

# 1 Οι Επιστήμες κατά την Ελληνιστική περίοδο

---

## ΞΕΝΟΦΩΝ ΔΙΟΝ. ΜΟΥΣΑΣ

Τομέας Αστροφυσικής, Αστρονομίας και Μηχανικής, Εθνικό και Καποδιστριακό  
Πανεπιστήμιο Αθηνών xmuoussas@phys.uoa.gr copyright 2023 X. Moussas

προς δημοσίευση στο βιβλίο ΕΛΛΗΝΙΣΤΙΚΟΣ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ, ΤΕΧΝΕΣ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΤΑ  
ΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ (επιμ. έκδοσης Ποτίτσα Γρηγόρακου. Αθήνα, 2024

*Ἀλέξανδρος ὁ Μακεδὼν δὴλα τοῖς ἀνθρώποις πάντα κατέστησε* Σκύλαξ Scylax, *Testimonia*  
Volumem Jacoby<sup>1</sup> 3c, 709, T.4.5 [ο Μέγας Αλέξανδρος έκανε γνωστές όλες τις γνώσεις σε όλους  
τους λαούς]

### 1.1 ΣΥΝΟΨΗ

Οι επιστήμες και η τεχνολογία αναπτύχθηκαν εξαιρετικά κατά την Ελληνιστική περίοδο σε τεράστιο βαθμό σε όλο τον Ελληνικό κόσμο και παραπέρα και έκτοτε παίζουν σημαντικό ρόλο στις προηγμένες κοινωνίες και πολιτισμούς κάθε εποχής μέχρι σήμερα. Η αιχμή της τεχνολογίας βασίζεται πάντοτε διαχρονικά και παγκόσμια στις επιστήμες και όχι απλώς στην πρακτική. Οι επιστήμες και η τεχνολογία αναπτύσσονται την Ελληνιστική εποχή βασισμένες στους νόμους της φυσικής με ακριβή μαθηματικά και σχετικά θεωρήματα με αποδείξεις. Με αυτήν την επιστημονική μέθοδο προοδεύουν εξαιρετικά και τα αποτελέσματά τους είναι θαυμαστά σχεδόν απίστευτα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η σχεδίαση και κατασκευή του μηχανισμού των Αντικυθήρων.

Με την εξάπλωση του Ελληνικού Κόσμου από τον Μέγα Αλέξανδρο σχεδόν σε όλη τη υφήλιο οι γνώσεις, οι επιστήμες έγιναν κτήμα όλων. Μέχρι τότε όλοι οι λαοί είχαν θρησκεία, είχαν ηθική, είχαν νόμους, αλλά δεν είχαν επιστήμες, επιστημονικές γνώσεις. Ο Μέγας Αλέξανδρος και ο Ελληνικός Κόσμος<sup>1</sup> που ακολούθησε επέβαλε την γνώση μαζί με τον Ελληνικό πολιτισμό από τότε μέχρι σήμερα.

Σε αυτήν την πραγματεία παρουσιάζονται συνοπτικά και εύληπτα οι επιστήμες οι οποίες αναπτύχθηκαν εξαιρετικά και μεγαλούργησαν κατά την Ελληνιστική περίοδο και οι οποίες από τότε μέχρι σήμερα, και αφού πέρασε ενδιάμεσες φάσεις χειμέριας νάρκης για διάφορους λόγους, τα τελευταία 500 χρόνια οδήγησε την Ανθρωπότητα στη σημερινή Επιστήμη και Τεχνολογία.

### 1.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σημερινή εποχή βασίζεται σε τεράστιο βαθμό στην τεχνολογία. Αυτή η τεχνολογία είναι αποκλειστικά βασισμένη στις επιστήμες με ακριβή θεωρητικά μαθηματικά με αποδείξεις. Το τηλέφωνό σας ο υπολογιστής σας βασίζονται στις επιστημονικές μεθόδους οι οποίες ξεκίνησαν την εποχή των Ιώνων φιλοσόφων, των προσωκρατικών φιλοσόφων και στην απίστευτη εξέλιξη των επιστημών και της τεχνολογίας η οποία έγινε δυνατή κατά την Ελληνιστική περίοδο.<sup>2</sup> Η πρόοδος συνεχίστηκε σε κάποιο βαθμό και

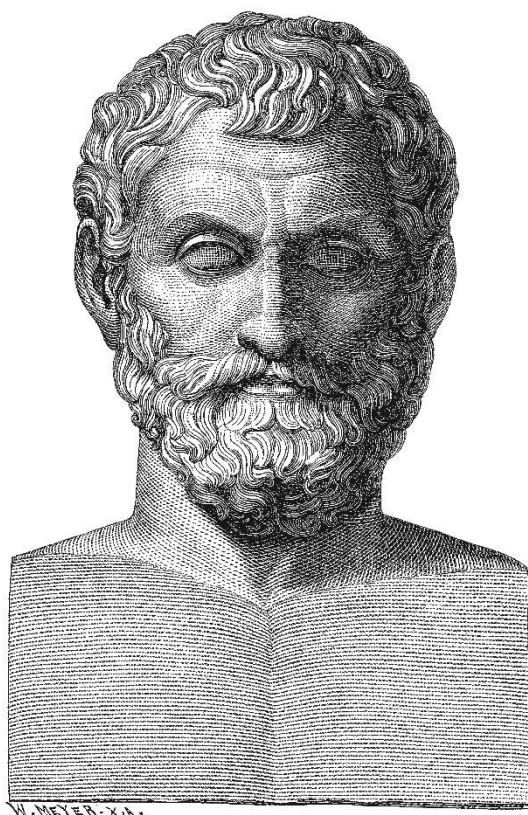
---

<sup>1</sup> Shipley, G., 2014. The Greek World after Alexander 323–30 BC. Routledge.

<sup>2</sup> Gill, C., 2006. The structured self in Hellenistic and Roman thought. OUP Oxford.

Sharples, R.W., 1996. Stoics, Epicureans and Sceptics: an introduction to Hellenistic philosophy. Psychology Press.

στην μετέπειτα εποχή που κακώς ονομάζεται Ρωμαϊκή. Προτείνω να ονομαστεί 2<sup>η</sup> Ελληνιστική περίοδος η οποία μετεξελίσσεται στην Βυζαντινή και στην αυτοκρατορία της Νικαίας αναγεννιέται η Ελληνική συνείδηση και μαζί το Έθνος ως αποτέλεσμα της κατάληψης και καταστροφής της Κωνσταντινούπολης από τους Σταυροφόρους.



Ο Θαλής

Οι επιστήμες που χρησιμοποιούμε σήμερα για την τεχνολογία και όλες οι εφαρμογές τους, ακόμη και το λογισμικό, γεννήθηκαν και θριάμβευσαν στην Ελλάδα. Οι επιστήμες σύμφωνα με την ιστορία εφευρέθηκαν στην Ελλάδα ξεκινώντας στην Ιωνία με τον Θαλή. Η ανοδική πορεία τους συνεχίστηκε την εποχή του Σωκράτη αρχίζοντας με τον Πλάτωνα και τον Αριστοτέλη και κορυφώθηκαν κατά την Ελληνιστική περίοδο.<sup>3</sup> Κατά την εποχή των διαδόχων του μεγάλου Αλεξάνδρου οι εφαρμογές της επιστήμης η τεχνολογία οδηγούν σε τεράστια πρόοδο σε όλους τους τομείς από τις πολεμικές μηχανές, τα αυτόματα, τα ιατρικά εργαλεία, την χαρτογραφία.

Οι επιστήμονες βασισμένοι στην επιστημονική μέθοδο, με την φυσική, τα μαθηματικά την αστρονομία με τα μαθηματικά σχεδιάζουν και κατασκευάζουν νέες εφαρμογές στην μηχανική, τη ναυπηγική, την χαρτογράφηση η οποία δίνει τη δυνατότητα να μπορεί κανείς να ταξιδεύει πολύ μακριά από τον τόπο του με ασφάλεια ακολουθώντας συντομότερες διαδρομές. Στους Ελληνικούς χάρτες και τις γεωγραφίες κυρίως της Ελληνιστικής περιόδου βασίστηκε ο Χρ. Κολόμβος στα ταξίδια του τα οποία οδήγησαν στην ανακάλυψη της Αμερικής. Οι επιστήμες μεγαλούργησαν κατά την Ελληνιστική περίοδο.

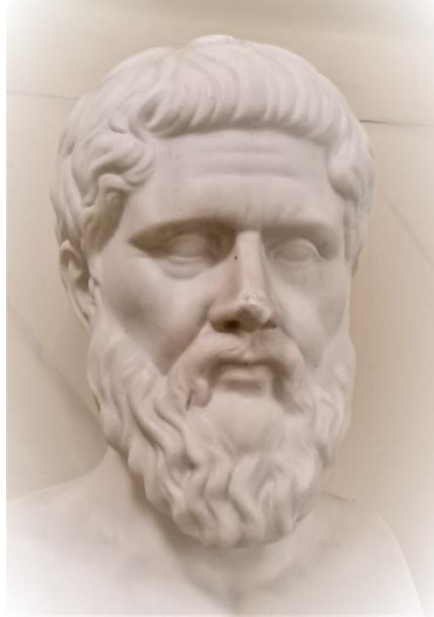
---

<sup>3</sup> Luce, J.V., 1988. Greek science in its hellenistic phase. *Hermathena*, (145), pp.23-38.

Οι επιστήμες βασίζονται στην λογική βέβαια και την αιτιοκρατία οι οποίες θεμελιώθηκαν την εποχή του Πυθαγόρα γίνονται κτήμα πολλών κατά την Ελληνιστική περίοδο. Η επιστήμη γεννήθηκε στην Ελλάδα από την εποχή του Θαλή και θριάμβευσε στα κράτη των διαδόχων του Μεγάλου Αλεξάνδρου.

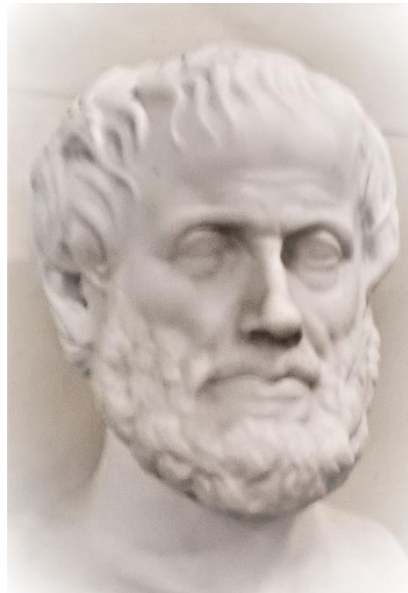
Τα σχολεία διαφόρων τύπων που υπήρχαν ασφαλώς στην κυρίως Ελλάδα και οι φιλοσοφικές σχολές που βρίσκονταν πρακτικά σε κάθε σημαντικό κέντρο της Ελλάδας και της μεγάλης Ελλάδας γενικότερα προάγουν την επιστήμη. Παράλληλα με την επιστήμη προάγεται μια νέα τεχνολογία βασισμένη στους νόμους της φυσικής ειδικότερα της μηχανικής χρησιμοποιώντας πάντοτε ακριβή μαθηματικά. Η εφεύρεση, αποδοχή, εισαγωγή και εφαρμογή των θεωρητικών μαθηματικών, της θεωρητικής γεωμετρίας κατ' αρχήν από τον Θαλή, και της θεωρητικής αριθμητικής σχεδόν παράλληλα από τον Πυθαγόρα αλλάζει ριζικά όλες τις εφαρμογές αλλάζει ριζικά τις εφαρμογές και όλες τις όψεις της τεχνολογίας. Εισαγωγή των επιστημών στην τεχνολογία είναι ένα τεράστιο άλμα για την πρόοδο της ανθρωπότητας

Οι ανάγκες του εμπορίου, της διοίκησης, της γραφειοκρατίας γενικότερα στα Ελληνιστικά κράτη, από την Αίγυπτο μέχρι το σημερινό Αφγανιστάν και πιο πέρα απαιτούσαν μεγάλο αριθμό ατόμων εκπαιδευμένων στην γραφή και κάποια στοιχειώδη μαθηματικά για τις ανάγκες της γραφειοκρατίας. Το εμπόριο χρειάζεται πολλούς ανθρώπους για την αγορά ή ανταλλαγή και μεταφορά και μεταποίηση των αγαθών. Αυτή η εκπαιδευτική διαδικασία συνέβαλλε σημαντικά στην αναγκαστική εκπαίδευση μεγάλου αριθμού νέων και μάλιστα νέων που δεν προέρχονταν από πλούσιες οικογένειες. Η εκπαίδευση επεκτείνεται σε πληθυσμούς σε τμήματα των πληθυσμών που διαφορετικά θα είχαν μείνει τελείως αμόρφωτοι. Είναι γνωστό ότι οι γραφείς είχαν πολύ ψηλή θέση στην αρχαία Αίγυπτο. Ασφαλώς η χρήση των αιγυπτιακών ιερογλυφικών δεν επέτρεπε την εκπαίδευση μεγάλου αριθμού ατόμων. Η αλλαγή της γραφής με το Ελληνικό αλφάβητο έδωσε τεράστια ώθηση στην εκπαίδευση. Ειδικότερα για την καταγραφή των εμπορευμάτων στα λιμάνια κάποιοι από τους νέους που εκπαιδεύονται στη γραφή και τα μαθηματικά, οι καλύτεροι και ικανότεροι εκπαιδευόμενοι νέοι μετεξελίσσονται σε πολύ χρήσιμους επιστήμονες και κάποιοι απ' αυτούς σε φιλοσόφους οι οποίοι συνέβαλαν εξαιρετικά στην εξέλιξη όλων των επιστημών. Στο λιμάνι της Αλεξάνδρειας για παράδειγμα ειδικά από την εποχή που πολύ έξυπνα για τον εμπλουτισμό της βιβλιοθήκης ή πιο σωστά των βιβλιοθηκών της Αλεξάνδρειας και του Μουσείου, δηλαδή του πανεπιστημίου, απαιτείται κάθε βιβλίο χειρόγραφο που μεταφέρεται σε οποιοδήποτε πλοίο να αντιγραφεί ώστε να εμπλουτίσει τις Βιβλιοθήκες και το Μουσείο. Οι νέοι οι οποίοι αντιγράφουν τα βιβλία αυτομάτως μορφώνονται. Οι εγγράμματοι νέοι αποτελούν ένα σπάνιο φυτώριο μέσα από το οποίο επιλέγονται οι καλύτερα εκπαιδευμένοι για περαιτέρω σπουδές και από αυτούς μετεξελίσσονται κάποιοι σε πρώτης κατηγορίας επιστήμονες και φιλόσοφους. Η Ελληνοαιγυπτιακή γραφειοκρατία οδηγεί εν τέλει τη μόρφωση ικανού αριθμού νέων και από αυτούς στελεχώνονται όχι μόνο οι επιχειρήσεις το εμπόριο τα ταξίδια αλλά και η χαρτογραφία η αστρονομία η φυσική η ναυπηγική η μηχανική.



*Πλάτων, Πανεπιστήμιο Αθηνών*

Οι αναφορές σε προγενέστερους φιλοσόφους είναι απαραίτητες με σκοπό την καλύτερη κατανόηση της εξέλιξης της επιστήμης κατά την Ελληνιστική περίοδο και μετέπειτα, αλλά και επειδή οι περισσότερες από αυτές τις αναφορές γίνονται από φιλοσόφους της Ελληνιστικής περιόδου και της μετέπειτα εποχής.



*Αριστοτέλης, Πανεπιστήμιο Αθηνών*

### **1.3 ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕ ΑΠΟΔΕΙΞΕΙΣ**

Η εισαγωγή των θεωρητικών αποδείξεων στα μαθηματικά την φυσική και την τεχνολογία είναι η μεγαλύτερη πρόοδος στην εξέλιξη του πολιτισμού σύμφωνα με τον σημαντικότερο μαθηματικό και εφευρέτη Έρωνα. Ο Έρωνα δίνει την σημασία της

μεθοδολογίας της απόδειξης με θεωρήματα.<sup>4</sup> Ο Ήρων βέβαια βασίζεται στον Ευκλείδη που είχε ορίσει ή συνοψίσει τα σχετικά.<sup>5</sup> Αυτή η επιστημονική μέθοδος ακολουθείται ακόμη με αδιαμφισβήτητη ευλάβεια και σήμερα από τότε.

Ο Ήρων επίσης επισημαίνει<sup>6</sup> ότι ο Πλάτων, ο Αριστοτέλης, και άλλοι φιλόσοφοι υπογραμμίζουν ότι η αδιαμφισβήτητη αλήθεια βασίζεται σε θεωρητικές μαθηματικές αποδείξεις. Ο Αρχιμήδης θεωρούσε τόσο σημαντική την θεωρητική απόδειξη στα μαθηματικά που έδωσε και τη ζωή του ενώ προσπαθούσε να αποδείξει ένα γεωμετρικό θεώρημα. Δηλαδή εντέλει σκοτώθηκε από τον Ρωμαίο στρατιώτη επειδή αρνήθηκε να διακόψει την μελέτη ενός θεωρήματος την ώρα που τον συνέλαβε ο ρωμαϊκός στρατός στο σπίτι του.<sup>7</sup> Έτσι προέκυψε το γνωστό μη μου τους κύκλους τάραττε.

Η επιστήμη σήμερα δέχεται μόνον ότι είναι αποδεδειγμένο θεωρητικά, ακριβώς όπως πρώτος ο Πυθαγόρας απαίτησε και τηρείται από τότε μέχρι σήμερα απαρέγκλιτα στην επιστήμη και την τεχνολογία, ειδικά την υψηλή τεχνολογία και επιστήμη αιχμής.<sup>8</sup>

Οι θεωρητικές ακριβείς αποδείξεις στα μαθηματικά φαίνεται ότι εισάγονται από τον Θαλή, τον Πυθαγόρα και άλλους συγχρόνως. Η σύγχρονη επιστήμη και τεχνολογία βασίζονται αποκλειστικά στις θεωρητικές προβλέψεις και αποδείξεις και χωρίς αυτές δεν θα μπορούσε να είχε υπάρξει η σημερινή εκπληκτική τεχνολογία και πρόοδος. Με αυτήν την τεχνολογία η οποία βασίζεται σε θεωρητικά μαθηματικά με ακριβείς αποδείξεις μπόρεσε η ανθρωπότητα να πάει στη σελήνη. Κατά την Ελληνιστική περίοδο πάρα πολλές σημαντικές εφαρμογές όπως η χαρτογραφία με βάση την οποία γίνονται ασφαλέστερα και φτηνότερα τα μακρινά ταξίδια το μακρινό εμπόριο. Πολύπλοκα μηχανήματα, αυτόματα όπως αυτά του Αρχιμήδη, του Κτησίβιου και του Ήρωνα και τον μηχανισμό των Αντικυθήρων συνελήφθησαν ως ιδέες, σχεδιάστηκαν και

---

<sup>4</sup> Heron Mech., Definitiones C136,13,4 Πάν πρόβλημα καὶ πᾶν θεώρημα τὸ ἐκ τελείων αὐτοῦ μερῶν πεπληρωμένον βούλεται ταῦτα πάντα ἔχειν ἐν ἑαυτῷ· πρότασιν, ἔκθεσιν, διορισμόν, κατασκευήν, ἀπόδειξιν, συμπέρασμα.

<sup>5</sup> Ευκλείδη, Euclides Fragmenta 239,7 ... ἔφασαν γὰρ θεώρημα μὲν εἶναι τὸ προτεινόμενον εἰς ἀπόδειξιν αὐτοῦ τοῦ προτεινομένου, πρόβλημα δὲ τὸ προβαλλόμενον εἰς κατασκευήν αὐτοῦ τοῦ προτεινομένου, πόρισμα δὲ τὸ προτεινόμενον εἰς πορισμόν αὐτοῦ τοῦ προτεινομένου.

<sup>6</sup> Heron Mech., Definitiones C137,4,5 Ταύρου Σιδονίου ἔστιν ὑπόμνημα εἰς Πολιτεῖαν Πλάτωνος, ἐν ᾧ ἔστι ταῦτα· Ὁρίσατο ὁ Πλάτων τὴν γεωμετρίαν ἐν τῷ Μένωνι οὕτως· δόξαν ὁρθὴν δεθεῖσαν αἰτίας λογισμῷ· Ἀριστοτέλης δ' ὑπόληψιν μετὰ ἀποδείξεως, Ζήνων δὲ ἔξιν ἐν προσδέξει φαντασιῶν ἀμετάπτωτον ὑπὸ λόγου.

<sup>7</sup> Plutarchus Biogr., Phil., Marcellus C19,9,4 ἔτυχε μὲν γὰρ αὐτός τι καθ' ἑαυτὸν ἀνασκοπῶν ἐπὶ διαγράμματος, καὶ τῇ θεωρίᾳ δεδωκώς ἅμα τὴν τε διάνοιαν καὶ τὴν πρόσοψιν, οὐ προήσθετο τὴν καταδρομὴν τῶν Ῥωμαίων οὐδὲ τὴν ἄλωσιν τῆς πόλεως· ἄφνω δ' ἐπιστάντος αὐτῷ στρατιώτου καὶ κελεύοντος ἀκολουθεῖν πρὸς Μάρκελλον, οὐκ ἐβούλετο πρὶν ἢ τελέσαι τὸ πρόβλημα καὶ καταστῆσαι πρὸς τὴν ἀπόδειξιν· ὁ δ' ὀργισθεὶς καὶ σπασάμενος τὸ ξίφος ἀνείλεν αὐτόν.

<sup>8</sup> Iamblichus Phil., De communi mathematica scientia 25,44... οἱ δὲ Πυθαγόρειοι διατρίψαντες ἐν τοῖς μαθήμασι καὶ τό τε ἀκριβὲς τῶν λόγων ἀγαπήσαντες, ὅτι μόνον εἶχεν ἀποδείξεις ὧν μετεχειρίζοντο ἄνθρωποι, καὶ ὁμολογούμενα ὁρῶντες ἔνισον τὰ περὶ τὴν ἁρμονίαν ὅτι δι' ἀριθμῶν καὶ τὰ περὶ τὴν ὄψιν μαθήματα διὰ διαγραμμάτων, ὅλως αἷτια τῶν ὄντων ταῦτα ὠήθησαν εἶναι καὶ τὰς τούτων ἀρχάς· ὥστε τῷ βουλομένῳ θεωρεῖν τὰ ὄντα πῶς ἔχει, εἰς ταῦτα βλεπτέον εἶναι, τοὺς ἀριθμοὺς καὶ τὰ γεωμετρούμενα εἶδη τῶν ὄντων καὶ λόγους, διὰ τὸ δηλοῦσθαι πάντα διὰ τούτων. Iamblichus Phil., In Nicomachi arithmetica introductionem 4,17 ... ὁ τε γὰρ ἀνὴρ μέγας ἐστὶν ἐν τοῖς μαθήμασι καὶ καθηγεμόνας ἔσχε περὶ αὐτῶν τοὺς ἐμπειροτάτους ἐν τοῖς μαθήμασι, καὶ ἄνευ τούτων τάξιν θαυμαστὴν καὶ θεωρίαν μετ' ἀποδείξεώς τε θαυμαστῆς τῶν ἐπιστημονικῶν ἀρχῶν ἐπιστήμην ἀκριβῶς παραδίδωσι, λόγον τε περὶ αὐτῶν οἷδε ποιεῖσθαι, καὶ ἀκραιφνῆ καὶ γνήσια τὰ θεωρήματα παραδίδωσι, μὴδὲν ἐπιθολούμενα ὑπ' ἄλλοτριῶν δοξασμάτων.

κατασκευάστηκαν με βάση την θεωρητική φυσική, την θεωρητική μηχανική ειδικότερα, βασισμένες σε θεωρήματα με μαθηματικές αποδείξεις.

## 1.4 ΑΙΤΙΟΚΡΑΤΙΑ ΚΑΙ ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

Η αιτιοκρατία εισάγεται βαθμιαία<sup>9</sup> καθώς ο άνθρωπος παρατηρεί την φύση και διαπιστώνει ότι υπάρχουν κανονικότητες δηλαδή εντέλει αυτό που ονομάζουμε νόμους της φυσικής αν κρατάω κάτι και το αφήσω θα πέσει κάτω στη γη αν πετάξω κάτι θα πάει κάποια απόσταση και κατόπιν θα σταματήσει αν αφήσω ένα αντικείμενο σε ένα κεκλιμένο επίπεδο αυτό θα κυλήσει προς τα κάτω σύμφωνα με τις συνθήκες που επικρατούν, την κλίση του επιπέδου, τον συντελεστή τριβής, την μορφή του Αντικειμένου, από το αν έχει μορφή παραλληλεπίπεδου, ή κυλίνδρου ή σφαίρας.

Οι νόμοι της φυσικής όπως πρώτος είπε ο Πυθαγόρας εκφράζονται σωστά και με ακρίβεια μόνον με τα κατάλληλα μαθηματικά. Πρακτικά αυτή η μέθοδος ήταν γνωστή από τις αστρονομικές μελέτες που οι άνθρωποι ήδη άρχισαν να κάνουν δειλά-δειλά από την προϊστορική εποχή όταν ανέπτυξαν τα πρώτα ημερολόγια και άλλες εφαρμογές της αστρονομίας, όπως ο προσανατολισμός με βάση τις θέσεις των ουρανίων σωμάτων.

Η παράδοση της επιστήμης στην λαϊκή βάση της κοινωνίας είναι μακρόχρονη και οι *Ορφικοί Ύμνοι* οι οποίοι ήταν πολύ λαοφιλείς με μόλις τρεις λέξεις «*Ουράνιον νόμον αστροθέτην*» εκφράζουν ουσιαστικά όλη την φυσική. Περιγράφουν ποιητικά τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί η φύση με βάση τις κανονικότητες τις οποίες ονομάζουμε νόμους της φύσης και οι οποίες εκφράζονται σωστά μόνον με τα μαθηματικά αυτό φαίνεται ότι το αντιλήφθηκε άνθρωπος από την προϊστορική εποχή. Εκτιμάται ότι αναπτύσσει ημερολόγια για να προβλέψει τον καιρό με βάση τις κανονικότητες που έχει διαπιστώσει στο κλίμα της περιοχής του.

Η έννοια των νόμων της φυσικής γίνεται αντιληπτή πολύ πριν την εποχή του Μεγάλου Αλεξάνδρου δηλαδή η αντίληψη της αιτιοκρατίας πάει πίσω πολύ πριν την εποχή του Πυθαγόρα.

Όταν ο ήλιος στο χωριό μου, στο σπίτι μου, ανατέλλει από την τάδε ραχούλα δίπλα στο τάδε δέντρο είναι Χριστούγεννα. Όταν ανατέλλει από κάποιο το δείνα σημείο του ορίζοντα τότε είναι Οκτώβρης και πρέπει να αρχίσουμε να ετοιμάζουμε τα χωράφια για την σπορά των σιτηρών. Ειδικά αυτή η ανάγκη του ανθρώπου να γνωρίζει την ακριβή εποχή του έτους που πρέπει να σπείρει δηλαδή την εποχή που συνήθως αρχίζει και βρέχει στην περιοχή που εργάζεται και ζει. Οι γνώσεις της αστρονομίας οδηγούν στην απαραίτητη για τη γεωργία πρόβλεψη του καιρού. Η πρόβλεψη του καιρού που κάνει ο προϊστορικός άνθρωπος βασίζεται σε κλιματολογικές γνώσεις είναι η αρχή της μετεωρολογίας και κλιματολογίας.

Αυτές οι γνώσεις απαραίτητως σε συνδυασμό με γνώσεις της αστρονομίας αλλά και της γεωμετρίας και αριθμητικής οδηγούν στην εισαγωγή της έννοιας της αιτιοκρατίας. Συγχρόνως γεννιούνται και αναπτύσσονται οι επιστήμες. Αριθμητική και γεωμετρία γιατί πρέπει βέβαια να αρχίσει να μετράει τις ημέρες ώστε να δημιουργήσει ένα ακριβές σωστό ημερολόγιο, ένα καλό ημερολόγιο που δεν χάνει πολύ με τις δεκαετίες. Γνωρίζουμε το πρόβλημα του ιουλιανού ημερολογίου το οποίο όπως έχανε εντέλει από 15 αιώνες πολλές ημέρες και οδηγηθήκαμε έτσι στην εισαγωγή του Γρηγοριανού ημερολογίου που είναι ακριβέστερο και δεν χάνει ούτε μια μέρα στα 1000 χρόνια.

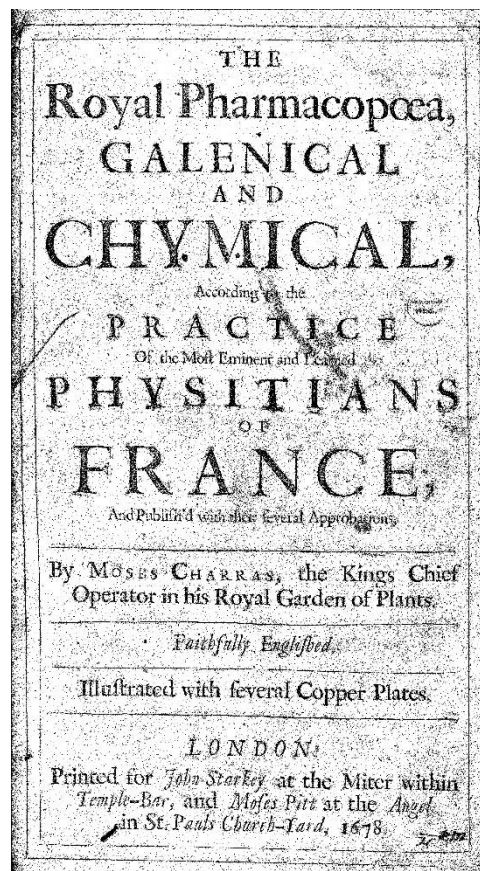
---

<sup>9</sup> Dudley, J., 2012. Aristotle's Concept of Chance: Accidents, Cause, Necessity, and Determinism. State University of New York Press.

Η αιτιοκρατία οι νόμοι της φυσικής διδάσκονταν επιτυχώς στις φιλοσοφικές σχολές, στην Αθήνα και σε όλο τον ελληνικό κόσμο μέχρι που έκλεισαν την εποχή του Πρόκλου,<sup>10</sup> τελευταίου διαδόχου του Πλάτωνα στην Αθήνα. Ασφαλώς δεν είναι τυχαίο που ο Πρόκλος είναι ο μόνος επιστήμων που αναφέρει ο Νεύτων στον πρόλογο του βιβλίου του όπου θεμελιώνει τη σύγχρονη φυσική.



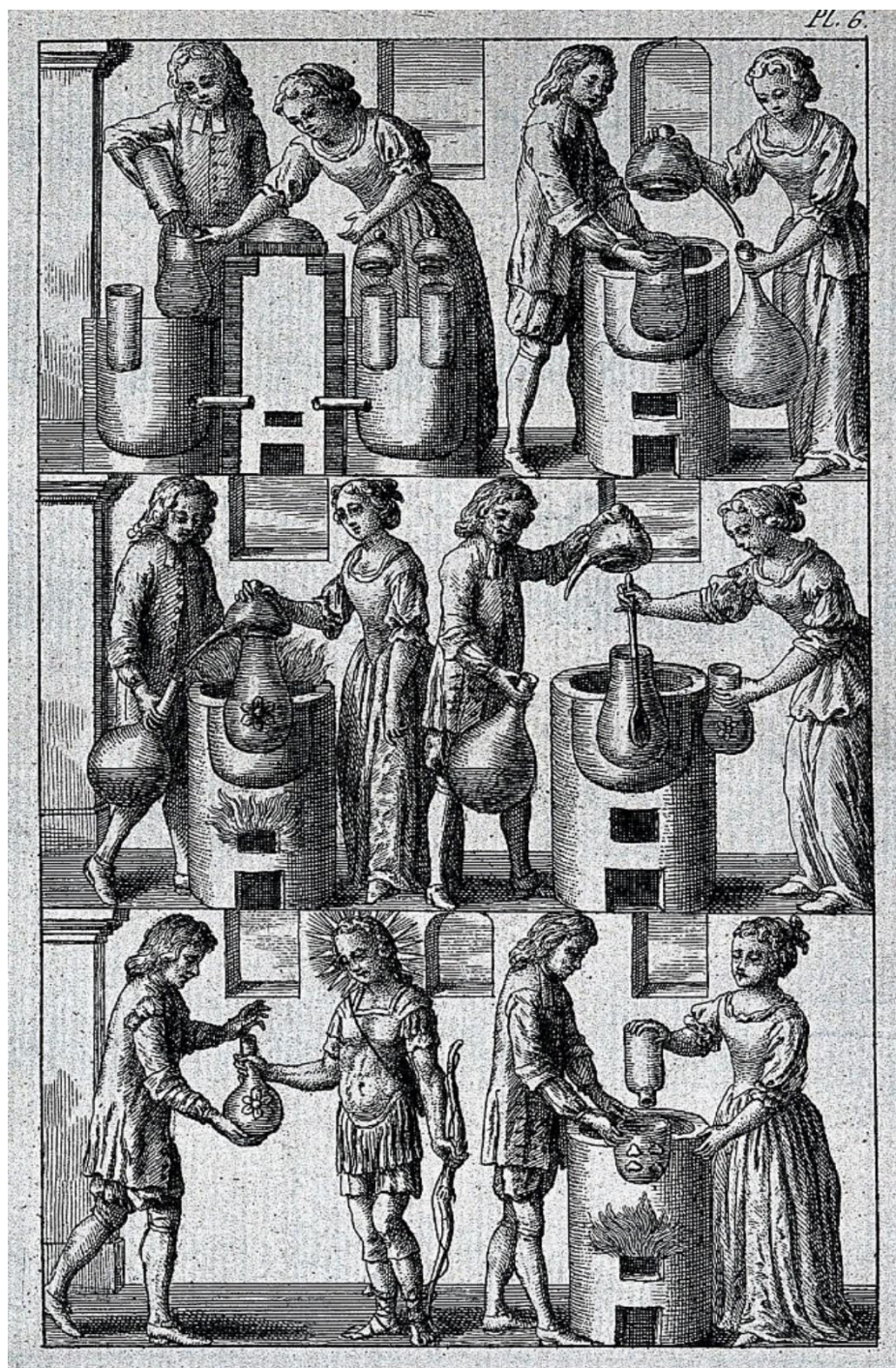
Ουροβόρος όφις. Ως διατήρηση της υλοενέργειας, θα μπορούσε να ερμηνειθεί



<sup>10</sup> d'Hoine, P. and Martijn, M. eds., 2016. All from one: A guide to Proclus. Oxford University Press.



*Γαλλική Βασιλική Φαρμακοποιία βασισμένη στον Γαληνό και την Χυμεία (όπως αρχικά ήταν η χημεία). Credit: The royal pharmacopoeia, Galenical and chymical, according to the practice of the most eminent and learned physitians of France. And published with their several approbations, του Moses Charas ... Faithfully englished. Illustrated with several copper plates. Wellcome Collection.*



*Μέθοδοι χημείας (αλχημείας). Credit: A man and a woman demonstrating the process of fermentation and distillation in alchemy. Etching, ca. 17th century, Wellcome Collection.*



## 1.5 ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΜΕ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ

Ο Ελληνικός πολιτισμός και η συνέχειά του Ελληνιστικός Πολιτισμός,<sup>11</sup> ασφαλώς βασίστηκε σε ακριβή πειράματα και μετρήσεις.<sup>12</sup> Όταν ο Francis Bacon (1620) υποστήριξε ότι οι Έλληνες φιλόσοφοι δεν βασίστηκαν σε μετρήσεις ασφαλώς είχε παραβλέψει πολλά δεδομένα. Από τότε σχεδόν διαχρονικά πολλοί συνεχίζουν να έχουν ασφαλώς λανθασμένα την ίδια αντίληψη. Βασίζονται σε λανθασμένες θεωρήσεις και ερμηνείες. Πώς είναι δυνατόν να κατασκευάσει ο Πλάτων ένα ξυπνητήρι χωρίς μετρήσεις και πώς ο Αριστοτέλης έφτιαξε ένα χρονόμετρο χωρίς μετρήσεις, άραγε. Ασφαλώς αδύνατον. Πώς έφτιαξαν τα πρότυπα των μεταλλικών κραμάτων<sup>13</sup>, όπως των σπονδύλων που χρησιμοποιήθηκαν στον Παρθενώνα χωρίς μετρήσεις; Η πραγματικότητα είναι ότι τα μαθηματικά και η φυσική, τα πειράματα<sup>14</sup> και οι εφευρέσεις<sup>15</sup> είναι συνυφασμένα με την Ελληνική φιλοσοφία διαχρονικά.<sup>16</sup>

Η μουσική, η αρμονική από την προϊστορική εποχή βασίστηκε σε ακριβείς μετρήσεις κατά την κατασκευή μουσικών οργάνων<sup>17,18</sup> και αυτό είναι φανερό ήδη στις αρκετές κατασκευές και απεικονίσεις άρπας στις Κυκλάδες της 4<sup>ης</sup> και 5<sup>ης</sup> χιλιετίας π.Χ., όπως του περίφημου αρπιστή της Κέρου και των παρομοίων απεικονίσεων.

Μια ακόμη απόδειξη μετρήσεων σε κοσμική κλίμακα είναι η ακριβής σύνδεση της μουσικής κλίμακας με τους συντονισμούς των πλανητών, αυτό που ονομάζεται η μουσική των σφαιρών. .<sup>19</sup>

Το εμβρυολογικό πείραμα του Αριστοτέλη με το αυγό της κότας δημιούργησε νέο παράδειγμα και γεννήθηκε η εμβρυολογία.<sup>20</sup> Η χυμεία (αρχική μορφή της χημείας) και η

<sup>11</sup> Russo, L., 2003. The forgotten revolution: how science was born in 300 BC and why it had to be reborn. Springer Science & Business Media. Irby-Massie, G.L. and Keyser, P.T., 2002. Greek science of the Hellenistic era: a sourcebook. Psychology Press.

<sup>12</sup> Vasileiadou, S., Kalligeropoulos, D. and Karcianas, N., 2003. Systems, Modelling and Control in Ancient Greece: Part 3: From Measurements to Geometry and Numbers; Early Forms of Mathematical Modelling. Measurement and control, 36(3), pp.87-90.

<sup>13</sup> George Varoufakis, Ancient Greece and Standards. The history and control of the materials which left their mark on Greek civilisation by. Aeolos, Athens, 1999, 89pp, ISBN960-521-071-1. Papadimitriou, G., 1991. Copper and bronze metallurgy in ancient Greece. Archaeometry, 90, pp.117-126. Bopearachchi, O., 1997. Metallurgy in Numismatics, vol. 3.

<sup>14</sup> Kleisiaris, N., Bakas, S. and Skarmintzos, S., 2014. The Developmental Steps of Experimental Archaeology in Greece Through Key Historical Replicative Experiments and Reconstructions. Experiments Past: Histories of Experimental Archaeology, p.97. in Flores, J.R. and Paardekooper, R., 2014. Experiments Past. Histories of Experimental Archaeology. Sidestone Pres.

<sup>15</sup> Berrey, M., 2017. Hellenistic science at court (Vol. 5). Walter de Gruyter GmbH & Co KG.

<sup>16</sup> Feke, J., 2020. Ptolemy's philosophy: mathematics as a way of life. Princeton University Press.

<sup>17</sup> Rehding, A., 2016. Instruments of music theory. Music Theory Online, 22(4).

<sup>18</sup> Creese, D., 2010. The monochord in ancient Greek harmonic science. Cambridge University Press.

<sup>19</sup> Johnson, C.W.L., 1896. Musical pitch and the measurement of intervals among the ancient Greeks, Barker, A., 2007. The science of harmonics in classical Greece. Horky, P.S., 2013. Plato and Pythagoreanism. OUP USA. Hicks, A.J., 2017. Composing the world: harmony in the medieval Platonic cosmos. Oxford University Press. Hagel, Stefan. Understanding early auloi: Instruments from Paestum, Pydna and elsewhere. La tomba del Tuffatore: rito, arte e poesia a Paestum e nel Mediterraneo d'epoca tardo-arcaica, Pisa: ETS, 2021, 421-459.

<sup>20</sup> Harré, R., 2002. Great scientific experiments: Twenty experiments that changed our view of the world. Courier Corporation.

αληθεία επίσης γεννήθηκαν και θριάμβευσαν με ακριβείς μετρήσεις και άπειρα πειράματα.<sup>21</sup>

Η Ελληνική ιατρική, ένας όρος που ακόμη και σήμερα χρησιμοποιείται σε περιοχές της Ασίας και του Αραβικού Κόσμου βασίστηκε σε ακριβείς μετρήσεις διαφόρων τύπων, τόσο για την διάγνωση, όσο και την φαρμακολογία, κατασκευή φασμάτων και θεραπεία.<sup>22</sup>

Η μετεωρολογία έδωσε έναυσμα με την επιθυμία της πρόγνωσης του καιρού την προϊστορική περίοδο, ανδρώθηκε με τον Αριστοτέλη και άλλους και μεγαλούργησε κατά την Ελληνιστική περίοδο<sup>23</sup> με μηχανήματα όπως ο μηχανισμός των Αντικυθήρων και μετεωρολογικοαστρονομικούς πίνακες, τα λεγόμενα παραπήγματα.<sup>24</sup>

## **1.6 ΦΥΣΙΟΚΡΑΤΙΑ, Η ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ ΜΕ ΤΟΥΣ ΝΟΜΟΥΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ**

Η σύγχρονη επιστήμη βασίζεται σε αυτά που δημιούργησε και ανέπτυξε ο Θαλής ο οποίος είναι φανερό ότι έβαλε τις βάσεις της επιστήμης, την επιστημονική μέθοδο, η οποία απαιτεί με βάση ασφαλώς παρατηρήσεις να διατυπώνουμε τους νόμους της φυσικής. Με βάση αυτούς και μόνον μπορούμε να μελετάμε, και να ερμηνεύσουμε τα φυσικά φαινόμενα. Με την επιστήμη μπορούμε να προβλέψουμε και κάποια από τα φυσικά φαινόμενα. Ο Θαλής εισάγει πρώτος όπως φαίνεται την θεωρητική γεωμετρία με αποδείξεις και την μαθηματική μέθοδο βασισμένη στις αποδείξεις, στα θεωρήματα. Φαίνεται ότι πρώτος ο Θαλής με βάση παρατηρήσεις της σκιάς της γης πάνω στη σελήνη στη διάρκεια των εκλείψεων της σελήνης αντιλαμβάνεται ότι η γη είναι σφαιρική και ότι η σελήνη φωτίζεται από τον ήλιο και ότι ακόμη η γη είναι ένας πλανήτης που κινείται στο σύμπαν. Ασφαλώς ο Θαλής βασίζεται σε προηγούμενες γνώσεις οι οποίες ήταν εμπειρικές. Ο Θαλής βαθμιαία αντιλαμβάνεται ότι μπορεί κανείς να δημιουργήσει νέα γνώση βασισμένος σε πολύ σταθερές και αναμφισβήτητες μεθόδους αυτές που ονομάζουμε επιστημονικές μεθόδους.

Ακολουθώντας τον Θαλή ο Αναξίμανδρος, ο Αναξίμενης και άλλοι Ίωνες αναπτύσσουν την φυσιοκρατία δηλαδή τη μελέτη της φύσης με βάση την ίδια τη φύση ως κύριο τμήμα της φιλοσοφίας. Ίσως ακόμα θα μπορούσαμε να πούμε και αυτή καθαυτή η φιλοσοφία γεννήθηκε ή τουλάχιστον πήρε νέες διαστάσεις που δεν προϋπήρχαν πριν να επιχειρηθεί η μελέτη της φύσης με βάση την ίδια τη φύση. Ασφαλώς ηθική και νόμους ανέπτυξαν όλοι οι λαοί. Ηθική βέβαια ονομάζεται η συνήθεια να ακολουθεί κανείς αυτό που λέγεται ήθος δηλαδή να ακολουθεί τους κανόνες που ισχύουν στο σπίτι του στη γειτονιά του ήθος. Έθος σημαίνει κατοικία σημαίνει ενδιαίτημα. Όποιος λοιπόν κάνει αυτά που γίνονται στη γειτονιά του είναι ηθικός. Οι άνθρωποι αναγκάζονται να αναπτύξουν νόμους, νόμους της πολιτείας, κανόνες, για να μπορούν να ζήσουν όλοι μαζί αρμονικά σε μια κοινωνία στο βαθμό που αυτό είναι επιτρεπτό. Οι νόμοι του Χαμουραπί (18<sup>ος</sup> αι. π.Χ.) για παράδειγμα αρκούν για την αντιμετώπιση ακόμη και όλων των προβλημάτων βιοηθικής.

Οι νόμοι της φυσικής εκφράζονται μόνον με τα μαθηματικά. Η γλώσσα της φύσης λέει, και πολύ σωστά, ο Γαλιλαίος είναι τα μαθηματικά. Ασφαλώς ο ίδιος είχε διαβάσει τις αντιλήψεις και τα δόγματα του Πυθαγόρα ότι δηλαδή η φύση είναι μαθηματικά, δηλαδή

<sup>21</sup> Keyser, P.T., 1990. Alchemy in the ancient world: From science to magic. Illinois Classical Studies, 15(2), pp.353-378.

<sup>22</sup> Serageldin, I., 2013. Ancient Alexandria and the dawn of medical science. Global Cardiology Science & Practice, 2013(4), p.395.

<sup>23</sup> Taub, L., 2004. Ancient meteorology. Routledge.

<sup>24</sup> Evans, J. and Berggren, J.L., 2006. Geminus's Introduction to the Phenomena: A translation and study of a Hellenistic survey of astronomy. Princeton University Press.

για να κατανοήσουμε τη φύση πρέπει να χρησιμοποιήσουμε αριθμητική όπως λέει ο Πυθαγόρας. Έτσι κάνουμε σήμερα και κάπως έτσι μπήκαν οι βάσεις της επιστήμης της φυσικής των μαθηματικών της αστρονομίας και λίγο πριν την περίοδο του Μεγαλέξανδρου δηλαδή από την κλασική εποχή από την εποχή των προσωκρατικών και από την κλασική εποχή. Ο Σωκράτης, ο Πλάτων, ο Αριστοτέλης βάζουν πολύ πιο προσεκτικά τις βάσεις της επιστήμης των επιστημών. Ειδικά ο Αριστοτέλης που ήταν όχι μόνον ένας από τους σημαντικότερους και σίγουρα ο πιο σημαντικός την εποχή του Μεγαλέξανδρου. Η επίδραση του Αριστοτέλη ήταν σημαντικότερη για την πορεία της ανθρωπότητας για χιλετίες διότι εκπαίδευσε και διαμόρφωσε την προσωπικότητα και τις ικανότητες του Μεγαλέξανδρου. Η μητέρα του διαλέγει ως κύριο δάσκαλό του τον Αριστοτέλη ο οποίος εκπαιδεύει τον μετέπειτα κοσμοκράτορα σε όλα τα πεδία. Ως αποτέλεσμα ο Μεγαλέξανδρος αντιλαμβάνεται ότι πρέπει να έχει μαζί του συμβούλους γεωγράφους αστρονόμους βιολόγους και άλλους φιλόσοφους σε όλα τα πεδία και να βασίζεται σε αυτούς. Αυτό συνέβη επειδή είχε εκπαιδευθεί κατάλληλα από τον Αριστοτέλη τους άλλους δασκάλους του και την μητέρα του και έχει μάθει την δύναμη την ισχύ των επιστημών και των επιστημόνων. Έτσι βέβαια κατορθώνει να γίνει κοσμοκράτωρ.

Δημιουργείται έτσι μια τεράστια αυτοκρατορία με κοινή γλώσσα και πολιτισμό. Παρόλο που στη συνέχεια αποτελείται από τα διάφορα βασίλεια των διαδόχων κυβερνιέται με βάση τη κρατική δομή που είχε ήδη δημιουργήσει ο Μέγας Αλέξανδρος. Η αντίληψη ότι η τεχνολογία βασισμένη στην επιστημονική μέθοδο δίνει τεράστια ισχύ έχει ήδη γίνει αποδεκτή από τους διαδόχους του οι οποίοι ακολουθούν το παράδειγμά του το τι πρέπει να κάνω να κάνουν. Η επιστημονική μέθοδος από τότε είναι η μέθοδος που ακολουθούν οι επιτυχημένοι και οραματικοί κυβερνήτες μέχρι σήμερα.



*Όργανο της ακριβούς μέτρησης των θέσεων των άστρων με μεταβλητό τρίγωνο που ανήκε στον Τύχωνα Βράχε.*

## **1.7 ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ Η ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ**

Η γνώση της γης και του κόσμου είναι κεφαλαιώδους σημασίας για πρακτικούς λόγους. Η μελέτη του κόσμου έχει κεφαλαιώδη σημασία για την γέννηση των επιστημών.<sup>25</sup> Αποτελεί σημαντική συνιστώσα του πολιτισμού. Το ότι η γη είναι σφαιρική πιθανότατα οι Έλληνες γνωρίζουν από την εποχή του Θαλή και ίσως αυτός είναι εκείνος ο οποίος

<sup>25</sup> Gregory, A., 2008. Ancient Greek Cosmogony. A&C Black.

αντιλήφθηκε πρώτος την σφαιρικότητα του πλανήτη μας αλλά και των άλλων ουρανίων σωμάτων της Έλληνες σίγουρα και συγχρόνως θεωρεί ότι η γη είναι σφαιρική και ένας πλανήτης.<sup>26</sup> Πιθανότατα ο Θαλής αντιλήφθηκε την σφαιρικότητα από την κυκλική προβολή της σκιά της γης πάνω στη σελήνη στη διάρκεια εκλείψεων σελήνης. Σύμφωνα με μια εκδοχή μάλιστα είναι ενδεχόμενο να παρατηρήσετε το φαινόμενο χρησιμοποιώντας ένα μάλλον παραβολικό κάτοπτρο με το οποίο είδε σε μεγέθυνση την επιφάνεια της σελήνης κατά τη διάρκεια της έκλειψης. Αυτό συμπεραίνεται από μία περιγραφή τις παρατηρήσεις της έκλειψης από τον Θαλή σύμφωνα με την οποία την είδε «κατοπτρικώς» και αντιλήφθηκε ότι η σελήνη έχει φύση παρόμοια με της γης.<sup>27</sup> Είναι δηλαδή η σελήνη φτιαγμένη από ύλη παρόμοια με αυτή που είναι φτιαγμένη η γη, είναι ένα ουράνιο σώμα, σφαιρικό. Ο λεγόμενος Ψευδο-Πλούταρχος σαφέστατα παρουσιάζει την σφαιρικότητα της Γης κατά τον Θαλή. Ο Θαλής θεωρεί ότι η γη είναι μία.<sup>28</sup> Ασφαλώς για να υποστηρίξει κάτι τέτοιο θεωρεί ότι η Γη είναι πλανήτης.<sup>29</sup> Ο Αέτιος γράφει σαφέστατα ότι ο Θαλής θεωρεί την Γη και την Σελήνη πλανήτες, ουράνια σώματα, σφαιρικά.<sup>30</sup> Αξίζει να αναφερθεί ότι ο Θαλής αντιλαμβάνεται ότι τα άστρα είναι φτιαγμένα από ύλη παρόμοια με της Γης και είναι υπέρθερμα (σε αντίθεση με την σελήνη που είναι ετερόφωτος).<sup>31</sup>

Παράλληλα με τις μελέτες του Θαλή στη διάρκεια των εκλείψεων που οδήγησαν στην αντίληψη ότι ο κόσμος τα ουράνια σώματα είναι φτιαγμένα από την ίδια ύλη με τη γη οι φιλόσοφοι θα πρέπει να μελέτησαν από κοντά μετεωρίτες που έπεσαν και συγχρόνως να μελέτησαν τους κομήτες οι οποίοι με τις ουρές τους δείχνουν ότι ουράνια Αντικείμενα αποτελούνται από αέρια. Είναι πολύ φυσικό οι φιλόσοφοι να θεωρήσουν ότι αυτά τα αέρια είναι καυτά αφού ακτινοβολούν. Αυτές οι αντιλήψεις οδήγησαν τους φιλοσόφους στην αστροφυσική και ειδικότερα στην κοσμολογία. Πώς φτιάχτηκαν τα άστρα από τι αποτελούνται πώς φτιάχτηκε ο κόσμος; Ποια είναι τα πρωταρχικά στοιχεία από τα οποία φτιάχτηκε ο κόσμος; Είναι ένα το αρχικό στοιχείο (πυρ ή αήρ, ύδωρ, γη) ή όλα μαζί 4 (π.χ. Πλάτων) ή 5 (Αριστοτέλης πεμπτούσια)<sup>32</sup>; υπάρχουν άλλοι κόσμοι;

<sup>26</sup> Pseudo-Galenus Med., De historia philosophica Section 82, line 2 Περί σχήματος γῆς. Θαλῆς καὶ οἱ ἀπ' αὐτοῦ σφαιροειδῆ τὴν γῆν νομίζουσιν. Eusebius Scr. Eccl., Theol., Praeparatio evangelica Book 15, chapter 56, section 1, ΠΕΡΙ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΓΗΣ Θαλῆς καὶ οἱ Στωϊκοὶ σφαιροειδῆ τὴν γῆν.

<sup>27</sup> Theodoretus Scr. Eccl., Theol., Graecarum affectionum curatio (4089: 001)

“Théodoret de Cyr. Thérapeutique des maladies helléniques, 2 vols.”, Ed. Canivet, P. Paris: Cerf, 1958; Sources chrétiennes 57. Book 4, section 23, line 2 Καὶ περὶ σελήνης δὲ ὁμοίως ὑθλοῦσιν· γεώδη μὲν γὰρ αὐτὴν ὁ Θαλῆς

<sup>28</sup> Pseudo-Galenus Med., De historia philosophica Section 81, line 2 Περί γῆς. Θαλῆς καὶ οἱ ἀπ' αὐτοῦ μίαν εἶναι τὴν γῆν ὑπολαμβάνουσιν.

<sup>29</sup> Pseudo-Plutarchus, Placita philosophorum (874d–911c) (0094: 003) Plutarchi moralia, vol. 5.2.1”, Ed. Mau, J. Leipzig: Teubner, 1971. Stephanus page 895, section C, line 7 Περί γῆς καὶ τίς ἡ ταύτης οὐσία καὶ πόσαι: Θαλῆς καὶ οἱ ἀπ' αὐτοῦ μίαν εἶναι τὴν γῆν.

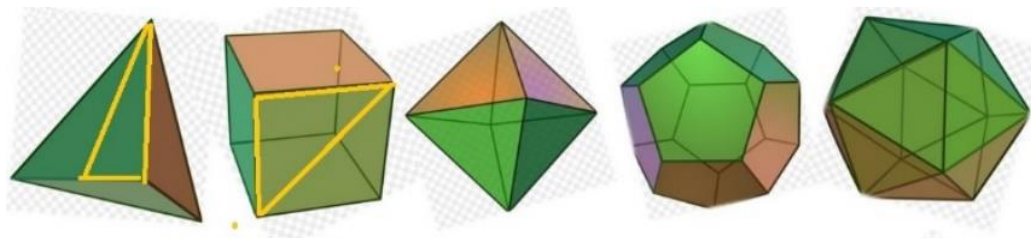
Pseudo-Plutarchus, Placita philosophorum (874d–911c) Stephanus page 895, section D, line 6 Περί σχήματος γῆς: Θαλῆς καὶ οἱ Στωικοὶ καὶ οἱ ἀπ' αὐτῶν σφαιροειδῆ τὴν γῆν.

<sup>30</sup> Aëtius Doxogr., De placitis reliquiae (Stobaei excerpta) (0528: 001) “Doxographi Graeci”, Ed. Diels, H. Berlin: Reimer, 1879, Repr. 1965. Page 360, line 14 ... Θαλῆς, Ἀναξαγόρας, Πλάτων, οἱ Στωικοὶ τοῖς μαθηματικοῖς συμφώνως τὰς μὲν μηνιαίους ἀποκρύψεις συνοδεύουσιν αὐτὴν ἡλίω καὶ περιλαμπομένην ποιῆσθαι, τὰς δ' ἐκλείψεις εἰς τὸ σκίασμα τῆς γῆς ἐμπίπτουσιν, μεταξὺ μὲν ἀμφοτέρων τῶν ἀστέρων γενομένης, μᾶλλον δὲ τῆς σελήνης ἀντιφραττομένης.

<sup>31</sup> Achilles Tatius Astron., Isagoga excerpta (2133: 001) “Commentariorum in Aratum reliquiae”, Ed. Maass, E. Berlin: Weidmann, 1898, Repr. 1958. Section 11, Τίς οὐσία ἀστέρων. Θαλῆς μὲν δὴ γῆνιν ἔμπυρον εἶπε τὴν τῶν ἀστέρων οὐσίαν.

<sup>32</sup> Johnson, M.R., 2019. Aristotle on kosmos and kosmoi. Cosmos in the Ancient World, pp.74-107. Mesquita, A.P., Noriega-Olmos, S. and Shields, C.J.I. eds., 2020. Revisiting Aristotle's

υπάρχουν άλλα σύμπαντα; άλλοι πλανήτες γύρω από άλλα άστρα; ακόμα και άλλοι άνθρωποι και πολιτισμοί σε άλλα ουράνια σώματα; Αυτά είναι τα ερωτήματα που θέτουν κατά καιρούς οι φιλόσοφοι<sup>33</sup> και κατά την κλασική<sup>34</sup> και στη συνέχεια Ελληνιστική περίοδο και μετέπειτα.



*Τα τέσσερα πλατωνικά στερεά και το πέμπτο αριστοτελικό. Κατασκευάζονται όλα με τα δυο ορθογώνια πλατωνικά τρίγωνα (το ισοσκελές με το οποίο είναι φτιαγμένος ο κύβος και με 30 και 60 μοίρες με τα οποία είναι φτιαγμένα όλα τα άλλα κανονικά πολύεδρα). Υιοθετήθηκαν από του Πυθαγόριους, Πλατωνικούς και Αριστοτελικούς και διαδόθηκαν σε όλο τον κόσμο μέχρι την Ιαπωνία (Γκορίντο, στούπες, παγόδες).*

Κεφαλαιώδους σημασίας είναι η αντίληψη των ατομικών<sup>35</sup> φιλοσόφων οι οποίοι εισάγουν τα άτομα τα μικρότερα τμήματα της ύλης και παράλληλα η φαινομενικά αντίθετη του Πλάτωνα με τα πλατωνικά πολύεδρα τα οποία είναι όλα φτιαγμένα από 2 τρίγωνα. Δηλαδή ο Πλάτων εισάγει τα 4 χημικά του στοιχεία τα 4 άτομα του που το κάθε ένα είναι φτιαγμένο από 2 στοιχειώδη σωματεία τα 2 ορθογώνια τρίγωνα του Πλάτωνα. Έτσι εισάγεται για πρώτη φορά ένα απολύτως μαθηματικό ποιημένο μοντέλο του σύμπαντος.

Αυτό το μαθηματικό ποιημένο μοντέλο του κόσμου βασίζεται στις ιδέες του Πλάτωνα οι οποίες σύμφωνα με τον Αριστοτέλη και άλλους είναι καθαρά μαθηματικά. Το ίδιο ακολουθούμε ακριβώς σήμερα όταν μελετάμε τον κόσμο, όταν για παράδειγμα βρίσκουμε τα διάφορα σωματίδια σε επιταχυντές όπως του CERN και εντέλει τα ανάγουμε όλα σε quark. Δηλαδή τα 2 ορθογώνια τρίγωνα του Πλάτωνα είναι τα Quark του Πλάτωνα.

- Το τετράεδρο ή η πυραμίδα, που είναι το «χημικό στοιχείο πυρ», είναι φτιαγμένο από 24 τρίγωνα.
- Το οκτάεδρο, που είναι το «χημικό του στοιχείο αέρα», είναι φτιαγμένο από 48 τρίγωνα.
- Το εικοσάεδρο, που είναι το «χημικό στοιχείο νερό», είναι φτιαγμένο από 120 τρίγωνα.
- Ο κύβος, που είναι το «χημικό στοιχείο γη», είναι φτιαγμένος από 24 τρίγωνα.

---

Fragments: New Essays on the Fragments of Aristotle's Lost Works (Vol. 388). Walter de Gruyter GmbH & Co KG.

<sup>33</sup> Gleiser, M., 2014. The island of knowledge: The limits of science and the search for meaning. Basic Books.

<sup>34</sup> Gregory, A., 2008. Ancient Greek Cosmogony. A&C Black.

<sup>35</sup> Berryman, S., 2004. Democritus.

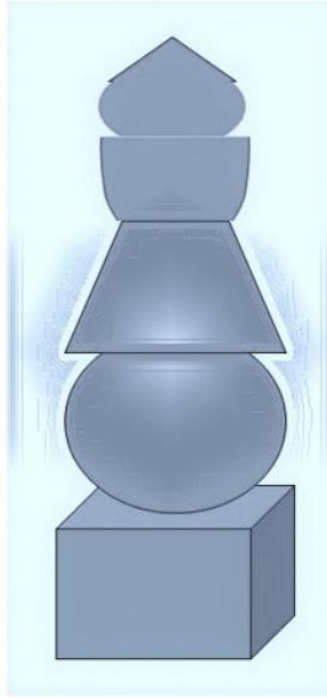
Konstan, D., 2000. Democritus the Physicist. Apeiron, 33(2), pp.125-144.

Berryman, S., 2004. Leucippus. Graham, D.W., 2008. Leucippus's atomism.

Taylor, C.C.W., 2010. The atomists, Leucippus and Democritus: fragments: a text and translation with a commentary (Vol. 5). University of Toronto Press.

Jensen, W.B., 2010. Four centuries of atomic theory. na.





*Τα Γκορίντο είναι χαρακτηριστικά μνημεία στην Ιαπωνία και γενικότερα την Ασία, τα οποία αποτελούνται από τα τέσσερα στερεά του Πλάτωνα και το πέμπτο του Αριστοτέλη.*

Ο μαθητής του Θαλή ο Αναξίμανδρος σαφέστατα λέει ότι η γη περιφέρεται γύρω από το κέντρο του κόσμου<sup>36</sup> χωρίς να μας λέει ποιο είναι αυτό το ποιο είναι το κέντρο του κόσμου μας το λένε αργότερα οι Πυθαγόρειοι (ο θρόνος του Διός, το κεντρικό πυρ, η εστία). Είναι φανερό λοιπόν ότι κατά την εποχή του μεγάλου Αλεξάνδρου και στη συνέχεια από την αρχή της Ελληνιστικής περιόδου η επιστήμη και ειδικότερα η αστρονομία βρίσκεται σε ένα πολύ υψηλό επίπεδο αντιλήψεις του κόσμου.

## 1.8 ΟΙ ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΟΙ

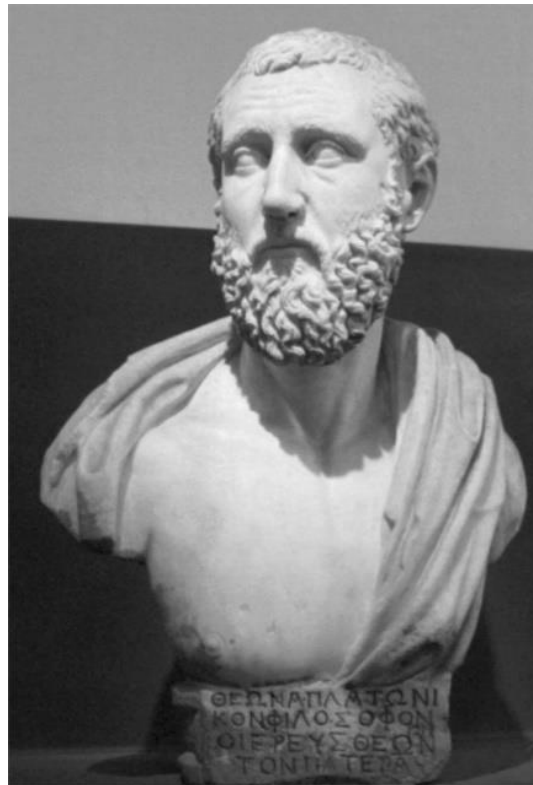
Ο Πυθαγόρας και οι Πυθαγόρειοι διαχρονικά, και κατεξοχήν κατά την Ελληνιστική περίοδο, είναι αυτοί οι οποίοι έχουν επιδράσει περισσότερο από κάθε άλλο φιλόσοφο στην διαμόρφωση του σημερινού πολιτισμού στην δημιουργία της υψηλής τεχνολογίας την οποία απολαμβάνουμε. Οι Πυθαγόρειες αντιλήψεις για την μοναδική δυνατότητα να δημιουργούμε υψηλή τεχνολογία βασισμένη στους νόμους της φυσικής και τα μαθηματικά. Ο Πυθαγόρας είναι αυτός ο οποίος σύμφωνα με την Ελληνική ιστορία εισάγει τη χρήση των μαθηματικών στην μελέτη των πάντων στη μελέτη του σύμπαντος της φύσης στην μελέτη της μουσικής πώς θα φτιάξουμε μια λύρα μια κιθάρα την και τη δύναμη πρέπει να εξασκήσουμε τι πάχος πρέπει να έχουν οι χορδές. Αρχή των πάντων είναι οι αριθμοί όπως λέει ο Πυθαγόρας. Ο Πυθαγόρας και οι Πυθαγόρειοι στη συνέχεια βέβαια εισάγουν εκτός από τους αριθμούς και τη γεωμετρία, τα μαθηματικά δηλαδή εν γένει, και μαζί με αυτά επιβάλλουν στις μελέτες που κάνουμε της φύσης και την αρμονία και κυρίως τις συμμετρίες δηλαδή σήμερα για παράδειγμα αυτά που βρίσκουμε στο

<sup>36</sup>Eudemus Fragmenta (1357: 001) "Eudemos von Rhodos", Ed. Wehrli, F. Basel: Schwabe, 1969; Die Schule des Aristoteles, vol. 8, 2nd ed Fragment 145, Εὐδημος ἱστορεῖ ἐν ταῖς Ἀστρολογίαις, ὅτι Οἰνοπίδης εὗρε πρῶτος τὴν τοῦ ζωδιακοῦ διάζωσιν καὶ τὴν τοῦ μεγάλου ἐνιαυτοῦ περίστασιν· Θαλῆς δὲ ἡλίου ἔκλειψιν καὶ τὴν κατὰ τὰς τροπὰς αὐτοῦ περίοδον, ὡς οὐκ ἴση ἀεὶ συμβαίνει· Ἀναξίμανδρος δὲ ὅτι ἐστὶν ἡ γῆ μετέωρος καὶ κινεῖται περὶ τὸ τοῦ κόσμου μέσον· Ἀναξίμενης δὲ ὅτι ἡ σελήνη ἐκ τοῦ ἡλίου ἔχει τὸ φῶς καὶ τίνα ἐκλείπει τρόπον.

CERN τα στοιχειώδη σωματεία όπως του Higgs και κυρίως τα quark. Όλα αυτά τα βρίσκουμε με βάση ακριβώς αυτές τις αρχές δηλαδή της αρμονίας και της συμμετρίας και πάντοτε με τα θεωρητικά μαθηματικά

Ο Πυθαγόρας είναι αυτός ο οποίος εισάγει επίσης την αρχή της απλότητας δηλαδή λέει ότι όταν εξετάζουμε κάτι ας πούμε την κίνηση των πλανητών εκτιμούμε ότι εξέταζε εκείνη την εποχή και σκεφτόταν κάνουμε τόσες υποθέσεις μόνον όσες είναι στ αλήθεια απαραίτητο και πάντοτε επιλέγουμε υποθέσεις που κάνουμε και οι θεωρίες που αναπτύσσουμε να είναι η απλούστερες δυνατές αλλά από τη απλούστερης από ότι πρέπει όπως μάλιστα τόνισε 25 αιώνες αργότερα χάθηκε ο Αϊνστάιν όπως θα γνωρίζετε.

Η αρχή της απλότητας θα πρέπει να ονομάζεται αρχή του Πυθαγόρα διότι αυτός τη διατύπωσε. Διεθνώς είναι γνωστή σαν ξυράφι του Occam (ή και Ockham).



*Ο Θέων Αλεξανδρεύς, πατέρας της Υπατείας*



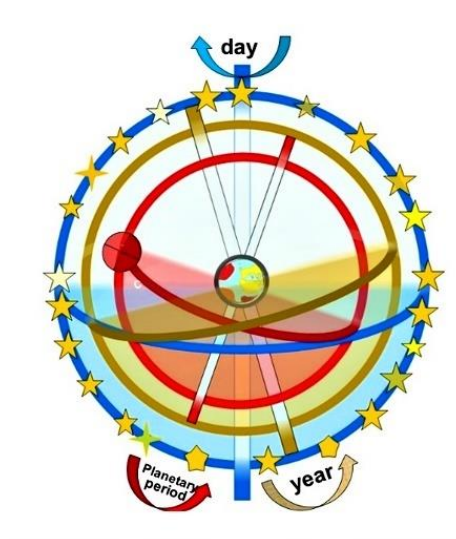
Πτολεμαίος, Πυθαγόρας, Ευκλείδης, Νικόμαχος και Ιάμβλιχος. Ευχαριστίες Credit: Mathematicians: Ptolemy, Pythagoras, Euclid, Nicomachus, Aristoxenus and Iamblichus. Engraving after J. van Steegeren, 1667 or 1668. Wellcome Collection.

## 1.9 ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ, ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ

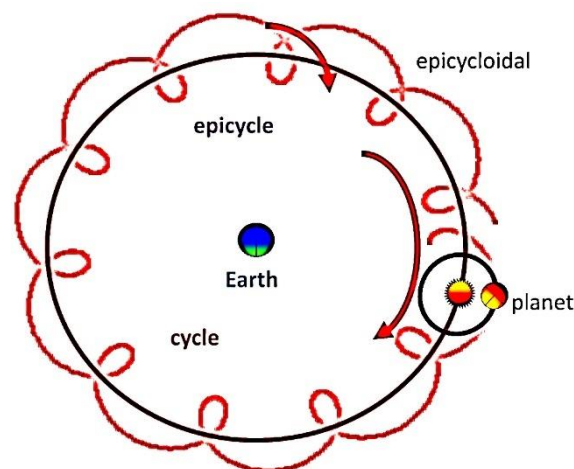
Γινόμαστε Άνθρωποι καθώς κοιτάζουμε τον Κόσμο και προσπαθούμε να τον κατανοήσουμε υποστηρίζει ο Πλάτων και μάλιστα οργάνωσα διεθνές συνέδριο πριν δέκα έτη στο Πανεπιστήμιο Αθηνών με τίτλο «Αστρονομία μητέρα του Πολιτισμού». Σύμφωνα με ερμηνεία μου θεωρώ ότι ο Πλάτων όταν μιλάει για τον όρο άνθρωπος, για να δώσει την ετυμολογία του, στην πραγματικότητα αυτό που μας λέει είναι ότι γινόμαστε άνθρωποι καθώς κοιτάζουμε τον κόσμο τον ουρανό τον ήλιο τη σελήνη τους πλανήτες τα αστέρια τα θαυμάζουμε απορούμε επιχειρούμε να καταλάβουμε τι είναι αυτά τα πράγματα και σε αυτή μας την προσπάθεια ανεξαρτήτως αν βρίσκουμε πραγματικά τι είναι αναπτύσσουμε πολιτισμό και γινόμαστε άνθρωποι.

Η σημασία των μαθηματικών είναι κεφαλαιώδης σύμφωνα με τον Πλάτωνα. Πλάτων σε ένα τους διαλόγους του προσπαθεί να μας πείσει για την σημασία των μαθηματικών και της επιστήμης. Για να δώσει βαρύτητα μεταφέρει τα φαινόμενα ασυσχέτιστα με το πρόβλημα της πανδημίας λόγια του Απόλλωνα. Ο Απόλλων παραδόξως είπε ότι με τα θεωρητικά μαθηματικά αν κατασκευαστεί ένας βωμός διπλάσιος σε όγκο από τον κυβικό βωμό που είχε στην Δήλο τότε θα σταματούσε ή πανδημία. Φυσικά εννοούσε ότι μόνο με την ακριβή επιστήμη βασισμένη στις Πυθαγόρειες μεθόδους, τις επιστημονικές μεθόδους, μπορούμε να έχουμε λύση στα προβλήματα ακόμα και σε αυτά της υγείας σε θέματα ιατρικής. Επισημαίνεται ότι η πανδημία του τυφοειδούς που είχε ενσκήψει στην Αθήνα εξολόθρευσε το 1/3 του πληθυσμού της περιλαμβανομένου και ενός μέρους της οικογένειας του Περικλή.

Ο Απόλλων ζήτησε να του φτιάξουν ένα διπλάσιου όγκου βωμό από τον κυβικό βωμό που υπήρχε ήδη στη Δήλο, Ο διπλασιασμός πρέπει να γίνει με ακριβή θεωρητική μαθηματική μέθοδο χωρίς να χρησιμοποιηθεί καμία μέτρηση δηλαδή με απολύτως θεωρητικό τρόπο με θεωρήματα. Με αυτό τον τρόπο ασφαλώς υπογραμμίζει ο Πλάτων είναι ότι ο Απόλλων ο θεός ζητάει να αναπτύξουμε τις επιστήμες ώστε μπορούμε να θεραπευτούμε από την ασθένεια δηλαδή χρησιμοποιώντας την επιστήμη.



Υπολογισμός της θέσης ενός πλανήτη με την μέθοδο των ομοκέντρων σφαιρών.

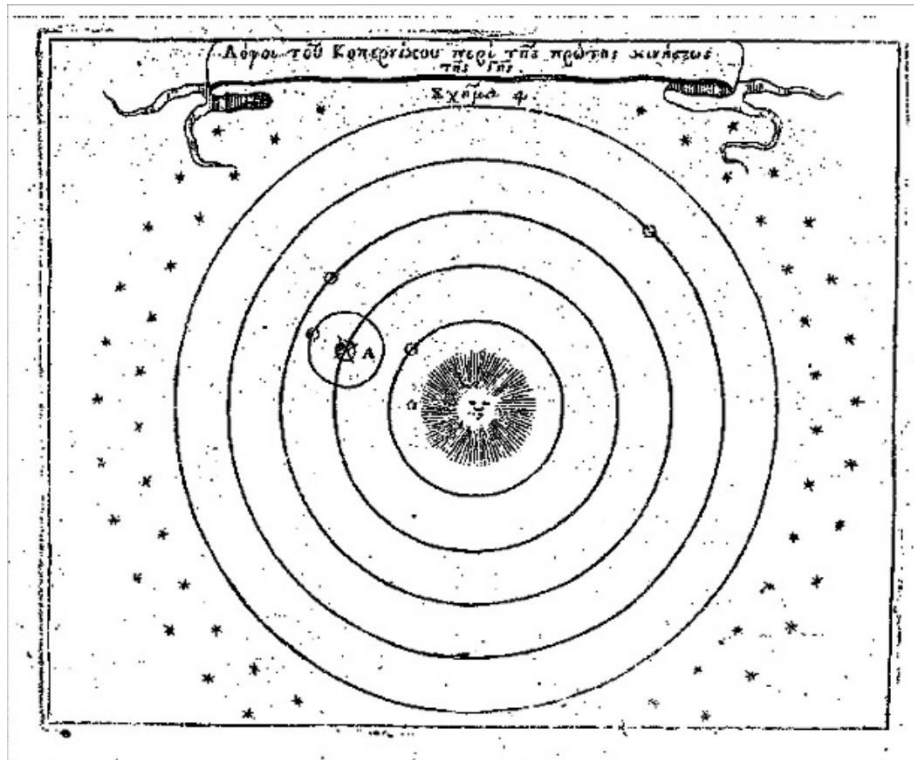


*Υπολογισμός της θέσης ενός πλανήτη με την μέθοδο των επικύκλων. Η θέση του πλανήτη προσδιορίζεται με την πρόσθεση δυο κυκλικών κινήσεων. Οι ακτίνες είναι αντίστοιχα η απόσταση της Γης από τον Ήλιο με περίοδο ένα έτος και η άλλη έχει ακτίνα την απόσταση Ηλίου πλανήτη και περίοδο του πλανήτη.*

Τα μαθηματικά κατά την Ελληνιστική περίοδο γνώρισαν τεράστια ανάπτυξη και εφαρμογή. Τα μαθηματικά έγιναν πολύ πιο θεωρητικά από ότι ήταν μέχρι τότε. Αναπτύχθηκε εξαιρετικά η γεωμετρία η αριθμητική και εφευρέθηκε η άλγεβρα κατά την για πρώτη φορά μελέτη των κωνικών τομών και του διπλασιασμού του κύβου. Είχε δίκιο λοιπόν ο Απόλλων και ο Πλάτων βέβαια. Οι Πυθαγόρειοι δίνουν μια λύση με κατασκευή βασισμένη σε εξισώσεις του δευτέρου βαθμού.

Ο Εύδοξος ο Κνίδιος που έζησε γύρω στο 390-337 π.Χ. μαθηματικός αστρονόμος και φυσικός. Ο Εύδοξος βάζει τα θεμέλια της της μαθηματικής ανάλυσης του ολοκληρωτικού λογισμού. Ο Εύδοξος είναι εξαιρετικός μαθητής του Πλάτωνα, φίλος του και συνεργάτης του. Ο Εύδοξος δίδαξε στην Ακαδημία την εποχή του Πλάτωνα. Ήταν φίλος και συνεργάτης του Αριστοτέλη και δάσκαλος του Μεγάλου Αλεξάνδρου στα μαθηματικά. Ο Εύδοξος κάνει σημαντικές πρωτοπόρες συνεισφορές με πλανητικές κινήσεις με μοντέλα των κινήσεων των πλανητών πάρα πολύ ακριβή τα οποία λειτουργούν με ομόκεντρες σφαίρες τοποθετημένες δηλαδή μία μέσα στην άλλη με το ίδιο κέντρο οι οποίες περιστρέφονται η καθεμία με διαφορετική ταχύτητα και με διαφορετικό άξονα. Με τα ομόκεντρα μοντέλα της κίνησης των πλανητών όπως του Ευδόξου προσδιορίζεται με καλή ακρίβεια η κίνηση η θέση κάθε πλανήτη, του ήλιου και της σελήνης. Σε αυτά λαμβάνεται υπόψη η κλίση του άξονα της γης ο χρόνος περιφοράς της γης γύρω από τον ήλιο, κλήση του επιπέδου τροχιάς του πλανήτη σε σχέση με το επίπεδο τροχιάς της γης το οποίο ονομάζουμε εκλειπτική, ο χρόνος περιφοράς του πλανήτη γύρω από τον ήλιο ή πιο σωστά ο χρόνος της συνοδικής περιόδου του πλανήτη γύρω από τον ήλιο σε σχέση με τη γη. Το μοντέλο αυτό είναι γεωκεντρικό. Μας δείχνει τι βλέπουμε στη γη. Το φυσικομαθηματικό αυτό μοντέλο δεν προσδιορίζει σωστά τη μεταβαλλόμενη απόσταση από τη γη. Προσδιορίζει σωστά τη θέση του πλανήτη στον ουρανό σε σχέση με τα άστρα. Τα μαθηματικά μοντέλα τις κινήσεις των πλανητών του Ευδόξου είναι η πρώτη και πολύ επιτυχημένη προσπάθεια του ανθρώπου να προσδιορίσει με ακριβή τρόπο τη θέση των πλανητών στον ουρανό. Το μοντέλο της κίνησης των πλανητών βελτιώνεται κατά την Ελληνιστική περίοδο και μετέπειτα τη βυζαντινή και την ισλαμική με την χρήση των επικύκλων. Η επικυκλική θεωρία προσδιορίζει τη θέση ενός πλανήτη προσθέτοντας 2 κυκλικές κινήσεις. Ουσιαστικά προσθέτει την κατά προσέγγιση κυκλική κίνηση της γης γύρω από τον ήλιο και την επίσης θεωρούμενη κυκλική κίνηση του πλανήτη γύρω από τον ήλιο. Οι δυο κυκλικές κινήσεις έχουν διαφορετικές περιόδους αντίστοιχα της γης και του πλανήτη και αντίστοιχα διαφορετικές ακτίνες. Οι δυο χρησιμοποιούμενες ακτίνες είναι η απόσταση γης ηλίου και η απόσταση ηλίου πλανήτη. Αυτή η μέθοδος των επικύκλων μετεξελήχτηκε από τον Fourier και έκτοτε χρησιμοποιείτε σε διάφορα μαθηματικά μοντέλα για λύσεις άπειρων εφαρμογών όπως για παράδειγμα της μετατροπής της φωνής μας σε bit και byte στις τηλεπικοινωνίες.



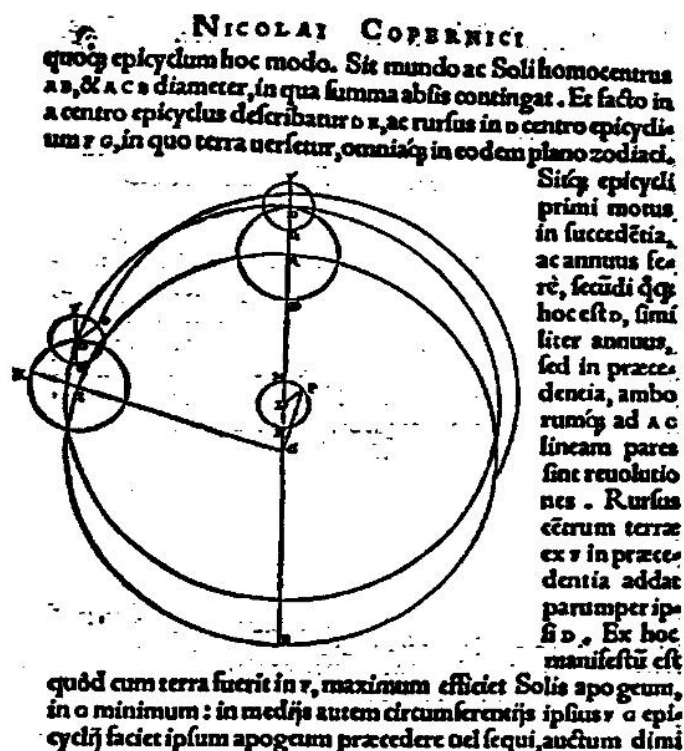


Το ηλιοκεντρικό σύστημα του Αρίσταρχου.



Το γεωκεντρικό σύστημα

Ο Μέναιχμος (~375-300 π.Χ) ήταν σημαντικότερος Έλληνας μαθηματικός φίλος του Πλάτωνα και επιφανές μέλος της Ακαδημίας. Μαθητής του Ευδόξου και του Πλάτωνα και λέγεται ότι ήταν δάσκαλος του Μεγάλου Αλεξάνδρου στα μαθηματικά. Έχει επιζηήσει η φράση που θεωρείται ότι είπε στον Μεγαλέξανδρο «Δεν υπάρχει βασιλική οδός στην γεωμετρία», φράση που μεταφέρει ο Ιωάννης Στοβαίος.<sup>37</sup> Ανακάλυψε τις κωνικές τομές και έλυσε το Δήλιον πρόβλημα του διπλασιασμού του όγκου του κύβου με την τομή δύο κωνικών τομών, παραβολών.

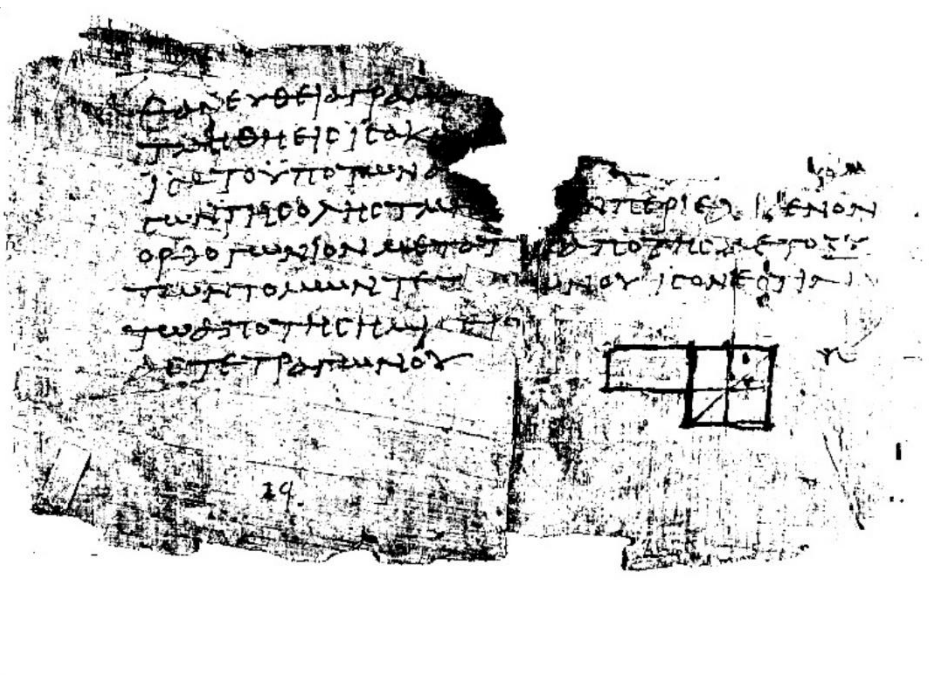


Ο Κοπέρνικος στο βιβλίο του υπολογίζει την θέση του Άρη με τρεις επικύκλους, δηλαδή με ίγωνπρόσθεση τριών κυκλικών κινήσεων.

Σημαντικότερες συνεισφορές στα μαθηματικά έκαναν πληθώρα μαθηματικών σε όλο τον Ελληνικό κόσμο κατά την Ελληνιστική περίοδο και ιδιαίτερος στην Αλεξάνδρεια.

Ο Ευκλείδης στην Αλεξάνδρεια ο οποίος έζησε γύρω στο 300 π.Χ. θεωρείται ίσως ο πιο σημαντικός θεμελιωτής των αυστηρών θεωρητικών μαθηματικών επειδή προφανώς συγκέντρωσε όλα τα στοιχεία των θεωρητικών μαθηματικών και έγραψε ένα εξαιρετικό βιβλίο που μέχρι το 1900 ήταν η βάση της διδασκαλίας των μαθηματικών διεθνώς. Το βιβλίο στοιχεία του Ευκλείδη μεταφράστηκε σε όλες τις γλώσσες και τυπώθηκε ως βιβλίο διαχρονικά σχεδόν όσο κανένα άλλο βιβλίο. Ο Ευκλείδης δίνει και μια γεωμετρική κατασκευή λύσεων τις εξισώσεις δευτέρου βαθμού για θετικές ρίζες. Ο Ευκλείδης εισάγει την έννοια των τέλειων αριθμών. Τέλειοι αριθμοί είναι αυτοί οι οποίοι είναι ίσοι με το άθροισμα των διαιρετών τους για παράδειγμα  $6 = 3 + 2 + 1$ , και  $28 = 14 + 7 + 4 + 2 + 1$ . Θεωρητικά ο Ευκλείδης δείχνει ότι αν  $2^p - 1$  είναι πρώτος αριθμός το  $2^p - 1$  είναι τέλειος αριθμός.

<sup>37</sup> Ιωάννου Στοβαίου Ανθολόγιον, Ioannes Stobaeus Anthologus, Anthologium 2,31,115,1 ...καὶ ὁ Εὐκλείδης τὸν παῖδα καλέσας “δός”, ἔφη, “αὐτῷ τριῶβλον, ἐπειδὴ δεῖ αὐτῷ ἐξ ὧν μανθάνει κερδαίνειν”. Μέναιχμον τὸν γεωμέτρην Ἀλέξανδρος ἤξιον συντόμως αὐτῷ παραδοῦναι τὴν γεωμετρίαν· ὁ δὲ “ὦ βασιλεῦ”, εἶπε, “κατὰ μὲν τὴν χώραν ὁδοὶ εἰσὶν ἰδιωτικαὶ καὶ βασιλικάι, ἐν δὲ τῇ γεωμετρίᾳ πᾶσιν ἔστιν ὁδὸς μία”.



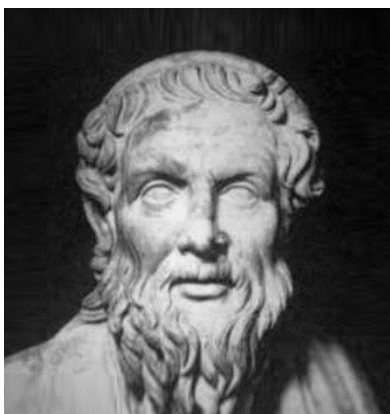
Χειρόγραφο (του Οξυρύγχου) Ευκλείδη με γεωμετρική απόδειξη της αλγεβρικής ταυτότητας  $ab + (a-b)^2/4 = (a+b)^2/4$ , γύρω στα 300. μ.Χ..

Ο Ερατοσθένης ο Κυρηναίος είναι ένας σημαντικότερος πανεπιστήμων μαθηματικός αστρονόμος γεωγράφος ιστορικός ποιητής. Ο Ερατοσθένης έδωσε νέα πνοή στη βιβλιοθήκη της Αλεξάνδρειας. Είναι γνωστό το πείραμα του Ερατοσθένη με το οποίο μέτρησε την περίμετρο της γης και μάλιστα με εξαιρετική ακρίβεια. Αυτό που δεν είναι γνωστό είναι ότι ο Ερατοσθένης μέτρησε με πολύ καλή ακρίβεια την απόσταση γης ήλιου. Δεν είναι γνωστό πόσο Ερατοσθένης μέτρησε την απόσταση γης ήλιου. Πιθανότατα χρησιμοποίησε μετρήσεις κάποιων εκλείψεων ηλίου η οποία παρατηρήθηκε από δυο διαφορετικά σημεία πάνω στη γη. Αυτή η μέθοδος απαιτεί τεράστια ακρίβεια μετρήσεων των γωνιών που θεωρείται ότι δεν μπορούσε να επιτευχθεί εκείνη την εποχή. Έτσι επιλύοντας τα τρίγωνα παρατήρησης από τα 2 διαφορετικά μέρη μπόρεσε πιθανώς και βρήκε την απόσταση γης ήλιου. Η συνεισφορά του Ερατοσθένη στην μελέτη πρώτων αριθμών είναι επίσης μέγιστη διότι δημιουργεί το κόσκινο του Ερατοσθένη με το οποίο δίνει για πρώτη φορά έναν θεωρητικό τρόπο εύρεσης πρώτων αριθμών. Αξίζει να αναφερθεί ότι οι προϊστορικοί άνθρωποι γνώριζαν πρακτικά τους πρώτους αριθμούς διότι τους χρησιμοποιούσαν όταν μοίραζαν διάφορα Αντικείμενα. Έχει βρεθεί ένα οστό 20.000 ετών το οποίο έχει επάνω χαραγμένους πρώτους αριθμούς.<sup>38</sup>

Ο Αρχιμήδης (287 – 212 π.Χ.) ο οποίος έζησε στις Συρακούσες είχε διδαχθεί πολύ καλά μαθηματικά από τον πατέρα του Φειδία, ο οποίος ήταν αστρονόμος. Μεγαλώνοντας στις Συρακούσες πόλη ή οποία είχε εξαιρετική παράδοση στην έρευνα και στις κατασκευές βασισμένες στην επιστήμη είχε όλα τα απαραίτητα εφόδια για να γίνει ίσως ο μεγαλύτερος μαθηματικός όλων των εποχών. Ήταν χαρισματικός μηχανικός και σίγουρα ο πρώτος θεωρητικός φυσικός. Ο Αρχιμήδης γνωστός στο ευρύ κοινό για τις για τις πολεμικές μηχανές του με τις οποίες σχεδόν μόνος του κράτησε τον ρωμαϊκό στρατό έξω από την πόλη των Συρακουσών ήταν μοναδικός μαθηματικός αστρονόμος φυσικός

<sup>38</sup> Huylebrouck, Dirk (2019), Missing Link, Africa and Mathematics, Mathematics, Culture, and the Arts, Cham: Springer International Publishing, pp. 153–166, doi:10.1007/978-3-030-04037-6\_9, ISBN 978-3-030-04036-9

και μηχανικός. Είναι γνωστή ιστορία του Αρχιμήδη ο οποίος θεωρείται ότι όταν συνέλαβε τον νόμο της άνωσης βγήκε από το μπάνιο του γυμνός και φώναζε *εύρηκα εύρηκα* όπως όλοι έχουμε μάθει από το δημοτικό σχολείο. Ο Αρχιμήδης διατύπωσε ακριβώς και τον νόμο των μοχλών, των ζυγαριών αν προτιμάτε, βάζοντας έτσι τα θεμέλια της θεωρητικής μηχανικής αλλά και της θεωρητικής φυσικής γενικά.

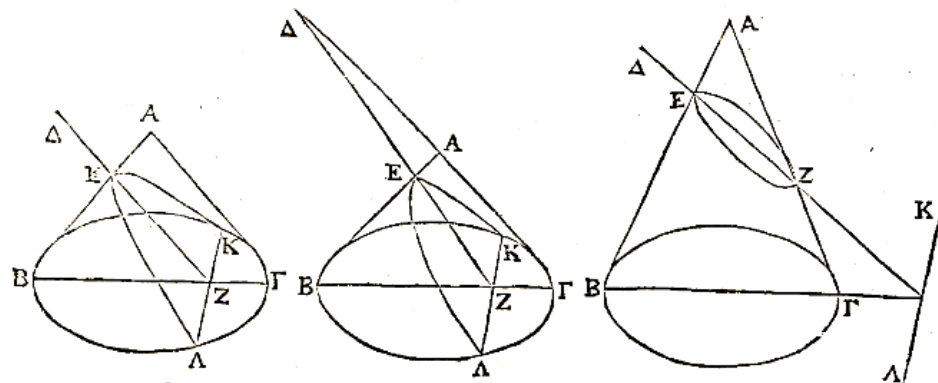


Απολλώνιος ο Περγαίος, ανέπτυξε τις κωνικές τομές (έλλειψη, υπερβολή, παραβολή, κύκλος). Αυτά τα μαθηματικά χρησιμοποιήθηκαν από τον Κέπλερ και τον Νεύτωνα να αναπτύξουν τις σωστές θεωρίες για την κίνηση των πλανητών, της Σελήνης και όλων των ουρανίων σωμάτων.

Ο Απολλώνιος ο Περγαίος ο οποίος έζησε τον τέταρτο και τρίτο αιώνα π.Χ. συμβάλλει επίσης εξαιρετικά στα μαθηματικά. Ο Απολλώνιος εισάγει τον όρο κωνικές τομές τις οποίες μελετάει διεξοδικά θεωρητικά. Ειδικότερα την μαθηματική ακριβέστατη μέθοδο του για την ολοκλήρωση χρησιμοποιεί ο Κέπλερ και ο Νεύτων μετά από σχεδόν 2 χιλιετίες για την μελέτη της κίνησης των πλανητών αλλά και στην διατύπωση της παγκόσμιας βαρυτικής έλξης.

τ Δ Ζ ἐπὶ πρῶτον ἐμελεῖσθαι δεῖον πρὸς τ Α Β περὶ μέγιστον τ κώνον  
 δεῖν ἀρα εἶναι ἐκείνους τ ὑπὸ Α Ε Δ, Α Ε Ζ γωνιών, καὶ δευτέρω-  
 ν μόνον τ κώνου καὶ δεῖν διελίσσεται τ ὑπὸ Β Α Γ γωνίας, ὥς  
 ἐπὶ τ κατέστη κατὰ γωνίας, διὸ δεῖν εἶναι τ αἰ ὑπὸ Β Α Γ.

ctos  $\Delta EZ$ , & per  $\Delta Z$  ductum planum rectum ad ipsam  $AB$  conum fecerit: rectus igitur est uterque angulus  $AE\Delta$ ,  $AEZ$ ; rectanguloque existente cono & angulo  $B\Delta\Gamma$  recto, ut in prima figura apparet, erunt anguli  $B\Delta\Gamma$ ,  $AEZ$  duo recti anguli.



Α Ε Ζ γωνία. ὥστε ὡς ἀλλήλως ὅτι ἡ Δ Ε Ζ τῇ Α Γ, καὶ γίνεῃ  
ἐν τῇ ὁμοφρεσίᾳ τῇ κείνῃ τομῇ ἡ καλεσμένη Περαισολή, ἔστω κληθεῖ-

quare [ per 28. 1. ] parallela erit  $\Delta EZ$  ipsi  $AF$ ,  
& fiet in superficie conii sectio *Parabola*, sic dicta,

Οι κωνικές τομές (έλλειψη, υπερβολή, παραβολή, κύκλος)

Ο Ήπαρχος ο Νικαεύς ή Ρόδιος παρατηρεί προσεκτικά τον ουρανό και κατασκευάζει έναν ακριβή χάρτη με 850 περίπου άστρα των οποίων δίνει τις ακριβείς συντεταγμένες πάνω στον ουρανό χρησιμοποιώντας συντεταγμένες αντίστοιχες του πλάτους και του μήκους στην γεωγραφία. Συγκρίνοντας τις μετρήσεις του των θέσεων των άστρων με παλαιότερες διαπιστώνει ότι ο άξονας της γης Αλλάζει κατεύθυνση με τον χρόνο δεν

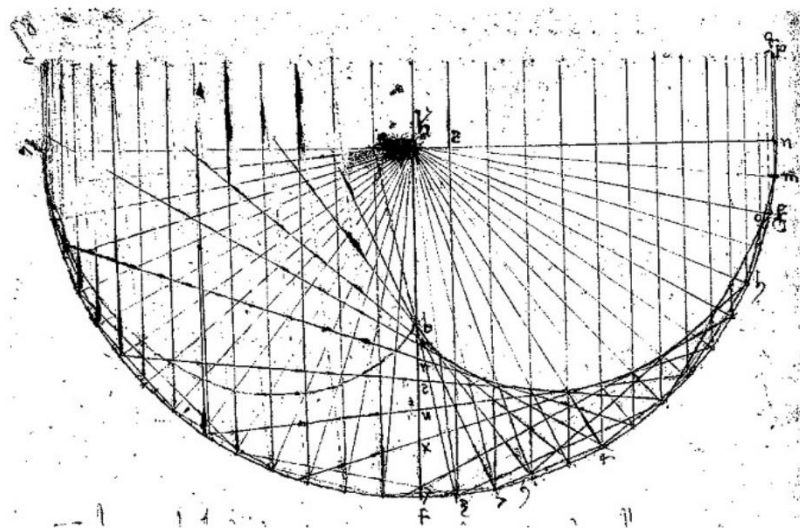
είναι σταθερός στον ουρανό αλλά περιφέρεται, σαν ένας στρόβος σαν μια σβούρα, με περίοδο γύρω στα 26.000 έτη. Ο Ίππαρχος δημιουργεί την τριγωνομετρία και με αυτήν προβάλλει την ουράνια σφαίρα στο επίπεδο. Με την προβολή των άστρων πάνω σε ένα επίπεδο εφευρίσκει και δημιουργεί τον επίπεδο αστρολάβο. Ο αστρολάβος είναι ένα εξαιρετικά σημαντικό όργανο για τους ταξιδιώτες τους γεωγράφους διότι επιτρέπει να βρίσκει κανείς το στίγμα του τις γεωγραφικές συντεταγμένες δηλαδή του σημείου πάνω στη γη στο οποίο βρίσκεται με το μήκος και πλάτος. Δημιουργεί επίσης πίνακες με τριγωνομετρικούς αριθμούς πολύ χρήσιμος στην σφαιρική τριγωνομετρία. Με τον επίπεδο αστρολάβο μπορεί να προβλέπει διάφορα φαινόμενα και ιδιαιτέρως την πολύ δύσκολη πρόβλεψη της θέσης που μπορούμε να παρατηρήσουμε μια έκλειψη του ήλιου πάνω στη γη και το ποσοστό κάλυψης του ήλιου σε αυτή την έκλειψη σε κάθε τόπο και χρονική στιγμή.

Ο Νικόμαχος ο Γερασηνός που έζησε γύρω στο 60-120 μ.Χ. είναι ένας πολύ σημαντικός μαθηματικός ο οποίος μελετά τους τελείους αριθμούς και βρίσκει μετά τον Ευκλείδη τον τέταρτο τέλειο αριθμό 8128. Ο Νικόμαχος γράφει ότι η γενική μορφή των τέλειων αριθμών είναι  $2^{n-1} (2^n - 1)$  και  $2^n - 1$  είναι πρώτος αριθμός.

Ο Πτολεμαίος ο οποίος ζει γύρω στο 100-170 μ.Χ. γράφει εκτενή βιβλία αστρονομίας και γεωγραφίας εξαιρετικά χρήσιμα τα οποία χρησιμοποιούνται μέχρι τον δέκατο ένατο αιώνα σχεδόν τον εικοστό. Στα βιβλία του βασίζονται κατά κύριο λόγο οι χάρτες με τους οποίους ανακαλύφθηκε η Αμερική.

Ο Διόφαντος Αλεξανδρεύς είναι ένας άλλος σημαντικότερος μαθηματικός ο οποίος επιχειρεί και λύνει πολλές γραμμικές εξισώσεις με πολλούς αγνώστους, δηλαδή λύνει συστήματα εξισώσεων διαφόρων βαθμών.

Ο Ήρων είναι ο πρώτος που εισάγει ρίζες αρνητικών αριθμών και αυτό αποτελεί πολύ μετέπειτα την βάση για την δημιουργία και των μιγαδικών αριθμών.



*Μελέτη σφαλμάτων σφαιρικού κατόπτρου από τον Leonardo da Vinci*



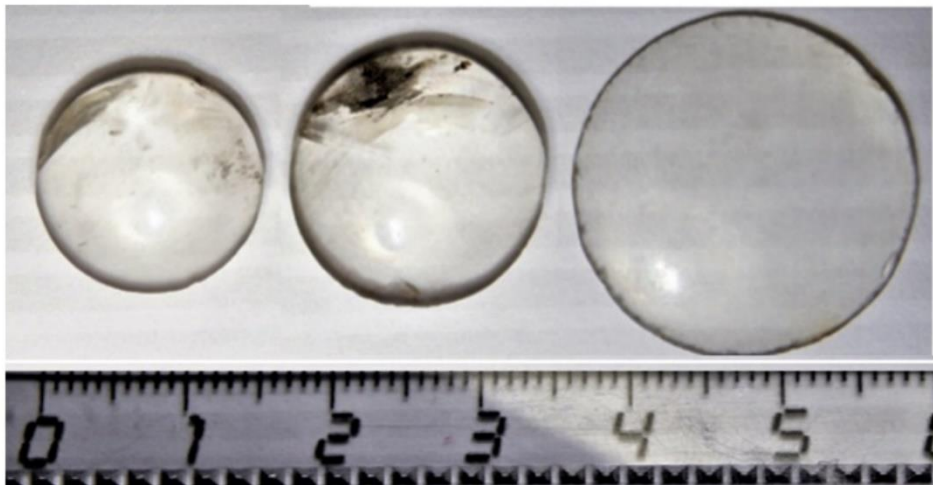
## 1.10 ΟΠΤΙΚΗ ΦΑΚΟΙ ΚΑΙ ΚΑΤΟΠΤΡΑ

Η οπτική επιστήμη αναπτύσσεται επίσης σε μεγάλο βαθμό κατά την Ελληνιστική περίοδο. Υπάρχουν πολλοί αρχαίοι φακοί ήδη από την προϊστορική εποχή σε Ελληνικά μουσεία, Έχουν βρεθεί περισσότεροι από 40 στην Τροία. Υπάρχουν πάρα πολλά κάτοπτρα προϊστορικής εποχής διαφόρων τύπων σε πάρα πολλές χώρες και στην Ελλάδα. Κατά την κλασική εποχή πωλούνταν φακοί στα φαρμακεία όπως μας λέει ο Αριστοφάνης.

Κατά την Ελληνιστική περίοδο γίνονται εξαιρετικές θεωρητικές αλλά και πρακτικές πρόοδοι στην οπτική. Ο Ευκλείδης, ο Αρχιμήδης, ο Διοκλής (240 π.Χ. – 180 π.Χ.) έκαναν εξαιρετικές θεωρητικές μελέτες των κατόπτρων

Είναι γνωστή ή καταστροφή του ρωμαϊκού στόλου από τον Αρχιμήδη που όπως λέγεται χρησιμοποίησε μια συστοιχία εξαγωνικών κατόπτρων για να τον κάψει.

Σύμφωνα με διάφορες αρχαίες πηγές υπήρχε ένα είδος τηλεσκοπίου στην κορυφή του φάρου της Αλεξάνδρειας πιθανότατα φτιαγμένου με ένα κυλινδρικό ή δυο ομοαξονικά κυλινδρικά ή παραβολικά κάτοπτρα σε κατάλληλη διάταξη με το οποίο έβλεπαν τους εχθρούς που πλησίαζαν από πάρα πολύ μακριά.<sup>39</sup> Ομοίως θεωρείται ότι χρησιμοποιούσαν κινούμενα παραβολικά κάτοπτρα ώστε να δημιουργήσουν, να ενισχύσουν και να κατευθύνουν την δέσμη του φωτός του φάρου της Αλεξάνδρειας ώστε να φαίνεται από πάρα πολύ μακριά. Το σύστημα αυτό του κατόπτρου με την δέσμη φωτός περιστρεφόταν περιοδικά ώστε να σαρώνει τον μισό ορίζοντα στη θάλασσα. Περιγραφή του υπάρχει από διάφορες πηγές διαφόρων εποχών Αράβων και Εβραίων ταξιδευτών και γεωγράφων.



*Αρχαίοι φακοί. Μελετήθηκαν στα Αρχαιολογικό Μουσείο Ηρακλείου και Ρόδου*

Ο Ορφέας είχε μαθητή τον Μουσαίο τον πρώτο αστρονόμο κατά τη μυθολογία που έφτιαξε και την πρώτη ουράνια σφαίρα που χρησιμοποίησαν οι Αργοναύτες και ο Ιάσων για να βρίσκουν το δρόμο τους στον Εύξεινο Πόντο διατυπώνοντας ίσως για πρώτη φορά το δύσκολο πρόβλημα υπολογισμού του γεωγραφικού μήκους και της χαρτογραφίας που ο Νεύτων ονόμασε αργότερα πρόβλημα του Ευξείνου Πόντου όρος που επέζησε από τότε στη βιβλιογραφία

<sup>39</sup> Moussas, X., Vitti, P. and Zerefos, S., 2017. Ancient Greek optical instruments and the Pharos of Alexandria: insights on its functions and technology. *Hellenistic Alexandria*, 13, p.255.

## 1.11 Η ΚΟΙΝΗ ΓΛΩΣΣΑ

Η τεράστια αυτοκρατορία η οποία δημιουργήθηκε με της εκστρατείες του μεγάλου Αλεξάνδρου απέκτησε κοινό πολιτισμό και φυσικά κοινή γλώσσα την Ελληνική. Μοιάζει παράδοξο ασφαλώς σήμερα το γεγονός ότι μια στήλη με τα δελφικά παραγγέλματα βρίσκεται στο Ηρώο του Κινέα στο Αφγανιστάν, που σήμερα φυλάσσεται στο σημαντικότερο αρχαιολογικό μουσείο της ανατολικής τέχνης, το Musée Guinet στο Παρίσι. Ασφαλώς φαίνεται παράδοξο το ότι στην μακρινή Ασία όπου είναι η Αλεξάνδρεια του Ώξου (Αι Χανούμ) οι αρχαιολόγοι<sup>40</sup> βρήκαν και ναούς οι οποίοι είναι ίδιοι με τους Ελληνικούς. Η Ελληνική επίδραση στην Ινδία είναι μέγιστη επίσης, σε τοπωνύμια, ορολογία, κ.ά.<sup>41</sup> Διαπιστώνεται ότι οι προσανατολισμοί κτιρίων είναι αστρονομικοί, υπολογισμένοι με τον ίδιο τρόπο όπως σε όλη τη Μεσόγειο, πιθανώς ακολουθώντας τα Ελληνικά πρότυπα. Ανακαλύφθηκε επίσης ότι το θέατρο στα άκρα του κόσμου εκείνης της εποχής είναι φτιαγμένο ακριβώς όπως τα Ελληνικά με τον ίδιο αστρονομικό προσανατολισμό που έχουνε στην κυρίως Ελλάδα την Μικρά Ασία, τη Μεγάλη Ελλάδα, σε όλη τη βόρειο Αφρική αλλά και στην Ιβηρική όλα τα Ελληνικά και τα ρωμαϊκά θέατρα.

Ασφαλώς φαίνεται παράξενο το ότι τα δελφικά παραγγέλματα υπάρχει στήλη του μνημείου του Κινέα που βρέθηκε στο Αφγανιστάν και φυλάσσεται στο σημαντικότερο αρχαιολογικό μουσείο Guinet στο Παρίσι. Το μνημείο με τα Δελφικά παραγγέλματα ήταν τοποθετημένο στην αγορά της πόλης ώστε να διδάσκονται όλοι και ιδιαιτέρως οι νέοι το σωστό την ηθική, την φιλοσοφία και ασφαλώς και τις επιστήμες.

Οι επιστήμονες σε όλο τον Ελληνικό κόσμο αντάλασσαν γνώσεις σε όλα τα πεδία. Ιδιαιτέρως στην αστρονομία.

Οι Ελληνικές επιγραφές ιδιαιτέρως κατά την Ελληνιστική περίοδο βρίσκονται από την Πορτογαλία μέχρι την Ινδία και το Αφγανιστάν.

Η κοινή γλώσσα αλλά και πρακτικά η επικοινωνία ανάμεσα στα κράτη του δημιουργήθηκε μετά τον Μέγα Αλέξανδρο επέτρεψε τελικά και στους Ρωμαίους να κατακτήσουν την ίδια περιοχή. Κατόπιν επέτρεψε στη διάδοση του Χριστιανισμού και ασφαλώς δεν είναι τυχαίο το ότι τα Ευαγγέλια γράφτηκαν στην Ελληνική γλώσσα και όχι στην Αραμαϊκή γλώσσα όπως θα αναμενόταν. Πολύ αργότερα ο ίδιος χώρος δηλαδή το κράτος του Μεγαλέξανδρου με την κοινή γλώσσα επέτρεψε στους Άραβες να επεκταθούν και να διαδώσουν το Ισλάμ μαζί τη γλώσσα τους και το αλφάβητό τους.

Η Ελληνιστική τέχνη δημιουργεί μια τελείως διαφορετική μορφή τέχνης η οποία επικρατεί σε όλη την Ασία ασφαλώς και στην Δυτική Ευρώπη. Οι ίδιες πρακτικές και θέματα χρησιμοποιούνται κατά τις Ελληνικές πρακτικές χρησιμοποιούνται για πρώτη φορά στην Ασία τον Μεγαλέξανδρο. Δεν είναι παράδοξο το ότι όλοι οι Βούδες τους οποίους θαυμάζουμε σε οποιοδήποτε μουσείο του κόσμου ονομάζονται Ελληνικοί Βούδες δηλαδή φοράνε τα ίδια η ιμάτια, τους ίδιους χιτώνες με τον Απόλλωνα. Πρέπει να ομολογήσω ότι όταν για πρώτη φορά επισκέφτηκα την πρώτη έκθεση Κινεζικής τέχνης έξω από την Κίνα στην Royal Academy στο Λονδίνο η οποία έγινε την εποχή του Μάο Τσε Τουνγκ παραξενεύτηκα βλέποντας ότι η περιγραφή σε όλους τους Βούδες έγραφε «Ελληνικός Βούδας». Αναρωτήθηκα λοιπόν γιατί ο επιμελητής της έκθεσης έγραφε Ελληνικός Βούδας. Διάβασα στον οδηγό της έκθεσης ότι είναι η πρώτη φορά που στον χώρο δηλαδή στην Ινδία, στο Πακιστάν, στο Αφγανιστάν, στην Κίνα κατασκευάζονται Βούδες με την Ελληνική τεχνολογία ακολουθώντας την Ελληνική

<sup>40</sup> Bernard, P. An Ancient Greek City in Central Asia, Scientific American 246.1, 1982, 148–159

<sup>41</sup> Issigonis, M. *The Ancient Greeks in Afghanistan*, Ecclectica, 2003, Issigonis, M. Map of New Hellas (Afghanistan & Pakistan ) with original Greek names, 1994

τέχνη και την Ελληνική τεχνική όπως και τα καθαρά Ελληνικά θέματα από την Ελληνική μυθολογία, τον Όμηρο. Ίσως ο πιο αγαπημένος ήρωας είναι ο Ηρακλής. Αγάλματα και ανάγλυφα με τον Ηρακλή αποτελούν συνηθισμένο θέμα στην Ευρώπη και στην Ασία εκείνης της εποχής αλλά και μετέπειτα.

Πολλά έχουν ειπωθεί και γραφτεί σχετικά με την τεχνοτροπία του πηλινού στρατού ο οποίος βρέθηκε τα τελευταία χρόνια στην Κίνα και του οποίου ένα εξαιρετικό δείγμα παρουσιάστηκε και θαυμάσαμε στην Πινακοθήκη στην Αθήνα ότι η μορφή των αγαλμάτων με όλες τις λεπτομέρειες είναι ουσιαστικά Ελληνική τέχνη και φυσικά αυτή είναι απόδειξη θετικής επίδρασης του Ελληνικού πολιτισμού στην Ασία.

Οι επιστήμονες ανταλλάσσουν γνώσεις, μετρήσεις, σε όλο τον Ελληνικό Κόσμο. Έχουν διατηρηθεί πολλές τέτοιες επιστολές μεταξύ των γιγάντων επιστημόνων και φιλοσόφων. Ενδιαφέρον παράδειγμα είναι η επιστολή του Αρχιμήδη στον Δοσίθεο σχετικά με τις αποδείξεις του υπολογισμού του εμβαδού και του όγκου της σφαίρας. Αυτές οι λεπτομερείς μαθηματικές θεωρητικές μαθηματικές αποδείξεις χρησιμοποιήθηκαν με επιτυχία από τον από τον Κέπλερ και τον Νεύτωνα.<sup>42</sup>

Η πρακτική ανταλλαγής επιστημονικών γνώσεων συνεχίζεται επιτυχώς από την εποχή του Πλάτωνα μέχρι σήμερα και ασφαλώς δεν είναι τυχαίο ότι και σήμερα ακόμη πολλά από τα άρθρα ονομάζονται επιστολές.<sup>43</sup>

## 1.12 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΑ

Η μηχανική είναι η βάση της θεωρητικής και πρακτικής φυσικής. Τα αυτόματα υπάρχουν διαχρονικά στον Ελληνικό κόσμο αλλά ιδιαιτέρως κατά την ελληνιστική περίοδο.<sup>44</sup> Ο μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι επιτομή της Ελληνικής μηχανικής αλλά και της Ελληνικής Πυθαγόρειας φιλοσοφίας. Η λέξη μηχανή είναι αρχαιότατη και εμφανίζεται ήδη στον Όμηρο. Δεν είναι τυχαίο που μηχανεύς (εφευρετικός) είναι ένα από τα επίθετα του Δία. Το επίθετο του Δία μηχανεύς ή μαχανεύς στα δωρικά, χρησιμοποιείται ως όνομα μήνα σε διάφορα ημερολόγια. Αυτή η χρήση είναι ενδεικτική της σημασίας που δίνει η κοινωνία εκείνη την εποχή στην εφευρετικότητα και τις κατασκευές.

Ο Θουκυδίδης στις ιστορίες του περιγραφή χρήση πολλών μηχανών κατά τη διάρκεια των πολέμων πολιορκητικών, βλητικών, κατασκευαστικών και άλλων, τόσο σε ξηρά όσο και σε θάλασσα. Οι μηχανές που περιγράφει ήταν φτιαγμένες από ξύλα, σίδερα, αλυσίδες, είχαν βρόχους κ.ά.. Το πρώτο ίσως βιβλίο μηχανικής έγραψε ο Αρχύτας ο οποίος πρώτος χρησιμοποιούσε μηχανές πολεμικές και πρώτος περιγράφει με

---

<sup>42</sup> Αρχιμήδους *περι σφαίρας και κυλίνδρου*, Archimedes De sphaera et cylindro Volume 1, 101, Αρχιμήδης Δοσιθέω χαίρειν. Πρότερον μὲν ἐπέστειλὰς μοι γράψαι τῶν προβλημάτων τὰς ἀποδείξεις, ὧν αὐτὸς τὰς προτάσεις ἀπέστειλα Κόνωνι· συμβαίνει δὲ αὐτῶν τὰ πλεῖστα γράφεσθαι διὰ τῶν θεωρημάτων, ὧν πρότερον ἀπέστειλά σοι τὰς ἀποδείξεις, ὅτι τε πάσης σφαίρας ἢ ἐπιφάνεια τετραπλασία ἐστὶ τοῦ μεγίστου κύκλου τῶν ἐν τῇ σφαίρᾳ, Αρχιμήδης Δοσιθέω εὖ πράττειν. De conoidibus et sphaeroidibus 1.152.1 Ἀποστέλλω τοι γράψας ἐν τῷδε τῷ βιβλίῳ τῶν τε λοιπῶν θεωρημάτων τὰς ἀποδείξεις, ὧν οὐκ εἶχες ἐν τοπρότερον ἀπεσταλμένοις, καὶ ἄλλων ὕστερον ποτεξευρημένων, ἃ πρότερον μὲν ἤδη πολλάκις ἐγγειρήσας ἐπισκέπτεσθαι δύσκολον ἔχειν τι φανείσας μοι τὰς εὐρέσιος αὐτῶν ἀπόρησα· διόπερ οὐδὲ συνεξεδόθεν τοῖς ἄλλοις αὐτὰ τὰ προβεβλημένα. Ὑστερον δὲ ἐπιμελέστερον ποτ' αὐτοῖς γενόμενος ἐξεῦρον τὰ ἀπορηθέντα. Ἦν δὲ τὰ μὲν λοιπὰ τῶν προτέρων θεωρημάτων περὶ τοῦ ὀρθογωνίου κωνοειδὸς προβεβλημένα, τὰ δὲ νῦν ἐντι ποτεξευρημένα περὶ τε ἀμβλυγωνίου κωνοειδὸς καὶ περὶ σφαιροειδῶν σχημάτων, ὧν τὰ μὲν παραμάκεα, τὰ δὲ ἐπιπλατέα καλέω.

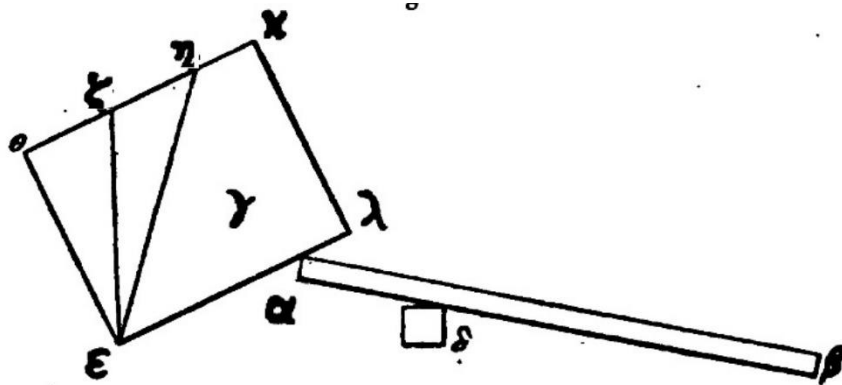
<sup>43</sup> letters

<sup>44</sup> Berryman, S., 2003. Ancient automata and mechanical explanation. *Phronesis*, 48(4), pp.344-369.

διαγράμματα στο βιβλίο του, που έχει χαθεί, πώς μπορεί να κατασκευαστεί κάθε ένα από αυτά τα μηχανήματα.<sup>45</sup> Υπήρχε και η λέξη *μηχανητής* που σημαίνει εφευρέτης και κατασκευαστής πολεμικών μηχανών πολιορκητικών μηχανών και όπλων. Βιβλίο μηχανικής έγραψε ο Δημόκριτος το οποίο επίσης έχει χαθεί.



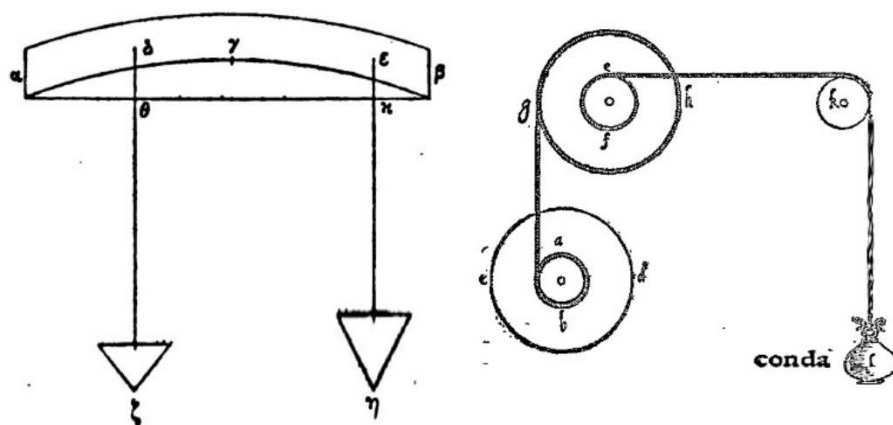
*Ο Αρχιμήδης, σε γκραβούρα βασισμένη σε στο γλυπτό που βρίσκεται στα Μουσεία του Καπιτωλίου της Ρώμης.,*



*Ο νόμος των μοχλών του Αρχιμήδη*

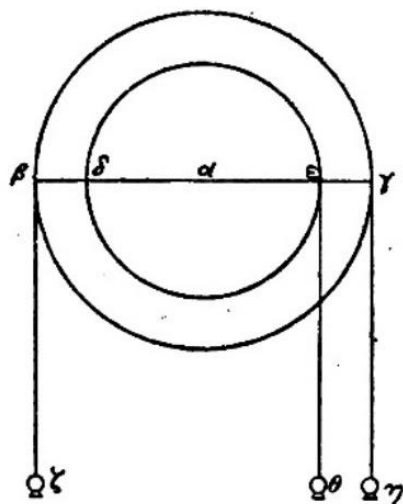
---

<sup>45</sup> μηχανητής



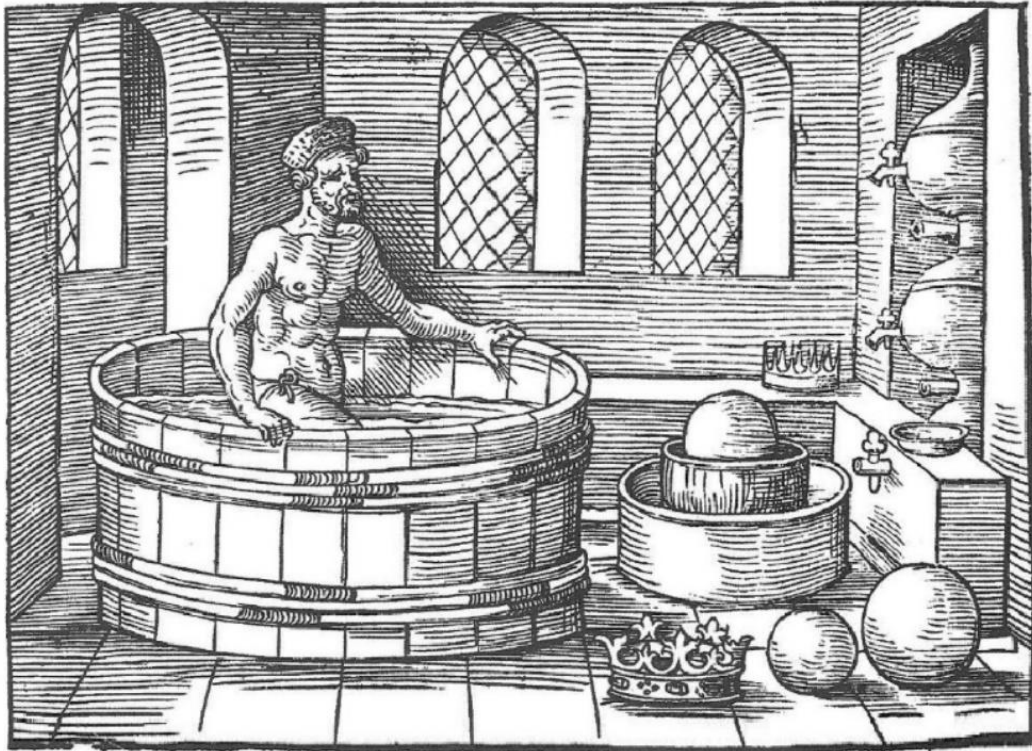
Ο νόμος των μοχλών του Αρχιμήδη και η χρήση του στα αυτόματα του Κτησίβιου και του Ήρωνα.

Fig. 28.

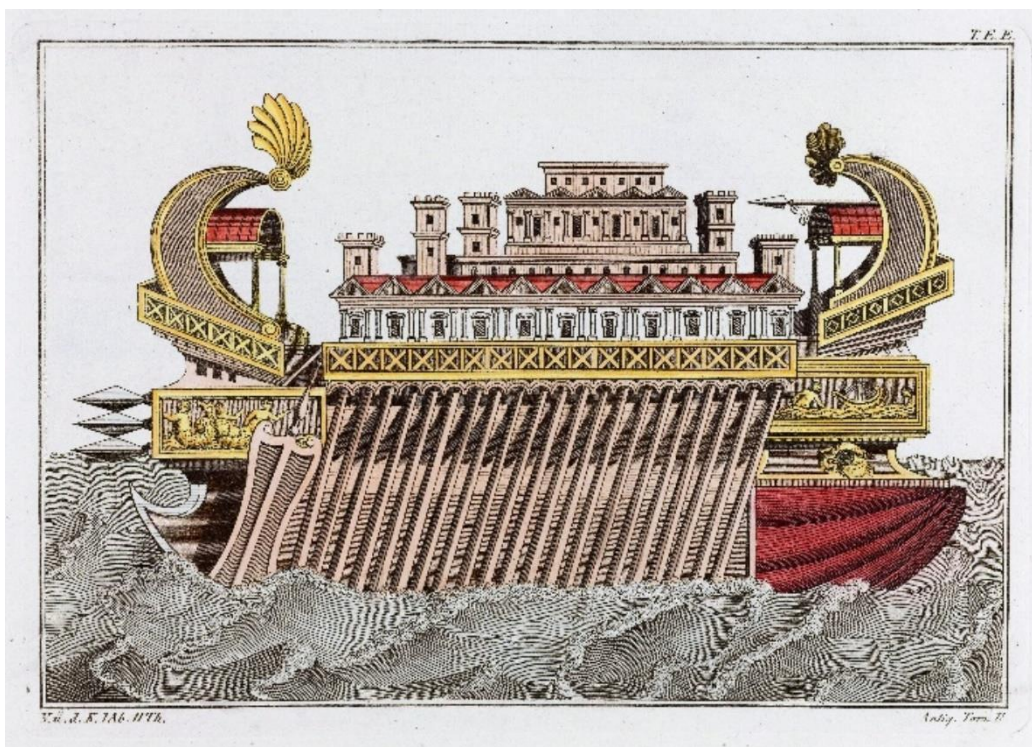


Τα αυτόματα, ταγρανάζια του μηχανισμού των Αντικυθήρων υπολογίζονται με βάση τους μαθηματικοφυσικούς τύπους του Αρχιμήδη.





«Εύρηκα». Ο νόμος της άνωσης του Αρχιμήδη



Συρακουσία, το τεράστιο πλοίο που σχεδίασε ο Αρχιμήδης για τον βασιλιά Πτολεμαίο και το οποίο έριξε μόνος του στην θάλασσα χρησιμοποιώντας τα μηχανήματά του. Για την σχεδίαση της ευστάθειάς του πλοίου ανέπτυξε ειδικά μαθηματικά και φυσική. Coloured

*engraving, ca. 1804-1811. Spalart, Robert von* Date: [1804?-1811?] Credit: The flagship of Ptolemy Philopator. Coloured engraving, ca. 1804-1811. Wellcome Collection.

Ο Αρχιμήδης είναι αυτός ο οποίος μελέτησε εξαιρετικά προσεκτικά την μηχανική και έβγαλε και διετύπωσε σχετικούς νόμους όπως των μοχλών και της άνωσης. Φυσικά ο Αρχιμήδης βασίζεται το σημαντικότερο έργο της μηχανικής του Αριστοτέλη και ασφαλώς σε άλλα έργα που έχουν χαθεί.

Ο Ήρων (1<sup>ο</sup> αιώνα προ χριστού με 1<sup>ο</sup> αιώνα μ.Χ.) συνεχίζει με επιτυχία το έργο του Αρχιμήδη, μελετά διεξοδικά διάφορες όψεις της μηχανικής στο βιβλίο του Μηχανικά και σε όλα τα άλλα βιβλία του. Αναλύει Με ακριβή μαθηματικά την κατασκευή και χρήση μηχανών ανύψωσης βαρέων αντικειμένων και στην πνευματική του μελετάει και κατασκευάζει μηχανές που εργάζονται με πίεση που προκαλείται από ρευστά, αέρια και υγρά. Ο Ήρων ο οποίος βασίζεται στους νόμους που έχει ήδη δει που έχει ήδη διατύπωσε ο Αρχιμήδης φαίνεται ότι έχει αντιληφθεί την έννοια του έργου στην φυσική. Η εισαγωγή της έννοιας του έργου γίνεται στη μελέτη του ήρωνα των πολυσπάτων τροχαλίων. Ο Θεμίστιος (Τρίτο με τέταρτο αιώνα) μελετά την στατική τριβή και διαπιστώνει ότι είναι μεγαλύτερη από την κινητική τριβή. Ο Ιωάννης Φιλόπονος (έκτο αιώνα) εισάγει την έννοια της ορμής και της ώθησης. Αξίζει να αναφερθεί ότι οι Έλληνες γνώριζαν πρακτικά τουλάχιστον την έννοια της ορμής και της ώθησης και υπήρχε σχετικό ολυμπιακό άθλημα με τους αλτήρες. Σε αυτήν την κατηγορία του αθλήματος άλματος εις μήκος ο αθλητής πέταγε προς τα πίσω 2 αλτήρες συγκεκριμένης μάζας (και με εξαιρετική εργονομική σχεδίαση) και κερδίζει ορμή με αποτέλεσμα να κάνει μεγαλύτερο άλμα. Ο Ιωάννης Φιλόπονος μελετά την αρχή της ισοδυναμίας. Παρατηρεί ότι δύο μπάλες πολύ διαφορετικού βάρους ή πυκνότητας θα πέσουν με σχεδόν την ίδια ταχύτητα.

Το έργο του Αρχιμήδη επέδρασε ριζικά στην νέα εποχή της μηχανικής που άρχισε τον δέκατο έκτο αιώνα λίγο πριν τον Γαλιλαίο. Ο Φλαμανδός Simon Stevin (1546–1620), μαθηματικός και μηχανικός, και ο Guidobaldo Del Monte (1545 - 1607) συμβάλλουν κατά την Αναγέννηση στην αναβίωση της μηχανικής βασισμένοι στην μηχανική του Αρχιμήδη κατά κύριο λόγο.<sup>46</sup> Τη σκυτάλη παίρνει ο Γαλιλαίος (1564–1642) ο οποίος συνεχίζει με μεγάλη επιτυχία.

Ο μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι το μόνο αυτόματο μηχανήμα, το μόνο δείγμα υψηλής τεχνολογίας, θα μπορούσαμε να πούμε νανοτεχνολογίας εκείνης της εποχής, που έχει επιζήσει από την αρχαιότητα και από οποιοδήποτε πολιτισμό. Είναι ένα μηχανήμα που λειτουργεί με γρανάζια προσεκτικά σχεδιασμένα ώστε να κάνουν επιθυμητούς μαθηματικοφυσικούς υπολογισμούς. Δίνουν το αποτέλεσμα σε διάφορες κλίμακες κυκλικές και ελικοειδείς που βρίσκονται σε δύο επιφάνειες. Στις κλίμακες του μηχανισμού δίδονται οι θέσεις των ουρανίων σωμάτων την πρόβλεψη των εκλείψεων και πιθανώς τις θέσεις των πλανητών.

Στη μία όψη του δύο δείκτες σε δύο ομόκεντρες κυκλικές κλίμακες δίνουν τη θέση του ήλιου και της σελήνης της οποίας δείχνουν και την φάση. Δηλαδή το μηχανήμα δείχνει πότε αρχίζει ο νέος σεληνιακός μήνας με τη νέα σελήνη. Από ώρα σε ώρα και μέρα σε μέρα αλλάζει συνεχώς η φάση της σελήνης η οποία παρουσιάζεται ρεαλιστικά με μια μικρή αργυρή σφαίρα η οποία είναι τοποθετημένη μέσα σε ένα κοίλο ημισφαίριο από

<sup>46</sup> Koetsier, T., 2010, April. Simon Stevin and the rise of archimedean mechanics in the renaissance. In The Genius of Archimedes--23 Centuries of Influence on Mathematics, Science and Engineering: Proceedings of an International Conference held at Syracuse, Italy, June 8-10, 2010 (pp. 85-111). Dordrecht: Springer Netherlands.

μπρούτζο. Καθώς αλλάζει ο χρόνος περνούν οι ώρες η σελήνη στον μηχανισμό περιστρέφεται γύρω από έναν άξονα και έτσι αλλάζουν οι φάσεις της. Εκπληκτική είναι η πολύ ρεαλιστική μέθοδος του προσδιορισμού της θέσης της σελήνης σύμφωνα με τον δεύτερο νόμο του Κέπλερ τουλάχιστον. Δηλαδή η σελήνη κινείται με μεταβλητή ταχύτητα η οποία έχει μέγιστη τιμή στο περιήλιο και βαθμιαία μειώνεται ώστε να λάβει την ελάχιστη τιμή στο απόγειο της σελήνης. Συγχρόνως αλλάζουν οι φάσεις της σελήνης. Η θέση της σελήνης προσδιορίζεται με την μεταβλητή ταχύτητα η οποία επιτυγχάνεται με την πρόσθεση δύο κυκλικών κινήσεων. Αυτή η μέθοδος αποτελεί κατά κάποιο τρόπο υπογραφή του Ιππάρχου ο οποίος ήταν ο σημαντικότερος αστρονόμος της εποχής που κατασκευάστηκε ο μηχανισμός των Αντικυθήρων. Η εποχή που φτιάχτηκε ο μηχανισμός των Αντικυθήρων εκτιμάται με βάση τη μορφή των γραμμμάτων που χρησιμοποιούνται για το εγχειρίδιο χρήσης του μηχανισμού. Το κείμενο του εγχειριδίου είναι γραμμένος σε δύο χάλκινες σελίδες που αποτελούν τις πόρτες του μηχανισμού οι οποίες τον προστατεύουν και στη διάρκεια της μεταφοράς του. Τα γράμματα έχουν μέγεθος γύρω στα 2 χιλιοστά του μέτρου. Είναι κεφάλαια γραμμένα πιθανότατα ανάμεσα στο 150 με 100 π.Χ. Η γλώσσα είναι μάλλον η κοινή. Είναι η γλώσσα που χρησιμοποιούν επίσης οι επιστήμονες. Τα κείμενα του μηχανισμού περιγράφουν τις λειτουργίες το μηχανισμό. Επίσης δίνουν τους νόμους της φυσικής με τους οποίους ο κατασκευαστής σχεδίασε το μηχανήμα. Δηλαδή ένα φέρουν τις περιοδικότητες των φάσεων της σελήνης, των εκλείψεων ηλίου και γης. Με αυτούς τους νόμους ο κατασκευαστής έχει προγραμματίσει τον υπολογιστή να κάνει τις απαραίτητες μαθηματικές πράξεις ώστε να βρει την φάση σε όλες τις θέσεις της σελήνης που περιφέρεται γύρω από την γη. Ο νόμος των εκλείψεων βασίζεται στην περιοδικότητα του Σάρου και του Εξελιγμού, 18 ετών, 11 ημερών και 8 ωρών (223 μήνες) και 54 ετών και ενός μηνός (669 μήνες) αντίστοιχα. Ο υπολογισμός των φάσεων της σελήνης γίνεται με βάση την περιοδικότητα του κύκλου του Μέτωνα διαρκείας 19 ετών και κύκλου του Καλλίππου διαρκείας 76 ετών (4X19).

Οι Έλληνες είχαν ένα παραδοσιακό σεληνοηλιακό ημερολόγιο 8 ετών από την εποχή του Μίνωα τουλάχιστον και ίσως παράλληλα ή σύμφωνα με την ιστορία κατά την κλασική εποχή ο Μέτων δημιουργεί το δέκα εννέα ετών σεληνοηλιακό ημερολόγιό του. Κάθε πόλη κράτος είχε το δικό της ημερολόγιο με διαφορετικά ή ελαφρώς διαφορετικά ονόματα μηνών και ο μήνας του θερισμού για παράδειγμα μπορεί να διέφερε κατά μία θέση πιο αργά ή πιο νωρίς ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της Ελληνικής πόλης. Οι μήνες του ημερολογίου που υπάρχουν στο μηχανισμό των Αντικυθήρων με βάση τα ονόματα των μηνών οι ειδικοί αναγνωρίζουν ότι ανήκουν σε ένα ηπειρωτικό ημερολόγιο. Υπάρχουν πάρα πολλά Ελληνικά ημερολόγια γιατί κάθε Ελληνική πόλη είχε το δικό της ημερολόγιο για λόγους πολιτικούς κυρίως. Μεγάλη οικογένεια ημερολογίων είναι τα δωρικά ημερολόγια. Πιθανότατα υπήρχαν πάνω από 100 δωρικά ημερολόγια. Μια υποοικογένεια των δωρικών ημερολογίων είναι τα κορινθιακά. Η κραταιά Κόρινθος είχε δεκάδες αποικίες σε όλα τα παράλια της Μεσογείου. Μια υποκατηγορία των κορινθιακών ημερολογίων είναι τα ηπειρωτικά. Το ημερολόγιο του μηχανισμού των Αντικυθήρων είναι ηπειρωτικό και ακριβώς αυτό υπάρχει στην Κέρκυρα και στο Βουθρωτό, ενώ σε μεγάλο βαθμό ταυτίζεται με τα ημερολόγια άλλων πόλεων της Ηπείρου. Τα σεληνοηλιακά ημερολόγια αποτελούνται από σεληνιακούς μήνες διάρκειας 29 ή 30 ημερών.

Το σεληνοηλιακό ημερολόγιο του μηχανισμού των Αντικυθήρων είναι το πληρέστερο που γνωρίζουμε. Από το ημερολόγιο του Μέτωνα των 19 ετών του μηχανισμού των Αντικυθήρων μαθαίνουμε για πρώτη φορά πώς εναλλάσσονταν οι μήνες των 29 και 30 ημερών. Ο Μέτων επιλέγει τους μήνες των 29 ημερών και την ακριβή ημέρα η οποία θα αφαιρεθεί από κάθε μήνα με εξαιρετική προσοχή ώστε να λαμβάνει υπόψη του το ημερολόγιο την μεταβολή της ταχύτητας της γης γύρω από τον ήλιο. Δηλαδή λαμβάνει

υπόψη του το ημερολόγιο το γεγονός ότι στο περιήλιο (αρχές Ιανουαρίου) η γη πηγαίνει γρήγορα γύρω από τον ήλιο ενώ πηγαίνει πολύ πιο αργά στο αφήλιο (αρχές Ιουλίου).

Μελετώντας τον μηχανισμό των Αντικυθήρων, ένα μηχανήμα 22 αιώνων το οποίο λειτουργεί με γρανάζια και προγραμματίζεται όπως κάθε υπολογιστής, αναρωτιέται πώς είναι δυνατόν οι άνθρωποι πριν από 22 αιώνες να σχεδίασαν και κατασκεύασαν ένα τέτοιο μηχανήμα. Η πραγματικότητα είναι ότι ήταν σε θέση να συλλάβουν τη σχεδίαση και κατασκευή ενός τέτοιου αυτόματου ενός τέτοιου υπολογιστή όπως αποδεικνύει η ύπαρξή του.

Η ανάδειξή του έγινε με την μελέτη του την οποία κάναμε και εξακολουθούμε και κάνουμε από το 2005. Η μελέτη δείχνει ότι κάθε ένα από τα δεκάδες γρανάζια με τα οποία λειτουργεί και τα οποία είναι προγραμματισμένος, κάνει τις συγκεκριμένες μαθηματικές πράξεις που είναι απαραίτητες για τους υπολογισμούς.

Διαπιστώθηκε ότι έχει σχεδιαστεί με τους νόμους της φυσικής όπως αυτοί εκφράστηκαν για παράδειγμα με τους μαθηματικούς τύπους από τον Αρχιμήδη τα γνωστά που γνωρίζουμε σχετικά με τους μοχλούς, το υπομόχλιο και λοιπά και είναι έτσι κατασκευασμένος ώστε πρώτον να έχει τη βέλτιστη σχεδίαση για τις συγκεκριμένες διαστάσεις και να λειτουργεί χωρίς τριβεία, χωρίς ρουλεμάν.<sup>47</sup>

Ο σχεδιαστής και κατασκευαστής του μηχανισμού των Αντικυθήρων δεν κάνει τίποτε χωρίς να το μελετήσει προηγουμένως με βάση τους νόμους της φυσικής που ξέρουν εκείνη την εποχή. Λαμβάνει υπόψη του τα σχετικά με τους μοχλούς και τους εφαπτόμενους κύκλους, γρανάζια, τύμπανα όπως τα μελετά για παράδειγμα ο Αριστοτέλης. Φυσικά αυτή η κατασκευή συνδυάζεται με τις μακρόχρονες γνώσεις της μεταλλουργίας οι οποίες στην Ελλάδα και σε άλλες χώρες έχουν μια ιστορία τουλάχιστον 2500 ετών πριν από το μηχανισμό.<sup>48</sup> Τα Ελληνικά βιομηχανικά πρότυπα (όπως τα ISO, ASA, DIN) έχουν ήδη αναπτυχθεί πολύ πριν την εποχή της κατασκευής του Παρθενώνα. Τις προδιαγραφές για τα μεταλλικά<sup>49</sup> όπως τα μπρούτζινα εξαρτήματα για παράδειγμα που χρησιμοποιούνται σε αυτή την κατασκευή και άλλες κατασκευές βρίσκονται σε μία από τις πολύ αρχαίες επιγραφές που έχουν βρεθεί και τους θαυμάζει κανείς σήμερα στο αρχαιολογικό μουσείο της Ελευσίνας. Δεν μπορεί να λειτουργήσει καλά ένα σοβαρό σύστημα είτε πρόκειται για κράτος ή βιομηχανία ή οποιοδήποτε άλλο χωρίς έλεγχο ποιότητας χωρίς νομολογία σχετική με τα πρότυπα, είτε πρόκειται για κτίρια, μέταλλα,

<sup>47</sup> Proclus Phil., In primum Euclidis elementorum librum commentarii, Page 41, line 9 Πρὸς δὴ ταύταις ἡ μηχανικὴ καλουμένη τῆς περὶ τὰ αἰσθητὰ καὶ τὰ ἔνυλα πραγματείας μέρος ὑπάρχουσα, ὑπὸ δὲ ταύτην ἢ τε ὀργανοποιικὴ τῶν κατὰ πόλεμον ἐπιτηδεῖων ὀργάνων, οἷα δὴ καὶ Ἀρχιμήδης λέγεται κατασκευάσαι τῶν πολεμούντων τὴν Συράκουσαν ἀμυντικὰ ὄργανα, καὶ ἡ θαυματοποιικὴ τὰ μὲν διὰ πνῶν φιλοτεχνούσα, ὥσπερ καὶ Κτησίβιος καὶ Ἱερῶν πραγματεύονται, τὰ δὲ διὰ ῥοπῶν, ὧν τῆς μὲν κινήσεως τὴν ἀνισορροπίαν αἰτιατέον, τῆς δὲ στάσεως τὴν ἰσορροπίαν, ὥσπερ καὶ ὁ Τίμαιος διώρισεν, τὰ δὲ διὰ νεύρων καὶ σπάρτων ἐμπύχους ὀλκὰς καὶ κινήσεις ἀπομιμουμένων. νῦν δὲ τὴν μηχανικὴν ἔστιν καὶ ἡ τῶν ἰσορροπίων ὅλως καὶ τῶν λεγομένων κεντροβαρικῶν διὰ γνώσεις, καὶ ἡ σφαιροποιία κατὰ μίμησιν τῶν οὐρανίων περιφορῶν, οἷαν καὶ Ἀρχιμήδης ἐπραγματεύσατο, καὶ ὅλως πᾶσα ἡ τῆς ὕλης κινητικὴ. λοιπὴ δὲ ἡ ἀστρολογία περὶ τῶν κοσμικῶν κινήσεων διαλαμβάνουσα καὶ περὶ μεγεθῶν καὶ σχημάτων τῶν οὐρανίων σωμάτων καὶ φωτισμῶν καὶ ἀποστάσεων τῶν ἀπὸ γῆς καὶ τῶν τοιούτων ἀπάντων,

<sup>48</sup> Papadimitriou, G., 1991. Copper and bronze metallurgy in ancient Greece. *Archaeometry*, 90, pp.117-126.

<sup>49</sup> Craddock, P.T., 1976. The composition of the copper alloys used by the Greek, Etruscan and Roman civilizations 1. The Greeks before the archaic period. *Journal of Archaeological Science*, 3(2), pp.93-113. Βαρουφάκη Γιώργου, Αρχαία Ελλάδα και ποιότητα, Η ιστορία και ο έλεγχος των υλικών που σημάδεψαν τον Ελληνικό πολιτισμό Αίολος, Αθήνα, 1996 Day, P.M. and Doonan, R.C. eds., 2007. *Metallurgy in the Early Bronze Age Aegean*. Oxford: Oxbow Books.

πλοία, δρόμους, γέφυρες, όπλα, τρόφιμα, κόλλες, χημικές ενώσεις κ.λπ. Στα πρότυπα όλων των τομέων οι Έλληνες ήταν πρωτοπόροι. Έχουν επιζηήσει σε αρχαία χειρόγραφα εκατοντάδες πρότυπα σχετικά με τη χημεία ιδιαιτέρως και τη μεταλλουργία, τις κατασκευές κ.λπ. Τα Ελληνικά αυτόματα, επιτομή της Ελληνικής μηχανικής, σχεδιάζονται και κατασκευάζονται με βάση τους νόμους της φυσικής τηρώντας πάντοτε τα πρότυπα.

Ο Αρχιμήδης κατασκευάζει το γνωστό τεράστιο πλοίο το οποίο το χάρισε ο τύραννος των Συρακουσών Ιέρων στον Πτολεμαίο ώστε να μεταφέρει τεράστιες ποσότητες σιτηρών επειδή είχε δημιουργηθεί επισιτιστική κρίση. Σχεδίασε το τεράστιο το οποίο είχε απίστευτη ευστάθεια.<sup>50</sup> Η Συρακωσία, όπως ονόμασε το πλοίο ο Αρχιμήδης ή Αλεξάνδρεια όπως την μετονόμασε ο Πτολεμαίος είχε 2 πλώρες και 2 πρύμνες, 7 έμβολα, 8 πύργους, σχοινιά φτιαγμένα από λεύκες από την ιβηρική και κάνναβη από τον Ροδανό ποταμό. Τα ύφαλα ήταν ντυμένα με πλάκες μολύβδου για προστασία, ευστάθεια και πλευστότητα. Ακριβώς όπως τα ύφαλα του επίσης τεραστίου ναυαγίου των Αντικυθήρων μέσα στον οποίο βρέθηκε ο μηχανισμός των Αντικυθήρων.

Με παρόμοιο τρόπο σχεδίασαν και κατασκεύασαν πλοία με 2,3 ή και 5 καρίνες δηλαδή μερικά πλοία ενιαιοποιημένα. Κατασκεύασαν τα πλοία που σήμερα ονομάζουμε καταμαράν. Είναι πιθανό το ναυάγιο των Αντικυθήρων δίπλα στο οποίο βρέθηκε ένα δεύτερο παρόμοιο τεράστιο πλοίο ντυμένο στα ύφαλα επίσης με μολύβδο να ήταν ένα καταμαράν το οποίο έσπασε στα 2 και τα 2 κομμάτια του βυθίστηκαν 100 m απόσταση το ένα από το άλλο.

Ο Αρχιμήδης που σχεδίασε το τεράστιο πλοίο το οποίο κατασκεύασε ο αρχιτέκτων Αρχίας μπόρεσε και το έριξε στη θάλασσα μόνος του χρησιμοποιώντας βαρούλκα και άλλες μηχανές. Ο Αρχιμήδης συνέλαβε την κατασκευή και σχεδίασε το τεράστιο πλοίο χρησιμοποιώντας θεωρητικά μαθηματικά για να βρει τη βέλτιστη μορφή που πρέπει να έχει το πλοίο για να έχει την μέγιστη πλευστότητα και ευστάθεια. Χρησιμοποιεί τον ολοκληρωτικό λογισμό τον οποίο πιθανότατα αυτός εφευρίσκει ώστε να σχεδιάσει σωστά κάθε τομή του πλοίου και να υπολογίσει τα βάρη πρέπει να βάλει του πλοίου ως έρμα και για προστασία στα ύφαλα του πλοίου με φύλλα μολύβδου όπως έχει και το τεράστιο πλοίο του ναυαγίου των Αντικυθήρων.

Από τότε ο ολοκληρωτικός και διαφορικός λογισμός γίνεται ο τρόπος που σχεδιάζονται όλες οι κατασκευές.<sup>51</sup>

Ο Αρχιμήδης εφευρίσκει αυτές τις μαθηματικές πρακτικές και κυρίως την θεωρητική μέθοδο και τον τρόπο που ολοκληρώνει ο Νεύτων πολύ αργότερα. Η μέθοδο του Αρχιμήδη είναι καλύτερη από τον τρόπο με τον οποίο ολοκληρώνει σε κάποιο βαθμό ο Κέπλερ.

---

<sup>50</sup> Jean MacIntosh Turfa - Alwin G. Steinmayer Jr., 1999, The Syracusia as a giant cargo vessel, International Journal of Nautical Archaeology 28 2, 105–125).

<sup>51</sup> Αρχιμήδης Δοσιθέω εὔ πράττειν. Quadratura parabolae 2.164.2 Ἀκούσας Κόνωνα μὲν τετελευτηκέναι, ὃς ἦν οὐδὲν ἐπιλείπων ἑμὶν ἐν φιλῷ, τὴν δὲ Κόνωνος γνώριμον γεγενῆσθαι καὶ γεωμετρίας οἰκεῖον εἶμεν τοῦ μὲν τετελευτηκότος εἵνεκεν ἐλυπήθημεν ὡς καὶ φίλου τοῦ ἀνδρὸς γεναμένου καὶ ἐν τοῖς μαθημάτεσσι θαυμαστοῦ τινος, ἐπροχειριζάμεθα δὲ ἀποστείλαι τοὶ γράψαντες, ὡς Κόνωνι γράφειν ἐγνωκότες ἡμεῖς, γεωμετρικῶν θεωρημάτων, ὃ πρότερον μὲν οὐκ ἦν θεωρημένον, νῦν δὲ ὑφ' ἡμῶν τεθεώρηται, πρότερον μὲν διὰ μηχανικῶν εὐρεθέν, ἔπειτα δὲ καὶ διὰ τῶν γεωμετρικῶν ἐπιδειχθέν. Τῶν μὲν οὖν πρότερον περὶ γεωμετρίαν πραγματευθέντων ἐπεχείρησάν τινες γράφειν ὡς δυνατόν ἐδὸν κύκλῳ τῷ δοθέντι καὶ κύκλου τμήματι τῷ δοθέντι χωρίον εὐρεῖν εὐθύγραμμον ἴσον, καὶ μετὰ ταῦτα τὸ περιεχόμενον χωρίον ὑπὸ τε τῆς ὅλου τοῦ κώνου τομᾶς καὶ εὐθείας τετραγωνίζειν ἐπειρῶντο λαμβάνοντες οὐκ εὐπαραχώρητα λήμματα, διόπερ αὐτοῖς ὑπὸ τῶν πλείστων οὐχ εὐρισκόμενα ταῦτα κατεγνωσθέν. ...



Με αυτόν ακριβώς τον επιστημονικό τρόπο σκεφτόταν ασφαλώς ο Αρχιμήδης όταν σχεδίαζε και κατασκεύαζε νέα όπλα (μέχρι και πολυβόλα). Ομοίως και όταν αστείευόμενος έλεγε για να καταλάβουν όλοι, και όσοι δεν είχαν επιστημονική εκπαίδευση, ασφαλώς αστείευόμενος, ότι μπορούσε κανείς να κάνει με τη φυσική και τα μαθηματικά «δώστε μου έναν τόπο να σταθώ και εγώ μπορώ να κινήσω και την Γη».

Με την ίδια ακριβώς επιστημονική μέθοδο βάζει τα εγκαίνια τα θεμέλια της υδροστατικής αλλά και της αεροδυναμικής της πνευματικής την οποία στη συνέχεια αναπτύσσουν άλλοι όπως ο Κτησίβιος και ο Ήρων στην Αλεξάνδρεια.

### 1.13 ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΑΥΤΟΜΑΤΑ ΚΑΙ ΡΟΛΟΓΙΑ

Τα Ελληνικά αυτόματα ασφαλώς έχουν ρίζες στον μυθικό Τάλω και τα αυτόματα του Ηφαίστου τα οποία εκλαμβάνουμε ως φανταστικές συλλήψεις και ευχές του σκληρότατα εργαζόμενου ανθρώπου. Τα Ελληνικά αυτόματα ουσιαστικά αρχίζουν από την εποχή του Ομήρου όπου περιγράφονται ήδη τα πρώτα. Στα ομηρικά αυτόματα περιλαμβάνονται και τα πλοία των Φαιάκων των οποίων τα τιμόνια γύριζαν αυτομάτως και σε πήγαινα στην κατεύθυνση που ήθελες. Αυτός ο αυτοματισμός των τιμονιών ήταν σε λειτουργία μέχρι πριν από μερικά χρόνια και ονομάζεται ανεμοτίμονο. Μέχρι το 1970 σχεδόν και οι ψαράδες μας με ένα σύστημα από καρούλια και σχοινάκια και με μία μικρή τριγωνική σημαία, ένα μικρό τριγωνικό πανάκι δηλαδή. Το σύστημα αυτό ρύθμιζε αυτομάτως το τιμόνι της βάρκας, του πλοιαρίου ώστε να πηγαίνει στην επιθυμητή κατεύθυνση κάνοντας άνισα σχεδόν ευθύγραμμα τμήματα ή ελαφρά καμπύλα, δημιουργώντας τεθλασμένη τροχιά. Αρκούσε με μια απλή ρύθμιση τον σκοινιών η οποία γινόταν με βάση τον άνεμο που φυσούσε και την επιθυμητή πορεία του πλοίου. Το μικρό τριγωνικό πανάκι άλλαζε θέση από τον άνεμο και τραβούσε το σκοινάκι. Η μεταβολή τις κατεύθυνσης του τριγωνικού πανιού στην άκρη του οποίου ήταν δεμένο ένα σκοινάκι το οποίο τραβούσε ένα άλλο και έδινε στο τιμόνι κλίση δεξιά ή αριστερά. Καθώς προχωρούσε το πλοίο αλλάζει η κλήση του μικρού πανιού σε σχέση με τον άνεμο και την επιθυμητή κατεύθυνση. Η αλλαγή της κλίσης έδινε νέα εντολή στο τιμόνι να στρέψει προς την άλλη κατεύθυνση για ένα διάστημα. Ο λόγος των χρονικών διαστημάτων που ορίζονταν αυτομάτως με κλίση τιμονιού αριστερά ή δεξιά για διαφορετικό χρονικό διάστημα, με αποτέλεσμα το πλεούμενο να πηγαίνει στη σωστή κατεύθυνση ακόμα και κόντρα στον άνεμο οπότε ήταν επιθυμητό. Η παράδοση των αυτομάτων των αυτοματισμών συνεχίστηκε και φυσικά μετεξελίχθηκε.

Είναι γνωστό ότι μερικούς αιώνες νωρίτερα ο Αρχύτας είχε ήδη κατασκευάσει κάτι παρόμοιο όταν η *πετομηχανή* ή *περιστερά*, δηλαδή ένα μηχανικό πουλί, ένα μηχανικό αεροπλάνο. Η μηχανή του Αρχύτα ίπταται κάμποσα μέτρα καθώς διαβάζουμε στη βιβλιογραφία.<sup>52</sup> Αυτό το αεροπλάνο περιγράφει ο Πλίνιος ο Πρεσβύτερος, ο Αύλος Γέλλιος (Aulus Gellius, 125 – 180 μ.Χ.) ο οποίος βασίζεται και στον Φαβορίνο (περιστερὰν ξυλίνην πετομένην). Το μηχανικό ιπτάμενο περιστέρι ήταν φτιαγμένο από ελαφρύ ξύλο. Το μηχανικό περιστέρι ήταν πολύ καλά ισορροπημένο όπως περιγράφουν.

<sup>52</sup> Aulus Gellius, Noctes Atticae, 10.12 Multa autem videntur ab hominibus istis male sollertibus huiusmodi commenta in Democriti nomen data nobilitatis auctoritatisque eius perfugio utentibus. 9 Sed id, quod Archytam Pythagoricum commentum esse atque fecisse traditur, neque minus admirabile neque tamen vanum aequè videri debet. Nam et plerique nobilium Graecorum et Favorinus philosophus, memoriarum veterum exsequentissimus, affirmatissime scripserunt simulacrum columbae e ligno ab Archyta ratione quadam disciplinaque mechanica factum volasse; ita erat scilicet libramentis suspensum et aura spiritus inclusa atque occulta concitum. 10 Libet hercle super re tam abhorrenti a fide ipsius Favorini verba ponere: Αρχύτας Ταραντίος, τὰ ἄλλα καὶ μηχανικὸς ὢν, ἐποίησεν περιστερὰν ξυλίνην πετομένην· ὁπότε καθίσειεν, οὐκέτι ἀνίστατο. μέχρι γὰρ τούτου .



Λειτουργούσε με ώθηση που δημιουργούσε αέρα ο οποίος είτε ήταν ήδη πεπιεσμένος σε κάποιο δοχείο στην μέσα στο μηχανικό περιστέρι ή ένα βάρος το οποίο ήταν δεμένο σε σκοινάκι τυλιγμένο σε έναν κύλινδρο τον οποίο περιέστρεφε. Ο περιστρεφόμενος κύλινδρος κινούσε μια έλικα η οποία εξωθούσε τον αέρα και πέταγε το μικρό αεροπλάνο. Μετά από κάθε πτήση δεν πετούσε μόνο του αυτομάτως αλλά χρειαζόταν εκ νέου ρύθμιση, φόρτιση. Μια άλλη εκδοχή είναι ότι είχε μια φιάλη την οποία γέμιζαν με πεπιεσμένο αέρα και ανοίγοντας ακροφύσιο στο πίσω μέρος του αεροπλάνου αυτό προωθείτο. Προϋπόθεση είναι ότι ο Κτησίβιος είχε κατασκευάσει αντλία αέρα. Η κατασκευή αντλίας αέρος είναι πάρα πολύ πιθανή διότι ασφαλώς ο Κτησίβιος είχε δοκιμάσει τις αντλίες του και χωρίς νερό οι οποίες ασφαλώς λειτουργούσαν συμπιέζοντας αέρα.

Τεράστια πρόοδος επιτεύχθηκε στην Αλεξάνδρεια στη βιβλιοθήκη και ειδικότερα στο Μουσείο της Αλεξάνδρειας όπου εργάζονταν μεθοδικά πολλοί μηχανικοί, πολλοί περισσότεροι τεχνίτες. Όλοι εργάζονταν κάτω από την καθοδήγηση ενός εξαιρετικού επιστήμονα που σχεδίαζε τις μηχανές, αυτόματα, ακόμη και ρομπότ, όπως η μηχανικήθεραπαινίδα, με βάση την φυσική και ειδικότερα με βάση την μηχανική πάντοτε με ακριβή μαθηματικά και τους νόμους της φυσικής όπως τους ήξεραν τότε.

Ο Κτησίβιος ο Αλεξανδρεύς (285 - 222 π.Χ.) είναι ένας μεγαλοφυής εφευρέτης, εξαιρετικός μαθηματικός, φυσικός και μηχανικός ο οποίος έζησε στην Αλεξάνδρεια. Ο Κτησίβιος ουσιαστικά δημιούργησε μια καινούργια σχολή μηχανικών και πανεπιστημίων οι οποίοι έφτιαχναν αυτόματα.<sup>53</sup> Όλη σημερινή τεχνολογία ουσιαστικά βασίζεται στην παράδοση το Κτησίβιου και αποτελεί συνέχειά της.

Ο Κτησίβιος ίσως είναι ο πρώτος ο οποίος έφτιαξε αυτόματα με διαφόρων τύπων και σχεδίων μοχλούς με σκοινάκια, αλυσίδες, βάρη και αντίβαρα, πλωτήρες, βαρούλκα, με ανεμογεννήτριες κ.ά. Κάποια αυτόματα λειτουργούσαν με πεπιεσμένο αέρα, ενώ άλλα χρησιμοποιώντας νερό και με διάφορους σχεδιασμούς. Η παράδοση χρήσης νερού ή και αέρα ως κινητηρίου δυνάμεως αρχίζει πιθανότατα από πολύ παλιότερα όταν οι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν νερό και αέρα ως πηγή ενέργειας, πηγή ισχύος, σε νερόμυλους για παράδειγμα και πανιά σε πλοία.

Ο Κτησίβιος έφτιαξε πρώτος την καταθλιπτική όσο και την αναρροφητική αντλία που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα. Έφτιαξε αντλίες με πολλά κυλινδρικά πιστόνια που γέμιζαν εναλλάξ με αποτέλεσμα η αντλία πίεσης με τα δυο έμβολα και αντίστοιχα δυο βαλβίδες και πιστόνια να λειτουργεί συνεχώς. Τέτοιες αντλίες μπορούσαν να αντλήσουν γύρω στα 100 λίτρα το λεπτό και ήταν σε χρήση σε πλοία επί 23 αιώνες και για περισσότερο από δυο αιώνες για πυρόσβεση. Τέτοιες αντλίες λειτουργούσαν και ως αντλίες συμπίεσης αέρα και τέτοιες χρησιμοποιούσαν στην ύδραυλη.

Ο Κτησίβιος έκανε πολλές εφευρέσεις σχετικά με όπλα και πολεμικές μηχανές για στρατιωτική χρήση, τηλεβόλα, πολιορκητικές μηχανές, κινούμενους πύργους, τεθωρακισμένα οχήματα. Ο Κτησίβιος κατασκεύασε πρώτος ένα μουσικό υδραυλικό όργανο την ύδραυλη Η ύδραυλη η οποία είναι το αρμόνιο, το εκκλησιαστικό όργανο που λειτουργεί με πεπιεσμένο αέρα, και από τότε μέχρι σήμερα είναι ίσως το πιο εντυπωσιακό μουσικό όργανο που έφερε επανάσταση στην μουσική. Το πόσο

---

<sup>53</sup> Πάππος, Pappus (1024.12 – 1025.4), Cuomo, S., 2000, *Pappus of Alexandria and the Mathematics of Late Antiquity*, Cambridge University Press.

Βλ. Simplicius Phil., In Aristotelis physicorum libros commentaria 9,47,11 εἰ γὰρ δεῖ τὸν φυσικὸν εἶ τίχαι ὡς φυσικὸν πάντα τὰ παρ' αὐτοῦ δεικνύμενα ἐκ τῶν φυσικῶν ἀρχῶν καὶ φυσικῶς ἀποδεικνύναι, μὴ συγχωροῦνται δὲ αἱ ἀρχαὶ μηδὲ ἡ φυσικὴ θεωρία, πῶς ἂν ἔτι ἀποδείξοι ὁ φυσικὸς ἢ φυσικός;

σημαντική είναι η υδραυλη φαίνεται από το γεγονός ότι ο όρος όργανο χρησιμοποιείται σε όλες τις ξένες γλώσσες (εκτός της Κινεζικής) για αυτό το μουσικό όργανο.

Κατασκεύασε επίσης χρονόμετρα και ρολόγια διαφόρων τύπων τα οποία λειτουργούσαν αυτομάτως με νερό, με συστήματα μοχλών και πλωτήρων και γρاناζιών.

Ο Κτησίβιος κατασκεύασε τηλεβόλα όπλα το οποίο λειτουργούσαν με πεπιεσμένο αέρα. Εκτόξευαν βλήματα, βέλη σε πολύ μεγάλη απόσταση ώστε να μπορεί κανείς να πλήξει τον εχθρό από πολύ μακρινή απόσταση πολύ μεγαλύτερη από το βεληνεκές των βλημάτων του εχθρού. Παράλληλα έφτιαξε υδραυλικούς καταπέλτες οι οποίοι εκτόξευαν τα βλήματά με νερό υπό μεγάλη πίεση την οποία επιτύγχανε με τις καταθλιπτικές αντλίες που είχε εφεύρει και κατασκεύαζε. Έτσι εκτοξευόταν το βλήμα πολύ πιο μακριά. Κατασκεύασε επίσης καταπέλτες οι οποίοι λειτουργούσαν με την ισχύ του ανέμου με ανεμόμυλους. Βελτίωσε επίσης τους παραδοσιακούς καταπέλτες και βαλλίστρες οι οποίες χρησιμοποιούσαν σχοινιά διαφόρων τύπων από δέρματα ή και επεξεργασμένα έντερα τυλιγμένα κατάλληλα επεξεργασμένα και τεντωμένα.

Ο ίδιος έκανε την πρώτη κατασκευή υδραυλικών ανυψωτικών μηχανών με νερό το οποίο το διοχετεύεται μέσα σε ένα κλειστό δοχείο που κατέληγε σε ένα πιστόνι μέσα σε ένα άλλο ελαφρώς μεγαλύτερης διαμέτρου κύλινδρο και έτσι αυξάνονταν η ποσότητα του νερού με αποτέλεσμα πολύ υψηλή πίεση. Το πιστόνι ανέβαινε και έτσι ανύψωνε πάρα πολύ βαριά Αντικείμενα. Η πρακτική αυτή συνεχίζεται μέχρι σήμερα.

Ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς ουσιαστικά διάδοχος του Κτησίβιου πιθανώς μαθητής του είναι εξίσου σημαντικότερος εφευρέτης, μεγάλος μαθηματικός φυσικός και μηχανικός. Δημιούργησε δεκάδες αυτόματα.

Ο Ήρων γράφει πολλά βιβλία μεταξύ των οποίων αυτοματοποιητικής, βελοποιικά (για πολεμικές μηχανές), μηχανικής, μηχανικής ρευστών (πνευματική την ονομάζει), περί μέτρων, περί διόπτρας (και τοπογραφίας), κατοπτρικά (οπτικής), μαθηματικών, στερεομετρικά κ.ά. Ο Ήρων σε μεγάλο βαθμό βασίζει το τεράστιο και σημαντικότερο έργο του στα βιβλία και τις κατασκευές του Αρχιμήδη και του Κτησίβιου των οποίων είναι υπεράξιος συνεχιστής.

Ο Ήρων είναι ο εφευρέτης της Αιολόσφαιρας δηλαδή της πρώτης μηχανής η οποία λειτουργεί με ατμό. Η Αιολόσφαιρα κινείται όπως λέει και το όνομα της με αέρια, με ατμό. Πρόκειται για μια σφαίρα ένα δοχείο το οποίο μπορεί και περιστρέφεται γύρω από άξονα και το οποίο είναι εφοδιασμένο με δύο ακροφύσια (σαν πυραύλους) τα οποία βλέπουν αντίθετα το ένα προς το άλλο, κάθετα προς τον άξονα περιστροφής και αρκετή απόσταση από αυτόν ώστε να ασκούν μεγάλη ροπή. Στέλνοντας ατμό με πίεση μέσα στην αιολόσφαιρα, τροφοδοτώντας με δυο σωλήνες οι οποίοι αποτελούν και άξονα περιστροφής της αιολόσφαιρας. Ο ατμός υπό πίεση δημιουργείται σε ένα δοχείο που βράζει κάτω από την αιολόσφαιρα. Τα 2 ρεύματα αέρος ατμού από ακροφύσια επιβάλλουν στο σύστημα της αιολόσφαιρας να περιστρέφεται καθώς εξασκείται ροπή από τα 2 ακροφύσια από το οποίο βγαίνει με ταχύτητα ο ατμός.

Ο Ήρων έγραψε σημαντικότερα βιβλία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν σχεδόν 2 χιλιετίες. Εργάστηκε σε διάφορα θέματα οπτικής με κάτοπτρα. Ο Ήρων είναι ο πρώτος που αποδεικνύει ότι το φως θα ακολουθήσει την συντομότερη γεωμετρικά τροχιά σε μια διαδρομή από ένα σημείο σε ένα άλλο αυτή ονομάζεται η αρχή του Ήρωνα η οποία γενικεύθηκε από τον Φερμά (Fermat).

Πολλά από τα μηχανήματα του Ήρωνα λειτουργούσαν με βαλβίδες διαφόρων τύπων και τα συστήματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν διαχρονικά από τότε πρακτικά μέχρι σήμερα για όλων των ειδών τα αυτόματα τα ρομπότ ή τα αυτοκίνητα και άλλες κατασκευές. Πολλοί

χρήσιμοι αυτοματισμοί του Ήρωνα χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα όπως για παράδειγμα η μέθοδος με την οποία φτιάχνονται αυτομάτως σπειρώματα σε βίδες ξύλινες οι μεταλλικές. Ο Ήρων μελετά διεξοδικά της μηχανικές μεθόδους οι οποίες επιτρέπουν πολλαπλασιασμό δυνάμεως ή παροχείς ισχύος με μοχλούς, σφήνες, τροχαλίες, πολύσπαστα και ανεμογεννήτριας.

Ο Ήρων έφτιαξε έναν μηχανικό κερματοδέκτη όποιος παρείχε νερό στον επισκέπτη ενός ναού. Η αυτόματη υδρία παρείχε νερό μόλις ο προσκυνητής έριχνε το κέρμα στην κατάλληλη υποδοχή. Με ένα αυτόματο σύστημα με το βάρος του κέρματος άνοιγε προσωρινά μια βαλβίδα.

Ο Ήρων σχεδιάζει και κατασκευάζει έναν τρισδιάστατο παντογράφο με τον οποίο αντιγράφεται ένα στερεό σχήμα ας πούμε ένα άγαλμα σε οποιαδήποτε κλίμακα, διπλάσιο, 2/3, τριπλάσιο και λοιπά.

Είχε φτιάξει πολλά μηχανήματα για χρήση πολεμική όπως καταπέλτες βαλλίστρες και άλλα. Τα οποία χρησιμοποιούνται για αιώνες.

Η χρονική αλληλουχία φάσεων και λειτουργιών ενός αυτόματου, ενός ρομπότ, επιτυγχάνεται με την χρήση περιελίξεων νημάτων διαφόρων μηκών, άλλοτε τυλιγμένων δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα γύρω από κύλινδρους οι οποίοι περιστρέφονται με βάρη ή με νερό. Όταν το τυλιγμένο γύρω από τον κύλινδρο σχοινάκι σπάρτο όπως το ονόμαζαν τυλιχτεί περισσότερο ή ξετυλιχτεί κατά ένα συγκεκριμένο πάντοτε μήκος (συνήθως όσο περιφέρεια του κύλινδρου) γίνεται αντιστοίχως μια συγκεκριμένη μηχανική λειτουργία.

Με αυτό τον τρόπο μπορεί να ανοίγει αυτομάτως μια πόρτα, ένα παραθυράκι σε ένα δημόσιο ρολόι που έχει 12 ή 24 παρόμοια και σηματοδοτεί την ώρα της ημέρας και της νύχτας. Με παρόμοιο τρόπο με σχοινάκια λειτουργούσαν τα αυτόματα σκηνικά σε αυτόματα θέατρα. Έτσι άλλαζε το τι έβλεπε ο θεατής στο πίσω μέρος του θεάτρου. Άλλες λειτουργίες γίνονταν αυτομάτως όταν κάποιο βάρος που μπορεί να ήταν ένα σφαιρίδιο ή νερό που πέφτει μέσα σε ένα κουταλάκι κοινή κάποιον μοχλό και έτσι αυτομάτως ξεκινάει μια λειτουργία.

Φαίνεται ότι υπήρχαν σχολές αυτοματοποιητικής, θαυματοποιίας, στις οποίες εκπαιδεύονταν οι νέοι. Είναι πιθανό ότι ο Πυθαγόρας είχε εκπαιδευτεί σε αυτό το πεδίο, ίσως στην ίδια την πατρίδα του τη Σάμο. Υπάρχει η παράδοση ότι οι Τράλλεις της Μικρασίας ήταν φημισμένες για την αυτοματοποιητική. Ο μέγας μαθηματικός, φυσικός και αρχιτέκτων Ανθέμιος, ο οποίος έφτιαξε σχέδια της Αγίας Σοφίας της Κωνσταντινούπολης, ο οποίος γεννήθηκε, μεγάλωσε και εκπαιδεύτηκε στις Τράλλεις ήταν άριστος και στην αυτοματοποιητική. Υπάρχει καταγραφή αυτομάτων που ο Ανθέμιος κατασκεύασε σε διάφορες περιστάσεις. Είναι ενδεχόμενο ο Ανθέμιος να κατασκεύασε ένα πολύπλοκο αυτόματο ρολόι για την Αγία Σοφία. Ο Ανθέμιος εφηύρε πολλά προηγμένα και αποτελεσματικά νέα όπλα, έγραψε και ένα βιβλίο οπτικής περί διόπτρας και είναι συνεχιστής του Ήρωνα. Αντίγραφο αυτών των ρολογιών πρέπει να ήταν το περίφημο ρολόι του τζαμιού της Δαμασκού το οποίο βρισκόταν σε μια από τις πύλες του τεμένους. Έχει επιζήσει ένα καλό σχέδιο του ρολογιού της Δαμασκού το οποίο έχει πολλά κοινά με τις εφευρέσεις του Ήρωνα. Πιθανώς ένα παρόμοιο ρολόι βρισκόταν στο τζαμί της Κόρδοβας το οποίο βρίσκεται μέσα στον καθεδρικό ναό της Παναγίας της Κοιμήσεως της Θεοτόκου της πόλης. Το περίφημο ρολόι του Ridhwan al-Saati, που περιγράφεται το 1203 παρόμοιο με το ρολόι του Al-Jazari. Οι αυτοματισμοί του ρολογιού, όπως το άνοιγμα μιας θύρας κάθε ώρα κινούνται με παρόμοιο τρόπο με δώδεκα σχοινιά διαφορετικών μηκών που τυλίγονται γύρω από κύλινδρο

περιστρεφόμενο με σταθερό ρυθμό ακριβώς όπως το οαυτόματο θέατρο του Ήρωνα.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/File:Ridhwan\\_al-Saati\\_clock.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Ridhwan_al-Saati_clock.jpg)

Αυτά τα ρολόγια βασίζονται στο ρολόι του Αρχιμήδη και στο ρολόι της Γάζας των οποίων είναι απόγονοι. Η κίνηση στα ρολόγια ρυθμίζεται με την αλλαγή θέσης ενός πλωτήρα μέσα σε δοχείο νερού με σύστημα βάρους και αντίβαρου δεμένων με σχοινί που τυλίγεται γύρω από ένα κύλινδρο που δίνει κίνηση στο ρολόι.

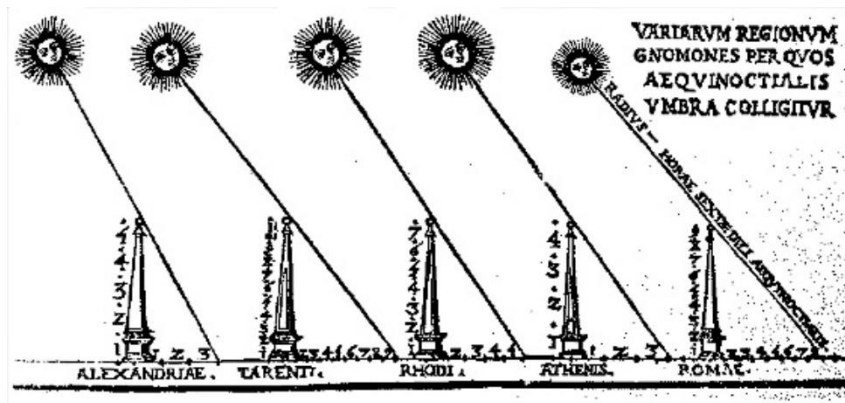
Ο Ήρων έφτιαξε πάρα πολλά αυτόματα όπως θέατρα, αυτοματες πορτες. Φημισμένα και εντυπωσιακά ήταν τα αυτόματα θέατρα του Ήρωνα. Το αυτόματο θέατρο του Ήρωνα μπορούσε να παίξει ολόκληρες σκηνές με ρομπότ με αυτόματα τα οποία κινούνταν σε σκηνικά που εναλλάσσονταν και με οπτικά και ηχητικά φαινόμενα διαφόρων τύπων όπως κεραυνούς με βροντές και αστραπές. Φυσικά υπήρχε μακρόχρονη παράδοση για αυτοματισμούς και διαφόρων ειδών φαινόμενα τα οποία οι Έλληνες δημιουργούσαν για εντυπωσιασμό στις θεατρικές παραστάσεις αιώνες πριν από τον Ήρωνα και τον Κτησίβιο.



*Χάρτης της Γης σύμφωνα με τις θεωρήσεις του Ηρόδοτου.*

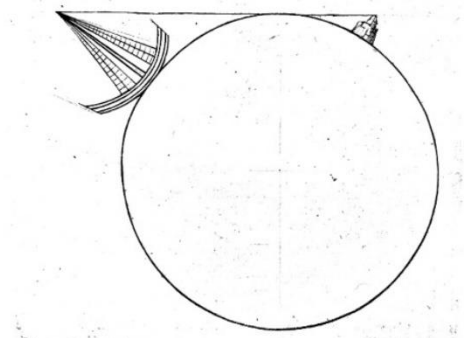


*Ο πρώτος χάρτης της Γης που δημιούργησε ο Αναξίμανδρος*



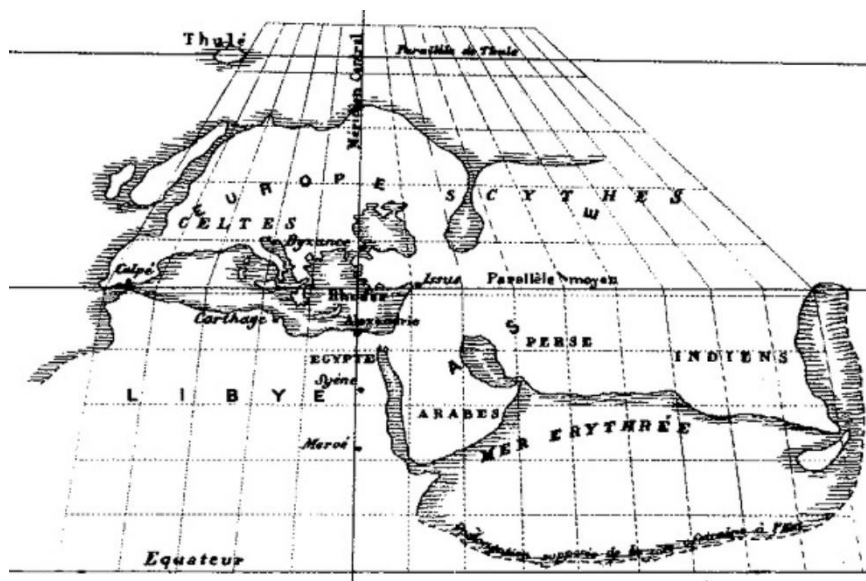
Η μέτρηση της κλίσης του Ηλίου την ίδια ημερομηνία (π.χ. ισημερία, ή ηλιοστάσια) δίνει την αντίληψη της σφαιρικότητας της Γης.

Σείλει ἰδῆ τὸ Σημάδι ἐκεῖνο . ἔπρεπεν ὁμῶς ἐκεῖνος



μέρος τῶ Ἰσίου νὰ βλέπῃ καὶ χίτωνα τὸ Σημάδι ἐκεῖνο :

Επιχείρημα της σφαιρικότητας της Γης είναι η βαθμιαία εμφάνιση ενός πλοίου με ψηλά κατάρτια που έρχεται από τον ορίζοντα.



Ο χάρτης της Γης του Ιππάρχου. Διακρίνονται μεσημβρινοί και παράλληλοι κάθε πέντε μοίρες. Απεικονίζεται η Θούλη (Ισλανδία) στο σωστό γεωγραφικό μήκος και πλάτος.

ΚΡΑΤΗΣ  
KRATIS



*Ο χάρτης της Γης κατά τον Κράτη, με την Οικουμένη, Αντοικουμένη, τους Αντίποδες και τους Περίοικους.*

### 1.14 ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑ

Με σκοπό την χαρτογράφηση Όλης της γης, της οικουμένης, και εξεύρεση καλύτερων διαδρομών κυρίως προς την ανατολή Ινδία και Κίνα οι Έλληνες γεωγράφοι περιηγητές, θαλασσοπόροι και έμποροι έκαναν πολλά και πολύ ακριβά ταξίδια γύρω από τη γη. Ασφαλώς πολλοί χάθηκαν.

Σημαντικότες πρόοδοι γίνονται στην γεωγραφία και τη χαρτογραφία με παγκόσμιους χάρτες που απεικονίζουν τις γνωστές περιοχές με γεωμετρικά άριστη προβολή της σφαιρικής επιφάνειας πάνω στο χάρτη χρησιμοποιώντας συντεταγμένες γεωγραφικά πλάτη και γεωγραφικά μήκη. Αρχικά ορίζουν τον πρώτο μεσημβρινό στη Ρόδο κατόπιν στην Αλεξάνδρεια (ο δύο αυτοί μεσημβρινοί ταυτίζονται). Αργότερα ο πρώτος μεσημβρινός μεταφέρεται στην Μακαρονήσια, Νήσους Μακάρων (Κανάρια νησιά) ώστε να μην υπάρχουν αρνητικά γεωγραφικά μήκη. Αρχικά χρησιμοποιούν μερικούς μόνον μεσημβρινούς με σημαντικότερο αυτόν που περνάει από την Ρόδο (36 μοίρες βόρεια) διότι ένας ταξιδιώτης μπορεί εύκολα να ακολουθήσει μια πορεία από τη Ρόδο προς τη δύση με σταθερό γεωγραφικό πλάτος 36 μοίρες και να φτάσει μέχρι την άκρη την ανατολική άκρη της Κρήτης και να οδεύσει κατόπιν νότια προς την Λιβύη. Ακολουθώντας τον ίδιο μεσημβρινό προς την δύση συναντά την Σικελία, μπορεί να συνεχίσει μέχρι τις πύλες του Ηρακλέους (Γιβλαρτάρ) και να βγει στον Ατλαντικό. Με την ίδια σχεδόν πορεία μπορεί να πάει στη Σαρδηνία και την Μασσαλία. Μπορεί να ανέβει τον Ροδανό ποταμό μέχρι την Ντιζόν και παραπέρα. Τα ταξίδια στις Κασσιτερίδες νήσους (Βρετανία) ήταν τελείως απαραίτητα για την δημιουργία μπρούτζου η οποία απαιτεί κασσίτερο. Ο κασσίτερος της Ελλάδας είχε εξαντληθεί από την προϊστορική περίοδο σχεδόν από την αρχή της μεταλλουργίας. Ο χαλκός ερχόταν αρχικά από την Κύπρο. Τα ταξίδια στη μαύρη θάλασσα ήταν απαραίτητα γιατί εκεί βρίσκονταν οι σιτοβολώνες των Ελλήνων και άλλων.

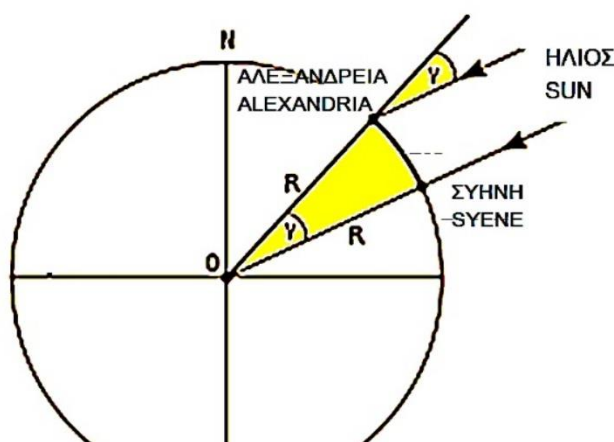
Η χαρτογραφία βελτιώνεται εξαιρετικά με την εισαγωγή πλήρους συστήματος μεσημβρινών και παραλλήλων. Η χρήση αντίστοιχων αστρονομικών, ουρανογραφικών συντεταγμένων για τα άστρα στον ουρανό ήταν γνωστή στους Έλληνες. Αντίστοιχες συντεταγμένες έφτιαξαν και για τη γη.

Ο πρώτος επιστημονικός χάρτης της γης είναι του Ερατοσθένη. Ο Ερατοσθένης εισάγει μερικούς παράλληλους και έναν μεσημβρινό. Απεικονίζει πολύ καλά τα άγνωστα μέρη της γης.

Ο Ήρων βασισμένος στον Αρχιμήδη και Κτησίβιο έφτιαξε οδόμετρα τα οποία τοποθετούσαν σε άμαξες μακρινών οδών και μετρούσαν τις αποστάσεις όπως και ναυτικά δρομόμετρα αντιστοίχως στη θάλασσα. Τα δρομόμετρα ξηράς και θάλασσας σε

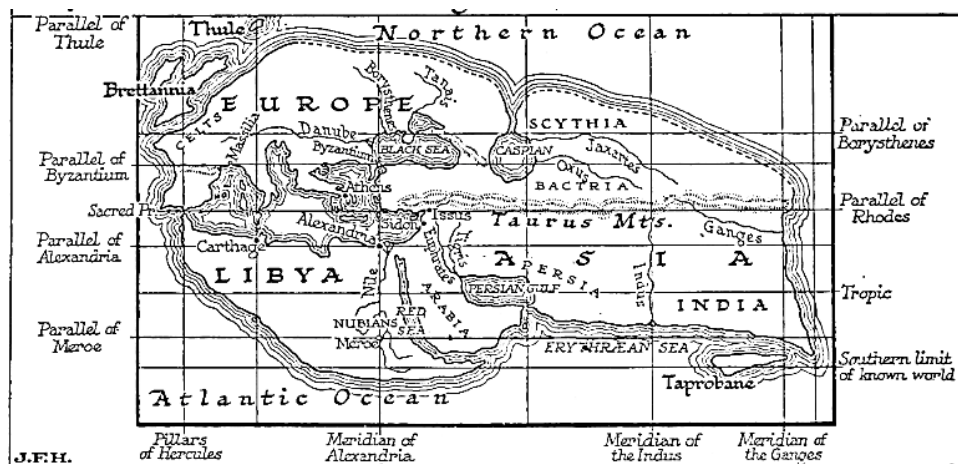
συνδυασμό με μηχανήματα όπως ο μηχανισμός των Αντικυθήρων συνέβαλαν σημαντικά στην χαρτογράφηση. Συνέβαλαν σε καλύτερες γεωγραφικές γνώσεις και καλύτερα ταξίδια μεγάλων αποστάσεων. Αυτοί οι χάρτες επέτρεψαν τον Κολόμβο να συλλάβει και να πραγματοποιήσει το ταξίδι γύρω από την Γη.

Ο Ίππαρχος δημιούργησε την τριγωνομετρία για να προβάλει σωστά τις συντεταγμένες των άστρων στο επίπεδο για να φτιάξει επίπεδο αστρολάβο. Ο Ίππαρχος με την ίδια τριγωνομετρική μέθοδο προβάλλει με ακρίβεια τη γη σε επίπεδα. Αρχικά προβάλλει τις συντεταγμένες από τη σφαιρική γη σε έναν κώνο. Την επιφάνεια του κώνου ξετυλίγει και την κάνει επίπεδη επιτυγχάνοντας μια γεωμετρική προβολή της σφαίρας στο επίπεδο η οποία δεν παραμορφώνει πολύ τις χώρες του βορρά. Έτσι Ισλανδία ή Ιρλανδία δεν γίνονται μεγαλύτερες από όλη την Ελλάδα. Με αυτή την κωνική προβολή και άλλες παρόμοιες που έκανε ο Ίππαρχος διατηρούνται σχετικά σωστές πάνω στο χάρτη οι αποστάσεις των πόλεων μεταξύ τους.



Η μέτρηση της περιφέρειας της Γης από τον Ερατοσθένη.

La mesure de la circonférence de la Terre par Ératosthène.



Ο χάρτης της Γης του Ερατοσθένη. Διακρίνονται μερικοί μεσημβρινοί, όπως της Αλεξάνδρειας και Ρόδου και μερικοί παράλληλοι, όπως της Ρόδου. Απεικονίζεται η Θούλη (Ισλανδία).

Οι μαθηματικές μέθοδοι προβολής της σφαίρας στο επίπεδο χρησιμοποιούνται και σήμερα στην χαρτογραφία και στην αστρονομία.

Η γεωγραφία του Πτολεμαίου και άλλα ελληνικά βιβλία γεωγραφίας περιγράφουν όλη των γνωστή οικουμένη με ακριβείς συντεταγμένες. Δίνουν την έκταση των δέκα



μεγαλύτερων νησιών χερσονήσων του κόσμου: Σρι Λάνκα, Βρετανία, Μαλαισία, Ιρλανδία, Σικελία, Σαρδηνία, Κορσική, Κρήτη, Κύπρος. Δεν αναφέρονται σε αυτή τη σύγκριση όλα τα νησιά της Νοτιοανατολικής Ασίας τα οποία αναφέρονται με όλες τις δυνατές λεπτομέρειες σε άλλα τμήματα του εκτεταμένου βιβλίου. Στο βιβλίο Γεωγραφίας του Πτολεμαίου υπάρχουν περίπου 5500 πόλεις, ποτάμια, κόλποι και βουνά με ακριβείς συντεταγμένες. Πολλές σημαντικές πόλεις αναφέρονται αρκετές φορές σε διάφορους τόμους της Γεωγραφίας. Το Guangzhou, για παράδειγμα, αναφέρεται πολλές φορές.

Η γεωγραφία του Πτολεμαίου δίνει την έκταση της Χρυσής Χερσονήσου (24,8 μοίρες), εννοεί την Ινδοκίνα. Η Σιγκαπούρη αναφέρεται επίσης ως το ακρωτήριο Κόρη (Cori) σε γεωγραφικό μήκος 100 μοίρες (125 μοίρες από τις Καναρίους Νήσους (Νήσοι Μακάρων ή Μακαρονησία) όπου ο πρώτος μεσημβρινός ήταν για τους Έλληνες από την εποχή του Πτολεμαίου). Πολλές άλλες πόλεις, ακρωτήρια στη Νοτιοανατολική Ασία, ειδικά κατά μήκος της ακτής αναφέρονται στον Πτολεμαίο και άλλους γεωγράφους. Ένας γεωγράφος γράφει ότι η Κίνα είναι το τέλος του γνωστού κόσμου, της οικουμένης. Στην Κίνα τα βιβλία γεωγραφίας διακρίνουν δύο τεράστιες περιοχές Σινών (Qin) και Σηρικής (χώρα του μεταξιού, Zou, Qin, Han).

Το βιβλίο της Γεωγραφίας του Πτολεμαίου, πριν από 22 αιώνες, περιγράφει λεπτομερώς πώς να πάτε σε οποιοδήποτε μέρος του κόσμου. Η γη φυσικά θεωρείται σφαιρική και παλαιότερα βιβλία γεωγραφίας που έχουν χαθεί τώρα, συμπεριλαμβανομένων σημειώσεων και σχόλια, συμβουλές για το πώς θα ταξιδέψει κανείς με ασφάλεια γραμμένες από διάφορους επιστήμονες, συμπεριλαμβανομένου του Ευδόξου. Ο Πτολεμαίος δίνει το χρόνο σε μέρες που χρειάζεται για να πάει από το ένα μέρος στο άλλο. Για παράδειγμα, από την Ιάβα στην Ταμάλα και την Καττιγάρα (Guangzhou). Φαίνεται ότι ο γεωγράφος Μαρίνος έκανε τέσσερις φορές αυτό το ταξίδι, είκοσι ημέρες σε κάθε σκέλος του ταξιδιού και έτσι έφτιαξε λεπτομερείς χάρτες οι οποίοι χρησιμοποιούνταν μέχρι την εποχή του Χρ. Κολόμβου και αργότερα από Ισπανούς Πορτογάλους, Βρετανούς, Ολλανδούς θαλασσοπόρους που εξερεύνησαν όλους τους ωκεανούς.

Ο 8ος πίνακας της Ασίας στη γεωγραφία του Πτολεμαίου περιέχει μερικές από τις πόλεις της Κίνας. Ο Πτολεμαίος αναφέρει τον Ισσιδωνα τον Κινέζο, το Wuwei, το Gansu, την Ίσσηδωνα Σηρική, όπου η μεγαλύτερη ημέρα έχει διάρκεια 15 ώρες και γεωγραφικό μήκος περίπου 120 μοίρες την Άσπακάρα ή Άσπακαία (Lanzhou) και την πόλη Δρωσαχή (Huangshan) με μεγαλύτερη ημέρα 15 ώρες και 6 λεπτά, το βουνό Όττοροκόρρα (Huangshan) με μεγαλύτερη ημέρα 14 ώρες και 3 λεπτά και τη μητρόπολη Σήρα (Luoyang, Xian). Η γεωγραφία του Πτολεμαίου και άλλες δίνουν τις γεωγραφικές συντεταγμένες 55 αναφορών στη Νοτιοανατολική Ασία, λεπτομέρειες για τις αποστάσεις, τις διαστάσεις των στενών, χερσονήσων και των νησιών επίσης. Από αυτό είναι προφανές ότι οι σινοελληνικές εμπορικές και πολιτισμικές σχέσεις έχουν ιστορία τουλάχιστον 3000 ετών και πιθανώς περισσότερο, αν πιστέψουμε στην ελληνική μυθολογία και τα ταξίδια του Διονύσου στην Ασία.

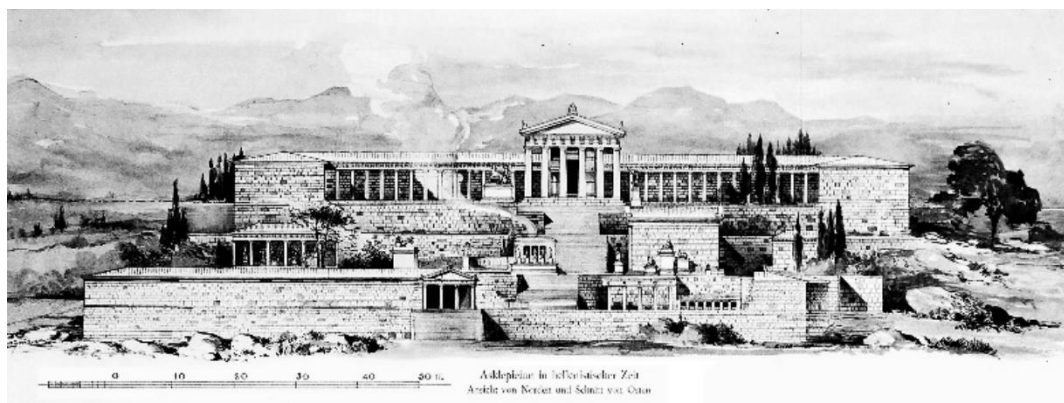
Πώς όμως οι γεωγράφοι μετρούν τις γεωγραφικές συντεταγμένες με ακρίβεια σε όλη τη γη; Η μέτρηση του γεωγραφικού πλάτους είναι σχετικά εύκολη. Αντιθέτως η μέτρηση του γεωγραφικού μήκους είναι εξαιρετικά δύσκολη. Οι Έλληνες και μετρούν σωστά την θέση μιας πόλης πάνω στη γη και ιδιαιτέρως το γεωγραφικό μήκος από τη σύγκριση της θέσης της σελήνης στον ουρανό σε γνωστή σωστά μετρημένη χρονική στιγμή σε 2 διαφορετικά μέρη, ας πούμε στην Αθήνα και τη Βαγδάτη. Οι Έλληνες επιτυγχάνουν τον σωστό χρονισμό με τις μετρήσεις που γίνονται στη διάρκεια εκλείψεων της σελήνης. Οι σύγχρονες μετρήσεις σε 2 απομακρυσμένες περιοχές είναι πολύ δύσκολες ιδιαιτέρως

όταν βασίζονται σε ένα σπάνιο αστρονομικό φαινόμενο που θα πρέπει να στείλεις μια αποστολή στη Βαγδάτη την Κίνα ή την Ινδία και να βρίσκεται εκεί τη συγκεκριμένη ημέρα που έχεις προβλέψει ότι θα γίνει η έκλειψη της σελήνης και την ώρα της έκλειψης να μην είναι καλυμμένος ο ουρανός με σύννεφα να μην έχεις βροχή. Όσοι ασχολούνται με παρατήρηση εκλείψεων του ήλιου ή της σελήνης γνωρίζουν πολύ καλά πόσο ευάλωτες είναι οι παρατηρήσεις τους στον πολύ συχνά μεταβαλλόμενο καιρό. Συνεπώς οι μετρήσεις που βασίζονται στις εκλείψεις είναι πολύ δύσκολο να έχουν γίνει σε πεντέμισι χιλιάδες πόλεις πάνω στη γη, ή έστω στο 1/10 από αυτές ή το 1/50 αυτών των πόλεων. Βεβαίως οι Έλληνες γεωγράφοι είχαν ικανοποιητικές μετρήσεις βασισμένες σε οδόμετρα και θαλάσσια δρομόμετρα. Μετρήσεις οι οποίες ήταν συμπληρωματικές των οποίων μετρήσεων γεωγραφικού πλάτους και γεωγραφικού μήκους.

Οι έλληνες γεωγράφοι είναι οι πρώτοι που επιχειρούν να μετρήσουν το γεωγραφικό μήκος με την θέση ουρανίων σωμάτων. Η ακρίβεια που επιτυγχάνουν δεν είναι καλή παρά μόνον στη διάρκεια εκλείψεων σελήνης οι οποίες επιτρέπουν τον συγχρονισμό των μετρήσεων σε 2 διαφορετικές τοποθεσίες πάνω στη γη. Από τη διαφορά των θέσεων ουρανίων σωμάτων κατά την ίδια στιγμή στις 2 διαφορετικές τοποθεσίες προσδιορίζουν το γεωγραφικό μήκος με ακρίβεια. Πολύ δύσκολα μπορεί να δεχθεί κανείς ότι οι 5500 ακριβείς μετρήσεις των γεωγραφικών συντεταγμένων αντίστοιχων πόλεων σε όλη τη γη έγιναν χρησιμοποιώντας αστρονομικές μετρήσεις σε όλες αυτές τις περιοχές από την Ισλανδία μέχρι την Κίνα. Προτείνεται ότι οι Έλληνες χρησιμοποίησαν μηχανήματα όπως ο μηχανισμός των Αντικυθήρων ο οποίος επιτρέπει τον υπολογισμό του γεωγραφικού μήκους.

Η ακριβής μέτρηση του γεωγραφικού μήκους έγινε δυνατή μόνον με ακριβή Ρολόγια, τους χρονογράφους, σχεδόν έναν αιώνα μετά τον Νεύτωνα από τον Χάρισον. Ο Νεύτων είχε επιχειρήσει να λύσει το πρόβλημα της ακριβούς μέτρησης του γεωγραφικού μήκους, Το οποίο ονομάζει πρόβλημα του Εύξεινου Πόντου και το οποίο επιχειρεί να λύση με τα Σχήματα Ολύμπου όπως γράφει μάλιστα στα ελληνικά. Ο Νεύτων με τον όρο σχήματα Ολύμπου εννοεί τις θέσεις των ουρανίων σωμάτων και κυρίως της σελήνης. Το εγχείρημα του Νεύτωνα δεν στέφτηκε με επιτυχία επειδή δεν είχε ακριβή ρολόγια τα οποία μάλιστα να δουλεύουν να λειτουργούν και σε πλοία τα οποία ταλαντώνονται.

Η συμβολή τέτοιων μηχανών και οργάνων στη γεωγραφία. Και τη χαρτογραφία γίνεται απαραίτητη στην Κίνα και τη Νοτιοανατολική Ασία. Με τέτοια μηχανήματα οι ελληνικές γεωγραφίες περιλαμβάνουν λεπτομερείς περιγραφές για τη Νότια Ασία και ανατολική Ασία από τον Γάγγη στο Guangzhou. Περισσότερες από 55 πόλεις, με συντεταγμένες που μετρήθηκαν με ικανοποιητική ακρίβεια ώστε να κατασκευάζεται ένας ρεαλιστικός παγκόσμιος χάρτης.



Ασκληπιείον, Κω. Wellcome Collection

## 1.15 ΙΑΤΡΙΚΗ

Η ιατρική γεννιέται ήδη από την προϊστορική εποχή. Στο αρχαιολογικό μουσείο της Θεσσαλονίκης μπορούμε να θαυμάσουμε ένα αρχαίο κρανίο που στο οποίο έχει γίνει εγχείρηση τρυπανισμό τρυπανισμού πριν από 20 ή 40.000 χρόνια. Το κρανίο ενός εφήβου έχει 3 άνισες κυκλικές οπές δυόμισι έως ενός εκατοστού σε διάμετρο που έγιναν με τη χρήση τρυπανιού ενώ ήταν ζωντανός με σκοπό κάποια θεραπεία, πιθανώς ημικρανιών. Την μέθοδο του τρυπανισμού περιγράφει ο Ιπποκράτης και ο Γαληνός, Πιθανότατα για αντιμετώπιση έντονου πονοκέφαλου, όπως αποδεικνύει η πρακτική στη διάρκεια του μεσαίωνα και σε κάποιες φυλές της Αφρικής σχεδόν μέχρι σήμερα.



*Γαληνός, 18 αιώνα από το περιοδικό γκραβούρα του 18τ αιώνα The Lancet, Georg Paul Busch (engraver) Wikipedia*

Η φιλοσοφία γίνεται πλουσιότερη από την ιατρική. Οι περισσότεροι ιατροί είναι και φιλόσοφοι και οι φιλόσοφοι είναι πρακτικά όλοι ιατροί και ασφαλώς επηρεάζονται πολύ από αυτό. Η ιατρική θέτει προκλήσεις στην φυσική και μηχανική με σημαντικά πρακτικά προβλήματα πολλά από τα οποία λύνονται παρέχοντας πολύτιμες μετρήσεις στους ιατρούς.

Ιατρικές σχολές υπήρχαν αιώνες πριν τον Ιπποκράτη όπως η Ιατρική Σχολή Κνίδου και Κω. Στα τέλη του έκτου αιώνα π.Χ. σύμφωνα με την ιστορία ο Ιπποκράτης είναι αυτός ο οποίος αλλάζει ριζικά την ιατρική με τα συγγράμματά του. Η μεταστροφή από την υπερβατική ή την μαγική θεώρηση των ασθενειών και θεραπειών στην ορθολογική ιατρική από την εποχή του Ιπποκράτη και μετά αποτελεί η οποία την βάση της σύγχρονης ιατρικής. Ουσιαστικά βάζει τα θεμέλια της ιατρικής όπως την αντιλαμβανόμαστε σήμερα. Στην Οδύσσεια η άρνηση του Οδυσσέα να γίνει θεός από την Κίρκη προτιμώντας την Πηνελόπη δείχνει ενδεχομένως την στροφή προς τον

ορθολογισμό επίσης και στην ιατρική.<sup>54</sup> Χαρακτηριστικά ο Σοφοκλής (496 – 405 π.Χ.) προτρέπει τη χρήση της επιστημονικής ιατρικής βασισμένης στον ορθολογισμό: «Δεν είναι λογικός ο ιατρός που ψελλίζει ξόρκια πάνω σε πόνους που πρέπει να θεραπεύονται με το κόψιμο».

Ο Ιπποκράτης εισάγει πλήθος ιατρικών όρων, ορίζει με τον όρκο των γιατρών την ηθική που πρέπει να ακολουθείται. Η Ιατρική εξελίσσεται. Ο Αλκμαίων ο Κροτωνιάτης (έκτο με πέμπτο αιώνα) διδάσκει ανατομία και διέκρινε τις φλέβες από τις αρτηρίες.

Από την εποχή του Πλάτωνα, πιθανότατα και πολύ νωρίτερα, σχεδόν όλοι οι φιλόσοφοι είναι και ιατροί. Ο Αριστοτέλης, δάσκαλος του μεγάλου Αλεξάνδρου είναι επίσης και γιατρός όπως και ο δάσκαλός του Πλάτων. Ασφαλώς τον δίδαξε κάποια στοιχεία ιατρικής. Ξέρουμε από επιστολές μεταξύ του Αλέξανδρου και της μητέρας του Ολυμπίας ότι γνώριζαν βιολογία φυτολογία και επιχειρούσαν να κάνουν έρευνα.

Η ιατρική προοδεύει εξαιρετικά κατά την Ελληνιστική περίοδο με άξιους συνεχιστές του Ιπποκράτη.<sup>55</sup> Η ιατρική κερδίζει πολλά από την Αιγυπτιακή εμπειρία κυρίως στην Αλεξάνδρεια όπου οι εμπειρίες των δυο πολιτισμών συγχωνεύονται προς όφελος της ανθρωπότητας.

Το αρχαιότερο βιβλίο ανατομίας που επέζησε γύρω στο 300 π.Χ. είναι του Διοκλή του Καρύστιου (γύρω στα (375 – 295 π.Χ.), πιθανότατα μαθητή του Αριστοτέλη στην Αθήνα. Ο Διοκλής αντιλήφθηκε την Σημασία και λειτουργία των νεύρων και την σχέση της δυσλειτουργίας τους με διάφορες ασθένειες. Έφτιαξε διάφορα εργαλεία χειρουργικής μεταξύ των οποίων και ένα ειδικό κουταλάκι (κυαθίσκος του Διοκλέους) για την αφαίρεση των αιχμών από τα βέλη από το σώμα τραυματιών. Με τον κυαθίσκο αφαιρέθηκε το βέλος που τραυμάτισε στο μάτι τον Φίλιππο, πατέρα του μεγάλου Αλεξάνδρου.

Ο Διοκλής έγραψε 20 βιβλία ιατρικής και άλλα μετρολογίας, βιολογίας και φυτολογίας. Μερικοί τίτλοι των βιβλίων αναφέρονται ενδεικτικά και είναι χαρακτηριστικοί των γνώσεων ιατρικής: Ανατομικών, Περί θεραπειών, Περί πυρετών, Περί λαχάνων (βοτάνων), Περί πέψεως, Περί καταρρών, Περί των κατ'ιατρείων, Προγνωστικών, Πάθος (Αιτία, Θεραπεία), Περί αφροδισίων, Περί γυναικείων, Περί εκκενώσεων (κενώσεις), Περί επιδέσμων, Περί των έξωθεν θεραπειών, Περί θανασίμων φαρμάκων, Οψαρτυτικά, Ριζοτομικών, Υγεινά προς Πλείσταρχον, Αρχίδαμος, Επιστολή προφυλακτική προς τον Βασιλιά Αντίγονο (με συμβουλές σωστής διατροφής, υγιεινής).

Λίγο αργότερα ο Ηρόφιλος (335 π.Χ. με 280 π.Χ.)<sup>56</sup> θεμελιώνει την ιατρική σχολή της Αλεξάνδρειας εισάγει πλήθος ιατρικών και ουσιαστικά όλη την ορολογία της ανατομίας. Αντιλαμβάνεται την σημασία του εγκεφάλου ως έδρα της νόησης και κεντρικού συστήματος των νεύρων. Μελετά το νευρικό σύστημα, διακρίνει κινητικά νεύρα από τα

---

<sup>54</sup> Barroso Maria D S 2021, Reading Graeco-Roman Medicine in the Light of its Medical-Surgical Instruments, História Da Ciência No Ensino: Revisitando Abordagens, Inovando Saberes Academia.edu)

<sup>55</sup> Nutton, V., 2012. Ancient medicine. Routledge.

Von Staden, H., 1975. Experiment and experience in Hellenistic medicine. Bulletin of the Institute of Classical Studies, (22), pp.178-199.

<sup>56</sup> Acar, F., Naderi, S., Guvencer, M., Türe, U. and Arda, M.N., 2005. Herophilus of Chalcedon: a pioneer in neuroscience. Neurosurgery, 56(4), pp.861-867. Hanna, B.A., 2021. In the eyes of Herophilus: a Greco-Roman design of human neuroanatomy. Journal of Neurosurgery, 136(3), pp.927-930. Stefanou, M.I., 2020. The footprints of neuroscience in Alexandria during the 3rd-century BC: Herophilus and Erasistratus. Journal of Medical Biography, 28(4), pp.186-194.

αισθητήρια, μελετά τα γεννητικά όργανα και αναπαραγωγικό σύστημα, το ήπαρ, το πάγκρεας, τα μάτια, σιελογόνους αδένες και το πεπτικό σύστημα.

Την ίδια εποχή ο Ερασίστρατος (300 π.Χ. 249 π.Χ.)<sup>57</sup> φοιτητής των Χρύσιππου, Μητρόδωρου και Θεόφραστου εργάζεται παράλληλα με τον Ηρόφιλο (του οποίου είναι συνεχιστής) και εξίσου μεθοδικά σχεδόν στα ίδια θέματα ιατρικής ως ιατρός του Σέλευκου Νικάτωρα (είναι γνωστή η περίπτωση θεραπείας του υιού του βασιλιά 294 π.Χ.). Αργότερα συνεχίζει στην Αλεξάνδρεια με τεράστια επιτυχία όπου μελετάει ανατομία. Εφευρίσκει τον πρώτο καθετήρα για εκκένωση ουροδόχων κύστεων.

Συνεχιστής είναι ο Γαληνός (130 έως 199) σημαντικότερος ιατρός<sup>58</sup> Ρωμαίων αυτοκρατόρων, πολυγραφότατος συγγραφέας που συγκέντρωσε τις προγενέστερες γνώσεις ιατρικής και τις δικές του πολυετείς μελέτες έγινε ο αμέσως μετά τον Ιπποκράτη γνωστός γιατρός της αρχαιότητας. Ο Οριβάσιος (240 έως 403) ιατρός του Αυτοκράτορα Ιουλιανού (361 με 363) αναδεικνύει την σημασία των τριχοειδών αγγείων, την ανάπτυξη των εμβρύων, γράφει πολλά βιβλία ιατρικής και ένα γενικότερο βιβλίο επιστήμης.<sup>59</sup>

Η μελέτη και θεραπεία των λεγόμενων ψυχικών διαταραχών κατά την Ύστερη Αρχαιότητα γίνεται με επιστημονική μέθοδο από τον Κέλσο, τον Αέτιο της Αμίδας, τον Οριβάσιο, τον Παύλο Αιγινίτη και άλλους, του Αέτιου της Αμίδας και του Παύλου της Αίγινας.<sup>60</sup>

Τα χειρουργικά εργαλεία δείχνουν και την πρόοδο της ιατρικής και ειδικότερα της χειρουργικής από την παλαιολιθική εποχή στην κλασική την ελληνιστική και μετά περίοδο. Πολύ εντυπωσιακά είναι τα γυναικολογικά εργαλεία. Ο Γαληνός μας λέει ότι οι γιατροί σχεδίαζαν και κατασκεύαζαν κέρνα προπλάσματα των εργαλείων ειδικά των πρωτότυπων χειρουργικών εργαλείων που επιθυμούσαν να κατασκευάσουν οι μεταλλουργοί. Νυστέρια, λαβίδες, κολπικά και ορθικά εργαλεία, βεντούζες διαφόρων μορφών και χρήσεων, γυάλινες και μεταλλικές, οδοντιατρικά εργαλεία, περιοστεϊκός ελκυστήρας, τσιμπιδάκια με συρόμενο δακτύλιο, λαβές νυστεριού, οδοντικές λαβίδες, τεχνητά δόντια και τεχνητές οδοντοστοιχίες δείχνουν την τεράστια πρόοδο.<sup>61</sup> Πολλά από αυτά τα εργαλεία διατήρησαν την αρχική τους μορφή από την ελληνιστική περίοδο μέχρι

---

<sup>57</sup> Wilson, L.G., 1959. Erasistratus, Galen, and "The Pneuma". *Bulletin of the History of Medicine*, 33(4), pp.293-314.

<sup>58</sup> Pasipoularides, A., 2014. Galen, father of systematic medicine. An essay on the evolution of modern medicine and cardiology. *International journal of cardiology*, 172(1), pp.47-58.

<sup>59</sup> Metzger, N., 2018. "Not a Daimōn, but a Severe Illness": Oribasius, Posidonius and Later Ancient Perspectives on Superhuman Agents Causing Disease. In *Mental Illness in Ancient Medicine* (pp. 79-106). Brill.

Lascaratos, J. and Poulakou-Rebelakou, E., 2003. Oribasius (fourth century) and early Byzantine perinatal nutrition. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*, 36(2), pp.186-189.

Grant, M. ed., 1997. *Dieting for an emperor: a translation of books 1 and 4 of Oribasius' Medical compilations with an introduction and commentary* (Vol. 15). Brill.

<sup>60</sup> Duffy, J. 1984 *Byzantine Medicine in the Sixth and Seventh Centuries: Aspects of Teaching and Practice*, *Dumbarton Oaks Papers* 38, 26.

Karamanou, M., Tsoucalas, G., Laios, K., Deligeoroglou, E., Agapitos, E. and Androutsos, G., 2015. Uterine cancer in the writings of Byzantine physicians. *J BuonU*, 20(6), pp.1645-8.

Gurunluoglu, R. and Gurunluoglu, A., 2003. Paul of Aegina: landmark in surgical progress. *World journal of surgery*, 27, pp.18-25.

Gäbel, R., 2018. Mental illnesses in the medical compilations of Late Antiquity: The case of Aetius of Amida. In *Mental Illness in Ancient Medicine* (315-340). Brill.

<sup>61</sup> Keele, K.D., 1961. Three early masters of experimental medicine-Erasistratus, Galen and Leonardo da Vinci.

τον εικοστό αιώνα με χαρακτηριστικά γυναικολογικά ιατρικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται αυτούσια μέχρι τα τέλη του εικοστού αιώνα.

Χειρουργικές επεμβάσεις διαφορών τύπων γίνονταν πριν από την εποχή του Ιπποκράτη. Οφθαλμολογικές χειρουργικές επεμβάσεις ήταν συνηθισμένες με κοινότερη την επέμβαση καταρράκτη. Ο Όμηρος περιγράφει χειρουργική επέμβαση στη διάρκεια της μάχης. Αναφέρεται ότι ένας χειρουργός ο οποίος αφαιρεί ένα βέλος και θεραπεύει την πληγή με τα φάρμακά του αξίζει όσο μια στρατιωτική μονάδα. Υπάρχουν φάρμακα με ακριβής συνταγές παραδοσιακές με βότανα και άλλα και πολλές συνταγές της αρχαιότητας, όπως αλχημείας και χημείας,<sup>62</sup> έχουν διασωθεί με ακρίβεια την έλλειψη διαφόρων συνταγών σε διάφορα συγγράμματα δείχνει ότι είχε αναπτυχθεί ένα σύστημα με πρότυπα φάρμακα σε ρευστή μορφή ή σε χάπια με σαφή ενδεικνυόμενη δοσολογία και χρήση για ορισμένη ασθένεια. Η πρόοδος σε κάθε επιστήμη είναι συνυφασμένη όπως έχει τονισθεί, με την πρόοδο της ακρίβειας των μετρήσεων και τις μετρήσεις όλο και περισσότερων παραμέτρων. Η πρόοδος στην ιατρική βασίστηκε σε μέγιστο βαθμό σε νέες πρακτικές και μεθόδους μέτρησης και αργαλεία.<sup>63</sup> Έχουν βρεθεί μαζί με ιατρικά χειρουργικά εργαλεία και ορθογώνια κουτιά με καπάκι για την αποθήκευση φαρμάκων και χειρουργικών εργαλείων.

Υπάρχουν πολλές συνταγές που αναφέρεται ρητά το όνομα του ιατρού που τις συστήνει και ότι κάποιες από αυτές τις συνταγές δημιούργησαν γυναίκες ιατροί<sup>64</sup> και έχει επιζηήσει και ένα ιατρικό σύγγραμμα βυζαντινό του έκτου αιώνα της Μητροδώρας.

Η βιολογία, φυτολογία, ζωολογία προάγονται επίσης από την εποχή του Αριστοτέλη στην Ελληνιστική<sup>65</sup> και Βυζαντινή περίοδο.

## 1.16 Ο ΘΡΙΑΜΒΟΣ ΤΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Κατά την ελληνιστή περίοδο όλες οι επιστήμες αναπτύχθηκαν και θριάμβευσαν. Με την εποχή που γεννήθηκε με τον Ελληνικό Κόσμο που δημιούργησε ο Μέγας Αλέξανδρος ήταν αναπόφευκτο οι επιστήμες, η φιλοσοφία, ο πολιτισμός να μεγαλουργήσουν. Ο Μεγαλέξανδρος είχε γαλουχηθεί από την μητέρα του Ολυμπιάδα, τον Μέγα φιλόσοφο Αριστοτέλη και άλλους μοναδικούς επιστήμονες όπως ο Εύδοξος είχε από παιδί ενστερνισθεί την αξία των επιστημών. Με αυτή την άριστη εκπαίδευση ήταν αναμενόμενο ότι ο Αλέξανδρος να βασίζεται και στους επιστήμονες συμβούλους, γεωγράφους και μηχανικούς που είχε μαζί του σε όλες τις εκστρατείες. Λέγεται μάλιστα ότι οι σύμβουλοί του επιστήμονες διεξάγουν έρευνα στη διάρκεια των εκστρατειών. Οι διάδοχοί του Μεγαλέξανδρου συνέχισαν το έργο του υιοθετώντας σε μεγάλο βαθμό τις πρακτικές που είχε μάθει από την διδασκαλία του Αριστοτέλη. Όλοι οι διάδοχοι είχαν αντιληφθεί την μεγάλη σημασία της επιστήμης η οποία άρχισε να αποδίδει στην διάρκεια των εκστρατειών και στην ίδρυση του Ελληνικού Κόσμου του Μεγάλου Αλεξάνδρου και ευτυχώς θριάμβευσε στους αιώνες που ακολούθησαν. Ο Ελληνικός Κόσμος του Μεγάλου Αλεξάνδρου δεν θα είχε υπάρξει και ζήσει αιώνες αν είχαν επικρατήσει οι

<sup>62</sup> Faraone, C. and Tovar, S.T., 2022. The Greco-Egyptian Magical Formularies: Libraries, Books, and Individual Recipes. University of Michigan Press.

Viano, C., 2021. Olympiodorus and Greco-Alexandrian Alchemy. In Olympiodorus of Alexandria (pp. 14-30). Brill.

<sup>63</sup> Von Staden, H., 1975. Experiment and experience in Hellenistic medicine. Bulletin of the Institute of Classical Studies, (22), pp.178-199.

<sup>64</sup> Barroso, M. D. S. 2013 Post-mortem cesarean section and embryotomy – Myth, Medicine and Gender in Greek-Roman Culture in Acta Medico-Historica Adriatica 11:1-1888, pp. 75-88.

<sup>65</sup> Kankinson, R.J., 2003. Hellenistic biological sciences. Routledge History of Philosophy, 2, pp.320-356.

Πέρσες. Πιθανώς η επιστήμη επωφελήθηκε και από την ύπαρξη περισσότερων του ενός Ελληνικών κρατών και ιδιαιτέρως αυτού της Αιγύπτου του οποίου η Αλεξάνδρεια υπήρξε το κέντρο του Κόσμου και των Επιστημών και της Τεχνολογίας βασισμένης στις επιστήμες. Ο σημερινός πολιτισμός μας είναι συνέχεια του Κόσμου του Μεγαλέξανδρου και δεν θα είχαμε την σημερινή επιστήμη και τεχνολογία χωρίς την Ελληνική φιλοσοφία, επιστήμες και τεχνολογία, χωρίς την Αλεξανδρινή και Ελληνιστική περίοδο.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Εκφράζω τις ευχαριστίες μου στην κυρία Ποτίτσα Γρηγοράκου για πολλές γόνιμες συζητήσεις για και την πρόσκληση και συμμετοχή σε ενδιαφέροντα συνέδρια που διοργάνωσε με επιτυχία με θέμα τον Μεγάλο Αλέξανδρο και τον Ελληνικό Κόσμο που δημιούργησε από την Αλεξάνδρεια της Αιγύπτου μέχρι την Αλεξάνδρεια του Ωξου και πέρα.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Adams, Leason H. 1926, Chemistry as a branch of mathematics Journal of the Washington Academy of Sciences, Vol. 16, No. 10 (May 19,), pp. 266-276  
<https://www.jstor.org/stable/24529194>

Ancient Greek and some Latin texts, mainly referred to astronomy and technology, Pythagoras, Plato, Thales, Anaximander, Anaximenes, Archimedes, Hipparchus, Aristotle, Proclus, Plutarch, Hero, Theon, Euclid, Pappus, Ptolemy, Diodorus of Sicily, Cicero various editions including the Thesaurus Linguae Graecae and other sources.

Aristoteles, Metaphysica, Bekker.

Cartwright, J.H.E., González, D.L. & Piro, O. Dynamical Systems, Celestial Mechanics, and Music: Pythagoras Revisited. Math Intelligencer 43, 25–39 2021.  
<https://doi.org/10.1007/s00283-020-10025-x>

Daly, Lloyd W. 1950 Roman Study Abroad, The American Journal of Philology , 1950, Vol. 71, No. 1 40-58

Dimitrakoudis, S., Papaspyrou, P., Petoussis, V., & Moussas, X. 2006. Archaic artifacts resembling celestial spheres. Mediterranean Archaeology & Archaeometry, 6, 93-99.

Dun, L. 2015, Platonic solids and the five-ringed tower, presented at the International conference “Science and Religion” - Διεθνές συνέδριο «Επιστήμη και Θρησκεία», Athens, National Hellenic Research Foundation (Auditorium “Leonidas Zervas”, 48,Vassileos Constantinou Avenue), 04-Sep-2015, p. 00:22:39.

Freeth, T., Y Bitsakis, X Moussas, J H Seiradakis, A Tselikas, H Mangou, M Zafeiropoulou, R Hadland, D Bate, A Ramsey, M Allen, A Crawley, P Hockley, T Malzbender, D Gelb, W Ambrisco, M G Edmunds, 2006. Decoding the ancient Greek astronomical calculator known as the Antikythera Mechanism. Nature, 4447119, 587-591.

Heath, T. L., 1932, 1981 Greek Astronomy, Dover Publications, New York

Heath, T. L., 2001 A History of Greek Mathematics.V. I, V. II, Dover Publications, New York

Heath, T.L., 1981 Aristarchus of Samos, the Ancient Copernicus, Dover Publications, New York



Hellanicus, Fragmenta, Volume-Jacoby-F 1a,4,F, fragment 87, line 12

Miyazaki, K. 2012, Tracing The Origin Of Japanese Pagodas Along The Silk Road, Architectural Translations through the Silk Road, 2nd International Conference, Mukogawa Women's Univ., Nishinomiya, Japan, July 14-16, 2012

Moussas, X. 2009. The Antikythera Mechanism: The oldest mechanical universe in its scientific milieu. *Proceedings of the International Astronomical Union*, 5S260:135-148.

Moussas, X. 2011 and 2012 2nd ed. *Antikythera Mechanism, PINAX tablet the first computer and mechanical Cosmos in Greek*, Ed. Hellenic Physical Union, Athens, Greece.

Moussas, X. 2014 *The Antikythera Mechanism: The Oldest Computer and Mechanical Cosmos*. School of Physics and Astronomy, University of Birmingham, ISBN 978-0-7044-2845-4;

Moussas, X. 2014. Early Greek astrophysics: the foundations of modern science and technology. *American Journal of Space Science*, 12, 129.

Moussas, X. 2018 *Antikythera Mechanism, the oldest mechanical Universe in Greek*, Canto Mediterraneo, Athens, Greece.

Moussas, X. 2019 *Antikythera Mechanism as evidence for Hellenistic technology excellence*. In *Hellenistic Alexandria: Celebrating 24 Centuries—Papers presented at the conference held on December 13–15 2017 at Acropolis Museum, Athens* p. 209. [Archaeopress Publishing Ltd].

Moussas, X. 2023, *the History and Prehistory of Astronomy and Astrophysics*. Under preparation.

Moussas, X., et al 2009. The gears of the Antikythera Mechanism: an educational pathfinder to the solar system. *Proceedings of the International Astronomical Union*, 5S260.

Nonnus Epic., *Dionysiaca*

Papathanassiou, M. 2017. *Orphica. Orphism - hymns of Orpheus*, K. S. Chassapis, Cosmoware, Athens, isbn 978-960-7596-24-6.

Papathanassiou, M. K. 2008. Homeric calendar and Helios charioteer. *Science and Technology in Homeric Epics*, 6, 357.

Tsikritsis M., Moussas, X. Tsikritsis, D., 2015 Evidence of Astronomical and Mathematical knowledge and Calendars during the early Helladic era in Aegean “frying pan” vessels, *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 15, 2.

Tsikritsis, M., and E. Theodossiou 2013 *The Minoan Eclipse Calculator and the Minoan Cosmology Model*, SEAC Conference, Athens

Tsikritsis, M., E. Theodossiou, V. N. Manimanis, P. Mantarakis, and D. Tsikritsis. 2013 *A MINOAN ECLIPSE CALCULATOR*, *Mediterranean Archaeology & Archaeometry* 13:1;

Wisconsin Lutheran College, roman laws and letters,  
<https://www.fourthcentury.com/imperial-laws-chart/>

Γεωργακέλλος Νίκος Ι., 2006, *Εμπειδοκλής Υπό το πρίσμα των θετικών επιστημών*, Εκδόσεις Ευρασία.

Γεωργακέλλος, Νίκος Ι., 2022, *Γιατί Οι Προσωκρατικοί*, Εκδόσεις Ευρασία.

Παπαθανασίου, Μαρία, 2017, Ορφικά Ορφισμός – Ορφεως Ύμνοι Κ.Σ. Χασαπη, Cosmosware, Αθήνα.

Σπυρίδη, Χαρ. 2014, Η κατά Πλάτωνα Θεωρία του Παντός, ΕΚΠΑ.