεις, οι αστρονομικές θεωρίες δεν ήταν παρά υποθέσεις, εργαλεία, τα οποία προτεινονταν για να διευκολύνουν τους υπολογισμούς και τις προβλέψεις, αυτό το οποίο οποίο διατυπώθηκε επιγραμματικά

Με σχόλια [k1]: Με τη ζωή και το έργο του, ανάδειξε την άποψη ότι ο φυσικός κόσμος είναι ένας μηχανισμός ο οποίος γίνεται αντιληπτός μόνο με την χρήση του πειράματος, της παρατήρησης και των μαθηματικών.

¹ Ασημακόπουλος, Μ., – Τσιάντουλας, Α., Η ιστορία και η θεωρία των επιστημών κατά τον μεσαίωνα, «Επιστήμη και θεολογική αυθεντία. Η Κοπερνικανή ανατροπή και η μαρτυρία του Γαλιλαίου» στο *Οι Επιστήμες της Φύσης και του Ανθρώπου στην Ευρώπη*, Εγχειρίδιο ΕΑΠ, ΕΠΟ31, τόμος Α, κεφ. 5 σσ.89-93 και κεφ.11

² Αριστοτέλη, *Αναλυτικά Ύστερα*, 1.13.

³ ΕΠΟ31, τόμος Α, κεφ.5 σσ.103-104

⁴, ό.π., κεφ.11, σσ. 212-213.

⁵ Κατά την διάρκεια του 16^{ου} αιώνα τα δύο είδη αποδεικτικών επιχειρημάτων αναφέρονταν ως: *quia* και *propter quia*, Αριστοτέλης *Αναλυτικά Ύστερα*, 76α31-77α34.

ως «σώζειν τα φαινόμενα»⁶. Η μαθηματική προσέγγιση των ουράνιων φαινομένων, όπως αυτή εκφραζόταν από το σύστημα του Πτολεμαίου⁷, θεωρήθηκε ότι ήταν απλώς ένα εργαλείο υπολογισμών για την θέση των πλανητών, ενώ η αληθής εικόνα του κόσμου απεικονιζόταν από την γεωκεντρική κοσμολογία των ομόκεντρων ουράνιων σφαιρών.

Το 15^ο αιώνα το πτολεμαϊκό σύστημα αρχίζει να υποχωρεί κάτω από τις γεωγραφικές εξερευνησεις και ανακαλύψεις, οι οποίες καθιστούν φανερή την απόκλιση του από την πραγματικότητα, την μαθηματική ανωτερότητα⁸ του και τους απλούστερους υπολογισμούς του⁹. Οι λόγοι οι οποίοι οδήγησαν στην «μαθηματικοποίηση της φύσης»¹⁰ ήταν η συσσώρευση προβλημάτων στην αριστοτελική μέθοδο ανάλυσης και σύνθεσης¹¹, στην μελέτη της εμπειρίας, η αντίφαση των πτολεμαϊκών έκκεντρων και επικύκλων τα οποία έσωζαν τα φαινόμενα, αλλά αδυνατούσαν και να καθορίσουν την ημέρα του *noy Pesakh*¹² του Ιουλιανού ημερολογίου. Ακόμα η άνοδος του εμπορίου, η σημασία των μέσων επιστημών¹³ και το κίνημα του Ανθρωπισμού στην Αναγέννηση το οποίο στόχευε στην αναβίωση του πνεύματος της κλασικής Ελλάδας και της Ρώμης με την μελέτη μεταφράσεων κλασικών κειμένων, έπαιξαν πολύ σημαντικό ρόλο στην «μαθηματικοποίηση της φύσεως».

I. ΟΙ ΠΡΩΤΕΣ ΑΠΟΠΕΙΡΕΣ των ΠΥΘΑΓΟΡΙΩΝ

Στον Πυθαγόρειο φιλόσοφο Φιλόλαο αποδίδεται η πιο ενδιαφέρουσα περιγραφή του κόσμου που μας έδωσε ο 5^{ος} αιώνας. Στην θεώρηση αυτή, κεντρική θέση κατέχει η *έστια* (κεντρικό πύρ) γύρω από την οποία περιστρέφονται σε κυκλικές τροχιές η Γή, ο Ήλιος, η Σελήνη οι απλανείς, οι πέντε γνωστοί πλανήτες (Αρης, Αφροδίτη, Ερμής, Δίας και Κρόνος) καθώς και η αντι-Γή, η *αντίχθων*¹⁴, η οποία

Με σχόλια [k2]: Οι οποίες ανέδειξαν την σημασία μαθηματικών τεχνικών όπως η ναυσιπλοΐα, η τοπογραφία, η χαρτογραφία

Με σχόλια [k3]: (π.χ. η κίνηση των βλημάτων)

Με σχόλια [k4]: Οι προβλέψεις στις οποίες κατέληγε το πτολεμαϊκό σύστημα, αν εξετάζονταν σε σχέση τόσο με τις θέσεις των πλανητών όσο και με τις μεταπτώσεις των ισημερινών, δεν κατάφεραν ποτέ να συμφωνήσουν πλήρως με τις παρατηρήσεις. Η συνεχής διόρθωση των μικρών ασυμφωνιών μεταξύ των θεωρητικών προβλέψεων και των εμπειρικών παρατηρήσεων αποτέλεσε ένα μεγάλο μέρος της αστρονομικής έρευνας για τους συνεχιστές του Πτολεμαίου. Όταν συναντούσαν μια μερική ασυμφωνία, οι αστρονόμοι μπορούσαν να τη διορθώσουν, τροποποιώντας το πτολεμαϊκό μοντέλο. Με την πάροδο του χρόνου η πολυπλοκότητα του πτολεμαϊκού μοντέλου μεγάλωνε με πολύ ταχύτερο ρυθμό από την ακρίβεια του.

⁶ Η διατύπωση μιας θεωρίας για την δημιουργία του κόσμου (μαθηματικής έμπνευσης), η οποία θα επένδυε τα αισθητηριακά δεδομένα σε κάποιο λογικό σχήμα. Η μέθοδος αυτή συνδίαζε τον αφελή εμπειρισμό με την ενορατική προσέγγιση στο Είναι ως νοητή ουσία, στο ΕΠΟ31, τόμος Β, κεφ.1, σ.21.

⁷ Το σύμπαν του Πτολεμαίου βασίστηκε σε δύο παραδοχές: α. στη θεώρηση των αρχαίων Ελλήνων ότι οι νόμοι οι οποίοι διέπουν τους ουρανούς είναι διαφορετικοί από τους νόμους οι οποίοι διέπουν τη Γή (και αποτελεί μια μεταφυσική αντίληψη), και β. στην άποψη των Πυθαγορείων ότι πρέπει να υπάρχει στους ουρανούς μια υπέρτατη τελειότητα, πράγμα το οποίο επιβάλλει το γεωμετρικό σχήμα του κύκλου για τις τροχιές των πλανητών (αντίληψη μαθηματική).

⁸ Kuhn, T. S., (1957), *The Copernican Revolution*, Harvard University Press «το μαθηματικό μοντέλο του Κοπέρνικου ήταν εκείνο που έλυνε συγκεκριμένα αστρονομικά προβλήματα τα οποία δεν είχαν εμφανιστεί την εποχή του Αρίσταρχου...» σελ.144.

⁹ Φίλη Χρ. *Εξουσία και Μαθηματικά*, προλ. Απ.Δοξιάδης, εκδ. Παπασωτηρίου, Αθήνα 2009, σελ.74

¹⁰ Η στροφή αυτή, κράτησε ολόκληρο τον 17^ο αι. και αποκαλείται «μαθηματικοποίηση της φύσης» και αποδόθηκε στην αλλαγή του μεταφυσικού υπόβαθρου της εποχής με την επίκληση πλατωνικών και πυθαγορείων τρόπων θεώρησης του κόσμου.

¹¹ Η μελέτη της εμπειρίας προϋποθέτει την εύρεση του ονομαστικού μη αιτιατού ορισμού, ο οποίος θα περιγράψει τους συσχετισμούς ανάμεσα στα γεγονότα-προτάσεις που μας ενδιαφέρουν. Κατόπιν πρέπει να μελετηθεί εάν αυτός ο ορισμός μπορεί να δώσει και τις αιτίες εμφάνισης των φαινομένων. Η μελέτη της εμπειρίας γίνεται βάση της αριστοτελικής μεθόδου ανάλυσης και σύνθεσης από τη θεωρία στην εμπειρία και αντίστροφα.

¹² Brown, F., Driver, S., Briggs, C., *The Brown-Driver-Briggs Hebrew and English lexicon*, coded with Strong's Concordance Numbers, ed. Hendrickson Publishers, 2005, p.820, λήμμα Πάσχα.

¹³ ΕΠΟ31, τόμος Α, κεφ.11, σσ.211-212, σσ.215-216 «scientiae mediae».

¹⁴ Πλούταρχος, *Περί Αρεσκόντων τοις Φιλ.* Γ',11,13, «...Φιλόλαος ο Πυθαγόρειος τὸ μὲν Πῦρ μέσον, τοῦτο γὰρ εἶναι τοῦ παντός ἐστίαν, δευτέραν δὲ τὴν ἀντίχθωνα, τρίτην δὲ τὴν οἰκοῦμεν Γῆν ἐξ ἐναντίας κειμένην τε καὶ συμπεριφερομένην τῇ ἀντίχθονι: παρ' ἧ καὶ μὴ ὄρασθαι ὑπὸ τῶν ἐν τῆδε τοῦ ἐν ἐκεῖνῃ... Οἱ μὲν ἄλλοι μένουν τὴν Γῆν. Φιλόλαος δὲ ὁ Πυθαγόρειος τὴν Γῆν κύκλῳ περιφέρεισθαι περὶ τὸ Πῦρ κατὰ κύκλον λοξὸν ὁμοιοτρόπως ἢ ἴσῳ καὶ σελήνῃ...».

βρίσκεται σε αντιδιαμετρική θέση με τη Γή. Η θεώρηση αυτή δίνει για πρώτη φορά έμφαση στις κυκλικές κινήσεις, διακρίνοντας τους πλανήτες και τους απλανείς. Η Γή απομακρύνεται από το κέντρο του κόσμου, ενώ φαίνεται να υπερβαίνει την κοινή εμπειρία βασιζόμενη όχι στα δεδομένα παρατηρήσεων, αλλά στην εσωτερική συνέπεια και αισθητική της μαθηματικής σκέψης, η οποία εκείνη την στιγμή δεν απέκλινε από τον μυστικισμό. Ο Σμπλίκιος θεωρεί τον Φιλόλαο ως τον πρώτο εισηγητή της Ηλιοκεντρικής θεωρίας¹⁵.

Ο Ικέτας ο Συρακούσιος¹⁶, και ο μαθητής του Έκφαντος, δίδασκαν ότι η Γη περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της από τη δύση προς την ανατολή (κατά την ορθή φορά). Έτσι εξηγού του σαν την ημερήσια περιστροφή της ουράνιας σφαίρας και συνεπώς την εναλλαγή της ημέρας και της νύχτας^{17, 18}.

Ο Ηρακλείδης ο Πόντιος αντικρούοντας τη θεωρία του Ευδόξου¹⁹, καθώς και τις αντιλήψεις του Πλάτωνα²⁰, και του Αριστοτέλη, διατύπωσε μια ηλιοκεντρική

¹⁵ Στο: TLG Pythagoristae (D-K) Phil.: Testimonia et fragmenta Fragmenta b37 line 17-25, SIMPL. z. d. St. 511, 26 «έν μὲν τῷ μέσῳ τοῦ παντός πῦρ εἶναι φασι, περὶ δὲ τὸ μέσον τὴν ἀντίθθονα φέρεσθαι φασι γῆν οὕσαν καὶ αὐτὴν ἀντίθθονα δὲ καλουμένην διὰ τὸ εἶς ἐναντίας τῆδε τῆ Γῆ εἶναι, μετὰ δὲ τὴν ἀντίθθονα ἢ γῆ ἢδε φερομένη καὶ αὐτὴ περὶ τὸ μέσον, μετὰ δὲ τὴν γῆν ἢ σελήνη... τὴν δὲ γῆν ὡς ἐν τῶν ἀστρον οὕσαν κινουμένην περὶ τὸ μέσον κατὰ τὴν πρὸς τὸν ἥλιον σχέσιν νύκτα καὶ ἡμέραν ποιεῖν... ἡμέραν μὲν γὰρ ποιεῖ τὸ πρὸς τῷ ἡλίῳ μέρος καταλαμπομένη... οἱ δὲ γνησιώτερον αὐτῶν μετα-σχόντες πῦρ μὲν ἐν τῷ μέσῳ λέγουσι τὴν δημιουργικὴν δύναμιν τὴν ἐκ μέσου πάσαν τὴν γῆν ζωογονοῦσαν καὶ τὸ ἀπεσπυγμένον αὐτῆς ἀναθαλοῦσαν...»

¹⁶ Ο Κοπέρνικος τον αναφέρει ως Νικέτα, στο Φίλη, Χρ., *Εξουσία*.... σ.

¹⁷ Ο Αριστοτέλης αναφέρει στο σύγγραμμα *Περὶ Ουρανοῦ* XIII, 293a18, για τις θέσεις των αποκαλούμενων Πυθαγορείων. «...περὶ μὲν οὖν τῆς θέσεως (της Γης) οὐ τὴν αὐτὴν ἅπαντες ἔχουσι δόξαν, ἀλλὰ τῶν πλείστων ἐπὶ τοῦ μέσου κεῖσθαι λεγόντων, ... ἐναντίως οἱ περὶ τὴν Ἰταλίαν, καλούμενοι δὲ Πυθαγόρειοι λέγουσιν: ἐπὶ μὲν γὰρ τοῦ μέσου πῦρ εἶναι φασι, τὴν δὲ γῆν, ἐν τῶν ἀστρον οὕσαν, κύκλῳ φερομένην περὶ τὸ μέσον νύκτα τε καὶ ἡμέραν ποιεῖν... Πολλοὶ δ' ἂν καὶ ἔθροις συνδόξειε μὴ δεῖν τῆ γῆ τὴν τοῦ μέσου χώραν ἀποδιδοῖν... ὥστ' ἐκ τούτων ἀναλογιζόμενοι οὐκ οἴονται ἐπὶ τοῦ μέσου τῆς σφαίρας κεῖσθαι αὐτὴν, ἀλλὰ μᾶλλον τὸ πῦρ... (293b, 30, σ.71) Ἐνιοὶ δὲ καὶ κειμένην ἐπὶ τοῦ κέντρου φασὶν αὐτὴν ἕλκεσθαι καὶ κινεῖσθαι περὶ τὸν διὰ παντός τεταμένον πόλον, ὥσπερ ἐν τῇ Τιμαίῳ γέγρα-πται... καὶ συνεχίζει πιο κάτω XIV, 296a,25: Καθ' ἅτερ γὰρ εἴπομεν, οἱ μὲν αὐτὴν ἐν τῶν ἀστρον εἶναι ποιοῦσιν, οἱ δ' ἐπὶ τοῦ μέσου θέντες ἕλκεσθαι καὶ κινεῖσθαι φασι περὶ τὸν πόλον μέσον...»

¹⁸ Ο Ιππόλυτος στο *Κατὰ πασῶν ἀρέσεων ἐλεγχος* I, αναφέρει τις απόψεις του Έκφαντος, θεωρεί ως κινητήρια δύναμη του κόσμου μια θεία δύναμη, την αποκαλεί *νοῦ* ἢ *ψυχὴ*, και συνεχίζει «αυτοῦ ἀπεικόνισι λοιπὸν εἶναι ὁ κόσμος, γι' αὐτὸ καὶ γίνεται σφαιροειδῆς, λόγω της θείας δυνάμεις. Η Γη, στο κέντρο του κόσμου, κινεῖται γύρω από τὸν άξονά της, με κατεύθυνση προς τα ανατολικά...».

¹⁹ Ο Ευδόξος είχε δημιουργήσει ένα μαθηματικό μοντέλο, "το σύστημα των ομόκεντρων σφαιρών", το οποίο, αν και μαθηματικά τέλειο, δεν ήταν σε θέση να εξηγήσει ούτε τα βασικά δεδομένα που το σύστημα χρησιμοποιούσε. Το σύστημα του Ευδόξου το παρουσιάζει ο Αριστοτέλης στα *Μετὰ τα Φυσικά*, Λ, 1073b, 17ff. Η συλλογιστική του βασιζόταν στην υπόθεση της υπερ-επίθεσης τεσσάρων ομόκεντρων σφαιρών, όπου η κάθε μία είχε δικό της άξονα περιστροφής, με τα άκρα του σταθερά προσαρμοσμένα στη σφαίρα που τις περιέκλεινε. Οι θεωρίες- των επικύκλων και των εκκεντρων κύκλων εικάζεται ότι παρουσιάστηκαν την εποχή του Ευδόξου του Κνίδιου μετά τη διατύπωση της θεωρίας του (των ομόκεντρων σφαιρών) και εξελίχτηκαν τον 3^ο και 2^ο π.Χ. αιώνα. Ο Απολλώνιος, είχε εισαγάγει και αναλύσει τα μαθηματικά μοντέλα των επικύκλων και εκκεντρων των πλανητικών κινήσεων (απέδειξε ότι ισχύει μόνο για τους τρεις ανώτερους πλανήτες Άρη, Δία και Κρόνο) και είχε κάμει μια κομψή εφαρμογή των μοντέλων αυτών στην προσπάθειά του να καθορίσει τα σταθερά σημεία της τροχιάς των πλανητών. (*Almagest*, XII I, Manitius, II 267 ff)..

²⁰ Από τον *Τίμαιο*, *Φαίδωνα*, *Πολιτεία*, *Νόμους*, ο Πλάτωνας συνεχίζοντας την Πυθαγόρεια αντίληψη θεωρεί το σύμπαν σφαιρικό. Στο κέντρο του βρίσκεται η Γή και όχι το κεντρικόν πῦρ. Η Γή είναι ακίνητη, και από το κέντρο της, διέρχεται ο άξονας περιστροφής της ουράνιας σφαίρας, περιστρέφεται περί τον άξονά της από την Ανατολή προς τη Δύση. Ο Ήλιος η Σελήνη και οι πέντε πλανήτες κάνουν δύο κινήσεις: μια κίνηση κυκλική πάνω στην εξωτερική σφαίρα, κίνηση στην οποία συμμετέχουν όλα τα ουράνια σώματα, και μια ανεξάρτητη κυκλική κίνηση σε ένα επίπεδο η οποία υπό γωνία (*εκλειπτική*) τέμνει τον ισημερινό της ουράνιας σφαίρας. Οι ταχύτητες με τις οποίες διαγράφουν την τροχιά τους ο Ήλιος, η Σελήνη και οι πέντε πλανήτες διαφέρουν μεταξύ τους. Ταχύτερη είναι η

θεωρία. Στον Ευσέβιο XV, 58, J-P.Minge, vol.19, διαβάζουμε: «*Ηρακλείδης ὁ Ποντικός καὶ Ἐκφαντος ὁ Πυθαγόρειος κινουῦσι μὲν τὴν Γῆν, οὐ μὴν γε μεταβατικῶς, ἀλλὰ τροπικῶς τροχοῦ δίκην ἐν ἄξονι στρεφομένην ἀπὸ δυσμῶν ἐπ' ἀνατολᾶς περὶ τὸ ἴδιον αὐτῆς κέντρον*». Ο Ηρακλείδης ο Πόντιος, θεωρούσε ότι η Γή χωρίς να μεταβάλλει θέση κινείται περιστροφικά, ως τροχός, γύρω από άξονα, από την Δύση προς την Ανατολή γύρω από το κέντρο της. Από τις μακρόχρονες των τροχιών της Αφροδίτης και του Ερμή (εσωτερικοί πλανήτες), κατέληξε ότι δεν θα πρέπει να περιστρέφονται γύρω από τη Γη, αλλά γύρω από τον Ήλιο και υπέδειξε ότι το φαινόμενο της καθημερινής περιστροφής του ουρανού γύρω από τη Γή θα μπορούσε να ερμηνευθεί πολύ καλά αν η Γή καθημερινά γυρνούσε γύρω από τον άξονά της²¹. Οι υποθέσεις του Ηρακλείδη είχαν να αντιμετωπίσουν τη μαθηματικοθησκευτική αντίληψη για το Σύμπαν, η οποία βασίζονταν στις ιδιότητες του κύκλου και της σφαίρας και εξεφραζε την εικόνα σύμφωνα με τις πρώτες αρχαιοελληνικές θεωρίες. Σύμφωνα με αυτές τις αντιλήψεις, τα ουράνια σώματα αποτελούσαν *την ορατή εικόνα της θεϊκής ύπαρξης*. Εκείνη την εποχή όμως, η μελέτη του σύμπαντος αποτελούσε μέρος της μεταφυσικής²².

II. ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΣ

Όταν ο Αναξαγόρας κατέρριψε τις αστρολατρικές δοξασίες και δίδασκε ότι ο Ήλιος είναι «*τα άστρα πυρώδη εισίν...μύδρον καλέσαι τον ήλιον διά το άμετρον της πυρώσεως*»²³, και ότι οι αστέρες δεν είναι θεότητες, αλλά «*γεώδεις*»²⁴, δηλαδή σώματα όπως η Γή, κατεδικάστηκε από τους αντιπάλους του για αθεΐα. Όμοια ο Κλεάνθης λοιπόν, Στωϊκός της σχολής των Αθηνών κατηγορήσε τον Αρίσταρχο²⁵ για διάπραξη ύβρεως^{26,27,28} κατά των Ολύμπιων θεών και ο γεννημένος στη Σάμο

Σελήνη, ακολουθεί ο Ήλιος, η Αφροδίτη ο Ερμής και ακολουθούν κατά σειρά ο Άρης, ο Δίας και ο Κρόνος. Αυτή ακριβώς είναι και η σειρά των αποστάσεων των αστερών αυτών από τη Γη. Με βάση τις κινήσεις του Ηλίου, της Σελήνης και των πλανητών προσδιορίζεται ο χρόνος, οι τρόποι και οι μέθοδοι μέτρησης του χρόνου με μαθηματικούς υπολογισμούς και όχι με απλές παρατηρήσεις.

²¹ Αργότερα ο Θέων ο Σμυρναίος υποστήριζε και ο ίδιος ότι γύρω από τον Ήλιο κινείται και ο Ερμής «*τῆ σφαιαν τοῦ Ἡλίου, περὶ δὲ ταύτην τὴν τοῦ Στίλβοντος (τοῦ Ἐρμοῦ) εἶπα δὲ ἀμφοτέρας περιελθίαν... τὴν τοῦ Φωσφόρου (τῆς Ἀφροδίτης)*».

²² Στο TLG Heraclides Ponticus Phil.: *Fragmenta*:119a, βρίσκουμε αρκετούς συγγραφείς π.χ Αέτιο, Διογ. Λαέρτιο οι οποίοι μας πληροφορούν, για τις θέσεις του Ηρακλείδη.

²³ TLG, στο: Anaxagoras Phil.: *Testimonia*, Olympiod. In *Metor*. P.17, 19 stüve, frag. 19. lin.4-5.

²⁴ TLG, στο: Diodorus Siculus Hist.: *Bibliotheca historica*, b..20, chapter 47, 5.6 «*..φασὶ δὲ καὶ τὴν σελήνην ἐκ ταύτης τῆς νήσου φαίνεσθαι παντελῶς ὅλην ἀπέχουσαν τῆς γῆς καὶ τινὰς ἐξοχὰς γεώδεις ἔχουσαν ἐν αὐτῇ φανεράς..*».

²⁵ Ο Αρίσταρχος γεννήθηκε στη Σάμο περίπου το 310 π.Χ και πέθανε στην Αλεξάνδρεια μεταξύ των 250-230 π.Χ. Δεν γνωρίζουμε πολλά πράγματα για το έργο του όσο και για την ζωή του, παρακολουθεί μαθήματα στη σχολή του Αριστοτέλη στην Αθήνα με δάσκαλο τον φιλόσοφο Στράτωνα. Διατύπωσε κυρίως αστρονομικές θεωρίες αδιανόητες για την εποχή του, και γι' αυτό κινδύνευσε να καταδικαστεί για αθεΐα. Και γι' αυτό, ούτε οι σύγχρονοι του και ούτε οι μεταγενέστεροι δεν υιοθέτησαν την αναζήτηση του κοσμολογικού μοντέλου του. Μονάχα ο Σέλευκος ο Βαβυλώνιος έναν αιώνα μετά προσπάθησε να επαναφέρει το πλανητικό μοντέλο του, χωρίς ιδιαίτερη απήχηση στους αστρονόμους της εποχής του, στο: Lloyd, G. E. R., *Methods and Problems in Greek Science*, Cambridge University Press, 1991. ελλ. έκδ: *Αρχαία Ελληνική Επιστήμη: Μέθοδοι και Προβλήματα*, εκδ. Αλεξάνδρεια, Αθήνα 1996, σελ. 268.

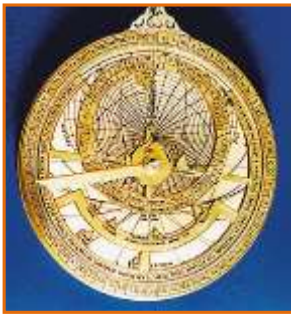
²⁶: Farrington, B. *Η επιστήμη στην αρχαία Ελλάδα*, μτφ.. Ραΐση, Ν., εκδ Κάλβος Αθήνα 1993, σ.257

²⁷ «*Ὡς κινῶν τὴν τοῦ κόσμου ἐστίαν καὶ ταράσων οὕτω τὴν των Ολυμπίων ηρεμίαν..*» Διογ. Λαέρτιος, Φιλοσόφων Βίοι, III2-13.

²⁸ «*..ὡσπερ Ἀρίσταρχον ὤτεο δεῖν Κλεάνθης τὸν Σάμιον ἀσεβείας προσκαλεῖσθαι τοὺς Ἕλληνας ὡς κινῶντα τοῦ κόσμου τὴν ἐστίαν, ὅτι <τὰ> φαινόμενα σφάζειν ἀνὴρ ἐπειράτο μένειν τὸν οὐρανὸν ὑποτιθέμενος, ἐξελίττεσθαι δὲ κατὰ λοξοῦ κύκλου τὴν γῆν, ἅμα καὶ περὶ τὸν αὐτῆς ἄξονα δινουμένην*».

αστρονόμος αναγκάστηκε να βρει καταφύγιο στην Αλεξάνδρεια, για να αποφύγει την θανατική ποινή. Ο Αρίσταρχος αντιτάχθηκε στην τότε επικρατούσα γεωκεντρική θεωρία²⁹. Ο Ήλιος και όχι η Γή βρίσκεται στο σταθερό κέντρο του σύμπαντος. Η Γή, την οποία τοποθέτησε σωστά ως τον τρίτο πλανήτη από τον Ήλιο, περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της μια φορά τη μέρα και περιφέρεται σε κυκλική τροχιά γύρω από τον Ήλιο μια φορά το χρόνο, ενώ οι άλλοι απλανείς αστέρες παραμένουν διαρκώς ακίνητοι³⁰. Υποστήριξε κάτι αδιανόητο, ότι οι αστέρες θα έπρεπε να βρίσκονται η άπειρα μακρύτερα απ' ό,τι μέχρι τότε πίστευαν. Αυτό ανέτρεπε την δοξασία του κόσμου, αλλά διεύρυνε και τα όρια του κόσμου.

Την μόνη αναφορά για την ηλιοκεντρική θεώρηση του, μας διέσωσε ο Αρχιμήδης στην πραγματεία *Ψαμμίτης*³¹: «Υποτίθεται γάρ τὰ μὲν ἀπλανέα τῶν ἀστέρων καὶ τὸν ἄλιον μένειν ἀκίνητον, τὰν δὲ γῆν περιφέρεσθαι περὶ τὸν ἥλιον κατὰ κύκλον περιφέρειαν ὅς ἐστί ἐν μέσῳ τῶ ὁρόμῳ κείμενος τὰν δὲ τῶν ἀπλανέων ἀστέρων σφαῖραν περὶ τὸ ἀπὸ κέντρον τῶ ἀλίῳ κείμεναν τῶ μεγέθει τηλικαύταν εἶμεν, ὥστε τὸν κύκλον, καθ' ὃν τὰν γῆν ὑποτίθεται περιφέρεσθαι, τοιαύταν ἔχειν ἀναλογίαν ποτὶ τὰν τῶν ἀπλανέων ἀποστάσιαν, οἷαν ἔχει τὸ κέντρον τῆς σφαίρας ποτὶ τὰν ἐπιφάνειαν».



Στο σωζόμενο έργο του Αρίσταρχου, *Περί των μεγεθών και αποστάσεων του Ήλιου και της Σελήνης*³², αναφέρει ότι η διάμετρος του Ήλιου είναι μεταξύ 18 έως 20 φορές μεγαλύτερη της διαμέτρου της Γής και υπέθεσε ότι οι πλανήτες διαγράφουν τις τροχιές τους γύρω του, αλλά μέσα στη σφαίρα των απλανών αστέρων, η οποία είναι τόσο μεγάλη, ώστε ο λόγος της διαμέτρου της Γης προς τη διάμετρο του σύμπαντος να είναι ίσος με το λόγο της διαμέτρου της τροχιάς της Γης προς τη διάμετρο της σφαίρας των απλανών αστέρων. Συγκρίνοντας, δηλαδή, τις αποστάσεις των απλανών αστέρων προς τη διάμετρο της τροχιάς της

Γης, βρήκε ότι η τελευταία είναι τόσο μικρή, ώστε να μπορεί να θεωρηθεί ως σημείο. Πρόθεση του Αρίσταρχου ήταν να υπογραμμίσει ότι η σφαίρα των απλανών αστέρων είναι ασυγκρίτως μεγαλύτερη από τη σφαίρα που περιέχει την τροχιά της Γης, γεγονός απαραίτητο για να αιτιολογηθεί η ακινησία των σταθερών αστέρων με την κίνηση της Γης³³. Τον 3ο π.Χ αιώνα δεν γνωρίζουμε αν υπήρχε κάποιο όργανο για τη μελέτη του ουρανού καθώς ακόμα και ο αστρολάβος, που εικάζεται ότι έδειχνε τις κινήσεις Ήλιου, Σελήνης και ορισμένων πλανητών, κατασκευάστηκε τον 2^ο π.Χ αιώνα.

ἡμεῖς μὲν οὖν οὐδὲν αὐτοὶ παρ' αὐτῶν λέγομεν. οἱ δὲ γῆν ὑποτιθέμενον τὴν σελήνην, ὃ βέλτιστε, τί μᾶλλον ἡμῶν ἂν ὡς τὰ κάτω ποιοῦσι τὴν γῆν ἰδρύντων ἐνταῦθα μετέωρον ἐν τῶ ἀέρι, πολλῶ τινι μείζονα τῆς σελήνης οὖσαν...», Πλούταρχος, *Περί του εμφανιζομένου προσώπου τῶ κύκλῳ τῆς σελήνης*.

²⁹ στο ίδιο, σσ.268-270. Φαίνεται ότι η θεωρία του Αρίσταρχου ήταν μια πλήρης ηλιοκεντρική θεωρία η οποία συνδύαζε δύο θέσεις: της ημερήσιας αξονικής περιστροφής και της ετήσιας περιστροφής της Γής γύρω από τον Ήλιο, η οποία δεν έχει διασωθεί

³⁰ Πλούταρχος, *Περί. Αρεσ. Φιλ.*, Β, ΚΔ. «.. Αρίσταρχος τὸν ἥλιον ἴσθισι μετὰ τῶν ἀπλανῶν, τὴν δὲ γῆν κινεῖ περὶ τὸν ἥλιακὸν κύκλον καὶ κατὰ τὰς ταύτης ἐγκλίσεις σκιάζεσθαι τὸν δίσκον...»

³¹ TLG, στο: Archimedes Geom.: *Arenarius*, vol.2, p.135, l.11-19.

³² TLG, στο: Aristarchus Astron, *De magnitudinibus et distantibus solis et lunae*, section hypotheses 14-22.

³³. Σπανδάγος, Ε., «Το Ηλιοκεντρικό Σύστημα Των Αρχαίων Ελλήνων», περιοδικό ΙΣΤΟΡΙΚΑ, Ελευθεροτυπία 2 Ιανουαρίου 2003.

III. ΚΟΠΕΡΝΙΚΟΣ

Την τελική απάντηση, στη διαμάχη μεταξύ ηλιοκεντρικού και γεωκεντρικού συστήματος, κλήθηκαν να δώσουν οι αστρονόμοι και οι φυσικοί του 16^{ου} και 17^{ου} αιώνα. Ο Πολωνός Νικολάι Κοπέρνικ (1473-1543) ιερωμένος, αστρονόμος, γιατρός, μαθηματικός, φιλόσοφος και νομικός, γνώστης τόσο της ελληνικής όσο και της λατινικής γλώσσας όπως όλοι οι διανοούμενοι της εποχής του, μελετά τις γεωκεντρικές και ηλιοκεντρικές θεωρήσεις των αρχαίων Ελλήνων. Από τα έργα του Κικέρωνα³⁴ και του Πλούταρχου³⁵ πληροφορείται για τις πρότερες αστρονομικές θεωρήσεις των Πυθαγορείων, και του Πτολεμαίου³⁶ διακηρύττοντας ότι το κέντρο του κόσμου (σύμπαν) δεν ταυτίζεται με την Γή. Για τις αναζητήσεις του θα συμβουλευθεί την πλούσια βιβλιοθήκη του καρδινάλιου Βησσαρίωνα, την γνωστή Bibliotheca Marciana, η οποία περιλάμβανε το σύνολο της αρχαιοελληνικής πνευματικής κληρονομιάς³⁷.

Το 1543, λίγο πριν πεθάνει ο Κοπέρνικος κατορθώνει να πάρει την έγκριση του Πάπα Παύλου Γ' για να δημοσιεύσει το έργο του *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (*Περί της περιστροφής των ουρανίων σφαιρών*), συναισθάνεται και του το αφιερώνει, ενώ το είχε ήδη έτοιμο από το 1530. Φοβούμενος την αντίδραση της Εκκλησίας και την ενδεχόμενη τιμωρία του, αναβάλλει την έκδοση του έργου του και μόνο όταν πλησιάζει το τέλος του, αποφασίζει να το εκδώσει. Η εκτύπωση του βιβλίου ολοκληρώθηκε στη Νυρεμβέργη το 1543, υπό την επίβλεψη του Λουθηρανού πάστορα Andrea Ossiander (1498 – 1552), ο οποίος προσέθεσε ένα πρόλογο^{38, 39, 40} χωρίς την έγκριση του ετοιμοθάνατου Κοπέρνικου θέλοντας με αυτόν τον τρόπο να προλάβει τις αντιδράσεις της Καθολικής Εκκλησίας⁴¹. Στον πρόλογο, ο Οζιάντερ παρουσίασε την ηλιοκεντρική πρόταση του Κοπέρνικου ως υπόθεση, ένα μαθηματικό τέχνασμα, με απώτερο στόχο την περιγραφή των κινήσεων των ουρανίων σωμάτων με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια, ώστε η κοσμολογική θεώρηση του, να χαρακτηρίζεται από μαθηματική συνέπεια και όχι ως η απεικόνιση της φυσικής πραγματικότητας. Όμως, για πρώτη φορά στην ιστορία της επιστήμης, παρουσιάζεται μια θέση τόσο ριζοσπαστική. Παραμερίζει σχολαστικούς φιλοσόφους και θεολόγους, οι οποίοι έως τότε θεωρούνταν οι αποκλειστικοί κάτοχοι της *άνωθεν γνώσης*, εισάγοντας την άποψη πως η ενασχόληση με τη φύση και τα φαινόμενά της ανήκει στους αστρονόμους.

³⁴ TLG, Cicero, *Academica priora* II, 39,

³⁵ TLG, στο: Pseudo Plutarhus, *Placita philosophorum*, (874d-911c), Stepanus p.891, section a, l.6-8 «*Αρίσταρχος τον ήλιον ίστησι μετά των απλανών, την δε γην κινεί περί τον ηλιακόν κύκλον [εξελίττεσθαι δε κατά λοξού κύκλου την γην, άμα δε και περί τον αυτής άξονα δινουμένην] και κατά ταύτης εγκλίσεις ακιάζεσθαι τον διάκον.*»

³⁶ Ο Κοπέρνικος θαυμάζει τους αστρονομικούς πίνακες του Πτολεμαίου, χάρη στους οποίους οι άνθρωποι εκείνης της εποχής φτάνουν μέχρι την Αμερική και τις Ινδίες.

³⁷ Φίλη, Χρ., *Ο Αρχαιοελληνικές Καταβολές των Συγχρόνων Μαθηματικών*, προλ.Τεύκρ.Μιχαηλίδης, εκδ. Παπασωτηρίου, Αθήνα 2010, σσ.722-723.

³⁸ ΕΠΟ31, τόμος Β, ό.π, σ.29

³⁹ Ο πρόλογος του Οζιάντερ μπορεί να θεωρηθεί ως μια προτροπή για την εργαλειοκρατική αναγνώση του.

⁴⁰ Ο Κέπλερ, ο οποίος ανήκει στην επόμενη γενιά *αναγνωστών*, από τους δύο προλόγους που συνοδεύουν την πραγματεία καταλαβαίνει ότι δεν έχουν γραφτεί από τον ίδιο άνθρωπο. Ο α πρόλογος αφιερώνεται στον Πάπα Παύλο Γ' και στην βιβλιογραφία αναφέρεται πως ο προηγούμενος Πάπας τον είχε παροτρύνει να το εκδώσει, ενώ ο β' πρόλογος προέτρεπε να μην λάβουν σοβαρά την πραγματεία γιατί δεν περιγράφει την φυσική πραγματικότητα.

⁴¹ Φίλη, Χρ., ό.π. σ.73 «*τον Μάρτιο του 1616 η Καθολική Εκκλησία υιοθετεί τον λεγόμενο index των απαγορευμένων βιβλίων αποβλέποντας στη λογοκρισία της ασύμβατης με την Αγία Γραφή γνώσης...*».

Με σχόλια [k5]: Πτολεμαίος, Κλαύδιος (85-165 μ.Χ.). Έλληνας Αστρονόμος που έζησε στην Αλεξάνδρεια της Αιγύπτου. Χρησιμοποίησε τις παρατηρήσεις του Θεόνα του Σμυρναίου. Το σημαντικότερο του έργο είναι η *Μέγιστη Μαθηματική Σύνταξη*, γνωστή από την αραβική παράφραση του ονόματός της. *Al Kitab al Mijisti* عظمة الكتب ή *Al Megisti* المحسط اللاتινικά *Almagestum*. Στο έργο αυτό (το οποίο αποτελεί την πληρέστερη και με την μεγαλύτερη επιρροή αστρονομική πραγματεία πριν την εμφάνιση του έργου του Κοπέρνικου *De Revolutionibus Orbium Coelestium*), δίδεται μαθηματική περιγραφή της κίνησης του Ήλιου της Σελήνης και των πλανητών. Ο Πτολεμαίος δεχόταν το Γεωκεντρικό Σύστημα το οποίο κυριάρχησε στην Αστρονομία μέχρι την Αναγέννηση. Την εποχή του, ήταν διαθέσιμο ένα μεγάλο σώμα αστρονομικών παρατηρήσεων και μετρήσεων. Αν και ο Πτολεμαίος αναγνώριζε ότι μια περιστροφή γύρω από τον άξονα μπορούσε να σώσει, ή να εξηγήσει τις ουράνιες κινήσεις δεν μπορούσε, κατά την κρίση του, να εξηγήσει φυσικά παρατηρήσιμα φαινόμενα πάνω από την επιφάνεια της Γης. Το πτολεμαϊκό σύστημα επέτρεπε κινήσεις γύρω από άξονες άλλους από εκείνους που περνούσαν από το κέντρο του σύμπαντος. Αυτό επέτρεψε την ανάπτυξη μιας αστρονομίας εκκέντρων και επικύκλων η οποία έγινε η βάση της τεχνικής αστρονομίας όσπου να τους υποσκελίσουν οι ελλείψεις του Κέπλερ.

Με σχόλια [k6]: Η πραγματεία αποτελείται από 6 βιβλία Το πρώτο βιβλίο περιέχει μια γενική περιγραφή του συστήματος του κόσμου Το δεύτερο βιβλίο περιέχει έναν αστρονομικό κατάλογο, βασισμένο σε πηγές της αρχαίας και της σύγχρονης του αστρονομίας. Τα υπόλοιπα τέσσερα βιβλία περιέχουν λεπτομερείς γεωμετρικές τεχνικές και τριγωνομετρικές μεθόδους για την πρόβλεψη των κινήσεων των πλανητών, ως προς τη Γη και τον Ήλιο, μαζί με τις πραγματικές κινήσεις της Γης και της Σελήνης.

Με σχόλια [k7]: Η Καθολική Εκκλησία το απαγόρευσε και προσπάθησε να κατασχέσει όσα είχαν εκδοθεί με σκοπό την καταστροφή τους, η ανάγνωση τους ήταν αρκετή για να οδηγήσει κάποιον στον θάνατο. "Codex Barberiniano XXXIX.55," transcribed by Joseph Hilgers, *Der Index der Verbotener Bucher* (Freiburg, 1904), 541.

Ο Giordano Bruno (1548-1600) επιφανής Ιταλός φιλόσοφος και αστρονόμος, υπήρξε και καθηγητής της Θεολογίας στο Πανεπιστήμιο της Ρώμης, ήταν οπαδός της θεωρίας του ηλιοκεντρικού συστήματος. Κατηγορήθηκε για αιρετικός και, αφού περιπλανήθηκε σε διάφορα πανεπιστήμια της Ευρώπης διδάσκοντας και διαιδώντας τη νέα θεωρία, συνελήφθη το 1592 από την Ιερά Εξέταση και μεταφέρθηκε στη Ρώμη. Η δίκη του διάρκεσε 7 χρόνια., βασανίστηκε στη φυλακή για να απαρνηθεί τις ιδέες του. *Τελικά* καταδικάστηκε να κεί στην πυρά. Στις 17 Φεβρουαρίου του 1599 εκτελέστηκε η απόφαση αυτή.



Το βιβλίο του Κοπέρνικου θεωρείται σταθμός στην Ιστορία των Επιστημών, καθώς εγκαινιάζει την καινούργια αντίληψη για τη φύση. Η Γη χάνει τον κυρίαρχο ρόλο της ως κέντρο (δεν ταυτίζεται με το κέντρο του κόσμου), ενώ ο Ήλιος τοποθετείται ως κέντρο του κόσμου⁴², ακίνητος δεν ήταν στο κέντρο της γήινης τροχιάς, αλλά ήταν κάπως μετατοπισμένος. Το στερέωμα επεκτείνεται πέρα από την Γη και τον Ήλιο και μένει ακίνητο⁴³, ενώ το κινούμενο σώμα είναι η Γη, η κίνηση του Ήλιου είναι μια ψευδαίσθηση προερχόμενη από την κίνηση του δικού μας πλανήτη⁴⁴. Οι ανάδρομες κινήσεις της είναι προβολές του ίδιου αιτίου, σε συνδυασμό με τις δικές του κινήσεις. Η απόσταση Ήλιου-Γης είναι πολύ μικρή σε σύγκριση με τις τεράστιες

αποστάσεις οι οποίες χωρίζουν τη Γη από τους απλανείς αστέρες, όμως είναι δύσκολο να υπολογιστεί, καθώς τα διαθέσιμα αστρονομικά όργανα της εποχής δεν ήταν δυνατόν να κάνουν τις αντίστοιχες μετρήσεις. «...credibile est hisce similibusque causis Plilolaum modilitatem terrae sensisse, quod etiam nonnulli Aristarchum Samium ferunt in eadem fuisse sentential...»⁴⁵. Υπογραμμίζοντας την αρμονία και την απλότητα της θεωρίας του αναφέρει⁴⁶, πως ο άνθρωπος πρέπει να ακολουθεί «την σοφία της φύσεως, η οποία δεν παράγει τίποτε περιττό ή άχρηστο ενώ προκαλεί πολλά αποτελέσματα από ένα αίτιο.....»^{47,48}. Πεποίθηση του είναι ότι όσα υποστηρίζει δεν είναι υποθέσεις με σκοπό την σωτηρία των φαινομένων αλλά έχουν πραγματική υπόσταση, γιατί αποσκοπεί στην μαθηματική συνέπεια του συστήματος του.

Ο François Viète (1540-1603)⁴⁹, μελετά την πραγματεία του Κοπέρνικου, αλλά δεν πειθείται καθώς «για τους υπολογισμούς ο Κοπέρνικος υπήρξε ένας ασήμαντος γεωμέτρης, γιατί δεν ανέφερε τα πράγματα που παρέλειψε ο Πτολεμαίος ενώ προσέθεσε πάρα πολλά»⁵⁰, καθώς αναζητά μια ακριβή γεωμετρική περιγραφή εφαρμόσιμη στο γεωκεντρικό σύστημα. Ένθετος υποστηρικτής του Κοπέρνικου συστήματος, ήταν ο Galileo Galilei (1564—1642). Όταν με τη βοήθεια του τηλεσκοπίου παρατήρησε, ότι οι ηλιακές κηλίδες δεν ήταν μικροσκοπικοί πλανήτες όπως θεωρούσε ο Christopher Scheiner

⁴² Copernici Nicolai *de hypothesibus motuum caelestium a se constitutis commentariolus*, [Petitiones], *Prima petition omnium orbium caelestium sive sphaerarum unum centrum non esse. Secunda petition centrum terrae non esse centrum mundi, sed tantum gravitatis et orbis Lunaris. Tertia petition omnes orbis ambire Solem, tanquam in medio omnium existentem, ideoque circa Solem esse centrum mundi*” στο Bibliotheca Augustana www.hs-augsburg.de/~kopp_c02.html

⁴³ Αντίθετα με σήμερα που έχουμε την θεωρία του επεκτεινόμενου σύμπαντος.

⁴⁴ ΕΠΟ31, τόμος Β, σ.27

⁴⁵ Copernici Nicolai *De Revolutionibus Orbium Coelestium*.

⁴⁶ Η περιγραφή των πλανητικών κινήσεων, απλουστεύθηκε, ωστόσο οι υπολογισμοί του δεν συνέπιπταν πλήρως με τις παρατηρήσεις του, γεγονός που ανάγκασε τελικά τον Κοπέρνικο, οπαδό της απλότητας και της συμμετρίας, να ενσωματώσει και αυτός *επικύκλους* στην ηλιοκεντρική θεώρηση του..

⁴⁷ Idem. *I*, x.

⁴⁸ Φύλη, Χρ., *Εξουσία...*, σ.73.

TLG Pythagoristae (D-K) Phil.: Testimonia et fragmenta Fragmenta b37 line 17-25

⁴⁹ Γάλλος συμβολικός αλγεβριστής, αποκρυπτογράφος της γαλλικής Αυλής, στο: Φύλη, Χρ., *Εξουσία...* σσ.4-167.

⁵⁰ Φύλη, Χρ., *Οι Αρχαιοελληνικές ...*, ό.π. σ.726

(1573-1650), αλλά βρίσκονταν στην επιφάνεια του Ήλιου και καθώς καθημερινά μετακινούνταν, θεώρησε πως ο Ήλιος περιστρεφόταν κάθε μήνα^{51, 52}. Με την ανακάλυψη των τεσσάρων δορυφόρων του Δία (*Γανυμήδης, Καλλιστώ, Ιώ, Ευρώπη*, τους οποίους ονόμασε «Πλανήτες των Μεδίκων») που κινούνταν γύρω από αυτόν, καθώς τους δακτυλίους του Κρόνου, τους κρατήρες της Σελήνης και πολλά άλλα άστρα του Γαλαξία, κατανόησε την αλήθεια της θεωρίας του Κοπέρνικου.

Οι αστρονομικές παρατηρήσεις του Tyge Ottesen Brahe (de Knudstrup 1546-1601) δημιούργησαν τις προϋποθέσεις για να αμφισβητηθεί η αυθεντία της αριστοτελικής μεταφυσικής. Ο Δανός αστρονόμος, διαπίστωσε το 1572 ότι ο ουρανός αρχίζει να «μεταβάλλεται» με την παρατήρηση μιας *supernova* στον αστερισμό της Κασσιόπης συνέβαλε στην ενίσχυση της ηλιοκεντρικής θεωρίας, αποδεικνύοντας ότι το διάστημα πέρα από τον ήλιο, υπόκειται και αυτό σε εκρηκτικές μεταβολές, όπως συμβαίνουν και στη Γή, καθώς δεν είναι μια περιοχή *αΐδιας* και *αιώνιας* κίνησης, όπως ισχυριζόταν η αριστοτελική κοσμολογία⁵³. Για τον αστρονόμο Μπραχέ, ήταν δύσκολο να αποδεχθεί την μετατόπιση της Γης από το κέντρο του κόσμου, και κατά συνέπεια την αδυναμία του συστήματος να ερμηνεύσει την απουσία της αστρικής παράλλαξης. Τήρησε μία μέση θέση, η οποία άφησε τη στάσιμη Γή στο κέντρο να περιβάλλεται από τον Ήλιο, τη Σελήνη, τους πλανήτες και τους απλανείς αστέρες. Ο Ήλιος περιστρεφόταν κυκλικά γύρω από τη Γη, αλλά ο Μπραχέ θεωρούσε ότι όλα τα υπόλοιπα ουράνια σώματα περιστρέφονταν *κυκλικά* γύρω από τον Ήλιο. Με την κίνηση όλων των ουράνιων σωμάτων γύρω από τον Ήλιο, και του Ήλιου γύρω από τη Γή, έδινε λύσεις στις υπολογιστικές ατέλειες του ηλιοκεντρικού συστήματος⁵⁴. Η ευρέως αποδεκτή άποψη ότι το Τυχόνιο σύστημα αποτελούσε έναν συμβιβασμό μεταξύ του αρχαίου Πτολεμαϊκού και του σύγχρονου Κοπερνίκειου το αναπόφευκτο αποτέλεσμα της προσήλωσης του Τύχωνα στην ακινησία της Γης, δεν αντικατοπτρίζει επαρκώς την άποψη την οποία είχε ο ίδιος ο Τύχων για την εργασία του.⁵⁵ Το έργο του αποτελούσε μια θαρραλέα προσπάθεια δημιουργίας ενός συστήματος το οποίο θα συνένωνε όλα τα αταίριαστα μέρη διαφορετικών επιστημών μέσα σε μια ολική εικόνα. Ο Κέπλερ, δεν ήταν ο πρώτος ο οποίος συγχώνευσε την τεχνική αστρονομία με την κοσμολογία. Ο Τύχων, όπως υποστήριξε ο Κέπλερ στο έργο του *Apologia pro Tychone contra Ursum* ήταν ο πρώτος⁵⁶, αλλά αυτό που ξεκίνησε ο Τύχων το ολοκλήρωσε ο Κέπλερ.

Ο Johannes Kepler (1571–1630), μαθηματικός, αστρονόμος, φιλόσοφος και θεολόγος ήταν ένας περιέργος συνδυασμός επιστήμονα μυστικιστή και μελέτησε το σύμπαν με την ανησυχία και τη σκέψη ενός φυσικού⁵⁷. Έχοντας πεισθεί πως ο Ήλιος «το κέντρο του ναού του Θεού» δεν είναι ένα αδρανές κέντρο, υποπτεύθηκε το λάθος του Μπραχέ και καθώς ήταν ένας αστρονόμος με εκπληκτική υπομονή, όταν η

⁵¹ Φίλη, *Εξουσία...*, σσ.70-71.

⁵² Galileo Galilei, *Opere*, vol.V, p.102.

⁵³ ΕΑΠ/ΕΠΟ31, *Οι Επιστήμες της Φύσης και του Ανθρώπου στην Ευρώπη*, τόμος Β, Πάτρα 2001, σ.29.

⁵⁴ Ο ρεαλισμός του Τύχωνα τονίζεται και στο βιβλίο του Jardine, N., *The Scenes of Inquiry*, Oxford, Clarendon Press, 1991, σ.132.

⁵⁵ Σχετικά με τον «*Τυχόνιο Συμβιβασμό*», βλέπε το έργο του J. L. Dreyer *Tycho Brahe: A Picture of Scientific Live and Work in the Sixteenth Century* (1890, reprint. Dover. 1963): του ίδιου, *A History of Astronomy from Thales to Keplér** (2nd ed. Dover, 1953): Dorothy Stimson, *The Gradual Acceptance of the Copernican Theory of the Universe* (New York: Baker and Taylor, 1917), σελ. 34· και Victor H. Thoren, *The Lord of Uraniborg: A Biography of Tycho Brahe* (Cambridge: Cambridge University Press, 1991)

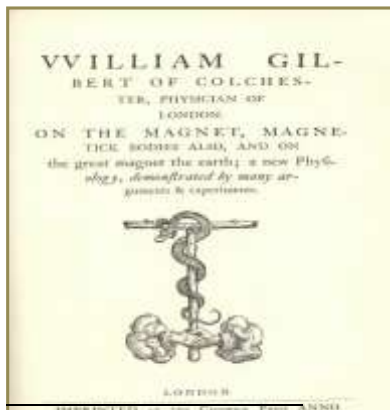
⁵⁶ Ο Κέπλερ τοποθετούσε τον Τύχωνα σε συμφωνία με την ρεαλιστική άποψη του Κοπέρνικου σε αρκετές περικοπές του έργου *Apologia*, σε διαμετρική αντίθεση με τη σκεπτικιστική θεώρηση των υποθέσεων του Ursus. Για μια μετάφραση των σχετικών κειμένων, βλ. το έργο του Jardine, N. *The Birth of the History and Philosophy of Science* (Cambridge: Cambridge University Press, 1984), pp.141, 143, 145-146.

⁵⁷ Δίχως τον Kepler δεν θα είχε επιβιώσει το Κοπερνίκειο σύστημα.

παρατήρηση δεν υπάκουσε στις ήδη γνωστές μετρήσεις εγκαταλείπει τις πρώτες θεωρήσεις. Έτσι εγκατέλειψε την πυθαγόρεια-πλατωνική αρμονία (ακλόνητη παράδοση πολλών αιώνων συνυφασμένων με την έννοια της θεϊκής κατασκευής) των σφαιρών για να διατυπώσει την θέση ότι η τροχιά έχει ωοειδές σχήμα⁵⁸. Το ερέθισμα για να εφαρμόσει ο Kepler αυτές τις θεωρίες στην αστρονομία, θα το λάβει από το έργο του William Gilbert (1540-1630) *De Magnete* (Περί Μαγνητών). Στο έργο αυτό ο Άγγλος φυσικός και φιλόσοφος, παρατηρεί πως μια μαγνητική βελόνα αντιδρά σε έναν σφαιρικό μαγνήτη, τον οποίο ονομάζει *terella* (μικρή Γή), ο οποίος όσο πιο κοντά βρίσκεται τόσο η αντίδραση του γίνεται μεγαλύτερη. Αντιλαμβάνεται δε, ότι υπάρχει κάποια δύναμη προερχόμενη από τον Ήλιο η οποία επενεργεί στους πλανήτες, και η οποία εξασθενεί με την απόσταση ενώ η ταχύτητα των πλανητών μικραίνει όταν αυτή μεγαλώνει⁵⁹ αποδεικνύοντας «όπως και αυτή έτσι και ο Ήλιος...είναι ένα μαγνητικό σώμα...»

Ακολουθώντας λοιπόν τις έρευνες του άγγλου Gilbert, αποδέχθηκε ότι κάποια περιστρεφόμενη μαγνητική επιρροή από τον Ήλιο πρέπει να υποχρεώνει τους πλανήτες στην κίνησή τους. Όμως, τότε το κέντρο των πλανητικών τροχιών θα ήταν ο Ήλιος και όχι το άδειο άυλο κέντρο του Κοπερνίκειου συστήματος. Προικισμένος με γερές μαθηματικές γνώσεις εντυφά στα αρχαία ελληνικά μαθηματικά ανασύρωντας από την λήθη τα ξεχασμένα *Κωνικά*⁶⁰ του Απολλώνιου τα οποία θα τον βοηθήσουν να διατύπωσε τους τρεις πλανητικούς νόμους⁶¹, αν και στον Μπραχέ οφείλονται οι δύο ανακαλύψεις του σχετικά με την τροχιά των πλανητών και τους νόμους της κίνησης τους⁶².

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ



Ο 16^{ος} αιώνας εισάγει μια νέα εποχή η οποία μεταξύ των άλλων είχε ως αποτέλεσμα την αμφισβήτηση του κριτικού στοχασμού, την υιοθέτηση της ηλιοκεντρικής κοσμολογίας και την παραμέριση του γεωκεντρικής (Κοπερνίκος, Μπραχέ, Κέπλερ). Η μετάβαση αυτή δεν έγινε χωρίς αντιδράσεις, κάθε επιστημονική απόπειρα για περιγραφή του συστήματος του κόσμου, καθορίστηκε σε ένα μεγάλο βαθμό και από τις μεταφυσικές αντιλήψεις. Βασικό στοιχείο στη θεώρηση του κόσμου αναδεικνύεται η μεταφυσική, η οποία

⁵⁸ Φύλη, Χρ., ό.π. σσ.732-733.

⁵⁹ στο ίδιο, σσ.731-732. CHAP. VI.

⁶⁰ στο ίδιο, σ.738.

⁶¹ From magnetick pieces of Iron and smaller

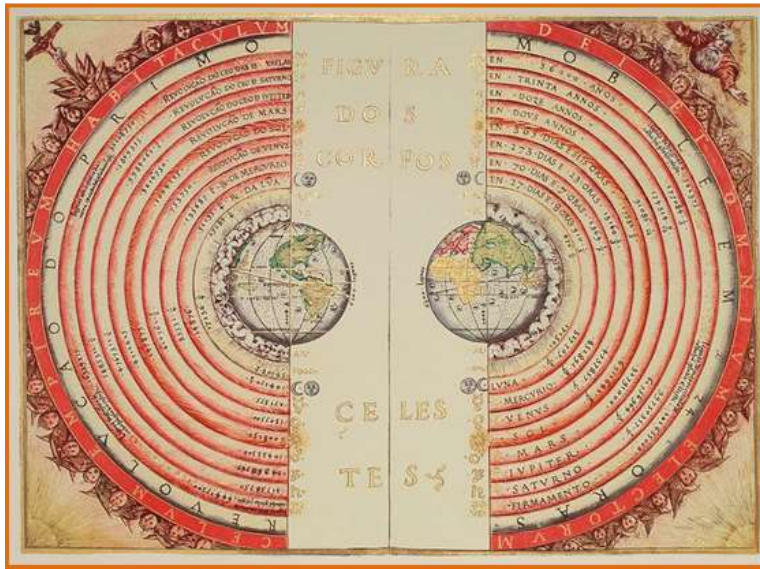
Me τον 1^ο νόμο εξορίζει τον κύκλο από την αστρονομία, με τον 2^ο αντικαθιστά τις ίσες αποστάσεις με τα ίσα εμβαδά. Και με τον 3^ο πολύ πιο γενέστερο νόμο δηλώνει, πως το τετράγωνο της περιόδου της περιστροφής κάθε πλανήτη ισούται με τον κύβο της μέσης απόστασης από τον Ήλιο. Τους νόμους της ελλειπτικής κίνησης των πλανητών του θα ερμηνεύσει ο Newton διατύπωντας το νόμο της παγκόσμιας έλξης. Ανάφερα στη σταθερή αναλογία των χρόνων, στο: Φύλη, Χρ. Οι Αρχαίες αρχές, σ. 739) σύμφωνα με τον 1^ο νόμο μεταξύ του Ηλίου και κάθε πλανήτη που περιστρέφεται γύρω από αυτόν, αναπτύσσεται μια δύναμη έλξης που τους επιτρέπει να κινούνται αρμονικά. Η δύναμη αυτή εξασθενεί τόσο από τη μέση απόσταση του Ηλίου από κάθε πλανήτη στο *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, 1678.

⁶² Φύλη, Χρ. *Οι Αρχαίες αρχές*, σ. 731. But when iron or any other magnetick body is attracted; but the nearer it comes to the body, the more quickly it runs up to it. In the case of the poles themselves, when namely that which is being attracted, and the centre, are in the same straight line. But in the intervening spaces they tend obliquely, just as is evident in the following figure, in which it is shown how the influence is extended to the adjoining magneticks within the orbe; in the case of the poles straight out.

The

βρισκόταν κάτω από όλες τις προσπάθειες των επιστημόνων για περιγραφή και ερμηνεία του κόσμου. «Το ηλιοκεντρικό σύμπαν απαιτούσε να θεωρήσει ο κόσμος απλή ψευδαίσθηση τη μαρτυρία των αισθήσεων σ' αυτά τα θέματα, και να την απαρνηθεί. Αναμφισβήτητα, το σοβαρότερο εμπόδιο για να γίνει αποδεκτή η νέα αστρονομία ήταν η κοινή λογική που τη διακωμωδούσε κάθε μέρα»⁶³.

Η Αναγέννηση ώθησε τους επιστήμονες να μελετήσουν την φύση, να κατανοήσουν την λειτουργία της και να διατυπώσουν νόμους σχετικούς τόσο με την παρατήρηση όσο και με πειραματικές μετρήσεις. Τα μαθηματικά αποκολλώνται από την



φιλοσοφία και αναδεικνύονται ως το κύριο εργαλείο έρευνας της φύσεως.

“..hi autem inveniuntur raro, ut aliquando fuerunt Aristarchus Samius, Philolaus et Archytas Tarentini, Apollonius Pergaeus, Eratosthenes Cyrenaeus, Archimedes et Scopinas ab Syracusis, qui multas res organicas, gnomonicas numero naturalibusque rationibus inventas atque explicatas posteris reliquerunt”

⁶³ Westfall, R.S. *Η Συγκρότηση της Σύγχρονης Επιστήμης*, μτφ. Ζήση, Κ., Ηράκλειο 1993, ΠΕΚ, σ.21.

«...such men, however, are rarely found, but there have been such at times; for example, Aristarchus of Samos, Philolaus and Archytas of Tarentum, Apollonius of Perga, Eratosthenes of Cyrene, and among Syracusans Archimedes and Scopinas, who through mathematics and natural philosophy discovered, expounded, and left to posterity many things in connexion with mechanics and with sundials»
 Vitruvius, *De Architectura, Libri Decem Liber I 1, 10*⁶⁴

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Αριστοτέλη**, *Αναλυτικά Ύστερα, Φυσικά και Μετά τα Φυσικά*.
2. **Ασημακόπουλος, Μ.**, – **Τσιάντουλας, Α.**, *Η ιστορία και η θεωρία των επιστημών κατά τον μεσαίωνα*, Ε.Α.Π/ΕΠΟ31, τόμος Α, Πάτρα 2001
3. **Βαλλιάνος, Π.**, «Επιστήμη και θεολογική αυθεντία. Η Κοπερνικανή ανατροπή και η μαρτυρία του Γαλιλαίου» στο *Οι Επιστήμες της Φύσης και του Ανθρώπου στην Ευρώπη*, Ε.Α.Π/ΕΠΟ31, τόμος Β', Πάτρα 2001.
4. **Σπανδάγος, Β.**, «Το Ηλιοκεντρικό Σύστημα Των Αρχαίων Ελλήνων», περιοδικό ΙΣΤΟΡΙΚΑ- Ελευθεροτυπία 2 Ιανουαρίου 2003.
5. **Σπανδάγος Β., Σπανδάγος Ρ., Τραυλού Δ.**, «Οι αστρονόμοι της Αρχαίας Ελλάδας», εκδ Αίθρα, Αθήνα 2000, σελ. 145
6. **Φύλη, Χρ.**, *Αρχαιοελληνικές Καταβολές των Συγχρόνων Μαθηματικών*, προλ.Τεύκρ.Μιχαηλίδης, εκδ. Παπασωτηρίου, Αθήνα 2010, σσ.720-742
7. **Φύλη Χρ.** «Εξουσία και Μαθηματικά», προλ. Απ. Δοξιάδης, εκδ. Παπασωτηρίου, Αθήνα 2009, σσ. 55-134.
8. **Benson, H.**, *Historical note: The Geocentric Theory Versus the Heliocentric Theory*, University Physics, John Willey and Sons.
9. **Brown, F., Driver, S., Briggs, C.**, *The Brown-Driver-Briggs Hebrew and English lexicon*, coded with Strong's Concordance Numbers, ed. Hendrickson Publishers. 2005.
10. **Brown, G.I.**, «The Evolution of the Term "Mixed Mathematics"», *Journal of the History of Ideas*, τόμος 527, vol. 1, 1996, pp.81-102.
11. **Burt, E.A.**, *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, Doubleday Anchor, N.Y., 1954.
12. **Butterfield, H.**, *Η καταγωγή της σύγχρονης επιστήμης (1300-1800)*, μτφρ.Αρζόγλου, Ι., - Χριστοδουλίδης, Αντ., εκδ. ΜΙΕΤ. Αθήνα 2005.
13. **Cohen, H. Floris**, *The Scientific Revolution: An Historiographical Enquiry*, University of Chicago Press, Chicago, 1994.
14. **Cottingham, J.**, *Οι ορθολογιστές*, εκδ. Πολύτροπον, Αθήνα, 2003.
15. **Crombie, A. C.**, *Η Επιστήμη στο Μεσαίωνα 5^{ος}-13^{ος} αιώνας*, Μ.Ι.Ε.Τ., Αθήνα, 1994
16. **Dijksterhuis, E.J.**, *The Mechanization of the World Picture*, OUP, Oxford, 1969.
17. **Drake, S.**, *Galileo*, μτφρ.Τ.Κυπριανίδη, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο, 1999.
18. **Farrington, B.** *Η επιστήμη στην αρχαία Ελλάδα*, μτφρ.Ν. Ραΐση, εκδ Κάλβος Αθήνα 1993
19. **Finocchiaro, M.A.**, «Physical-Mathematical Reasoning: Galileo on the Extruding Power of Terrestrial Rotation», *Synthese*, τόμος 134, v. 1-2, 2003, σσ. 217-244.
20. **Gingerich, O., Voelkel, J.R.** «Tycho and Kepler: solid myth versus subtle truth», *Social Research*, τόμος 72, v. 1, Άνοιξη 2005, σσ. 77-106.
21. **Gingerich, O.** *Στα Τychη του Κοπέρνικου*, μτφ. Πισσία, Ε. εκδ. Τραυλός, Αθήνα: 2005.
22. **Gillispie, Ch.** *Στην κόψη της αλήθειας*, μτφ. Κούρτοβικ, Δ. εκδ. ΜΙΕΤ, Αθήνα 1986.

⁶⁴ Latin text in http://www.hs-augsburg.de/~harsch/Chronologia/Lsante01/Vitruvius/vit_ar01.html

23. **Grant, E.** *Οι Φυσικές Επιστήμες τον Μεσαίωνα*, επιμ. Κάλφας, Β.-Δήτσας, Π. μτφ. Σαρίκας, Ζ. επιμέλεια σειράς Γαβρόγλου, Κ.-Μπαλτάς, Α, ΠΕΚ, Ηράκλειο 1994
24. **Jardine, N.** *The Scenes of Inquiry*, Oxford, Clarendon Press, 1991.
25. **Koyré, A.** *Από τον κλειστό κόσμο στο Άπειρο Σύμπαν*, μτφ. Λάμψα, Π. εκδ. Ευρύαλος, Αθήνα, 1989.
26. **Koyré, A.** *Δυτικός πολιτισμός. Η άνθιση της επιστήμης και της τεχνικής*, μτφ. Κάλφα, Β.-Σαρίκας, Ζ., εκδ. Ύψιλον, Αθήνα, 1991.
27. **Kuhn, T.S.**, «Mathematical vs. Experimental Traditions in the Development of Physical Science», *Journal of Interdisciplinary History*, τόμος 7, vol. 1, 1976, σσ. 1-31.
28. **Kuhn, T. S.**, *The Essential Tension: Tradition and Innovation in Scientific Research* reprinted in his *The Essential Tension*, University of Chicago Press, 1977, pp.225 – 239.
29. **Kuhn, T. S.** *The Copernican Revolution*, Harvard University Press, 1957.
30. **Kuhn, T. S.** *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago: The University of Chicago Press, ελλ. έκδ: Η Δομή των Επιστημονικών Επαναστάσεων, Θεσσαλονίκη: Σύγχρονα Θέματα, 1981
31. **Laird, W.R.** «Robert Grosseteste on the subalternate sciences», *Traditio*, τόμος 43, 1987, σσ. 147-169.
32. **Lindberg, D.C.** «The Genesis of Kepler's Theory of Light: Light Metaphysics from Plotinus to Kepler», *Osiris*, σειρά 2η, τόμος 2, 1986, σσ. 4-42.
33. **Lindberg, D.C.** *Οι απαρχές της Δυτικής Επιστήμης*, Πανεπιστημιακές εκδ. Ε.Μ.Π., Αθήνα, 1997.
34. **Lloyd, G. E. R.** *Methods and Problems in Greek Science*, Cambridge University Press, 1991. Ελλ. έκδ: Αρχαία Ελληνική Επιστήμη: Μέθοδοι και Προβλήματα, εκδ. Αλεξάνδρεια, μτφ. Μπάλλα, Χλ. Αθήνα 1996, σελ. 268-270
35. **Robbins, F. E.** *The Hexameral Literature; A Study of the Greek and Latin Commentaries on Genesis*, Chicago 1912.
36. **Shapin, S.** *Η Επιστημονική Επανάσταση*, μτφ. Καρκάνης, Η., εκδ. Κάτοπτρο, Αθήνα, 2003.
37. **Westfall, R.S.** *Η Συγκρότηση της Σύγχρονης Επιστήμης*, μτφ. Ζήση, Κ., Ηράκλειο 1993, ΠΕΚ.