



**3^ο Διεθνές Συνέδριο
Αρχαίας Ελληνικής
και Βυζαντινής Τεχνολογίας**

19-21 Νοεμβρίου 2024
ΜΕΓΑΡΟΝ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΑΘΗΝΩΝ

**3rd International Conference
Ancient Greek
and Byzantine Technology**

19-21 November 2024
MEGARON THE ATHENS CONCERT HALL

ΟΡΓΑΝΩΣΗ



ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ
ΤΗΣ ΑΡΧΑΙΟΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΒΥΖΑΝΤΙΝΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



Το Διοικητικό Συμβούλιο της Εταιρείας Διερεύνησης της Αρχαιοελληνικής και Βυζαντινής Τεχνολογίας (ΕΔΑΒΥΤ) ανέλαβε την ανάρτηση στην ιστοσελίδα της (www.edabyt.gr), σε ψηφιακή μορφή, των εργασιών του 3^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου Αρχαιοελληνικής και Βυζαντινής Τεχνολογίας (Αθήνα 19-21 Νοεμβρίου 2024).

Οι εργασίες είχαν γίνει αντικείμενο κρίσεων και σχολιασμού από την Επιστημονική Επιτροπή. Επι πλέον, έγιναν κι άλλες παρατηρήσεις και σχόλια κατά την συζήτηση που ακολούθησε μετά την προφορική τους παρουσίαση στο Συνέδριο.

Οι εργασίες αναρτώνται όπως κατατέθηκαν από τους συγγραφείς μετά την ολοκλήρωση του Συνεδρίου. Οι συγγραφείς φέρουν την ευθύνη του περιεχομένου της εργασίας τους, τόσο ως προς τις απόψεις τους όσο και ως προς την ακρίβεια και την ορθότητα των στοιχείων που παραθέτουν.

The Board of Directors of the Association for Research on Ancient Greek and Byzantine Technology (EDABYΤ) undertook the posting on its website (www.edabyt.gr) of the papers presented at the 3rd International Conference on Ancient Greek and Byzantine Technology (Athens, November 19-21, 2024).

The papers had been subject to reviews and comments by the Scientific Committee. Additionally, further observations and comments were made during the discussion that followed their oral presentation at the Conference.

The papers are posted as submitted by the authors after the conclusion of the Conference. The authors are responsible for the content of their work, both in terms of their views and the accuracy and correctness of the data they present.



ΕΛΛΗΝΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ: ΑΠΟ ΤΙΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΚΑΘΑΡΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΒΑΣΙΣΜΕΝΗ ΣΤΟΥΣ ΝΟΜΟΥΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ. ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΩΝ

Ξενοφών Δίον. Μουσάς¹

1 Τομέας Αστροφυσικής, Αστρονομίας και Μηχανικής, Τμήμα Φυσικής, Σχολή Θετικών
Επιστημών, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
6978792891, e-mail: xmoussas@phys.uoa.gr, xdmoussas@gmail.com
copyright κειμένου © 2024 X. Moussas

Περίληψη. Οι επιστήμες και η τεχνολογία χρησιμοποιήθηκαν σε στρατιωτικές εφαρμογές και στην χαρτογραφία κατά τις εκστρατείες του Μεγάλου Αλεξάνδρου, ο οποίος ήταν εκπαιδευμένος κατάλληλα. Οι επιστήμες και η τεχνολογία βασισμένες στους νόμους της φυσικής αναπτύχθηκαν εξαιρετικά κατά την Ελληνιστική περίοδο.

Η γέννηση της Αιτιοκρατίας με την Φιλοσοφία στην Ελλάδα είναι κορυφαίας σημασίας για την γέννηση του Πολιτισμού και της εξέλιξης Ανθρωπότητας. Η αιτιοκρατία δημιούργησε την φιλοσοφία, τις επιστήμες και τον σημερινό τεχνικό πολιτισμό. Στο άρθρο παρουσιάζεται η εξέλιξη της επιστήμης, κυρίως κατά την διάρκεια της Ελληνιστικής περιόδου.

Η αιτιοκρατία οδηγεί αναπόδραστα στην εισαγωγή των νόμων της φυσικής εκφρασμένων με τα κατάλληλα μαθηματικά. Η βάση των επιστημών είναι τα συστηματικά πειράματα με ακριβείς μετρήσεις. Οι απαρχές των επιστημονικών μεθόδων στην αρχαία Ελλάδα βρίσκονται ήδη στην προϊστορική περίοδο. Οι σταθερές βάσεις τίθενται με την παράδοση των Ιώνων φιλοσόφων. Κορυφώνονται και διαδίδονται στην Οικουμένη κατά την Ελληνιστική περίοδο μέσω του Ελληνικού Κόσμου που ιδρύει ο Μέγας Αλέξανδρος τον οποίο συνεχίζουν οι διάδοχοί του. Παρουσιάζεται ο κορυφαίος ρόλος της γεωμετρίας με θεωρήματα και αποδείξεις. Ο σημερινός πολιτισμός είναι μετεξέλιξη και συνέχεια του Ελληνιστικού Πολιτισμού.

Παρουσιάζεται η πιθανή γέννηση της φυσιοκρατίας, η μελέτη της φύσης με τους νόμους της φυσικής με την γέννηση της Αστροφυσικής και η πιθανή συνεισφορά παρατηρήσεων και κομητών και μετεωριτών στην γέννηση της φυσιοκρατίας.

Παρουσιάζεται η χρήση των νόμων της φυσικής στην τεχνολογία μέσω του κορυφαίου παραδείγματος του Μηχανισμού των Αντικυθήρων η χρήση της αιτιοκρατίας και των νόμων της φυσικής, όπως του αντιλαμβάνονται εκείνη την εποχή, στην πρόβλεψη φαινομένων της φύσης και ειδικότερα των αστρονομικών. Αναδεικνύεται ο προγραμματισμός του αρχαίου αυτού υπολογιστή με λογισμικό γραμμένο στα γράμματα με το οποίο ο προγραμματιστής του προβλέπει όλα τα

αστρονομικά φαινόμενα που ήταν τότε γνωστά. Γίνεται φανερή η χρήση της αιτιοκρατίας στην πράξη, από την σύλληψη της κατασκευής ενός μηχανήματος που πολλοί θα θεωρούσαν ύβρι, μέχρι την κατασκευή του μηχανισμού στην βέλτιστη δυνατή κλίμακα.

Λέξεις Κλειδιά: επιστήμες, αιτιοκρατία, αστροφυσική, νόμοι της φυσικής στην τεχνολογία

1 Η Γέννηση των Επιστημών

Το Ελληνικό Θαύμα δηλαδή η γέννηση της φιλοσοφίας και των επιστημών βασίζεται στη θεωρητική επιστημονική σκέψη και ιδίως στα θεωρητικά μαθηματικά με αποδείξεις αριθμητικής, γεωμετρίας και άλγεβρας προοικίζεται η φυσική και η τεχνολογία.

Οι επιστήμες και η τεχνολογία αρχίζουν σε πρωτόλεια μορφή ήδη από την προϊστορική εποχή. Η έννοια της αιτιοκρατίας γεννιέται βαθμιαία και σύντομα συνοδεύεται με την αντίληψη της ύπαρξης νόμων της φυσικής οι οποίοι εκφράζονται σωστά μόνο μα τα κατάλληλα μαθηματικά, όπως ακριβώς επιβάλλει η πυθαγόρεια αντίληψη. Με την έναρξη της γεωργικής επανάστασης οι γνώσεις της αστρονομίας σχετικά με τις κινήσεις του Ήλιου και της Σελήνης, οι εναλλαγές των εποχών, γίνονται τελείως απαραίτητες, όπως λέει και ο Πλάτων, για την πρόβλεψη του καιρού και τα ταξίδια.

Η ανθρωπότητα από τις παρατηρήσεις των φαινομένων οδηγήθηκε βαθμιαία στην όλο και με καλύτερη διατύπωση των νόμων της φυσικής και τη γέννηση της καθαρής επιστήμης και παράλληλα της τεχνολογίας βασισμένης στους νόμους της φύσης. Ειδικότερα η αστρονομία από την προϊστορική εποχή απαίτησε και δημιούργησε ακριβέστερα μαθηματικά, γεωμετρία, αριθμητική και στην συνέχεια τριγωνομετρία και άλγεβρα. Η αστρονομία με τους πολύπλοκους υπολογισμούς της απαίτησε και την δημιουργία υπολογιστών, όπως ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων.

Η εισαγωγή της έννοιας των ημερολογίων βασισμένων στον Ήλιο και την Σελήνη. Συγχρόνως υπεισέρχονται τα μαθηματικά, η αριθμητική για την μέτρηση των ημερών του μήνα και του έτους και η γεωμετρία για τον προσδιορισμό κατευθύνσεων, όπως η θέση της ανατολής του Ηλίου στον ορίζοντα, το ύψος του Ηλίου. Η μεγαλύτερη πρόοδος στις επιστήμες είναι η εισαγωγή των θεωρητικών αποδείξεων και των θεωρημάτων.¹ Ο Ήρων επίσης μας πληροφορεί ότι η [Πρακτική] Γεωμετρία προήλθε από την Αίγυπτο, αλλά έγινε θεωρητική με αποδείξεις από τον Θαλή.² Σύμφωνα με την παράδοσή μας ο Πυθαγόρας είναι αυτός που, για να χρησιμοποιήσουμε μια φράση του Γαλιλαίου, λέει πρώτος «η γλώσσα της φύσης είναι τα μαθηματικά».³

¹ Heron Mech., Definitiones C136,13,4 Πάν πρόβλημα και πάν θεώρημα τὸ ἐκ τελείων αὐτοῦ μερῶν πεπληρωμένον βούλεται ταῦτα πάντα ἔχειν ἐν ἑαυτῷ· πρότασιν, ἔκθεσιν, διορισμόν, κατασκευήν, ἀπόδειξιν, συμπέρασμα.

² [βλ. Ήρωνος *Όροι Γεωμετρίας και Γεωμετρικά* 136.1.1 - 136.2.9

³ στο έργο του 1623, "Il Saggiatore" (Ο δοκιμαστής), ο Γαλιλαίος εξέφρασε αυτή την ιδέα στο ακόλουθο απόσπασμα:

«Η φιλοσοφία είναι γραμμένη σε αυτό το μεγάλο βιβλίο, το σύμπαν, το οποίο στέκεται συνεχώς ανοιχτό στο βλέμμα μας. Αλλά δεν μπορεί να γίνει κατανοητή αν δεν μάθει κανείς πρώτα να κατανοεί τη γλώσσα και να ερμηνεύει τους χαρακτήρες στους οποίους είναι γραμμένη. Είναι γραμμένο στη γλώσσα των μαθηματικών και οι χαρακτήρες του είναι τρίγωνα, κύκλοι και άλλα γεωμετρικά σχήματα,

Οι επιστήμες και η τεχνολογία άλλαξαν ριζικά μετά την εκστρατείες του Μεγάλου Αλεξάνδρου στην Αίγυπτο και την Ασία. Οδήγησαν σε οικουμενικό πολιτισμό ο οποίος ήταν καθαρά ελληνικός. Ως αποτέλεσμα προέκυψε αυτό που σήμερα είναι ο Δυτικός Πολιτισμός. Ο Μέγας Αλέξανδρος με την κατάλληλη εκπαίδευση από γίγαντες όπως ο Αριστοτέλης και ο Μέναιχμος κατακτά την τότε Οικουμένη και συγχρόνως με τα αγαθά μεταλαμπαδεύονται και οι γνώσεις, ενώ συγχρόνως παράγεται νέα γνώση. Ευλόγως η άνθηση της ελληνιστικής επιστήμης ονομάστηκε από τον L. Russo *Η ξεχασμένη επανάσταση*,⁴ διότι πράγματι ήταν ίσως η πιο σημαντική επανάσταση η οποία οδήγησε στον σημερινό τεχνολογικό πολιτισμό.

Τα ερευνητικά κέντρα της Ελληνιστικής περιόδου διαμορφώνουν τον Πολιτισμό, τις Επιστήμες και για πρώτη φορά βασισμένη στους νόμους της φυσικής Τεχνολογία. Το Μουσείο ιδρύθηκε με πρότυπο το Λύκειο και την Ακαδημία Πλάτωνος. Η Βιβλιοθήκη της Αλεξάνδρειας ιδρύθηκε με βιβλία της βιβλιοθήκης του Λυκείου που πήγαν στην Αλεξάνδρεια από την Αθήνα⁵ και ίδρυσαν το νέο τεράστιο παγκόσμιο κέντρο γνώσης του Κόσμου που δρα καταλυτικά για περισσότερο από μια χιλιετία.⁶ Οι Πτολεμαίοι προσελκύουν και στρατολογούν νέους από όλο τον Ελληνικό Κόσμο και κυρίως από πόλεις που επηρεάζουν και οι οποίες έχουν πολύχρονη και επιτυχημένη παράδοση στην φιλοσοφία και τις επιστήμες, όπως η Σάμος, η Κως και η Κυρήνη.

Η γραφειοκρατία του εμπορίου συνέβαλε σε αυτή την ανάπτυξη. Η γραφειοκρατία απαιτεί τεράστιο αριθμό εγγράμματων νέων, οι οποίοι θα χρησιμεύσουν ως γραφείς σε κάθε λιμάνι με χαρακτηριστικό το τεράστιο λιμάνι της Αλεξάνδρειας. Ανάμεσα στους πολλούς εκπαιδευόμενους γραφείς ξεχωρίζουν και αυτοί που από το λιμάνι θα ανεβούν στην Βιβλιοθήκη και το Μουσείο της Αλεξάνδρειας.

Στα μεγάλα κέντρα επιστημών, όπως το Μουσείο και οι Βιβλιοθήκες της Αλεξανδρείας, οι σχολές των Αθηνών οι οποίες διαχρονικά διατηρούν την αίγλη όσο και την αξία τους μέχρι την αρχή της Βυζαντινής περιόδου παρά την μετατόπιση του κέντρου βάρους των επιστημών στην Αλεξάνδρεια, της Ρόδου κ.ά. συγκεντρώνονται οι επίλεκτοι επιστήμονες, φιλόσοφοι, ιατροί και εφευρέτες. Η επιστήμη και η τεχνολογία επωφελούνται του πλούτου (Αλεξάνδρεια, Ρόδο) και αναπτύσσονται. Η επιστήμες εξελίσσονται στις γερές βάσεις των προσωκρατικών με τις επιστημονικές μεθόδους των πυθαγορείων, μαθηματικά με αποδείξεις, νόμους φυσικής, αρμονία, συμμετρίες και γενικεύσεις των θεωριών και η τεχνολογία για πρώτη φορά βασίζεται στις επιστήμες και ιδιαίτερα στους νόμους της φυσικής. Οι νόμοι της φυσικής επιτρέπουν σωστή βέλτιστη σχεδίαση και κατασκευή.

χωρίς τα οποία είναι ανθρωπίνως αδύνατο να καταλάβουμε ούτε μία λέξη του. Χωρίς αυτά, περιπλανιέται κανείς σε ένα σκοτεινό λαβύρινθο».

⁴ 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.

⁵ Αθήναιος (I. 3a-b)

⁶ Βλ. π.χ. Elmikaty, H. S. (2005). *Science education: on the agenda of the library of Alexandria*. *Museum International*, 57(1-2), 92-99. El-Abadi, M. (2017). *The Alexandria library in history*. In *Alexandria, real and Imagined* (pp. 167-184). Routledge, Serageldin, I., 2013. *Ancient Alexandria and the dawn of medical science*. *Global Cardiology Science & Practice*, 2013(4), p.395.

2 Αιτιοκρατία και νόμοι της φυσικής

Η εφεύρεση των νόμων της φυσικής είναι κορυφαίο επίτευγμα. Ο Πυθαγόρας⁷ εισάγει την έννοια των μαθηματικών τύπων για την έκφραση των νόμων της φυσικής και όπως λέει η παράδοση αναφέρεται ειδικά στις περιοδικότητες των πλανητών με τις οποίες θα προσδιόριζαν τις θέσεις των πλανητών. Αναφέρεται στις συμμετρίες και την αρμονία, πρέπει να είχε διαπιστώσει ότι μπορεί να οδηγηθεί ο επιστήμονας σε διατύπωση γενικότερων νόμων της φυσικής με τις συμμετρίες και την αρμονία, ακριβώς όπως σήμερα οι θεωρητικοί φυσικοί προβλέπουν νέα σωματίδια, ή όπως παλαιότερα προβλέφθηκαν χημικά στοιχεία στον περιοδικό πίνακα των χημικών στοιχείων. Η αιτιοκρατία γίνεται αντιληπτή με την εμπειρία ήδη από την προϊστορική εποχή. Η ορθή διατύπωση των νόμων της φυσικής είναι συχνά δύσκολη διεργασία. Η βέλτιστη διατύπωση των νόμων της φυσικής απαιτεί την σωστή επιλογή των φυσικών μεταβλητών, των φυσικών μεγεθών (απόσταση, μάζα, κλπ.) και αυτό είναι κεφαλαιώδους σημασίας. Ο ακριβής προσδιορισμός του κατάλληλου μαθηματικού τύπου είναι ακόμη πιο δύσκολος, επίπονος, μακρόχρονος και ως εκ τούτου ακριβός, διότι απαιτεί την εργασία επιστημόνων, φιλοσόφων και τεχνητών που χρειάζεται να εργασθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ο άνθρωπος για να κατανοήσει τη φύση και κυρίως για να προβλέψει φαινόμενα πρέπει να γνωρίζει ότι:

- Τα φυσικά φαινόμενα μπορούν και κατανοούνται και ερμηνεύονται με όρους φύσης,
- Υπάρχει ντετερμινισμός, αιτιότητα
- Υπάρχουν νόμοι της φύσης που περιγράφουν, εξηγούν και προβλέπουν ακόμη και φυσικά φαινόμενα
- οι νόμοι της φύσης εκφράζονται με ακρίβεια χρησιμοποιώντας ακριβή και κατάλληλα μαθηματικά,
- Οι νόμοι της φύσης είναι αιώνιοι και καθολικοί, αλλά ο τρόπος με τον οποίο αυτοί οι νόμοι προσεγγίζονται από τους ανθρώπους κατά καιρούς για δεδομένο κοινωνικό και επιστημονικό περιβάλλον είναι μόνο μια προσέγγιση στην πραγματικότητα.
- Η ακρίβεια των νόμων της φυσικής μπορεί να βελτιωθεί μέσω παρατηρήσεων, ακριβών μετρήσεων και κατάλληλων μαθηματικών, ανάλογα με τις πειραματικές και μαθηματικές μεθόδους, εργαλεία και μέσα που είναι διαθέσιμα.

Εν ολίγοις, όλα αυτά βασίζονται στο Πυθαγόρειο δόγμα ότι όλα είναι μαθηματικά, δηλαδή όλα μπορούν να κατανοηθούν σωστά χρησιμοποιώντας τα μαθηματικά, που εκφράζουν τους νόμους της φυσικής.

Μια πολύ σημαντική πρόοδος σημειώθηκε με τη γέννηση και την ανάπτυξη της αστροφυσικής, και ιδιαίτερα του κλάδου της αστροφυσικής που ονομάζουμε κοσμολογία που ξεκίνησε όταν οι άνθρωποι έκαναν τις πρώτες προσπάθειες να μελετήσουν τη φύση από την άποψη της φύσης και αφήνοντας τους θεούς και τα μεταφυσικά φαινόμενα στην άκρη. Αυτό

⁷ Αετίου, *Περὶ τῶν ἀρεσκόντων φιλοσόφους φυσικῶν δογμάτων*, επιλογές Στοβαίου, Πυθαγόρας Μνησάρχου Σάμιος πρῶτος φιλοσοφίαν τούτῳ τῷ ῥήματι προσαγορεύσας, ἀρχὰς τοὺς ἀριθμοὺς καὶ τὰς συμμετρίαις τὰς ἐν τούτοις, ἅς τινας ἀρμονίας καλεῖ, τὰ ἐξ ἀμφοτέρων σύνθετα στοιχεῖα. Σέξτου Εμπειρικού *Πρὸς μαθηματικούς* οἱ μὲν περὶ Πυθαγόραν τοὺς ἀριθμοὺς ἔλεξαν πάντων ἄρχειν, οἱ δὲ μαθηματικοὶ τὰ πέρατα τῶν σωμάτων, οἱ δὲ περὶ τὸν Πλάτωνα τὰς ἰδέας. Πλουτάρχου, *Ἠθικά*, Περὶ Ομήρου ἢ Περὶ τοῦ βίου καὶ τῆς ποιήσεως Ομήρου: ὁ γὰρ Πυθαγόρας τοὺς ἀριθμοὺς μεγίστην δύναμιν ἔχειν ἠγούμενος καὶ πάντα εἰς ἀριθμοὺς ἀναφέρων, τῶν τε ἄστρον τὰς περιόδους.

ξεκίνησε με τη μελέτη των άστρων, με τη συζήτηση για τη φύση τους, με την έλευση της αστροφυσικής.

Ο Φίλων χαρακτηριστικά αναφέρει ότι η επιστημονική και ιδιαιτέρως η ερευνητική παράδοση επετεύχθη με την μακρόχρονη και γενναιόδωρη συνεισφορά των Πτολεμαίων στην Βιβλιοθήκη και το Μουσείο της Αλεξάνδρειας. Ο Ήρων⁸ και ειδικότερα ο Φίλων αναφέρει ως παράδειγμα την έρευνα για εύρεση του μαθηματικού τύπου του καταπέλτη στρέψης με ελατήριο, ο οποίος οδήγησε στην κατασκευή άριστων πολεμικών μηχανών οι οποίες προσέφεραν πλεονεκτήματα στους Πτολεμαίους, όπως νωρίτερα στις εκστρατείες του Μεγάλου Αλεξάνδρου.

3 Η μέγιστη εφεύρεση των θεωρητικών αποδείξεων

Η εφεύρεση των θεωρητικών μαθηματικών με θεωρήματα και ακριβείς αποδείξεις, όπως υποστηρίζει πολύ σωστά ο Ήρων, είναι κεφαλαιώδους σημασίας για την εξέλιξη της ανθρωπότητας και ειδικότερα των θετικών επιστημών και της τεχνολογίας. Τα θεμέλια των θεωρητικών αποδείξεων ετέθησαν στην γεωμετρία από τον Θαλή. Τα μαθηματικά προοδεύουν και εξελίσσονται, γίνονται καθαρά μαθηματικά, όπως και οι επιστήμες. Αρχίζουν πρακτικές και παρατηρησιακές και εξελίσσονται η κάθε μια σε καθαρή επιστήμη.

Όπως εμφατικά λέει ο Κέπλερ «αν όλος ο πολιτισμός καταστρεφόταν θα αρκούσε να διασωθεί το πυθαγόρειο θεώρημα για να ξαναγεννηθεί». Στους σημαντικούς Αλεξανδρινούς μαθηματικούς περιλαμβάνεται ο Ευκλείδης, ο Απολλώνιος ο Περγαίος, που μελέτησε τις κωνικές τομές και ο μεγαλύτερος όλων, ο Αρχιμήδης των Συρακουσών.

Το πρώτο εκτεταμένο και συγκροτημένο θεωρητικό έργο είναι αυτό του Αυτόλυκου του Πιτανέως (360; π.Χ. – 290 π.Χ.) στα μαθηματικά, την κινηματική και την αστρονομία. Στα δύο αστρονομικά βιβλία του είναι το αρχαιότερο βιβλίο κλασικής Ελληνικής γεωμετρίας με αποδείξεις και συμπεράσματα. Είναι δομημένα με εκατοντάδες λήμματα με αποδείξεις. Δίνει τις μαθηματικές σχέσεις για την ανατολή και την δύση και τις θέσεις και τις κινήσεις των άστρων στη διάρκεια της ημέρας και του έτους. Εισάγει ουσιαστικά την θεωρητική μηχανική, με την περιστροφή του στερεού σώματος. Ασφαλώς προϋπήρχαν άλλα προγενέστερα έργα που έχουν χαθεί. Τα έργα του είχαν τεράστια επίδραση στην αραβική επιστήμη. Μεταφράστηκε και σχολιάστηκε από σημαντικότερους επιστήμονες στον Ισλαμικό κόσμο τον Ishaq ibn Hunayn al-Nasrani, τον χριστιανό αραβομαθητή Kust ibn Lukka al-Baalbaki τον κορυφαίο μαθηματικό Thabit ibn Korra και τον Nasir al-Din at-Tusi.

Ο Ευκλείδης (γύρω στα 350 π.Χ. - 270 π.Χ.) συγκεντρώνει τις γνώσεις της γεωμετρίας και δημιουργεί την θεωρητική γεωμετρία, δηλαδή γεωμετρία που βασίζεται σε θεωρητικές αποδείξεις, με θεωρήματα και αλλάζει ριζικά την μορφή των μαθηματικών. Το βιβλίο του *Στοιχεία* γνωρίζει περισσότερες εκδόσεις από κάθε άλλο βιβλίο μετά την Βίβλο σε όλες τις γλώσσες. Τα έργα του αναφέρονται στον Αυτόλυκο και περιλαμβάνουν θεωρητική οπτική, προοπτική, αστρονομία με επιστημονική μέθοδο, με θεωρήματα και αποδείξεις.

4 Ο Μεγαλέξανδρος και το επιστημονικό επιτελείο του

Αξίζει να αναφερθούμε στο παράδειγμα της χρήσης των επιστημών από τον Μέγα Αλέξανδρο ο οποίος δίδαξε τους διαδόχους του με την πρακτική του και με τη σειρά τους

⁸ Βλ. Βελοποικιά, *Αυτοματοποιητική* [Ήρων (1996). *Αυτοματοποιητική, Η τέχνη της κατασκευής των αυτομάτων*. Μτφρ. Δημήτριος Καλλιγερόπουλος. Αθήνα: Αρχαία Ελληνική Τεχνολογία.]

έδωσαν στις επιστήμες την θέση που της πρέπει. Ο Μέγας Αλέξανδρος λόγω της επιστημονικής εκπαίδευσής του από τον Αριστοτέλη και άλλους επιστήμονες εκτιμούσε την επιστήμη και την τεχνολογία και είχε στο επιτελείο του που ήταν βασικό τμήμα της στρατιωτικής μηχανής τους πολλούς επιστήμονες μηχανικούς. Αξίζει να αναφέρουμε τους επιφανέστερους.

Ο Αριστόβουλος ο Κασσάνδρειος (375 π.Χ. – 301 π.Χ.), επιστήμων (Αρχιτέκτων και μηχανικός όπλων) στενός φίλος Μεγάλου Αλεξάνδρου που τον συνόδευε στις εκστρατείες. Έγραψε για στρατιωτική τέχνη του Μ. Αλεξάνδρου, γεωγραφία, εθνολογία, βιολογία, φυτολογία και ζωολογία της Ασίας.

Ο Θεσσαλός μηχανικός Διάδης ο Πελλαίος (4ος αιώνας π.Χ.) συνόδευε επίσης τον Μεγαλέξανδρο στις εκστρατείες. Ήταν μαθητής του Θεσσαλού Πολύειδου, στρατιωτικού μηχανικού του πατέρα του Μεγαλέξανδρου Φιλίππου Β΄. Ονομάστηκε Διάδης ο Πολιορκητής λόγω των επιτυχιών του με τις πολιορκητικές μηχανές και συνέγραψε σχετικό βιβλίο. Ο Διάδης έφτιαξε τεράστιους κινητούς πύργους με κλίμακες και πολιορκητικούς κριούς, γεραμούς με βάρη για την καταστροφή των τειχών και άλωσε την Τύρο με τον Αλέξανδρο» (332 π.Χ.).

Ο Ολύνθιος μηχανικός, υδραυλικός και μεταλλουργός Κράτης ή Κρατερός, ήταν ένας ακόμη επιστήμων που συνόδευε τον Μεγάλο Αλέξανδρο. Έκανε την αποξήρανση των ελών της Αλεξάνδρειας συμβάλλοντας σημαντικά στην κατασκευή της πόλεως. Είχε σχετική εμπειρία διότι είχε συμβάλει στην ύδρευση και αποξήρανση της Κωπαΐδας.

Οι επιστήμονες αυτοί έκανα πολλές εφευρέσεις και ανέπτυξαν πολλές σημαντικές εφαρμογές. Πολλά από τα στρατιωτικά μυστικά της εποχής του Μεγαλέξανδρου και της Ελληνιστικής έχουν χαθεί και ειδικά οι κανόνες και νόμοι φυσικής για την κατασκευή όπλων, με λίγες εξαιρέσεις. Ευτυχώς είναι γνωστό σε κάποιο βαθμό σημαντικές όψεις του έργου του Αρχιμήδη.⁹ Ασφαλώς αρκετά πέρασαν στους Ρωμαίους και στο Βυζάντιο.

5 Οι επιστήμονες κατά την Ελληνιστική περίοδο

Είναι εντυπωσιακό το έργο των πολυπληθών επιστημόνων κατά την Ελληνιστική περίοδο. Η αντίληψη του Μεγαλέξανδρου για την χρησιμότητα των επιστημόνων πέρασε στους στρατηγούς του και διαδόχους του μετά τον πρόωρο θάνατό του. Οι στρατηγοί επειδή είχαν δει την εφαρμογή της επιστήμης στον πόλεμο με όπλα και πολιορκητικές μηχανές ενστερνίσθηκαν εύκολα αυτές τις πρακτικές. Ο πλούτος και η πληθώρα των δεδομένων από όλο τον κόσμο επέτρεψε την πρόοδο. Σημαντικότερη ήταν η πλουσιοπάροχη χορηγία εμπνευσμένων ηγετών, όπως οι Πτολεμαίοι στην Αλεξάνδρεια, αλλά και άλλες σημαντικές πόλεις της Ελληνιστικής εποχής, από τις Συρακούσες, στην Ρόδο, την Αθήνα, την Σμύρνη, Αντιόχεια, τις Τράλλεις με την εξαιρετική παράδοση στα αυτόματα. Για να αναφέρουμε μερικές μόνον.

Οι επιστήμονες είναι πολυπληθείς. Υπάρχει κινητικότητα και επικοινωνία. Οι επιστήμονες ανταλλάσσουν εκτενείς επιστολές με επιστημονικό περιεχόμενο, με μετρήσεις, θεωρήματα, αποδείξεις κ.ά. Δύσκολο να ξεχωρίσει κανείς τους μαθηματικούς από τους φυσικούς και

⁹ Ευαγγελος Σ. Σταματης, 1971, Αρχιμήδους Άπαντα . 4 Τομοι εκδ. ΤΕΕ, Αθήνα, Easton, R. L., & Noel, W. (2010). Infinite possibilities: Ten years of study of the Archimedes palimpsest. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 154(1), 50-76. Netz, R., Noel, W., Tchernetska, N., Wilson, N., & Acerbi, F. (2013). The Archimedes Palimpsest. *Aestimatio: Sources and Studies in the History of Science*, 10, 34-46.

μηχανικούς, διότι όλοι χρησιμοποιούσαν μαθηματικά κυρίως για τους νόμους της φυσικής, για τους υπολογισμούς των κατασκευών, αρχιτεκτονικών κ.ά., και για την κατασκευή πολεμικών μηχανών. Ας αναφερθούμε σε άλλους λιγότερο γνωστούς στο ευρύ κοινό.

Ο Κτησίβιος ο Αλεξανδρεύς (Αλεξάνδρεια, 285 π.Χ. – Αλεξάνδρεια, 222 π.Χ.) είναι μέγιστος εφευρέτης που δικαιολογημένα θεωρείται μάγος της αυτοματοποιητικής. Ο Σπαρτιάτης μαθηματικός και μηχανικός Αγησίστρατος (2ο αιώνα π.Χ.) μαθητής του Απολλωνίου του Περγαίου, διέπρεψε στις πολεμικές μηχανές και οχυρώσεις. Σχεδίασε και έφτιαξε τον μεγαλύτερο καταπέλτη με τεράστιο βεληνεκές 4 στάδια (800 m). Κατασκεύασε πολλά όπλα, όπως μείζονες καταπέλτες, που παρουσιάζει στο βιβλίο του Πολιορκητικές μηχανές. Ο μαθηματικός και μηχανικός Αθήναιος ο Τακτικός (1ο αιώνα π.Χ.), μαθητής του μηχανικού της Αγησίστρατου, έγραψε το έργο Περί μηχανημάτων όπου δίνει την ιστορία και κατασκευή των πολεμικών μηχανών. Ο αστρονόμος και μαθηματικός Θεοδόσιος της Βιθυνίας ή Θεοδόσιος ο Τριπολίτης (160 π.Χ. – 100 π.Χ.), συνεχίζει το έργο του Αυτόλυκου για την σφαίρας και κατασκευάζει ένα ρολόι που λειτουργεί σε όλα τα γεωγραφικά πλάτη. Ο Ανδρόνικος ο Κυρρήστης ή Κύρρηστος (2ο και 1ο αιώνα π.Χ.) είναι ο γνωστός μηχανικός, αστρονόμος και αρχιτέκτων που έφτιαξε το περίφημο οκταγωνικό ρολόι των Αέρηδων στην Αθήνα και περίτεχνο ρολόι στην Τήνο. Οι έλληνες μαθηματικοί ακολουθώντας τις επιταγές του Πυθαγόρα, ουσιαστικά είναι όλοι πυθαγόρειοι σε πολλές εκφάνσεις των επιστημών, αγαπούν και αναδεικνύουν την συμμετρία, την αρμονία, την γενίκευση και τα παράδοξα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα το λεγόμενο Οστομάχιον¹⁰ (ή 'στομάχιον) με την ποικιλόμορφη (ποικίλη) θεωρία της μεταφοράς των σχημάτων από τις οποίες έχει κατασκευαστεί. Το οστομάχιον, με βάση και νέα χαμένα κείμενα που επιβίωσαν στα 4 αραβικά και διορθώθηκαν από τα λάθη του αντιγραφέα, αλλά και στο βιβλίο *Περί Στωικών Εναντιωμάτων* του Πλουτάρχου¹¹ αποδεικνύουν ότι η μελέτη του Αρχιμήδη αποτελεί την πρώτη επιστημονική Συνδυαστική Ανάλυση. Ομοίως ο Απολλώνιος στα Βιβλία των Κωνικών προβάλλει θεωρήματα που διευρύνουν την αντίληψη, τα παράδοξα, χρήσιμα στην επίλυση στερεών τόπων καθώς και για την εύρεση ορίων στα προβλήματα, ενώ παρουσιάζει και τα πιο όμορφα (κάλλιστα). Οι έλληνες επιστήμονες συνεχίζουν την πρόοδο των επιστημών και κατά την Ρωμαϊκή περίοδο. Ο Μενέλαος ο Αλεξανδρεύς (70 -140) μελετά επίσης την (ουράνια) σφαίρα. Το έργο του είχε μεγάλη επίδραση στους Άραβες συνεχιστές του έργου του Αυτόλυκου, Θεοδοσίου Τριπολίτη και του Μενελάου.¹²

6 Αστρονομία

Η αστρονομία από την γέννηση του πολιτισμού έδωσε το έναυσμα για πολλές ανακαλύψεις. Ασφαλώς οι αρμονικές κινήσεις οδήγησαν στην διατύπωση των πρώτων νόμων φυσικής, δηλαδή των περιοδικοτήτων της Σελήνης, του Ήλιου και των πλανητών. Η ελληνιστική

¹⁰ Βαφέα, Φ., Δ. Καλησπέρη, Α. Τσολομύτης, 2024, Οστομάχιον ή Στομάχιον , Αρχιμήδους του Συρακουσίου, Κάιρο και Σάμος, isbn 9786180053401

¹¹ Πλουτάρχου *Περί Στωικών Εναντιωμάτων* (1047.C.10-E.3)

¹² Rashed, R., & Papadopoulos, A. (2017). *Menelaus' Spherics: Early Translation and al-Māhānī/al-Harawī's Version* (Vol. 21). Walter de Gruyter GmbH & Co KG. Athanase Papadopoulos. Menelaus' Spherics in Greek and Arabic mathematics and beyond. 2023. fihal-03993581 Athanase Papadopoulos. Menelaus' Spherics in Greek and Arabic mathematics and beyond. 2023, <https://cnrs.hal.science/hal-03993581>

αστρονομία συνεχίζει την πρόβλεψη των θέσεων των πλανητών με σχετική επιτυχία με την χρήση των επικύκλων τους οποίους ο Κέπλερ χρησιμοποιεί παρά την εισαγωγή από τον ίδιο των τριών νόμων του με τις κωνικές τομές τις οποίες διδάχθηκε από τον Μέναιχο (ο οποίος λέγεται ότι ήταν δάσκαλος του Αλεξάνδρου) και κυρίως από τον Απολλώνιο τον Περγαίο. Αξιοσημείωτο είναι ότι Η ακρίβεια της θεωρίας των επικύκλων οδήγησε τον Fourier στην διατύπωση της ομώνυμης θεωρίας του.¹³

Ο Εύδοξος (πιθανώς γεν. 397-390 έως 345-338) ήταν μαθητής του Αρχύτα, ενώ μαθητές του ήταν ο Χρυσίππος και οι αδελφοί μαθηματικοί Μέναιχος και Δεινόστρατος. Ο Εύδοξος ήταν φιλόσοφος, μαθηματικός, αστρονόμος (δημιούργησε και αστεροσκοπείο στην Κνίδο), ιατρός, γεωγράφος, πολιτικός και νομοθέτης. Ήρθε σε αντίθεση με τον Πλάτωνα, αν και αλληλοεπηρεάστηκαν θετικά. Ο Εύδοξος μελέτησε τις κινήσεις των πλανητών και ιδιαίτερες τις ταχύτητές τους. Κατασκεύασε ένα μοντέλο του Κόσμου, όπως τον βλέπουμε από την Γη. Χρησιμοποίησε ομόκεντρες σφαίρες για τις κινήσεις κάθε πλανήτη, του Ήλιου και της Σελήνης. Το μοντέλο αυτό μοιάζει με τις σφαιρικές αρμονικές.

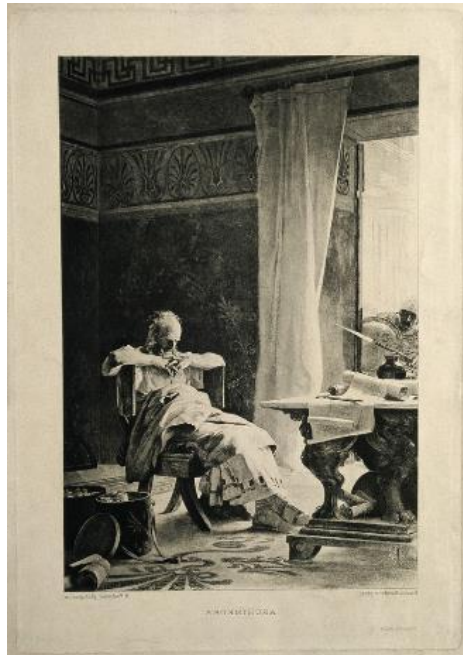
Ο Αρίσταρχος ο Σάμιος, εισάγει την πρώτη ηλιοκεντρική θεωρία, η οποία επιβεβαιώθηκε και επιβλήθηκε οριστικά από τον Κοπέρνικο, τον Κέπλερ και τον Νεύτωνα στις αρχές του 17ου αιώνα. Ο Αρίσταρχος μέτρησε την διάμετρο της σκιάς της Γης στη διάρκεια μιας σεληνιακής έκλειψης και υπολόγισε ότι η διάμετρος της Γης είναι 2,85 φορές μεγαλύτερη από αυτή της Σελήνης αντί του ορθού 3,67. Με βάση αυτή την μέτρηση της σχετικής διαμέτρου της Γης ως προς την Σελήνη και επιλύοντας τα σχετικά τρίγωνα, όπως και το ορθογώνιο τρίγωνο Γης Ηλίου Σελήνης κατά το τέταρτο της Σελήνης υπολόγισε τις αποστάσεις Γης – Ηλίου και Σελήνης. Τα αποτελέσματα δεν είναι σωστά διότι η μέτρηση του ορθογωνίου τριγώνου η γωνία δεν ήταν ακριβώς 90° αλλά 89° 51'. Είναι γνωστή η μέτρηση της περιφέρειας της Γης από τον Ερατοσθένη (276 π.Χ. – 194 π.Χ.), ο οποίος μέτρησε σωστά και την απόσταση Γης Ηλίου. Πιθανότατα χρησιμοποίησε παρόμοια μέθοδο με αυτή του Αριστάρχου. Πρέπει να θυμίσουμε ότι ο Αναξίμανδρος υποστηρίζει πρώτος ότι η Γη γυρίζει γύρω από το κέντρο του Κόσμου και οι Πυθαγόρειοι εκθρόνισαν πρώτοι την Γη από το κέντρο του Κόσμου.

Ο Ίππαρχος ο Νικαεύς ή Ρόδιος (190-120 π.Χ.), ο οποίος θεωρείται από πολλούς μέγιστος Έλληνας αστρονόμος. Ο Πτολεμαίος τον αναφέρει ως «μεγαλύτερο εραστή της αλήθειας» και θαυμάζει την ακρίβεια των μετρήσεών του. Κάποιοι τον ονομάζουν Einstein της αρχαιότητας. Ο Ίππαρχος ανακάλυψε τη μετάπτωση των ισημεριών και την 26000 ετών περιοδικότητα του άξονα της Γης εισάγει την τριγωνομετρία, μετράει με το μάτι την ισχύ των άστρων σε λογαριθμική κλίμακα διαιρώντας τα άστρα σε 1ου, 2ου, 3ου κλπ. μεγέθους. Αυτή η κλίμακα μέτρησης της σισχύος των άστρων του Ίπάρχου έγινε πιο μαθηματική τον 19ο αιώνα από τον Pogson, καθώς βασίζεται στον λογαριθμικό νόμο Weber Fechner. Το αντιληπτό συναίσθημα, το ερέθισμα (δυνατότητα, φωτεινότητα κ.λπ.) είναι ανάλογο με τον λογάριθμο της πραγματικής έντασης που μετριέται με ένα όργανο. Ο Ίππαρχος είναι ο εφευρέτης του επίπεδου αστρολάβου, προβάλλοντας σωστά την ουράνια σφαίρα στο επίπεδο, βελτιώνει την Διόπτρα και άλλα όργανα.

Ο Αρχιμήδης είχε κατασκευάσει παρόμοιο όργανο. Αυτό επέτρεψε την μέτρηση της γωνιακής έκτασης του ηλίου και της Σελήνης στον ουρανό, την μέτρηση της σχετικής απόστασης και το πραγματικό μέγεθός τους, όταν η απόσταση μετρήθηκε με παραλλακτικές μεθόδους με επίλυση των σχετικών τριγώνων ή και χρήση τριγωνομετρίας. Αύξησε την ακρίβεια παραδοσιακών αστρονομικών οργάνων, την Κλεψύδρα, τον Γνώμωννα, το

¹³ J. Fourier, *Théorie analytique de la chaleur* (1822)

Ηλιοτρόπιο ή Σκιάθρον, το Ηλιωρολόγιο, το Καθετίον, Κρίκους (σφαιρικό αστρολάβο), την Στερεά ουράνια σφαίρα (χάρτη του Ουρανού) και το Υδρολόγιο.



Αρχιμήδης. Archimedes of Syracuse. Photogravure by R. Paulussen after N. Barabino, Nicolò, 1832-1891. Ευχαριστίες Wellcome collection .Reference: 572i



Ο Ίππαρχος ο Νικαεύς ή Ρόδιος χαρακτηριστικό 19ου αιώνα βασισμένο σε πλαστό σφραγιδόλιθο από αμέθυστο της Συλλογής Roniatowski.

Ο Ίππαρχος έγραψε πολλά βιβλία που χάθηκαν όλα πλην ενός. Το «Περί των δια βάρους κάτω φερομένων» πιθανώς αναφερόταν στην παγκόσμια έλξη, ασφαλώς βασισμένο σε προηγούμενες αντιλήψεις του Λευκίππου και Δημοκρίτου για την παγκόσμια έλξη. Όλα τα

άστρα βρίσκονται στην ίδια απόσταση αλλιώς το πιο κοντινό θα μας τραβούσε, λέει απόσπασμα των ατομικών που διασώθηκε και το οποίο υποδηλώνει ότι οι φιλόσοφοι είχαν αντίληψη της παγκόσμιας έλξης. Το θέμα των αποστάσεων Γης, Σελήνης και Ηλίου, πιθανώς των πλανητών, με παραλλακτικές μεθόδους, με επίλυση τριγώνων και τριγωνομετρικές μεθόδους πρέπει να πραγματευόταν στα δύο *Παραλλακτικά* βιβλία του Ιππάρχου, όπως και το βιβλίο *Περί μεγεθών και αποστημάτων Ηλίου και Σελήνης*. Πολύ σημαντικό ήταν και το βιβλίο *Περί της κατά Πλάτος μηνιαίας της Σελήνης κινήσεως* όπου ασφαλώς θα παρουσίαζε τις μετρήσεις του σχετικά με τις μεταβολές των αποστάσεων και της ταχύτητας της Σελήνης. Σχετικό ήταν και το επίσης απολεσθέν βιβλίο *Περί εκλείψεων Ηλίου κατά τα επτά κλίματα* όπου πραγματεύεται το πολύ σημαντικό πρόβλημα της παρατήρησης μιας έλεκιψης ηλίου από τον Βόρειο μέχρι τον Νότιο πόλο της Γης. Αυτό το θέμα αναφέρεται και στα κείμενα του Μηχανισμού των Αντικυθήρων.

Τα βιβλία *Περί αστερισμών* και *Περί της των απλανών συντάξεως*, ασφαλώς θα έδιναν την χαρτογράφηση του ουρανού και την διαίρεση σε τμήματα, τους αστερισμούς. Ασφαλώς θα περιείχαν εκτεταμένο πίνακα με τις συντεταγμένες και με τα μεγέθη πολλών άστρων, δηλαδή την ισχύ κάθε άστρου σε λογαριθμική κλίμακα. Αυτός ο κατάλογος χρησιμοποιήθηκε από τον Κλαύδιο Πτολεμαίο και άλλους. Εκτιμάται ότι περιείχε γύρω στα 850 άστρα από τα 1007 που περιέχει μεταγενέστερος κατάλογος άστρων του Κλαύδιου Πτολεμαίου. Τελευταία βρέθηκε σε παλίμψηστο¹⁴ τμήμα του καταλόγου του Ιππάρχου πιθανώς με εκλειπτικές συντεταγμένες με ακρίβεια γύρω στο 1/4 της μοίρας. Το βιβλίο του Ιππάρχου *Περί της μεταπτώσεως των τροπικών και εαρινών ισημεριών*, ασφαλώς αναφέρεται στην μετάπτωση του άξονα της Γης με περίοδο 26000 ετών την οποία ανακάλυψε.



Ίππαρχος με ουράνια σφαίρα. Νόμισμα της Πόλης της Νίκαιας. Ρωμαϊκοί χρόνοι [ΙΠΠΑΡΧΟΣ ΝΙΚΑΙΕΩΝ].

¹⁴ Gysembergh, V., J. Williams, P., & Zingg, E. (2022). New evidence for Hipparchus' Star Catalogue revealed by multispectral imaging. *Journal for the History of Astronomy*, 53(4), 383-393

Έγραψε πολλά σημαντικά σχετικά με ημερολόγια και την διάρκεια του έτους την οποία ο ίδιος μέτρησε με ακρίβεια, με απόκλιση 7 λεπτά. Γράφει πολλά συγγράμματα πώς να τηρούνται τα ακριβή σεληνοηλιακά ημερολόγια των Ελλήνων (κύκλο του Μέτωνος και Οκταετηρίδα – Ολυμπιάδα η οποία βασίζεται στην οκταετηρίδα) στα βιβλία του *Περί του ενιαυσίου μεγέθους*, *Περί μηνιαίου χρόνου*, *Περί εμβολίμων μηνών τε και ημερών*. Ειδικότερα στο βιβλίο του *Περί της των συνανατολών πραγματείας*, θα αναφερόταν στην τήρηση ενός ακριβούς ημερολογίου και την κατασκευή ενός *Παραπήγματος*, δηλαδή ενός πίνακα σαν και αυτόν που έχει ο μηχανισμός των Αντικυθήρων. Παραπήγματα, πίνακες ανατολών και δύσεων λαμπρών άστρων που υπήρχε στην Αγορά κάθε Πόλης. Ο πίνακας, το παράπηγμα, ανέφερε 36 ανατολές ή δύσεις μερικών λαμπρών άστρων που συμβαίνουν κατά την ανατολή ή την δύση του ηλίου, μία κάθε 10 ημέρες (ή 10 μοίρες στον ουρανό). Χρησιμοποιούσαν λαμπρά άστρα που βρίσκονται κοντά στην εκλειπτική τα οποία ονομάζονται *δεκανοί*. Οι ανατολές ή οι δύσεις τους στην διάρκεια του έτους κατά την ανατολή ή δύση του Ηλίου βοηθούν στην σωστή τήρηση του ημερολογίου. Το βιβλίο του Ιππάρχου *Περί της των δώδεκα ζωδίων αναφοράς* πρέπει επίσης να ήταν σχετικό με την τήρηση ημερολογίων, αλλά και την χαρτογράφηση του ουρανού.

Η συμβολή του στα μαθηματικά είναι σημαντικότερη. Τα 12 βιβλία *Περί της πραγματείας των εν κύκλω ευθειών* θα περιείχαν γεωμετρικές και τριγωνομετρικές μεθόδους που δυστυχώς χάθηκαν. Ίσως είναι ο πρώτος που προβάλλει με βολικό τρόπο τις τρεις διαστάσεις στο επίπεδο με μια σύμμορφη απεικόνιση. Με την μέθοδο προβολής του Ιππάρχου κατασκευάζονται έκτοτε οι ακριβείς εύχρηστοι επίπεδοι αστρολάβοι, οι οποίοι επέτρεψαν ασφαλέστερη ναυσιπλοΐα, ακριβή χαρτογράφηση και όλα τα μακρινά ταξίδια. Η συνεισφορά της αστρονομίας και της γεωμετρίας είναι σημαντικότερη για την γέννηση της χαρτογραφίας και της γεωγραφίας.

Έγραψε και βιβλία με σχόλια και κριτικές όπως το *Περί των Αράτου και Ευδόξου φαινομένων*, το οποίο είναι το μόνο βιβλίο του που διασώθηκε, το *Προς τον Ερατοσθένη και τα εν τη γεωγραφία αυτού λεχθέντα* και το βιβλίο *Εις τους Αρίστους*.

Θεωρείται ο πρώτος που διαίρεσε τους κύκλους των παραπάνω αστρονομικών αυτών οργάνων σε 360 μοίρες, είναι ο πρώτος που κατασκεύασε ακριβή ουράνιο σφαίρα, με αστρικές συντεταγμένες (εκλειπτικές συντεταγμένες), με παραλλήλους και μεσημβρινούς του ουρανού πιθανώς βελτιώνοντας προγενέστερη ουράνια σφαίρα του επίσης σημαντικότερου μαθηματικού και αστρονόμου Ευδόξου.

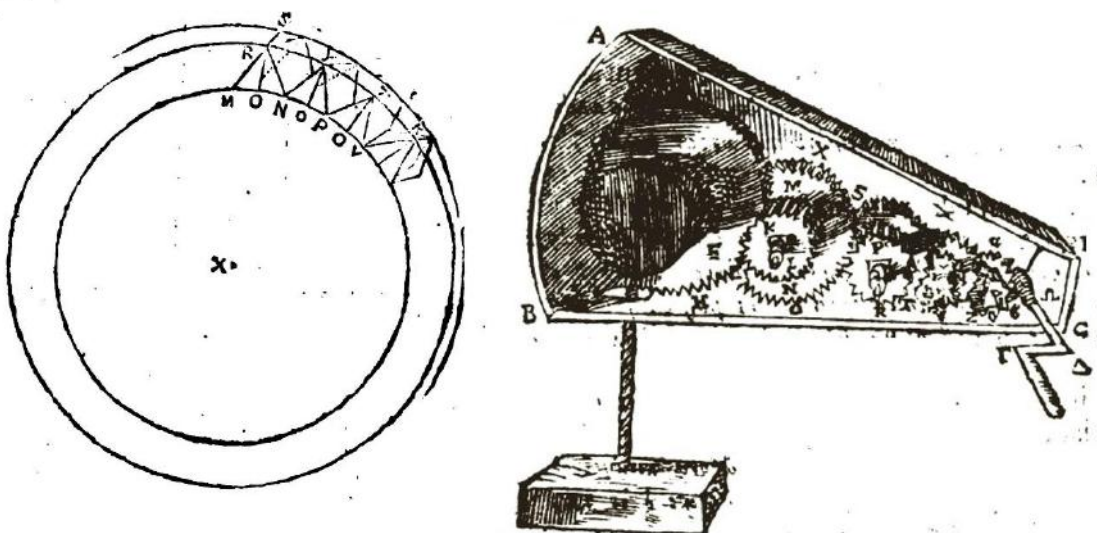
Οι Έλληνες επιστήμονες συνέχισαν το έργο τους κατά την Ρωμαϊκή περίοδο, αλλά οι επιστήμες έφθιναν βαθμιαία. Ο Κλαύδιος Πτολεμαίος είναι λαμπρός επιστήμων που συνέλαβε και στο να μεταδοθεί η γνώση στους Ρωμαίους και στη συνέχεια στο Ισλάμ και την Δύση. Ομοίως έδρασε και ο Νικόμαχος ο Γερασηνός που έζησε γύρω στο 60-120 μ.Χ. είναι ένας πολύ σημαντικός μαθηματικός ο οποίος μελέτησε τους τελείους αριθμούς και την αρμονική. Ο Νικόμαχος μας μεταφέρει την θρυλική παρατήρηση του Πυθαγόρα που καθώς άκουγε σιδεράδες να κτυπούν με σφυριά στο αμόνι οδηγήθηκε στην μουσική κλίμακα και την θεωρία της Μουσικής των Σφαιρών, δηλαδή στους συντονισμούς Ηλίου, Γης, Σελήνης και πλανητών. Αξίζει να αναφερθεί ότι αυτοί οι συντονισμοί είναι οι βάσεις των παραδοσιακών σεληνοηλιακών ημερολογίων όπως η οκταετηρίς, ο κύκλος του Μέτωνος, του Καλλίππου κ.ά.. Κάποιοι τέτοιοι κύκλοι, κοσμικοί συντονισμοί, ήταν γνωστοί από την προϊστορική εποχή. Οι συντονισμοί αυτοί υπάρχουν στα γρανάζια του Μηχανισμού των Αντικυθήρων, ενώ δύο τελείως αναπάντεχοι 462 και 442 ετών αναφέρονται στο εγχειρίδιο χρήσης του Μηχανισμού.

7 Αστρονομία

Η αστροφυσική γεννήθηκε από τους προσωκρατικούς φιλοσόφους και όπως ήταν φυσικό συνεχίστηκε κατά την Ελληνιστική περίοδο. Είναι βέβαιο ότι η ανθρωπότητα είχε την ευκαιρία να δει από κοντά διερχόμενους κομήτες, αλλά και να εξετάσει μετεωρίτες που έπεσαν στην Γη. Ο Αριστοτέλης περιγράφει επακριβώς την πτώση ενός μετεωρίτη ο οποίος άλλαζε πορεία καθώς έβγαζε ασυμμέτρως αέρια και μάλιστα το κρουστικό κύμα προκάλεσε τον σεισμό της Αχαΐας, αλλά και τσουνάμι. Τέτοιες παρατηρήσεις οδήγησαν στην σωστή αντίληψη ότι τα άστρα είναι συγκεντρώσεις θερμών αερίων.

Η γέννηση της φιλοσοφίας της φυσιολογίας, βασίζεται σε μια νέα ερμηνεία των αναφορών του Αριστοτέλη στους κομήτες, τους ανέμους και τους σεισμούς με βάση τη φυσική και μια υπόθεση εργασίας ότι οι άνθρωποι έχουν οδηγηθεί στην ανάπτυξη της αστροφυσικής, την ιδέα ότι το σύμπαν μπορεί να γίνει κατανοητό με όρους φύσης, του εαυτού του (και όχι με βάση τις δυνάμεις ή τη θέληση των θεών), με βάση παρατηρήσεις κομητών και πτώσεις μετεωριτών στη Γη. Οι φιλόσοφοι μελέτησαν την εμφάνιση κομητών που περνούν πολύ κοντά από τη Γη, κατάλαβαν ότι περιέχουν πτητικό υλικό και γενίκευσαν ότι τα αστέρια είναι φτιαγμένα από συμπυκνωμένα θερμά αέρια, δίνοντας έτσι τη γέννηση της Φυσιολογίας, ή με σύγχρονους όρους της φυσικής, της επιστήμης γενικότερα, και μαζί της τη γέννηση της φιλοσοφίας.

Κατά την Ελληνιστική περίοδο οι Επικούρειοι, οι Στωικοί και οι Σκεπτικιστές, είναι συλλογικά γνωστές ελληνιστικά φιλοσοφικά ρεύματα που ασχολήθηκαν και με την φυσική και αστροφυσική, την λογική. Οι Επικούρειοι εξέλιξαν τις αντιλήψεις Λεύκιππου και Δημόκριτου για τα αδιαίρετα άτομα. Ο Νεοπλατωνισμός, από τον 3ο αιώνα μ.Χ. μέχρι τον 6ο αιώνα μ.Χ. συνεχίζει την ελληνική φιλοσοφία και την μεταλαμπαδεύει σε άλλους πολιτισμούς. Οι Ρωμαίοι δεν έδωσαν ιδιαίτερη σημασία στην αστροφυσική και τις καθαρές επιστήμες ή τα θεωρητικά μαθηματικά.



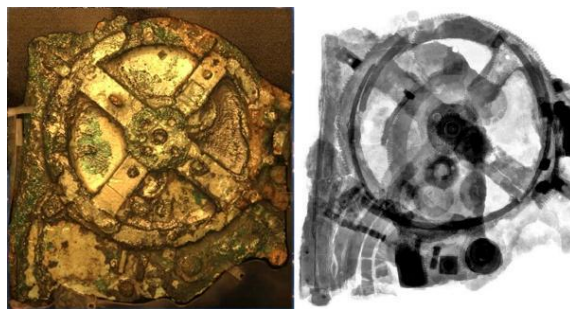
Σχεδίαση γранаζιών και κατασκευή μηχανής με γρανάζια. Πάππου *Συναγωγή* 8ο βιβλίο.

8 Αυτόματα

Τα αυτόματα κατέχουν υψηλή θέση στην εξέλιξη της τεχνολογίας και του Πολιτισμού. Οι πιο γνωστοί θαυματοποιοί είναι ο μηχανικός Κτησίβιος (285-222 π.Χ.) και ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς (πιθανότατα 10-70 μ.Χ.). Αυτοί και άλλοι κατασκευάζουν πολλά αυτόματα μηχανήματα, οπτικές συσκευές και συσκευές που λειτουργούν με πεπιεσμένο αέρα. Η τεχνική ορολογία των βιβλίων του Ήρωνα συναντάται στο εγχειρίδιο χρήσης του Μηχανισμού των Αντικυθήρων. Ο Κτησίβιος, θεωρούμενος πατέρας της πνευματικής μηχανικής, εφηύρε την υδραυλική αντλία και το υδραυλικό ρολόι, το οποίο είχε αυτόματους μηχανισμούς για την επίδειξη της ώρας. Είχε επίσης αναπτύξει το σύστημα αντήχησης των οργάνων (όπως η ύδραυλις), που μπορεί να θεωρηθεί πρόδρομος της αυτόματης μουσικής. Ο Ήρων είχε κατασκευάσει αυτόματα με πεπιεσμένο αέρα ή υδραυλικά, σε συνδυασμό με σχοινάκια ή νεύρα από ζώα και βάρη. Δημιουργούν ρολόγια, αυτόματα που ήταν ζώα, άνθρωποι, αυτόματες πόρτες, βωμούς, θεραπευτίδες, και όπλα.

Ο μέγας μαθηματικός Πάππος από την Αλεξάνδρεια συνοψίζει στο 8ο βιβλίο της Συναγωγής του, ότι οι αρχαίοι ονομάζουν μηχανικούς τους «θαυματοποιοί» που κατασκευάζουν αυτόματα πλανητάρια, τα οποία λειτουργούν με ρευστά. Οι θαυματοποιοί κατασκευάζουν αυτόματα που μιμούνται κινήσεις έμβιων όντων, Υπήρχαν πολλά παρόμοια αυτόματα με αστρονομική χρήση, πλανητάρια, αφού κατά τον Πάππο για να ονομασθεί κάποιος μηχανικός έπρεπε να κατασκευάσει ένα πλανητάριο.

Έλληνες μηχανικοί και ειδικότερα οι θαυματοποιοί (κατασκευαστές αυτομάτων) χρησιμοποίησαν διάφορες τεχνικές για τη δημιουργία των μηχανημάτων τους. Χρησιμοποιούν υδραυλικά συστήματα στα οποία η κίνηση του νερού χρησιμοποιήθηκε για τη λειτουργία των αυτόματων μηχανισμών. Τα υδραυλικά ρολόγια και οι αυτόματες πόρτες είναι χαρακτηριστικά παραδείγματα. Χρησιμοποιούν Πνευματικά Συστήματα με χρήση του αέρα και της πίεσης για τη δημιουργία κίνησης. Ο Ήρων αναπτύσσει πολλά συστήματα που βασίζονται στον αέρα για την κίνηση των αυτομάτων και συστήματα με Βάρη, Αντίβαρα και Τροχαλίες: Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιήθηκαν για να δημιουργούν κίνηση σε πιο περίπλοκα αυτόματα, όπως τα αυτόματα θέατρα και οι κινούμενες μορφές. Οι αυτοματισμοί των αρχαίων Ελλήνων αποτέλεσαν την πρώτη μορφή ρομποτικής και ενέπνευσαν την ανάπτυξη της τεχνολογίας στους επόμενους αιώνες, ειδικά στην Αναγέννηση και τη σύγχρονη μηχανική.



Το μεγαλύτερο τμήμα του Μηχανισμού με τον μεγάλο τροχό του Ηλίου που κινεί όλο τον Μηχανισμό, φωτογραφημένο και επεξεργασμένο με την μέθοδο PTM που ανέπτυξε ο Dr Tom Malzbender, HP. Δεν γνωρίζουμε τι είναι οι εγκοπές που εμφανίζονται πάνω στους τέσσερις βραχίονες. Ίσως κινούσαν τους πλανήτες, των οποίων η κίνηση περιγράφεται στο εγχειρίδιο χρήσης του Μηχανισμού. Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων το αρχαιότερο γνωστό επιστημονικό όργανο, ο πρώτος υπολογιστής και το αρχαιότερο μηχανικό σύμπαν. Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο.

Τα ρωμαϊκά αυτόματα αποτελούν συνέχεια της ελληνικής παράδοσης στον τομέα των μηχανισμών και αυτοματοποιημένων συσκευών. Αν και τα περισσότερα γνωστά αυτόματα προέρχονται από την ελληνική περίοδο, οι Ρωμαίοι υιοθέτησαν και βελτίωσαν πολλές από αυτές τις τεχνολογίες για πρακτικές και διασκεδαστικές χρήσεις. Χρησιμοποίησαν αυτοματισμούς στα Θεάματα. Τα ρωμαϊκά θέατρα και αμφιθέατρα, όπως το Κολοσσαίο, χρησιμοποιούσαν αυτοματοποιημένους μηχανισμούς για ανύψωση και κίνηση σκηνικών ή και θηρίων. Οι μηχανές που χρησιμοποιήθηκαν για την εμφάνιση ζώων ή μονομάχων από τα υπόγεια του Κολοσσαίου ήταν εξαιρετικά περίπλοκες με ανυψωτικούς μηχανισμούς με τροχαλίες και αντίβαρα.

Συνέχισαν και μετεξέλιξαν τα Υδραυλικά Ρολόγια, τα Σιντριβάνια κ.ά. Βελτίωσαν τα υδραυλικά ρολόγια που πρωτοεμφανίστηκαν στην ελληνική παράδοση, μερικά από τα οποία ήταν εξοπλισμένα με αυτόματα κινούμενες φιγούρες. Τα σιντριβάνια σε δημόσιους χώρους επίσης ενσωμάτων αυτοματισμούς με τη χρήση της υδροκίνησης με κινούμενα αγάλματα. Συνέχισαν τους Αυτόματους Μηχανισμούς σε Ναούς για να δημιουργήσουν θαύματα. Οι πόρτες ναών μπορούσαν να ανοίγουν και να κλείνουν αυτόματα με τη χρήση υδραυλικών ή πνευματικών μηχανισμών, συνδεδεμένων με τις θυσίες που γίνονταν στους βωμούς.

Σημαντικές συνεισφορές γίνονται στα Αυτοματοποιημένα Συστήματα σε Υδραγωγεία τα οποία ήταν εξαιρετικά ανεπτυγμένα. Αυτοματισμοί ρυθμίζουν τη ροή, κατανομή και αποθήκευση του νερού.

Οι Ρωμαίοι, αν και επηρεάστηκαν βαθιά από τους Έλληνες στις τεχνολογίες αυτοματισμών, έδωσαν μεγαλύτερη έμφαση στις πρακτικές εφαρμογές τους, ιδίως σε δημόσια κτίρια και χώρους ψυχαγωγίας και όχι στην καθαρή επιστήμη η οποία φθίνει.

9 Μηχανισμός των Αντικυθήρων

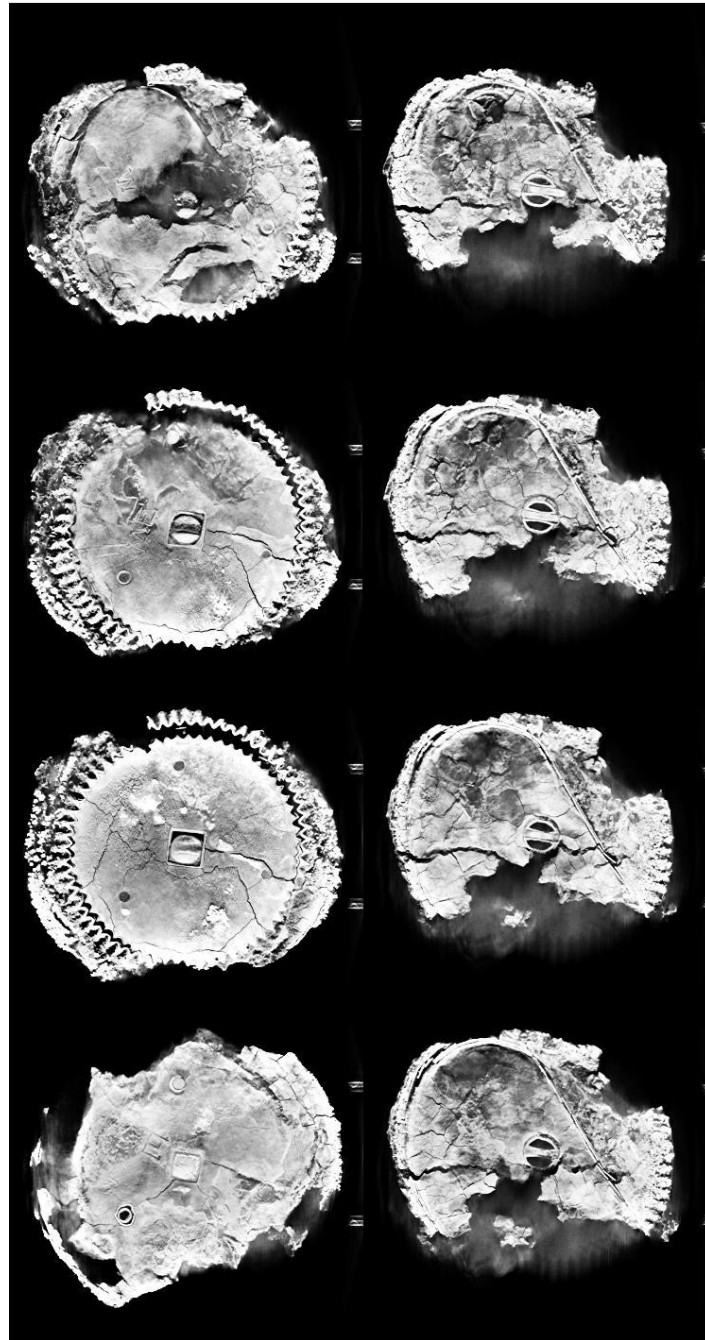
Ο λεγόμενος μηχανισμός των Αντικυθήρων, ή το *πινακίδιον (tablet)* όπως ονομάζονται παρόμοια μηχανήματα από κάποιους Έλληνες και Λατίνους συγγραφείς είναι ασφαλώς το καλύτερο παράδειγμα της ελληνικής φιλοσοφίας στην πράξη, η επιτομή της πυθαγόρειας φιλοσοφίας. Τα bit και byte του υπολογιστή σας, η μαθηματική επεξεργασία της φωνής σας μόλις καταγραφεί στο τηλέφωνό σας και πριν αποσταλεί στην συνομιλήτριά σας έχουν τις ρίζες τους μέσα στον Μηχανισμό των Αντικυθήρων.

Ο Μηχανισμός είναι ένας υπολογιστής. Δηλαδή είναι ένα μηχάνημα που δέχεται αρχικά δεδομένα (χρόνο, γεωγραφικό πλάτος και μήκος) και δίνει το αποτέλεσμα με δείκτη σε ειδική κλίμακα. Είναι προγραμματισμένος με γρανάζια τα οποία ανά δύο επιτελούν ένα πολλαπλασιασμό ή διαίρεση. Είναι ψηφιακός υπολογιστής που λειτουργεί στο *μοναδικό σύστημα αρίθμησης*.¹⁵ Κάθε δόντι είναι ένα bit και κάθε γρανάζι είναι ένα Byte. Ο προγραμματιστής χρησιμοποιεί τον ελάχιστο δυνατό αριθμό που να δίνει σωστό αποτέλεσμα.

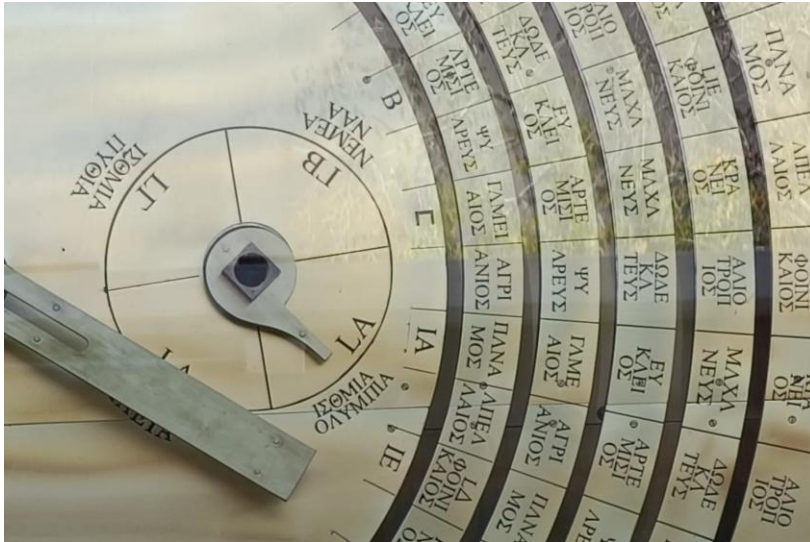
Η οικονομία κατασκευής επιβάλλει πρώτους αριθμούς για γρανάζια με τον ελάχιστο δυνατό αριθμό των δοντιών. Ασφαλώς είναι ένα αυτόματο και σύμφωνα με περιγραφές δεν αποκλείεται να είχε αυτοματισμούς, όπως αυτοί του ρολογιού του Αρχιμήδη με κινούμενα αυτόματα ανά ώρα κ.λπ. Ο αρχαίος υπολογιστής έχει και εγχειρίδιο χρήσης που είναι

¹⁵ Στο μοναδικό σύστημα αρίθμησης κάθε αριθμός συμβολίζεται με την επανάληψη ενός χαρακτήρα αντίστοιχες φορές. Ο αριθμός N παρίσταται με N επαναλαμβανόμενα σύμβολα το ένα δίπλα στο άλλο. Τα δόντια κάθε γραναζιού στην περίπτωση του Μηχανισμού. Για παράδειγμα οι αριθμοί 1, 2, 3, 5, 10 παρίστανται αντίστοιχα Λ, ΛΛ, ΛΛΛ, ΛΛΛΛ, ΛΛΛΛΛΛΛΛ, κ.λπ. Αυτό το σύστημα το έχουμε βρει σε κυκλαδικά αγγεία της 4/3ης χιλιετίας π.Χ.

γραμμένο σε μπρούτζινες πλάκες και περιέχει οδηγίες χρήσης με τεχνικούς και αστρονομικούς όρους. Αποτελεί ένα πυκνογραμμένο εγχειρίδιο αστρονομίας. Περιγράφει τις κινήσεις των πλανητών. Επίσης περιγράφει την εξέλιξη των εκλείψεων. Σε αυτό θυμίζει το χαμένο βιβλίο του Ιππάρχου για την εμφάνιση των εκλείψεων σε διάφορα γεωγραφικά πλάτη της Γης.



Διαδοχικά τμήματα του ίδιου μέρους του μηχανισμού (D). Διακρίνουμε τον άξονα περιστροφής σε διάφορα τμήματα. Βλέπουμε σε διάφορα τμήματα τις ακίδες που ενώνουν το εσωτερικό γρανάζι με το καπάκι του σχεδόν κυλινδρικού εξωτερικού κουτιού. Τα καρφιά είναι κοίλα, δηλαδή κατασκευασμένα από χάλκινο σωλήνα. Το ελλειψοειδές αντικείμενο και το έλασμα που περιβάλλει τον ελλειψοειδή (γενικευμένο) κύλινδρο μπορούν επίσης να παρατηρηθούν κάτω δεξιά.



Η κλίμακα των Ολυμπιακών αγώνων προσδιορίζει τον χρόνο έναρξης των Ολυμπιακών και των άλλων αγώνων.



Μέρος του εγχειριδίου του μηχανισμού, Διακρίνουμε τους νόμους της φυσικής που χρησιμοποιεί για να προβλέψει τις φάσεις της Σελήνης και τις εκλείψεις, δηλαδή τις χρονικές περιόδους των 76 ετών [ΟςL] του Κολλίππου, 19 ετών [ΙΘL], 223 μηνών [ΣΚΓ] και ΕΓΛΙΠΤΙΚΟΙΣ δηλαδή εκλιπτικοί [ΕΓΛΕΙΠΤΙΚΟΙΣ, δοτική πληθυντικού], μήνες στη διάρκεια των οποίων έχουμε εκλείψεις.

Ο Μηχανισμός είναι ένας εξειδικευμένος αστρονομικός υπολογιστής. Υπολογίζει τις θέσεις του Ήλιου και της Σελήνης της οποίας δίνει και την φάση, το περίγειο και το απόγειό της, όπως περιγράφει και ο Πρόκλος. Προβλέπει τις εκλείψεις Ήλιου και Σελήνης. Πιθανώς είχε και τις θέσεις των πλανητών, όπως υποδεικνύεται στο εγχειρίδιο χρήσης και όπως περιγράφεται από

πολλούς συγγραφείς. Ο Κικέρων και άλλοι περιγράφουν τις ουράνιες σφαίρες του Αρχιμήδη και του Ποσειδωνίου και είναι σαφές ότι ήταν πλανητάρια.

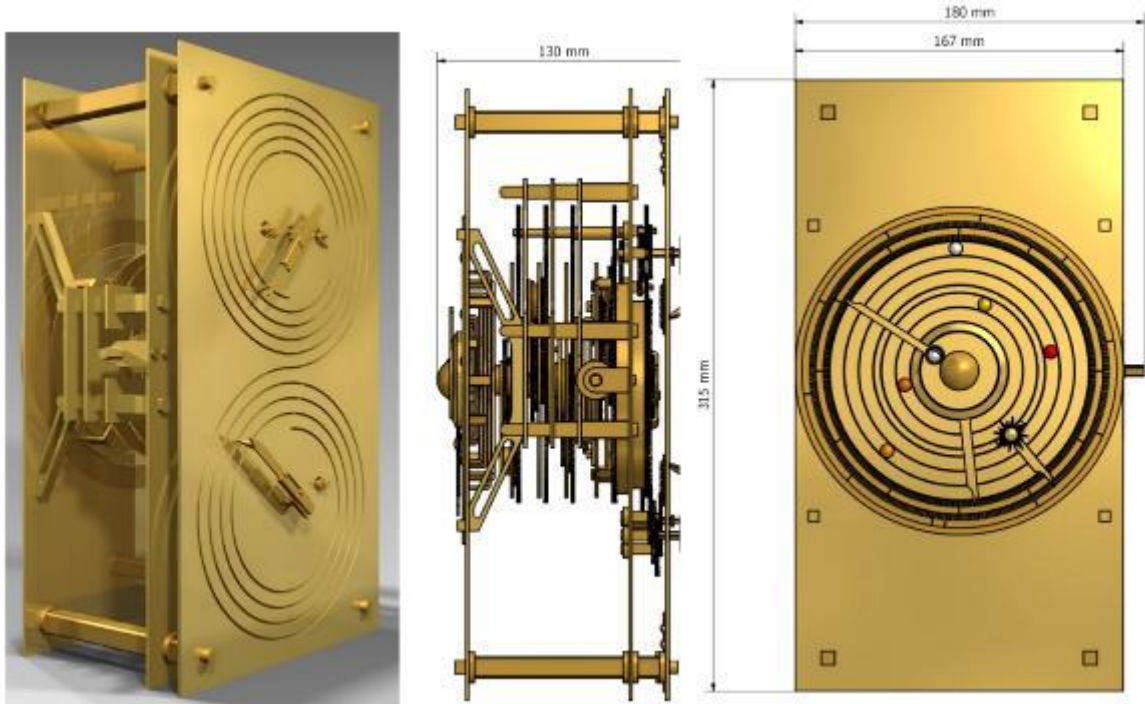
Ο Μηχανισμός είναι ημερολογιακός υπολογιστής ο οποίος συγχρονίζει τα διάφορα σεληνοηλιακά παραδοσιακά ημερολόγια μεταξύ τους και με το ηλιακό ημερολόγιο. Έχει κλίμακες του 19 ετών Κύκλου του Μέτωνος, του 76 ετών κύκλου του Καλλίππου, της Οκταετηρίδας με τους Ολυμπιακούς αγώνες. Επίσης έχει την πρόβλεψη ηλιακών και σεληνιακών εκλείψεων με την ελικοειδή κλίμακα του Σάρου (διάρκειας 223 συνοδικών σεληνιακών μηνών) και του Εξελιγμού (669 μηνών).



Τμήμα του Μηχανισμού με τις κλίμακες του ζωδιακού κύκλου και του έτους που είναι διαιρεμένο σε μήνες. Διακρίνεται μέρος του εγχειριδίου λειτουργίας του υπολογιστή που λέει πώς να ξέρουμε ποια μέρα του έτους έχουμε με βάση την ανατολή των αστερών μαζί με τον Ήλιο. φωτογραφημένο και επεξεργασμένο με την μέθοδο PTM που ανέπτυξε ο Dr Tom Malzbender, HP.

Ο Μηχανισμός έχει τις ρίζες του στον προσανατολισμό των Αρχαίων κτιρίων και οδών της Ελλάδας και αλλού που πηγαίνουν τουλάχιστον πίσω στο Σέσλο, όταν ο άνθρωπος προσπαθούσε να προβλέψει τον χρόνο της σποράς, δηλαδή να προβλέψει τον καιρό με κλιματικά δεδομένα. Ο Μηχανισμός κάνει βασικά αυτό, όπως το περιγράφει ο Πλάτων: πρόβλεψη του καιρού «*χρειαζόμαστε την αστρονομία για την γεωργία και τα ταξίδια*». Αυτές άλλωστε ήταν οι κύριες χρήσεις του Μηχανισμού. Παράλληλα χρησίμευε και ως εκπαιδευτικό εργαλείο σε μια φιλοσοφική σχολή, ως αντικείμενο εντυπωσιασμού των επισκεπτών ενός ηγέτη, ενός βασιλιά που δεχόταν τους πρέσβεις των εχθρών του. Ήταν εξαιρετικά χρήσιμος για ένα εξερευνητή, για κάθε ταξιδιώτη, ένα καπετάνιο, και ιδιαίτερος για ένα χαρτογράφο. Οι Έλληνες χαρτογράφοι από την εποχή του Μεγαλέξανδρου είχαν φτιάξει τους καλύτερους χάρτες μέχρι την άκρη της Ασίας. Οι ελληνικές γεωγραφίες περιέχουν 50 πόλεις στην ανατολική πλευρά της Ινδίας και μέχρι την Κίνα. Μέσα σε αυτές περιλαμβάνονται δύο πόλεις Εμπορεία, ελληνικοί ναυτικοί σταθμοί με καλά λιμάνια και μια πόλη που ονομάζεται Βυζάντιον και όντως μοιάζει με την Πόλη, με ένα στενό ανάμεσα την Ασία και ένα νησί και ένα κόλπο σαν τον Κεράτιο. Οι λεπτομερείς περιγραφές αποστάσεων, συνθηκών, κατοίκων με τις συνήθειές τους, περιλαμβάνουν πολλά νησιά της νοτιοανατολικής Ασίας, Ινδονησία, Σουμάτρα, Μαλαισία, Βόρνεο, Ιάβα, Παπούα κ.ά. Ασφαλώς οι χαρτογράφοι χρησιμοποίησαν μηχανήματα παρόμοια με τον Πινακίδιο, τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων. Η κλασική μέθοδος που θεωρείται ότι βασίζεται σε μετρήσεις των γεωγραφικών συντεταγμένων στην διάρκεια εκλείψεων θα απαιτούσε χιλιάδες εκστρατείες ειδικευμένων αστρονόμων και θα χρειαζόταν χιλιάδες χρόνια.

Το τελευταίο λειτουργικό μοντέλο του Μηχανισμού των Αντικυθήρων που κατασκευάσαμε είναι ένα αστρονομικό ρολόι (ο Πρόκλος λέει ότι οι Πίνακες «δείχνουν αενάως την κίνηση του Ηλίου» και ο ορισμός του χρόνου κατά Πλάτωνα και Αριστοτέλη: *χρόνος η του Ηλίου κίνησης*). Συνεπώς οι πίνακες ήταν και ρολόγια.



Το ρολόι – πλανητάριο που κατασκευάσαμε με το Πανεπιστήμιο του Μεξικού Σονόρα και την Εταιρεία ρολογιών Relojes Olvera III Generacion

Η ομάδα μελέτης και κατασκευής του Αστρονομικού ρολογιού – πλανηταρίου βασισμένου στον Μηχανισμό των Αντικυθήρων συγκροτήθηκε βαθμιαία από 2018, μετά από δυο εκθέσεις του Μηχανισμού των Αντικυθήρων που έκανα στο Μεξικό. Αποτελεί συνεργασία του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, του Πανεπιστημίου της Σονόρας Universidad de Sonora και της εταιρείας κατασκευής μνημειακών ρολογιών του Μεξικού Relojes Olvera III Generacion η οποία έχει παράδοση τέτοιων κατασκευών μεγαλύτερη από ένα αιώνα. Η Ομάδα αποτελείται από τους Dr Raul Perez-Enriquez, Dr Julio Cesar Saucedo Morales, Dr Ezequiel Rodriguez Jauregui, Dr Armando Ayala, Sr Jesus Clemente Olvera Trejo, Sr Alfredo Carmona. Κατασκευάσαμε το ρολόι πλανητάριο βασισμένο στις μελέτες μας του Μηχανισμού των Αντικυθήρων το οποίο εγκαινιάστηκε στην Πλατεία Αντικυθήρων (όπως μετονομάστηκε η πλατεία Αστρονομίας) μέσα στην πανεπιστημιούπολη του Πανεπιστημίου της Σονόρας και έκτοτε έχει γίνει εκπαιδευτικό εργαλείο, τοπόσημο και τουριστικός ελκυστής στον οποίο ξεναγούνται καθημερινά δεκάδες μαθητές και τουρίστες από καθηγητές του Πανεπιστημίου. Χαρακτηριστικό είναι ότι το τουριστικό λεωφορείο της πόλης έχει πλέον ειδική στάση στον Μηχανισμό των Αντικυθήρων.

10 Αρχιμήδης και ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων

Θρυλικές είναι οι ουράνιες σφαίρες του Αρχιμήδη, όπως και το ρολόι του. Πολλές περιγραφές της [μηχανικής και αυτόματης Ουράνιας] Σφαίρας του Αρχιμήδη δείχνουν ότι πιθανότατα ήταν αυτόματη, μιμούταν ρεαλιστικά τις κινήσεις Ήλιου, Σελήνης και πλανητών και έδειχνε τις θέσεις

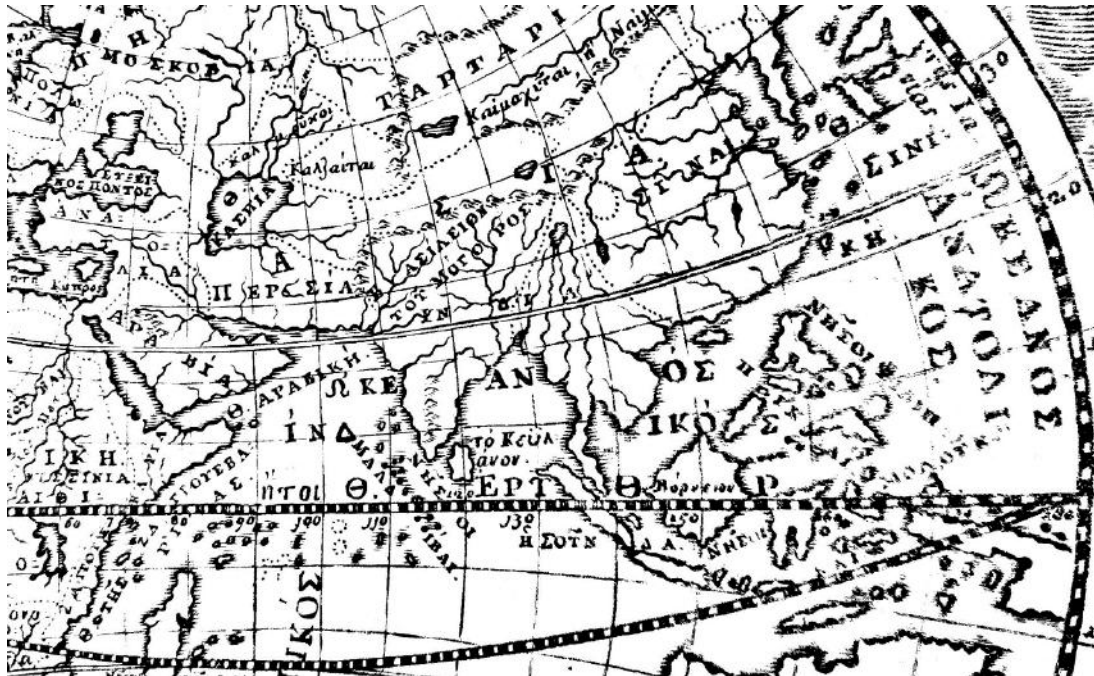
τους, δηλαδή ήταν ένα Πλανητάριο. Ο Αρχιμήδης (287-212 π.Χ.) ζει στις Συρακούσες, σε μια Ελληνική πόλη με πληθυσμό 200.000 άτομα που ιδρύθηκε από Κορίνθιους και Τενεάτες μισή χιλιετία νωρίτερα. Ο σημαντικότερος Ρωμαίος φιλόσοφος, ο Κικέρων, ονομάζει τις Συρακούσες ωραιότατη και καταστόλιστη πόλη. Στις Συρακούσες επί τυράννου Διονυσίου (δύο αιώνες πριν τον Αρχιμήδη) καλλιεργούνται οι επιστήμες, η τεχνολογία με εφαρμογή στα όπλα και τα πλοία επειδή η Σικελία αντιμετωπίζει σημαντικότερη απειλή από την βόρειο Αφρική, από τους Καρχηδόνιους και Τυνήσιους. Ο Αρχιμήδης διδάχθηκε πολλά από τον πατέρα του μαθηματικό και αστρονόμο Φειδία. Το έργο του Αρχιμήδη στα μαθηματικά είναι απαράμιλλο.

Ο Αρχιμήδης είναι και σημαντικότερος αστρονόμος. Είχε κατασκευάσει πολλά αστρονομικά όργανα και ρολόγια. Πολλά αραβικά χειρόγραφα του Μεσαίωνα, Άραβες λόγιοι, όπως οι Banu Musa, Al-Jazari, και άλλοι μηχανικοί, μαθηματικοί και αστρονόμοι, είχαν μελετήσει τα έργα του Αρχιμήδη και άλλων αρχαίων Ελλήνων επιστημόνων, αναπτύσσοντας περαιτέρω αυτές τις τεχνολογίες. Αυτά τα χειρόγραφα περιγράφουν με λεπτομέρεια τις τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία αυτοματισμών, κάτι που δείχνει ότι ο Αρχιμήδης είχε φτάσει σε υψηλό επίπεδο κατανόησης των υδραυλικών και μηχανικών συστημάτων. Το ρολόι με αυτοματισμούς που αποδίδεται στον Αρχιμήδη φαίνεται να είχε στόχο όχι μόνο τη μέτρηση του χρόνου, αλλά και την προσφορά εντυπωσιακών θεαμάτων μέσω κινούμενων μορφών και πολύπλοκων μηχανισμών. Αυτό συνάδει με τη γενικότερη χρήση των αυτομάτων εκείνης της περιόδου, τόσο για διακοσμητικούς όσο και για πρακτικούς σκοπούς. Είχε μετρήσει και την γωνιακή διάμετρο του Ηλίου.

Ο βασιλιάς Ιέρων πείθει τον Αρχιμήδη να στραφεί και προς τις πρακτικές εφαρμογές, για να συνδράμει κρισιμότητα στην άμυνα της πόλης. Ο Αρχιμήδης είχε φτιάξει καταπέλτες που έριχναν πέτρες 270 κιλών. Ο Αρχιμήδης έφτιαξε μηχανή που μπορούσε να εκτοξεύει διαδοχικά βλήματα (σιδερένια βέλη ή πέτρες), καθιστώντας το ουσιαστικά ένα αρχαίο πολυβόλο. Κατασκεύασε γερανούς με αρπάγες, μεταλλικά χέρια, ["Σιδηρά Χείρα" ή "Άρπαγα".] και κατέστρεφε τα πλοία των Ρωμαίων που πολιορκούσαν την πόλη σπάζοντάς τα στα βράχια, κρατώντας τα μετέωρα, περιδινίζοντάς τα, ή ρίχνοντας μολύβδινα βλήματα. Σημαντικότερο επίτευγμα του Συρακουσίου μαθηματικού θεωρείται η καύση του στόλου των Ρωμαίων με χρήση εφεύρεσης συστοιχίας πολλών εξαγωνικών κατόπτρων. Τα κάτοπτρα ρυθμίζονταν με δυνατότητα περιστροφής γύρω από δυο άξονες, ώστε να εστιάζουν όπως ήταν βέλτιστο. Συνεπώς ο εφευρέτης της διάταξης των κατόπτρων που η NASA βάζει στο νέο διαστημικό τηλεσκόπιο James Webb (και σε πολλά άλλα τις τελευταίες δεκαετίες) είναι ο Αρχιμήδης. Ασφαλώς το διαστημικό τηλεσκόπιο θα έπρεπε να ονομαστεί Αρχιμήδης. Οι μηχανές του Αρχιμήδη άφησαν βαθύ αποτύπωμα στην εξέλιξη της πολεμικής τεχνολογίας.

Την Βυζαντινή περίοδο ο Προκόπιος περιγράφει το ελληνικό ρολόι της Γάζας το οποίο είναι ένα μηχανικό ρολόι, στη Γάζα που λειτουργεί κατά τη βυζαντινή περίοδο. Στο έργο του "Περί Κτισμάτων", καταγράφει διάφορα δημόσια έργα που κατασκευάστηκαν υπό την αιγίδα του αυτοκράτορα Ιουστινιανού. Μεταξύ αυτών των έργων, περιλαμβάνεται και το ρολόι της Γάζας. Το ρολόι αυτό αναφέρεται ως ένας πολύπλοκος αυτόματος μηχανισμός, τοποθετημένος σε δημόσιο χώρο στην πόλη της Γάζας. Η τεχνολογία του βασιζόταν σε αρχαίες ελληνικές γνώσεις της μηχανικής και των αυτομάτων, οι οποίες μετεξελίχθηκαν και κατά τη βυζαντινή περίοδο. Τα ρολόγια αυτά συχνά συνδυάζονταν με κινούμενα αγάλματα ή άλλες θεαματικές μηχανές, και χρησίμευαν ως δημόσια εργαλεία για τη μέτρηση του χρόνου. Η κατασκευή τέτοιων ρολογιών μαρτυρά την τεχνολογική πρόοδο της εποχής, καθώς και την προσπάθεια των βυζαντινών να βελτιώσουν τη δημόσια ζωή με την εισαγωγή χρήσιμων και εντυπωσιακών

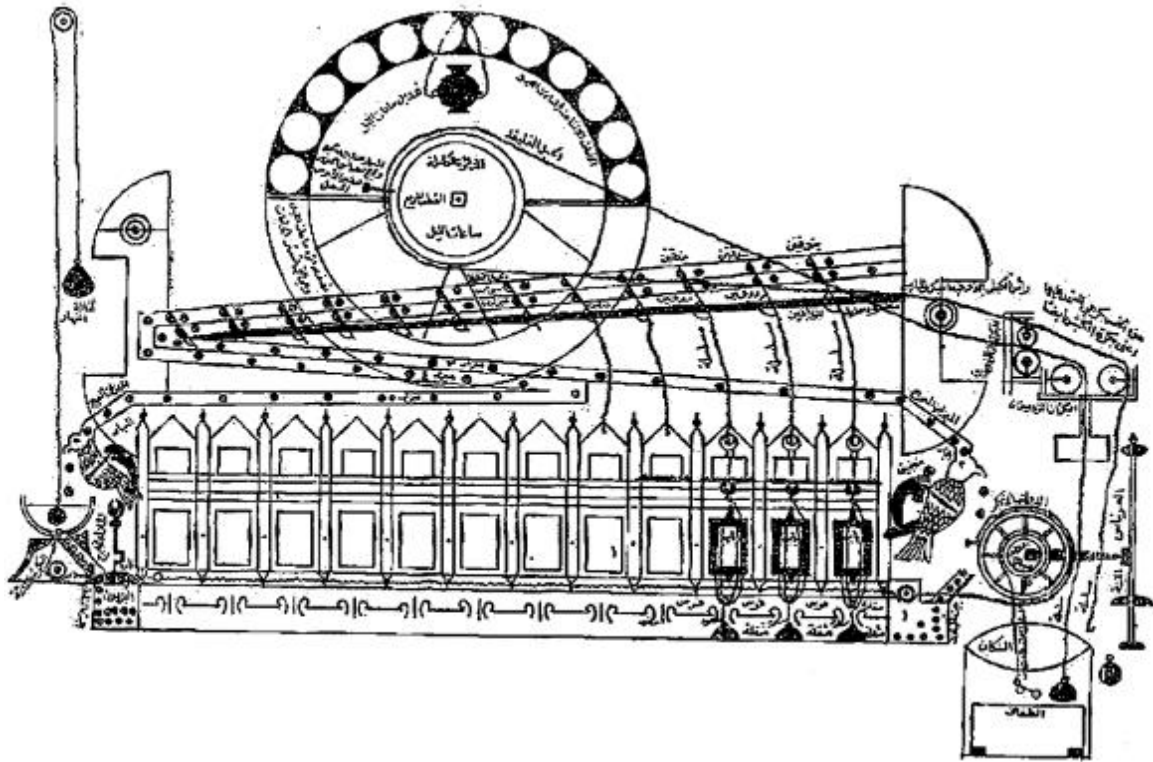
μηχανισμών. Τα ρολόγια αυτά είχαν επίσης συμβολικό χαρακτήρα, καθώς αποδείκνυαν τη δύναμη και την τεχνολογική υπεροχή της αυτοκρατορίας. Το ρολόι της Γάζας είναι ένα σημαντικό παράδειγμα της συνέχειας της τεχνολογίας από την αρχαιότητα μέχρι τη βυζαντινή περίοδο, με επιρροές από τους Έλληνες εφευρέτες, όπως ο Αρχιμήδης. Παρόμοιο είναι το ρολόι της Δαμασκού του οποίου υπάρχει και σχέδιο που μοιάζει να έχει φτιαχτεί όπως τα αυτόματα θέατρα των Ελλήνων.



Ελληνικός χάρτης της Ασίας 1700 (του Διονυσίου) που τυπώθηκε στο Παρίσι. Είναι βασισμένος στην γεωγραφία του Πτολεμαίου.



Ξύλινοι ημερολογιακοί μηχανισμοί του 1780 από το Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο της Ισλανδίας.



Το περίφημο ρολόι του Ridhwan al-Saati, που περιγράφεται το 1203 παρόμοιο με το ρολόι του Al-Jazari που βασίζονται στο ρολόι του Αρχιμήδη και της Γάζας των οποίων είναι παιδί.

Η κίνηση που 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. Οι αυτοματισμοί, 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.

11 Η θεώρηση των Ρωμαίων για την Επιστήμη.

Ο μαθηματικός Πάππος ο Αλεξανδρεύς (290-350 μ.Χ.), κατά την Ρωμαϊκή εποχή εργάζεται στην Βιβλιοθήκη της Αλεξάνδρειας και γράφει εκτεταμένο έργο μαθηματικών στο οποίο περιέχονται και θεωρήματα κατασκευής και χρήσης γραναζιών με τα οποία γίνονται και μαθηματικές πράξεις. Ασφαλώς αυτά τα θεωρήματα χρησιμοποιήθηκαν για να κατασκευασθεί ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων και με αυτά μπορούμε να κάνουμε τους απαραίτητους μαθηματικούς υπολογισμούς για την κίνηση του Ηλίου, της Σελήνης και των πλανητών.

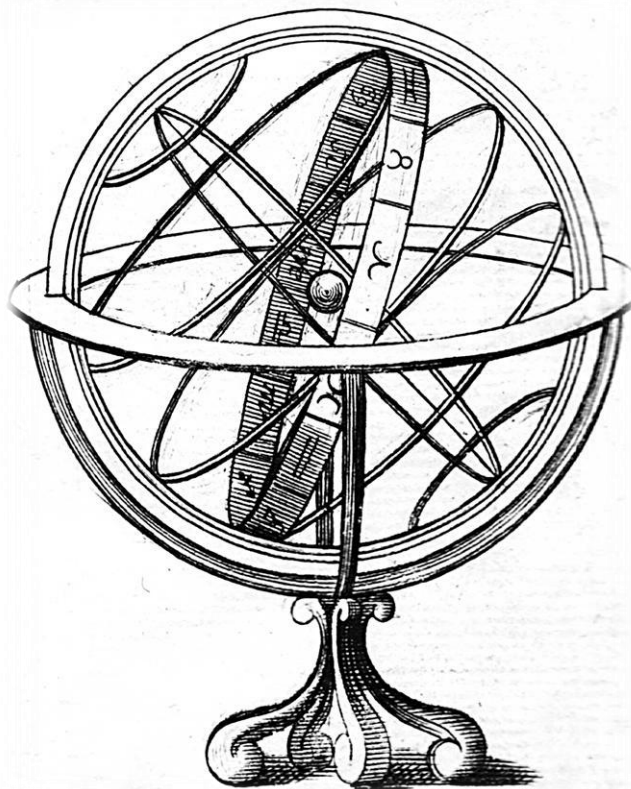
Οι Ρωμαίοι φοβούνται την επιστήμη, διότι δεν την κατανοούν και φοβούνται την δύναμή της. Ο Διοκλητιανός (284-305 μ.Χ.) είναι ο πρώτος αυτοκράτορας που απαγορεύει¹⁶ τα μαθηματικά, την αστρονομία και την χημεία γιατί φοβάται ότι με αυτές θα αποκτήσουν ισχύ οι Έλληνες και θα διώξουν τους Ρωμαίους. Αυτό συνεχίστηκε για αιώνες.¹⁷ Το αντιεπιστημονικό έργο κορυφώθηκε με τον Θεοδόσιο (372-395), που έκλεισε τις φιλοσοφικές σχολές.

¹⁶ Νόμος Διοκλητιανού. Codicis Gregoriani, liber XIV, Tit. de maleficiis et manicJuvis, 6.)

¹⁷ Berthelot, M., 1885. *Les origines de l'alchimie*. G. Steinheil

Παρόλο τον διωγμό σε διάφορα μέρη και σε διάφορες εποχές επιζεί η επιστήμη και κατά περιόδους συνεχίζεται η πρόοδος στην εξελληνισμένη Ρωμαϊκή αυτοκρατορία (Βυζάντιο). Ειδικότερα η παράδοση των αυτοματισμών συνεχίζεται και ανθίζει στις Τράλλεις, όπου εκπαιδεύεται και ο Ανθέμιος (474 - 534). Σημαντικότεος εκπρόσωπος του Ελληνικού πνεύματος κατά την Ρωμαϊκή περίοδο είναι ο Ιωάννης Φιλόππος (490-570 μ.Χ.), που εργάζεται στην Βιβλιοθήκη της Αλεξάνδρειας, και ο οποίος εισάγει έννοιες της σύγχρονης φυσικής, όπως η αδράνεια και η ορμή. Πολλοί άλλοι συνεχίζουν με επιτυχία την παράδοση μετά από αυτούς τους γίγαντες στους οποίους στηρίχτηκε όλη η επιστήμη στη Δύση· όπως γράφει και ο Νεύτων, στηρίζεται σε ώμους γιγάντων.

Οι επιστήμες μεταλαμπαδεύονται στο Ισλάμ με μετεξέλισσονται και αργότερα στην Δύση, μετά την πτώση του Βυζαντίου και λόγω της φυγής των Ελλήνων φιλοσόφων στην Ευρώπη, μαζί με τις βιβλιοθήκες τους.



Αρχαία ουράνια σφαίρα, σφαιρικός αστρολάβος (1700)

Ευχαριστίες

Εκφράζω τις ευχαριστίες μου στους διοργανωτές του 3ου Συνεδρίου Αρχαιοελληνικής και Βυζαντινής Τεχνολογίας, καθηγητή κύριο Θεοδοσίο Τάσιο, καθηγήτρια κυρία Κ. Παλυβού, κυρία Ανθή Γκόρου και συνεργάτες.

Ευχαριστούμε πάρα πολύ το Leverhulme Trust για την επίσης γενναιοδωρη χορηγία του στην κύρια και καίρια φάση έναρξης της μελέτης, την λήψη των μετρήσεων που λάβαμε στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο και την επεξεργασία τους.

Η αρχική μελέτη του Μηχανισμού των Αντικυθήρων επιχορηγήθηκε από το Ίδρυμα Ιωάννου Φ. Κωστόπουλου στο οποίο εκφράζουμε την ευγνωμοσύνη μας για την επιχορήγηση

των ερευνών μας, χωρίς την οποία δεν θα μπορούσαμε να είχαμε πραγματοποιήσει τις μελέτες μας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλονται επίσης στο Ίδρυμα Αλέξανδρος Σ. Ωνάσης για επιχορήγηση έκθεσης στη NASA στο J. F. Kennedy Space Center στο Canaveral. Στο Ίδρυμα Ogden Trust, στο The Institute of Physics (UK) οφείλουμε ευχαριστίες για τις δέκα εκθέσεις και ομιλίες που πραγματοποιήσαμε με την συνδρομή του Πανεπιστημίου του Birmingham στην Αγγλία. Επίσης ευχαριστίες οφείλω στην UNESCO στο Παρίσι, στο Πανεπιστήμιο τη Ουψάλας, στο Αστεροσκοπείο της Τουλούζης, στο Κέντρο Εκπαίδευσης Κοσμοναυτών της Ρωσίας, το Φεστιβάλ Επιστημών της Ρωσίας, το Κρατικό Μουσείο Αρχιτεκτονικής στη Μόσχα, το Φεστιβάλ Επιστημών Αθηνών, το Μεσογειακό Φεστιβάλ Επιστημών, το Φεστιβάλ Επιστημών Θεσσαλονίκης, το Πανεπιστήμιο Drexel, το Stonehill College, το Harvard Centre for Astrophysics του Πανεπιστημίου του Harvard, το Tufts University, το Κρατικό Πανεπιστήμιο Μόσχας Λομονόσωβ, το Πανεπιστήμιο Κύπρου, το Ευρωπαϊκό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Κρατικό Μουσείο Αρχιτεκτονικής Μόσχα, Περιφέρεια Αττικής. Πολλές ευχαριστίες οφείλονται στο Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών και τρία προγράμματα Grundtvig που συνέβαλαν στην διάχυση των αποτελεσμάτων της μελέτης μας στο εξωτερικό.

Εκφράζουμε πολλές ευχαριστίες στο Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, το Υπουργείο Πολιτισμού, στον τότε αναπληρωτή υπουργό Πολιτισμού κ. Πέτρο Τατούλη, το Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο, το Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο της Ισλανδίας, το Αρχαιολογικό Μουσείο Πειραιά, το Αρχαιολογικό Μουσείο Ρόδου, το Αρχαιολογικό Μουσείο Χανίων, το Αρχαιολογικό Μουσείο Ηρακλείου και το προσωπικό τους.

Ευχαριστούμε ιδιαίτερω την τεχνική συνδρομή της X-Tek Systems, που τώρα ανήκει στην Nikon Metrology, τις Images First Ltd και την HP, την Volume Graphics, το MIET.

Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε σε συνεργασία με πολλούς φίλους και συνεργάτες. Ευχαριστίες για τους συναδέλφους που συνέβαλαν στην αρχική μελέτη του Μηχανισμού των Αντικυθήρων. Πολλές ευχαριστίες οφείλω στον αείμνηστο καθηγητή Ι. Χ. Σειραδάκη, καθηγητή κ. M. Edmunds, στον Δρα κ. T. Freeth, κ. Ι. Μπιτσάκη, καθηγητή κ. Μάνο Ρουμελιώτη, Δρα Ε. Μάγκου, χωρίς την ενθάρρυνση της οποίας δεν θα είχε αρχίσει η μελέτη του Μηχανισμού των Αντικυθήρων, αείμνηστη Μ. Ζαφειροπούλου, κ. Roger Hadland, κ. Andrew Ramsey, κ. David Bate, κ. Martin Allen, κ. Alan Crawley, κ. Peter Hockley, κ. A. Ray, Δρα κ. Tom Malzbender, κ. Dan Gelb, κ. Bill Ambrisco, κ. C. Reinhart, Δρα κ. Αγαμέμνονα Τσελίκα και τους συνεργάτες του, τον Δρα κ. Χάρη Κριτζά, κ. Διονύση Κριάρη, κ. Γερ. Μακρή και συνεργάτες, την κα Αντιγόνη και συνεργάτριες (EAM), στην Δρα κα Μαγδαληνή Αναστασίου, τον αείμνηστο Ηλία Γκουρτσογιάννη, καθηγητή κ. Κυριάκο Ευσταθίου, καθηγήτρια κα Μάρω Παπαθανασίου, κ. G. Henriksson, τον αείμνηστο Χρήστο Λάζο, αείμνηστο Βαγγέλη Σπανδάγο.

Πολλές ευχαριστίες στην τ. λέκτορα Πανεπιστημίου Birmingham κα Μαρία Παυλίδου για τις 10 εκθέσεις και διαλέξεις που πραγματοποιήσαμε στην Αγγλία, την λέκτορα κα Αιμιλία Σμυρλή, κα Λίζα Μανδαλιού-Σταδιάτη Λυκοπάντη, κα Φλώρα Βαφέα, κα Αγγελική Σίμωσι και τους συνεργάτες της Εφορίας Εναλίων Αρχαιοτήτων, τον καθηγητή κ. Brendan Foley, κ. Λεωνίδα Γκούσεβ, την αείμνηστη καθηγήτρια κα Όλγα Ζινοβίεβα, την κα Λάρισα Μπακουλίνα, κ. Ν. Ι. Γεωργακέλλο, αείμνηστο Διον. Σιμόπουλο, αείμνηστο καθηγητή Μ. Μικρογιαννάκη, καθηγητή κ. Στράτο Θεοδοσίου, καθηγητή κ. Μάνο Δανέζη, κα Κατερίνα Παλιού, Δρα κ. Μηνά Τσικρισή, Δρα κ. Δημήτρη Τσικρισή, κ. Παν. Φιλντίση, τα μέλη του Δ.Σ. της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών. Ιδιαίτερες ευχαριστίες στην κα Ε. Σαραντέα για τις υπέροχες ρεαλιστικές προσωπογραφίες των αρχαίων φιλοσόφων που δημιούργησε προς όφελος όλων μας και μας επιτρέπει να χρησιμοποιούμε στις εκθέσεις, στις ομιλίες και βιβλία.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες στην κυρία Ποτίτσα Γρηγοράκου που μου υπέδειξε να μελετήσω το θέμα των επιστημών κατά την Ελληνιστική περίοδο και για τις πολλές εποικοδομητικές συζητήσεις.

Βιβλιογραφία

Αρχαία ελληνικά και μερικά λατινικά κείμενα, που αναφέρονται κυρίως στην αστρονομία και την τεχνολογία, Πυθαγόρα, Πλάτωνος, Θαλού, Αναξίμανδρου, Αναξίμενη, Αρχιμήδη, Ίππαρχου, Αριστοτέλη, Πρόκλου, Πλούταρχου, Ήρωνα, Θέωνα, Ευκλείδη, Πάππου, Κλ. Πτολεμαίου, Διόδωρο τον Σικελιώτη, Κικέρωνα, σε διάφορες εκδόσεις, συμπεριλαμβανομένου του Θησαυρού *Linguae Graecae*.

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.

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

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

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].*

Μουσάς, Ξ. 2024, *Ιστορία και Προϊστορία της Αστρονομίας και της Αστροφυσικής*. Υπό προετοιμασία.

Μουσάς, Ξενοφών, 2024 *Ο αρχαιότερος υπολογιστής, Ο μηχανισμός των Αντικυθήρων, Το μεγαλύτερο θαύμα των αρχαίων*, Αθήνα υπό προετοιμασία Nonnus Epic., *Dionysiaca*

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

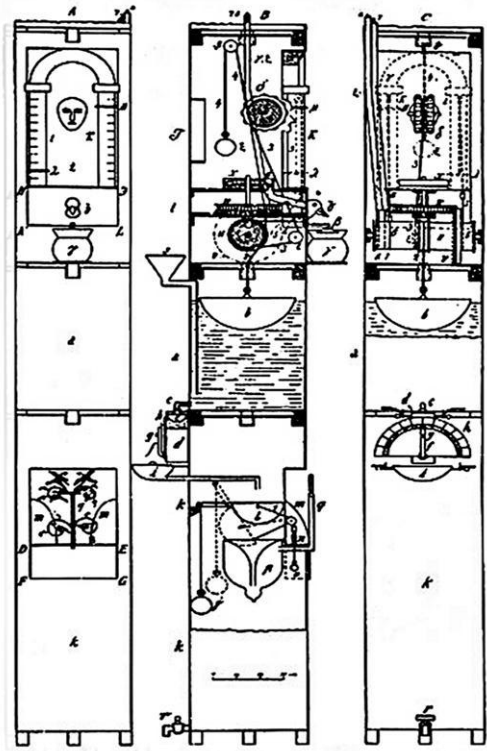
Papathanassiou, M. K. 2008. Homeric calendar and Helios charioteer. *Science and Technology in Homeric Epics*, 6, 357.

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., 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/>

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



Το ρολόι του Αρχιμήδη. Ο Μηχανισμός πιθανότατα λειτουργούσε παρομοίως. Ευ. Σταμάτη, *Άπαντα Αρχιμήδους*, Εκδ. ΤΕΕ



ΑΙΓΙΔΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Υπουργείο Πολιτισμού

ΧΟΡΗΓΟΙ



ΤΕΧΝΙΚΟ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΤΗΡΙΟ
ΕΛΛΑΔΑΣ



ΟΜΙΛΟΣ ΤΕΕ ΤΕΡΝΑ

ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ



ΜΕΓΑΡΟ
ΜΟΥΣΙΚΗΣ
ΑΘΗΝΩΝ