



ΑΡΧΑΙΑ
ΕΛΛΗΝΙΚΗ
ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ

45

Αρχαίες Διαστημικές έρευνες
Αρίσταρχος

Αρχαίες Διαστημικές έρευνες

Αρίσταρχος

Στην Ελληνική Μυθολογία, ο Ίκαρος και ο Δαίδαλος πέταξαν για πρώτη φορά, με πτέρυγες κατασκευασμένες από φτερά και κερί, με το γνωστό αποτέλεσμα, ενώ οι ανθρωποκεντρικοί θεοί προβάλλονταν στα άστρα, σαν Ουρανία, Ανδρομέδα, Υάδες, Μπελίντα, Αριάδνη, Βερενίκη, Καλλιστώ, Ορίων, Κασσιόπη, Μερόπη κ.λ.π.

Τα πρώτα βήματα προς την επιστημονική θεώρηση του Σύμπαντος, έγιναν στην Αρχαία Βαβυλωνία και την Αίγυπτο, το 5.000 περίπου, π.Χ. Οι συστηματικές παρατηρήσεις άρχισαν από το 3.000 και κατά την δεύτερη χιλιετία, οι πλανήτες είχαν ήδη ενταχθεί στο ζωδιακό σύστημα ενώ γύρω στο 1.000, υπάρχουν, πια σημειώσεις και αναφορές γύρω από τις κινήσεις τους.

Στις αρχές του 6ου π.χ. αιώνα, ο **Θαλής ο Μιλήσιος**, στον οποίο αποδίδεται η θεμελίωση της Επιστήμης, των Μαθηματικών και της Φιλοσοφίας, ταξίδεψε στην Αίγυπτο και διδάχθηκε απ'αυτούς, ιδρύοντας ύστερα την ονομαστή Ιωνική σχολή της Ελληνικής Αστρονομίας. Ο Θαλής προέβλεψε την ηλιακή έκλειψη της 28ης Μαΐου 585 π.χ. και μέτρησε την φαινόμενη διάμετρο του Ήλιου. Αργότερα, οι οπαδοί του προχώρησαν παραπέρα. Ο Αναξιμένης διατύπωσε την υπόθεση ότι υπάρχουν πολλά, σαν την Γη, ουράνια σώματα καθώς και ότι ο άνθρωπος προέρχεται από άλλα ζώα, ο Ηράκλειτος είδε τον ουρανό γεμάτο από ουράνια φωτιά ενώ ο Αναξίμανδρος ήξερε ότι η Γη, δεν είναι επίπεδη.

Μία άλλη σχολή, στη Σάμο έκανε παράλληλα τις δικές της εκτιμήσεις. Ο ιδρυτής της, ο **Πυθαγόρας**, από τον 6ο έως τον 4ο αιώνα, υποστήριξε με θέρμη την σφαιρικότητα της Γης, ο Ηρακλείδης εξήγησε την ημερήσια περιφορά των άστρων, υποθέτοντας ότι η Γη στρέφεται γύρω από τον άξονα της, ενώ ο **Αρίσταρχος**, έκανε πρώτος λόγο για ηλιοκεντρικό σύστημα.

Ο **Ερατοσθένης**, (276 - 192 π.χ.) υπολόγισε με ακρίβεια την περιφέρεια της Γης και ο **Ίππαρχος**, ο μεγαλύτερος Έλληνας αστρονόμος, μέτρησε το μέγεθος του Ήλιου και της Σελήνης. Μεταξύ 141 και 127 π.χ., ο **Πτολεμαίος** δεχόμενος την λανθασμένη άποψη του Ίππαρχου, που τοποθετούσε τη Γη στο κέντρο του Σύμπαντος, ξεκινούσε την σταδιακή οπισθοδρόμηση των Ελληνικών Επιστημών, που έμελλε να κρατήσει 11 αιώνες.

Οι αναμφίβολα, σπουδαίες αυτές γνώσεις χρησίμευσαν στον άνθρωπο, ώστε να αρχίσει να αντιλαμβάνεται τον κόσμο γύρω του. Το επόμενο βήμα ήταν, λοιπόν, να προσπαθήσει, πειραματικά στην αρχή, να ταξιδέψει προς αυτούς τους νέους ορίζοντες και τις ιδέες για αυτό, θα του τις έδινε, η ίδια η φύση. Ο δρόμος, μάλιστα, προς τα άστρα φάνηκε να περνά από παράξενα μονοπάτια.

Η θέα ενός καλαμαριού, που μετακινείται γρήγορα ρουφώντας και εκτοξεύοντας νερό, ήταν μία πρώτη, ενδιαφέρουσα εικόνα, ενώ ο ατμός και ο άνεμος ανακαλύφθηκε, ότι μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν επίσης, για αυτό το σκοπό.

Ο **Αρχύτας ο Ταραντίνος**, ένας Έλληνας που έζησε στον Τάραντα της Ν. Ιταλίας, τον 4ο αιώνα π.χ., έφτιαξε ένα ξύλινο περιστέρι, που εκκινείτο καθώς μία συσκευή του διοχέτευε ατμό ενώ το 53 π.χ. ο **Ήρωνας**, ένας Αλεξανδρινός φιλόσοφος, δημιούργησε έναν "αιολικό σωλήνα". Το νερό, βράζοντας σε μία χοάνη παρήγαγε ατμό, ο οποίος διαμέσου μικρών σωλήνων, περνούσε σε μία σφαίρα. Ύστερα, εξερχόμενος από δύο μικρά στόμια, σχήματος L, έκανε την σφαίρα να περιστρέφεται.

Οι αρχαίοι πρόγονοί μας μελετούσαν λοιπόν λεπτομερώς τον ουρανό, είτε για να προβλέπουν τις μεταβολές του καιρού, είτε για να έχουν συγκεκριμένη εικόνα για την πάροδο του χρόνου, ή για να μετρούν αποστάσεις. Κάθε μέρα παρατηρούσαν τις θέσεις του Ήλιου στον ουρανό και κάθε νύχτα τα άστρα και τους πλανήτες μέχρι την επόμενη μέρα. Το έδαφος που πατούσαν ήταν στέρεο και σταθερό, επομένως ήταν φυσικό να υποθέσουν ότι αυτό που κινείται είναι τα ουράνια σώματα ως προς την ακίνητη Γη, και όχι το αντίθετο. Συνεπώς, οι πρώτοι παρατηρητές του ουρανού ανέπτυξαν μια θεώρηση του κόσμου στην οποία η Γη ήταν μια ακίνητη σφαίρα στο κέντρο ενός σύμπαντος που περιφερόταν γύρω της.

Στην πραγματικότητα, συμβαίνει το αντίθετο, η Γη κινείται γύρω από τον Ήλιο αλλά κανείς δεν είχε σκεφτεί αυτή την πιθανότητα μέχρι που εμφανίστηκε ο **Φιλόλαος από τον Κρότωνα**. Μαθητής της σχολής του Πυθαγόρα τον πέμπτο αιώνα π.Χ., ο Φιλόλαος ήταν ο πρώτος που πρότεινε ότι η Γη βρίσκεται σε τροχιά γύρω από τον Ήλιο και όχι το αντίθετο. Τον επόμενο αιώνα, ο **Ηρακλείδης ο Ποντικός** βασίστηκε στις ιδέες του Φιλολάου, παρ' ότι οι φίλοι του τον θεωρούσαν τρελό και του είχαν δώσει το παρατσούκλι «παραδοξολόγος».

Όμως αυτός που έθεσε το πρόβλημα σωστά ήταν ο Αρίσταρχος ο Σάμιος, ο οποίος γεννήθηκε μεταξύ του 320 και 310 π.Χ., και πέθανε περίπου το 230 π.Χ. Ο Αρίσταρχος εκτός όμως από την ανάπτυξη του ηλιοκεντρικού μοντέλου συνεισέφερε και στη μέτρηση της απόστασης του Ήλιου από τη Γη, καθώς και την διάμετρο της Σελήνης. Από αυτά φαίνεται ο εκπληκτικός του νους.

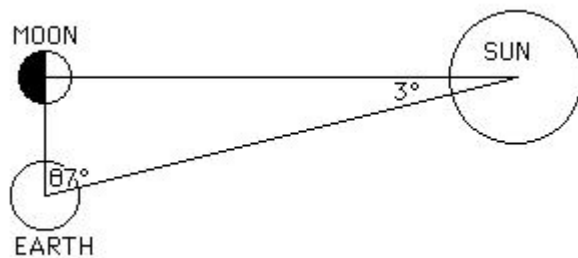
Προσπάθησε να καθαιρέσει την ενστικτώδη (αλλά εσφαλμένη) εικόνα του Σύμπαντος, όπου η Γη βρίσκεται στο κέντρο των πάντων. Αντίθετα, στη λιγότερο προφανή (αλλά σωστή) εικόνα του Αρίσταρχου, η Γη περιφέρεται γύρω από τον κυρίαρχο Ήλιο. Επίσης, είχε δίκιο όταν ισχυρίστηκε ότι η Γη περιστρέφεται γύρω από τον άξονα της κάθε 24 ώρες, γεγονός που εξηγεί γιατί ο Ήλιος εμφανίζεται κάθε μέρα και εξαφανίζεται κάθε νύχτα.

Εκτός από το ηλιοκεντρικό μοντέλο ο Αρίσταρχος παρατήρησε την κίνηση της Σελήνης διαμέσου της σκιάς της Γης κατά τη διάρκεια μιας έκλειψης Σελήνης. Εκτίμησε ότι η διάμετρος της Γης ήταν 3 φορές μεγαλύτερη από τη διάμετρο της Σελήνης. Χρησιμοποιώντας τον υπολογισμό του Ερατοσθένους ότι η περιφέρεια της Γης ήταν 42.000 χλμ., συμπέρανε ότι η Σελήνη έχει περιφέρεια ίση με 14.000 χλμ. Σήμερα, είναι γνωστό ότι η Σελήνη έχει περιφέρεια περίπου ίση με 10.916 χλμ.

Αλλά και ο **Αναξαγόρας από τις Κλαζομενές** υπήρξε ένας ριζοσπαστικός στοχαστής του 5ου π.Χ. αιώνα, που θεωρούσε πως σκοπός της ζωής ήταν «η εξερεύνηση του Ήλιου, της Σελήνης και του ουρανού». Πίστευε επίσης ότι ο

Ήλιος ήταν μια θερμή λευκή πέτρα και όχι μια θεότητα, και ότι οι αστέρες ήταν επίσης θερμές πέτρες, αλλά βρίσκονταν πολύ μακριά για να θερμάνουν τη Γη. Αντίθετα, πίστευε ότι η Σελήνη ήταν μια ψυχρή πέτρα που δεν εξέπεμπε φως, αλλά το φως της ήταν απλώς αντανάκλαση του ηλιακού φωτός. Παρά το εξαιρετικά ανεκτικό διανοητικό περιβάλλον της Αθήνας, όπου ζούσε ο Αναξαγόρας, ήταν επικίνδυνο να ισχυρίζεται κάποιος ότι ο Ήλιος και η Σελήνη ήταν απλές πέτρες και όχι θεοί έτσι, φθονεροί αντίπαλοι του τον κατηγορήσαν ως αιρετικό και οργάνωσαν μια εκστρατεία που είχε ως αποτέλεσμα την εξόριση του στη Λάμψακο της Μικράς Ασίας.

Ο Αρίσταρχος εν συνεχεία βασίστηκε στην ιδέα του Αναξαγόρα για το φως της Σελήνης. Εάν το φως της Σελήνης ήταν ανακλώμενο ηλιακό φως, τότε έπρεπε να έχουμε ημισέληνο όταν ο Ήλιος, η Σελήνη και η Γη σχηματίζουν ένα ορθογώνιο τρίγωνο, όπως φαίνεται στο δεξιό σχήμα. Ο Αρίσταρχος μέτρησε τη γωνία μεταξύ των ευθειών που ενώνουν τη Γη με τον Ήλιο και τη Σελήνη, και κατόπιν χρησιμοποίησε τριγωνομετρία για να υπολογίσει το λόγο μεταξύ των αποστάσεων Γης-Σελήνης και Γης-Ήλιου. Βρήκε ότι η γωνία ήταν 87° , πράγμα που σήμαινε ότι ο Ήλιος απείχε από τη Γη περίπου 20 φορές περισσότερο απ' ό,τι η Σελήνη, και ο προηγούμενος υπολογισμός έχει ήδη δώσει την απόσταση μας από τη Σελήνη. Στην πραγματικότητα, η σωστή γωνία είναι $89,85^\circ$, και ο Ήλιος απέχει από τη Γη 400 φορές περισσότερο απ' ό,τι η Σελήνη, όμως ο Αρίσταρχος είχε σαφώς κάνει ό,τι καλύτερο μπορούσε προκειμένου να μετρήσει αυτή τη γωνία με ακρίβεια.



Εντόπισε ότι η Σελήνη και ο Ήλιος έχουν σχεδόν το ίδιο φαινόμενο μέγεθος από τη Γη και συμπέρανε ότι οι διάμετροί τους θα είναι ανάλογοι με την απόστασή τους από τη Γη. Έτσι κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ο Ήλιος είχε 20 φορές μεγαλύτερη διάμετρο από τη Σελήνη, κάτι που είναι υπολογιστικά λογικό και σωστό, αλλά επίσης λάθος (αφού στηρίζεται σε λάθος δεδομένα). Η εκτίμησή του όμως αυτή υποδεικνύει ότι ο Ήλιος είναι ξεκάθαρα μεγαλύτερος από τη Γη, κάτι που υποστηρίζει το ηλιοκεντρικό μοντέλο.

Και πάλι, δεν είναι η ακρίβεια το ουσιαστικό στοιχείο: οι Έλληνες είχαν βρει μια αξιόπιστη μέθοδο, η οποία ήταν η κύρια ανακάλυψη, ενώ καλύτερες μετρητικές οδήγησαν τους μεταγενέστερους επιστήμονες πιο κοντά στην πραγματική απάντηση.

Ο Αρίσταρχος ήταν ένας φιλόσοφος, και οι ιδέες του σχετικά με την αστρονομία έγιναν πολύ γνωστές. Μάλιστα, η πεποίθησή του για ένα ηλιοκεντρικό σύμπαν καταγράφηκε από τον Αρχιμήδη στο έργο του *Ψαμμίτης*: «Υποθέτει ότι οι απλανείς αστέρες και ο Ήλιος παραμένουν ακίνητοι και ότι η Γη χαράζει το δρόμο της γύρω από τον Ήλιο πάνω στην περιφέρεια ενός κύκλου».

Ο Αρχιμήδης στο έργο του *Ψαμμίτης* έγραψε:

«Κατέχεις δέ, διότι καλεῖται κόσμος ὑπὸ μὲν τῶν πλείστων ἀστρολόγων ἅσφαῖρα, ἅς ἐστὶ κέντρον μὲν τὸ τᾶς γᾶς κέντρον, ἃ δὲ ἐκ τοῦ κέντρου ἴσα τὰ εὐθεῖα τὰ μεταξύ τοῦ κέντρου τοῦ ἁλίου καὶ τοῦ κέντρου τᾶς γᾶς ταῦτα γὰρ ἐν ταῖς γραφομέναις παρὰ τῶν ἀστρολόγων δείξει διακούσας.

Ἀρίσταρχος δὲ ὁ Σάμιος ὑποθεσίων τινῶν ἐξέδωκεν γραφάς, ἐν αἷς ἐκ τῶν ὑποκειμένων συμβαίνει τὸν κόσμον πολλαπλάσιον εἶμεν τοῦ νῦν εἰρημένου. Ὑποτίθεται γὰρ τὰ μὲν ἀπλανέα τῶν ἄστρον καὶ τὸν ἅλιον μένειν ἀκίνητον, τὰν δὲ γᾶν περιφέρεσθαι περὶ τὸν ἅλιον κατὰ κύκλου περιφέρειαν, ὅς ἐστὶν ἐν μέσῳ τῷ δρόμῳ κείμενος, τὰν δὲ τῶν ἀπλανέων ἄστρον σφαῖραν περὶ τὸ αὐτὸ κέντρον τῷ ἁλίῳ κειμέναν τῷ μεγέθει τηλικαύταν εἶμεν, ὥστε τὸν κύκλον, καθ' ὃν τὰν γᾶν ὑποτίθεται περιφέρεσθαι, τοιαύταν ἔχειν ἀναλογίαν ποτὶ τὰν τῶν ἀπλανέων ἀποστασίαν, οἷαν ἔχει τὸ κέντρον τᾶς σφαίρας ποτὶ τὰν ἐπιφάνειαν. Ἐκδεκτέον δὲ τὸν Ἀρίσταρχον διανοεῖσθαι τόδε ἐπειδὴ τὰν γᾶν ὑπολαμβάνομεν ὥσπερ εἶμεν τὸ κέντρον τοῦ κόσμου, ὃν ἔχει λόγον ἃ γὰ ποτὶ τὸν ὑψ' ἁμῶν εἰρημένον κόσμον, τοῦτον ἔχειν τὸν λόγον τὰν σφαῖραν, ἐν ᾗ ἐστὶν ὁ κύκλος, καθ' ὃν τὰν γᾶν ὑποτίθεται περιφέρεσθαι, ποτὶ τὰν τῶν ἀπλανέων ἄστρον σφαῖραν τᾶς γὰρ ἀποδείξιας τῶν φαινομένων οὕτως ὑποκειμένῳ ἐναρμονίζει, καὶ μάλιστα φαίνεται τὸ μέγεθος τᾶς σφαίρας, ἐν ᾗ ποιεῖται τὰν γᾶν κινουμένην, ἴσον ὑποτίθεσθαι τῷ ὑψ' ἁμῶν εἰρημένῳ κόσμῳ.»

Σε Νεοελληνικὴ ἀπόδοση: «Συ βασιλιά Γέλων γνωρίζεις ὅτι ὁ κόσμος εἶναι τὸ ὄνομα που δίνουν οἱ περισσότεροὶ αστρονόμοι σὲ μία σφαῖρα, που στο κέντρο της βρίσκεται ἡ Γῆ καὶ ὅτι ἡ ακτίνα της σφαίρας αὐτῆς εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἀπόσταση μεταξύ τοῦ Ἥλιου καὶ της Γῆς. Αὐτὴ εἶναι ἡ ἐξήγηση τὴν ὁποία δίνουν οἱ αστρονόμοι. Ἀλλὰ ὁ Ἀρίσταρχος ἔγραψε ἕνα βιβλίον, που περιέχει ὁρισμένες προτάσεις, ἀπὸ τις ὁποῖες συμπεραίνεται ὅτι ὁ πραγματικὸς κόσμος εἶναι πολὺ μεγαλύτερος. Πιστεύεται ὅτι οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες καὶ ὁ Ἥλιος εἶναι ἀκίνητοι, ὅτι ἡ Γῆ κινεῖται γύρω ἀπὸ τὸν Ἥλιο σὲ κυκλικὴ τροχιά, που στο κέντρο της βρίσκεται ὁ Ἥλιος. Ἀκόμη ὅτι ἡ σφαῖρα τῶν ἀπλανέων ἀστέρων, που βρίσκεται στο ἴδιο με τὸν Ἥλιο κέντρο, εἶναι τόσο μεγάλη, ὥστε ὁ κύκλος γύρω ἀπὸ τὸν ὁποῖο περιστρέφεται ἡ Γῆ ἀπέχει ἀπὸ τοὺς ἀπλανεῖς ἀστέρες, ὅσο ἀπέχει τὸ κέντρο μίας σφαίρας ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειά της... Ὁ Ἀρίσταρχος δηλαδὴ ἐννοεῖ τὸ ἐξῆς: ἀφοῦ πιστεύουμε ὅτι ἡ Γῆ εἶναι, ἅς πούμε, τὸ κέντρο τοῦ κόσμου, ἡ σχέση της Γῆς πρὸς ἐκεῖνο που ὀνομάζουμε «κόσμον» εἶναι ἴση πρὸς τὴν σχέση της σφαίρας, που περιέχει τὸν κύκλον πάνω στον ὁποῖο διατείνεται ὅτι περιστρέφεται ἡ Γῆ, πρὸς τὴν σφαῖρα τῶν ἀπλανέων ἀστέρων.»

Ὅμως οἱ ἄλλοι φιλόσοφοι ἐγκατέλειψαν ἐντελῶς αὐτὴ τὴν πολὺ ακριβὴ εἰκόνα τοῦ Ἡλιακοῦ Συστήματος καὶ ἡ ἰδέα ἐνός ἠλιοκεντρικοῦ κόσμου ἐξαφανίστηκε γιὰ τὰ ἐπόμενα χίλια πεντακόσια χρόνια. Ἄραγε, γιὰτί οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες, που ὑποτίθεται πῶς ἦταν ἐξυπνοὶ, ἀπέρριψαν τὴν ἐμπνευσμένη εἰκόνα τοῦ Ἀρίσταρχου γιὰ τὸν κόσμον καὶ ἐμείναν προσκολλημένοι σὲ ἕνα γεωκεντρικὸ σύμπαν;

Ἡ ἐπικράτηση της γεωκεντρικῆς κοσμοθεώρησης ἐναντὶ τοῦ ἠλιοκεντρικοῦ σύμπαντος τοῦ Ἀρίσταρχου οφειλόταν σὲ ὁρισμένες θεωρήσεις τῶν ἀρχαίων φιλοσόφων.

Αρχικά, τους φαινόταν εντελώς γελοίο να κινείται η Γη γύρω από τον Ήλιο. Τους ήταν τόσο προφανές ότι ο Ήλιος περιφέρεται γύρω από μίαν ακίνητη Γη, ώστε το αντίθετο ήταν αδιανόητο. Με λίγα λόγια, ένα ηλιοκεντρικό σύμπαν ήταν αντίθετο στην κοινή λογική. Ωστόσο, οι καλοί επιστήμονες δεν πρέπει να επηρεάζονται από την κοινή λογική, διότι ενίοτε η επιστημονική αλήθεια που κρύβουν τα πράγματα έχει πολύ μικρή σχέση μαζί της. Ο Άλμπερτ Αϊνστάιν καταδίκασε την κοινή λογική, δηλώνοντας ότι δεν είναι τίποτε άλλο παρά «*μια συλλογή προκαταλήψεων που έχουμε αποκτήσει μέχρι τα δεκαοκτώ μας χρόνια*».

Ύστερα, το ηλιακό Σύστημα του Αρίσταρχου παρουσίαζε μια φαινομενική αποτυχία να αντέξει σε εξονυχιστικό επιστημονικό έλεγχο. Ο Αρίσταρχος είχε φτιάξει ένα μοντέλο του σύμπαντος το οποίο υποτίθεται ότι ταίριαζε με την πραγματικότητα, αλλά δεν ήταν σαφές ότι το μοντέλο του ήταν ακριβές. Περιφερόταν πράγματι η Γη γύρω από τον Ήλιο;

Οι επικριτές του επεσήμαναν τρία σημεία «διαρροής» στη θεωρία του Αρίσταρχου.

Πρώτον, εάν η Γη κινούνταν, οι Έλληνες θα ένιωθαν ένα συνεχές ρεύμα αέρα και την ίδια στιγμή το έδαφος θα έφευγε κάτω από τα πόδια τους. Ωστόσο, ούτε συνεχής άνεμος υπήρχε, ούτε το έδαφος έφευγε κάτω από τα πόδια τους, επομένως οι Έλληνες συμπεράναν ότι η Γη έπρεπε να είναι ακίνητη. Βέβαια, η Γη όντως κινείται, και ο λόγος που εμείς δεν αισθανόμαστε αυτή τη φανταστική ταχύτητα μας στο διάστημα είναι επειδή τα πάντα πάνω στη Γη κινούνται μαζί μ' αυτή - κι εμείς και η ατμόσφαιρα και το έδαφος. Οι Έλληνες δεν κατάφεραν να εκτιμήσουν αυτό το επιχείρημα.

Δεύτερο προβληματικό σημείο ήταν ότι μια κινούμενη Γη δεν συμβιβαζόταν με την κατανόηση που είχαν οι Έλληνες για τη βαρύτητα. Η παραδοσιακή άποψη ήταν ότι τα πάντα είχαν την τάση να κινούνται προς το κέντρο του σύμπαντος' όμως η Γη βρισκόταν ήδη στο κέντρο, επομένως, ήταν αδύνατον να κινείται. Αυτή η θεωρία ήταν απολύτως λογική, επειδή εξηγούσε γιατί όταν τα μήλα πέφτουν από τα δέντρα κατευθύνονται προς το κέντρο της Γης, δεδομένου ότι έλκονται από το κέντρο του Σύμπαντος. Όμως εάν ο Ήλιος βρισκόταν στο κέντρο του σύμπαντος, τότε γιατί τα αντικείμενα έπεφταν προς τη Γη; Αντίθετα, τα μήλα δεν θα έπρεπε να πέφτουν από τα δέντρα αλλά θα έπρεπε να έλκονται προς τον Ήλιο - για την ακρίβεια, οτιδήποτε βρισκόταν πάνω στη Γη θα έπρεπε να έλκεται προς τον Ήλιο. Μπορεί με τη βοήθεια των νόμων του Νεύτωνα να καταλαβαίνουμε γιατί οι πλανήτες κινούνται γύρω από τον Ήλιο και τα αντικείμενα να πέφτουν πάνω στη Γη, ωστόσο αυτή η εξήγηση ήταν πέρα από το περιορισμένο επιστημονικό πλαίσιο των Ελλήνων.

Ο τρίτος λόγος για τον οποίο οι φιλόσοφοι απέρριψαν το ηλιοκεντρικό σύμπαν του Αρίσταρχου ήταν η φαινόμενη έλλειψη οποιασδήποτε μετατόπισης στις θέσεις των αστερών. Αν η Γη διένυε τεράστιες αποστάσεις γύρω από τον Ήλιο, τότε θα βλέπαμε το σύμπαν από διαφορετικές θέσεις στη διάρκεια ενός έτους. Το μεταβαλλόμενο παρατηρητήριο μας θα σήμαινε μεταβαλλόμενη προοπτική για το σύμπαν, και οι αστέρες θα έπρεπε να βρίσκονται σε σχετική κίνηση μεταξύ τους, η οποία είναι γνωστή ως αστρική παράλλαξη. Η απόσταση της Γης από τον Ήλιο είναι 150 εκατομμύρια χιλιόμετρα, έτσι αν η Γη ήταν σε τροχιά γύρω από τον Ήλιο τότε μετά από έξι μήνες θα βρισκόταν

300 εκατομμύρια χιλιόμετρα μακριά από την αρχική της θέση. Οι Έλληνες θεωρούσαν ότι ήταν αδύνατο να ανιχνεύσουν οποιαδήποτε μετατόπιση μεταξύ των σχετικών θέσεων των αστέρων κατά τη διάρκεια ενός έτους, παρά την τεράστια μετατόπιση εξαιτίας της γήινης προοπτικής αν βρισκόμασταν σε τροχιά γύρω από τον Ήλιο.

Ο **Κλεάνθης**, ένας στωικός φιλόσοφος στην Αθήνα και σύγχρονος του Αρίσταρχου, πίστευε ότι ήταν το καθήκον των Ελλήνων να καταδικάσουν τον Αρίσταρχο τον Σάμιο με την κατηγορία ότι έβαζε σε κίνηση την εστία (κέντρο) του Σύμπαντος (δηλ. τη Γη) και έτσι διαταράσσει την ηρεμία των θεών: «*Ὡς κινῶν τὴν τοῦ κόσμου ἐστίαν καὶ ταρασσὼν τὴν τῶν οὐρανῶν (θεῶν) ἡρεμίαν*» ... υπέθετε ότι ο ουρανός παραμένει ακίνητος και η Γη γυρίζει πάνω σε ένα επικλινή κύκλο, ενώ ταυτόχρονα περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της."

Στη μοναδική του εργασία που έχει διασωθεί μέχρι σήμερα «*Περὶ μεγεθῶν καὶ ἀποστημάτων Ἡλίου καὶ Σελήνης*», ο Αρίσταρχος γράφει ότι τα αστέρια βρίσκονται σε άπειρη απόσταση, και αυτό το θεωρούσε ως εξήγηση για την απουσία ορατής παράλλαξης, δηλαδή της παρατηρούμενης κίνησης των αστέρων καθώς η Γη κινείται γύρω από τον Ήλιο. Στην πραγματικότητα τα αστέρια βρίσκονται πολύ πιο μακριά από όσο είχε υποτεθεί στην αρχαιότητα, το οποίο ερμηνεύει το γεγονός ότι η αστρική παράλλαξη είναι ανιχνεύσιμη μόνο με τηλεσκόπια.

Ο Αρίσταρχος ξεκινάει το βιβλίο του "*Περὶ μεγεθῶν καὶ ἀποστημάτων Ἡλίου καὶ Σελήνης*" (δηλαδή αποστάσεων) με 6 υποθέσεις:

1. Η Σελήνη παίρνει φως από τον Ήλιο.
2. Η Γη έχει λόγο προς τη σφαίρα της Σελήνης ως σημείο προς κέντρο.
3. Όταν σ' εμάς φαίνεται φωτισμένο το μισό της Σελήνης γέρνει προς τα μάτια μας ο μέγιστος κύκλος της Σελήνης που καθορίζει το σκιερό και το φωτεινό της μέρος.
4. Όταν σ' εμάς η Σελήνη φαίνεται φωτισμένη κατά το μισό της μέρος, τότε αυτή απέχει από τον ήλιο λιγότερο από ένα τεταρτημόριο και μάλιστα ένα τεταρτημόριο μείον το $1 / 30$ του (δηλαδή 87σ).
5. Το πλάτος της σκιάς της Γης περιλαμβάνει δύο σελήνες.
6. Η Σελήνη υποτείνει το $1 / 15$ του ζωδιακού κύκλου.

Τελικά, οι ενδείξεις οδηγούσαν στο συμπέρασμα ότι η Γη δεν κινείται και ότι βρισκόταν στο κέντρο του σύμπαντος. Βέβαια, η Γη πράγματι περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο, και η αστρική παράλλαξη πράγματι υπάρχει, αλλά κάτι τέτοιο δεν μπορούσε να γίνει αντιληπτό από τους Έλληνες διότι οι αστέρες βρίσκονται πάρα πολύ μακριά.

Συνοψίζοντας, η Γη όντως κινείται, αλλά η μετατόπιση λόγω παράλλαξης ελαττώνεται γρήγορα με την αύξηση της απόστασης, οι αστέρες φυσικά βρίσκονται πολύ μακριά, και ως εκ τούτου η αστρική παράλλαξη ήταν αδύνατον να ανιχνευτεί με πρωτόγονα μέσα.

Εκείνη την εποχή, οι ενδείξεις κατά του ηλιοκεντρικού μοντέλου του Αρίσταρχου για το Σύμπαν έμοιαζαν ακατανίκητες και έτσι είναι κατανοητό γιατί όλοι οι φιλόσοφοι έμειναν πιστοί στο γεωκεντρικό μοντέλο. Το

παραδοσιακό μοντέλο τους ήταν απολύτως λογικό και συνεπές με τον εαυτό του. Ήταν ικανοποιημένοι με τη θεώρηση τους για το σύμπαν και τη θέση που κατείχαν μέσα σ' αυτό. Ωστόσο, υπήρχε ένα σημαντικό πρόβλημα. Ασφαλώς, ο Ήλιος, η Σελήνη και οι αστέρες έμοιαζαν να κινούνται πειθήνια γύρω από τη Γη, αλλά υπήρχαν πέντε ουράνια σώματα που περιπλανώνται στον ουρανό μάλλον ανοργάνωτα (οι γνωστοί πλανήτες). Περιστασιακά, κάποια από αυτά τολμούσαν ακόμα και να σταματήσουν πριν αντιστρέψουν για κάποιο διάστημα την κατεύθυνση της κίνησης τους σε μια μεταβολή που είναι γνωστή ως ανάδρομη κίνηση. Αυτοί οι περιπλανώμενοι ανένταχτοι ήταν οι πέντε γνωστοί πλανήτες: Ερμής, Αφροδίτη, Άρης, Δίας και Κρόνος.

Σήμερα είναι αρκετά εύκολο να κατανοήσουμε τη συμπεριφορά αυτών των περιπλανώμενων σωμάτων που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τον Ήλιο με σταθερό τρόπο, αλλά εμείς τους παρατηρούμε από ένα κινούμενο σύστημα αναφοράς, τη Γη, και γι' αυτό το λόγο η κίνηση τους μοιάζει ακανόνιστη. Ειδικότερα, οι ανάδρομες κινήσεις που επιδεικνύουν ο Άρης, ο Κρόνος και ο Δίας εξηγούνται με το ηλιοκεντρικό σύστημα εύκολα. Ωστόσο, σύμφωνα με την παλιά γεωκεντρική προοπτική, όπου βρισκόμαστε στο κέντρο του σύμπαντος και τα πάντα περιφέρονται γύρω μας, η τροχιά του Άρη αποτελούσε ένα αίνιγμα. Αυτή η τροχιά έμοιαζε να σχηματίζει βρόχους με πολύ παράξενο τρόπο καθώς ο Άρης περιφερόταν γύρω από τη Γη. Ομοίως ο Κρόνος και ο Δίας εμφάνιζαν παρόμοιες ανάδρομες κινήσεις, τις οποίες οι Έλληνες σχηματοποιούσαν σε μια τροχιά με κυκλικούς βρόχους. Οι κύκλοι είναι ιερά σχήματα και σύμφωνα με τον Αριστοτέλη και τον Πλάτωνα όλα τα ουράνια σώματα έπρεπε να κινούνται σε κυκλικές τροχιές.

Αρκετοί αστρονόμοι και μαθηματικοί ασχολήθηκαν με το πρόβλημα και, ύστερα από πολλούς αιώνες, κατέληξαν σε μια αριστοτεχνική επίλυση —έναν τρόπο περιγραφής των πλανητικών τροχιών με βρόχους συναρτήσεως συνδυασμών κύκλων— η οποία ήταν σε συμφωνία με το δόγμα του Πλάτωνα και του Αριστοτέλη περί κυκλικής τελειότητας. Η επίλυση αυτή συνδέθηκε με το όνομα ενός αστρονόμου, του **Πτολεμαίου**, ο οποίος έζησε στην Αλεξάνδρεια το δεύτερο μ.Χ. αιώνα.

Πλανήτες όπως ο Άρης, ο Δίας και ο Κρόνος, όταν παρατηρηθούν από τη Γη, παρουσιάζουν την αποκαλούμενη ανάδρομη κίνηση (μια φαινόμενη κίνηση κι όχι πραγματική). Στην εικόνα φαίνεται ένα απλοποιημένο σχήμα του γεωκεντρικού συστήματος με μόνο τη Γη και τον Δία να κινούνται (αριστερόστροφα) γύρω από τον Ήλιο. Στην εικόνα φαίνεται πώς αντιλαμβάνονταν οι υποστηρικτές του γεωκεντρικού μοντέλου την τροχιά του Δία. Το μοντέλο τον Πτολεμαίου για το σύμπαν εξήγησε τις τροχιές με βρόχους πλανητών όπως ο Άρης, χρησιμοποιώντας συνδυασμούς κύκλων. Το μοντέλο τον Πτολεμαίου για το σύμπαν εξήγησε τις τροχιές με βρόχους πλανητών, χρησιμοποιώντας συνδυασμούς κύκλων. Το ζιγκ-ζαγκ του Δία ερμηνεύτηκε ως μια τροχιά που σχημάτιζε βρόχο.

Με άλλα λόγια, οι συντηρητικοί πίστευαν ότι η ακίνητη Γη βρισκόταν στο κέντρο του σύμπαντος, ενώ ο Δίας κατά την κίνηση του γύρω από τη Γη διέγραφε βρόχους.

Επίσης, στην εικόνα βλέπουμε τον Δία να κινείται μπροστά, αλλά μετά από λίγο φαίνεται να σταματά για λίγο και να κινείται προς τα δεξιά (προς τα πίσω ή ανάδομα). Η (φαινόμενη) ανάδρομη κίνηση σταματά και ανακτά την αρχική

διεύθυνση κίνησης του. Βέβαια, ο Δίας συνεχώς κινείται αριστερόστροφα γύρω από τον Ήλιο, αλλά σε μας φαίνεται σαν να διαγράφει ένα ζιγκ-ζαγκ εξαιτίας των σχετικών κινήσεων της Γης και του Δία.

Η **κοσμοθεωρία του Πτολεμαίου** είχε ως αφετηρία την ευρέως αποδεκτή υπόθεση ότι η Γη βρίσκεται στο κέντρο του σύμπαντος και ότι είναι ακίνητη, διαφορετικά... «όλα τα ζώα και όλα τα μεμονωμένα βάρη θα έφευγαν προς τα πίσω παρασυρμένα από τον άνεμο». Κατόπιν, εξήγησε τις τροχιές του Ήλιου και της Σελήνης συναρτήσας απλών κύκλων. Τότε, προκειμένου να εξηγήσει τις ανάδρομες κινήσεις, ανέπτυξε μια θεωρία κύκλων μέσα σε κύκλους, όπου οι πλανήτες κινούνται σε επίκυκλους όπως τους ονόμαζε.

Παρά το γεγονός ότι ήταν θεμελιωδώς λάθος, το πτολεμαϊκό σύστημα ικανοποιούσε μία από τις βασικές απαιτήσεις ενός επιστημονικού μοντέλου, δηλαδή προέβλεπε τη θέση και την κίνηση κάθε πλανήτη με μεγαλύτερο βαθμό ακρίβειας από κάθε άλλο προγενέστερο μοντέλο, ήταν απλό σχετικά και εξηγούσε την πτώση των σωμάτων πάνω στη Γη. Ακόμη και το ηλιοκεντρικό μοντέλο του Αρίσταρχου για το σύμπαν, το οποίο συμβαίνει να είναι βασικά σωστό, δεν μπορούσε να προβλέψει την κίνηση των πλανητών με τόση ακρίβεια. Άρα, τελικά, δεν πρέπει να μας προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι το μοντέλο του Πτολεμαίου επιβίωσε, ενώ του Αρίσταρχου εξαφανίστηκε.

Ο Κλαύδιος Πτολεμαίος συμπεριέλαβε το γεωκεντρικό μοντέλο στο έργο του «*Η Μεγάλη Σύνταξις*», το οποίο έγραψε περίπου το 150 μ.Χ. και έγινε το πιο έγκυρο κείμενο περί αστρονομίας για τους επόμενους αιώνες. Στην πραγματικότητα, κάθε ευρωπαίος αστρονόμος για την επόμενη χιλιετία επηρεάστηκε από τη Σύνταξη, και κανείς δεν αμφισβήτησε σοβαρά τη γεωκεντρική εικόνα του σύμπαντος. Η Σύνταξις άγγιξε το ευρύτερο κοινό το 827 μ.Χ., όταν μεταφράστηκε στα αραβικά και απόκτησε το νέο τίτλο *Αλμαγέστη* (Η Μεγίστη). Έτσι, μέσα στην απραξία του σχολαστικισμού στη διάρκεια του Ευρωπαϊκού Μεσαίωνα, οι ιδέες του Πτολεμαίου διατηρήθηκαν ζωντανές και μελετήθηκαν από τους σπουδαίους άραβες λόγιους της Μέσης Ανατολής.

Η εξάπλωση της Αρχαίας φιλοσοφίας στο Μεσαίωνα.

Μόλις η Ευρώπη άρχισε να βγαίνει από το διανοητικό της λήθαργο, η αρχαία γνώση των Ελλήνων επέστρεψε στη Δύση μέσω της μαυριτανικής ισπανικής πόλης του Τολέδο, όπου υπήρχε μια εξαιρετική ισλαμική βιβλιοθήκη. Όταν η πόλη πέρασε από τα χέρια των Μαυριτανών στα χέρια του ισπανού βασιλιά Αλφόνσο ΣΤ' το 1085, λόγιοι απ' όλη την Ευρώπη είχαν την άνευ προηγουμένου ευκαιρία της πρόσβασης σε ένα από το πιο σημαντικά θησαυροφυλάκια γνώσης του κόσμου. Τα περιεχόμενα έργα στη βιβλιοθήκη ήταν γραμμένα στα αραβικά, έτσι η πρώτη ενέργεια ήταν να ιδρυθεί ένα μεταφραστικό γραφείο βιομηχανικής κλίμακας. Οι περισσότεροι μεταφραστές εργάζονταν με τη βοήθεια ενδιάμεσου μεταφραστή που μετέφραζε πρώτα από τα αραβικά στα δημώδη ισπανικά, τα οποία κατόπιν μετέφραζαν στα λατινικά.

Χάρη στις προσπάθειες πολλών μεταφραστών, οι ευρωπαίοι λόγιοι μπορούσαν πια να εξοικειωθούν και πάλι με τα γραπτά του παρελθόντος και η αστρονομική έρευνα στην Ευρώπη αναζωογονήθηκε. Παραδόξως, η πρόοδος σταμάτησε, διότι υπήρχε τόσοσ σεβασμός για τα γραπτά των

αρχαίων Ελλήνων ώστε κανείς δεν τολμούσε να αμφισβητήσει το έργο τους. Θεωρούνταν δεδομένο ότι οι κλασικοί λόγιοι γνώριζαν όλα όσα θα μπορούσαν ποτέ να γίνουν κατανοητά, έτσι βιβλία όπως η Αλμαγέστη αντιμετωπιζόνταν ως ευαγγέλια. Κι αυτό παρά το γεγονός ότι οι αρχαίοι είχαν κάνει ορισμένα από τα μεγαλύτερα σφάλματα που μπορούμε να φανταστούμε.

Έπρεπε ο κόσμος να περιμένει μέχρι τον 16ο αιώνα, όταν ένας αστρονόμος βρήκε το κουράγιο να αναδιατάξει το σύμπαν και να αμφισβητήσει το σύστημα του Πτολεμαίου και την κοσμολογία των Ελλήνων. Ο αστρονόμος αυτός δεν ήταν άλλος από τον **Νικόλαο Κοπέρνικο** που επινόησε εκ νέου το ηλιοκεντρικό σύστημα του Αρίσταρχου.

Είναι ευτύχημα που το έργο του Αρίσταρχου δεν χάθηκε κατά το Μεσαίωνα. Έγινε αντιγραφή του έργου του στα λατινικά και για πρώτη φορά κυκλοφόρησε το 1448, ενώ η πρώτη έκδοση του ελληνικού πρωτοτύπου το 1688.

Όταν κατά το πρώτο μισό του 16ου αιώνα, ο Κοπέρνικος επανέφερε τη θεωρία του ηλιοκεντρικού συστήματος γνώριζε τις απαρχές αυτής της θεωρίας από τον Αρίσταρχο, όπως μας πληροφορεί μία περικοπή από το σύγγραμμα του «*De Revolutionibus Orbium Celestium*» (περί των περιφορών ουρανίων σφαιρών). Αυτή η περικοπή - σκόπιμα; - δεν συμπεριλαμβάνεται στην πρώτη έκδοση του έργου του (Νυρεμβέργη 1543), υπάρχει όμως στο πρωτότυπο χειρόγραφο του, που βρίσκεται στη βιβλιοθήκη του Πανεπιστημίου της Βαρσοβίας.

Όμως η συμβολή του Κοπέρνικου στην Αστρονομία είναι μεγάλη. Εφάρμοσε τους γεωμετρικούς υπολογισμούς του γεωκεντρικού συστήματος του Πτολεμαίου στο ηλιοκεντρικό σύστημα του Αρίσταρχου. Αλλά η όλη του προσπάθεια ακολούθησε λανθασμένη κατεύθυνση, γιατί η πραγματική δυσκολία ήταν αλλού. Γιατί ο Νικόλαος Κοπέρνικος ακολούθησε την εσφαλμένη Πυθαγόρεια εκδοχή, πως οι πλανήτες έπρεπε να κινούνται σε ομοιόμορφους κύκλους, και χρησιμοποίησε 48 επικύκλους για να αναπαραστήσει τις πλανητικές θέσεις.

Συμπέρασμα:

Κάθε γνήσια επιστημονική θεωρία πρέπει να κάνει μια πρόβλεψη σχετικά με το Σύμπαν που να μπορεί να παρατηρηθεί ή να μετρηθεί. Αν τα αποτελέσματα μιας παρατήρησης ή ενός πειράματος ταιριάζουν με τη θεωρητική πρόβλεψη, αυτός είναι ένας καλός λόγος για να γίνει αποδεκτή η θεωρία και κατόπιν να ενσωματωθεί στο ευρύτερο επιστημονικό πλαίσιο. Από την άλλη, αν η θεωρητική πρόβλεψη δεν είναι ακριβής και έρχεται σε αντίθεση με το πείραμα ή την παρατήρηση, τότε η θεωρία πρέπει να απορριφθεί ή τουλάχιστον να προσαρμοστεί, ανεξάρτητα από το πόσο όμορφη ή απλή είναι. Η υπέρτατη, και μια μάλλον στυγνή, πρόκληση για κάθε επιστημονική θεωρία είναι ότι πρέπει να είναι ελέγξιμη και συμβατή με την πραγματικότητα.

Πηγές: *Big Bang* Simon Singh, Wikipedia