

ΥΠΟ ΕΚΔΟΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
2025

[2] ΞΕΝΟΦΩΝΤΑ ΔΙΟΝ. ΜΟΥΣΑ

ΞΕΝΟΦΩΝ ΔΙΟΝ. ΜΟΥΣΑΣ

**Ο Μηχανισμός
των Αντικυθήρων
Ο Αρχαιότερος Υπολογιστής**



Εικόνα 1 Στο εξώφυλλο απεικονίζεται ο τροχός του Ηλίου, το μεγαλύτερο γρανάζι του Μηχανισμού των Αντικυθήρων. Η εικόνα του εξωφύλλου είναι δημιούργημα του συγγραφέα και έγινε από 40 φωτογραφίες που ελήφθησαν και επεξεργάστηκαν με φυσική και μαθηματικά. Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος πολυώνυμης απεικόνισης υφής (PTM) και το λογισμικό του κυρίου Dr Tom Malzbender της HP. Λάβαμε 40 φωτογραφίες και με κατάλληλα μαθηματικά (πολυώνυμα) και φυσική (οπτική, νόμο της ανάκλασης και φασματική ανάλυση) δημιουργήσαμε αυτή την σύνθετη τρισδιάστατη απεικόνιση που μοιάζει με φωτογραφία. Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων ευρίσκεται από τότε που βρέθηκε, μάλλον το 1901, στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο, στην Αθήνα, σε ειδική θαυμάσια έκθεση.

πιθανός τίτλος βιβλίου: Ο ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΩΝ Ο ΑΡΧΑΙΟΤΕΡΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ,

Συγγραφέας: ΞΕΝΟΦΩΝ ΔΙΟΝ. ΜΟΥΣΑΣ

Σκυλίτση 20, 11473 Αθήνα

xdmoussas@gmail.com, xmuoussas@phys.uoa.gr,
xmuoussas@yahoo.com, 6978792891

Copyright © 2025: Ξ. Δ. Μουσάς, Xenophon D. Moussas

ISBN:



Εικόνα 2 Ίππαρχος σε ρωμαϊκό νόμισμα της Νίκαιας (Ίππαρχος της Νίκαιας, περ. 190–περ. 120 π.Χ.), Έλληνας αστρονόμος, γεωγράφος και μαθηματικός, ιδρυτής της τριγωνομετρίας και εφευρέτης της μετάπτωσης των ισημεριών. Ο Ίππαρχος απεικονίζεται στην οπίσθια όψη ενός νομίσματος του οποίου η εμπρόσθια όψη απεικονίζει τον Ρωμαίο αυτοκράτορα Σεβήρο Αλέξανδρο (:Μάρκος Αυρήλιος Αλέξανδρος Αύγουστος) (πηγή εικόνας: Βισκόντι, 1817).



Εικόνα 3 συνθετική φωτογραφία του μεγαλύτερου τμήματος του Μηχανισμού των Αντικυθήρων.

Οι φωτογραφίες και οι εικόνες που υπάρχουν στο βιβλίο προέρχονται από την επιστημονική μελέτη του καθηγητή Ξ. Δ. Μουσά ή και της ομάδας μελέτης του Μηχανισμού των Αντικυθήρων.

Δεν επιτρέπεται η μερική ή ολική αντιγραφή, ανατύπωση και αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος όσων γράφονται στον τόμο αυτό, σε οποιαδήποτε μορφή και με οιονδήποτε τρόπο, γραφικό, ηλεκτρονικό ή μηχανικό ή οπτικό ή χημικό ή μαγνητικό ή μηχανικό ή άλλο συμπεριλαμβανομένων και των φωτοτυπιών, χωρίς την γραπτή άδεια του συγγραφέα.

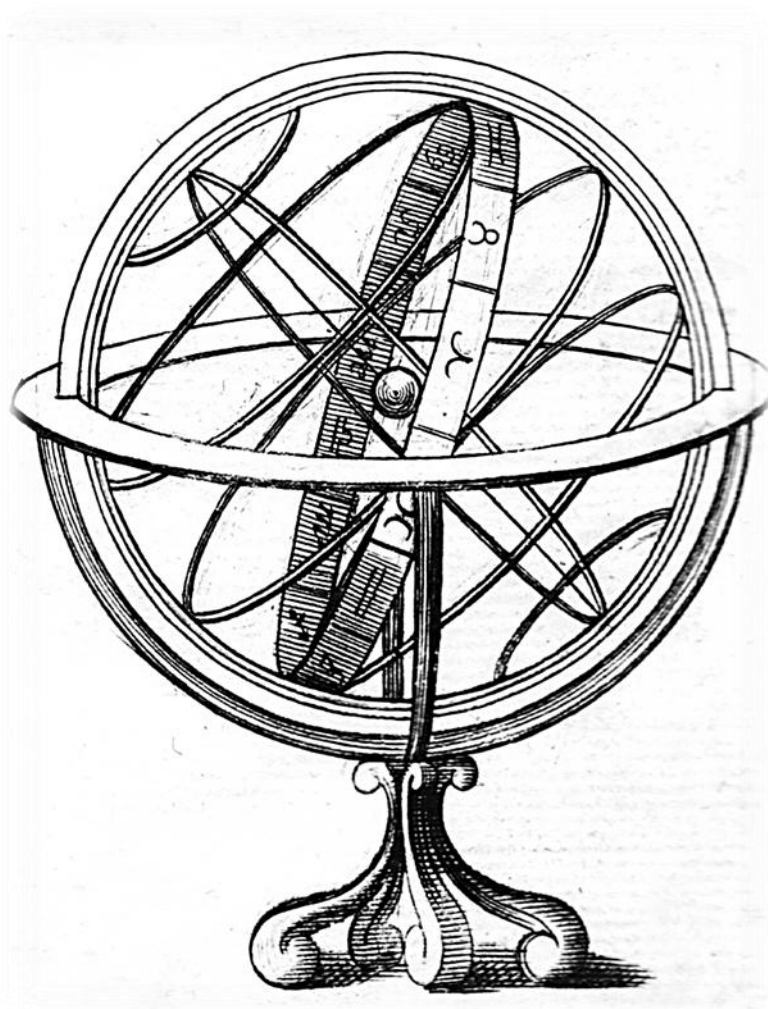
Ξενοφών Δίον. Μουσάς

Αστρονόμος, Καθηγητής Πανεπιστημίου Αθηνών

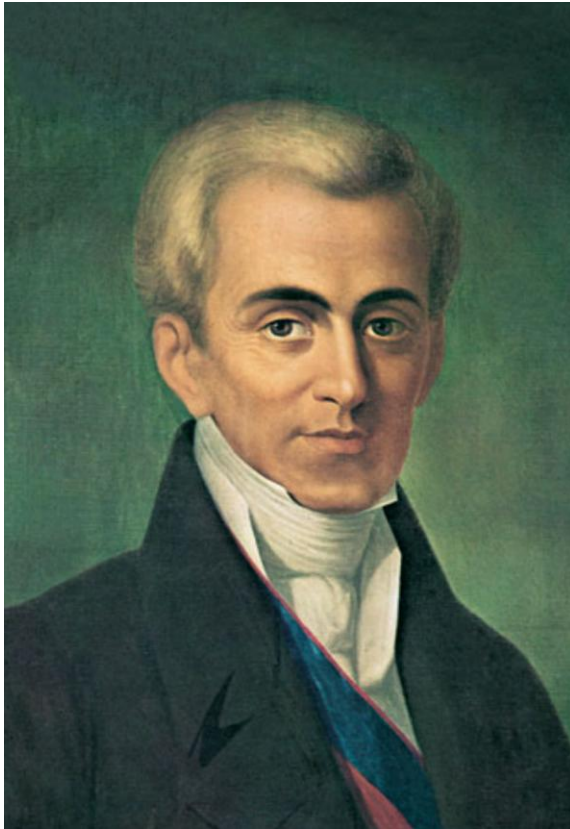
Ο ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΩΝ
Ο ΑΡΧΑΙΟΤΕΡΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ

Αφιερωμένο στην σύζυγό μου Καίτη

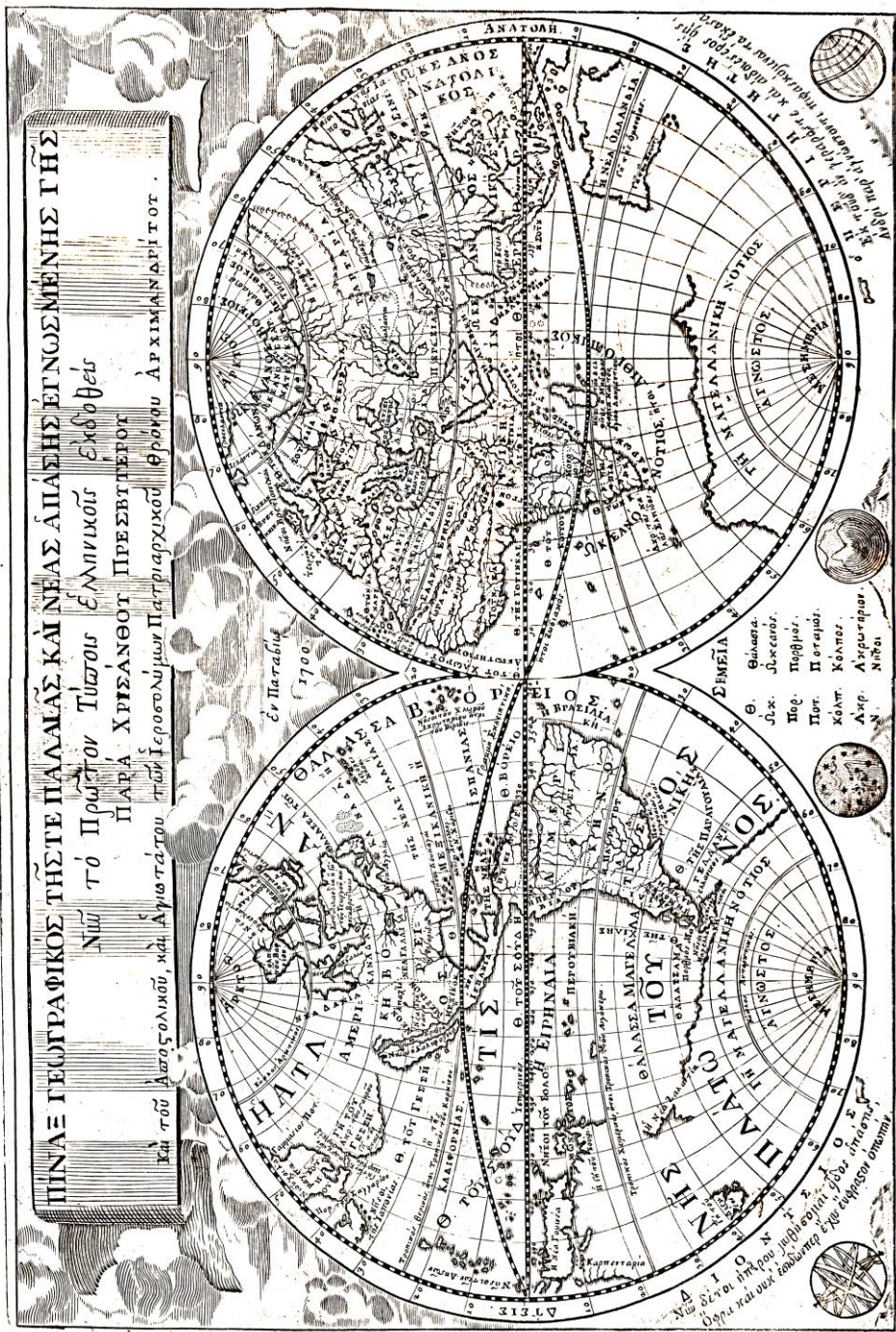
χωρίς την πολύτιμη αέναη συμβολή της οποίας η μελέτη του Μηχανισμού και το βιβλίο δεν θα είχαν πραγματοποιηθεί

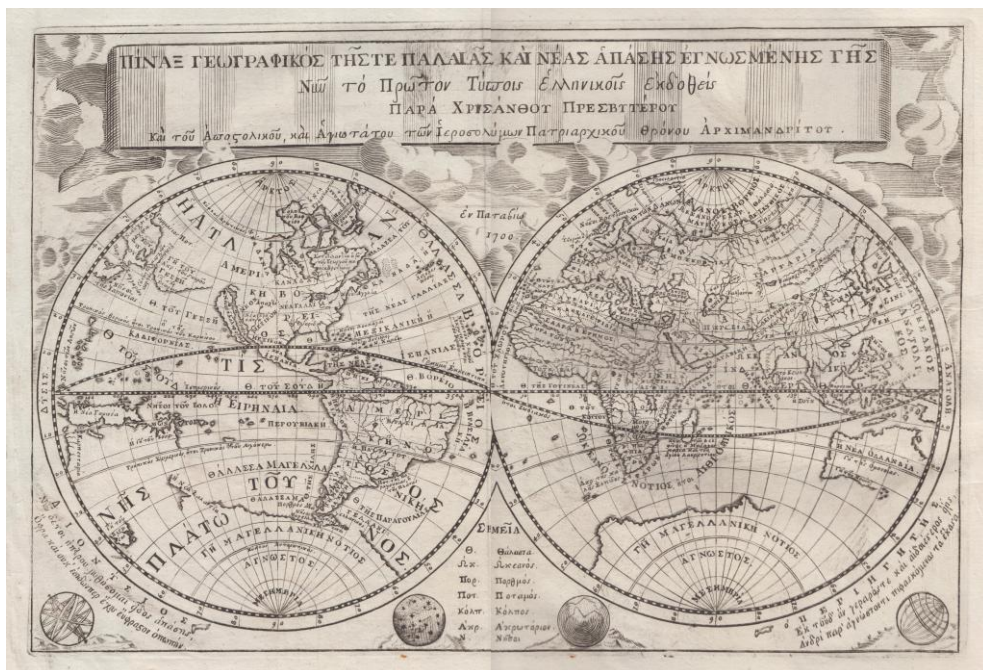


Εικόνα 4 Η ουράνια σφαίρα (σφαιρικός αστρολάβος) του Πτολεμαίου από το βιβλίο του Χρύσανθου Νοταρά, Πρεσβυτέρου και Αρχιμανδρίτη, σημαντικού επιστήμονα αστρονόμου και μετέπειτα Πατριάρχη Ιεροσολύμων. Εργάστηκε στο αστεροσκοπείο των Παρισίων με τον Κασίνη



στην μνήμη του Ιωάννη Καποδίστρια
πίνακας του Διονύσιου Τσόκου





Εικόνα 5 Παγκόσμιος χάρτης του Διονυσίου, 1700. Τέτοιους χάρτες έφτιαξαν οι Έλληνες χρησιμοποιώντας πιθανότατα και μηχανισμούς όπως αυτός των Αντικυθήρων για την μέτρηση γεωγραφικών συντεταγμένων σε αγνώστους τόπους.

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα	12
Πρόλογος.....	19
Εισαγωγή	22
Ο αρχαίος υπολογιστής	30
Τι είναι ο Μηχανισμός και πώς λειτουργεί.....	32
Τι μορφή είχε ο Μηχανισμός	34
Μηχανικοί υπολογισμοί.....	35
Τα γρανάζια και τα μέταλλα του μηχανισμού	42
Πώς ονομαζόταν ο μηχανισμός κατά την αρχαιότητα.....	46
Πώς κινείται ο Μηχανισμός.....	48
Ένας αστρονομικός υπολογιστής.....	58
Το Μουσείο του Ποσειδώνα	70
Οι δύτες ανακαλύπτουν το μυστηριώδες πλοίο	70
Το τεράστιο πλοίο	73
Το Ελληνικό θαύμα.....	84
Η επίδραση του Ελληνικού πολιτισμού στο Ρωμαϊκό	89

Οι μελέτες του Μηχανισμού	97
Ο Ήλιος, η Σελήνη και οι εκλείψεις	114
Οι εκλείψεις	114
Οι φάσεις της Σελήνης	116
Τα γρανάζια της Σελήνης	117
Οι Νόμοι του Κέπλερ στον Μηχανισμό;	121
Πού, από ποιούς και πότε είχαν παρατηρηθεί οι εκλείψεις;	125
Ημερολόγια	127
Ο Ηλίας, η Σελήνη και οι εορτές των Ελλήνων	127
Οι κινητές εορτές των Ελλήνων	137
Η Οκταετηρίς και οι Ολυμπιακοί αγώνες	138
Οι 365 τρύπες	146
Το μυστηριώδες γρανάζι	148
Αρχαίο Ρολόι;	154
Ένα ρολόι «Ροκοκό»!	154
Οι χρήσεις του Μηχανισμού;	155
Ο μηχανισμός ως Πλανητάριο	168
Είναι Ελληνικός ο Μηχανισμός;	170
Η γλώσσα και η αυθεντικότητά του Μηχανισμού	173
Πώς κατασκευάζουμε ένα Μηχανικό Σύμπαν	174

Ο Μηχανισμός Επιτομή της Φιλοσοφίας.....	175
Από Το Σέσκλο Στον Μηχανισμό Των Αντικυθήρων	178
Από τους Ορφικούς Ύμνους των Άστρων στον Κέπλερ	181
Η σύγχρονη τεχνολογία και ο Μηχανισμός	182
Ποιος έφτιαξε τον Μηχανισμό	184
Ο Αρχιμήδης και ο Μηχανισμός	184
Αλλοι παρόμοιοι μηχανισμοί	186
Υπήρχαν και άλλοι μηχανισμοί;.....	186
Ο προϊστορικός υπολογιστής της Κρήτης.....	190
Ο μηχανισμός του Αργέστιου Χρωμάτιου	191
Ο Αρχιμήδης και ο Μηχανισμός	192
Το πλανητάριο του Ποσειδώνιου	200
Ο Πίναξ και οι μηχανισμοί του Πάππου	200
Το Γρανάζι του «Αρχιμήδη»	201
Το ρολόι Ανδρόνικου Κυρρήστου, Οι Αέρηδες.....	202
Ένας ελληνικός μηχανισμός στην Γαλλία.....	207
Το Βυζαντινό ρολόι και ημερολογιακός μηχανισμός τσέπης	210
Υπολογιστής εκλείψεων και ο Αστρολάβος του Αλ Μπιρούνη	212
Το ρολόι της Γάζας	215
Το ρολόι της Δαμασκού	220
Το ρολόι του ελέφанта.....	221

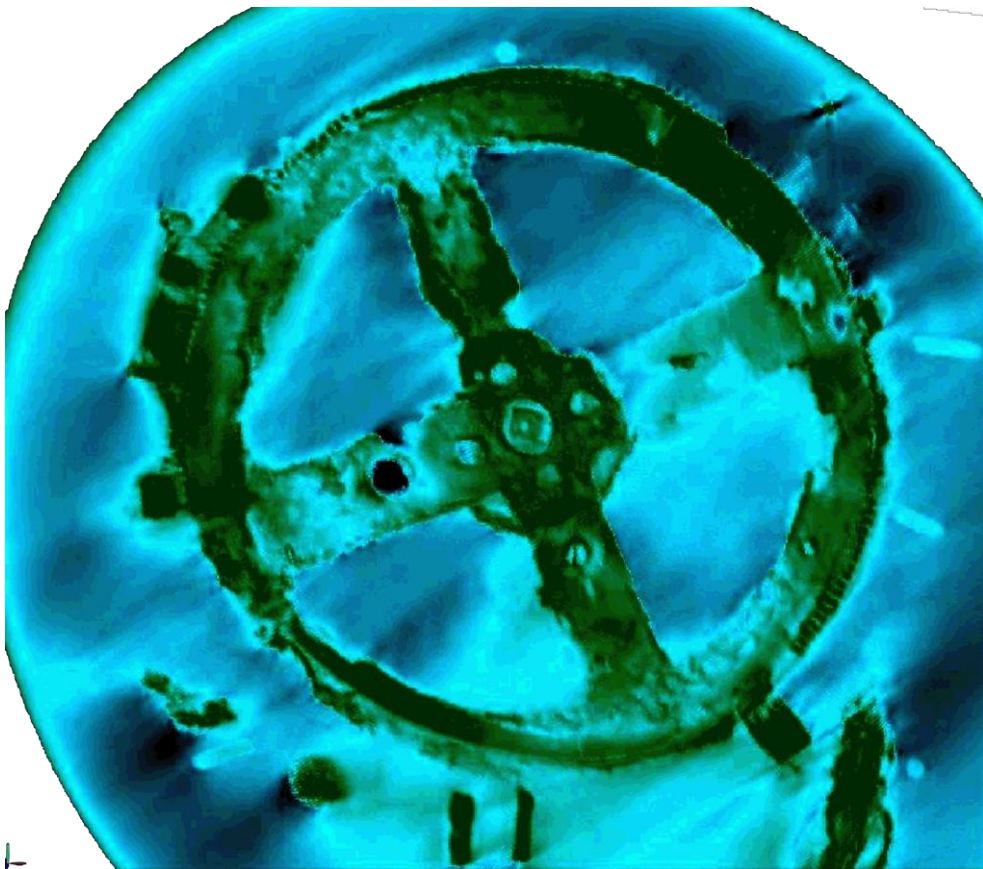
Ο Πρόκλος είχε δίκιο, οι Ξύλινοι μηχανισμοί της Ισλανδίας	224
Ελληνικά αυτόματα	227
Τα μυστικά του Μηχανισμού	234
Βαλβίδες αυτοματισμών;.....	237
Σφαιρούλες πλανητών	239
Σφαιρούλες αυτοματισμών.....	240
Πιθανά πρόσθετα τμήματα του Μηχανισμού	240
Ευχαριστίες	242
Βιβλιογραφία	245



Εικόνα 6 Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, το αρχαιότερο γνωστό επιστημονικό όργανο, ο πρώτος υπολογιστής και το αρχαιότερο μηχανικό σύμπαν, σύμφωνα με πολλούς το σημαντικότερο αρχαιολογικό εύρημα. Αποδεικνύει ότι οι Έλληνες είχαν υψηλή τεχνολογία.



Εικόνα 7 Τα μεγαλύτερα τμήματα του Μηχανισμού των Αντικυθήρων. Συνθετικές εικόνες βασισμένες σε 40 φωτογραφίες που επεξεργάστηκαν καταλλήλως με μαθηματικά και φυσική.



Εικόνα 8 Αξονική τομογραφία του Μηχανισμού των Αντικυθήρων που δείχνει το γρανάζι του Ηλίου.



Εικόνα 9 Ο ανατολικός άνεμος Απηνλιώτης από το ρολόι του Ανδρόνικου, π. 100 π.Χ., Αθήνα. Αρχείο Ιδρύματος Αικατερίνης Λασκαρίδη.. Stuart, James και Revett, Nicholas. *The Antiquities of Athens measured and delineated by James Stuart F.R.S. and F.S.A. and Nicholas Revett painters and architects, I, John Haberkorn, 1762.*



Εικόνα 10 Βορέας, Ο βόρειος άνεμος από το ρολόι του Ανδρόνικου. Αρχείο Ιδρύματος Αικατερίνης Λασκαρίδη.. Stuart, James και Revett, Nicholas. *The Antiquities of Athens measured and delineated by James Stuart F.R.S. and F.S.A. and Nicholas Revett painters and architects, I, John Haberkorn, 1762.*

Πρόλογος

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων θεωρείται από ορισμένους το πιο σημαντικό τέχνηργο και πιο μυστηριώδες αντικείμενο που υπάρχει από την αρχαιότητα. Βρέθηκε στα Αντικύθηρα το 1901 σε ένα επιψής μυστηριώδες ναυάγιο του πρώτου αιώνα π.Χ.. Από τότε που αναγνωρίστηκε στις 18 Μαΐου 1902 ως παράξενο εύρημα με γρανάζια και επιγραφές ανάμεσα στα χάλκινα πολύτιμα γλυπτά του ναυαγίου των Αντικυθήρων οι επιστήμονες το μελετούν. Σε αυτό το βιβλίο παρουσιάζονται τα νεότερα αποτελέσματα.

Από το βιβλίο θα μάθετε ότι ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι ένας υπολογιστής, ένα αρχαίο αστρονομικό αυτόματο, το πρώτο ρομπότ. Φτιαγμένο πιθανότατα ανάμεσα στο 150 με 100 π.Χ. κάπου στον Ελληνικό Κόσμο. Ο μηχανισμός είναι όχι μόνο ένα μηχανικό σύμπαν, δηλαδή ένα πλανητάριο, αλλά και ένα πολύπλοκο αστρονομικό ρολόι με συνεχή λειτουργία.

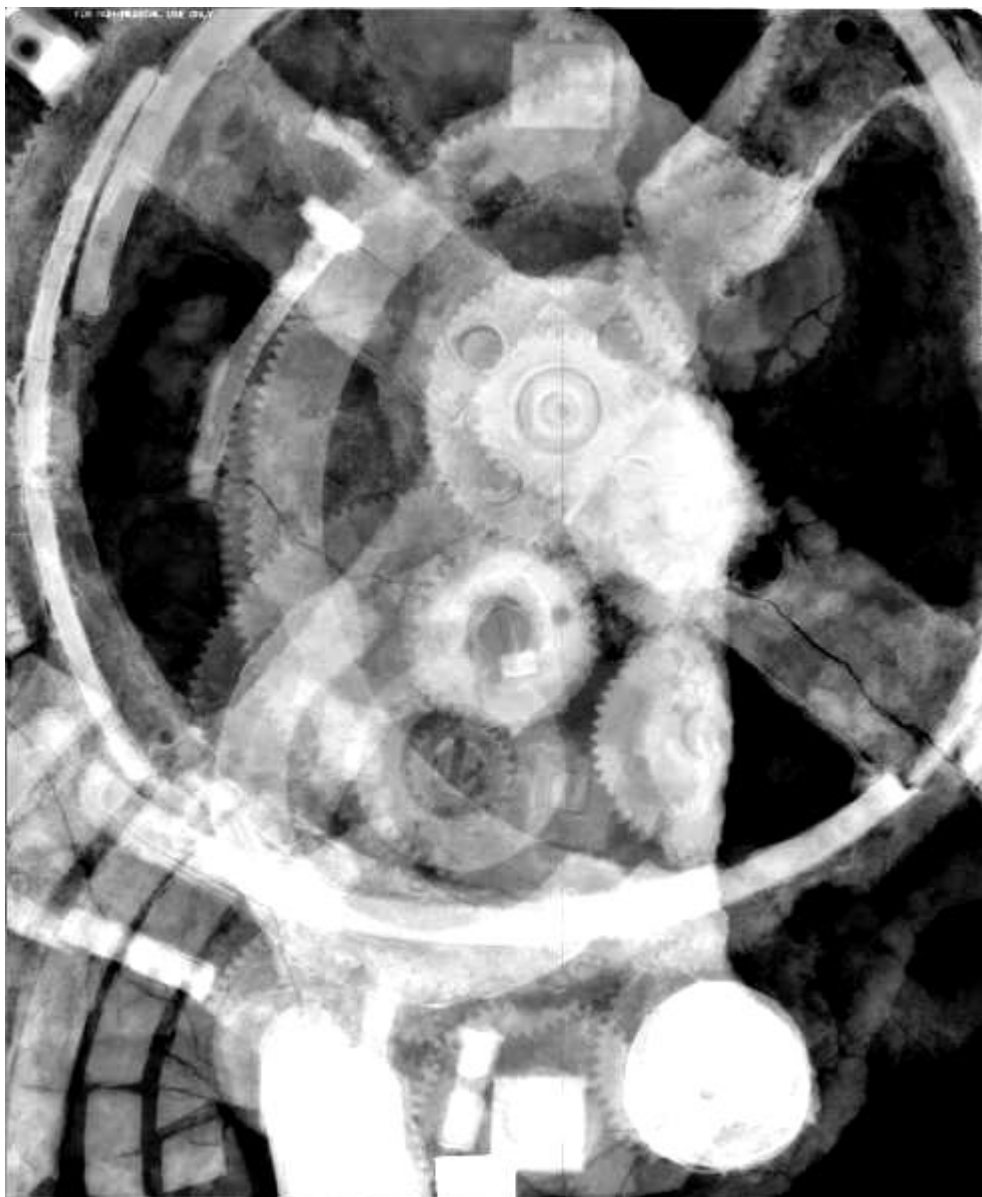
Η μελέτη του ήταν για μένα ένα παιδικό όνειρο. Παιδί, επισκεπτόμενος το Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο που είναι κοντά στο σπίτι μου, άρχισα να αναρωτιέμαι για το πώς φτιάχνει κάποιος ένα τέτοιο μηχανήμα και τι το κάνει. Από τότε που άρχισα να διδάσκω στο Πανεπιστήμιο Αθηνών, όπου στη διδασκαλία μαθημάτων βάζω πάντοτε ψήγματα της ιστορίας της επιστήμης, ώστε οι φοιτητές να γνωρίζουν την εξέλιξη της επιστήμης. Σε αυτό το πλαίσιο παρουσίαζα τον μηχανισμό και συζητούσα και με τους φοιτητές μου το ενδεχόμενο μελέτης του. Έγραψα μάλιστα ένα σχετικό λήμμα στην Εκπαιδευτική Ελληνική Εγκυκλοπαίδεια της Εκδοτικής Αθηνών.

Το όνειρο έγινε πραγματικότητα όταν μετά από ένα τηλεφώνημα παλιού συμφοιτητή και φίλου Γιάννη Σειραδάκη καθηγητή της Αστρονομίας στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο αρχίσαμε την μελέτη του αρχαίου αυτού θαύματος. Το βιβλίο στηρίζεται στις μελέτες που κάνουμε από τότε.

Με την μελέτη μας ανασκευάσαμε την λανθασμένη αντίληψη ότι οι Έλληνες φιλόσοφοι και οι Έλληνες γενικότερα δεν ενδιαφέρονταν για

την τεχνολογία, άποψη που επικρατούσε παρά το γεγονός ότι οι Έλληνες πριν δύομισι χιλιετίες έφτιαξαν τον Παρθενώνα, πριν τέσσερεις χιλιετίες είχαν πλοία που κυριαρχούσαν στη Μεσόγειο και τη Μαύρη θάλασσα, είχαν φτιάξει το Ευπαλίνειο όρυγμα ή της Κωπαΐδας.

Ο μηχανισμός μέσα από αυτό το βιβλίο διδάσκει ότι ο άνθρωπος μπορεί να κάνει ό,τι διανοηθεί, αρκεί να οραματισθεί, να συλλάβει, να σχεδιάσει και να εκτελέσει επιστημονικά και μεθοδικά. Συγχρόνως το βιβλίο δίνει αυτοπεποίθηση στους νέους η οποία τους λείπει και την χρειάζονται.



Εικόνα 11 Ακτινογραφία του μεγαλύτερου τμήματος Α του Μηχανισμού των Αντικυθήρων που κάναμε μέσα Οκτωβρίου 2005 στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο με το μηχάνημα BladeRunner της X-Tek-Systems (τώρα Nikon Metrology). Επεξεργασία ΞΔΜ.

Εισαγωγή

Σε αυτή την εισαγωγή παρουσιάζεται συνοπτικά ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, ή ο *Αστρολάβος των Αντικυθήρων*, όπως ήταν γνωστός παλαιότερα, όταν ήμουν παιδί και τον θαύμαζα στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο.

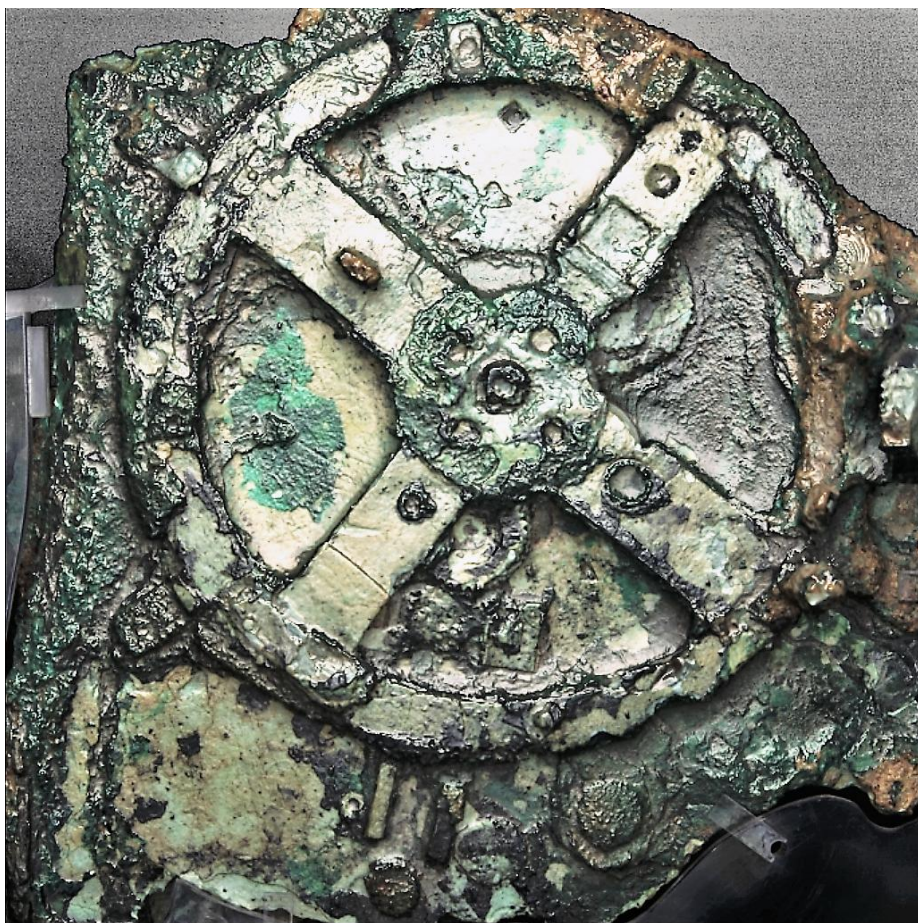
Η μελέτη του μηχανισμού ήταν για μένα παιδικό όνειρο. Επισκεπτόμενος συχνά το Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο, ένα από τα σημαντικότερα παγκοσμίως και ασφαλώς το σημαντικότερο της Ελλάδας θαύμαζα αυτό το μυστηριώδες χάλκινο αντικείμενο με γρανάζια και επιγραφές, που είχε ένα πολύ ελκυστικό για μένα όνομα: *Αστρολάβος των Αντικυθήρων*. Η αστρονομία και τα μαθηματικά ήταν η αγάπη μου και είχα φτιάξει μόνος μου και ένα μικρό τηλεσκόπιο με φακούς που είχαν βρεθεί τυχαία στο σπίτι μας. Ήταν συνεπώς ελκυστικό διότι η αστρονομία ήταν το χόμπι μου και παράλληλα μου άρεσαν εξαιρετικά οι μηχανικές κατασκευές και η μελέτη της φύσης.

Οι φίλοι και συμμαθητές μου με ονόμαζαν με περιπαικτική διάθεση *φυσιοδίφη*, επίθετο που σε μένα όχι μόνο ταίριαζε, αλλά ήταν φιλοφρόνηση. Φαινόταν περίεργο σε κάποιους ότι μελετούσα οτιδήποτε στην φύση, ένα φυτό, άνθος, έντομο, όπως αυτά που αφθονούσαν στον κήπο του σπιτιού μας ή στο Λόφο του Στρέφη.

Επισκεπτόμουν συχνά το Μουσείο τις Κυριακές που ήταν δωρεάν και απολάμβανα τους υπέροχους μοναδικούς θησαυρούς του. Στο τέλος της διαδρομής στο Μουσείο θαύμαζα τον *Αστρολάβο* που βρισκόταν στην τελευταία ή προτελευταία αίθουσα της Ελληνιστικής περιόδου, όπου ανήκε χρονικά ως εύρημα. Συγχρόνως με τα γρανάζια έμοιαζε ένα αντικείμενο εκτός τόπου και χρόνου! Αυτό με μαγνήτιζε. Μοιάζει ακόμη ότι είναι εκτός τόπου και χρόνου και έτσι κάποιοι υποστήριξαν ότι το έφεραν εξωγήινοι...

Ευτυχώς το μηχάνημα είχε οδηγίες χρήσεις στα Ελληνικά και είχε βρεθεί σε ναυάγιο με Ελληνικές αρχαιότητες. Με παραξένευαν τα κεφαλαία γράμματα που είχε πάνω του σαν τυπωμένα σε χάλκινη σελίδα. Η φαντασία μου τον έκανε πιο ενδιαφέροντα γιατί είχε βρεθεί σε

ένα αρχαίο επίσης μυστηριώδες ναυάγιο με τα ευρήματά του οποίου ήταν γεμάτα τα προπύλαια του Μουσείου. Τα μάτια μου δεν ξεκόλλαν από πάνω του.



Εικόνα 12 Ο τροχός του Ηλίου, το μεγαλύτερο γρανάζι του Μηχανισμού των Αντικυθήρων.

Έτσι μου γεννήθηκε η επιθυμία να το μελετήσω για να λύσω τις απορίες μου.

Ο θαυμασμός μου και η ενασχόληση με το μυστηριώδες αντικείμενο μού δημιουργούσε ερωτήματα. Γιατί οι αρχαίοι είχαν αστρονομία,

τι την ήθελαν, πώς μπορούσαν να έχουν αστρονομία χωρίς τηλεσκόπια και διαστημόπλοια. Πιθανότατα έτσι δημιουργήθηκαν τα ερεθίσματα που με οδήγησαν να σπουδάσω φυσικός και στην συνέχεια να γίνω αστρονόμος και ασφαλώς τελικά να μελετήσω τον ίδιο τον Μηχανισμό, λύνοντας με την μελέτη μας κάποια από τα μυστήριά του και θέτοντας νέα ερωτήματα και προβλήματα. Με τις μελέτες μας απαντήσαμε, τι είναι, τι κάνει σε κάποιο βαθμό και πώς λειτουργεί ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων. Στο βιβλίο πιθανολογούμε ακόμη και για τον σχεδιαστή, τον κατασκευαστή και πού μπορεί να κατασκευάσθηκε.



Εικόνα 13 Μέρος των επιγραφών του μηχανισμού. Διακρίνεται μέρος της κλίμακας των εκλείψεων με αναφορά σε μια έκλειψη που Ηλίου που θα γίνει την 9η ώρα (Σ ω ρ Θ) και άλλη μια της Σελήνης πάλι την 9η ώρα (Σ ω Θ).

Πολύ ενδιαφέρουσα είναι η ανακάλυψη που έκανα σχετικά με το όνομα του μηχανισμού. Στα αρχαία βιβλία διαπίστωσα ότι οι Έλληνες ονόμαζαν για μερικούς αιώνες τέτοια μηχανήματα *πινακίδια*, δηλαδή tablet.

Στο βιβλίο δίνονται απαντήσεις σε ερωτήματα όπως αν το μηχανήμα αυτό ήταν το πρώτο ή και μοναδικό ή υπήρχαν και άλλα παρόμοια μηχανήματα.

Στα γρανάζια του μηχανισμού διαβάσαμε με ακρίβεια τα μαθηματικά και την φυσική, ακόμη και τους νόμους της φυσικής που χρησιμοποιούσαν οι Έλληνες επιστήμονες τότε για να μελετήσουν την φύση και να προβλέψουν τα φυσικά φαινόμενα που παρουσιάζει προβλέποντάς τα ο μηχανισμός. Οι προβλέψεις των φυσικών φαινομένων σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό γίνονται επιστημονικά μόνο με βάση τους φυσικούς νόμους. Οι προβλέψεις των φυσικών φαινομένων γίνονται με τους φυσικούς νόμους όπως τους διατυπώνουν οι επιστήμονες κάθε εποχή. Φυσικά καθώς εξελίσσεται η επιστήμη η διατύπωση των φυσικών νόμων βελτιώνεται και μαζί οι δυνατότητες κατανόησης των φυσικών φαινομένων και της πιθανής πρόβλεψής τους.

Οι φυσικοί νόμοι της κίνησης των πλανητών, του Ήλιου και της Σελήνης εκφράζονται μετά την εποχή του Πλάτωνα και τους Αριστοτέλη με επαλληλία δυο κυκλικών κινήσεων, με πρόσθεση δυο κυκλικών κινήσεων. Οι επίκυκλοι είναι απλοποιημένες σειρές Fourier τις οποίες ο μέγας Γάλλος μαθηματικός ανέπτυξε εμπνεόμενος από τους επικύκλους.¹

Αναπάντεχες ανακαλύψεις που προέκυψαν από τις νεότερες μελέτες είναι ότι η κίνηση και η θέση της Σελήνης δίνεται ρεαλιστικά με μεταβλητή ταχύτητα και καλή προσέγγιση του 2^{ου} νόμου του Κέπλερ. Ένα πλανητικό γρανάζι δίνει ικανοποιητικά την θέση και την ταχύτητα του πλανήτη Δία χρησιμοποιώντας πιθανότατα ένα ελατήριο. Είναι εκπληκτικό ότι τα μαθηματικά των επικύκλων που χρησιμοποιούνται για να προσδιορίζουν τις θέσεις της Σελήνης και των πλανητών είναι ακριβώς τα ίδια με τα οποία το τηλέφωνό σας μετατρέπει την φωνή σας σε bit και byte για να τα στείλει στον συνομιλητή σας και αντι-

¹ Grafakos, L. (2014). Fourier series. In *Classical Fourier Analysis* (pp. 173-240). Springer, New York, NY., Giorgilli: A Kepler's note on secular inequalities, *Rendiconti dell'Istituto Lombardo Accademia di Scienze e Lettere, Classe di Scienze Matematiche e Naturali*, 145, 97–119 (2011). Manin, Y. I. (2019). Time and Periodicity from Ptolemy to Schrödinger: Paradigm Shifts vs Continuity in History of Mathematics. In *Geometry in History* (pp. 129-138). Springer, Cham.

στροφή. Αυτά τα ευρήματά μας αποδεικνύουν ότι η σημερινή τεχνολογία και επιστήμη αλλά και όλος ο σημερινός Πολιτισμός είναι συνέχεια του Ελληνικού πολιτισμού.

Η πιο ενδιαφέρουσα ανακάλυψη κατά την μελέτη του Μηχανισμού των Αντικυθήρων είναι ότι η τεχνολογία των Ελλήνων βασίζεται στις επιστήμες: στην μηχανική, την φυσική με τα μαθηματικά, με τα οποία εκφράζουν από τότε οι Έλληνες τους νόμους της φυσικής ακολουθώντας την πυθαγόρεια φιλοσοφία. Είναι η πρώτη φορά που ο Πολιτισμός χρησιμοποιεί τους νόμους της φυσικής εκφρασμένους με μαθηματικά για να κάνει εφευρέσεις και να δημιουργήσει υψηλή τεχνολογία. Αυτή είναι η γέννηση της επιστημονικής μεθόδου και αποτελεί το μεγαλύτερο άλμα που έκανε η Ανθρωπότητα, ένα άλμα που το έκαναν οι Έλληνες με πρωτοπόρο τον Αρχιμήδη που εισάγει την ακριβή αυστηρή απόδειξη θεωρημάτων στα μαθηματικά και την φυσική.

Στο βιβλίο δίνεται απάντηση σε ένα κεφαλαιώδες ερώτημα που έθετα από μικρός και αργότερα ως νέος επιστήμων: πώς ο άνθρωπος σκέφτηκε να σχεδιάσει και φυσικά πώς μπόρεσε να φτιάξει ένα μηχανικό σύμπαν που προβλέπει τις θέσεις των ουρανίων σωμάτων. Αργότερα αντιλήφθηκα ότι το ερώτημα είναι ακόμη πιο κεφαλαιώδες. Η πρόβλεψη της θέσεις των ουρανίων σωμάτων είναι ύβρις. Ο άνθρωπος ουσιαστικά να προβλέψει, τι κάνουν οι θεοί του, αφού οι πρώτοι θεοί των ανθρώπων είναι τα ουράνια σώματα, όπως μας λέει ο Πλάτων

Θα δούμε ότι ο μηχανισμός προβλέπει κάθε αστρονομικό φαινόμενο που ήταν γνωστό κατά την αρχαιότητα. Βρίσκει την θέση του Ήλιου και της Σελήνης, τον χρόνο που γίνονται οι ηλιακές και σεληνιακές εκλείψεις και πού είναι ορατές οι σεληνιακές εκλείψεις. Προβλέπει και δείχνει ρεαλιστικά τις φάσεις της Σελήνης. Ο μηχανισμός πιθανότατα προσδιορίζει και τις θέσεις των πλανητών, όπως υπονοείται από το λεπτομερέστατο εγχειρίδιο χρήσης που είναι γραμμένο σε χάλκινο βιβλιαράκι πάνω στις πόρτες του μηχανισμού και όπως διαβάζουμε σε πολλά αρχαία βιβλία, ελληνικά και λατινικά.

Προσδιορίζει πότε γίνονται οι Ολυμπιακοί, ή πιο σωστά Ολύμπια, και οι άλλοι στεφανίτες αγώνες, Πύθια, Ίσθμια, Νέμεα, Νάα και τα Αλιεία.

Ο μηχανισμός έχει πολλά μηχανικά ημερολόγια βασισμένα σε περιοδικότητες ουρανίων σωμάτων, της Γης, Ηλίου, Σελήνης, Αφροδίτης, που είχαν σε χρήση τότε οι Έλληνες και στην συνέχεια και άλλοι λαοί, κάποιοι μέχρι σήμερα. Στην οκταετηρίδα και αργότερα στον κύκλο του Μέτωνα στηρίχτηκε για αιώνες το Χριστιανικό ημερολόγιο (Πασχάλιο) και το Ισραηλιτικό. Επίσης έχει ομοιότητες με Ινδουιστικά και Βουδιστικά ημερολόγια.

Ο μηχανισμός ήταν πιθανότατα και αστρονομικό ρολόι με συνεχή κίνηση που παρείχε σύστημα από βάρη και αντίβαρα, όπως το περιγράφουν οι μέγιστοι μαθηματικοί, μηχανικοί και φυσικοί Αρχιμήδης και Ήρωνας ο Αλεξανδρεύς. Αυτά τα ρολόγια έμοιαζαν πολύ με τα ρολόγια κούκου τα οποία είναι μετεξελίξεις τους. Η βασική διαφορά του είναι ότι ο αρχαίος μηχανισμός είχε χρονισμένη κίνηση με ένα είδος κλεψύδρας με πλωτήρα, όπως για παράδειγμα το πολύπλοκο αστρονομικό ρολόι του Αρχιμήδη με τα αυτόματά του ή το μηχανικό ρολόι στο εσωτερικό των Αέρηδων του Ανδρόνικου ή το ρολόι της Γάζας που περιγράφει ο Προκόπιος.

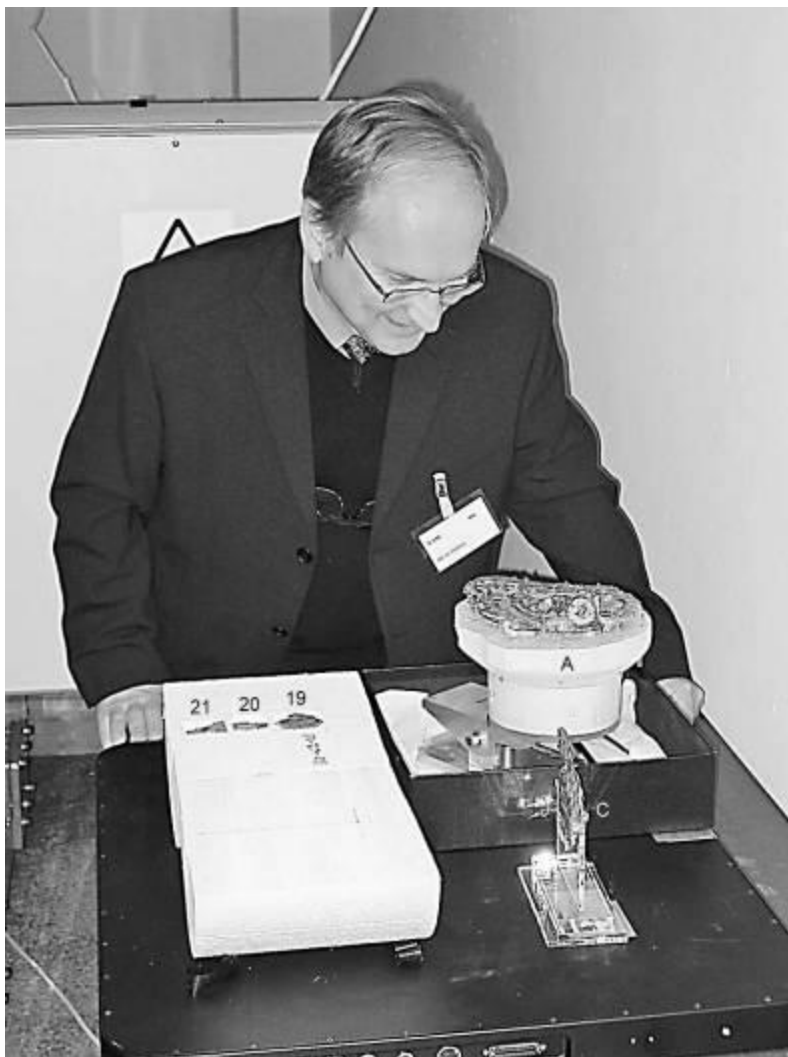
Ο μηχανισμός είναι επιτομή της Ελληνικής φιλοσοφίας και ειδικότερα της Πυθαγόρειας φιλοσοφίας που βασίζεται στα μαθηματικά, και τη φυσική φιλοσοφία ή φυσιολογία όπως την έλεγαν οι αρχαίοι. Την φυσιολογία ανέπτυξαν κυρίως οι Ίωνες φιλόσοφοι. Θεωρείται ότι την άρχισε ο Θαλής και συνέχισαν ο Αναξίμανδρος, ο Αναξίμενης, ο Πυθαγόρας, Λεύκιππος, Δημόκριτος, Πλάτων, Αριστοτέλης, Αρχιμήδης κ.ά. Οι επιστήμες ακολουθούν την παράδοση του Ηφαίστου και της Αθηνάς, του προϊστορικού Έλληνα της Θεσσαλίας, των Κυκλάδων, της Κρήτης, του Προμηθέα, του Ορφέα και των Μουσών.

Ο μηχανισμός έχει μια σημαντικότερη εκπαιδευτική συνιστώσα, τόσο σημαντική όσο και κατά την αρχαιότητα. Σήμερα ο Μηχανισμός είναι εξαίρετο εκπαιδευτικό εργαλείο για να διδάξουμε αστρονομία, να δείξουμε την χρησιμότητα των μαθηματικών και της φυσικής στην μελέτη των φυσικών φαινομένων. Συγχρόνως παρέχει αυτογνωσία στην νεολαία. Η έλλειψη αυτογνωσίας και αυτοεκτίμησης είναι φυσικό

χαρακτηριστικό όλων τα παιδιών του Κόσμου, και της Ελλάδας. Η αυτογνωσία βαθμιαία ενδυναμώνει την ασθενική αυτοεκτίμηση που έχουν οι νέοι.

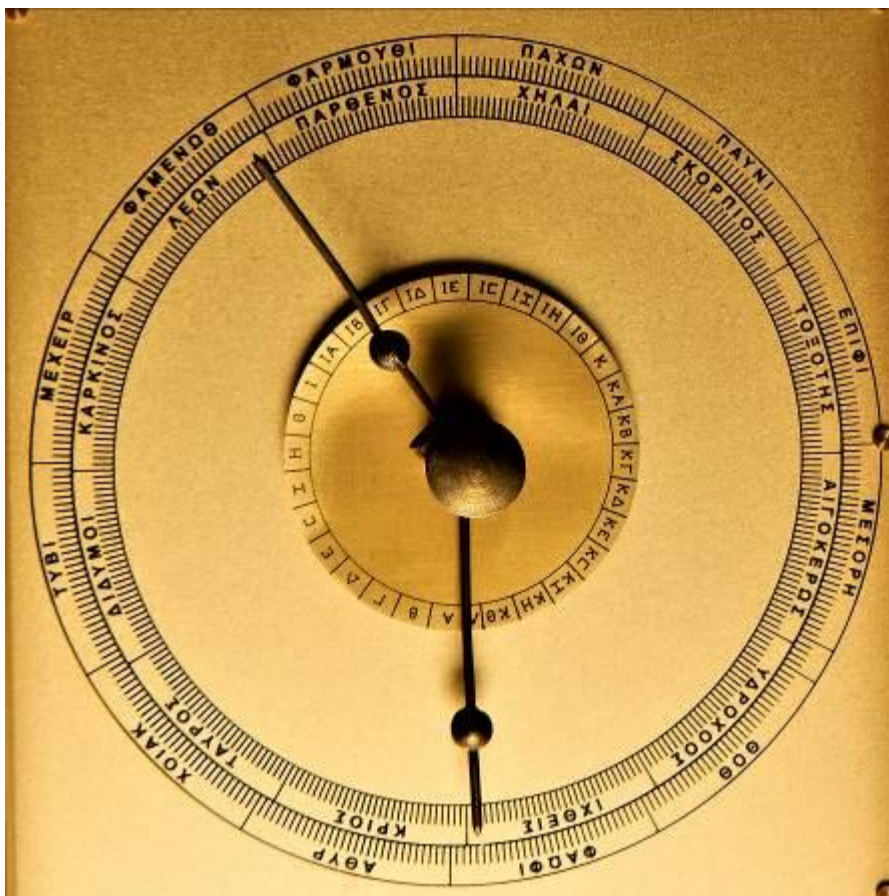
Παρουσιάζουμε τον μηχανισμό και μαζί με αυτόν τον Ελληνικό πολιτισμό με πολλές πολύ επιτυχημένες εκθέσεις σε 13 γλώσσες, ανά την Ελλάδα και τον Κόσμο, από την NASA και την UNESCO, την Αίγυπτο, Αλγερία, Ισλανδία και Βραζιλία, σε πολλά αρχαιολογικά μουσεία, πανεπιστήμια, κολέγια, σχολεία σε όλες τις χώρες και φυσικά πολύ περισσότερο στην Ελλάδα και με 1000 ομιλίες, ταινίες, τηλεοπτικές και ραδιοφωνικές εκπομπές, άρθρα, βιβλία σε 6 γλώσσες, φυλλάδια σε 13 γλώσσες, προς όφελος των νέων όλων των ηλικιών και με μέγιστη προβολή της Ελλάδας, του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου και του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Αυτό το βιβλίο είναι βασισμένο στα νεότερα επιστημονικά αποτελέσματα των τελευταίων μελετών μας. Απευθύνεται στο ευρύ κοινό, από τον νεαρό μαθητή μέχρι τον ρέκτη της φιλοσοφίας, της αστρονομίας, των μαθηματικών, της αρχαιολογίας, της ιστορίας και της τεχνολογίας γραμμένο απλά, κατανοητό για όλους, αλλά χωρίς απλοποιήσεις.



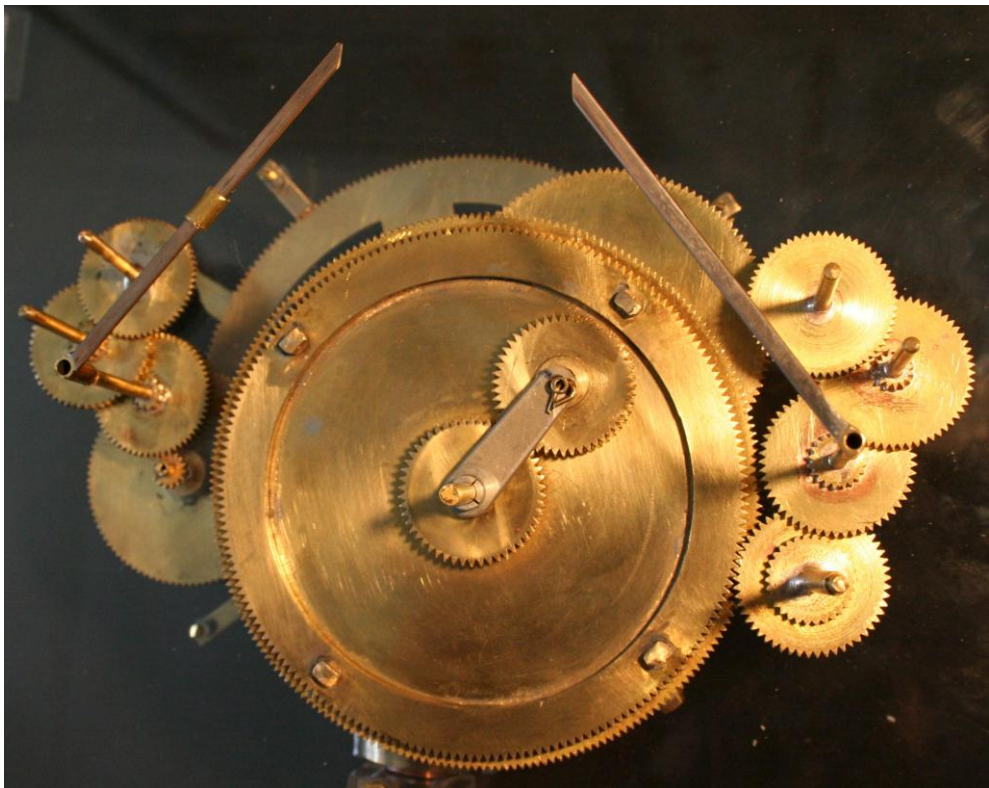
Εικόνα 14 Ο Ξενοφών Μούσας στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο 15 Οκτώβρη 2005, λαμβάνοντας τις αξονικές τομογραφίες του μηχανισμού των Αντικυθήρων. Διακρίνονται το μεγάλο κομμάτι Α και C του μηχανισμού με τον τροχό του Ηλίου πάνω σε πολυστερίνη.

Ο αρχαίος υπολογιστής



Εικόνα 15 Οι δυο κύριες ομόκεντρες κυκλικές κλίμακες του τροπικού έτους (με τους Αιγυπτιακούς μήνες, που χρησιμοποιούσαν τότε οι αστρονόμοι, όπως σήμερα χρησιμοποιούμε μήνες με Ρωμαϊκά ονόματα) και του ζωδιακού κύκλου με τα Ζώδια που είναι ένας χάρτης του ουρανού. Κατασκευή Κ. Κοτσανά.

Διακρίνονται οι δύο δείκτες, του Ηλίου, το ΧΡΥΣΟΥΝ ΣΦΑΙΡΙΟΝ, όπως διαβάζουμε στο εγχειρίδιο του μηχανισμού, και της Σελήνης.



Εικόνα 16 Γρανάζια του Μηχανισμού των Αντικυθήρων. Ανακατασκευή κυρίου Διονυσίου Κριά-
ρη.

Τι είναι ο Μηχανισμός και πώς λειτουργεί

Ας κάνουμε όμως μια σύντομη ξενάγηση στον Μηχανισμό. Θα δούμε τι κάνει ο Μηχανισμός και πώς είναι κατασκευασμένος και πώς λειτουργεί. Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι ο αρχαιότερος υπολογιστής και συγχρόνως ένα πολύπλοκο αστρονομικό όργανο, πολύ πιο πολύπλοκο από ό,τι εκτιμούσαμε μέχρι σήμερα, σε βαθμό που να μοιάζει ότι προηγείται αιώνες μπροστά από την εποχή του. Πιθανότατα ήταν και αστρονομικό ρολόι ή και πλανητάριο. Ο Μηχανισμός είναι πολύ πιο προηγμένος από τα αστρονομικά ρολόγια που εμφανίσθηκαν στην Δυτική Ευρώπη κυρίως μετά τον 14ο αιώνα. Βρίσκεται στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο στην Αθήνα, ένα θαυμάσιο Μουσείο, με βεβαιότητα ένα από τα καλύτερα του Κόσμου και ασφαλώς το σημαντικότερο για Ελληνικές αρχαιότητες. Ο Μηχανισμός βρίσκεται στη σημαντικότερη συλλογή Χαλκών, όπως ονόμαζαν οι αρχαίοι μας τα χάλκινα, ορειχάλκινα και μπρούτζινα αντικείμενα.

Ο Μηχανισμός αποτελεί μια, σχετικά άγνωστη μέχρι τώρα δυστυχώς για τους πολλούς, βασικότερη και σημαντικότερη πλευρά του θαύματος του Ελληνικού πολιτισμού και του παγκόσμιου πολιτισμού. Αποτελεί τρόπο της επιστήμης στην προσπάθεια κατανόησης της Φύσης και του Κόσμου.

Δυστυχώς, πάρα πολλοί σημαντικοί επιστήμονες, ειδικευμένοι σε διάφορες όψεις του Ελληνικού Πολιτισμού αγνοούν παντελώς ή απορρίπτουν, ή ακόμη και παραβλέπουν, την συνιστώσα της τεχνολογίας. Η ύπαρξη του Μηχανισμού αποδεικνύει ότι οι Έλληνες ανέπτυξαν πολύ προηγμένη τεχνολογία βασισμένη στην επιστήμη, πολύ ανώτερη από ό,τι ήταν γνωστό, αποδεκτό και κατανοητό (πριν από την μελέτη μας) από την Ελληνική και Διεθνή επιστημονική κοινότητα.

Ο Μηχανισμός είναι ο αρχαιότερος υπολογιστής, ένα παράξενο, πολύ ενδιαφέρον όσο και πολύπλοκο αστρονομικό όργανο. Πρόκειται για ένα αξιοθαύμαστο όσο και εντυπωσιακό αυτόματο, το αρχαιότερο γνωστό. Οι λειτουργίες του, οι οδηγίες χρήσης του και αρχαία

κείμενα δείχνουν ότι ήταν ένα πλανητάριο, που δίνει τις θέσεις του Ήλιου και της Σελήνης, όπως και τις φάσεις της. Ίσως προσδιόριζε και τις θέσεις των πλανητών στον ουρανό, σε σχέση με τα άστρα. Είναι δηλαδή το πρώτο Μηχανικό Σύμπαν και ίσως αστρονομικό ρολόι με συνεχή κίνηση. Αυτό λέει ο Πρόκλος, ο τελευταίος φιλόσοφος στην Αθήνα, επονομαζόμενος και Διάδοχος του Πλάτωνα.

Συγχρόνως θα μπορούσε να είναι και αστρονομικό όργανο που επιτρέπει να γίνονται αστρονομικές παρατηρήσεις και μετρήσεις θέσεων και γωνιακών αποστάσεων στον ουρανό, όπως το ύψος του Ηλίου (η γωνία που σχηματίζει μια ηλιακτίνα με το οριζόντιο επίπεδο), της Σελήνης, των πλανητών, της γωνιακής απόστασης δυο ουρανίων αντικειμένων στην ουράνια σφαίρα. Για τέτοιες λειτουργίες θα πρέπει να είχε μερικά στοιχεία, όπως περιστρεφόμενο σκόπευτρο, σαν αυτό που έχουν οι αστρολάβοι. Αυτή την εκτίμηση βασίζω στις γνώσεις που έχουμε για τους αστρολάβους και στα όσα αναφέρονται στο εγχειρίδιο χρήσης του μηχανισμού: *γνωμώ[νιον] κείται χρυσοῦν σφαιρίον...* [ο δείκτης καταλήγει σε μικρή χρυσή σφαίρα, πιθανώς δείκτη του Ηλίου], *εδὼ λείπουν πολλές λέξεις και ακολουθεί 'Ηλίου ἀκτίνα', ὑπὲρ δὲ τὸν 'Ηλιόν ἐστὶν κυ[κλος(:)] ...* [περνάμε μια ακτίνα Ηλίου μέσα από ένα σκόπευτρο;].

Αυτό το θαυμαστό αρχαίο μηχανήμα κατασκευάστηκε εδώ και πολλούς αιώνες, πιθανότατα κατά το δεύτερο ήμισυ του Β' αιώνα π.Χ. και είναι το αρχαιότερο, αλλά και μόνο, αυτόματο μηχανήμα, που έχουμε στα χέρια μας από την αρχαιότητα. Αποτελεί κορυφαίο παράδειγμα της εφευρετικότητας του ανθρώπου και των ικανοτήτων των Ελλήνων. Δείχνει ότι οι άνθρωποι, οι Έλληνες, από την αρχαιότητα κατανόησαν την ύπαρξη των νόμων της φύσης και της ερμηνείας της, αλλά και της πρόβλεψης των φυσικών φαινομένων, με βάση τους νόμους της φυσικής που εκφράζονται σωστά μόνο με τα κατάλληλα μαθηματικά, όπως μας λέει ο Πυθαγόρας και υπονοεί ο Πλάτων.

Τι μορφή είχε ο Μηχανισμός

Η ομοιότητα της περιγραφής του λεγόμενου Ψευδοκαλλισθένη με τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων είναι προφανέστατη. Μας περιγράφει ότι ο *Πίνακας*, όπως ονομάζει το μηχάνημα, έχει τον Ήλιο και την Σελήνη, τα 36 άστρα (δεκανούς τα ονομάζουν οι αρχαίοι), τον ζωδιακό κύκλο και τα 12 ζώδια σε ομόκεντρους κύκλους και τους πλανήτες. Σημαντικό είναι το ότι μας πληροφορεί ότι ο *Πίναξ* είναι ρολόι.

Μεταξύ των άλλων το κείμενο αναφέρει ότι στο παλάτι του Φιλίππου υπάρχει ένα μηχάνημα το οποίο δείχνει τις θέσεις του Ηλίου, της Σελήνης και των πλανητών.² Οι δείκτες των πλανητών καταλήγουν σε πολύτιμους λίθους.

Από την μελέτη μας συγκρίνοντας τα ευρήματά μας με το κείμενο μαθαίνουμε ότι τέτοια μηχανήματα υπήρχαν πραγματικό. Πριν από τη μελέτη μας θεωρούσα ότι αποτελούσαν μια φανταστική διήγηση του λεγόμενου Ψευδοκαλλισθένη. Η ομοιότητά της περιγραφής με τον Μηχανισμό επιτρέπει να κάνουμε και άλλες σκέψεις για την λειτουργία του Μηχανισμού. Από το κείμενο αυτό και άλλα παρόμοια μπορούμε να οδηγηθούμε σε εκτιμήσεις και συμπεράσματα που δεν βασίζονται σε όσα έχουμε ανακαλύψει στα γρανάζια με τις μελέτες μας με τις αξονικές τομογραφίες. Μπορούμε να πιθανολογούμε ότι

² Είπε δὲ αὐτῷ ἡ Ὀλυμπιάς (μητέρα Μεγαλέξανδρου)· “προφῆτα, πέτῃγας ἰδὼν με;” ὁ δὲ (ο Νεκτεναβὼ εἶναι ὁ τελευταῖος Φαραὼ τῆς Αἰγύπτου) ἔφη· “ναί, κυρία· ὑπεμνήσθην γὰρ χρησμοῦ δοθέντος μοι ὑπὸ τῶν ἰδίων θεῶν, ὅτι δεῖ σε βασιλίδι σκέψασθαι. καὶ ἰδοὺ τοῦτο ἀληθὲς ἐγένετο. ὥστε λοιπὸν λέγε μοι ὃ βούλει.” καὶ βαλὼν τὴν χεῖρα αὐτοῦ ἔνδον τοῦ κόλπου αὐτοῦ ἐξήγαγε πινακίδιον ὅπερ λόγος ἐρμηνεῦσαι οὐ δύναται (πινακίδιο που ὁ νους τοῦ ἀνθρώπου δὲν καταλαβαίνει πῶς λειτουργεῖ), χρυσίῳ μὲν καὶ ἐλεφαντίνῳ διακεῖμενων, (φτιαγμένο ἀπὸ χρυσάφι, ἐλεφαντόδοντο) ἔχον ἀστέρας πετὰ καὶ ὠροσκόπον (που ἔχει τὸν Ἥλιο, τὴν Σελήνη καὶ τοὺς πέντε πλανῆτες [Ερμῆ, Ἀφροδίτη, Ἄρη, Δία καὶ Κρόνο] καὶ ὠροσκόπο, δηλαδὴ ὠρολόγιον, ρολοῖ), ἥλιόν τε καὶ σελήνην. καὶ ὁ μὲν ἥλιος ἦν κρυστάλλινος, ἡ δὲ σελήνη ἀδαμαντίνη (ἀπὸ κάποιου σκληροῦ πέτρωμα;), ὁ δὲ λεγόμενος Ζεὺς ἀέριος (γαλάζιος), ὁ δὲ Ἄρης αἱματῖτης (κόκκινο πέτρωμα που πράγματι ὁ πλανήτης Ἄρης εἶναι γεμάτος ἀπὸ αὐτό), ὁ δὲ Κρόνος ὀφίτης (Σερπεντίνης λίθος), ἡ δὲ Ἀφροδίτη σαπφείρινος, ὁ δὲ Ἑρμῆς σμαράγδινος, ὁ δὲ ὠροσκόπος (το ρολοῖ) λύγδινος (μαρμάρινος).

επιπλέον έδειχνε και την ώρα κάτι στο οποίο συμφωνεί και ο Πρόκλος ο οποίος λέει ακόμη ότι είναι ρολόι με συνεχή κίνηση.

Η εξωτερική μορφή του μηχανισμού θα πρέπει να ήταν όπως ενός ρολογιού ροκοκό. Είναι πολύ πιθανό να είχε την μορφή μικρού ναού, με κίονες και πόρτες, βέβαια τις οποίες έχουμε βρει πάνω στις οποίες υπάρχουν οι οδηγίες χρήσης. Είναι πολύ πιθανό να είχε χρυσοποίκιλτα στολίδια, όπως και αγαλματίδια. Μπορεί να είχε και κινούμενα μέρη, όπως τα περιστρεφόμενα αγαλματίδια των ρολογιών του Κτησίβιου. Στο ναυάγιο βρέθηκαν μερικά περίτεχνα αγαλμάτια νέων που χρονολογούνται αρκετά προγενέστερα του μηχανισμού. Ένα από αυτά είναι περιστρεφόμενο. Παρόμοια θα μπορούσαν να είναι μέρη του μηχανισμού, όπως διαβάζουμε για τα αυτόματα του Κτησίβιου, του Ήρωνα ή όπως βλέπουμε σε μεσαιωνικά και μεταγενέστερα ρολόγια.

Μηχανικοί υπολογισμοί

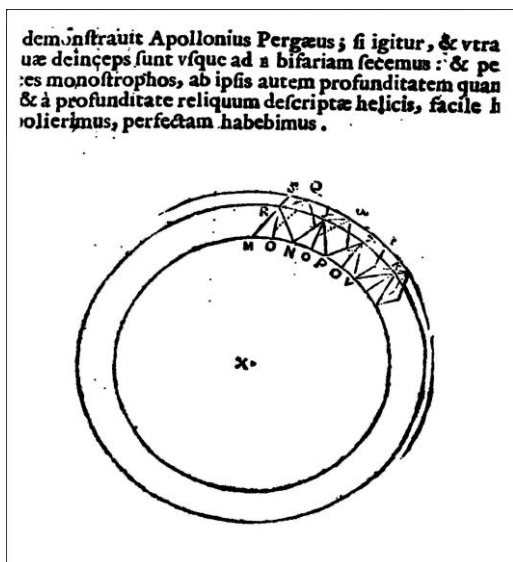
Οι Έλληνες ανακάλυψαν ότι μπορούν να κάνουν υπολογισμούς εν γρανάζια. Δεν ξέρουμε ποιος Έλληνας ανακάλυψε ότι μπορεί να κάνει αυτομάτως μαθηματικές πράξεις με γρανάζια ή με εφαπτόμενους τροχούς. Ο Αριστοτέλης περιγράφει τα παράδοξα των γραναζιών,³ σχετικά με την περιστροφή εφαπτομένων κυλίνδρων ή γραναζιών, την αντιστροφή της φοράς περιστροφής κ.ά. Ασφαλώς αυτό σημαίνει ότι η χρήση τους και οι ιδιότητές τους ήταν γνωστές σε κάποιους από τους αναγνώστες του Αριστοτέλη.⁴ Ο Αριστοτέλης περιγράφει πώς τα γρανάζια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μεταδώσουν κίνηση. Πώς αλλάζουν την κατεύθυνση ή το μέγεθος της δύναμης. Συζήτησε την έννοια του μηχανικού πλεονεκτήματος, η οποία είναι θεμελιώδης για τη λειτουργία των γραναζιών. Μελέτησε γρανάζια που συμπλέκονται

³ ή ίσως μόνον εφαπτομένων κυλίνδρων που κινεί ο ένας τον άλλο λόγω τριβής.

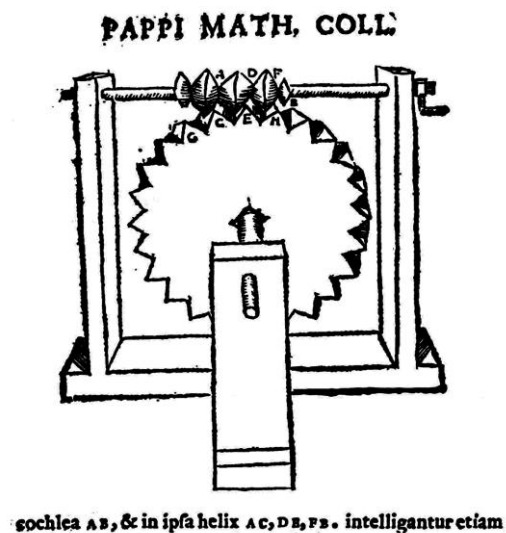
⁴ DeWitt, R. (2017). Aristotle's Empiricism: Experience and Mechanics in the Fourth Century BC. Las Vegas : Parmenides Publishing, Zanetti, C. (2024). Between Aristotle and Archimedes: Why Were Gears Made Visible Through Rock Crystal in the Late Renaissance?. Ricerche Di Storia Dell'arte, 144(3). Ganson, A. (2018). Weird Gears. Imagine Math 6: Between Culture and Mathematics, 179.

με δόντια. Σημείωσε ότι τα γρανάζια έχουν αλληλένδετα δόντια που επιτρέπουν στο ένα γρανάζι να περιστρέφει ένα άλλο. Αυτός ο μηχανισμός συμπλεκόμενων γραναζιών επιτρέπει τη μεταφορά της κίνησης από το ένα μέρος μιας μηχανής στο άλλο. Ο Αριστοτέλης και οι μαθητές του μελετούν εφαρμογές στην τεχνολογία. Ο Αριστοτέλης και πολύ περισσότερο ο Αρχιμήδης αναγνώρισε τις πρακτικές εφαρμογές των γραναζιών σε διάφορες τεχνολογίες, όπως σε συσκευές ανύψωσης νερού και σε άλλες μηχανές της εποχής τους. Ο Αριστοτέλης δεν παρείχε λεπτομερείς τεχνικές περιγραφές ή σχέδια γραναζιών, οι παρατηρήσεις του ωστόσο έθεσαν τις βάσεις για την κατανόηση των μηχανικών τους αρχών. Τα έργα του επηρέασαν μεταγενέστερους επιστήμονες και μηχανικούς που επέκτειναν τις ιδέες του για να αναπτύξουν πιο προηγμένα μηχανικά συστήματα.

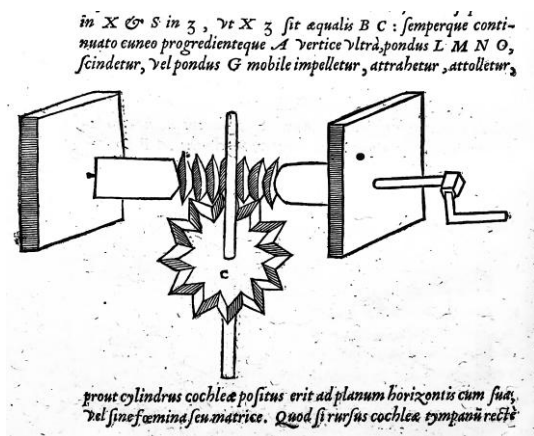
Ασφαλώς ο καθημερινός άνθρωπος της αρχαιότητας είχε δει ξύλινα γρανάζια από ανεμόμυλους και ίσως και άλλες κατασκευές. Ο Πάππος ο Αλεξανδρεύς, (290 – 350 μ.Χ.) μέγας Έλληνας μαθηματικός στο βιβλίο του Συναγωγή, όπου πιθανότατα παρουσιάζει όλες τις γνώσεις των μαθηματικών και της φυσικής εκείνης της εποχής (Ρωμαιοκρατία). Ο Πάππος περιγράφει και μελετάει γρανάζια, δίνει οδηγίες κατασκευής γραναζιών διαφόρων τύπων, ατέρμονων κοχλιών, γραναζιών με λοξά δόντια, και πολλές μηχανές ακόμη και εξαιρετικά πολύπλοκες και εκπαιδεύει τον αναγνώστη στη μηχανική και τα γρανάζια. Ο Ήρων στα βιβλία του εκπαιδεύει τον αναγνώστη σε όλους τους μηχανισμούς και ιδιαίτερος στα αυτόματα, ενώ αφιερώνει ένα βιβλίο του στους αυτοματισμούς που λειτουργούν με πεπιεσμένο αέρα.



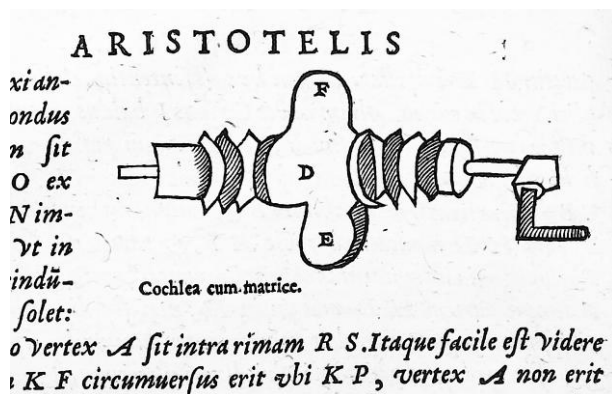
Εικόνα 17 Σχεδίαση και κατασκευή γραναζιού από τον Πάππο.



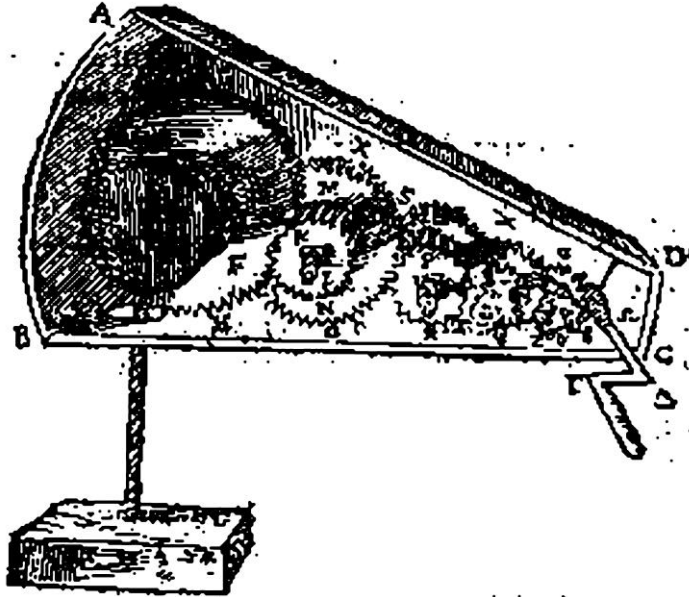
Εικόνα 18 Στο βιβλίο Η μαθηματική συναγωγή του Πάππου του Αλεξανδρέως δίδονται οδηγίες πώς να φτιάξεις και πολύπλοκες κατασκευές, όπως η περιστροφή γραναζιού από ατέρμονα κοχλία.



Εικόνα 19 17 Κατασκευή με ατέρμονα κοχλία από την παλαιότερη λατινική έκδοση της Μηχανικής του Αριστοτέλη, Ίδρυμα Αικατερίνης Λασκαρίδη.



Εικόνα 20 17 Κατασκευή με ατέρμονα κοχλία από την παλαιότερη λατινική έκδοση της Μηχανικής του Αριστοτέλη, Ίδρυμα Αικατερίνης Λασκαρίδη.



Εικόνα 21 Στο βιβλίο *Η μαθηματική συναγωγή* του Πάππου του Αλεξανδρέως δίδονται και πολύπλοκες κατασκευές και προβλήματα για τον αναγνώστη. Προσέξτε πόσο πολύπλοκη είναι αυτή η κατασκευή με πάμπολλα γρανάζια

Ο Αρχιμήδης συνέβαλε σημαντικά στην κατανόηση και τη χρήση των μηχανικών αρχών με την απαραίτητη συμβολή των θεωρητικών μαθηματικών και των νόμων της φυσικής τους οποίους ο ίδιος εισάγει και διατυπώνει. Στις μελέτες του συμπεριλαμβάνονται και τα γρανάζια. Δεν υπάρχουν σωζόμενες λεπτομερείς πραγματείες από τον Αρχιμήδη που να επικεντρώνονται ειδικά στα γρανάζια, το έργο και οι εφευρέσεις του καταδεικνύουν τη βαθιά κατανόησή του για τα μηχανικά συστήματα, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης των γραναζιών. Βασικές συνεισφορές του Αρχιμήδη είναι ο κοχλίας. Ο κοχλίας είναι από τις πιο διάσημες εφευρέσεις που αποδίδονται στον Αρχιμήδη. Είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται για την ανύψωση του νερού. Αυτή η αντλία που έχει μορφή βίδας δείχνει μια πρώιμη κατανόηση των ελικοειδών γραναζιών, καθώς μετατρέπει την περιστροφική κίνηση σε γραμμική κίνηση για την αποτελεσματική ανύψωση του νερού. Το σύστημα σύνθετης τροχαλίας μελέτησε ο Αρχιμήδης και ανέπτυξε πολύτιμο εργαλείο το οποίο χρησιμοποιεί πολλαπλές τροχαλίες για την κατανομή

του βάρους και τη μείωση της προσπάθειας που απαιτείται για την ανύψωση πολύ βαρειών αντικειμένων. Αν και δεν είναι γρανάζια με τη σύγχρονη έννοια, οι αρχές του μηχανικού πλεονεκτήματος και της κατανομής της δύναμης που διερεύνησε είναι θεμελιώδεις για τη λειτουργία του γραναζιού. Ο Αρχιμήδης έγραψε εκτενώς για τις αρχές των μοχλών, της στατικής και της υδροστατικής. Το έργο του για την ισορροπία και την πλευστότητα των σωμάτων είναι οι πρώτες όσο και πολύ προχωρημένες μελέτες της ισορροπίας και της κίνησης. Αυτές είναι βασικές έννοιες στη μηχανική των γραναζιών. Αν και αυτές οι εργασίες δεν επικεντρώνονται αποκλειστικά σε γρανάζια, στηρίζουν τις μηχανικές αρχές που κάνουν τα γρανάζια αποτελεσματικά. Ο Αρχιμήδης είναι πολύ γνωστός για την εφεύρεση των πολεμικών μηχανών του. Σχεδίασε και κατασκεύασε πολλές πολεμικές μηχανές, συμπεριλαμβανομένων καταπέλτων και γερανών. Χρησιμοποίησε πολύπλοκα μηχανικά συστήματα με μοχλούς, γρανάζια και κασάνιες. Αν και οι συγκεκριμένες λεπτομέρειες σχετικά με τη χρήση γραναζιών σε αυτές τις μηχανές είναι σπάνιες, η λειτουργία τους απαιτούσε προηγμένη κατανόηση των γραναζιών και των σχετικών μηχανισμών. Η κληρονομιά του Αρχιμήδη στη μηχανική και τη μηχανική παρείχε τα θεμέλια για μεταγενέστερες εξελίξεις στην τεχνολογία των γραναζιών. Η συμβολή του στις αρχές της κίνησης, της δύναμης και του μηχανικού πλεονεκτήματος είναι εγγενής στη λειτουργία των γραναζιών και έχουν επηρεάσει τις μηχανικές πρακτικές μέχρι σήμερα.

Με τα γρανάζια οι Έλληνες αναπαράγουν τις κινήσεις του Ηλίου, της Σελήνης και των πλανητών προσθέτοντας κυκλικές κινήσεις, διότι αυτές μεταφράζονται αμέσως σε κινήσεις γραναζιών και γίνονται αυτομάτως οι προσθέσεις των κινήσεων. Τα γρανάζια έχουν σχεδιαστεί έτσι που να κινούν το ένα το άλλο και η κίνηση των γραναζιών κινεί δείκτες με συγκεκριμένη γωνιακή ταχύτητα πάνω σε κλίμακες που είναι διαιρεμένες σε μήνες κ.λπ., στις οποίες δίνει ο αρχαίος υπολογιστής το αποτέλεσμα. Οι ενδείξεις των δεικτών πάνω στις κλίμακες κυκλικές και ελικοειδείς επιτρέπουν να ξέρουμε τις θέσεις των ουρανίων σωμάτων στον ουρανό, στον ζωδιακό ο οποίος είναι χάρτης του ουρανού. Άλλοι δείκτες δίνουν και την ημερομηνία σε διάφορα ημερολόγια. Ο μηχανισμός συγχρονίζει τα διάφορα ημερολόγια που χρησιμοποιούσαν οι Έλληνες. Οι Έλληνες χρησιμοποιούν παράλληλα το λε-

γόμενο αιγυπτιακό ημερολόγιο του ενός έτους, αλλά και τα παραδοσιακά σεληνοηλιακά ημερολόγια. Επίσης άλλοι δύο δείκτες δίνουν την πρόβλεψη κάθε έκλειψης.

Τα γρανάζια και τα μέταλλα του μηχανισμού

Εξαιρετικά εντυπωσιακή είναι η σχεδίαση, η τεχνολογία, η κατασκευή, η μηχανική, η μεταλλουργία, η μεταλλοτεχνία και η χημεία του μηχανισμού. Η κατασκευή των γραναζιών είναι αξιοθαύμαστη. Τα γρανάζια είναι όλα πολύ λεπτά, με μικρά δόντια σε σχήμα ισόπλευρου τριγώνου, με πλευρές γύρω στα 2 ή 2,2 mm. Η κατασκευή τέτοιων οδοντωτών τροχών είναι δύσκολη και σήμερα.

Τα γρανάζια σχεδιάστηκαν με βάση τους μαθηματικούς υπολογισμούς που επιτρέπουν την πρόβλεψη ενός φυσικού φαινομένου, των εκλείψεων για παράδειγμα. Σχεδιάζονται γρανάζια με κατάλληλο αριθμό δοντιών για την συγκεκριμένη μαθηματική πράξη. Για οικονομία και, στο βαθμό που είναι δυνατό ή βολικό, σχεδιάζονται και χρησιμοποιούνται γρανάζια με αριθμό δοντιών που είναι πρώτος αριθμός, δηλαδή αριθμός που δεν διαιρείται παρά μόνο από τον εαυτό του και την μονάδα. Αυτό γίνεται κυρίως για οικονομία. Το πάχος των γραναζιών και το μέγεθος των δοντιών επιλέγεται με βάση την αντοχή του υλικού και την δυνατότητα να κινούνται τα γρανάζια χωρίς να απαιτείται για την λειτουργία πολύ μεγάλη δύναμη που θα τα σπάσει. Σχεδιάζαν μεγέθη γραναζιών τα οποία δεν θα απαιτούσαν χρήση τριβείων, ρουλεμάν.

Ασφαλώς το μέγεθος του μηχανήματος ήταν επίσης καθοριστικό για το μέγεθος των γραναζιών και από αυτό το μέγεθος των δοντιών, αφού οι μαθηματικές πράξεις που απαιτούνται για ένα συγκεκριμένο υπολογισμό είναι ορισμένες. Ο κατασκευαστής του μηχανήματος, για να μη σπάνε τα μεγάλα γρανάζια, βάζει τοξοειδείς κατασκευές που ονομάζονται ασφάλειες. Οι ασφάλειες συγκρατούν τα μεγάλα γρανάζια στο επίπεδό τους, τα εμποδίζουν να λυγίσουν και να σπάσουν.

Τα γρανάζια και τα δόντια σχεδιάζονταν με ένα μικρό διαβήτη και κόβονταν με λίμες και κατά περίπτωση με μικρά πριονάκια. Τα γρανάζια και ειδικά τα δόντια έχουν υποστεί σκλήρυνση ώστε να είναι πιο ανθεκτικά στα άκρα. Αυτό επιτεύχθηκε με σφυρηλάτηση, και πιθανό-

τατα με βαφή και ασφαλώς ανόπτηση, αλλά και με ειδικά κατάλληλα ανθεκτικά κράματα. Ανόπτηση είναι κατεργασία μετάλλου ή κράματος με σκοπό να γίνει πιο ανθεκτικό σε καταπονήσεις. Επιτυγχάνεται με σφυρηλάτηση (ή ενδοτράχυνση για ορισμένα μέταλλα, παραμόρφωση πέρα από το όριο ελαστικότητας), με θέρμανση και στη συνέχεια απότομη ψύξη. Αυτές οι διεργασίες βελτιώνουν τις μηχανικές ιδιότητες του μετάλλου, ώστε να είναι σκληρότερο, λιγότερο εύθρυπτο και ευλύγιστο. Ανάλογα με την περίπτωση και τις επιθυμητές ιδιότητες του μετάλλου, του κράματος για την χρήση που προορίζεται, για γραναζι ή άξονα, για ξίφος κ.λπ. επιλέγεται η καταλληλότερη μέθοδος.

Για τη λίπανση των γραναζιών χρησιμοποιούσαν μόλυβδο (όπως παλαιότερα μέσα στη βενζίνη που λίπαινε τους κινητήρες αυτοκινήτων).



Εικόνα 22 Μερικά από τα περίτεχνα υάλινα αγγεία, πιθανότατα φτιαγμένα γύρω στο 75 π.Χ., μέρος του πολύτιμου φορτίου του αρχαίου πλοίου του Α΄ π.Χ: αιώνα που βυθίστηκε στα Αντικύθηρα, χαρακτηριστικό του πλούτου που μετέφερε το τεράστιο ναυάγιο. (Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο)

Πίνακας: Χημική σύσταση τμημάτων του μηχανισμού κατά Price (1974) Φασματοσκοπική ανάλυση που έκανε ο C. S. Smith		
Χημικό στοιχείο	Μέσος όρος%	Διάφορα τμήματα %
Χαλκός	Κύριο συστατικό	Κύριο συστατικό
Κασσίτερος	1-10	1-10
Μόλυβδος	0,3	0,6
Αρσενικό	0,1	0,1
Νάτριο	0,1	0,1
Νικέλιο	0,06	0,1
Χρυσός	0,06	0,04
Σίδηρος	0,05	0,05
Αντιμόνιο	0,02	0,04
Βισμούθιο	0,02	0,04
Αλουμίνιο, Μολυβδαίνιο, Ασβέ- στιο, Κοβάλτιο.	0,01	
Μαγνήσιο, Βανάδιο, Άργυρο,	0,001-0,005	

Βόριο, Χρώμιο.		
Δεν ανιχνεύθηκαν: Ψευδάργυρος, Υδράργυρος	Λιγότερο από 0,02%	
Το σφάλμα χαμηλής περιεκτικότητας χημικών στοιχείων είναι πιθανότατα πολύ μεγάλο, έως 50%		

Πώς ονομαζόταν ο μηχανισμός κατά την αρχαιότητα

Αρχή Σοφίας ονομάτων επίσκεψις, είπε ο Κυνικός φιλόσοφος Αντισθένης (445-360 π.Χ.). Πράγματι όπως λέει και ο Αντισθένης, η ονομασία επιτρέπει την καλύτερη κατανόηση του κάθε αντικειμένου. Έχει ιδιαίτερη σημασία να γνωρίζουμε πώς ονομάζεται πραγματικά το πολύπλοκο αυτό αστρονομικό όργανο την εποχή του, κατά την αρχαιότητα.

Το παράξενο αυτό αντικείμενο, που σήμερα έχει επικρατήσει να ονομάζεται Μηχανισμός των Αντικυθήρων, ονομαζόταν για μεγάλες χρονικές περιόδους κατά την αρχαιότητα Πίναξ, δηλαδή πίνακας. Μέχρι πριν λίγα χρόνια ονομαζόταν αστρολάβος των Αντικυθήρων, αλλά οι επιστήμονες άλλαξαν το όνομά του, επειδή είναι πολύ πιο πολύπλοκος από τους πιο πολύπλοκους αστρολάβους όλων των αιώνων.

Τέτοια μηχανήματα στην αρχαία βιβλιογραφία, που επίσης είναι πολύ σημαντικό τμήμα του πολιτισμού μας, ονομάζονται κατά την αρχαιότητα *Πινακίδια*, *Πίνακες*⁵, *Σφαίρες* ή ίσως και *αστρολάβια*. Πιθανώς κάποια ονομάζονται απλώς ωρολόγια, όπως οι Αέρηδες (Ωρολόγιο του Ανδρόνικου Κυρρήστου) όταν είναι μεγάλα με μορφή κτηρίου όπως το ρολόι του Ανδρόνικου και το ρολόι της Γάζας. Από

⁵ Ο Φώτιος, ο λεγόμενος διεθνώς ο λεξικογράφος (810-893), μετέπειτα Οικουμενικός Πατριάρχης (858-867 και 877-886), στο βιβλίο του «*Λέξεων Συναγωγή*», που αργότερα ονομάστηκε «*Λεξικόν*», και το οποίο έγραψε με τους μαθητές του, μας πληροφορεί ότι Πίναξ είναι σανίς έζωγραφημένη δηλαδή ζωγραφικός πίνακας. Το λεξικό του Σούδα γράφει: *Πίναξ είναι σανίς έζωγραφημένη* και ότι Πυξίς σημαίνει τὸ πινακίδιον. Στο βιβλίο του Παρεκβολαί εις την Ομήρου Ιλιάδα, ο Ευστάθιος, Αρχιεπίσκοπος Θεσσαλονίκης (1115-1195/6), γράφει: *καθ' Όμηρον πίναξ και ή παρὰ τοῖς μεθ' Όμηρον δέλτος. Πίναξ γάρ, έξ οὔ και πινακίσκιον, οὔ μόνον σκεῦος δεξιὸν εις τὸ πίνειν κατὰ ἀτρεκές ὄνομα εἶποι ἂν ὁ Κίλιξ σοφός, ήγουν κατὰ έτυμολογίαν, ἀφ' οὔ και κρεῶν πίνακες πρὸς ὁμοιότητα, ὡς έξδὸν ὃν και δι' αὐτῶν πίνειν, ἀλλὰ και ή σανίς πίναξ λέγεται, ὡς δῆλον και ἐκ τοῦ νεῶν εἰρῆσθαι πίνακας, και ἐκ τοῦ πινακηδὸν ἀποσπῶν, ήγουν δίκην σανίδων, ὅθεν και πινακίδια γραμμάτων, και βιβλίου δὲ πίναξ, τὸ ἐπίπεδον, ὥπερ αἱ κατ' αὐτὸ ὑποθέσεις ἐπιπιλοῦνται, ρηθεῖς οὔτω μεταφορικῶς.*

την βιβλιογραφία γνωρίζουμε μερικούς από τους σημαντικότερους μηχανισμούς που έφτιαξε ο Αρχιμήδης στις Συρακούσες και ο Ποσειδώνιος στην Ρόδο. *Πινακίδιο* φυσικά ονομαζόταν ο μικρός πίνακας, αν ήταν μικρός και φορητός, ακριβώς. Μικρός και φορητός μπορεί να θεωρηθεί ο μοναδικός Μηχανισμός των Αντικυθήρων.

Σε άλλες χρονικές περιόδους παρόμοια μηχανήματα ονομάζονται σφαίρες, όπως την εποχή του Αρχιμήδη. Με τον ίδιο όρο τα ονομάζει πολύ αργότερα και ο Κικέρων. Ο όρος αστρολάβος, ή αστρολάβιον, χρησιμοποιείται συγχρόνως με τον όρο πινακίδιον από τον ίδιο συγγραφέα (Ψευδοκαλλισθένη).

Σε κάποια αρχαία βιβλία διαβάζουμε διάφορα πολύ χρήσιμα κείμενα που αναφέρεται σε παρόμοιο όργανο. Ένα από τα ονόματα που δίδονται σε τέτοια μηχανήματα είναι και το όνομα *Πίναξ* ή *Πινακίδιον*, όταν πρόκειται για μικρό σε μέγεθος, δηλαδή όταν αναφέρεται σε φορητό όργανο. Σε ένα βιβλίο με τίτλο *Αλεξάνδρου βίος* [*Historia Alexandri Magni* (Recensio α)] του Ψευδοκαλλισθένους περιέχονται σημαντικές πληροφορίες. Ο συγγραφέας που ονομάζεται από τους ειδικούς Ψευδοκαλλισθένης διότι θεωρείται ότι δεν είναι ο γνωστός και σημαντικότερος μαθητής του Αριστοτέλη Καλλισθένης, αλλά μεταγενέστερος του 3^{ου} αιώνα μ.Χ., με το ίδιο όνομα ή ίσως και ψευδώνυμο. Το βιβλίο είναι μια μυθιστορηματική βιογραφία του Μεγαλέξανδρου. Αυτό το βιβλίο υπήρξε λαοφιλές ανάγνωσμα κατά καιρούς σε όλο τον Κόσμο σε όλες τις γλώσσες. Το βιβλίο ήταν ευρύτερα γνωστό στην Ελλάδα με τον τίτλο *Η Φυλλάδα του Μεγ' Αλέξανδρου*. Πιο σωστά ωστόσο ονομάζεται *Διήγησις Αλεξάνδρου του Μακεδόνο*⁶. Ήταν από τα δημοφιλέστερα βιβλία και στον Ελληνικό Κόσμο μέχρι τον εικοστό αιώνα, διότι έδινε στους υπόδουλους Έλληνες ελπίδα ότι αφού διδάσκει ότι οι Έλληνες είναι σημαντικό έθνος το οποίο έδωσε πολιτισμό σε όλη την οικουμένη και συνεπώς μπορεί να απελευθερωθεί και θα ξαναγίνει μεγάλο. Τα βιβλίο αυτό αποτέλεσε και εκπαι-

⁶ Το βιβλίο τυπώθηκε με τίτλο *Διήγησις Αλεξάνδρου του Μακεδόνο* το 1804 με διορθώσεις και επιμέλεια του Γ.Ν. από τον Έλληνα τυπογράφο Πάνο Θεοδοσίου. Το βιβλίο αυτό είναι διαθέσιμο σε ηλεκτρονική μορφή δωρεάν σε αυτή και άλλες εκδόσεις. Η περιγραφή του μηχανισμού των Αντικυθήρων σε κάθε έκδοση και κάθε γλώσσα είναι διαφορετική και παρουσιάζει ενδιαφέρον. Η περιγραφή προσαρμόζεται στις αντιλήψεις της εποχής.

δευτικό βιβλίο διότι οι φτωχοί υπόδουλοι Έλληνες δεν είχαν παρά ελάχιστα βιβλία.

Αξίζει να συγκριθούν οι παραλλαγές των κειμένων των διαφόρων εκδόσεων του βιβλίου σε διάφορες εποχές, αλλά και σε διάφορες γνώσεις στις οποίες εκδόθηκε για διάφορους λαούς. Το κείμενο μεταξύ των άλλων θέλει να δείξει ότι ο Αλέξανδρος έχει και αίμα Αιγυπτιακό, ότι ο πατέρας του είναι ο Άμμων Ρα, ώστε να γίνει αποδεκτή η Μακεδονική δυναστεία στην Αίγυπτο και άλλες χώρες όπου οι βασιλιάδες είχαν [υποτιθέμενη] συγγένεια με τους θεούς ώστε να είναι σεβαστοί και αποδεκτοί από τον λαό.

Η πραγματική του ονομασία, όπως διαπιστώνουμε μελετώντας προσεκτικά τα αρχαία κείμενα με περιγραφές παρόμοιων οργάνων, είναι πιθανότατα *Πίναξ* (πίνακας), ή όπως τον αποκαλούσαν συνηθέστερα *Πινακίδιον* (δηλαδή μικρός φορητός πίνακας, με άλλα λόγια tablet). Πινακίδια ονομάζονται μικρά φορητά αστρονομικά μηχανήματα με αναπαράσταση του ουρανού. Σε ένα αρχαίο βιβλίο αναφέρεται ότι κάποιος έχει ένα πινακίδιο μέσα στον χιτώνα του, δηλαδή, στην τσέπη του. Σε ορισμένα αρχαία κείμενα ονομάζεται *Βασιλικόν Πινακίδιον* και *Πολυτίμητον*, διότι αναφέρονται σε μηχανήματα που ήταν πάρα πολύ ακριβά, πολύτιμα αντικείμενα, μερικά από αυτά χρυσοποίκιλτα, φτιαγμένα με ελεφαντοστό, άλλα με ξύλο εβένου, άλλα με δείκτες πλανητών φτιαγμένους με πολύτιμους λίθους.

Πώς κινείται ο Μηχανισμός

Ένα βασικό ερώτημα αφορά την κίνηση του Μηχανισμού. Αν ήταν ρολόι, πλανητάριο ή όχι. Διαβάζουμε σε αρχαία κείμενα ότι τέτοιοι μηχανισμοί είχαν στα άκρα των δεικτών των πλανητών αγαλματίδια θεών (*δαίμονες*, όπως λέει το αρχαίο κείμενο). Τα αγαλματίδια των θεών αντιπροσωπεύουν του πλανήτες. Αγαλματίδιο της Αφροδίτης ήταν στο άκρο του δείκτη του πλανήτη με το ίδιο όνομα, του Δία ομοίως κ.λπ. Σε ένα βιβλίο που περιγράφει ένα τέτοιο πινακίδιο, ένα μηχανικό κόσμο, ο Δίας είναι θυμωμένος και στεναχωρημένος λέει,

ότι οι άνθρωποι τον ρεζίλεψαν κατασκευάζοντας ένα μηχανικό Σύμπαν και δεν έχει πλέον δουλειά να κάνει. Αλλού ο συγγραφέας αναφερόμενος στον πλανήτη Δία ενός τέτοιου μηχανισμού γράφει: *ο ούτως αποκαλούμενος Δίας*.

Φυσικό λοιπόν είναι κάποια πολυτελή πινακίδια να ονομάζονται βασιλικά, αφού μόνο βασιλείς ή πάρα πολύ πλούσιοι μπορούσαν να έχουν έναν τέτοιο πίνακα.

Εξαιρετικά ενδιαφέρων είναι ο ορισμός του μηχανικού που δίνει ο μαθηματικός και φιλόσοφος Πάππος ο Αλεξανδρεύς· εκτιμάται ότι έζησε γύρω στα 290 έως 350 μ.Χ. μπορεί και νωρίτερα, αλλά και αργότερα, διότι σύμφωνα με μερικούς συγγραφείς έδρασε την εποχή του Διοκλητιανού (284-305 μ.Χ.), ο οποίος είναι ο πρώτος αυτοκράτορας που απαγορεύει τα μαθηματικά, την αστρονομία και την χημεία για να μην αποκτήσουν ισχύ οι Έλληνες. Το αντιεπιστημονικό έργο συνέχισε ο Θεοδόσιος (372-395), που έκλεισε τα πανεπιστήμια και άλλοι.

Το ότι υπήρχαν και άλλοι παρόμοιοι μηχανισμοί φαίνεται από το ότι ο σημαντικότερος φιλόσοφος Πάππος,⁷ σύγχρονος του Θέωνα (περίπου 335 έως 405), πατέρα της Υπατίας, δίνει ένα ενδιαφέροντα ορισμό του μηχανικού:

*Μηχανικός είναι μόνον αυτός που μπορεί να κατασκευάσει πλανητάρια, εις τα οποία οι κινήσεις των πλανητών εγένοντο διά συστήματος λειτουργούντος δι' ύδατος.*⁸ Ο Πάππος εξηγεί ότι ο όρος «μηχανι-

⁷ Πάππου, *Συναγωγή*: καλοῦσι δὲ μηχανικοὺς οἱ παλαιοὶ καὶ τοὺς θαυμασιουργοὺς, ὧν οἱ μὲν διὰ πνευμάτων φιλοτεχνοῦσιν, ὡς Ἑρῶν πνευματικοῖς, οἱ δὲ διὰ νευρίων καὶ σπάρτων ἐμψύχων κινήσεις δοκοῦσι μιμεῖσθαι, ὡς Ἑρῶν αὐτομάτοις καὶ ζυγίοις, ἄλλοι δὲ διὰ τῶν ἐφ' ὕδατος ὀχουμένων, ὡς Ἀρχιμήδης ὀχουμένοις, ἢ τῶν δι' ὕδατος ὠρολογίων, ὡς Ἑρῶν ὑδρείοις, ἃ δὴ καὶ τῇ γνωμονικῇ θεωρίᾳ κοινωνοῦντα φαίνεται.

⁸ απόσπασμα από το Βιβλίο 8 της «Συναγωγής» του Πάππου της Αλεξάνδρειας, ενός σημαντικού αρχαίου Έλληνα μαθηματικού. Το κείμενο πραγματεύεται τον ορισμό του μηχανικού και τις μεθόδους του. Γράφει ο Πάππος «Οι αρχαίοι ονομάζουν μηχανικούς και εκείνους που εκτελούν θαυμάσια έργα. Μερικοί από αυτούς εργάζονται με πνευματικά, όπως ο Ἑρῶν με τα πνευματικά του· άλλοι φαίνεται να μιμούνται κινήσεις ζωντανών όντων χρησιμοποιώντας χορδές και σχοινιά, όπως ο Ἑρῶν με τα αυτόματα και τις ζυγαριές του· άλλοι με μέσα. οχημάτων στο νερό, όπως ο Αρχιμήδης με τις πλωτές συσκευές του ή από τα ρολόγια του νερού, όπως

κοί» χρησιμοποιήθηκε από τους αρχαίους για να περιγράψει αυτούς («θαυμασιουργούς») που δημιουργήσαν αξιόλογες πολύπλοκες μηχανικές συσκευές. Δίνει παραδείγματα διαφορετικών τύπων μηχανισμών και των δημιουργών τους, όπως τα πνευματικά και αυτόματα του Ήρωνα και οι υδραυλικές συσκευές του Αρχιμήδη. Αυτοί οι μηχανισμοί ήταν εντυπωσιακοί και περιλάμβαναν περίπλοκα σχέδια που μιμούνταν τις φυσικές κινήσεις ή χρησιμοποιούσαν νερό για τη μέτρηση του χρόνου, υποδεικνύοντας ένα μείγμα μηχανολογίας και θεωρητικής γνώσης. Κάποιοι μηχανισμοί λειτουργούν με συνεχή κίνηση με πεπιεσμένο αέρα, άλλοι με χορδές και σχοινάκια με τα οποία λειτουργούν τα αυτόματα με βάρη, όπως του Ήρωνα. Ενώ του Αρχιμήδη συνδυάζουν τις κινήσεις με νερό, ειδικά για να μετρούν με ακρίβεια την ώρα. Βασίζονται στη θεωρία της κατασκευής ρολογιών. Ο Πρόκλος επιβεβαιώνει ότι αυτά τα ρολόγια βασίζονται σε συνεχή κίνηση.⁹

Με παρόμοιο σύστημα υποστηρίζω ότι κινείται ο μηχανισμός των Αντικυθήρων. Κινείται με σύστημα βάρους, αντιβάρου και πλωτήρα με νερό (φελλό λέει ο Ήρων) που ρυθμίζει την κίνηση. Η κίνηση ρυθμίζεται από μια μεγάλη κλεψύδρα με πρισματική διατομή. Το νερό ανέρχεται με σταθερό ρυθμό, ένας πλωτήρας ανεβαίνει μαζί με το νερό και με σύστημα βάρους αντίβαρου

Ο όρος *πίναξ* πιθανώς χρησιμοποιήθηκε επειδή αρχικά έγραφαν αστρονομικά στοιχεία σε μια μικρή σανίδα, σε ένα ορθογώνιο λείο ξύλο. Μια τέτοια επιφάνεια ήταν συχνά καλυμμένη με λεπτό στρώμα από κερί, όπου μπορούσε ο γραφέας να γράφει με γραφίδα μεταλλική ή με ένα ξυλαράκι, και να σβήνει, κάνοντας πάλι ομαλή την καλυμμένη με κερί επιφάνεια ώστε να μπορεί να ξαναγράψει, όπως κάναμε σήμερα στους πίνακες με κιμωλία ή μαρκαδόρο.

Στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο μπορούμε να δούμε αναπαράσταση μιας τέτοιας γλυφίδας που κρατάει ο λεγόμενος φιλόσοφος των Αντικυθήρων (πιθανώς ο φιλόσοφος Βίων ο Βορυσθενίτης) στα

ο Ήρων με τις υδάτινες συσκευές του, που πράγματι φαίνεται να συμμερίζονται τη θεωρία του γνώμονα». Πάππου, Συναγωγή (8,1024,24).

⁹ Πρόκλου, Υποτύπωση αστρονομικών υποθέσεων (4,73,4)

αριστερό χέρι του. Πίνακες ίσως ονομάζονταν επειδή οι αστρονόμοι χρησιμοποιούσαν τέτοια όργανα για να συντάσσουν πίνακες με αστρονομικά φαινόμενα, όπως ανατολές και δύσεις του Ηλίου, το μέγιστο ύψος του Ηλίου κατά το μεσημέρι για κάθε ημέρα του έτους, την θέση της Σελήνης και ίσως και στοιχεία των πλανητών, ή ίσως επειδή τέτοια όργανα είχαν πίνακες, όπως τα στοιχεία των πλανητών που διαβάζουμε στο χάλκινο βιβλιαράκι του μηχανισμού των Αντικυθήρων. Με άλλα λόγια, αυτοί οι αστρονομικοί πίνακες είχαν τα στοιχεία που έχουν σήμερα οι αστρονομικές εφημερίδες και χρησίμευαν στους αστρονόμους, τους γεωγράφους, τους πλοιάρχους, τους ταξιδιώτες.

Τέτοια μηχανήματα όπως ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων λέγονταν και σφαίρες, όπως τα μηχανήματα που έφτιαξε ο Αρχιμήδης. Η λέξη *Σφαίρα* χρησιμοποιείται πιθανότατα διότι αρχικά τέτοια μηχανήματα, που είναι ομοιώματα του σύμπαντος, ήταν σφαιρικά, μιμούμενα το στερέωμα, τον ουρανό με τα άστρα, που από την αρχαιότητα οι άνθρωποι απεικονίζουν με σφαίρα. Αξίζει να αναφέρουμε ότι οι δυο μεγάλοι ατομικοί φιλόσοφοι, ο Λεύκιππος και ο μαθητής του Δημόκριτος, υποστηρίζουν ότι όλα τα άστρα είναι στην ίδια απόσταση από την Γη και συνεπώς πάνω σε μια σφαίρα, διότι αν κάποιο άστρο ήταν πιο κοντά θα μας τραβούσε με την βαρύτητά του. Δηλαδή οι προσωκρατικοί φιλόσοφοι αντιλαμβάνονται την παγκόσμια έλξη δυο χιλιετίες πριν τον Νεύτωνα.

Δεν χρειάζεται να θυμίσουμε ότι οι Έλληνες είναι και σήμερα οι πρώτοι στον Κόσμο στις θάλασσες και ίσως ήταν και οι πρώτοι που αναπτύσσουν ναυτιλία, όπως απέδειξαν, τελευταία, οι αρχαιολόγοι που βρήκαν μόνιμες εγκαταστάσεις ανθρώπων παλαιολιθικής εποχής στην Κρήτη, που υποδεικνύουν ότι η ναυτιλία αναπτύχθηκε χιλιετίες πριν και ίσως για πρώτη φορά στην Ελλάδα και ασφαλώς για αυτόν τον λόγο οι Έλληνες, λόγω παράδοσης, είναι οι πρώτοι ναυτικοί στον Κόσμο και κανείς δεν τους έχει ξεπεράσει, ούτε και πρόκειται να τους ξεπεράσει.



Εικόνα 23 Γρανάζια από την πρώτη ανακατασκευή του Μηχανισμού που έφτιαξε ο Ι. Θεοφανίδης, 1930



Εικόνα 24 Δυο ομοιώματα σφαιρικών αστρολάβων 8ου αιώνα π.Χ..



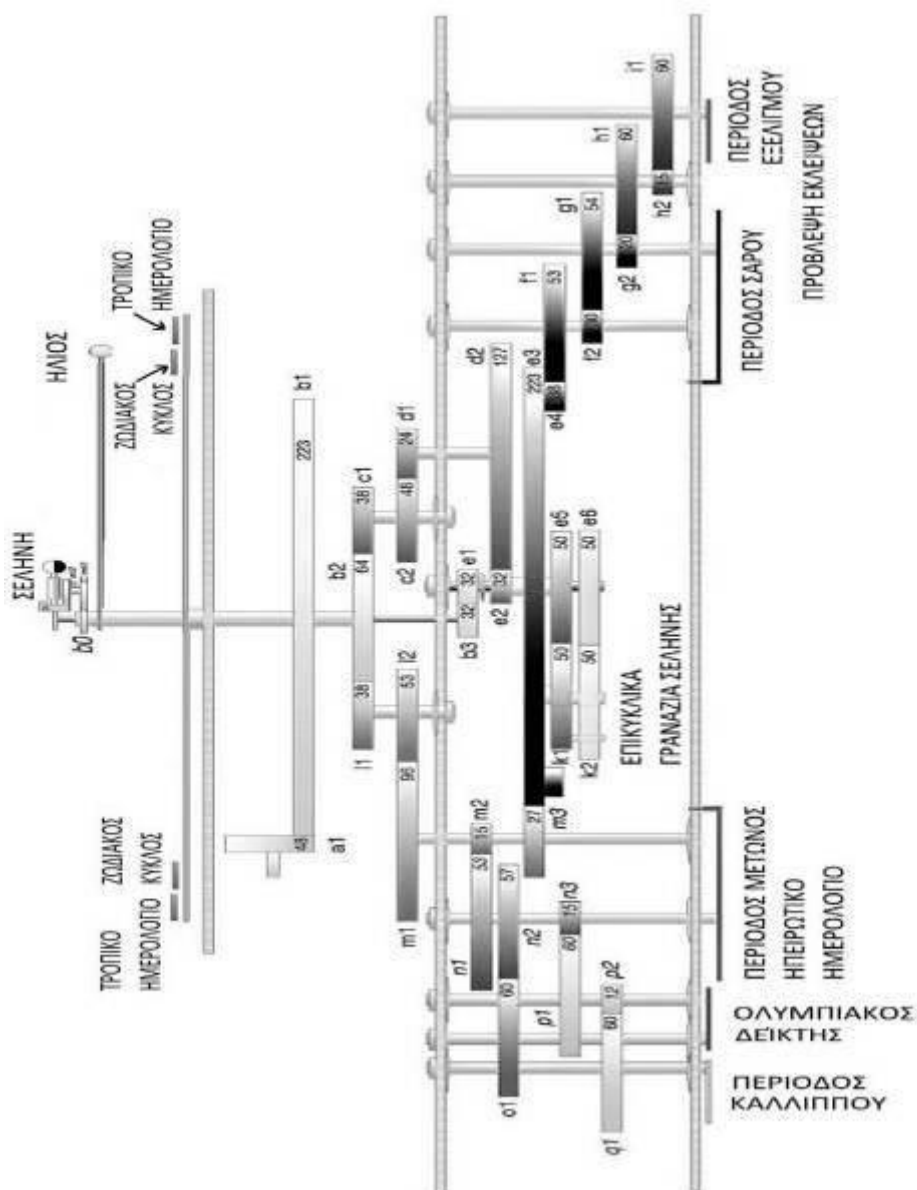
Εικόνα 25 ένας "χάρτης του ουρανού;"

Σήμερα κάποιοι ειδικοί θεωρούν ότι άνθρωποι εγκαταστάθηκαν μόνιμα και όχι τυχαία ή ευκαιριακά στην Κρήτη, τουλάχιστον 130.000

χρόνια πριν από σήμερα, όπως και στην μεταγενέστερη περίοδο, στην Νεολιθική Εποχή. Την Εποχή του Χαλκού, την Μινωική εποχή, η Κρήτη είχε έναν πάρα πολύ ανεπτυγμένο πολιτισμό με γραφή και εγγράμματο λαό, όπως φαίνεται από τα ιερογλυφικά και τον δίσκο της Φαιστού. Ακόμη διαπιστώθηκε η ύπαρξη ανθρωπίνων ιχνών, πατήματα από πέλματα ανθρωπινών¹⁰, από τα τέλη του Μειόκαινου, 5.700.000 ετών) στην Κρήτη· ακόμη αρχαιότερο σαγόρι ανθρωπιδών (*Graecopithecus freybergi*) γύρω στα 7.200.000 έτη, όπως δείχνουν ευρήματα από τον Πύργο Βασιλίσσης στην Αθήνα· και ένα δόντι από την Αζμάκα της Βουλγαρία που σύμφωνα με ορισμένους ανατρέπει τις αντιλήψεις για την καταγωγή του Ανθρώπου και δείχνει ότι στην Ελλάδα έχουμε ανθρωπίδες κ.α. από πολύ παλαιά και συνεπώς ο πολιτισμός είχε χρόνο αλλά και συνθήκες να γεννηθεί και να αναπτυχθεί.¹¹

¹⁰ Οι ανθρωπίνοι είναι μέρος, υποσύνολο των ανθρωπιδών.

¹¹ Τριανταφυλλίδη, Κώστα 2020, Η γενετική ιστορία των Ελλήνων, το DNA των Ελλήνων, Εκδ. Κυριακίδη



Εικόνα 26 Σχηματική παράσταση διάταξης των γραναζιών του Μηχανισμού κατά Freeth κ.α. 2006, Freeth και Jones 2008

ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΔΟΝΤΩΤΩΝ ΤΡΟΧΩΝ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ ΑΝΤΙΚΥ- ΘΗΡΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΜΑΣ		
ΑΑ ΟΝΟΜΑ ΤΡΟΧΟΥ	ΑΚΤΙΝΑ ΤΡΟΧΟΥ mm	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΟ- ΝΤΙΩΝ ΤΡΟΧΟΥ
1. a1	13,6±0,2	48
2. b0		20
3. b1	64,9±1,1	223
4. b2	15,5±0,2	64
5. b3	8,6±0,2	32
6. b4		
7. c1	10,3±0,3	38
8. c2	11,3±0,4	47/48
9. d1	5,6±0,3	24
10. d2	31,6±0,2	127
11. e1	9,4±0,3	32
12. e2	7,8±0,2	32
13. e3	52,6±0,3	223

14. e4	50,2±0,3	187-191
15. e5	13,4±0,2	52
16. e6	13,9±0,2	50
17. f1	14,0±0,2	53
18. f2	8,3±0,3	30
19. g1	14,2±0,3	54
20. g2	4,9±0,1	20
21. h1	14,0±0,1	60-64
22. h2	3,9±0,2	15
23. i1	13,4±0,3	60
24. k1	13,5±0,3	49/50
25. k2	14,0±0,2	50
26. l1	9,1±0,2	38
27. l2	13,1±0,4	53
28. m1	24,5±0,5	96/97
29. m2	4,4±0,3	15
30. m3		27
31. n1		53
32. n2		67

33. ο1	13,3±0,1	60
34. p1		60

Το σημαντικό ερώτημα, που αυτομάτως τίθεται όταν μελετάει κανείς τον Μηχανισμό, είναι αν πρόκειται για ρολόι μηχανικό με συνεχή κίνηση, όπως υποστηρίζω. Αν μάλιστα δεχθούμε ότι έχει συνεχή κίνηση, ποια είναι η κινητήρια δύναμη που τον κινεί. Γνωρίζουμε ότι πολλά από τα αυτόματα και τα ρολόγια κινούνταν με νερό, με βάρη και με πλωτήρες ή συνδυασμό αυτών. Στο ναυάγιο βρέθηκαν μαζί με τα αγάλματα περισσότερα από τρία μολύβδινα βάρη γύρω στα 30 με 40 κιλά με κωδωνοειδή μορφή, που έχουν τρύπα στο επάνω μέρος με τα οποία ήταν δεμένα σε ένα σχοινί ή καλώδιο. Οι αρχαιολόγοι είναι βέβαιοι, ότι είναι για την δειγματοληψία του βυθού της θαλάσσης, ώστε να γνωρίζει ο καπετάνιος σε ποια ακτή βρίσκεται το πλοίο.

Με βάση τα βιβλία του Ήρωνα του Αλεξανδρέα γνωρίζουμε ότι ρολόγια επίσης της εποχής λειτουργούν με σύστημα βάρους, αντίβαρου και πλωτήρα που κινείται με σταθερό ρυθμό. Ακόμη και αν αυτά τα βάρη δεν είναι αυτά που κινούν τον Μηχανισμό, είναι δυνατό να κινείται ο μηχανισμός με παρόμοια βάρη ελαφρώς μικρότερα. Σε διάφορα μουσεία υπάρχουν ρολόγια που λειτουργούν με βάρη που συνήθως είναι μολύβδινα και πολύ μεγάλα. Πολλά από τα παλαιά ρολόγια εκκλησιών, μοναστηριών ή δημαρχείων, ιδιαιτέρως αστρονομικά ρολόγια εποχής στην Ελλάδα και παγκοσμίως λειτουργούν με αυτό τον τρόπο, όπως περίπου τα ρολόγια κούκου. Είναι πιθανό τέτοια βάρη να κινούσαν τον Μηχανισμό, όπως βλέπουμε σε πολλά ρολόγια. Συνδυασμός των βαρών (ενός βάρους και αντίβαρου) και ενός πλωτήρα όπως του ρολογιού του Αρχιμήδη είναι βέβαιο ότι θα μπορούσαν να κινήσουν τον μηχανισμό και να τον κάνουν να λειτουργεί όπως ένα αστρονομικό ρολόι. Δηλαδή, ο Μηχανισμός μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι ένα μηχανήμα που να προηγείται 1600 έτη της εποχής του.



Εικόνα 27 Γρανάζια του Μηχανισμού των Αντικυθήρων. Τομογραφία

Ένας αστρονομικός υπολογιστής

Ο συνδυασμός όλων των γραναζιών μαζί με το ένα τέταρτο ή ένα πέμπτο των οδηγιών χρήσης που έχουν επιζήσει μετά από 21 αιώνες στην θάλασσα, και τις οποίες έχουμε διαβάσει, επιτρέπει να καταλήγουμε στα καλύτερα δυνατά συμπεράσματα.

Οι διαστάσεις του Μηχανισμού πρέπει να ήταν περίπου $31,5 \times 18,5 \times 5$ εκατοστά, ή και ίσως λίγο παχύτερος, αν λάβει κανείς υπόψη την πιθανότητα, που κατά την γνώμη μου είναι σχεδόν βεβαιότητα, να είχε περίτεχνη διακόσμηση όπως έχουν τα ρολόγια ροκοκό. Η μικρότερη διάσταση δεν είναι εύκολο να προσδιοριστεί διότι λεί-

πουν πολλά τμήματα. Από άλλους ειδικούς της επιστημονικής ομάδας μας δίδεται πολύ μεγαλύτερο πάχος, γύρω στα 10 εκατοστά.

Το εκτιμώμενο πάχος του μηχανισμού αυξάνει αν θεωρήσουμε ότι είχε και δείκτες για τους πλανήτες, όπως νομίζουμε με βάση δυο γρανάζια που θεωρώ ότι μπορεί να είναι του πλανήτη Δία και όσα κυρίως όσα διαβάζουμε για τους πλανήτες στο εγχειρίδιο χρήσης του μηχανήματος.

Ωστόσο, αν λάβουμε υπόψη μας μόνο το πάχος όλων των τμημάτων που υπάρχουν στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο, δεν μπορούμε εύκολα να υποστηριχθεί ότι είχε πάχος πολύ μεγαλύτερο από 6 με 8 εκατοστά. Αν σε αυτό προστεθεί και ένα προστατευτικό όσο και καλλωπιστικό πλαίσιο και τα καλύμματα ή θύρες, όπως λέγονται συχνά, οι οποίες περιέχουν και τα αρχαία κείμενα με τις οδηγίες, οι διαστάσεις αυξάνουν λίγο. Αν υποτεθεί επίσης, ότι όπως άλλα όργανα, όπως αυτόματα συναρτημένα για εντυπωσιασμό, ή και αγαλματίδια που περιστρέφονται κάθε ώρα, τότε το περίτεχνο πλέον μηχανήμα πρέπει να ήταν μεγαλύτερο. Το ύψος του μηχανισμού που έχουμε είναι ίσο με την μονάδα μέτρησης του Ελληνικού ποδίου γύρω στα 30,5 εκατοστά. Ένα Ελληνικό πόδι είναι ίσο με $1/600$ του σταδίου, 600 στάδια είναι ίσα με το μήκος τόξου μιας μοίρας μέγιστου κύκλου της Γης. Ένας μεσημβρινός κύκλος της Γης είναι 40.008 km και ο ισημερινός 40.075 km. Το στάδιο της Ολυμπίας ήταν 192,27 μέτρα όπως φαίνεται από την απόσταση των δύο λίθινων βαλβίδων και το ολυμπιακό πόδι 0,3204 μέτρου. Δηλαδή στην Ολυμπία χρησιμοποιείται μια περιφέρεια της Γης ίση με $0,3204 \times 600 \times 600 \times 3600 \text{ m}$ ή 41.524 km. Θυμίζουμε ότι ένα Ελληνικό πόδι υποδιαιρείται σε τέσσερεις παλάμες και κάθε παλάμη σε τέσσερα δάκτυλα.



Εικόνα 28 Αξονική τομογραφία του Μηχανισμού. Διακρίνονται γρανάζια και οι ‘ασφάλειες’, τοξοειδή ελάσματα που προστατεύουν τα γρανάζια να μην καμπυλώνονται και σπάσουν κάτω από την επίδραση της ροπής που τείνει να περιστρέψει κάθε γρανάζι.

Υπολογιστής είναι ένα μηχάνημα που προγραμματίζεται να κάνει μαθηματικές ή λογικές πράξεις και γενικότερα υπολογισμούς αυτοματοποιημένα και να δίνει το αποτέλεσμα. Αυτό γίνεται με το λογισμικό, με το οποίο προγραμματίζεται ο υπολογιστής. Ο προγραμματισμός γίνεται με ένα κώδικα, με ένα πρόγραμμα, που είναι μέρος του λογισμικού. Το πρόγραμμα είναι γραμμένο σε μια γλώσσα προγραμματισμού. Η λειτουργία του υπολογιστή απαιτεί να τροφοδοτείται ο υπολογιστής με κάποια αρχικά δεδομένα που θα επεξεργαστεί.

Ο μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι ένας μηχανικός υπολογιστής που είναι προγραμματισμένος να βρίσκει λύσεις σε αστρονομικά προβλήματα. Ουσιαστικά λυνει όλα τα αστρονομικά προβλήματα που γνώριζαν κατά την αρχαιότητα. Τα δεδομένα που εισάγονται στον

υπολογιστή είναι ο ακριβής χρόνος, δηλαδή το έτος, ο μήνας, η ημέρα, η ώρα και ο τόπος, δηλαδή το γεωγραφικό μήκος και το πλάτος. Το γεωγραφικό πλάτος προσδιορίζει την περιοχή του ουρανού που είναι ορατή από ένα τόπο. Υπάρχει ένα ενδεχόμενο ο μηχανισμός να είχε διάφορες πλάκες για διάφορα γεωγραφικά πλάτη, όπως είχαν πολλοί ακριβείς αστρολάβοι. Το γεωγραφικό μήκος διαφοροποιεί τον τοπικό χρόνο, όπως έχουμε ώρα Αθηνών, Παρισιού, κ.λπ.

Πολύ βασικές παράμετροι που πρέπει επίσης να δοθούν στον υπολογιστή των Αντικυθήρων είναι οι θέσεις στον ουρανό του Ήλιου (η οποία προσδιορίζει την ημερομηνία και την ώρα), της Σελήνης (μαζί με την φάση της, π.χ. νέα Σελήνη, Πανσέληνος κ.λπ.) την συγκεκριμένη χρονική στιγμή, όπως και οι θέσεις των πλανητών, αν θεωρήσουμε ότι ο μηχανισμός προσδιόριζε και τις θέσεις των πλανητών.

Ο Μηχανισμός είναι ένα αυτόματο αστρονομικό μηχάνημα, που αποτελεί τον πρώτο γνωστό, και αρκετά πολύπλοκο, υπολογιστή, από αυτούς που σήμερα ονομάζουμε αναλογικούς υπολογιστές, σε αντιδιαστολή προς τους ηλεκτρονικούς ψηφιακούς υπολογιστές.

Το πρόγραμμα του υπολογιστή των Αντικυθήρων γράφτηκε με γρανάζια. Στους σύγχρονους υπολογιστές το πρόγραμμα γράφεται με bits οργανωμένα σε bytes χρησιμοποιώντας ένα σύστημα από πολλά υποσυστήματα που είναι δισταθή, δηλαδή μπορούν να βρίσκονται σε δυο καταστάσεις που στις αντιστοιχούμε σε 0 και 1. Στον Μηχανισμό των Αντικυθήρων έχουμε τα δοντάκια που αντιπροσωπεύουν μονάδες οι οποίες όταν αθροιστούν μας δίνουν τον αριθμό. Λέω μερικές φορές ότι κάθε γρανάζι είναι η βασική μονάδα μέτρησης, το byte, του υπολογιστή των Αντικυθήρων. Ο υπολογιστής των Αντικυθήρων χρησιμοποιεί μεταβλητή βασική μονάδα μέτρησης, δηλαδή μεταβλητά byte.

Όπως είπαμε κάθε δύο εμπλεκόμενα γρανάζια κάνουν ένα πολλαπλασιασμό ή διαίρεση δύο ακέραιων αριθμών. Φυσικά σήμερα ένας υπολογιστής δίνει τα αποτελέσματα ώστε να μπορεί να τα χρησιμοποιήσει ο χρήστης, σε μια οθόνη, σε ένα χαρτί ή πιο οικολογικά σε ένα ψηφιακό αρχείο.

Ο υπολογιστής των Αντικυθήρων δείχνει τα αποτελέσματα σε διάφορες κλίμακες. Μέχρι τώρα είναι γνωστές επτά κυκλικές και ελικοειδείς κλίμακες, με οκτώ δείκτες. Ο χρυσός δείκτης του Ηλίου και ο αργυρός της Σελήνης περιστρέφεται γύρω από δυο ομοαξονικούς άξονες, ο άξονας του Ηλίου έχει την μορφή σωλήνα μέσα στον οποίο κινείται ο άλλος άξονας της Σελήνης. Ο δείκτης της Σελήνης δείχνει την θέση και την φάση της Σελήνης, πότε αρχίζει ο μήνας, πότε έχουμε πανσέληνο κ.λπ.. Ίσως είχε και άλλους δείκτες και άλλες κλίμακες που δεν γνωρίζουμε. όπως δείκτες των πλανητών με δείκτες που επίσης δεν έχουμε βρει ακόμη.

Ένας υπολογιστής έχει αποθηκευμένα κάποια δεδομένα και αποθηκεύει άλλα. Ο μηχανισμός των Αντικυθήρων έχει αποθηκευμένο μόνιμα το πρόγραμμά του στα γρανάζια του και προσωρινά την θέση πάνω στη Γη στην οποία προγραμματίστηκε να λειτουργεί. Ο χρόνος για τον οποίο ο χρήστης επιθυμεί να δει τα φαινόμενα πρέπει να δοθεί στον υπολογιστή. Το βασικό αυτό πρόγραμμα είναι γραμμένο μόνιμα στα γρανάζια τα οποία αποτελούν την ROM¹² του αρχαίου υπολογιστή, η οποία γράφεται μόνιμα από τον κατασκευαστή μέσα στον υπολογιστή. Με βάση αυτά είναι ένας υπολογιστής.

Το σύστημα γραφής αριθμών των Ελλήνων (των Αχαιών και άλλων), της Γραμμικής Α και Β γράφονται επίσης με το μοναδικό σύστημα γραφής μέχρι τον αριθμό 9, το λατινικό σύστημα είναι μοναδικό μέχρι τον αριθμό 3 (I, II, III). Το μοναδιαίο σύστημα χρησιμοποιείται σήμερα στις σύγχρονες επικοινωνίες για κωδικοποίηση χαρακτήρων μεταβλητού μήκους (UTF 8), στην κωδικοποίηση Golomb για συμπίεση δεδομένων χωρίς απώλειες, σε κάποιες κωδικοποιήσεις σε βιολογικά δίκτυα για νευρωνικά κυκλώματα.

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων υπολογίζει την θέση του Ήλιου και της Σελήνης σε σχέση με τα άστρα του ουρανού και την παρουσιάζει σε ειδικές κυκλικές κλίμακες που παριστάνουν τον ζωδιακό κύκλο, δηλαδή τον ουρανό με τα άστρα. Προβλέπονται και οι ημερομηνίες των εκλείψεων Ηλίου και Σελήνης και των φάσεων της Σελήνης που τις βλέπουμε σε ελικοειδείς κλίμακες. Ο Μηχανισμός των Αντι-

¹² μόνιμη μνήμη, read only memory

κυθήρων έχει τον ζωδιακό κύκλο που είναι μια ζώνη γύρω από το επίπεδο που κινείται ο Ήλιος και όπου συμβαίνουν οι εκλείψεις. Ο ζωδιακός κύκλος με τα ζώδια αποτελεί απλοποιημένο αλλά και χρήσιμο χάρτη του ουρανού, που κάθε προϊστορικός άνθρωπος, αγρότης, βοσκός, η ψαράς μπορεί να ξέρει απέξω και να βρίσκει τον δρόμο του και να ξέρει την εποχή του έτους. Σε αυτή την ζώνη είναι τα επίπεδα που κινούνται οι πλανήτες και η Σελήνη.

Ο Μηχανισμός δείχνει συγχρόνως και την ημερομηνία, ενώ δεν αποκλείεται να έδειχνε και την ώρα. Πρέπει να τονισθεί ότι δεν έχουμε βρει κλίμακα ωρών ή οποιαδήποτε σχετική ένδειξη. Ωστόσο σε αρχαία κείμενα υπάρχουν περιγραφές παρόμοιων μηχανημάτων που ονομάζονται συνήθως *πίνακες* και στα Λατινικά *tabulae*, δηλαδή πίνακες, μας πληροφορούν ότι είναι και ρολόγια που δείχνουν αενάως¹³ την του Ηλίου κίνησιν. *Η του Ηλίου κίνησις* είναι ο ορισμός του χρόνου σύμφωνα με τον Πλάτωνα και τον Αριστοτέλη.

Ο Μηχανισμός δίνει όχι μόνο την θέση αλλά και την φάση της Σελήνης. Δείχνει πότε έχουμε νέα Σελήνη, πρώτο τέταρτο, πανσέληνο, τελευταίο τέταρτο, κ.λπ. Επιπλέον ο Μηχανισμός είναι ένας πολύπλοκος ημερολογιακός υπολογιστής που τηρεί και συγχρονίζει διάφορα ημερολόγια που χρησιμοποιούσαν οι Ελληνικές πόλεις κράτη που η κάθε μια είχε το δικό της ημερολόγιο.

¹³ Πρόκλος



Εικόνα 29 Τμήμα του εγχειριδίου χρήσης του Μηχανισμού. Τα γράμματα έχουν διαστάσεις 2,5 χιλιοστά. Από την μορφή τους προσδιορίστηκε η εποχή που γράφτηκαν, γύρω στα 150 με 100 π.Χ.

Ο άνθρωπος αναπτύσσει την αστρονομία από την προϊστορική εποχή, αντιλαμβάνεται την *μουσική των σφαιρών*, όπως λέει ο Πυθαγόρας, φτιάχνει ημερολόγια και μαθηματικά, που γίνονται όλο και πιο πολύπλοκα. Αρχίζει να αντιλαμβάνεται τον χρόνο, που επί αιώνες θεωρεί κυκλικό και επαναλαμβανόμενο, αφού τα άστρα και οι πλανήτες και ο Ήλιος και η Σελήνη γυρίζουν κυκλικά, όπως τα βλέπουμε από την Γη. Οι Έλληνες ορίζουν τον *Μέγα Ενιαυτό*, το Μέγα Έτος, δηλαδή, την χρονική περίοδο που όλα τα αστρονομικά αντικείμενα επανέρχονται στο ίδιο σημείο. Σε κάποιες ομάδες ανθρώπων εμφανίζονται αντιλήψεις ότι όλα θα ξαναγεννηθούν, όταν όλα τα άστρα ξαναγυρίσουν στο ίδιο σημείο. Φρούδες επλίδες θνητών. Ευτυχώς για τους Έλληνες, ο Μέγας Ενιαυτός, η χρονική περίοδος που όλα τα ουράνια σώματα θα ξαναβρεθούν στην ίδια θέση στον ουρανό και ίσως όλοι θα ξαναγεννηθούν για να αρχίσουν μια νέα ζωή, έχει διάρκεια πολλών δεκάδων χιλιάδων ή και εκατομμυρίων ετών και έτσι δεν πέφτουν στην πλάνη της καταστροφής του Κόσμου το 2012, όπως δήθεν προβλέπεται από το ημερολόγιο των Μάγια.

Ένας πολιτισμός, όπως ο σημερινός πολιτισμός ή ο πολιτισμός των Ελλήνων από τον οποίο και ξεκίνησε ο σημερινός πολιτισμός, για να αναπτύξει επιστήμες με μαθηματικά και από αυτές προηγμένη τεχνολογία, πρέπει να έχει αντιληφθεί και αποδεχθεί την αιτιοκρατία, τον ντετερμινισμό, την ύπαρξη νόμων της φυσικής και το ότι οι νόμοι της φύσης εκφράζονται με ακρίβεια με τα μαθηματικά, και αποκλειστικά μόνο με αυτά, και ότι οι νόμοι της φυσικής πρέπει να αποδεικνύονται πειραματικά ή να προβλέπονται με θεωρητικά μαθηματικά.

Ο κύκλος του Μέτωνα (6^ο αιώνα - 460 π.Χ.) εισήχθη το 432 π.Χ. στην Αθήνα, ώστε το τροπικό έτος να έρχεται σε αρμονία με το σεληνιακό ημερολόγιο με περίοδο 19 έτη. Η περίοδος του Μέτωνα θεωρείται από ορισμένους ως ο Μέγας ενιαυτός¹⁴. Φαίνεται ότι το έργο του Μέτωνα ήταν γνωστό στον μέσο Αθηναίο, αφού ο Αριστοφάνης τον διακωμωδεί ότι χαρτογραφεί και μετράει τον αέρα, τον ουρανό και τον κοροϊδεύει ότι *ίσως έτσι πετύχει και τον τετραγωνισμό του κύκλου*, το άλυτο πρόβλημα που φαίνεται ότι οι Αθηναίοι είχαν θέμα συζήτησης¹⁵. Η περίοδος του Μέτωνα, ή πιο σωστά η *δεκαεννεαετηρίς*, όπως την ονομάζουν οι αρχαίοι Έλληνες, είναι η περίοδος που η Σελήνη επανεμφανίζεται στο ίδιο σημείο του ουρανού σε σχέση με τα άστρα, με την ίδια φάση (π.χ. νέα σελήνη, πανσέληνος κ.λπ.) και σχεδόν στην ίδια απόσταση. Οι Έλληνες αστρονόμοι επιλέγουν η θέση της Σελήνης να είναι αυτή στο απόγειο, αρχίζοντας με μια έκλειψη η οποία αφού ο δορυφόρος μας είναι στο πιο μακρινό σημείο είναι δακτυλιοειδής και μεγάλης διάρκειας (Α. Βούλγαρης, 2021). Η *αποκατάστασις* της Σελήνης, δηλαδή η επαναφορά της στο απόγειο με έκλειψη ηλίου συνέβαινε με διάφορες περιοδικότητες σύμφωνα με διάφορους αστρονόμους.

¹⁴ Γαληνού (Pseudo-Galenus), De historia philosophica, 73,1 Περί ένιαυτοῦ. ... τὸν δὲ μέγαν ένιαυτὸν οἱ μὲν ὀκταετηρίδα τίθενται, οἱ δὲ έννεακαίδεκαετηρίδα. ἕτεροι δὲ ἐν τοῖς ἐξήκοντα ένὸς δέουσιν, ὁλδ. κάπιοι θεωροῦν ὅτι ο μέγας ένιαυτὸ είναι η οκταετηρίς, ἄλλι τα 19 έτη του Μέτωνα και ἄλλοι 60 έτη.

¹⁵ Αυτά περιγράφονται στην κωμωδία *Όρνιθες* του Αριστοφάνη, που παρουσιάστηκε στους θεατρικούς αγώνες, τα *Διονύσια*, στην Αθήνα το 414 π.Χ. και έλαβε το β' βραβείο. Τα *Μεγάλα* ή *εν άστει Διονύσια* ήταν αθηναϊκή γιορτή προς τιμή του θεού Διονύσου του Ελευθερέα που θεσμοθετήθηκαν από τον Πεισίστρατο στην Αθήνα τον ΣΤ Αιώνα π.Χ., ο οποίος αναβάθμισε τότε τις εορτές των Αθηναίων και στη διάρκεια των οποίων ο μέγας ποιητής Θέσπις, που δημιούργησε το θέατρο και ήταν και ο πρώτος ηθοποιός, νίκησε στον αγώνα της ποίησης το 535 με 533 π.Χ.

Ο Εύδοξος ο Κνίδιος (410-335 π.Χ.) σημαντικότερος αστρονόμος, μαθηματικός και φιλόσοφος γράφει ότι η αποκατάσταση των φάσεων της Σελήνης στην ίδια θέση του ουρανού, δηλαδή σε σχέση με τα άστρα, γίνεται με επανάληψη εκλείψεων¹⁶ και την οκταετηρίδα. Το ίδιο υποστηρίζει και ο Ερατοσθένης ο Κυρηναίος (276 π.Χ. –194 π.Χ.) μαθηματικός, αστρονόμος, γεωγράφος, ποιητής, φιλόσοφος, διευθυντής της Βιβλιοθήκης της Αλεξάνδρειας και καθηγητής στο Μουσείο που ήταν τα καλύτερα πανεπιστήμια της εποχής, τον ακολουθεί σε αυτό. Ο Ερατοσθένης δημιουργεί και τον όρο γεωγραφία, μετράει σωστά την περίμετρο της Γης και, αν και αυτό παραδόξως δεν είναι γνωστό, μέτρησε ακριβέστατα την απόσταση Γης Ηλίου. Ο Ερατοσθένης έφτιαξε ακριβέστατο χάρτη της Γης με συντεταγμένες, γεωγραφικό πλάτος και μήκος.

Ο Μέτων ο Αθηναίος που ζει πολύ νωρίτερα τον 5^ο αιώνα π.Χ. στην Αθήνα, συνομήλικος του Πλάτωνα, το 432 π.Χ. εισάγει την ακριβέστερη περίοδο των φάσεων της Σελήνης των 235 μηνών ή 19 ετών¹⁷. Ο Μέτων βασίστηκε σε πολυετείς πολύ ακριβείς δικές του μετρήσεις με μεγάλα όργανα στην Πνύκα της Αθήνας. Εκεί σήμερα βλέπουμε μόνο τα θεμέλια του σχεδόν τετράγωνης βάσης *Ηλιοτρόπιου* το οποίο είναι το αρχαιότερο γνωστό αστεροσκοπείο. Το Ηλιοτρόπιο είναι το αρχαιότερο γνωστό αστεροσκοπείο που βρίσκεται στην Πνύκα ακριβώς πίσω από το ιστορικό βήμα όλων των εποχών, το λίκνο της δημοκρατίας, όπου οι Αθηναίοι στην Εκκλησία του Δήμου απευθύνονταν στους Αθηναίους.

Το Ηλιοτρόπιο είχε ένα τεράστιο όργανο, με μορφή πύργου, με ακριβή μοιρογνωμόνια στις πλευρές του με ακτίνα γύρω στα 4 μέτρα, τα οποία επιτρέπουν τον προσδιορισμό των θέσεων του Ηλίου και της Σελήνης στον ουρανό σε σχέση με τα άστρα.

¹⁶ Ευδήμου Eudemus Phil., Fragmenta, Fragment 145, line 4, p. 464): Εϋδημος ιστορεῖ ἐν ταῖς Ἀστρολογίαις, ὅτι ...Θαλῆς δὲ ἡλίου ἐκλειψιν καὶ τὴν κατὰ τὰς τροπὰς αὐτοῦ περίοδον, ὡς οὐκ ἴση αἰεὶ συμβαίνει·

¹⁷ Διόδωρος Σικελιώτης, Diodorus Siculus Hist., Bibliotheca historica (lib. 1-20) 12,36,2,7, ... ἐν δὲ τοῖς εἰρημένοις ἔτεσι τὰ ἄστρα τὴν ἀποκατάστασιν ποιεῖται καὶ καθάπερ ἐνιαυτοῦ τινος μεγάλου τὸν ἀνακυκλισμὸν λαμβάνει· διὸ καὶ τινες αὐτὸν Μέτωνος ἐνιαυτὸν ὀνομάζουσι.

Ο Κάλλιππος (370-300 π.Χ.) λίγο αργότερα, συμπληρώνει το αστρονομικό έργο του Μέτωνα. Θεωρεί ότι βελτιώνει την περίοδο με την τετραπλάσιά της αυξάνοντάς την σε 76 έτη.¹⁸ Ο Κάλλιππος, μελέτησε και εργάστηκε στην Ακαδημία του Πλάτωνα, υπό την καθοδήγηση του Ευδόξου, συνεργάστηκε σε αστρονομικά θέματα με τον φίλο του Αριστοτέλη και μοντελοποίησε την κίνηση όλων των ουράνιων σωμάτων, των πέντε πλανητών με 4 σφαίρες για κάθε πλανήτη και με 3 ομόκεντρες σφαίρες για τον Ήλιο και την Σελήνη¹⁹. Ο Κάλλιππος δημιουργεί έναν ακόμη κύκλο 76 ετών, κατά μίαν ημέρα μικρότερος από το τετραπλάσιο του Μετονικού κύκλου, λαμβάνει υπόψη την διάρκεια του τροπικού έτους που κατά τις μετρήσεις και τους υπολογισμούς του είναι $365 + \frac{1}{4} + \frac{1}{76}$ ημέρες, δηλαδή μισή ώρα μεγαλύτερο από την πραγματική τιμή. Ο Κάλλιππος ασφαλώς θεωρεί ότι ο κύκλος των 74 ετών είναι ακριβέστερος του Μετονικού κύκλου.

Η πρώτη περίοδος κατά Κάλλιππον άρχισε με το θερινό ηλιοστάσιο του 330 π.Χ. Αυτός 76ετής κύκλος χρησιμοποιείται στον μηχανισμό των Αντικυθήρων για το Ηπειρώτικο ημερολόγιο και προβλέπει τη φάση του φεγγαριού με ακρίβεια μιας ώρας.

Ο 76ετής κύκλος του Καλλίππου θεωρείται από μερικούς ότι είναι ο Μέγας Ενιαυτός, μια μεγάλη χρονική περίοδος που οι Έλληνες θεωρούσαν σημαντική. Ο Αριστοτελικός φιλόσοφος Αέτιος²⁰ ο Αντιοχεύς (1^{ος} ή 2^{ος} αιώνας μ.Χ.) στο βιβλίο του *Περί των αρεσκόντων τοις*

¹⁸ Ευδόξου (Fragmenta, 132, 7) Από δε σημείου ἐπὶ σημείον ἀποκαθίσταται ἐν ὀκταετηρίδι, ὡς μὲν λέγει Εὐδοξος ἐν τῇ *Ὀκταετηρίδι*, εἶγε γνήσιόν ἐστι τὸ σύγγραμμα (Ἐρατοσθένης γὰρ ἀντέγραψεν δεικνὺς ὡς οὐκ εἶη Εὐδόξου), κατὰ δὲ τινὰς ἐν ἑξ καὶ ἑβδομήκοντα ἔτεσιν, ἧς δόξης ἐστὶ καὶ Κάλλιππος, κατὰ δὲ Μέτωνα δι' ἑννεακαίδεκαετηρίδος.

¹⁹ Σιμπλικίου (490-560) σχόλια στο περί Ουρανού Αριστοτέλη, In Aristotelis quattuor libros de caelo commentaria, 7, 503, 24 ...λέγει δὲ ὁ Ἀριστοτέλης ἑπτὰ καὶ τεσσαράκοντα καταλιμπάνεσθαι ἢ ὡς ἐπιλελησμένος, ὅτι τῆς σελήνης οὐ τέτταρας ἀλλὰ δύο μόνας ἀφεῖλεν· εἰ μὴ ἄρα δεῖ λέγειν, ὅτι τοῦ μὲν ἡλίου τὰς τέσσaras ἀφεῖλεν, ἃς αὐτὸς προστέθεικεν ἀνελιπούσας, καὶ ἀμφοτέρων, ἃς ὁ Κάλλιππος, καὶ οὕτως ὅκτῳ τῶν ἀφαιρεθεισῶν οὐσῶν ἀπὸ τῶν πενήτηκοντα καὶ πέντε αἱ λοιπαὶ εἰσιν αἱ ἑπτὰ καὶ τεσσαράκοντα.

²⁰ Αέτιος γράφει: Τὸν δὲ γε μέγαν ἐνιαυτὸν οἱ μὲν ἐν τῇ ὀκταετηρίδι τίθενται, οἱ δὲ ἐν τῇ ἑννεακαίδεκαετηρίδι, οἱ δ' ἐν τοῖς τετραπλάσιοις ἔτεσιν, οἱ δ' ἐν τοῖς ἐξήκοντα ἐν οἷς Οἰνοπίδης καὶ Πυθαγόρας. Ἡράκλειτος ἐκ μυρίων ὀκτακίς χιλίων ἐνιαυτῶν ἡλιακῶν.

φιλοσόφοις φυσικῶν δογμάτων ξυναγωγή²¹, λέει ότι το μεγάλο έτος είναι ο οκταετηρίδα, η Μετωνική περίοδος ή η περίοδος του Καλλίππου, ενώ οι Οينوπίδης ο Χίος και ο Πυθαγόρας μια περίοδος 61 ετών, ενώ άλλοι θεωρούν ότι Μέγας ενιαυτός είναι ο χρόνος που χρειάζεται να επιστρέψουν στην ίδια θέση όλα τα ουράνια σώματα, όλοι οι πλανήτες, ίσως και οι φάσεις της Σελήνης σε σχέση με τον Ήλιο. Μετά κάθε περίοδο Καλλιππικού κύκλου των 76 ετών επανέρχονται η Γη και η Σελήνη σε σχέση με τον Ήλιο στις ίδιες θέσεις σε σχέση με τα άστρα, οι φάσεις της Σελήνης επαναλαμβάνονται. Ο Μέγας Ενιαυτός είναι η χρονική περίοδος που ονομάζουν και *Κεφαλή του Κρόνου* περίοδο με την οποία όλοι οι πλανήτες επιστρέφουν στην ίδια θέση²² που ήταν αρχικά σε σχέση με τα άστρα (σε σχέση με την Άρκτο) λέει χαρακτηριστικά αρχαία βιβλία²³. Συνεπώς η περίοδος του Καλλίππου των 76 ετών δεν έχει τα προαπαιτούμενα του μεγάλου ενιαυτού. Φυσικά η έννοια του Μεγάλου Ενιαυτού αλλάζει με τις εποχές, αλλά και από τον ένα φιλόσοφο στον άλλο.

Η περίοδος του Μεγάλου Ενιαυτού σύμφωνα με τις δοξασίες κάποιων Ελλήνων και των Χαλδαίων ο Κόσμος ξαναγεννιέται²⁴ και όλα αρχίζουν από την αρχή. Ο μέγας ενιαυτός θα μπορούσαμε να πούμε είναι στην πραγματικότητα το πολλαπλάσιο των περιόδων όλων των πλανητών επί τις περιοδικότητες της Σελήνης, επί την περίοδο της μετάπτωσης των ισημεριών, δηλαδή γύρω στα 400.000.000.000.000 έτη, χρόνος που είναι πολλές φορές μεγαλύτερος (30.000 φορές) από την σήμερα εκτιμώμενη ηλικία του Σύμπαντος (13.800.000.000 έτη).

Ο Ηράκλειτος υπολογίζει ότι η περίοδος του μεγάλου ενιαυτού είναι 18.000 έτη, ο Διογένης 365 έτη, ο Οينوπίδης και ο Πυθαγόρας 59 έτη, σύμφωνα με άλλους συγγραφείς²⁵, 600 έτη, άλλοι αναφέρουν

²¹ De placitis reliquiae

²² Κλήμη Αλεξανδρέα Στρωματείς, 6,16,140,2,3, Ιωάννη Στοβαίου, Ανθολόγιο, 2037:001

²³ Ιωάννη Φιλοπόνου, *Περί Δημιουργία Κόσμου* (4015: 011)

²⁴ Σέξτου Εμπειρικού, *Προς μαθηματικούς*, 5,105,3

²⁵ Κλαύδιου Αιλιανού, *Ποικίλα*, 10,7,7

9977 έτη, 7777 έτη, 8776 έτη, 170620 έτη και άλλοι 365 έτη²⁶. Ο Αριστοτέλης, ο Εύδοξος και πιθανώς ο Πλάτων, όπως μας μεταφέρει ο ασφαλώς αξιόπιστος Κικέρων²⁷ υπολογίζουν τον Μέγα Ενιαυτό πολλαπλασιάζοντας τις περιόδους όλων των πλανητών με του Σάρου 30x12x2x1x1x18 (Κρόνου, Δία, Άρη, Αφροδίτης, Ερμή, Σάρου) γύρω στα 12960 έτη.²⁸

Ο Μηχανισμός για να έχει όλες αυτές τις λειτουργίες οργανώθηκε με μορφή παράξενου αστρονομικού ρολογιού με δύο όψεις ώστε να υπάρχει χώρος για πολλές ακριβείς και μεγάλες κλίμακες για όλες τις ενδείξεις με τα αποτελέσματα του υπολογισμού. Στην μια όψη του μηχανισμού έχει δυο ομόκεντρες κυκλικές κλίμακες με δυο δείκτες που δείχνουν την θέση του Ήλιου και της Σελήνης και την φάση της. Στην άλλη όψη σε πέντε κλίμακες προβλέπει τις φάσεις της Σελήνης, τις εκλείψεις και τις Ολυμπιάδες χρησιμοποιώντας πέντε σεληνοηλιακές περιοδικότητες, πέντε «ημερολόγια» θα λέγαμε.

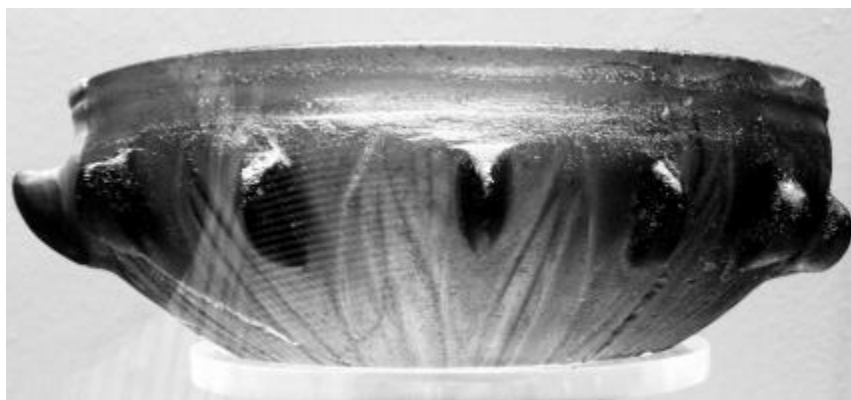
²⁶ Aëtius II 32,4 (DG,364a,1) τὸν μέγαν ἐνιαυτόν: Ἡράκλειτος ἐκ μυρίων ὀκτακισχίλιων ἐνιαυτῶν ἡλιακῶν. Διογένης ὁ Στωϊκὸς ἐκ πέντε καὶ ἐξήκοντα καὶ τριακοσίων ἐνιαυτῶν τοσούτων, ὅσος ἦν ὁ καθ' Ἡράκλειτον ἐνιαυτός.

²⁷ Cicero's *De natura deorum* (ii, 52-53)

²⁸ Gysembergh, V. (2013). Aristotle on the Great Year, Eudoxus, and Mesopotamian Goal Year Astronomy. Aristotle on the Great Year, Eudoxus, and Mesopotamian Goal Year Astronomy, 111-124.

Το Μουσείο του Ποσειδώνα

Οι δύτες ανακαλύπτουν το μυστηριώδες πλοίο



Εικόνα 30 Περίτεχνο υάλινο αγγείο, μέρος του πολύτιμου φορτίου του αρχαίου πλοίου του Α΄ αιώνα π.Χ., που βυθίστηκε στα Αντικύθηρα, χαρακτηριστικό του πλοούτου που μετέφερε το τεράστιο ναυάγιο (Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο).

Ήταν Μεγάλη Τρίτη 4 Απριλίου του 1900, όταν σφουγγαράδες από την Σύμη, πήγαιναν με δυο πλοιάρια στην Αφρική. Από κακοκαιρία αναγκάζονται να πιάσουν λιμάνι στα φιλόξενα Αντικύθηρα. Καπετάνιος στο τρεχαντήρι ήταν ο πεπειραμένος Δημήτριος Ελευθ. Κοντός ή Τράμπας, παλαιός και άριστος δύτες. Εφοπλιστές, ή πιο σωστά εκκινήτες (όπως έλεγαν τότε τους εφοπλιστές) οι οποίοι έβαλαν τα χρήματα για τα πλοιάρια και το πλήρωμα και έκαναν την επιχείρηση, ήταν οι αδελφοί Φώτιος, Νικόλαος και Ηλίας Λενδιακός· ενώ οι караβοκύρηδες των πλοίων που βρήκαν το ναυάγιο ήταν οι αδελφοί Ιωάννου Κυριακού. Όλοι ήταν καταχρεωμένοι αφού έπρεπε να αρματώσουν τα

πλοιάρια, να οι ναύτες και οι δύτες έπρεπε να χρεωθούν ώστε η οικογένειές τους να έχουν τα στοιχειώδη για έξι μήνες που θα έλειπαν στην Αφρική.

Όλοι οι Έλληνες σπογγαλιείς, όπως κάθε άνοιξη, έφυγαν από την Σύμη και άλλα Ελληνικά νησιά, όπως η Κάλυμνος (Τουρκοκρατούμενη τότε όπως όλα τα Δωδεκάνησα), αλλά και άλλα λιμάνια, όπως η Ερμιόνη, με προορισμό τις ακτές της βόρειας Αφρικής. Πήγαιναν στη Σύρτη στη Λιβύη και το Τούνεζι (Τυνησία) που είναι πλούσιες σε ψάρια και σφουγγάρια. Ωστόσο μόλις είχαν περάσει την χερσόνησο Δυτικής Κρήτης Γραμβούσα, η κακοκαιρία, με έντονο Οστριογάρμπη (νότιο – νοτιοδυτικό άνεμο) τους ανάγκασε να επιστρέψουν προς βορρά και να αναζητήσουν προστατευμένο από τον νοτιά αγκυροβόλιο. Έβαλαν πλώρη για τον Ποταμό των Αντικυθήρων. Έμπειρος ναυτικός ο καπετάνιος Κοντός, γνώριζε όλα τα λιμάνια και φυσικά λιμανάκια και κόλπους όλης της Μεσογείου.

Για να μην περιμένουν άπραγοι και για να φάνε, βουτάνε στη περιοχή Πινακάκια στο ακρωτήριο Γλυφάδια να βγάλουν κανένα σφουγγάρι, αλλά και θαλασσινά, καμιά πίννα μαζί με τσικουδιά των Αντικυθήρων. Ο δύτες Ηλίας Λυκοπάντης ή Σταδιάτης (ήταν από τα Στάδια της Μικρασίας, απέναντι από τη Σύμη, βρήκε μαζί με κάποια σφουγγάρια και ανέσυρε το δεξί χέρι από τον θαυμάσιο χάλκινο ανδριάντα ενός άνδρα που ονομάζεται ο *Φιλόσοφος των Αντικυθήρων*.

Τα πλοιάρια ήταν η *Ευτέρπη*, το τρεχαντήρι ή μηχανοκάικο. Με τον όρο μηχανή υπονοούν το σκάφανδρο και *μηχανικός* σημαίνει δύτες που καταδύεται με σκάφανδρο και όχι γυμνός). Το δεύτερο πλοιάριο ήταν η *Καλλιόπη*, ο αχταρμάς, το πλοίο των σπογγαλιέων, ή αλλιώς ντεπόζιτο. Έτσι αρκετά έξω από το λιμανάκι του Ποταμού των Αντικυθήρων, στα Πινακάκια, μερικές δεκάδες μέτρα από το ακρωτήριο Γλυφάδια, σε βάθη 45 έως 62 μέτρα, στον κεκλιμένο ανώμαλο βραχώδη βυθό, βρέθηκε το τεράστιο αρχαίο ναυάγιο του Α' αιώνα π.Χ. από τον δύτε Ηλία Σταδιάτη. Όπως έλεγε emphaticά η σύζυγός του Ηλία στην εγγονή της Λίζα, που περιγράφει, «ο παππούς σου έβγαζε θησαυρούς από την θάλασσα».

Οι Συμιακοί δύτες ανακαλύπτουν το τεράστιο ναυάγιο, το μεγαλύτερο της αρχαιότητας. Το μυστηριώδες πλοίο εκτιμάται ότι βυθίστηκε

γύρω στο 80 έως 60 π.Χ.. Το πλοίο μετέφερε πολλές δεκάδες αγάλματα και άλλους θησαυρούς από την Ελλάδα στη Ρώμη, όπως εκείνα με τα οποία οι Ρωμαίοι συνήθιζαν να κοσμούν δημόσια κτήρια και οι πλούσιοι και οι στρατηγοί τις βίλες τους. Οι Ρωμαίοι στρατηγοί και αυτοκράτορες είχαν ανάγκη από ελληνικά έργα τέχνης για τις θριαμβευτικές εισόδους στην Ρώμη. Για να αποκτήσουν έργα τέχνης καταλήστευαν τις κατακτημένες περιοχές της Ελλάδας.

Οι σπογγαλιείς μετά την ανακάλυψη του ναυαγίου συνεχίζουν την αποστολή τους στην Αφρική και αφού μαζέψουν σφουγγάρια επί ένα εξάμηνο, επιστρέφουν τον Σεπτέμβρη του 1900 στην Σύμη, όπου οι αδελφοί Λενδιακοί (ή Λινδιακοί), ο καπετάνιος Κοντός και ο δύτης Ηλίας Λυκοπάντης Σταδιάτης συσκέπτονται με τους δημογέροντες και αποφασίζουν να γνωστοποιήσουν την ανακάλυψη στην Ελληνική κυβέρνηση. Θυμίζουμε ότι η Σύμη και όλα τα Δωδεκάνησα ήταν υπό Τουρκική κατοχή. Οι δύτες πηγαίνουν στην Αθήνα και σε συνεργασία με τον καθηγητή της Αρχαιολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών Αντώνη Οικονόμου, επίσης από την Σύμη, συμφωνούν με τον υπουργό Εκκλησιαστικών και Δημοσίας Εκπαιδεύσεως Σπυρίδωνα Στάη από τα Κύθηρα να αρχίσουν την ανέλκυση των αρχαιοτήτων και με την συνδρομή του εφόρου αρχαιοτήτων Βαλέριου Στάη (ξάδελφου του υπουργού) ανέλαβε την αρχαιολογική έρευνα στα Αντικυθήρα.

Μετά από περιπέτειες και τεράστιες δυσκολίες οι Συμιακοί δύτες ανασύρουν τμήμα του πολύτιμου φορτίου, που βρίσκεται σήμερα στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο στην Αθήνα και στα οποία περιλαμβάνεται ο Έφηβος και ο Φιλόσοφος των Αντικυθήρων. Πλοία του πολεμικού ναυτικού συνέπρατταν στην αρχαιολογική έρευνα. Ανάμεσα στους άλλους δύτες, όπως μας λέει η κ. Λίζα Μανδαλιού, εγγονή του αρχιδύτη Ηλία Λυκοπάντη Σταδιάτη²⁹, είναι και ο παππούς της, υπεράξιος δύτης που ανέσυρε και τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων.

Το πλήρωμα ήταν ο κολαουτζιέρης Μερκούρης Κ. Καραγιάννης ή Καραγιαννιό, δύτες («μηχανικοί», όπως τους έλεγαν, δηλαδή δύτες

²⁹ Ο δύτης Ηλίας Λυκοπάντης Σταδιάτης, όπως μου είπε η εγγονή του κ. Λίζα Μανδαλιού, ανέσυρε και σημαντικά αρχαία από το λιμάνι του Πειραιά που κοσμούν το Αρχαιολογικό Μουσείο του Πειραιά.

με σκάφανδρο) ήταν ο Ηλίας Λυκοπάντης ή Σταδιάτης (που βρήκε και τον μηχανισμό), οι Κυριάκος Μουντιάδης, Γεώργιος Μουντιάδης, Ιωάννης Πιλλίου (Πηλίου) ή Ροδίτης, Γεώργιος Θ. Κρητικός ή Νεοφώτιστος, Βασίλειος Κατσαράς, Κωνσταντίνος Καλαφάτης, Βασίλειος Ι. Ζουρούδης και ναύτες οι Φιλήμων Κουμπαριός, ο Ιταλός Τζώρτζος, οι Γιάννης Παπακαλοδούκας, Σωτήρης Παπακαλοδούκας, Φώτης Ελ. Κοντός, Κώστας Στ. Χάης (ή Χαενιό), Νικήτας Α. Φασσάκης, Γιάννης Φωτάρης, Σταύρος Μιχαλούτσος και Γιάγκος Νικ. Διακογεωργακιού, όπως δημοσίευσε μελέτη της κας Ελένης Κλαδάκη-Βρατσάνου³⁰.

Η αμοιβή που έλαβε κάθε δύτες ήταν 500 δραχμές, αν και αρχικά τους είχαν υποσχεθεί πολύ υψηλότερο ποσό. Ένας δύτες, ο Γ. Κρητικός, πέθανε από την νόσο των δυτών και δύο άλλοι έμειναν παράλυτοι ή μισοπαράλυτοι, όπως έγραψε η εφημερίδα «*Το Άστυ*» στις 1 και 13 Ιανουαρίου 1901. Αν δεν είχαν δώσει την ζωή τους αυτοί οι άνθρωποι, δεν θα διαβάζαμε αυτό το βιβλίο και δεν θα είχε ξαναγραφτεί η ιστορία της τεχνολογίας, της αστρονομίας της φυσικής και των μαθηματικών και δικαίως τοποθετήθηκε το μνημείο τους στα Αντικύθηρα.

Το τεράστιο πλοίο

Το ναυάγιο είναι το μεγαλύτερο αρχαίο πλοίο που έχει βρεθεί μέχρι τώρα. Ο μηχανισμός Ανασύρθηκε από τον βυθό των Αντικυθήρων στην διάρκεια των εναλίων αρχαιολογικών ερευνών το 1901 και πιθανότατα αναγνωρίστηκε 17 Μαΐου 1902.

Το τεράστιο αρχαίο πλοίο εκτιμάται ότι είχε μήκος 50 μέχρι 60 μέτρα, πλάτος 9 μέχρι 12 μέτρα και εκτόπισμα γύρω στους 500 με 1000 τόνους, δηλαδή ήταν τεράστιο πλοίο με κάθε μέτρο. Τα υπολείμματα του ναυαγίου, που έχουν μετρήσει οι ενάλιοι αρχαιολόγοι στον πυθμένα της θάλασσας τα τελευταία χρόνια αρχίζοντας το 2014, έχουν μήκος γύρω στα 45 μέτρα, 10 με 16 μέτρα πλάτος και περισσότερο από μισό μέτρο ή και ένα μέτρο πάχους. Εκτιμώ ότι έ-

³⁰ Εφημερίδα «*Τα Νέα*» στις 9 Σεπτέμβρη 2014

χουν βάρος 1000 τόνους. Ο ναύαρχος Ιωάννης (Ντάνης) Θεοφανίδης ο νεότερος, ο οποίος έχει βουτήξει στο ναυάγιο πάρα πολλές φορές με βατραχανθρώπους τους οποίους εκπαίδευε, μου είπε ότι το πλοίο ήταν τεράστιο πιθανώς μεγαλύτερο από 60 μέτρα. Μετά την βύθιση το πλοίο σταμάτησε στην άκρη ενός γκρεμού και ένα μέρος της πρύμνης, μάλλον εξείχε στο κενό πάνω από την «άβυσσο», όπου ο βυθός κατεβαίνει απότομα σε μεγαλύτερο βάθος. Στην άβυσσο υπάρχουν πολλά σημαντικά αρχαία διότι εκεί θα είναι τα υπολείμματα της γέφυρας του πλοίου, ενδεχομένως και του πλοιάρχου. Με τα χρόνια το τμήμα αυτό του πλοίου που εξείχε από τον γκρεμό, σάπισε και έπεσε σε βάθος μεγαλύτερο από 120 μέτρα. Ευτυχώς που το πλοίο σκάλωσε σε βράχια που το εμπόδισαν να πέσει ολόκληρο στον γκρεμό, μου είπε ο ναύαρχος Θεοφανίδης. Ωστόσο τα κύματα, οι σεισμοί και οι κατολισθήσεις έχουν κάνει μεγάλη ζημιά μαζί με τα κοχύλια, την άμμο, μικροοργανισμούς και τα φύκια. Τα φερτά υλικά συσσωματώθηκαν συγκράτησαν το πολύτιμο φορτίο δένοντάς το σε μεγάλο βαθμό σε ένα κροκαλοπαγές πέτρωμα γεμάτο με πολύτιμα αρχαία. Ένα σφραγισμένο μουσείο. Σήμερα οι αρχαιολόγοι μας το βγάζουν αρχαίους θησαυρούς προσεκτικά. Οι αρχαιολόγοι που διεξάγουν τις ενάλιες έρευνες έχουν χαρτογραφήσει με κατάλληλα όργανα τον βυθό και σε αυτά τα βάθη.

Ήταν ένα πανάκριβο πλοίο με όλα τα απαραίτητα εφόδια και πολύτιμο φορτίο. Ήταν φτιαγμένο με πολύ όμορφα σχεδιασμένα, προσεκτικά κομμένα και επιδέξια ενωμένα σανίδια πάχους 14 εκατοστών από φτελιά. Είναι τα παχύτερα από τα σανίδια όλων των αρχαίων πλοίων που έχουν βρεθεί μέχρι τώρα. Η κατασκευή του πλοίου έγινε, με την μέθοδο που φτιάχνεται πρώτα το περίβλημα του πλοίου και μετά τοποθετείται ο σκελετός. Το κέλυφος με όλα τα σανίδια συναρμολογημένα από την αρχή, ώστε να είναι υδατοστεγές και να έχει το σωστό σχήμα, υδροδυναμικό και στερεό, όσο και τεράστιο. Μετά τοποθετείται ο σκελετός που ταιριάζει στο πλοίο.



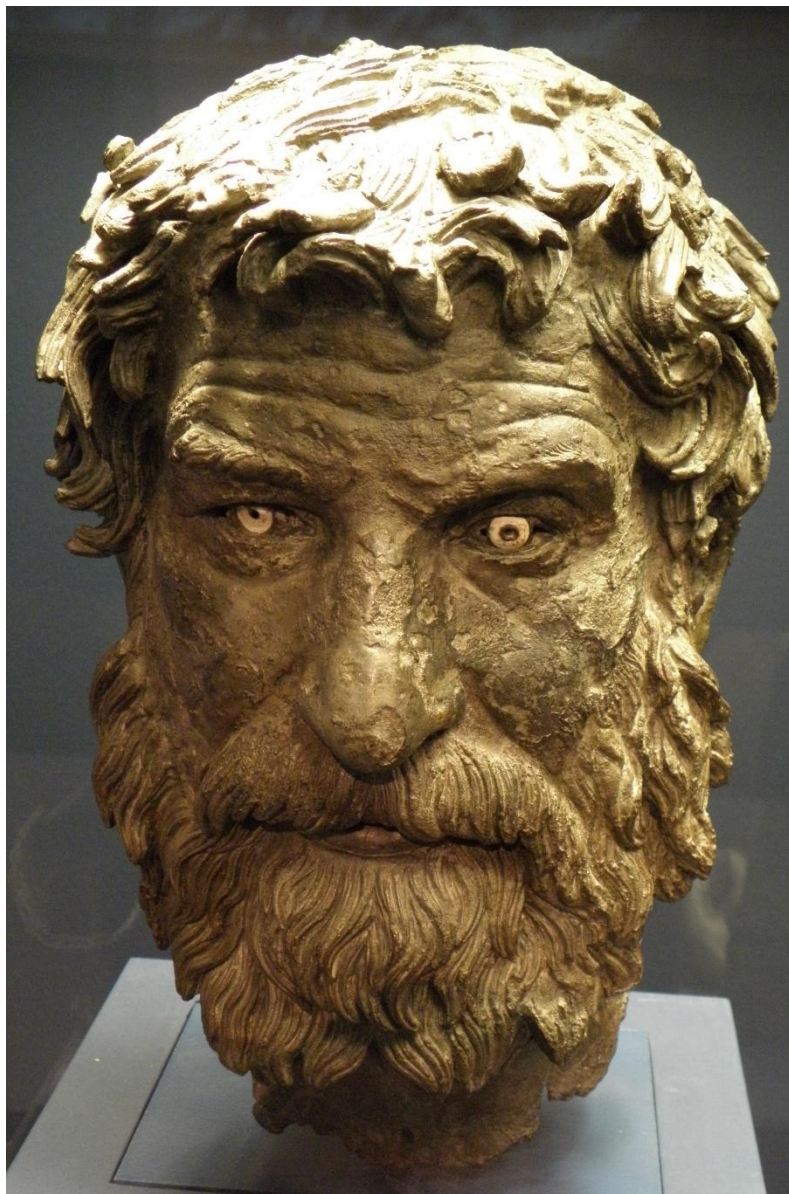
Εικόνα 31 Το πλοίο των σπογγαλιέων που βρήκε το αρχαίο τεράστιο πλοίο ναυαγισμένο στα Αντικύθηρα.



Εικόνα 32 27 Ενάλιος αρχαιολογική έρευνα στο ναυάγιο. Μερικοί από τους δύτες, αξιωματούχοι, ο υπουργός Σπυρ. Στάης, ναύτες κ.ά. Βρίσκονται στο πολεμικό πλοίο Μυκάλη που βοήθησε στην ανάσχυση κάποιων τεραστίων γλυπτών (βλ. κάτω αριστερά το άλογο του Διομήδη).

Στο ναυάγιο βρέθηκαν τεράστια επίπεδα κορινθιακά κεραμίδια με διαστάσεις γύρω στα 70×30 εκατοστά. Συμπεραίνουμε με βεβαιότητα ότι το πλοίο είχε και εκτεταμένο στέγαστρο, το οποίο παρείχε ασφαλή προστασία από την βροχή και τον άνεμο. Ασφαλώς και το μαγειρείο και ο φούρνος του πλοίου είχαν στέγαστρα. Ξέρουμε ότι τέτοια πλοία είχαν πολλούς ψηλούς πύργους για άμυνα ή και επίθεση σε εχθρούς. Στο πλοίο βρέθηκε τεράστιο ατρακτοειδές βλήμα από μόλυβδο βάρους 60 κιλών. Δεν είναι γνωστό αν ήταν για την προστασία του πλοίου ή των εχθρών του, πειρατών, άραγε; που ίσως το βύθισαν. Στην πρύμνη υπήρχε η γέφυρα του πλοίου με τον καπετάνιο. Υπάρχουν αρχαίες περιγραφές που πληροφορούν ότι τέτοια πλοία είχαν ύψος στην πρύμνη πολύ μεγαλύτερο από 20 μέτρα.

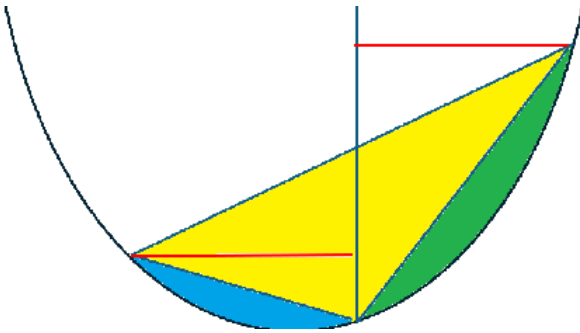
Τα τεράστια πλοία που έφτιαχναν οι Έλληνες γίνονταν πολύ ισχυρά και ανθεκτικά στα υψηλά κύματα και στις θύελλες, πιθανότατα από την προϊστορική εποχή. Τα πλοία είχαν εσωτερικά δεσίματα ώστε να μπορούν να αντιμετωπίσουν τις ταλαντώσεις από τα κύματα. Οι ναυπηγοί έδεναν τεράστιους τένοντες από πολύ χοντρά σχοινιά ώστε να συγκρατούν τα πλευρά του πλοίου δένοντας το ένα με το άλλο απέναντι, διαγωνίως κ.λπ.. Το δέσιμο με τα σχοινιά που τέντωναν περιστρέφοντάς τα ώστε να έχουν μια προένταση. Τα τεταμένα σχοινιά κρατούν το πλοίο γερό, ώστε να μην διαλυθεί αλλά και ευλύγιστο, ώστε να είναι σαν ζωντανό, να αντέχει στις καταπονήσεις από τα μεγάλα κύματα που το ταλάντωναν με διάφορους τρόπους ταλάντωσης, μπρος–πίσω, δεξιά–αριστερά, πάνω κάτω, περιστροφικά, και αν δεν είναι καλά δεμένο το πλοίο θα διαλυόταν.



Εικόνα 33 Ο πολύ εκφραστικός και ρεαλιστικός Φιλόσοφος των Αντικυθήρων (ανδριάντας γύρω στα 250 - 200 π.Χ.) που μπορεί να είναι ο Βίων ο Βορυσθενίτης, που έζησε στην Αθήνα. Το χέρι του φιλοσόφου ανέσυρε ο Ηλίας Σταδιάτης την Μεγάλη Τρίτη του 1900 όταν ανακάλυψε το σημαντικότερο ναυάγιο όλων των εποχών (Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο). Βλ. Σβορώνου Ι.Ν., Το εν Αθήναις Εθνικόν Μουσείον, Αθήνα, 1904, σσ. 29-35, πίν. III-IV, Καλτσά, Ν., Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο. Τα Γλυπτά, Αθήνα, 2001, σ. 275, αρ. 575.

Το τεράστιο πλοίο είχε ύφαλα καλυμμένα με λεπτή στρώση από μεγάλα φύλλα μολύβδου. Ο μόλυβδος προστατεύει πολλαπλά το

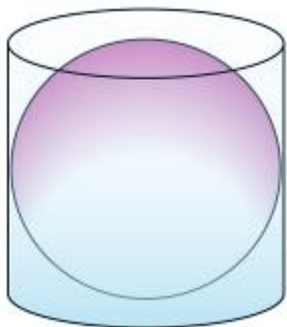
πλοίο. Ο μόλυβδος δεν επιτρέπει να καλυφθούν τα ύφαλα από θαλάσσιους οργανισμούς, όστρακα, φύκια τα οποία κατατρώνουν τα πλοία και επειδή δημιουργούν ανώμαλη επιφάνεια καθυστερούν το πλεούμενο. Το στρώμα μολύβδου εξασφαλίζει μικρή τριβή με το νερό γιατί δεν πιάνουν φύκια και κοχύλια πάνω στο μόλυβδο. Παράλληλα ο μόλυβδος προφυλάσσει από το σάπισμα. Το φύλο μολύβδου προστατεύει από μικρά ή και μεγάλα κτυπήματα του πλοίου σε περίπτωση σύγκρουσης. Έτσι σε περίπτωση σύγκρουσης με βράχια ή εχθρούς καθυστερούν την βύθιση του πλοίου. Το μεγάλο βάρος του μολύβδου παρέχει ευστάθεια, πλευστότητα σε περιόδους τρικυμίας και σφοδρών ανέμων.



Εικόνα 34 Σχήμα από την μελέτη πλευστότητας του Αρχιμήδη που δημιούργησε τον ολοκληρωτικό λογισμό στα μαθηματικά και συγχρόνως οδήγησε στη γέννηση της επιστημονικής ναυπηγικής και παραγωγή νέας κατηγορίας τεράστιων πλοίων.

Ο Αρχιμήδης μελέτησε για πρώτη φορά επιστημονικά το φαινόμενο της ευστάθειας πλοίου. Μετά την μελέτη του Αρχιμήδη άρχισε νέα εποχή κατασκευής μεγάλων πλοίων. Για αυτή την μελέτη ο Αρχιμήδης ανέπτυξε ειδικά μαθηματικά τα οποία αποτελούν την βάση του ολοκληρωτικού λογισμού, δημιουργώντας την έννοια του ολοκληρώματος. Αυτά τα νέα μαθηματικά άλλαξαν τελείως την εξέλιξη των μαθηματικών ανοίγοντας πλήθος νέα πεδία και εφαρμογές. Με την ίδια μεθοδολογία ο Αρχιμήδης υπολόγισε τον όγκο κώνου και σφαίρας. Ήταν τόσο περήφανος για αυτή τη μαθηματική μέθοδο που ζήτησε και έβαλαν ως μνημείο στον τάφο του το σχήμα μιας σφαίρας εγγε-

γραμμένης σε κύλινδρο. Με την ίδια μαθηματική μεθοδολογία και τους νόμους της φυσικής που ανακάλυψε ο ίδιος (νόμους άνωσης, μοχλών) μελέτησε και σχεδίασε το τεράστιο θρυλικό γιγάντιο πλοίο *Συρακουσία*, το οποίο έχει πολλές ομοιότητες με το τεράστιο πλοίο των Αντικυθήρων.



Εικόνα 35 Σφαίρα μέσα σε κύλινδρο. Ο Αρχιμήδης ζήτησε αυτό το σχήμα να είναι χαραγμένο στο τάφο του διότι αυτός πρώτος υπολόγισε σωστά τον όγκο και το εμβαδό της σφαίρας. Με βάση αυτό το ανάγλυφο ο θαυμαστής του Αρχιμήδη (106 π.Χ. - 43 π.Χ.) μέγιστος Ρωμαίος φιλόσοφος και πολιτικός Κικέρων 150 χρόνια αργότερα.

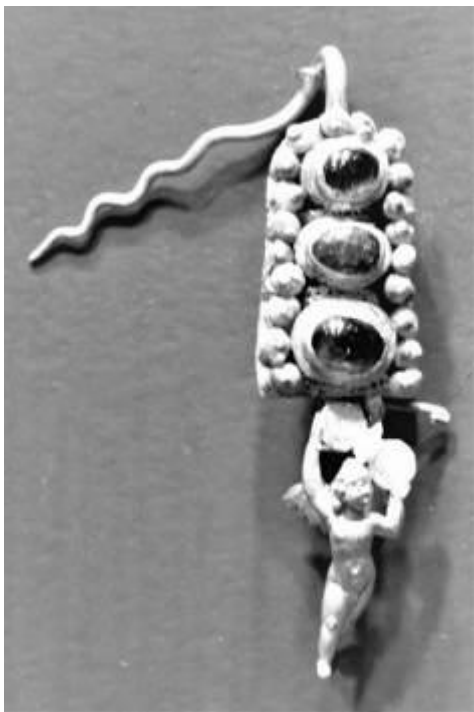
Μέσα στα στέγαστρα του μυστηριώδους πλοίου των Αντικυθήρων πρέπει να διατηρούσαν και φωτιά στα μαγειρεία, είχαν σε φούρνους κ.λπ. Στο ναυάγιο βρέθηκαν περιστροφικοί και κυλινδρικοί χειρόμυλοι για σιτηρά, μύλοι κατάλληλοι για το πλιγούρι και αλεύρι. Έτσι συμπεραίνουμε ότι ίσως είχε φούρνο για να ετοιμάζουν ψωμί. Βρέθηκαν ακόμη αρκετοί σαλίγκαροι με κομμένο το κέλυφος στο άνω μέρος, ασφαλώς ενδεικτικό ότι τους έτρωγαν, κουκούτσια από ελιές όπως και άλλα υπολείμματα διατροφής. Το ναυάγιο είχε και πολλά σκεύη απαραίτητα για την διατροφή ενός πολυπληθούς πληρώματος, αλλά και ειδικά πολυτελή κοκκινωπά πιάτα και πιατέλες για τα συμπόσια των πιθανώς πολύ πλουσίων Ρωμαίων επιβατών ή εμπόρων, πλοιοκτητών κ.λπ.. Υπάρχουν περιγραφές των χώρων συμποσίων σε τέτοια πλούσια πλοία από τον Αθήναιο.

Το έρμα κάθε πλοίου με το οποίο επιτυγχάνεται ευστάθεια στις τρικυμίες ήταν τοποθετημένο στο κάτω μέρος του πλοίου με βάση τον νόμο των μοχλών και της άνωσης του Αρχιμήδη. Ο Αρχιμήδης

σχεδίασε πρώτος ένα τεράστιο πλοίο, τη Συρακουσία, με επιστημονική μέθοδο. Το έρμα αποτελείται από βαριά αντικείμενα και μυλόπετρες επιλέγονταν συχνά ως έρμα, διότι επιπλέον θα μπορούσαν να πωληθούν στον προορισμό ή και σε ενδιάμεσα λιμάνια, και να αντικατασταθούν με κάποιο άλλο αντικείμενο που έχει αξία στον επόμενο προορισμό. Μέρος του έρματος ήταν σάκοι με άμμο μέσα στην οποία είχαν τοποθετηθεί τα μικρά πολύτιμα αγάλματα για προστασία. Ένα τέτοιο αγαλματίδιο που ανακάλυψε ο δύτης κ. Λευτέρης Τσαβλίρης στις έρευνες που έγιναν με το πλοίο *Καλυψώ* του Κουστώ. Το αγαλματίδιο ήταν προφυλαγμένο μέσα σε ένα σάκο με άμμο. Η ίδια μέθοδος ασφαλώς είχε χρησιμοποιηθεί με παραλλαγές και για μεγάλα πολύτιμα αντικείμενα.

Στο ναυάγιο βρέθηκαν ανθρώπινα οστά στα οποία περιλαμβάνονται και γυναίκες που μπορεί να ήταν πλούσιες επιβάτισσες ή ίσως ήταν μέρος του πληρώματος ως μαγείρισσες.

Βρέθηκαν αρκετά περίτεχνα σκουλαρίκια με πολύτιμους λίθους που ίσως φορούσαν πλούσιες επιβάτιδες ή αποτελούσαν πολύτιμο φορτίο για κάποιες Ρωμαίες Πατρικίες. Ένα όμορφο σκουλαρίκι με μικρό έρωτα έβγαλε ο φίλος κ. Λευτέρης Τσαβλίρης μέσα από το κόσκινο που περνούσε η άμμος και τα άλλα λεπτόρρευστα που μάζευαν οι δύτες ανασκαφείς με απορροφητήρα από τον βυθό και κοσκίνιζαν συνεχώς για να επιλέξουν τα πολύτιμα αντικείμενα που ήταν θαμμένα μέσα στην άμμο.



Εικόνα 36 Ενώπιον (σκουλαρίκι) από το ναυάγιο. Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο.



Εικόνα 37 Γραβούρα με απεικόνιση αστρονομικού οργάνου που μετράει γωνιακές αποστάσεις στον ουρανό, την γωνιακή απόσταση ανάμεσα σε δυο άστρα.

Το Ελληνικό θαύμα

Ελληνικό θαύμα ονομάζεται η ταχύτατη γέννηση της φιλοσοφίας και των επιστημών στην Ελλάδα σε ένα μικρό χρονικό διάστημα, κυρίως στη κλασική Αθήνα.

Ο Μηχανισμός είναι ίσως το πιο αντιπροσωπευτικό δείγμα του *Ελληνικού Θαύματος*, όπως αποκαλείται διεθνώς η γέννηση του πολιτισμού. Το Ελληνικό Θαύμα είναι κατά κύριο λόγο η γέννηση της φιλοσοφίας και των επιστημών στην Ελλάδα και όχι σε κάποιον από τους άλλους σημαντικούς πολιτισμούς. Το Ελληνικό Θαύμα είναι βασισμένο στη θεωρητική επιστημονική σκέψη και ιδίως στα θεωρητικά μαθηματικά, την γεωμετρία, που με κυκλικές κινήσεις την μετατρέπουν φυσική μέσω αριθμητικής, τριγωνομετρίας και άλγεβρας. Η επιστημονική πολιτιστική και τεχνολογική Ελληνική κληρονομιά είναι πολύτιμη προίκα της ανθρωπότητας. Η ελληνική επιστήμη και τεχνολογίας είναι ρίζες του σημερινού πολιτισμού μας όχι μόνον της Ευρώπης, αλλά του Παγκόσμιου πολιτισμού, αλλά και της σύγχρονης φιλοσοφίας.

Τα μαθηματικά είναι η βάση των επιστημών και της τεχνολογίας που βασίζεται σε αυτά. Τα μαθηματικά γεννήθηκαν ή αναπτύχθηκαν και θριάμβευσαν στην Ελλάδα, όπως σχεδόν και όλες οι άλλες επιστήμες. Σε αυτές περιλαμβάνεται η αστρονομία και η φυσική, η βιολογία, η ορυκτολογία και η λογική και φυσικά η φιλοσοφία. Αυτή η γέννηση του πολιτισμού ονομάσθηκε διεθνώς το Ελληνικό θαύμα

Το Ελληνικό θαύμα είναι η γέννηση του πολιτισμού στην Ελλάδα μέσα σε ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα και ιδιαιτέρως στην κλασική Αθήνα. Τα Ελληνικά θαύμα γιγαντώθηκε κατά την Ελληνιστική περίοδο κατά την οποία θριάμβευσαν οι επιστήμες και η τεχνολογία βασισμένη στις επιστήμες και ακριβείς υπολογισμούς. Οι Έλληνες με τα μαθηματικά εκφράζουν τους νόμους της φυσικής. Αυτή την πρακτική εισάγει πρώτος ο Πυθαγόρας, όπως λέει η παράδοση.

Ο Ψευδό-Πλούταρχος περιγράφει τον Πυθαγόρα ως τον πρώτο φιλόσοφο που εισήγαγε την έννοια των αριθμών και των συμμετριών ως θεμελιώδεις αρχές του σύμπαντος. Ο Πυθαγόρας πίστευε ότι αυτοί οι αριθμοί και οι αρμονίες τους αποτελούσαν την ουσία της πραγματικότητας, οι οποίες είναι θεμελιώδεις αρχές παράλληλα με τους αριθμούς, υπογραμμίζοντας τη σημασία τους στο φιλοσοφικό του σύστημα.³¹ Ο Αέτιος υπογραμμίζει ότι ο Πυθαγόρας ξεκίνησε μια νέα φάση στη φιλοσοφία εισάγοντας την έννοια των αριθμών και των συμμετριών τους ως θεμελιώδεις αρχές. Του πιστώνεται ότι έθεσε τις βάσεις για ένα φιλοσοφικό σύστημα που ενσωματώνει μαθηματικές έννοιες όπως οι αριθμοί και οι αρμονίες.³²

Το Ελληνικό θαύμα, η γέννηση και ανάπτυξη της φιλοσοφίας και των επιστημών, βασίζεται και σε αυτές τις Πυθαγόρειες αντιλήψεις και από αυτές προέρχονται ουσιαστικά όλα αυτά που αποτελούν τον Πολιτισμό μας σήμερα, τον λεγόμενο δυτικό πολιτισμό που είναι στην πραγματικότητα ο Ελληνικός πολιτισμός με κορωνίδα την Φιλοσοφία, της οποίας κλάδοι είναι εντέλει όλες σχεδόν οι επιστήμες.

Σήμερα, ακολουθώντας τους Πυθαγόρειους, δεχόμαστε ότι όλες οι επιστήμες γίνονται πραγματικά επιστήμες και ολοκληρώνονται με την χρήση των μαθηματικών και των νόμων της φύσης. Τα αποτελέσματά τους θεωρούνται σε μεγάλο βαθμό αξιόπιστα ή και αδιαμφισβήτητα μόνο με τα μαθηματικά και τους νόμους της φυσικής. Οι επιστημονικές αντιλήψεις αναθεωρούνται για να βελτιωθούν με μαθηματικά όταν νέες παρατηρήσεις, νέα πειράματα και νέες θεωρίες οδηγήσουν στην βελ-

³¹ Ψευδοπλούταρχος, Τα αρέσκοντα τοις φιλοσόφοις, Pseudo-Plutarchus, *Placita philosophorum* (874d–911c) (0094: 003) “Plutarchi moralia, vol. 5.2.1”, Ed. Mau, J. Leipzig: Teubner, 1971 Stephanus page 876, section E, Πάλιν δ' ἀπ' ἄλλης ἀρχῆς Πυθαγόρας Μνησάρχου Σάμιος, ὁ πρῶτος φιλοσοφίαν τούτῳ τῷ ῥήματι προσαγορεύσας, ἀρχὰς τοὺς ἀριθμοὺς καὶ τὰς συμμετρίαις τὰς ἐν τούτοις, ἃς καὶ ἀρμονίας καλεῖ, τὰ δ' ἐξ ἀμφοτέρων σύνθετα στοιχεῖα, καλούμενα δὲ γεωμετρικά· πάλιν δὲ τὴν μονάδα καὶ τὴν ἀόριστον δυάδα ἐν ταῖς ἀρχαῖς.

³² Aëtius *De placitis reliquiae* (Stobaei excerpta) (0528: 001) “*Doxographi Graeci*”, Ed. Diels, H. Berlin: Reimer, 1879, Repr. 1965. Page 280, line 13 Οὗτοι μὲν οὖν ἐφεξῆς ἀλλήλοις ταῖς διαδοχαῖς γενόμενοι τὴν Ἰωνικὴν ἐκπληροῦσι φιλοσοφίαν, οὕτω προσαγορευθεῖσαν διότι Μιλήσιος αὐτῆς κατῆρξεν ἀνὴρ ὁ Θαλῆς ἀπὸ τῆς τῶν Ἰώνων μητροπόλεως. Πυθαγόρας Μνησάρχου Σάμιος πρῶτος φιλοσοφίαν τούτῳ τῷ ῥήματι προσαγορεύσας, ἀρχὰς τοὺς ἀριθμοὺς καὶ τὰς συμμετρίαις τὰς ἐν τούτοις, ἅστινας ἀρμονίας καλεῖ, τὰ δ' ἐξ ἀμφοτέρων σύνθετα στοιχεῖα.

τίωσή τους και την αλλαγή των αντιλήψεών μας που στην συνέχεια θα οδηγήσουν αναπόδραστα σε νέα τεχνολογία.

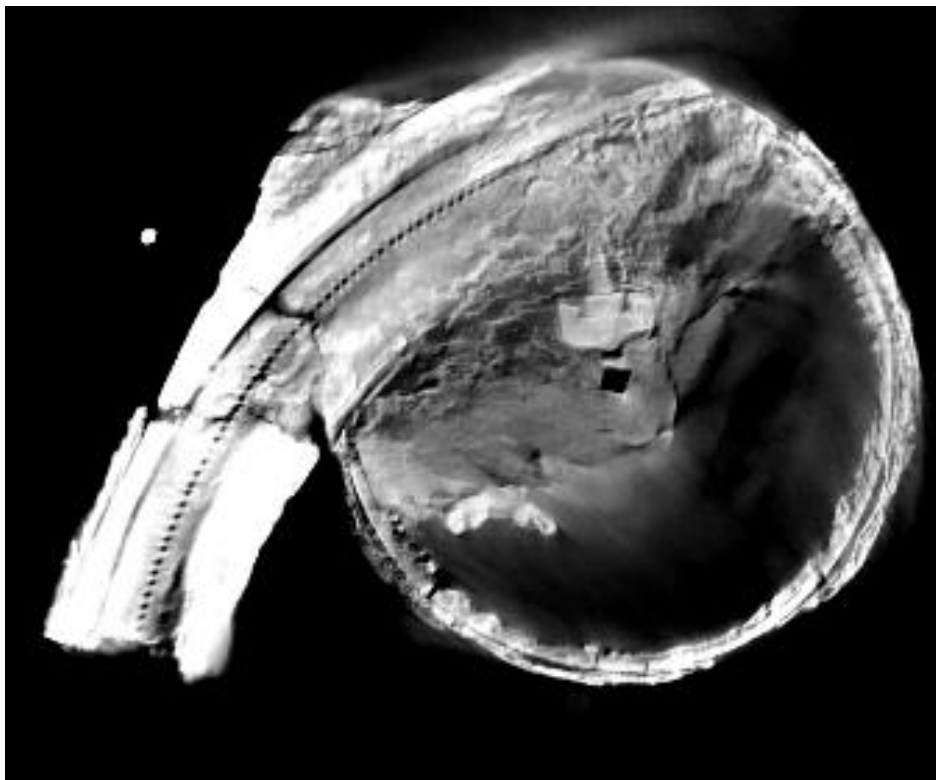
Με τους νόμους της φυσικής, την αιτιοκρατία, γεννιέται και ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων ο οποίος είναι η επιτομή της Ελληνικής Φιλοσοφίας. Είναι η επιτομή της φιλοσοφίας, διότι η κατασκευή ενός μηχανικού σύμπαντος, όπως είναι ο Μηχανισμός, απαιτείται η εφαρμογή της Ελληνικής Φιλοσοφίας, της φιλοσοφία των Ιώνων φιλοσόφων, της φιλοσοφίας των Πυθαγορείων στην πράξη.

Η «υπογραφή» του Πυθαγόρα υπάρχει μέσα στον Μηχανισμό, όπου σε ένα από τα γρανάζια του είναι χαραγμένο το πεντάγωνο των Πυθαγορείων που ήταν ένα από τα σύμβολά τους. Το συμβολικό πεντάγωνο είναι κρυμμένο ανάμεσα στα γρανάζια και δεν είναι ορατό. Αποκαλύπτεται μόνο αν ανοίξουμε και αφαιρέσουμε τα γρανάζια. Ο κατασκευαστής κρύβει την υπογραφή του και την φυλάει για τους ειδικούς που ασφαλώς μπορούν να αναγνωρίσουν και να ερμηνέυσουν τον συμβολισμό. Το πεντάγωνο συμβολίζει την δύναμη της γνώσης που βασίζεται στα μαθηματικά και τους νόμους της φυσικής, γιατί απεικονίζει συμβολικά την κίνηση του πλανήτη Αφροδίτη που κάνει πέντε περιφορές γύρω από τον Ήλιο μέσα σε ακριβώς οκτώ έτη, χρονική περίοδο που είναι ίση με 99 μήνες. Το πεντάγωνο δηλαδή συμβολίζει την ισχύ που βασίζεται στην επιστημονική γνώση, στην φυσική και τα μαθηματικά. και αποτελεί την υπογραφή του κατασκευαστή που με αυτό το κρυμμένο σύμβολο βάζει την υπογραφή του και δηλώνει ευθαρσώς «είμαι Πυθαγόρειος».



Εικόνα 38 Η “υπογραφή” του Πυθαγόρα με την μορφή ενός κανονικού πενταγώνου υπάρχει μέσα στον Μηχανισμό, όπου σε ένα από τα γρανάζια του είναι χαραγμένο το κανονικό πεντάγωνο των Πυθαγορείων που ήταν ένα από τα σύμβολά τους. Το συμβολικό πεντάγωνο είναι κρυμμένο ανάμεσα στα γρανάζια και δεν είναι ορατό παρά μόνο αν ανοίξουμε και αφαιρέσουμε τα γρανάζια, και συνεπώς απευθύνεται στους ειδικούς που ασφαλώς μπορούν να ερμηνεύσουν τον συμβολισμό. Αξονική τομογραφία που λάβαμε (η ομάδα μας) και πραγματοποιήσαμε την έρευνα του μηχανισμού με το μηχάνημα αξονικής τομογραφίας BladeRunner X-Tek-Systems, Nikon Metrology.

Ο μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι ο αρχαιότερος γνωστός υπολογιστής. Πιθανότατα φτιάχτηκε τον Β΄ αιώνα π.Χ.. Λειτουργεί με γρανάζια που περιέχουν το λογισμικό, το πρόγραμμα δηλαδή με το οποίο υπολογίζει και προβλέπει όλα τα τότε γνωστά αστρονομικά φαινόμενα. Ο Μηχανισμός ήταν ένα μικρό, φορητό μηχάνημα που είναι η επιτομή της Ελληνικής Φιλοσοφίας, Τέχνης και Επιστήμης. Συγχρόνως είναι η μόνη απτή απόδειξη ότι οι Έλληνες έχουν υψηλή τεχνολογία, και μάλιστα “νανοτεχνολογία” της εποχής.



Εικόνα 39 Τομή του Μηχανισμού με τις 365 τρυπούλες απεικονισμένη με τον αξονικό τομογράφο της X-Tek Systems BladeRunner που έφτιαξε ειδικά για την μελέτη μας ο κ. Roger Hadland και οι συνεργάτες του. Η μελέτη μας βασίστηκε σε τομογραφίες που πραγματοποιήσαμε με α

Ο Μηχανισμός είναι το απαύγασμα της διδασκαλίας και αντίληψης των Πυθαγορείων, η οποία οδήγησε στην ακριβή διατύπωση των γνώσεών μας για την Φύση. Η Πυθαγόρεια μεθοδολογία μετεξελίχθηκε στην επιστημονική μέθοδο μέσω της μαθηματικοποίησης της κατανόησης του Κόσμου. Οδηγούμαστε αναπόδραστα στη μαθηματικοποίηση μέσω της παρατήρησης της Φύσης, των πειραμάτων με μετρήσεις και της αντίληψης ότι η Φύση μελετάται με τα μαθηματικά, ότι είναι αρμονική και με συμμετρίες. Οι επιστήμονες, οι Πυθαγόρειοι φιλόσοφοι, διαπιστώνουν με κατάλληλα σχεδιασμένα και εκτελούμενα πειράματα και ακριβείς μετρήσεις, όπως με μουσικά όργανα ότι υπάρχουν νόμοι της φυσικής που διατυπώνονται με μαθηματικά. Με αυτή την επιστημονική μέθοδο με επαγωγική και συνθετική σκέψη οδηγήθηκε η επιστήμη στην διατύπωση των νόμων της φυσικής με βάση τους οποίους

σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων. Ο σύγχρονος κόσμος με την σημερινή τεχνολογία στηρίζεται στις ίδιες επιστημονικές μεθόδους και η Επιστήμη της Κλασικής και Ελληνιστικής περιόδου αποτελεί το θεμέλιο του Κόσμου σήμερα.

Ένα επίσης σημαντικό όσο και εύλογο ερώτημα είναι, πώς και γιατί η ανθρωπότητα που είχε προοδεύσει υπερβολικά στην Ελλάδα οπισθοδρόμησε όπως οι πλανήτες για πολλούς αιώνες, σχεδόν για χιλιετίες. Πιστεύω ότι ανθρωπότητα θα είχε πάει στο Φεγγάρι πριν από δύο χιλιετίες, παραφράζοντας αυτά που είπε ο Άρθουρ Κλαρκ, και όχι πριν από πενήντα χρόνια, αν δεν είχε υποχωρήσει η επιστήμη και ο πολιτισμός ως αποτέλεσμα της πολιτικής των κυβερνώντων και από το φόβο των Ρωμαίων για την Επιστήμη.

Η επίδραση του Ελληνικού πολιτισμού στο Ρωμαϊκό

Η διείσδυση του Ελληνικού πολιτισμού στη Ρώμη είναι έντονη και καταλυτική από την αρχαιότητα. Ο Οράτιος συνοψίζει γράφοντας «Η Ελλάδα καταλήφθηκε από αγροίκο Ρωμαίο, αλλά η Ελληνικός Πολιτισμός μετέτρεψε τον αγρότη Ρωμαίο σε κάτοικο του Λατίου (δηλαδή της πολιτισμένης Ρώμης)».

Η Ελληνική επιρροή έγινε ακόμη πιο άμεση και δραστικότερη μέσω των κατακτήσεων της Ρώμης στη Σικελία, τη Μακεδονία, την Ελλάδα και την Ασία κατά τη διάρκεια του

Η πρώτη Ρωμαϊκή παιδεία βασιζόταν στη διαμόρφωση προσωπικότητας, με σκοπό ένα σοβαρό χαρακτήρα παρά στη γνώση βασισμένη στη λογική. Η Ρωμαϊκή εκπαίδευση βασιζόταν βαθμιαία όλο και περισσότερο στις πρακτικές και μεθόδους της ελληνικής εκπαίδευσης. Η Ρωμαϊκή εκπαίδευση δεν είχε κρατικό ή κοινωνικό χαρακτήρα. Αντιθέτως η Ελληνική εκπαίδευση είχε κοινοτικό ή κρατικό χαρακτήρα από την αρχαιότητα, ο οποίος συνεχίστηκε και την ελληνιστική εποχή, και την Ρωμαϊοκρατία. Οι Ρωμαίοι αρχικά δεν ενδια-

φέρονταν για πνευματικά επιτεύγματα αλλά ένα επιθυμητό τύπο σοβαρό, στιβαρό χαρακτήρα (*gravitas* [σοβαρότητα]). Στις δυτικές Ρωμαϊκές περιοχές η εκπαίδευση είχε και στρατιωτικό χαρακτήρα μέσω των *iuvenes* (σχολείων, γυμναστηρίων, αγώνων, σε κάποιο βαθμό όπως των Ελληνικών).

Στην Ελλάδα οι Έλληνες δάσκαλοι εισάγουν νεωτερισμούς σε όλους τους τομείς των γνώσεων. Αντιθέτως οι Ρωμαίοι συχνά έλεγαν «Έμαθα πολύ περισσότερα με την πρακτική... και από τις συνήθειες του σπιτιού μου, παρά με τα γράμματα». Η εκπαίδευση στη Ρώμη βασιζόνταν σε μια παραδοσιακή βασικά αγροτική εκπαίδευση. Ο πατέρας ήταν σχεδόν πάντοτε ο δάσκαλος. Η Ρωμαϊκή εκπαίδευση δεν είχε επίβλεψη από το κράτος.

Τα *iuvenes* δηλαδή η νεολαία, όπως έλεγαν στην αρχαία Ρώμη τα σχολεία και το ελληνικό γυμνάσιο είχαν κάποιες ομοιότητες αλλά και σημαντικές διαφορές στο κοινωνικό και εκπαιδευτικό τους πλαίσιο.

1. Κοινωνικό πλαίσιο:

Στην αρχαία Ρώμη, οι *iuvenes* ήταν νέοι άνδρες που μεταβαίνουν στην ενηλικίωση μέσα στο ρωμαϊκό κοινωνικό πλαίσιο. Οι ρόλοι και οι ευθύνες τους καθορίστηκαν από τα ρωμαϊκά πολιτιστικά πρότυπα και προσδοκίες.

Στην ελληνική κοινωνία, το γυμνάσιο ήταν ένα κεντρικό ίδρυμα όπου οι νέοι άνδρες, γνωστοί ως «έφηβοι», υποβάλλονταν σε σωματική, πνευματική και ηθική εκπαίδευση. Αυτή η εκπαίδευση ήταν αναπόσπαστο μέρος του να γίνεις πολίτης και να εκπληρώσεις τα πολιτικά καθήκοντα.

2. Εκπαιδευτικό πρόγραμμα:

Η εκπαίδευση των *iuvenes* στη Ρώμη ήταν ποικίλη και περιλάμβανε τόσο επίσημα όσο και άτυπα στοιχεία. Ενώ υπήρχαν σχολεία (*ludus*) για την πρωτοβάθμια εκπαίδευση, η τριτοβάθμια εκπαίδευση συχνά περιλάμβανε ιδιωτικούς δασκάλους ή παρακολούθησε σχολές ρητορικής ή φιλοσοφίας.

Στο ελληνικό γυμνάσιο, η εκπαίδευση ήταν πιο δομημένη και ολιστική. Περιλάμβανε σωματική άσκηση, πνευματικές αναζητήσεις ό-

πως η φιλοσοφία, τα μαθηματικά, η αστρονομία, μουσική και ηθική εκπαίδευση με στόχο την ανάπτυξη ολοκληρωμένων πολιτών βασισμένων στη λογική.

3. Σωματική Άσκηση και Στρατιωτική εκπαίδευση:

Τόσο οι Ρωμαίοι όσο και οι Έλληνες έφηβοι ασχολούνταν με σωματικές δραστηριότητες, αλλά η εστίαση διέφερε. Οι Ρωμαίοι νέοι συμμετείχαν σε στρατιωτική εκπαίδευση ως μέρος της προετοιμασίας τους ως πολίτες και για πολεμικές επιχειρήσεις.

Τα ελληνικά γυμνάσια έδιναν μεγάλη έμφαση στη φυσική κατάσταση και τον αθλητισμό, με δραστηριότητες όπως η πάλη, το τρέξιμο και η ρίψη ακοντίου να αποτελούν κεντρικά συστατικά της εκπαίδευσής τους.

4. Πολιτιστικές αξίες:

Η ρωμαϊκή κοινωνία έδωσε έμφαση σε αρετές όπως η πειθαρχία, το καθήκον προς το κράτος και η προσήλωση στις παραδοσιακές αξίες. Η εκπαίδευση των *iuvenes* είχε ως στόχο να ενσταλάξει αυτές τις αξίες για να τους προετοιμάσει για τους ρόλους τους ως πολίτες και ηγέτες.

Η ελληνική κοινωνία εκτιμούσε την πνευματική και σωματική αριστεία, με το γυμνάσιο να χρησιμεύει ως χώρος καλλιέργειας και των δύο. Η ελληνική εκπαίδευση στόχευε στην παραγωγή ολοκληρωμένων ατόμων που θα μπορούσαν να συμβάλουν στην πολιτιστική, πολιτική και πνευματική ζωή των πόλεων-κρατών τους.

Συνοπτικά, ενώ τόσο τα *iuvenes* στην αρχαία Ρώμη όσο και το ελληνικό γυμνάσιο ήταν ιδρύματα όπου οι νέοι άνδρες έλαβαν εκπαίδευση και κατάρτιση, διέφεραν ως προς το κοινωνικό τους πλαίσιο, την εκπαιδευτική εστίαση, τις προσεγγίσεις στη σωματική άσκηση και τις πολιτιστικές αξίες.

Στη διάρκεια των αιώνων η εκπαίδευση των Ρωμαίων ελληνοποιήθηκε σε μεγάλο βαθμό. Δυστυχώς οι Ρωμαίοι και στη συνέχεια οι Λατίνοι για πολλούς αιώνες και έτσι οι επιστήμες αναπτύχθηκαν μόνο από τους τότε υπόδουλους Έλληνες μέχρι τα αρχικά χρόνια της Βυζαντινής Αυτοκρατορίας. Οι Λατίνοι διδάχτηκαν τις θετικές επιστήμες

από τους Έλληνες μόνο μετά τις διαδοχικές πτώσεις της Κωνσταντινούπολης με τη 2η Σταυροφορία και τη τελική το 1453 οι και βαθμιαία τέθηκαν οι βάσεις για την Αναγέννηση, το Διαφωτισμό, την εκπαίδευση της Ευρώπης, αλλά και του σύγχρονου πολιτισμό.

Ουσιαστικά όλοι οι κορυφαίοι Ρωμαίοι, ιδρυτές και αναμορφωτές της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας έλαβαν ελληνική εκπαίδευση στη Ρώμη αρχικά και κατόπι στην Ελλάδα. Ο Ιούλιος Καίσαρας, εξέχων Ρωμαίος πολιτικός και στρατιωτικός ηγέτης, σπούδασε στη Αθήνα και τη Ρόδο όταν ήταν νέος. Στην Αθήνα διδάχτηκε ρητορική και ασφαλώς φιλοσοφία. Ο Ιούλιος Καίσαρ πήγε στη Ρόδο να διδαχθεί από τον Απολλώνιο στη σχολή του οποίου σπούδασε και ο Κικέρων.

Στο ταξίδι του τον συνέλαβαν όμηρο πειρατές από την Κικιλία, απέναντι από τη Ρόδο και ελευθερώθηκε με λύτρα. Στη διάρκεια της ομηρείας του διάβαζε ποιήματα στην ελληνική γλώσσα στους πειρατές τους οποίους αποκαλούσε βαρβάρους επειδή δεν καταλάβαιναν. μετά την απελευθέρωσή σε ειδική εκστρατεία εξόντωσε όλους τους πειρατές.

Αργότερα οι Ρωμαίοι με τον Πομπήιο με κατάλληλο στόλο διέλυσαν την πειρατεία στη μεσόγειο πιάνοντας μερικές δεκάδες χιλιάδες πειρατές τους οποίους στη συνέχεια εγκατέστησαν σε άλλες περιοχές και τους μετέτρεψε σε αγρότες.

Ο Ιούλιος Καίσαρας διδάχθηκε φιλοσοφία και εκτιμώντας την τέχνη πήρε πολλά αγάλματα από τη Ρόδο. Εντυπωσιάστηκε πολύ από ένα άγαλμα του Μεγάλου Αλεξάνδρου, ο οποίος ήταν το πρότυπο για πολλούς Ρωμαίους, και ήθελε να το αγοράσει. Το τίμημα ήταν τεράστιο και θυμωμένος είπε σαν αστείο ότι θα προτιμούσε να πληρώσει για να φτιάξουν ένα τόσο καλό άγαλμα του ίδιου. Οι Ρόδιοι διότι δεν μπορούσαν να κάνουν αλλιώς του έκαναν δώρο το άγαλμα του Αλεξάνδρου. Πιθανώς αυτό ενθάρρυνε τον Καίσαρα να πάρει πολλά άλλα αγάλματα από τη Ρόδο ως λάφυρα πολέμου, φυσικά δωρεάν.

Η εκπαίδευση του Σενέκα στη φιλοσοφία και ειδικότερα στο Στωικισμό έλαβε από τον φιλόσοφο Άτταλο αλλά και άλλους στην Επικούρεια φιλοσοφία και το Νεοπλατωνισμό. Τα γραπτά του αντικατοπτρίζουν μια βαθιά εξοικείωση με την ελληνική και ρωμαϊκή λογοτε-

χνία, τη φιλοσοφία και τη ρητορική, υποδηλώνοντας μια ολοκληρωμένη εκπαίδευση σε όλους τους τομείς.

Ο Αδριανός που κυβέρνησε τη Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία από το 117 έως το 138 μ.Χ. πήρε εκατοντάδες περίφημα αγάλματα από την Ελλάδα. Ο Αδριανός από τις αρχικές ήδη μακρόχρονες επισκέψεις του στην Ελλάδα σπούδασε φιλοσοφία, λογοτεχνία και τέχνη ερωτεύτηκε τον ελληνικό πολιτισμό και την τέχνη. Αγάπησε την Αθήνα και πραγματοποίησε σημαντικότερο οικοδομικό πρόγραμμα στην Αθήνα. Το πρόγραμμα ονομάστηκε *Αδριανική Αθήνα*. Περιλαμβάνει την τεράστια βιβλιοθήκη του Αδριανού και τον Ναό του Ολυμπίου Διός. Ο Αδριανός δημιούργησε συλλογή ελληνικών αγαλμάτων και άλλων έργων τέχνης τα οποία πήρε από διάφορες ελληνικές πόλεις για να στολίσουν τη βίλα του, Villa Adriana, στο Τίβολι της Ιταλίας. Αυτά τα αγάλματα πιθανότατα ελήφθησαν από ιερά, δημόσια κτίρια και άλλες τοποθεσίες στην Ελλάδα. Η τεράστια όσο και εκλεπτυσμένη συλλογή ελληνικών αγαλμάτων του Αδριανού συνέβαλε στη διάδοση των ελληνικών καλλιτεχνικών στυλ σε όλη τη Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία και είχε διαρκή αντίκτυπο στη διαμόρφωση της ρωμαϊκής τέχνης και του ρωμαϊκού πολιτισμού και στην συνέχεια στον Ευρωπαϊκό.

Ο Στωικός σημαντικότερος φιλόσοφος Ρωμαίος αυτοκράτορας Μάρκος Αυρήλιος, σπούδασε στην Αθήνα, κυρίως στωική φιλοσοφία. Έγραψε στην Ελληνική Γλώσσα εξαιρετικά έργα τα οποία αποτελούν σταθμό στην φιλοσοφία, παρόλο που τα έγραψε για τον εαυτό του. Το ότι γράφει στα ελληνικά για τον εαυτό του και μάλιστα κατά την διάρκεια των εκστρατειών του σε πολέμους δείχνει ότι διαλογιζόταν στην ελληνική γλώσσα και αυτό αποδεικνύει την τεράστια επίδραση του Ελληνικού πολιτισμού στον Ρωμαϊκό.

Ο Αύγουστος (Οκταβιανός), ο πρώτος Ρωμαίος αυτοκράτορας εκπαιδεύτηκε πολλά χρόνια σε Ρώμη, Απολλωνία της Ηπείρου, Αθήνα και πιθανώς Ρόδο. Απέκτησε μεγάλο ενδιαφέρον για την Ελληνική λογοτεχνία, τη φιλοσοφία και τον πολιτισμό. Φυσικά αυτό δεν τον δυσκόλεψε να κατακτήσει την Ελλάδα. Πιθανώς το αντίθετο.

Ο Τιβέριος, δεύτερος Ρωμαίος αυτοκράτορας, σπούδασε πολλά χρόνια στη Ρόδο. Η εκπαίδευσή του λέγεται ότι είχε σημαντική επιρ-

ροή στον χαρακτήρα του και στη μεταγενέστερη πολιτική του ως αυτοκράτορα.

Ο Νέρων, πέμπτος Ρωμαίος αυτοκράτορας, σπούδασε φιλοσοφία στη Ρόδο υπό την καθοδήγηση του Στωϊκού Ετρούσκου φιλοσόφου Γάιου Μουσώνιου Ρούφου, ο οποίος δίδασκε αποκλειστικώς στην Ελληνική στην Ιταλία και Ελλάδα (Ρόδο). Παρά τη μετέπειτα περίφημη βασιλεία του. Ο Νέρων είχε ενδιαφέρον του για τις τέχνες και τις πνευματικές αναζητήσεις κατά τη διάρκεια της νιότης του. Αναφέρεται ότι πήρε από την Ρόδο πάρα πολλά αγάλματα. Ο Νέρων είναι γνωστό ότι ήταν άπληστος συλλέκτης τέχνης και αντικειμένων. Στα εκτεταμένα οικοδομικά έργα και ανακαινίσεις που έκανε στη Ρώμη, συμπεριλαμβανομένης της κατασκευής του πολυτελούς Χρυσής Οικίας του (Domus Aurea), διακοσμημένης με εξαιρετικά Ελληνικά έργα τέχνης και γλυπτά από όλο τον Ελληνικό Κόσμο. Ομοίως εμπλούτισε με Ελληνικά έργα και τις άλλες αυτοκρατορικές κατοικίες. Κατά τη διάρκεια της βασιλείας του συνέβαλε σημαντικά στην πολιτιστική και καλλιτεχνική κληρονομιά της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας.

Ο Κόμμοδος Ρωμαίος αυτοκράτορας (180 έως το 192 μ.Χ.), του οποίου η διακυβέρνηση βρίθκει από διαμάχες και υπερβολές σπούδασε στη Ρόδο και ήθελε να μοιάσει του Μεγάλου Αλεξάνδρου.

Ο Σκιπίων ο Αφρικανός ο σημαντικότερος στρατηγός διάσημος για την νίκη του Αννίβα στον Β' Πουνικό πόλεμο, σπούδασε στην Αθήνα, όπου γνώρισε την ελληνική κουλτούρα και φιλοσοφία. Ο Γάιος Μάριος, ένας εξέχων Ρωμαίος στρατηγός και πολιτικός που αναμόρφωσε τον ρωμαϊκό στρατό, έζησε μεγάλο χρονικό διάστημα στην Ελλάδα, μελετώντας και τις στρατιωτικές τακτικές και στρατηγική. Ο Κάτων ο Νεότερος (Marcus Porcius Cato Uticensis), ήταν ένθερμος υπερασπιστής των ρωμαϊκών δημοκρατικών αξιών επηρεασμένος από τις σπουδές του στην Αθήνα κοντά στον φιλόσοφο Αθηνόδωρο μαθαίνοντας φιλοσοφία, ιδιαίτερα στωικισμό. Ο Βρούτος (Μάρκος Ιούνιος Βρούτος), σπούδασε φιλοσοφία και ρητορική στην Αθήνα και επηρεασμένος από την πνευματική ατμόσφαιρα της πόλης έγινε ένας από τους κύριους συνωμότες στη δολοφονία του Ιουλίου Καίσαρα.

Ο Ελληνικός πολιτισμός διείσδυσε και επηρέασε σημαντικότερα τον Ρωμαϊκό Πολιτισμό. Ο Ρωμαίος αυτοκράτορας που θεωρείται ευ-

ρέως ως ο πιο φιλοσοφημένος είναι ο Μάρκος Αυρήλιος. Κυβέρνησε ως Ρωμαίος αυτοκράτορας από το 161 έως το 180 μ.Χ. και είναι περισσότερο γνωστός για τα φιλοσοφικά του γραπτά, ιδιαίτερα το έργο του «Διαλογισμοί».

Ο Μάρκος Αυρήλιος επηρεάστηκε βαθιά από τη στωική φιλοσοφία και υπήρξε ασκούμενος των στωικών αρχών σε όλη του τη ζωή. με την σειρά του επηρέασε και επηρεάζει πολλούς. Η συλλογή προσωπικών στοχασμών και φιλοσοφικών που ονόμασε «Διαλογισμούς» (στα Ελληνικά) είναι περίτεχνες μελέτες σε θέματα όπως η αρετή, η ηθική, η θνητότητα και η φύση του σύμπαντος. Είναι από τα σπουδαιότερα έργα της αρχαίας στωικής λογοτεχνίας και είχε βαθύ αντίκτυπο στις επόμενες γενιές στοχαστών. Φυσικά επηρέασε τον Ρωμαϊκό πολιτισμό και τη διακυβέρνησή της αυτοκρατορίας με ηθική ακεραιότητα και ορθολογισμό. Ενσωματώνει τις στωικές αρετές, σοφία, θάρρος δικαιοσύνη, αυτοπειθαρχία στην ηγεσία του. Πολλοί άλλοι Ρωμαίοι αυτοκράτορες, όπως ο Αύγουστος και ο Αδριανός, είχαν πνευματικά ενδιαφέροντα και φιλοσοφία. Ο Μάρκος Αυρήλιος ξεχωρίζει ως ο πιο φιλοσοφημένος λόγω του βάθους των φιλοσοφικών του γραπτών και της προσωπικής του δέσμευσης στα στωικά ιδανικά που εφαρμόζει σε όλους τους τομείς της ζωής, προσωπικής και δημόσιας.

Ο αυτοκράτορας Ιουλιανός, γνωστός και ως Ιουλιανός γεννήθηκε το 331 μ.Χ. στην Κωνσταντινούπολη, εκπαιδεύτηκε σύμφωνα με τα ελληνικά πρότυπα σε διάφορα αντικείμενα, στην αστρονομία, στη ρητορική, τη φιλοσοφία και την κλασική λογοτεχνία από εξέχοντες φιλοσόφους της εποχής. Μεταξύ των δασκάλων του ήταν ο Μαρδόνιος, ένας φιλόσοφος από την Καππαδοκία, και ο Εκεβόλιος, ένας ευνούχος που ήταν φίλος του πατέρα του. Η φιλοσοφική εκπαίδευση του Ιουλιανού είχε ιδιαίτερη επιρροή στη διαμόρφωση της κοσμοθεωρίας και της πολιτικής του ιδεολογίας η οποία ήταν βασισμένη στο Νεοπλατωνισμό, μια φιλοσοφική σχολή που συνδύαζε στοιχεία της φιλοσοφίας του Πλάτωνα με μυστικιστικές και θρησκευτικές πεποιθήσεις. Οι κύριες σπουδές του έγιναν στην Αθήνα υπό την καθοδήγηση του εξέχοντος νεοπλατωνικού φιλοσόφου Μαξίμου του Εφεσίου. Ο Ιουλιανός συνέχισε τις σπουδές σε ρητορική και φιλοσοφία στη Νικομήδεια και στην Έφεσο. Η εκπαίδευσή του ήταν ευρύτατη και ποικίλη.

Οι πνευματικές του αναζητήσεις έπαιξαν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της μετέπειτα βασιλείας του ως Ρωμαίου αυτοκράτορα και στις προσπάθειές του να αναβιώσει τις αρχαιοελληνικές θρησκευτικές πρακτικές στη Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία.

Η υψηλή εκτίμηση του Ελληνικού πολιτισμού, της ελληνικής τέχνης, από τους Ρωμαίους οδήγησε στην αγορά ελληνικών έργων τέχνης. Έργα τέχνης για την Ρωμαϊκή αγορά προέρχονταν από πολεμική λεία, αρπαγή ακόμη και από ναούς ή ιερούς τόπους όπως οι Δελφοί, αλλά και ειδικά εργαστήρια που είχαν συνεχή παραγωγή με προορισμό τη Ρώμη.

Ενδιαφέρουσες είναι οι ομοιότητες και οι διαφορές του αρχαίου ελληνικού γυμνασίου και του ρωμαϊκού *iuvenes*, σημαντικών θεσμών των πολιτισμών. Τόσο το αρχαίο ελληνικό γυμνάσιο όσο και οι ρωμαϊκοί *iuvenes* αντιπροσωπεύουν την παιδεία και την εκπαίδευση των νέων σε δύο διαφορετικές αρχαίες κοινωνίες. Ομοιότητες περιλαμβάνουν την μεγάλη κοινωνική σημασία. Το ελληνικό γυμνάσιο και οι ρωμαϊκοί *iuvenes* αντιπροσωπεύουν τη μετάβαση των νέων από τη νεότητα στην ενηλικίωση και την κοινωνικοποίησή τους.

Η ελληνική και η ρωμαϊκή εκπαίδευση επιδίωκαν τη διαμόρφωση ολοκληρωμένων ατόμων, ικανών να συμβάλλουν στην κοινωνία τους με διανοητικό, σωματικό και ηθικό επίπεδο. Το γυμνάσιο και οι *iuvenes* εκπαιδεύουν σώμα και πνεύμα μέσω φυσικών ασκήσεων και αθλημάτων. Το γυμνάσιο εστίαζε σε αθλήματα όπως η πάλη, το τρέξιμο και η ρίψη του δόρατος, ενώ οι *iuvenes* στη Ρώμη εκπαιδεύονταν άμεσα σε στρατιωτικές υπηρεσίες. Οι διαφορές δεν είναι ασήμαντες. Η ελληνική κοινωνική δομή διαμορφώνει το γυμνάσιο να παρέχει πολίτες σε μια δημοκρατία. Οι ρωμαϊκοί *iuvenes* διαμορφώνονται σε μια κοινωνία που εξελίχθηκε από τη Δημοκρατία στην Αυτοκρατορία.

Η εκπαιδευτική θεώρηση στο ελληνικό γυμνάσιο εστίαζε σε μια ολιστική εκπαίδευση που περιλάμβανε φυσική, διανοητική και ηθική ανάπτυξη, ενώ η εκπαίδευση των *iuvenes* στη Ρώμη εστίαζε περισσότερο στην προετοιμασία για στρατιωτικές και πολιτικές υπηρεσίες. Οι πολιτιστικές αξίες διαφέρουν διότι η ελληνική παιδεία εκτίμα τη διανοητική αρτιότητα και την αρετή. Η ρωμαϊκή εκπαίδευση εστίαζε στην πειθαρχία, αφοσίωση στο καθήκον και την υπηρεσία προς το κράτος.

Συνολικά, τόσο το ελληνικό γυμνάσιο όσο και οι ρωμαϊκοί *iuvenes* αποτελούσαν σημαντικά μέρη της εκπαίδευσης και της κοινωνικής διαμόρφωσης των νέων στις αρχαίες ελληνικές και ρωμαϊκές κοινωνίες.

Υπάρχουν καταλυτικές διαφορές στην χρηματοδότηση των θεσμών εκπαίδευσης οι οποίες διαφοροποιούν τις δυο κοινωνίες. Αυτές οι πανάρχαιες διαφορές συνεχίζονται μέχρι σήμερα. Οι *iuvenes* δεν είναι κρατικός θεσμός όπως το ελληνικό γυμνάσιο. Η εκπαίδευση των νέων στη Ρώμη διαμορφώνονταν κυρίως από την οικογένεια, έμμεσα την κοινότητα και την κοινωνία. Οι *iuvenes* δεν πληρώνονταν για τη συμμετοχή τους στις διάφορες δραστηριότητες και καθήκοντα που είχαν στην κοινωνία. Ωστόσο η στρατιωτική θητεία ήταν μία από τις βασικές υποχρεώσεις των *iuvenes* και προσφερόταν από το κράτος. Τα έξοδα εκπαίδευσης και κατάρτισης επωμίζονται οι οικογένειες των νέων.

Το αρχαίο ελληνικό γυμνάσιο ήταν κρατικός θεσμός σε πολλές πόλεις-κράτη της αρχαίας Ελλάδας, όπως Αθήνα, Σπάρτη, και αυτό συνεχίζει μέχρι την Κωνσταντινούπολη. Ήταν μέρος του εκπαιδευτικού συστήματος και υπηρετούσε ως τόπος όπου εκπαιδεύονταν οι νέοι Έλληνες άνδρες τη συμμετοχή τους στην πολιτική και στην κοινωνία. Οι δάσκαλοι και οι γυμναστές αμείβονταν από τις πόλεις ή τις κοινότητες, και συνήθως δεν χρειαζόταν να πληρώσουν οι οικογένειες για την παρουσία των νέων στο γυμνάσιο. Σε άλλες πόλεις οι γονείς ήταν υπεύθυνοι για μια μικρή συνεισφορά για τη λειτουργία του γυμνασίου, αλλά αυτό εξαρτιόταν από τον τόπο και το χρόνο.

Οι μελέτες του Μηχανισμού

Τα αποτελέσματα των μελετών του Μηχανισμού των Αντικυθήρων εξακολουθούν να μάς εκπλήσσουν με νέες ανακαλύψεις από τότε που άρχισε η μελέτη του το 1902. Κάθε τόσο ανακαλύπτονται άγνωστες λειτουργίες και κάποια από τα ακόμη κρυμμένα μυστικά του Μηχανισμού. Η ανακαλύψεις οδηγούν σε σημαντικές αναθεωρήσεις της ιστορίας της τεχνολογίας, των μαθηματικών και της αστρονομίας, αλλά και της ιστορίας της Ελλάδας και της ανθρωπότητας.

Η μελέτη του Μηχανισμού αρχίζει ουσιαστικά με την ανακάλυψή του. Η ανακάλυψη του Μηχανισμού των Αντικυθήρων έγινε πιθανώς το καλοκαίρι 1901. Η ύπαρξη του Μηχανισμού πρωτοαναφέρεται στις 2 Αυγούστου 1901 στο ημερολόγιο του Εμμανουήλ Στυλ. Λυκούδη (1849-1925), νομικού συμβούλου του Υπουργείου Παιδείας που ήταν υπεύθυνος για τις αρχαιολογικές έρευνες και ανασκαφές και ο οποίος ήταν παρών στα Αντικύθηρα κατά τις αρχαιολογικές έρευνες. Το ημερολόγιο του Λυκούδη εκδόθηκε το 1920³³.

Η μελέτη του μηχανισμού μπορούμε να πούμε ότι άρχισε ουσιαστικά στις 2 Αυγούστου 1901 οπότε και φαίνεται ότι αναφέρεται για πρώτη φορά. Ο Μηχανισμός αναφέρεται στην συνέχεια στην *Αρχαιολογική Εφημερίδα* με ημερομηνία έκδοσης 15 Φεβρουαρίου 1902 που περιγράφει το *ωρολόγιον* με τα γρανάζια διαστάσεων 15 X 16 εκατοστών. Οι διαστάσεις αυτές είναι του μεγαλύτερου θραύσματος Α. Πολλές σαφέστερες αναφορές για την ανακάλυψή του μηχανισμού εμφανίζονται τρεις μήνες αργότερα στις Αθηναϊκές εφημερίδες (*Το Άστυ*, *Σκριπ*, *Νέον Άστυ*, *Εστία*, *Σφαίρα*, *Ακρόπολις*, *Εμπρός*, *Ελεύθερος Τύπος* από τις 21 έως 31 Μαΐου 1902). Οι εφημερίδες πληροφορούν ότι το Σάββατο 17 Μαΐου 1902, ο πρώην υπουργός Παιδείας καθηγητής Σπυρίδων Στάης, πήγε στο Μουσείο με την σύζυγό του και την αδελφή της Βούγα για να δουν τα αρχαία από το ναυάγιο και ιδίως τον περίτεχνο Έφηβο των Αντικυθήρων. Ο φημισμένος Γάλλος γλύπτης Αντρέ είχε αναλάβει να αποκαταστήσει το μοναδικό αυτό άγαλμα που τότε είχαν ονομάσει «Ερμή», που χρονολογείται στο 340-330 π.Χ. και εκτίθεται από τότε στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο Αθηνών. Ο Αντρέ είχε έλθει με τεράστια αμοιβή έξι μήνες νωρίτερα από την Γαλλία και επιδιόρθωσε το κατεστραμμένο από τη θάλασσα και πιθανώς δυναμίτες ψαράδων μοναδικό άγαλμα.

³³ Το ημερολόγιο του Λυκούδη εκδόθηκε το 1920. Εμμ. Στυλ. Λυκούδη, *Σελίδες, Οι Αρχαιολογικοί Θησαυροί των Αντικυθήρων. Ημερολόγιο αυτόπτη της ανελκύσεως*, Εκδ. Ιωαν. Κολλάρου, Βιβλιοπωλείο Εστίας, Αθήνα, 1920, Σ· Ποικίλα 1921, βλ. Φράγκου, Β., 2010, *Ο μηχανισμός των Αντικυθήρων: ιστορική αναδρομή και αστρονομικές προεκτάσεις*, Πτυχιακή Εργασία, ΑΠΘ, Επιβλέπων Καθηγητής: Ιωάννης Χιού Σειραδάκης και Νικολή Μαγδαληνή, 2012, *Οι πρώτες αναφορές στην ανακάλυψη του ναυαγίου και του Μηχανισμού των Αντικυθήρων* Πτυχιακή Εργασία, ΑΠΘ, Επιβλέπων Καθηγητής: Ιωάννης Χ. Σειραδάκης.

Ο Σπυρίδων Στάης (1859–1932) καθηγητής φυσικομαθηματικών τέως υπουργός της Παιδείας, ή όπως λεγόταν τότε Υπουργός Θρησκευτικών Υποθέσεων και Δημοσίας Εκπαιδεύσεως, είχε συνδράμει αποφασιστικά ώστε να αρχίσουν και να γίνουν οι αρχαιολογικές έρευνες στο ναυάγιο Αντικυθήρων. Ως υπουργός ο Σπυρίδων Στάης πρωτοστάτησε στην επανίδρυση των σύγχρονων Ολυμπιακών αγώνων. Ο ίδιος, έπαιξε σημαντικότερο ρόλο στην δύσκολη όσο και πρωτότυπη ενάλιο αρχαιολογική έρευνα και στη συνέχεια στην μελέτη του Μηχανισμού τον οποίο διέκρινε ανάμεσα σε άλλα πολύτιμα ευρήματα στο Μουσείο. Ο Σπ. Στάης δέχθηκε την εισήγηση του Συμιακού αρχαιολόγου και καθηγητή του Πανεπιστημίου Αθηνών Αντωνίου Δ. Οικονόμου και έλαβε την ιστορική απόφαση να γίνει η πρώτη παγκοσμίως ενάλιος αρχαιολογική έρευνα, η μεγαλύτερη και ασφαλώς η σημαντικότερη μέχρι σήμερα, η οποία ευτυχώς συνεχίζεται σήμερα με σημαντικά αποτελέσματα, πλούσια ευρήματα και ένα δεύτερο ναυάγιο δίπλα στο πρώτο. Ο ίδιος ως υπουργός στις 6 Νοεμβρίου 1900 κάνει τις διαπραγματεύσεις και συμφωνία με τους Συμιακούς σπογγαλιείς για την επιτυχεστάτη ενάλιο αρχαιολογική έρευνα. Τα σημαντικότερα ευρήματά μπορούν από μόνα τους αποτελέσουν μια ένα τεράστια ειδική πτέρυγα στο νέο μουσείο που διαμορφώνεται στην Αθήνα.³⁴

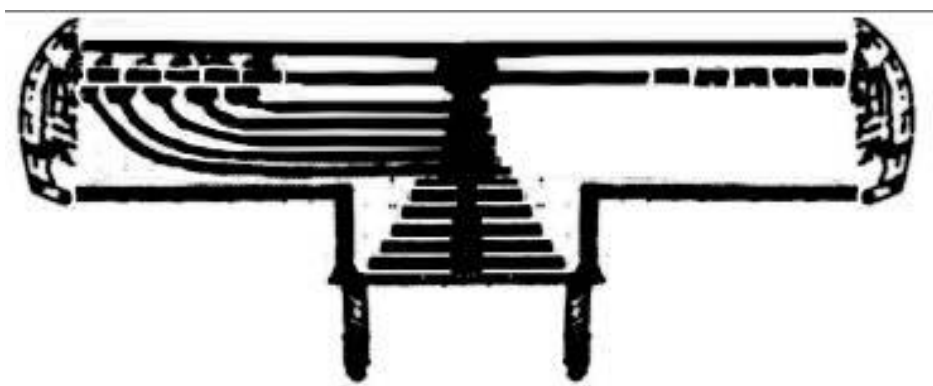
Ο Σπ. Στάης ήταν πολιτικός με οράματα, πολύ μορφωμένος, διδάκτορας μαθηματικών, βουλευτής Κυθήρων, επτά φορές υπουργός, μέλος και πρωταγωνιστής της επιτροπής που επανίδρυσαν τους σύγχρονους Ολυμπιακούς Αγώνες. Μαζί με την γυναίκα του και της αδελφή της επισκέπτονται με περηφάνια το Μουσείο να δουν τους χάλκινους θησαυρούς από το ναυάγιο. Αξίζει να αναφερθεί ότι σε διάφορες πηγές λανθασμένα αναφέρεται ότι ήταν ο αρχαιολόγος Βαλέριος Στάης, ξάδελφος του υπουργού, ο οποίος ανακάλυψε τον μηχανισμό ανάμεσα στα χαλκά του ναυαγίου που βρίσκονταν στο Μουσείο. Το σωστό είναι ότι ο υπουργός που τον ανίχνευσε μέσα στα

³⁴ Το 2007 είχα προτείνει να νέο τμήμα του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου να γίνει ενδεχομένως κάτω από την πλατεία του Μουσείου όπως στο Μουσείο του Λούβρου. Η εξαιρετικά επιτυχημένη έκθεση του ναυαγίου και του μηχανισμού που έγινε στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο με διάρκεια δύομισι έτη. Την έκθεση του μηχανισμού των Αντικυθήρων μαζί με τα ευρήματα του ναυαγίου είχα προτείνει στον γενικό γραμματέα του υπουργείου το 2007.

ευρήματα με υπόδειξη του αρχαιολόγου Βυζαντινού και ασφαλώς με συμβολή του ξαδέλφου του και σημαντικού αρχαιολόγου Βελέριου Στάη. Καθώς θαύμαζαν το άγαλμα του *Ερμή*, όπως έλεγαν τότε τον υπέροχο χάλκινο *έφηβο των Αντικυθήρων* ανακάλυψαν τον σκουριασμένο και ήδη σπασμένο μηχανισμό των Αντικυθήρων. Ο Σπυρίδων Στάης δικαιολογημένα αισθανόταν ικανοποίηση επειδή ως υπουργός είχε συμβάλλει σημαντικά να γίνει και με μεγάλη επιτυχία η πρώτη παγκοσμίως ενάλιος αρχαιολογική έρευνα στην Ελλάδα και μάλιστα στην ιδιαίτερη πατρίδα του, τα Αντικύθηρα. Ανακάλυψαν ανάμεσα στα άλλα χάλκινα ευρήματα τον σκουριασμένο μηχανισμό, σπασμένο σε δύο κομμάτια, όπως λένε οι παλαιές εφημερίδες, πιθανότατα περισσότερα. Διέκρινε τα γρανάζια, ένωσε κάποια κομμάτια με βάση τα γρανάζια και υποθέτω ειδικά με το μεγαλύτερο γρανάζι του Ηλίου. Συνταίριαξε μάλιστα τα κομμάτια και τα ένωσαν. Αναγνώρισε με τους αρχαιολόγους, τον έφορο αρχαιοτήτων Βυζαντινό, τα γράμματα που ήταν γραμμένα επάνω στην άλλη όψη του Μηχανισμού με μικρού μεγέθους γραμματάκια. Όλα κεφαλαία, του «τύπου» θα λέγαμε. Μερικά από αυτά ήταν έκτυπα, αρνητικά, δηλαδή ήταν αποτυπωμένα σε ιζήματα και ασβεστολιθικές συσσωματώσεις που είχαν κολλήσει πάνω στον μηχανισμό. Η ασβεστολιθική πλάκα αποδείχθηκε πολύτιμη αφού πολλά από τα πρωτότυπα χάλκινα γραπτά έχουν χαθεί, αλλά έχει διασωθεί το αποτύπωμά τους. Ασφαλώς οι δύτες αρχαιολόγοι μας θα βρουν στο ναυάγιο πολλά από τα σπασμένα τμήματα του μηχανισμού.

Στη συνέχεια ο αρχαιολόγος Βυζαντινός διάβασε μερικούς χαρακτήρες και λέξεις, όπως ΓΝΩΜΩΝ κ.α. Ο Διευθυντής του Αυστριακού Αρχαιολογικού Ινστιτούτου, Αδόλφος Βίλελμ (Adolf Wilhelm, 1864-1950), αρχαιολόγος και φιλόλογος και μετέπειτα Καθηγητής της Επιγραφικής στο Πανεπιστήμιο της Βιέννης, ο οποίος έγραψε πολλά βιβλία για την Ελλάδα, διαβάζει και επιβεβαιώνει τους πολύ σημαντικούς αστρονομικής σημασίας όρους ΑΚΤΙΝΑ ΗΛΙΟΥ. Όλοι αντιλήφθηκαν την τεράστια σημασία του μηχανισμού και την πιθανή σχέση του με την αστρονομία και κυρίως την ναυσιπλοΐα. Ο Wilhelm με βάση αυτές τις λέξεις υποστηρίζει ότι ενδεχομένως είναι ηλιακό ρολόι, ενώ παράλληλα πιθανολογείται το ενδεχόμενο να είναι ναυτικό ή αστρονομικό όργανο το οποίο με την χρήση της μέτρησης του ύψους

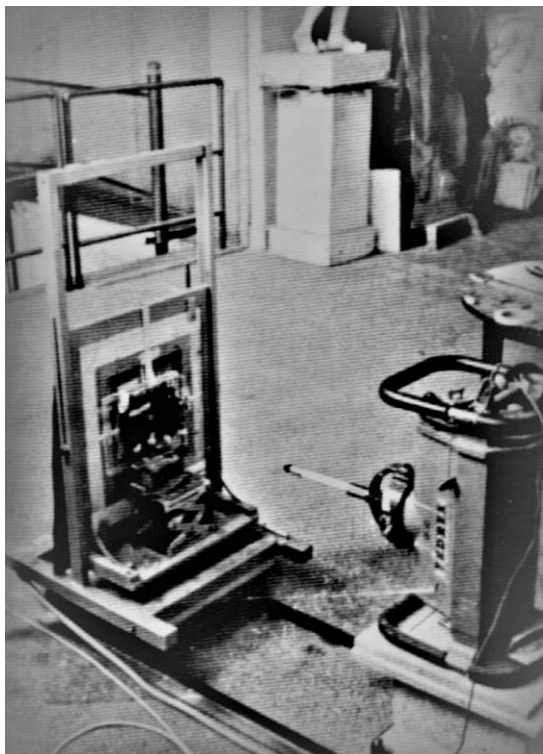
του ηλίου, την γνώση της ώρας της ημέρας , καθώς και σχετικών αστρονομικών πινάκων, των αστρονομικών εφημερίδων, να βρίσκει ο χρήστης το γεωγραφικό πλάτος, αν έχει κατάλληλους αστρονομικούς πίνακες. Ο προσδιορισμός του γεωγραφικού μήκους ήταν επίσης δυνατός με την πρόβλεψη της θέσης της Σελήνης και με συγκρίσεις πινάκων με τις θέσεις της σε διάφορους χρόνους. Είναι βέβαιο ότι είναι όργανο κατάλληλο για πλοήγηση πλοίου κατά πολύ ανώτερο των οργάνων που ήταν γνωστά.



Εικόνα 40 Σχηματική παράσταση βασισμένη σε σχέδιο του Albert (1910) ο οποίος υποδεικνύει ι ότι μηχανισμός είναι πλανητάριο. Ο Rhem βασίζεται στη μορφή που έχει η ελικοειδής κλίμακα του Μέτωνα την οποία δεν γνώριζαν τότε τι είναι. Το σχήμα βασίζεται στην υπόθεση

Η ανάγνωση των κειμένων του μηχανισμού, ή αποκωδικοποίηση πιο σωστά των κατεστραμμένων στην μεγάλη πλειοψηφία γραμμάτων του μηχανισμού η οποία αναλύεται αργότερα στο βιβλίο σε σχετικές παραγράφους δεν έδειξε ότι ο μηχανισμός ήταν όργανο πλοήγησης. Ωστόσο θα ήταν περίεργο να μην χρησιμοποιείται και ως ναυτικό βοήθημα με την χρήση κατάλληλων συνοδευτικών αστρονομικών πινάκων που πρέπει να υπήρχαν μαζί με τον μηχανισμό, ώστε αυτός να είναι χρήσιμος. Ασφαλώς δεν είναι παράδοξο ότι τέτοια μηχανήματα ονομάζονται πίνακες όχι μόνο επειδή απεικονίζουν τον ουρανό, αλλά και επειδή για την σωστή χρήση τους συνοδεύονται από πίνακες. Η πρακτική αυτή χρήσης αστρονομικών μετρήσεων των θέσεων Ηλίου, Σελήνης, ακόμη και πλανητών είναι διαχρονική και το GPS δεν είναι παρά ένα παρόμοιο σύστημα που χρησιμοποιεί πολλά

τεχνητά ουράνια σώματα (δορυφόρους) με τα οποία υπολογίζεται η θέση πάνω στη Γη, αντί για να χρησιμοποιεί άστρα, Ήλιο και πλανήτες.



Εικόνα 41 Εικόνα της συσκευής ακτίνων γ που έφτιαξε ο πυρηνικός φυσικός του Δημοκρίτου Χαρ. Καράκαλος και έλαβε στερεοσκοπικές εικόνες του μηχανισμού με τις οποίες ο Derek de Solla Price έκανε την μελέτη του μηχανισμού με καταμετρήσεις των δοντιών των γραναζιών

Το μυστηριώδες μηχανήμα ήταν έμμεσα σε ξύλινη ορθογώνια πυξίδα, δηλαδή σε ξύλινο κουτί το οποίο επειδή είχε παραμείνει 20 αιώνες στη θάλασσα είχε φουσκώσει και καθώς στέγνωσε διαλύθηκε. Τότε δεν ήταν γνωστές οι μέθοδοι συντήρησης αρχαίων ξύλινων και άλλων αντικειμένων που ανακαλύπτονται μέσα σε νερό. Ένα μικρό τμήμα του ξύλινου πλαισίου του μηχανισμού που βρήκαμε με την μελέτη μας έχει διασωθεί από την κάτω δεξιά γωνία του μηχανισμού. Στο ξύλο διακρίνονται μερικά καρφάκια που φαίνονται καθαρά στις

αξονικές τομογραφίες που κάναμε και μοιάζουν με κοσκινόπροκες φτιαγμένες με σφυρηλάτηση.

Ο αρχαιολόγος νομισματολόγος Σβορώνος, διευθυντής του Νομισματικού Μουσείου, που επιμελήθηκε τους σχετικούς τόμους με τα πρακτικά της αρχαιολογικής εναλίου ανασκαφής, θεώρησε ότι είναι αστρολάβος, δηλαδή ένα αρχαίο αστρονομικό όργανο. Διαπιστώνουν ότι ο «αστρολάβος» ή «ωρολόγιον», όπως ονομάζουν τον μηχανισμό, είναι μμέσα σε ξύλινη πυξίδα (κιβώτιο) και ότι φέρει οδηγίες χρήσης. Ο Σβορώνος υποστηρίζει ότι πρέπει να γίνει προσεκτική προσπάθεια καθαρισμού του μηχανισμού, γιατί απροσεξία μπορεί να τον καταστρέψει, και προτείνει ότι πρέπει να εξεταστεί προσεκτικά από αστρονόμους.

Αρχαιολόγοι το χρονολόγησαν με βάση την μορφή των γραμμάτων των επιγραφών, ότι είναι του Α' ή Β' αιώνα π.Χ.. Άλλοι εκτίμησαν ότι είναι γραμμένα στα Ρωμαϊκά χρόνια. Σήμερα θεωρούμε ότι τα γράμματα είναι γραμμένα μάλλον ανάμεσα στο 150 έως 100 π.Χ. (Χαρ. Κριτζάς, 2005). Ο μηχανισμός ονομάστηκε και *Χρονολόγιο* δηλαδή χρονολογικός πίνακας αστρονομικών φαινομένων, αστρονομικών γεγονότων, όπως εκλείψεων, θέσεων των πλανητών, του Ήλιου και της Σελήνης κ.λπ.

Υποστηρίζω επιστημονικά από πολλά χρόνια και με βάση ιστορικά δεδομένα βασισμένα σε αρχαία κείμενα, ότι το εύρημα είναι και ρολόι και συνεπώς θεωρώ ότι είναι σωστή η πρόταση του Βίλχελμ (1902). Βασίζω την θέση ότι είναι ωρολόγιο στην λεπτομερή περιγραφή που κάνει ο φιλόσοφος Πρόκλος, του οποίου το πανεπιστήμιο είναι στο πεζόδρομο της οδού Διονυσίου Αρεοπαγίτου μπροστά από το θέατρο του Διονύσου στην νότια πλευρά της Ακρόπολης. Ο Πρόκλος περιγράφει λεπτομερώς τέτοια μηχανήματα που τα ονομάζει *πίνακες* και λέει ότι δείχνουν *αενάως την κίνηση του ηλίου*, άρα τέτοια μηχανήματα είναι ρολόγια³⁵. Ο μέγας Πλατωνικός φιλόσοφος Πρόκλος υποστηρίζει ότι ο αναγνώστης του βιβλίου του μπορεί να φτιάξει έναν μηχανισμό, έναν *Πίνακα*, που να δίνει συνεχώς την κίνηση του ηλίου,

³⁵ Πρόκλου, Υποτύπωση αστρονομικών υποθέσεων: Τούτων δὴ οὖν ἡρῆμένων δυνατόν ἔσται σοι καὶ πίνακα (δηλαδή μηχανισμό όπως αυτός των Αντικυθήρων) ποιῆσαι *δεικνύναι δυνάμενον ἀδιαλείπτως τὴν τοῦ ἡλίου κίνησιν*.

δηλαδή να δίνει τον χρόνο [κατά Πλάτωνα και Αριστοτέλη]. Η συνεχής κίνηση του Ηλίου υποδηλώνει ρολόι με συνεχή μηχανική κίνηση. Ασφαλώς η ώρα ρυθμίζεται κατά καιρούς με την θέση του Ηλίου, χρησιμοποιώντας μια ηλιακτίνα, η οποία αναφέρεται στο εγχειρίδιο χρήσης, όπως αυτό αναλύεται στο σχετικό κεφάλαιο.

Ο Περικλής Ρεδιάδης (1875-1938), χαρισματικός καθηγητής στην Σχολή Ναυτικών Δοκίμων, τότε ανθυποπλοίαρχος και μετέπειτα ναύαρχος και υπουργός οικονομικών κ.α., έγραψε τα πρώτα επιστημονικά άρθρα για τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων το 1903 και 1907. Ο Ρεδιάδης ανακαλύπτει το σύστημα σχισμής και πύρου που συνδέει δύο συμπεριστρεφόμενους τροχούς και δίνει την κίνηση τη Σελήνης με ταχύτητα που ακολουθεί τον δεύτερο νόμο Κέπλερ.

Ιδιαίτερη σημασία έχει η άποψη ότι ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι παρόμοιος με την «σφαίρα του Αρχιμήδη», ένας *πλανητικός μηχανισμός*, άποψη που αντέκρουσε ο αξιωματικός του Πολεμικού Ναυτικού Περικλής Ρεδιάδης, καθηγητής στην Σχολή Ναυτικών Δοκίμων. Ειδικότερα ο Ρεδιάδης υποστήριξε ότι ο Μηχανισμός θα μπορούσε να ήταν ρολόι αν υπήρχε ελατηρίου που ωστόσο δεν βρέθηκε. Εγώ ανακάλυψα ένα «ελατήριο» που προτείνω ότι θα μπορούσε να έδινε κίνηση στον πλανήτη Δία. Πολλές λεπτομερείς περιγραφές, ειδικά του Ήρωνα, δίνουν πιθανές εκδοχές ρολογιού με συνεχή κίνηση με βάρη αντίβαρα και πλωτήρες σε υδραυλικά συστήματα. Βεβαίως τέτοιοι μηχανισμοί έπαιρναν ενέργεια από βάρη, αντίβαρα ενώ υδραυλικό σύστημα ρύθμιζε τον χρονισμό. Συνεπώς δεν χρειάζονται ελατήρια.

Ενδιαφέρουσες ήταν και οι απόψεις των Γερμανών Αρχαιολόγων Hermann Diels, Albert Rehm και Schlachter, που υποστήριζαν ότι πρόκειται για μηχανική ουράνια σφαίρα, όπως ουσιαστικά είχαν υποστηρίξει ο Rehm και ο Ράδος από πολύ νωρίτερα, ήδη από το 1902, θεωρώντας ότι το μηχανήμα είναι πολύ πιο πολύπλοκο από έναν αστρολάβο.

Η μελέτη συνεχίστηκε το 1910. Ο επίσης καθηγητής της Ναυτικής Ιστορίας στη Σχολή Ναυτικών Δοκίμων και έκτακτος καθηγητής Ιστορίας του Πανεπιστημίου Αθηνών Κωνσταντίνος Ράδος μελετά επίσης τον μηχανισμό.

Το πρώτο λειτουργικό μοντέλο, ανακατασκευή του μηχανισμού, δημιουργεί λίγο αργότερα ο ναύαρχος Ιωάννης Θεοφανίδης,³⁶ και δισέγγονος του Θεόδωρου Κολοκοτρώνη, μελέτησε τον Μηχανισμό. Επιβεβαιώνει ότι είναι πολυπλοκότερος όλων των γνωστών αστρολάβων ή άλλων μηχανημάτων.

Γύρω στο 1930 ο ναύαρχος Θεοφανίδης, τρισέγγονος του Θ. Κολοκοτρώνη, έφτιαξε το πρώτο λειτουργικό ομοίωμα, ένα πολύπλοκο αστρονομικό ρολόι που έδινε και την θέση των πλανητών και της Σελήνης (;) χρησιμοποιώντας ένα σύστημα συρταρωτού εκτατού δείκτη. Η κατασκευή έγινε από Ελβετό ρολογά με υποδείξεις του Θεοφανίδη. Είχα την τύχη να γνωρίσω τον Θεοφανίδη όταν ήμουν μαθητής (γύρω στο 1960).

Ασφαλώς στις δεκαετίες που πέρασαν πολλοί θαύμασαν τον Μηχανισμό στο Μουσείο. Πολύ σημαντικές μελέτες έκανε ο Άγγλος Ντέρεκ ντε Σόλλα Πράης (Derec de Solla Price), καθηγητής στην Αμερική, που άρχισε να ασχολείται με τον μηχανισμό το 1951.

Δεκαετίες αργότερα (2006-2011) είχα την ευκαιρία να εντρυφήσω στα αρχεία του που μου έδειξε ο εγγονός του επίσης ναύαρχος Ντάνης Θεοφανίδης. Ο Ντάνης με πληροφόρησε (20/10/2011) ότι ο Πράης έλαβε την μελέτη του παππού του από τον Γαλλο-Βέλγο μηχανικό Μίλερ στον οποίο ο πατέρας του το 1955 είχε αποστείλει την διατριβή του για τον μηχανισμό. Ο Ντάνης είχε όλη την αλληλογραφία. Ο Μίλερ στη επιστολή έγραφε ότι είχε διαβιάσει την διατριβή του παππού του στον Πράης ο οποίος ζητούσε να αποσταλεί ο μηχανισμός στο Βρετανικό Μουσείο.

Ο Χάραλαμπος Καρακάλος, πυρηνικός φυσικός του Κέντρου Πυρηνικών Ερευνών Δημόκριτος, με την χρήση ακτίνων γ, σε συνεργασία με τον Πράης, έκανε ραδιογραφίες (ακτινογραφίες), ακτινογραφίες με διειδυτικές ακτίνες γ. Ο Καρακάλος και ο Πράης μελέτησαν τις ακτινογραφίες με την βοήθεια και της Αιμιλίας, συζύγου Καρακάλου η οποία μέτρησε προσεκτικά τα δόντια κάθε τροχο στις ακτινογραφίες. Καταγράφουν

³⁶ Theofanidis, Jean, 1934, *Sur l'instrument en ctivre, dont des fragments se trouvent au Musee Archeologique d'Athenes et qui fut retire du fond de la mer d'Anticythere en 1902*, *Praktika tes Akademias Athcnon* 9 140-149.

προσεκτικά την εσωτερική δομή του Μηχανισμού. Φτιάχνουν ένα τρισδιάστατο μοντέλο βασισμένο σε στερεοσκοπικές ακτινογραφίες.

Για την στερεοσκοπία χρησιμοποίησαν ζεύγη ραδιογραφιών που επιτρέπουν με κατάλληλες διόπτρες να μελετούν στερεοσκοπικά το εσωτερικό του τμήματος του μηχανισμού που ακτινογραφήσαν. Η λήψη των δύο ακτινογραφιών γίνεται με την πηγή ακτίνων τοποθετημένη σε δυο διαφορετικά αλλά κοντινά σημεία που συνήθως απέχουν όσο και τα μάτια μας. Στη συνέχεια βάζοντας τα μάτια σε δυο διόπτρες (ιδανικά στα σημεία που ήταν οι δυο πηγές ακτίνων γ) βλέποντας συγχρόνως με κάθε μάτι χωριστά τις αντίστοιχες ακτινογραφίες. Ο εγκέφαλος του παρατηρητή δημιουργεί αυτομάτως τρισδιάστατη εικόνα επειδή συνδυάζει τις δυο εικόνες, ακριβώς όπως κάνει συνεχώς όταν βλέπουμε.

Αργότερα ο κ. Μ. Τ. Ράιτ με συσκευή που έφτιαξε ο ίδιος, μαζί με τον αείμνηστος Α. Μπρόμλεϋ και την επικεφαλής του Χημείου του Μουσείου κα Ελένη Μάγκου, χρησιμοποιούν αξονικές τομογραφίες που αναδεικνύουν με επιτυχία και ευρηματικότητα πολλά μυστικά του Μηχανισμού. Ο Ράιτ εργάζεται επί έτη με αυτά τα δεδομένα και δημοσιεύει πολλά ενδιαφέροντα για τον Μηχανισμό.

Ο αρχαιολόγος Ι. Σβορώνος είχε προτείνει το 1907 ότι πρέπει να μελετήσουν το αντικείμενο και αστρονόμοι. Την ίδια αντίληψη είχαμε και εμείς. Η επιστημονική ομάδα μας συγκροτήθηκε από τρεις αστρονόμους από τρία πανεπιστήμια (Αθηνών, Αριστοτέλειο και Κάρντιφ) και ένα μαθηματικό το 2003. Μετά την άδεια που λάβαμε η ομάδα διευρύνθηκε με την αρχαιολόγο του Μουσείου και την χημικό του Μουσείου ειδικευμένη στα αρχαία. Αργότερα διευρύνθηκε με τεχνικούς κ.ά. και περιλαμβάνονταν πολλές ειδικότητες³⁷

³⁷ Η ομάδα δημιουργήθηκε από τους Ι. Χ. Σειραδάκη (Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο), Μ. G. Edmunds (Πανεπιστήμιο του Κάρντιφ), Τ. Freeth (Images First) και Ξ. Δ. Μουσά (Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών). Μετά την άδεια μελέτης διευρύνθηκε με την κυρία Ελένη Μάγκου η οποία ήταν η χημικός του Μουσείου και ένθερμη υπέρ της νέας μελέτης, χωρίς την συμβολή της οποίας δεν θα άρχιζε η μελέτη μας), η αείμνηστη αρχαιολόγος μουσειολόγος Μαίρη Ζαφειροπούλου. Αργότερα προστέθηκε ο παλιός μου φοιτητής κ. Γ. Μπιτσάκης (ΕΚΠΑ), ο παλαιογράφος κ. ο Αγ. Τσελίκας από το Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τραπέζης (MIET). Η ομάδα μας περιλάμβανε τους εξαιρετικούς τεχνικούς των τομογραφιών της X-Tek Systems κ.κ. R. Hadland, D. Bate, A. Ramsey, M. Allen, A. Crawley, P. Hockley,

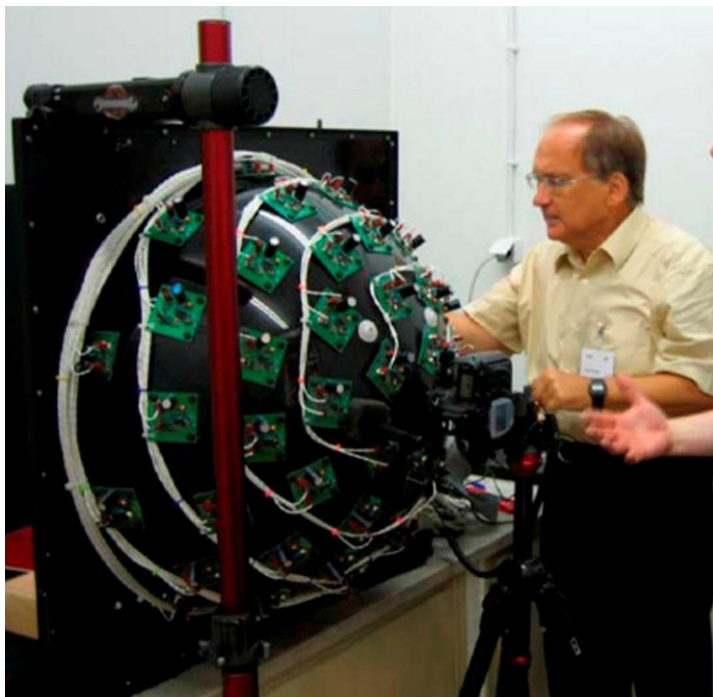
Η Ομάδα μας άρχισε τις νέες ακριβέστατες μετρήσεις του μηχανισμού τον Σεπτέμβριο 2005 με την χρήση νέων μεθόδων. Οι μετρήσεις άρχισαν με τρισδιάστατη φωτογράφιση τον Σεπτέμβριο 2005, και συνεχίστηκαν τον Οκτώβριο 2005 με ακριβέστατη αξονική τομογραφία. Οι τρισδιάστατες φωτογραφίες και οι αξονικές τομογραφίες έγιναν με μοναδικό μηχάνημα μη γραμμικής τομογραφίας που αναπτύχθηκε ειδικά για την μελέτη του Μηχανισμού των Αντικυθήρων και διαπερνούσε μέταλλα πάχους μέχρι 13 εκατοστών. Εκτιμούσαμε ότι ήταν απαραίτητο για να δούμε κάθε λεπτομέρεια στο εσωτερικό του Μηχανισμού. Τέτοιος τομογράφος δεν υπήρχε μέχρι τότε και ο συγκεκριμένος φτιάχτηκε ειδικά για την μελέτη του μηχανισμού των Αντικυθήρων³⁸. Η μελέτη που συνεχίζεται με ενδιαφέροντα αποτελέσματα.

Ο μηχανισμός σκούριαζε πολλά χρόνια στη θάλασσα. Θαλάσσια φυτά, κοχύλια κ.λπ. τον διάβρωσαν στην διάρκεια των είκοσι αιώνων που ήταν μέσα στην θάλασσα. Είχα κολλήσει όλα τα γρανάζια μεταξύ τους, ενώ συγχρόνως ασβεστολιθικό υλικό συγκολλήθηκε με άμμο και τους θαλάσσιους οργανισμούς, μικρούς και μεγάλους, πάνω αλλά και μέσα στον Μηχανισμό. Ήταν πολύ δύσκολο να μελετηθεί.

Ο προνοητικός Ποσειδών τον φύλαξε για τις επόμενες γενιές. Φανταστείτε ότι πάνω σε ένα τμήμα του Μηχανισμού, που βρέθηκε καθ' υπόδειξή μας σε ένα κιβώτιο στον αποθηκευτικό χώρο του Μουσείου, ήταν κολλημένοι θαλάσσιοι οργανισμοί, κοχύλια και άλλα.

και τους ειδικούς που ανέπτυξαν τη πολύτιμη τεχνική των τρισδιάστατων φωτογραφιών της Hewlett-Packard Laboratories κ.κ Τ. Malzbender, D. Gelb, W. Ambrisco.

³⁸ σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε από τον κ. Roger Hadland και τους συνεργάτες του με την εταιρεία του X-Tek Systems (σήμερα ανήκει στην Nikon Metrology). Οι ίδιοι ανέπτυξαν και τη μέθοδο μη γραμμικής τομογραφίας



Εικόνα 42 Ο θόλος της τρισδιάστατης φωτογράφισης της ΗΡ. Διακρίνονται τα 40 λαμπάκια με τις πράσινες ηλεκτρονικές πλακέτες τους το κάθε ένα, που φωτίζουν το αντικείμενο (τα κομμάτια του Μηχανισμού των Αντικυθήρων) ώστε να βγάλουμε τις τρισδιάστατες αλληλεπιδραστικές απεικονίσεις που επιτρέπουν να έχουμε όλες τις λεπτομέρειες της επιφάνειας. Χρησιμοποιώντας τον νόμο της ανάκλασης του φωτός και πολυώνυμα απεικονίσαμε την επιφάνεια με την μέθοδο του Δρα Tom Malzbender. Φωτογραφία στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο, Σεπτέμβρης 2005

Η πιο κατάλληλη μέθοδος, επιστημονικά ενδεδειγμένη, ήταν ασφαλώς η χρήση τομογραφίας που επιτρέπει να βλέπουμε τι υπάρχει στο εσωτερικό του σκουριασμένου Μηχανισμού χωρίς να τον αγγίξουμε, χωρίς να αφαιρέσουμε τα κοχύλια ή την άμμο που ήταν κολλημένη επάνω του και μέσα του ανάμεσα στα γρανάζια. Κάθε αφαίρεση θα προκαλούσε έστω μερική καταστροφή και απώλειες. Ακόμη και αν κάποιος έκοβε τα κομμάτια του Μηχανισμού για να δει το εσωτερικό του, θα μάθαινε πολύ λιγότερα από όσα επιτυγχάνουμε με τις αξονικές τομογραφίες, με τα μαθηματικά, την φυσική και την τεχνολογία.

Για να μάθουμε τις λειτουργίες του μηχανισμού χρειάζεται να μελετήσουμε τα γρανάζια του, τους άξονες, τους δείκτες, τις κλίμακες και φυσικά αρχαία ελληνικά και λατινικά κείμενα. Με προσεκτική μελέτη

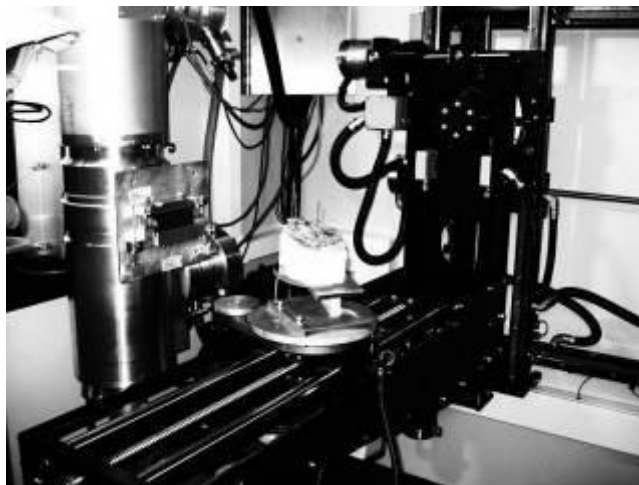
των τομογραφιών των διαφόρων τμημάτων του Μηχανισμού, φτιάχνουμε ακριβές σχέδιο κάθε τμήματος και του συνόλου.

Κάθε δυο εφαπτόμενα γρανάζια κάνουν ένα πολλαπλασιασμό ή μια διαίρεση. Διαβάζουμε τα μαθηματικά σε όλα τα γρανάζια. Από τον λόγο των αριθμών των δοντιών κάθε δύο εφαπτομένων γραναζιών βρίσκουμε την μαθηματική πράξη που κάνει, διαίρεση ή πολλαπλασιασμό. Έτσι ανακαλύπτουμε τι υπολογίζει και δείχνει κάθε συρμός γραναζιών και τι αναμένεται να δείχνει ο δείκτης που κινεί. Αποκρυπτογραφούμε τα μαθηματικά και από αυτά τις θεωρίες που χρησιμοποιούν οι κατασκευαστές. Δηλαδή διαβάζουμε τους νόμους της φυσικής που έχουν γραφτεί στα γρανάζια και οι οποίοι είναι οι νόμοι της φυσικής που γνώρισαν εκείνη την εποχή οι φυσικοί φιλόσοφοι, οι αστρονόμοι, με τους οποίους πρόβλεπαν τις φάσεις της Σελήνης, τις εκλείψεις κ.λπ.. Ανακαλύψαμε την λειτουργία κάθε οδοντωτού τροχού και του μηχανισμού, ως σύνολο μετρώντας τον αριθμό των δοντιών σε κάθε τροχό, τη θέση του κέντρου και του άξονα κάθε τροχού και την εσωτερική και εξωτερική ακτίνα κάθε γραναζιού, όπως και με ποιους τροχούς εμπλέκεται, ποιον κινεί ή κινείται. Για τους τροχούς που είναι σπασμένοι επιχειρούμε να κατανοήσουμε τη λειτουργία τους με όσα στοιχεία έχουμε από τα γρανάζια, άξονες, κλιμακες, δείκτες, εγχειρίδιο χρήσης και με τα μαθηματικά που είναι κωδικοποιημένα και τα οποία διαβάζουμε στα γρανάζια. Αυτά τα ευρήματα συνδυάζουμε με αστρονομικές γνώσεις.

Με αυτή την μέθοδο βρήκαμε πώς κινείται ο Ήλιος, η Σελήνη, πώς προσδιορίζεται η θέση τους στον ουρανό. Μελετήσαμε την κλίμακα των εκλείψεων του Σάρου και την κλίμακα του κύκλου του Μέτωνα. Ανακαλύψαμε πώς δείχνει ο μηχανισμός τον χρόνο, την ημερομηνία, σε διάφορα ημερολόγια που χρησιμοποιούσαν τότε οι Έλληνες και πώς συγχρονίζει τα διάφορα ημερολόγια. Με βάση τις περιγραφές στο εγχειρίδιο χρήσης εκτιμήσαμε τις λειτουργίες που σχετίζονται με την κίνηση των πλανητών.

Συγχρόνως διαβάζουμε όλα τα κείμενα, του εγχειριδίου χρήσης και των κλιμάκων με τα ονόματα των μηνών, τα είδη των εκλείψεων, τους ακριβείς χρόνους με τις ώρες όπου αυτές συμβαίνουν και τα συνδυάσαμε με τα ευρήματα των γραναζιών, των κλιμάκων και έχου-

με την λύση του μυστηρίου.



Εικόνα 43 Ο αξονικός τομογράφος BladeRaner της X-Tek Systems με το θραύσμα Α ενώ τον προετοιμάζουμε να λάβει τις μετρήσεις 5000 ακτινογραφιών σε όλα τα 82 θραύσματα, τις οποίες επεξεργαζόμαστε, συνθέτουμε και φτιάχνουμε τις τομογραφίες στον υπολογιστή μας.

Η ακριβής μελέτη έγινε επειδή η διακριτική ικανότητα των αξονικών τομογραφιών που κάναμε είναι 50 φορές καλύτερη από την ακρίβεια των αξονικών τομογράφων ιατρικής χρήσης. Επισημαίνω ότι η διακριτική ικανότητα ενός οπτικού συστήματος είναι ανάλογη του μήκους κύματος της ακτινοβολίας που χρησιμοποιείται. Στην μελέτη μας με τον αξονικό τομογράφο χρησιμοποιήσαμε μικρό μήκος κύματος τεράστιας ενέργειας και με δέσμη άριστα εστιασμένη με ειδικό τρόπο ώστε να μεγιστοποιείται η διακριτική ικανότητα γύρω στα 0,05 mm.

Για την μελέτη μας κατασκευάστηκε ειδικά ο πρώτος τομογράφος που μπορούσε να διαπερνά γύρω στα 12 με 15 εκατοστά χαλκού, όσο εκτιμούσαμε ότι απαιτούσε η μελέτη του μηχανισμού των Αντικυθήρων. Ο τομογράφος φτιάχτηκε ειδικά με μοναδικά χαρακτηριστικά. Εξαιρετική εστίαση της δέσμης των ακτίνων Χ που δημιουργεί πολύ λεπτή δέσμη. Αυτό επιτυγχάνεται με την μέθοδο μικροεστία-

σης³⁹ του κ. Roger Hadland που επιτρέπει να βλέπουμε απίστευτες λεπτομέρειες στο εσωτερικό των αντικειμένων. Χρησιμοποιήσαμε διάφορες ηλεκτρικές τάσεις, κυρίως χρησιμοποιήσαμε 225 kV, αν και το μηχάνημα εργαζόταν μέχρι 450 kV. Ο τομογράφος μας φτιάχτηκε να λειτουργεί και για υψηλή πυκνότητα μετάλλου. Ωστόσο λόγω διάβρωσης η πυκνότητα του μηχανισμού είναι μικρότερη από του χαλκού. Διαπιστώσαμε ότι βλέπουμε καθαρότερα κάθε λεπτομέρεια μέσα στην σκουριασμένη μάζα των θραυσμάτων του Μηχανισμού με τάση 225 kV.

Είμαστε πολύ τυχεροί που δημιουργήσαμε εξ αρχής την καλύτερη δυνατή επιστημονική που πλαισιώθηκε με εξαιρετική τεχνική ομάδα. Χρησιμοποιήσαμε τα καλύτερα μηχανήματα και τεχνικές. Με τις τομογραφίες που λάβαμε σε δυο βδομάδες του Οκτώβρη 2005 σε κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο.⁴⁰

Ένα μήνα νωρίτερα, τον Σεπτέμβρη 2005, λάβαμε εκπληκτικές τρισδιάστατες αλληλεπιδραστικές φωτογραφίες της επιφάνειας.⁴¹ Η μέθοδος με κατάλληλα μαθηματικά επιτρέπει να αναπαράγουμε τρισδιάστατη την επιφάνεια κάθε τμήματος του Μηχανισμού με πολυώνυμο. Χρησιμοποιώντας την πολυωνυμική απεικόνιση κάθε επιφάνειας των τμημάτων του μηχανισμού έχουμε την δυνατότητα στον υπολογιστή μας να το φωτίζουμε από όποιο σημείο επιθυμούμε ώστε

³⁹ microfocus

⁴⁰ Φέραμε τα μηχανήματα από την είσοδο μεγάλων αντικειμένων του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου, στην οδό Τοσίτσα 1 και Μπουμπουλίνας στην Αθήνα και εργαστήκαμε σε κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο.

Ασφαλώς, όπως μπορεί να φαντασθεί κανείς, ήταν εξαιρετικά δύσκολο να φέρουμε και να τοποθετήσουμε όλα τα τμήματα του τεράστιου τομογράφου, το μεγαλύτερο 8,5 τόνους, από την οδό Τοσίτσα και μετά μέσα στον χώρο του Μουσείου. Επιστρατεύσαμε ακόμη και την Τροχαία που έκλεισε καταλλήλως τους δρόμους ώστε να έλθουν το φορτηγό με τα μηχανήματα και το τεράστιο περνοφόρο ανυψωτικό (κλαρκ) που τα ξεφόρτωσε από το φορτηγό και τελικά τα βάλαμε μέσα στο κτήριο, στην αυλή και μετά στο ισόγειο του Μουσείου όπου το εγκαταστήσαμε για τις τομογραφίες εργαζόμενοι καθημερινά με ένταση και αποτελεσματικότητα από τις 7 πμ μέχρι τις 8 μμ χωρίς διάλειμμα.

⁴¹ με την μέθοδο που ανέπτυξε ο Dr Tom Malzbender και η ομάδα του Dan Gelb και Bill Ambrisco της HP, από το Palo Alto της Καλιφόρνιας κ

να μελετήσουμε αποτελεσματικά την επιφάνεια. Με τα μαθηματικά και τη φυσική σε ένα υπολογιστή αφαιρούμε την σκουριά. Αυτή η επεξεργασία γίνεται όπως επιθυμούμε στον υπολογιστή μας. Με αυτή τη μέθοδο αναδεικνύονται τα χαρακτηριστικά κάθε επιφανείας κάθε τμήματος, ώστε να το μελετήσουμε, να συνθέσουμε και να συνδυάσουμε όλα τα 82 κομμάτια και να εξαχθούν τα σωστά συμπεράσματα.

Χαρακτηριστικό του όμορφου συνεργατικού κλίματος, της έντασης και της ικανοποίησης της περιόδου της λήψης των νέων μετρήσεων και της ικανοποίησης των τεχνικών συνεργατών μας εκείνης της εποχής (Σεπτέμβρης και Οκτώβρης 2005) είναι ότι δύο από τους συνεργάτες μας είπαν, ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο, ότι *αυτή είναι η καλύτερη και πιο σημαντική περίοδος της ζωής μου*, για να τους πειράξω λέγοντας «*να μην το μάθει η γυναίκα σου*».

Σήμερα έχουμε μια θαυμάσια βάση δεδομένων της πυκνότητας του υλικού κάθε τμήματος του Μηχανισμού σε κάθε σημείο του. Η βάση δεδομένων διατίθεται σε ειδικούς ερευνητές για μελέτες. Ορισμένες μετρήσεις παρέχουμε σε σχολεία ώστε μαθητές να μπορούν να μελετούν την επιφάνια. Αυτές τις μετρήσεις δίνουμε σε σχολεία που κάνουν την έκθεσή μας για το μηχανισμό των Αντικυθήρων. Γνωρίζουμε ακριβέστατα την δομή του αρχαίου αυτού μηχανήματος, που έμεινε περισσότερο από δυο χιλιάδες χρόνια μέσα στον βυθό της θάλασσας μαζί με τα αδελφάκια του, άλλους πολυτιμότερους ελληνικούς θησαυρούς που πήγαιναν στη Ρώμη. Σήμερα η διακριτική ικανότητα των αξονικών τομογράφων έχει τετραπλασιαστεί από τότε που κάναμε την μελέτη και αξίζει να γίνει νέα μέτρηση ώστε να αποκαλύψει πολύ καλύτερα τα μυστικά του μηχανισμού.



Εικόνα 44 Ο τετράς, τετράντας, είναι ένα βασικό όργανο για την μέτρηση της θέσης (ύψους) ενός αστρονομικού αντικειμένου, του Ηλίου, της Σελήνης, ενός άστρου ή πλανήτη.

Ο Ήλιος, η Σελήνη και οι εκλείψεις

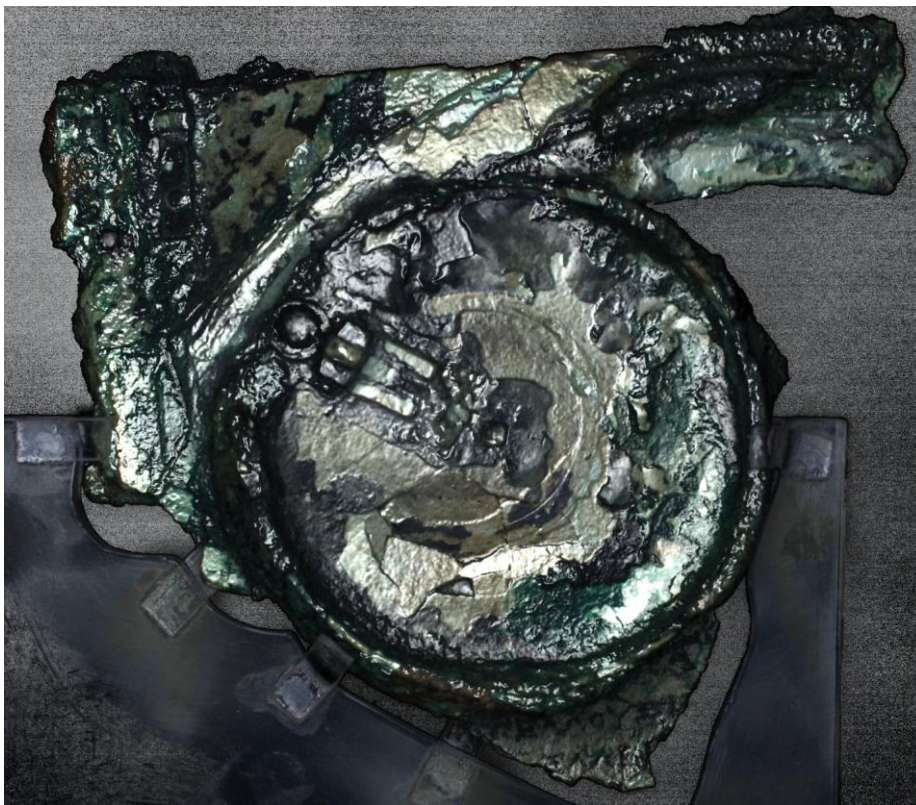
Οι εκλείψεις

Ο Ήλιος και η Σελήνη είναι τα κυρίαρχα σώματα στον ουρανό για τους κατοίκους της Γης. Το φως του Ήλιου και η θερμότητά του ρυθμίζουν την φύση και την ζωή του ανθρώπου. Η Σελήνη με το φως της ρύθμιζε παλαιότερα όταν δεν υπήρχε τεχνητός φωτισμός πολλές εργασίες αλλά και τις εορτές των ανθρώπων. Όλη η ενέργεια της Γης με εξαίρεση την πυρηνική ενέργεια προέρχονται από το κοντινό μας άστρο, τον Ήλιο μας. Οι τροχιές της Γης γύρω από τον Ήλιο και της Σελήνης γύρω από την Γη γίνονται σε δυο επίπεδα που σχηματίζουν μικρή γωνία γύρω στις 5,25 μοίρες. Μια φορά κάθε τόσο τα τρία σώματα βρίσκονται σε μια ευθεία. Τότε συμβαίνει μια έκλειψη Σελήνης, όταν κατά την Πανσέληνο η σκιά της Γης πέσει πάνω στην Σελήνη. Αντίστοιχα, όταν η σκιά της Σελήνης πέσει πάνω στη Γη συμβαίνει μια έκλειψη Ηλίου. Όταν η Γης σκιάζει την Σελήνη το φαινόμενο είναι ορατό από την μισή Γη. Η Σελήνη είναι μικρότερη από την Γη και η σκιά της σκιάζει μικρότερη περιοχή πάνω στην Γη. Οι εκλείψεις γίνονται σχεδόν περιοδικά. Οι ηλιακές και οι σεληνιακές συνήθως γίνονται κάθε 6 συνοδικούς μήνες (65 και 63 ο/ο για ηλιακές και σεληνιακές αντίστοιχα) ή σπανιότερα κάθε 5 συνοδικούς μήνες (23 και 24 ο/ο). Πολύ σπανιότερα δυο εκλείψεις απέχουν μόλις ένα μήνα (11 και 13 ο/ο).

Είναι εκπληκτικό ότι ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, ένα τόσο αρχαίο μηχανήμα, προβλέπει τις εκλείψεις του Ηλίου και της Σελήνης με μαθηματικά που εκφράζονται οι νόμοι της φυσικής, με γρανάζια που κάνουν μαθηματικές πράξεις και προβλέπουν τα ουράνια με βάση τις σχετικές περιοδικότητες των φαινομένων.

Μια από τις πρώτες αναπάντεχες ανακαλύψεις κατά τη μελέτη του αρχαίου μηχανήματος είναι ότι ο μηχανισμός προβλέπει τις εκλείψεις. Γνωρίζαμε από δεκαετίες ότι το εγχειρίδιο του Μηχανισμού ανέφερε τις περιοδικότητες με τις οποίες επαναλαμβάνονται οι εκλείψεις και εκτιμούσαμε ότι ίσως έχει αυτή την λειτουργία. Κάθε 223 σεληνιακούς μήνες και ακόμη ακριβέστερα κάθε 669 μήνες επαναλαμβάνονται οι εκλείψεις.

Οι ανακαλύψεις μας σχετικά με τον Μηχανισμό και ιδίως την πρόβλεψη των εκλείψεων του Ηλίου και της Σελήνης, του χρόνου που θα συμβούν αλλά και της θέσης που βρίσκονται ο Ήλιος και η Σελήνη στον ουρανό, και συνεπώς από ποιες περιοχές της Γης θα είναι παρατηρήσιμες, είναι αξιοσημείωτες. Τελείως αναπάντεχη ήταν η ανακάλυψη του προσδιορισμού της κίνησης της Σελήνης κατά Κέπλερ, με μεταβλητή γωνιακή ταχύτητα και ίσως και με τους τρεις νόμους του Κέπλερ· αυτό είναι πέρα από κάθε προσδοκία. Εξίσου σημαντική είναι η ανακάλυψη του πλανητικού γραναζιού που δίνει έκκεντρη επικυκλοειδή κίνηση στον πλανήτη.



Εικόνα 45 Η Σελήνη, πάνω αριστερά, περιφέρεται γύρω από τη Γη που είναι στο κέντρο.

Οι φάσεις της Σελήνης

Στο εγχειρίδιο χρήσης του μηχανισμού αναφέρεται η περιοδικότητα με την οποία επαναλαμβάνονται οι φάσεις της Σελήνης. Η Σελήνη επανέρχεται στο ίδιο σημείο του ουρανού σε σχέση με τα άστρα και με την ίδια φάση κάθε 19 και 76 έτη. Η σελήνη θα ξαναέλθει στο ίδιο σημείο του ουρανού που θα είναι απόψε στι1 10μμ μετά από 19 έτη.⁴²

Αυτές οι περιοδικότητες αποτελούν τους «νόμους της φυσικής» όπως τους αντιλαμβάνονταν οι Έλληνες φιλόσοφοι. Η διατύπωση

⁴²κάποιοι φιλόσοφοι, ακολουθώντας τον Κάλλιππο θεωρούν ότι ακόμη ακριβέστερη περίοδος είναι η τετραπλάσια των 19 ετών, δηλαδή 76 έτη.

των νόμων της φυσικής βελτιώνεται κατά καιρούς καθώς προοδεύει η επιστήμη. Είναι πολύ πιθανό να γνώριζαν οι άνθρωποι τις περιοδικότητες των εκλείψεων και των φάσεων της Σελήνης από την δεύτερη χιλιετία π.Χ. στην Κρήτη, το Αιγαίο και αλλού, όπως η Μεσοποταμία, η Προϊσπανική Αμερική και η Κίνα.

Τα γρανάζια της Σελήνης

Μεγάλη έκπληξη είναι η ανακάλυψη ότι το σύστημα των γραναζιών της Σελήνης δίνει κίνηση με μεταβλητή γωνιακή ταχύτητα, η οποία είναι ταχύτερη στο περίγειο και βραδύτερη στο απόγειο της Σελήνης. Ακόμη μεγαλύτερη έκπληξη είναι το ενδεχόμενο, ότι η κίνηση της Σελήνης είναι ελλειψοειδής που παράγεται με μια μικρή ελλειψοειδή κίνηση, που προστίθεται σε μια κυκλική κίνηση και τελικά δημιουργείται η ελλειπτική τροχιά της Σελήνης. Αυτό επιτυγχάνεται με την κυκλική κίνηση των γραναζιών σε συνδυασμό με ελλειπτική κίνηση ενόςπίρου που συνδέει δυο έγκεντρα γρανάζια, που μέσω τουπίρου δίνει κίνηση το ένα στο άλλο.

Ας εξετάσουμε καλύτερα τον μηχανισμό κίνησης της Σελήνης, που είναι ένα τμήμα του Μηχανισμού. Η ανισοταχής κίνηση, ο δεύτερος νόμος του Κέπλερ, αναπαράγεται στον μηχανισμό της Σελήνης με ικανοποιητική ακρίβεια. Αυτό επιτυγχάνεται με δύο ελαφρώς έγκεντρα γρανάζια τα οποία συνδυάζόμενα με άλλα δυο δίνουν τη σωστή μεταβλητή ταχύτητα στην Σελήνη. Τα δυο έγκεντρα κινούν το ένα το άλλο με ένανπίρο, ένα καρφάκι δηλαδή πακτωμένο στον ένα οδοντωτό τροχό και μπαίνει σε μια μικρή ελλειπτική ή ορθογώνια σχισμή που υπάρχει στο δεύτερο τροχό κοντά στη περιφέρεια. Η κίνηση των τεσσάρων παράγει την επιθυμητή μεταβλητή κίνηση ενός τροχού ο οποίος τελικά δίνει την περιφορά της Σελήνης γύρω από την Γη. Έτσι το ένα γρανάζι δίνει κίνηση στο άλλο με μεταβλητή γωνιακή ταχύτητα και τα σημεία του παρασυρόμενου τροχού εκτελούν ελλειψοειδή κίνηση.

Καθώς περιστρέφεται ισοταχώς ο ένας τροχός, δίνει μεταβλητή ροπή και μεταβλητή γωνιακή ταχύτητα στον δεύτερο τροχό. Τα τέσσερα

γρανάζια δημιουργούν ένα επικυκλικό σύστημα που αναπαράγει το μαθηματικό μοντέλο του Ιππάρχου για τη κίνηση της Σελήνης. Είναι ενδεχόμενο ο Αρχιμήδης να είχε παρόμοιο ή και καλύτερο μοντέλο, αφού γνωρίζουμε ότι είχε φτιάξει το Μηχανικό Σύμπαν όπου οι πλανήτες κινούνταν με μεταβλητή ταχύτητα.

Οι περιγραφές λένε, ότι η μηχανική ουράνια σφαίρα του Αρχιμήδη δίνει στην Σελήνη, τον Ήλιο και τους πλανήτες μεταβλητές ταχύτητες. Ο Σέξτος Εμπειρικός 440 χρόνια μετά τον θάνατο του Αρχιμήδη περιγράφει τις κινήσεις των ουρανίων σωμάτων στην μηχανική ουράνια σφαίρα, την *Σφαίρα* του Αρχιμήδη. Η σφαίρα του Αρχιμήδη αναπαράγει σωστά τις θέσεις όλων των τότε γνωστών ουρανίων σωμάτων. Ο Ήλιος, η Σελήνη, οι πλανήτες και οι αστέρες, να κινούνται με την ξύλινη κατασκευή. Αυτή είναι η μία ουράνια μηχανική Σφαίρα του Αρχιμήδη, τις οποίες ο στρατηγός Μάρκελλος⁴³ πήρε από την φιλοσοφική σχολή του στις Συρακούσες, μετά τον φόνο του Αρχιμήδη από τους Ρωμαίους το 212 π.Χ. Την μια σφαίρα αφιέρωσε στον ναό της Εστίας (ή της Αρετής) στην Ρώμη και κράτησε την καλύτερη για το σπίτι του.

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι δημιούργημα των Ελλήνων επιστημόνων, οι οποίοι προηγούνται της εποχής τους κατά δυο χιλιάδες, δίδοντας ουσιαστικά τους νόμους του Κέπλερ και αυτό που στα μαθηματικά καλούμε σειρές Φουριέ⁴⁴, οι οποίες μπορούμε να πούμε με βεβαιότητα ότι έχουν τις βάσεις τους στον Μηχανισμό. Ο Γάλλος μέγας φυσικός και μαθηματικός, αλλά και αρχαιολόγος, ιστορικός και πολιτικός, Ιωσήφ Φουριέ (Joseph Fourier, 1768-1830) δημιούργησε τις μαθηματικές σειρές για την μελέτη των περιοδικοτήτων των χρονοσειρών το 1822 για την μελέτη του *Αναλυτική Θεωρία της Θερμό-*

⁴³ Ρωμαίος Μάρκος Κλαύδιος Μάρκελλος (Marcus Claudius Marcellus, 268 π.Χ. - 208 π.Χ.)

⁴⁴ Σειρές με αθροίσματα τριγωνομετρικών αριθμών που ανασκευάζουν μία περιοδική συνάρτηση με άθροισμα απλών τριγωνομετρικών συναρτήσεων με ημίτονα και συνημίτονα

τητας⁴⁵ που μελετάει, πώς διαδίδεται η θερμότητα σε διάφορα σώματα και ιδίως στο εσωτερικό της γης.

Οι σειρές Φουριέ έχουν τις ρίζες τους στους επικύκλους των Ελλήνων που συναντάμε στον Μηχανισμό των Αντικυθήρων, ενώ οι σφαιρικές αρμονικές που χρησιμοποιεί σήμερα η θεωρητική φυσική, η χημεία και τα μαθηματικά, έχουν ρίζες στις ομόκεντρες σφαίρες του μαθητή και φίλου του Πλάτωνα, του Ευδόξου του Κνιδίου. Αυτός ήταν μαθητής και του Αρχύτα του Ταραντίνου, ο οποίος πιθανότατα γεννήθηκε γύρω στο 409 και έζησε πιθανότατα μέχρι το 356 π.Χ. Ο Ευδόξος κατασκεύασε ένα μαθηματικό μοντέλο του Κόσμου με 27 ομόκεντρες σφαίρες που αναπαράγει τις κινήσεις όλων των πλανητών⁴⁶, του Ηλίου και της Σελήνης. Το μοντέλο του προβλέπει τις ανάδρομες κινήσεις των πλανητών, αλλά και το πόσο και πότε ανεβοκατεβαίνουν από το επίπεδο της εκλειπτικής, το επίπεδο που κινείται η Γη γύρω από τον Ήλιο. Το μοντέλο του Ευδόξου χρησιμοποιεί τρεις σφαίρες για τον Ήλιο, τρεις για την Σελήνη, και τέσσερις για κάθε πλανήτη, τον Ερμή, την Αφροδίτη, τον Άρη, τον Δία και τον Κρόνο. Θεωρείται από ορισμένους ότι απέδειξε το σφαιρικό σχήμα της Γης, αν και σύμφωνα με τον Ψευδο-Πλούταρχο, τον Στοβαίο και τον Αέτιο ο Θαλής και ο Πυθαγόρας είχαν ήδη διαιρέσει την Γη⁴⁷ και τον ουρανό σε ζώνες⁴⁸ με κλίματα την τροπική, τις εύκρατες και τις πολικές.

⁴⁵ Fourier, Jean-Baptiste-Joseph. *Théorie analytique de la chaleur*.

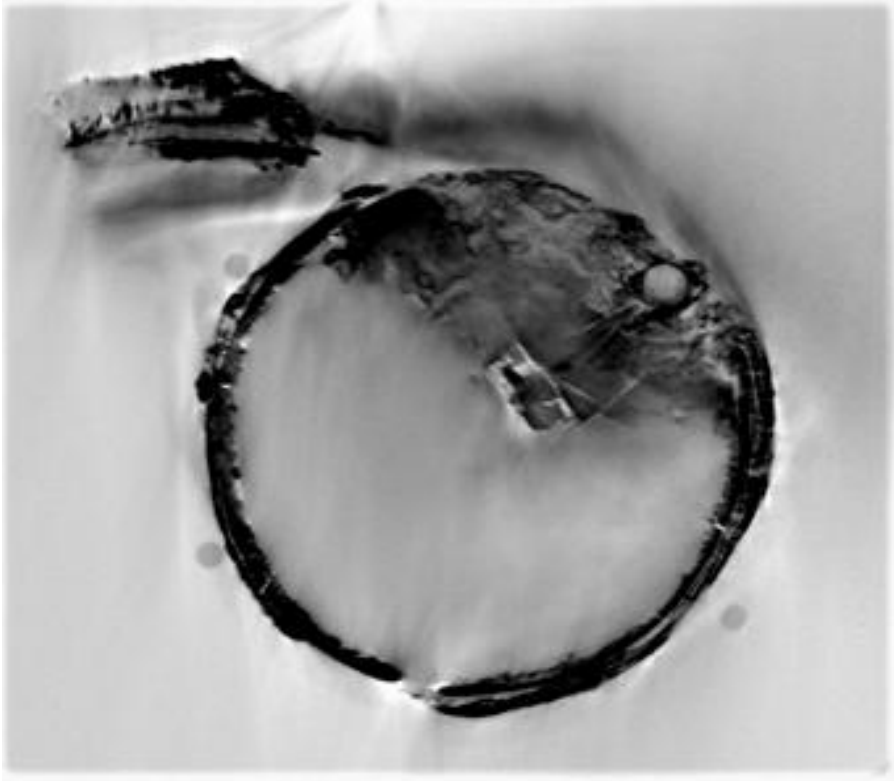
⁴⁶ Οι μέθοδος με τις ομόκεντρες σφαίρες είναι πρόγονος των πολύ προηγμένων μαθηματικών που ονομάζονται *σφαιρικές αρμονικές* και χρησιμοποιούνται συχνά στην φυσική και την τεχνολογία, όπως στην αναπαράσταση της δομής των ατόμων.

⁴⁷ Ο λεγόμενος Ψευδοπλούταρχος γράφει στα *Placita philosophorum* Περί διαιρέσεως γῆς, πόσαι εἰσὶ ζώναι αὐτῆς. Πυθαγόρας τὴν γῆν ἀναλόγως τῇ τοῦ παντὸς οὐρανοῦ σφαίρα διηρῆσθαι εἰς πέντε ζώνας, ἄρκτικὴν θερινὴν χειμερινὴν ἀνταρκτικὴν ἰσημερινὴν, ὧν ἡ μέση τὸ μέσον τῆς γῆς ὀρίζει, παρ' αὐτὸ τοῦτο διακεκαυμένη καλουμένη· ἡ δ' οἰκητὴ ἐστὶν ἡ μέση τῆς θερινῆς καὶ χειμερινῆς, εὐκρατὸς τις οὖσα

⁴⁸ Καὶ ὁ Ψευδοπλούταρχος ἀναφέρεται στὴν διαίρεση τοῦ οὐρανοῦ: Θαλῆς Πυθαγόρας οἱ ἀπ' αὐτοῦ μεμερίσθαι τὴν τοῦ παντὸς οὐρανοῦ σφαῖραν εἰς κύκλους πέντε, οὐστinas προσαγορεύουσι ζώνας· καλεῖται δ' αὐτῶν ὁ μὲν ἄρκτικός τε καὶ ἀειφανής, ὁ δὲ θερινὸς τροπικός, ὁ δ' ἰσημερινός, ὁ δὲ χειμερινὸς τροπικός, ὁ δ' ἀνταρκτικός τε καὶ ἀφανής· λογὸς δὲ τοῖς τρισὶ μέσοις ὁ καλούμενος ζωδιακὸς ὑποβέβληται, παρεπιψαύων τῶν μέσων τριῶν· πάντας δ' αὐτοὺς ὁ μεσημβρινὸς πρὸς ὀρθὰς ἀπὸ τῶν ἄρκτων ἐπιτὸ ἀντίξουν τέμνει

Λίγο αργότερα ο Κάλλιππος ο Κυζικηνός που μάλλον γεννήθηκε γύρω στα 379 π.Χ. και έζησε μέχρι το 300 π.Χ. πρόσθεσε και άλλες σφαίρες για ακριβέστερη περιγραφή της κίνησης των πλανητών, όπως μας περιγράφει ο Αριστοτέλης. Ο Κάλλιππος εισάγει συνολικά 33 σφαίρες: πέντε για τον Ήλιο, πέντε για την Σελήνη και πλανήτες Ερμή, Αφροδίτη και Άρη· και από τέσσερις σφαίρες για τον Δία και τον Κρόνο. Ο Κάλλιππος βελτίωσε και την χρονική περίοδο του Μέτωνα εισάγοντας το τετραπλάσιό της, πιθανώς λαμβάνοντας υπόψη τα δίσεκτα έτη. Η περίοδος 76 ετών του Καλλίππου είναι το πιο μακρόχρονο ημερολόγιο που έχει ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων.

Είναι αξιοθαύμαστο το ότι όλες οι κινήσεις που περιγράφονται με ακρίβεια με τα μαθηματικά, τελικά μετατρέπονται σε κινήσεις γραναζιών, ώστε οι κινήσεις να υπολογίζονται με μηχανικό τρόπο, δηλαδή με έναν υπολογιστή. Αυτό το μηχανήμα δείχνει την απίστευτη ικανότητα τόσο στα μαθηματικά, όσο και την φυσική και την μεταλλοτεχνία, διότι είναι φανερό ότι ο σχεδιαστής του μηχανήματος γνωρίζει τους νόμους της φυσικής της εποχής του, που ίσως έχει διατυπώσει ο ίδιος.



Εικόνα 46 Αξονική τομογραφία του μηχανισμού της Σελήνης που φαίνεται πάνω δεξιά. Η Σελήνη περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της με την βοήθεια του κυλινδρικού γραναζιού που φαίνεται στο κέντρο και αλλάζει φάσεις στην διάρκεια του μήνα.

Οι Νόμοι του Κέπλερ στον Μηχανισμό;

Η Σελήνη στην διάρκεια της περιφοράς της γύρω από την Γη ακολουθεί ελλειπτική τροχιά, όπως διαπίστωσε ο Ιωάννης Κέπλερ (1571-1630) που διατύπωσε τους σχετικούς νόμους το 1619 στο βιβλίο του *Αρμονικός Κόσμος*. Οι Έλληνες φιλόσοφοι ήξεραν ότι οι τροχίες των ουρανίων σωμάτων είναι έκκεντροι και τις προσέγγιζαν με πρόσθεση δυο κυκλικών κινήσεων, με επικύκλους, όπως ονομάζονται. Οι φιλόσοφοι χρησιμοποιούσαν κύκλους για τις κινήσεις των ουρανίων σωμάτων επειδή οι κινήσεις των άστρων στη διάρκεια της νύκτας, του Ήλιου στη διάρκεια της ημέρας είναι φαινομενικά κυκλικές. Ο κύκλος είναι απλό γεωμετρικό σχήμα, ορίζεται με απόλυτη α-

κρίβεια πολύ εύκολα και είναι άριστο χρήσιμο μαθηματικό εργαλείο που ορίζεται με την ακτίνα του και το κέντρο του.

Οι φιλόσοφοι διαπίστωσαν ότι οι τροχιές των ουρανίων σωμάτων δεν είναι ακριβώς κυκλικές. Ήξεραν από την προϊστορική εποχή ότι οι τέσσερις εποχές δεν έχουν ίσες διάρκειες και συνεπώς ότι ο Ήλιος, ακόμη και αν υποτεθεί ότι έχει κυκλική τροχιά στη διάρκεια του έτους, η απόστασή του μεταβάλλεται περιοδικά. Οδηγήθηκαν στην αντίληψη ότι οι τροχιές των ουρανίων σωμάτων είναι έκκεντρες. Ένας έκκεντρος κύκλος παράγεται εύκολα με δυο κυκλικές κινήσεις, δηλαδή με επικύκλους.

Οι επίκυκλοι είναι δημιούργημα του μαθηματικού και αστρονόμου Απολλωνίου του Περγαίου (262-190 π.Χ.). Ο Απολλώνιος μελέτησε διεξοδικά τις κωνικές τομές, δηλαδή τον κύκλο, την έλλειψη, την παραβολή και την υπερβολή. Τα σχήματα αυτά δημιουργούνται όταν κόβουμε ένα κώνο με ένα επίπεδο.

Την εποχή που φτιάχτηκε ο μηχανισμός οι Έλληνες γνώριζαν αρκετά καλά τις τροχιές του Ήλιου, της Σελήνης και των πλανητών, όπως και την εκκεντρότητα της τροχιάς. Γνώριζαν το περίγειο και το απόγειο της τροχιάς του Ηλίου και της Σελήνης, που φυσικά έχει κάθε έκκεντρη ή ελλειπτική τροχιά. Γνώριζαν πολύ καλά και την μεταβολή της ταχύτητας της Σελήνης και του Ηλίου, την οποία ονομάζουν ανωμαλία, δηλαδή την απόκλιση από την ομαλή κυκλική κίνηση, και ότι η ταχύτητα αλλάζει περιοδικά από μέγιστη που έχει στο πιο κοντινό σημείο προς την γη –το περίγειο– σε ελάχιστη στο πιο μακρινό σημείο, το απόγειο. Ωστόσο η μεταφορά αυτής της θεωρητικής φυσικομαθηματικής γνώσης σε γρανάζια ήταν αναπάντεχη.

Ο Ίππαρχος μέτρησε το 2^ο αιώνα π.Χ. με καλή ακρίβεια την εκκεντρότητα της τροχιάς της Σελήνης, με μέθοδο εκτιμώ ότι είχε ήδη αναπτύξει ο Αρχιμήδης, δηλαδή με την χρήση ενός χάρακα και ενός μετακινούμενου πάνω στο χάρακα κοίλου κυλίνδρου ο οποίος είχε τον άξονά του παράλληλο με τον χάρακα.

Ο Κέπλερ μελέτησε τα τροχιές των πλανητών με ακριβέστατες μετρήσεις του δασκάλου του Τύχωνα Μπράχε υπό την επίβλεψη του οποίου είχε εργαστεί.

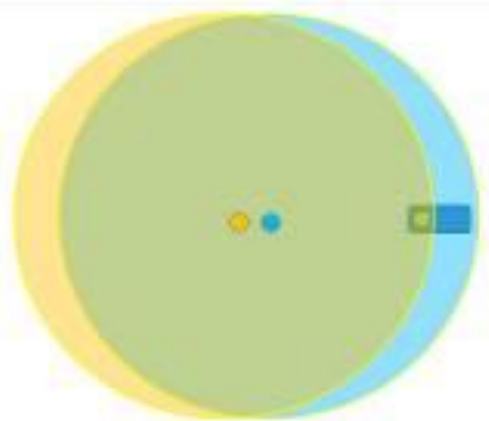
Ο Κέπλερ επεξεργαζόμενος οδηγήθηκε στις κωνικές τομές όταν μελέτησε τις διαδοχικές θέσεις του πλανήτη Άρη και διαπίστωσε ότι δεν ταιριάζουν με κυκλική τροχιά, αλλά ταιριάζουν απόλυτα με έλλειψη. Φυσικά γνώριζε άριστα τις κυκλικές τομές και ειδικότερα την έλλειψη, όπως και τις μετρήσεις εκκεντρότητας της Σελήνης. Με τις ακριβείς μετρήσεις του Μπράχε ο Κέπλερ διατυπώνει του τρεις νόμους της κίνησης των πλανητών.

Η πιο σημαντική όσο και αναπάντεχη ήταν η ανακάλυψη ότι ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων κινεί την Σελήνη με ένα σύστημα γραναζιών που εφαρμόζει πρακτικά τον Δεύτερο Νόμο του Κέπλερ στην κίνηση τη Σελήνης. Είναι πιθανό ότι ίσως ακόμη εμπεριείχε και τους τρεις νόμους του Κέπλερ.

Γνωρίζουμε από την αστρονομία και την φυσική, ότι η Σελήνη κινείται γύρω από τη Γη σε μια ελαφρώς ελλειπτική τροχιά. Ήδη οι αρχαίοι Έλληνες, μπορεί και άλλοι πολιτισμοί, γνώριζαν ότι δορυφόρος μας κινείται ταχύτερα όταν είναι κοντά στον πλανήτη μας, στο περίγειο, και βραδύτερα όταν είναι μακριά, στο απόγειο. Αυτή η κίνηση αναπαράγεται ικανοποιητικά και στο μηχανικό ανάλογο του Μηχανισμού. Τέσσερα γρανάζια δίνουν ακριβέστερα την θέση του δορυφόρου μας και συνεπώς έχουμε καλύτερο υπολογισμό της θέσης και των φάσεων της Σελήνης, την έναρξη του μήνα με την εμφάνιση της νέας Σελήνης, την Πανσέληνο, και τις εκλείψεις Ήλιου και Σελήνης. Αυτά προβλέπονται ακριβέστερα καθώς ο Μηχανισμός της κίνησης της Σελήνης είναι ακριβής, αφού ακολουθεί ακριβέστατα τον δεύτερο νόμο του μεγάλου Γερμανού αστρονόμου Ιωάννη Κέπλερ.

Ο μηχανισμός που απεικονίζει τη Σελήνη είναι κυκλικός με διάμετρο γύρω στο $\frac{1}{4}$ του ποδιού (8 cm), και έχει την Γη στο κέντρο και την Σελήνη στην περιφέρεια. Υπάρχει μια καλά σχηματισμένη έλλειψη γύρω από την Γη. Η έλλειψη δεν έχει τη Γη στη μια της εστία, όπως θα αναμενόταν. Δεν γνωρίζουμε ποια είναι η σημασία της έλλειψης. Η υπόθεση ότι σχεδιάστηκε ειδικά είναι βάσιμη. Αλλά αν δεν έχει δημιουργηθεί για κάποια έκκεντρη κίνηση, αυτή θα μπορούσε να είναι συμβολική και να υποδηλώνει την ελλειπτική ή έκκεντρη κυκλική τροχιά της Σελήνης.

Πιθανώς η μελέτη αυτής της έλλειψης να αποκαλύψει και άλλα άγνωστα μυστικά σχετικά με τις γνώσεις των αρχαίων.



Εικόνα 47 Τα δυο έκκεντρα γρανάζια κινούν το ένα το άλλο με έναν πύρο δίνοντας μεταβλητή ταχύτητα στην Σελήνη στη διάρκεια του μήνα.

Εμφανέστατη έλλειψη απεικονίζεται ήδη στον Μινωικό υπολογιστή⁴⁹ (1800 π.Χ.), στον οποίο μαζί με ένα επίσης έκκεντρο ελλειψοειδές σχήμα, με 18 σημάδια που ενδεχομένως απεικονίζουν την περιοδικότητα του Σάρου (;) με την επανάληψη των εκλείψεων της σελήνης και του ηλίου, και 28 σημαδάκια σε επίσης έκκεντρο ελλειψοειδές σχήμα που απεικονίζει τον μήνα. Είναι φανερό ότι οι αρχαίοι μετρούσαν τις νύκτες με σελήνη και για αυτό έχουμε τα 28 κυκλάκια χωρίς αναφορά στις δυο τρεις ασέληνες νύκτες κάθε μήνα.

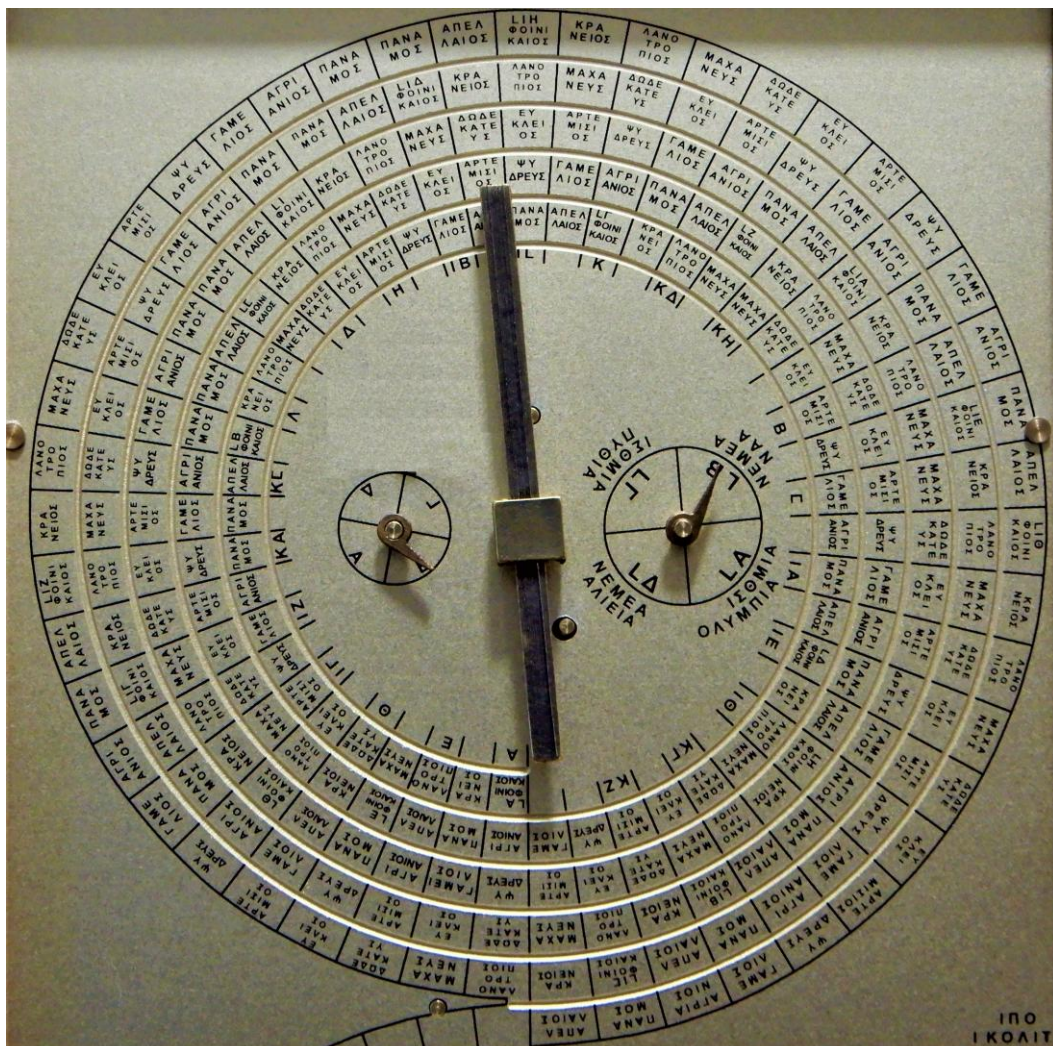
Έχουμε αξιόλογες περιγραφές του Πλανηταρίου του Αρχιμήδη, ο οποίος είναι λογικό να υποτεθεί ότι ήταν ο κατασκευαστής του πρώτου τέτοιου οργάνου. Η περιγραφή της κίνησης των πλανητών στο πλανητάριο του Αρχιμήδη, μας γράφει ο Κικέρων, ήταν ανισοταχής, αλλά όχι τυχαία.

⁴⁹ Tsikritsis, M., Theodossiou, E., Manimanis, V. N., Mantarakis, P., & Tsikritsis, D., 2013 *A Minoan eclipse calculator*. Mediterranean Archaeology και Archaeometry, 13 (1).

Για να δούμε όμως την περιγραφή που μας δίνει ο φιλόσοφος Πρόκλος, στην Αθήνα, διάδοχος του Πλάτωνα κατά την Χριστιανική εποχή, του οποίου η οικία και Σχολή βρέθηκε και ταυτοποιήθηκε στην Αθήνα, στην οδό Διονυσίου Αρεοπαγίτου, απέναντι από το θέατρο του Διονύσου και το Ηρώδειο. Μερικά αντικείμενα από την Σχολή του Πρόκλου βρίσκονται στο Νέο Μουσείο της Ακρόπολης. Ο Πρόκλος μας πληροφορεί, ότι ο Ήρων είχε κατασκευάσει αυτόματα που λειτουργούσαν με πεπιεσμένο αέρα (*πνευματικά*) ή υδραυλικά, και σε συνδυασμό με σχοινάκια ή νεύρα από ζώα και βάρη κινούσε τα αυτόματα που ήταν ζώα, άνθρωποι, κ.λπ.

Πού, από ποιούς και πότε είχαν παρατηρηθεί οι εκλείψεις;

Μεγάλη ανακάλυψη ήταν ο προσδιορισμός του ακριβούς χρόνου και του τόπου που έγιναν οι μετρήσεις των εκλείψεων. Ο καθηγητής της Ουψάλας κύριος Γιέραν Χένριξον (Göran Henriksson), αστρονόμος ειδικός στις αρχαίες εκλείψεις, βασισμένος στην ανάγνωση που κάναμε των ωρών, μηνών και ετών των αρχαίων εκλείψεων του Μηχανισμού, οι οποίες διαπιστώσαμε ότι καλύπτουν περίπου μια χρονική περίοδο ενός Εξελιγμού, δηλαδή 54 ετών και ενός μηνός, υπολόγισε σε πια εποχή και ποιο μέρος της Γης θα μπορούσαν να είχαν γίνει οι παρατηρήσεις των εκλείψεων. Τεράστια ήταν η έκπληξη όλων όταν διαπιστώθηκε, ότι όλες έχουν παρατηρηθεί στη Σικελία και ειδικότερα στις Συρακούσες. Ακόμη μεγαλύτερη έκπληξη ήταν ότι το ένα τρίτο των ηλιακών εκλείψεων παρατηρήθηκαν την εποχή του Αρχιμήδη και οι υπόλοιπες δηλαδή το υπόλοιπο των 54 ετών της περιόδου του Εξελιγμού— και οι υπόλοιπες μετρήσεις μετά τον φόνο του Αρχιμήδη. Αυτή η ανακάλυψη είναι πρώτου μεγέθους αστρονομική και ιστορική ανακάλυψη, διότι αποδεικνύει ότι η υπογραφή του μεγαλύτερου επιστήμονα όλων των εποχών, του Αρχιμήδη, βρίσκεται στον Μηχανισμό. Επιπλέον αποδεικνύει ότι ο Αρχιμήδης ήταν εξαιρετικός αστρονόμος, ότι είχε φιλοσοφική σχολή (πανεπιστήμιο) με φοιτητές οι οποίοι συνεχίζουν το έργο του παρά την Ρωμαϊοκρατία.



Εικόνα 48 Φωτογραφία μέρους της δεύτερης (πίσω) όψης του Μηχανισμού, με την ελικοειδή κλίμακα του κύκλου του Σάρου (περίπου 18 έτη), για την πρόβλεψη της ημερομηνίας των εκλείψεων, και μια μικρή κυκλική κλίμακα του Εξελιγμού (περιόδου 54 ετών και ενός μηνός περίπου) για τον ίδιο σκοπό. Σε αυτές τις κλίμακες διαβάσαμε την «υπογραφή» του Αρχιμήδη, αφού διαπιστώσαμε ότι οι μετρήσεις που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του μηχανήματος ελήφθησαν στις Συρακούσες λίγα χρόνια πριν τον θάνατο του Αρχιμήδη και συνεπώς εκτιμούμε ότι οι αστρονομικές παρατηρήσεις έγιναν από τον ίδιο και τους μαθητές του. Πίσω από την πλάκα που είναι διαφανής διακρίνουμε τον ωρολογιακό μηχανισμό με τα γρανάζια του. Κατασκευή Κ. Κοτσανά.

Ημερολόγια

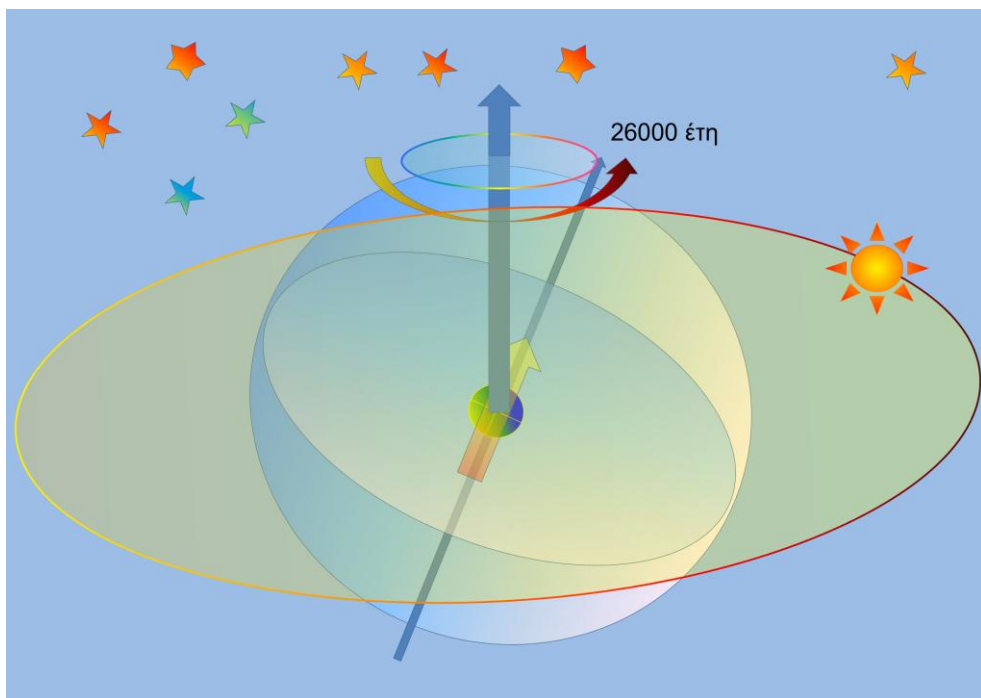
Ο Ηλίας, η Σελήνη και οι εορτές των Ελλήνων

Η κλίμακα του ετήσιου ημερολογίου δεν ήταν αναπόσπαστο μέρος της μπροστινής πλάκας του Μηχανισμού. Είναι ξεχωριστός δακτύλιος που μπαίνει σε ειδική υποδοχή στην πλάκα, τοποθετημένος σε ένα κυκλικό δακτυλιοειδές αυλάκι ώστε η κλίμακα και οι επιγραφές της επιφάνειας του δακτυλίου, δηλαδή τα ονόματα των μηνών και οι ημερήσιες υποδιαίρεσεις του έτους να μπορούν να περιστρέφονται πιθανώς ώστε να μετατίθενται ώστε να διορθώνονται λόγω της μετάπτωσης των ισημεριών την οποία ανακάλυψε ο Ίππαρχος. Ο άξονα της Γης διαγράφει ένα κώνο μέσα σε 26000 χρόνια όπως βρήκε ο Ίππαρχος στην Ρόδο, όταν έφτιαξε ένα νέο κατάλογο με ακριβείς συντεταγμένες των άστρων⁵⁰ και διαπίστωσε ότι αυτές αλλάζουν με τον χρόνο συστηματικά. Αυτή η αλλαγή της ημερομηνίας της ισημερίας ερμηνεύτηκε σωστά ότι είναι αποτέλεσμα συνεχούς αλλαγής της κατεύθυνσης του άξονα περιστροφής της Γης, γιατί ο πλανήτης μας συμπεριφέρεται όπως μια σβούρα της οποίας η κατεύθυνση του άξονα αλλάζει συνεχώς. Στα επόμενα 50 έτη η εαρινή ισημερία είναι στις 20 Μαρτίου, ενώ τις προηγούμενες δεκαετίες ήταν 21 Μαρτίου. Το Γρηγοριανό ημερολόγιο που χρησιμοποιούμε σήμερα ρυθμίζει σωστά τις ημερομηνίες και ισημερίες με ένα κύκλο 400 ετών.

Κάθε λίγα έτη ο χρήστης στέφει τον δίσκο με τους δεκανούς και μετατίθενται τα άστρα αυτά κατά κλάσμα της μοίρας, ώστε να λαμβάνεται υπόψη η μετάπτωση των ισημεριών που στρέφει τον άξονα του Κόσμου περίπου μια μοίρα κάθε 72 έτη. Επισημαίνεται ότι οι μεγάλες

⁵⁰ Gysembergh, V., J. Williams, P. and Zingg, E., 2022. New evidence for Hipparchus' Star Catalogue revealed by multispectral imaging. *Journal for the History of Astronomy*, 53(4), pp.383-393.

χρονικές κλίμακες του μηχανισμού είναι 76 (η περίοδος του Καλλίππου) και 54 έτη (η περίοδος του Εξελιγμού), χρονική διάρκεια στην οποία οι συντεταγμένες αστεριών κοντά στον ισημερινό μεταβάλλονται αισθητά.



Εικόνα 49 Μετάπτωση του άξονα της Γης που ανακάλυψε και μέτρησε ο Ίππαρχος.

Στο κάτω μέρος του κυκλικού αυλακιού που μπαίνει ο δακτύλιος του ημερολογίου υπάρχει δακτύλιος με 365 τρύπες, και η κλίμακα του ημερολογίου περιστρέφεται σε σχέση με την κλίμακα του ουρανού.

ΠΙΟΥΡΩΣ ΙΔΜΕΣΗΣ
 ΤΟΥ ΑΥΤΟΥ ΖΩΔΙΟΥ
 ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ ΛΕΙΠΕ
 ΞΕΙΝΟΣ ΕΣ ΚΑΙ Δ'
 ΑΠΟ ΜΘ ΜΑΓΟΤΟΥ
 ΒΟΡΕΙΟΥ ΠΟΛΟΥΣ ΕΣ
 ΜΗΝΕΣ ΚΑΙ Δ'

Εικόνα 50 Ο κατάλογος των άστρων του Ιππάρχου τον οποίο δημιούργησε και ανακάλυψε την μετάφρωση των ισημεριών, δηλαδή την περιστροφή του ουρανού σε 26000 χρόνια.

Πιθανώς ο χρήστης του Μηχανισμού να μπορούσε να αφαιρεί τον δακτύλιο για να έχει μια ακόμη χρήση του μηχανισμού. Σε ορισμένες από τις 365 ή 366 τρυπούλες πιθανώς έχουμε τους Δεκανούς, τα 36 αστέρια. Με την βοήθεια των σχετικών επιγραφών του Παραπήγματος του Μηχανισμού των Αντικυθήρων που είναι γραμμένες στην όψη του μηχανισμού που έχει τον Ήλιο και την Σελήνη ρυθμίζουμε την ημερομηνία. Η ρύθμιση αυτή της ημερομηνίας γίνεται με βάση την ανατολή ή δύση ενός άστρου μαζί με την ανατολή ή δύση του Ηλίου. Κάθε δέκα ημέρες μπορεί να ρυθμίζει κανείς το ημερολόγιο με βάση το Παράπηγμα. Τέτοια παραπήγματα ήταν τοποθετημένα στις αγορές των Ελληνικών πόλεων. Οι θέσεις των δεκανών αλλάζουν με το γεωγραφικό πλάτος διότι αλλάζει η κλίση του ορίζοντα σε σχέση με τον ισημερινό. Στην κυκλική κλίμακα του ημερολογίου, τοποθετούν τους δεκανούς στις θέσεις που αρμόζουν για το πλάτος που βρισκόμαστε και με βάσει τι ανατολές ή δύσεις τους μαζί με τον Ήλιο μπορεί να τηρείται σωστό ημερολόγιο.



Εικόνα 51 Μέρος των κλιμάκων του έτους και του ζωδιακού κύκλου (πάνω δεξιά). Τμήμα του Παραπήγματος (κάτω). Στο άνω μέρος της εικόνας που έχει δημιουργηθεί από τον συγγραφέα με την μέθοδο RTM/HP που ανέπτυξε ο Dr Tom Malzbender, διακρίνουμε μικρό τμήμα του τροπικού ημερολογίου και μικρό τμήμα του ζωδιακού κύκλου. Η εικόνα έγινε ευκρινής με την χρήση μαθηματικών (πολυωνύμων) και φυσικής (νόμος ανάκλασης). Στο κάτω μέρος βλέπουμε Τμήμα του Παραπήγματος του μηχανισμού με οδηγίες για την τήρηση ακριβούς ημερολογίου. Αναφέρονται ανατολές και δύσεις άστρων και αστερισμών μαζί με την ανατολή ή δύση του Ηλίου. Γράφει:

ΥΑΣ ΕΠΙΤΕΛΜΕΙ ΕΩΙΑ. ΚΕ

ΔΙΔΥΜΟΙ ΑΡΧΟΝΤΑΙ ΕΠΙΤΕΛΜΕΙΝ. Α

ΑΕΤΟΣ ΕΠΙΤΕΛΜΕΙ ΕΣΠΕΡΙΟΣ

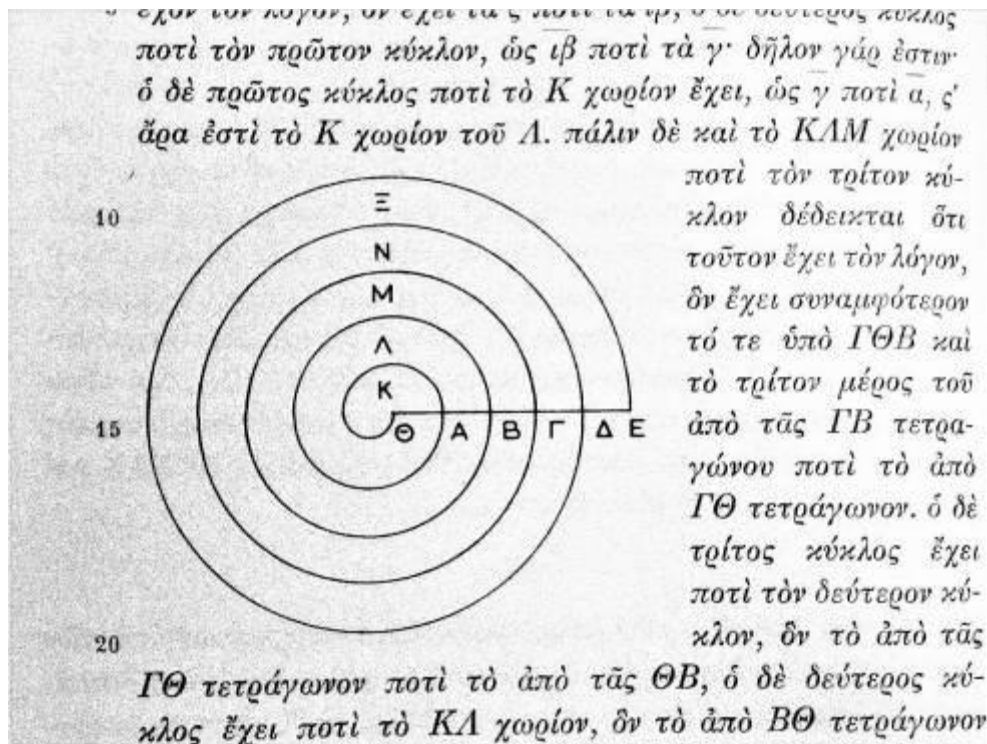
ΑΡΚΤΟΥΡΟΣ ΔΥΝΕΙ ΕΩΙΟΣ. Ι

Στον μηχανισμό υπάρχει πρόνοια για τα δισεκτα έτη. Η προσθήκη μιας ημέρας γίνεται με την βοήθεια μιας κυκλικής κλίμακας με 365 ή 366 τρυπούλες, που μετακινείται κατά μία τρυπούλα/ημέρα τα δισεκτα έτη.

Οι άνθρωποι, τότε και σήμερα, χρησιμοποιούμε το τροπικό έτος για τις αγροτικές εργασίες, αλλά και κάποιες εορτές και τις κρατικές λειτουργίες. Συγχρόνως, όπως τότε και σήμερα, χρησιμοποιούμε και σεληνοηλιακά ημερολόγια που οι Έλληνες, αλλά και άλλοι λαοί, χρησιμοποιούσαν τότε, αλλά και σήμερα, για τις κινητές εορτές, όπως το Πάσχα, που από τον 11^ο έως 13^ο αιώνα άρχισαν να χρησιμοποιούν τον κύκλο του Μέτωνα, δηλαδή το Ηπειρώτικο ημερολόγιο που έχει ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, που είναι ένα ακριβές σεληνοηλιακό ημερολόγιο. Επισημαίνεται ότι στο εγχειρίδιο χρήσης του Μηχανισμού υπάρχουν αναφορές σε περιοδικότητες των πλανητών της τάξης της μισής χιλιετίας.

Τα ημερολόγια βασίζονται σε συντονισμούς πλανητών, της Γης με τον Ήλιο και την Σελήνη. Μερικοί τέτοιοι συντονισμοί με περιόδους μισής χιλιετίας αναφέρονται στο εγχειρίδιο χρήσης.

Αυτοί οι συντονισμοί είναι η μουσική των σφαιρών, ο χορός των πλανητών. Αυτούς τους συντονισμούς μετέφερε ο Πυθαγόρας και οι Πυθαγόρειοι και έφτιαξε ή τουλάχιστον μαθηματικοποίησε την μουσική διατονική κλίμακα με πρότυπο τις κινήσεις, τον χορό, τους συντονισμούς των πλανητών.



Εικόνα 52 Οι ελικοειδεῖς κλίμακες των περιόδων Σάρου και Μέτωνα είναι ἑλικες του Αρχιμήδη, ὅπως αὐτὴ ἀπὸ το βιβλίου του Αρχιμήδη, Εὐ. Σταμάτη, Εκδ. ΤΕΕ. 1971-4

Στην ὄψη του μηχανισμοῦ που ἔχουμε τις ἐνδείξεις για τὸν ἥλιο καὶ τὴν Σελήνη ἔχουμε ἐνδειξὴ τῆς ἡμερομηνίας σε μιὰ κυκλική κλίμακα διαιρεμένη σε δώδεκα μήνες, με 365 ἡμέρες, δηλαδή ἓνα ἡμερολόγιο βασισμένο στο τροπικὸ ἔτος, πρακτικὰ τὸ ἔτος που χρησιμοποιοῦμε σήμερα για τὸ ἡμερολόγιό μας. Ἡ διάρκεια του τροπικοῦ, ὅπως τὸ λέμε σωστά, ἔτους καθορίζεται ἀπὸ τὴν περιφορὰ τῆς Γῆς γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο ἀπὸ ἡλιοστάσιο σε ἡλιοστάσιο (χειμερινὸ ἢ θερινό) ἢ ἀπὸ ἰσημερία σε ἰσημερία (εαρινή, ἢ φθινοπωρινή). Τὸ τροπικὸ ἔτος εἶναι ἡ χρονικὴ διάρκεια που χρειάζεται ὁ ἥλιος νὰ ἐπανέλθει στὸν οὐρανὸ στο ἴδιο σημεῖο σε σχέση με τὰ ἀστρά. Συνήθως μετρίεται ἡ περίοδος ἐπαναφορὰς του ἡλίου στο ἴδιο εαρινὸ σημεῖο του βορείου ἡμισφαιρίου (που συμβολίζεται με τὸ ἐλληνικὸ γράμμα γ), Τὸ εαρινὸ σημεῖο εἶναι τὸ σημεῖο τῆς ἐκλειπτικῆς που βρίσκεται ὁ ἥλιος τὴν στιγμὴ τῆς ἰσημερίας τῆς Γῆς. Στὴν πραγματικότητα βέβαια ἡ Γῆ

κινείται γύρω από τον Ήλιο. Το έτος ή πιο σωστά τροπικό έτος είναι το χρονικό διάστημα ανάμεσα σε δύο εαρινές ισημερίες, που έχει διάρκεια 365,24219878 ημέρες, λίγο μικρότερο από 365,25 ημέρες. Αν χρησιμοποιηθεί ένα ημερολόγιο 365 ημερών κάθε τεσσερα έτη χάνει μια ημέρα και η ισημερία μετατοπίζεται κατά μία ημέρα. Για να γίνει ακριβέστερο πρέπει να προστίθεται μια ημέρα σε κάθε τέταρτο έτος το ποίο ονομάζεται δίσεκτο. Με το δίσεκτο έτος κάθε τέσσερα έτη δημιουργείται ένα ακριβές ημερολόγιο. Το τροπικό ημερολόγιο του μηχανισμού, ένα ημερολόγιο που βασίζεται στο Αιγυπτιακό αποτελείται από 12 μήνες των 30 ημερών στο οποίο προστίθενται 5 ημέρες στο τέλος του έτους. Αυτό το τροπικό ημερολόγιο έχει μια μικρή απόκλιση από το ακριβές ημερολόγιο που χρησιμοποιούμε σήμερα.

Μετά την ίδρυση της Αλεξάνδρειας από τον Μέγα Αλέξανδρο το κέντρο της γνώσης μετατοπίσθηκε από την Αθήνα στην Αλεξάνδρεια η οποία έγινε και το κέντρο του Ελληνικού Κόσμου για μια χιλιετία. Το Αιγυπτιακό ημερολόγιο αναπτύχθηκε από τους Έλληνες αστρονόμους της Βιβλιοθήκης και του Μουσείου της Αλεξάνδρειας, που ήταν τα καλύτερα πανεπιστήμια και ερευνητικά ιδρύματα της εποχής τους.

Οι μήνες του ετήσιου ημερολογίου του Μηχανισμού είναι Αιγυπτιακοί, όπως σήμερα οι μήνες που χρησιμοποιούμε είναι Ρωμαϊκοί μήνες σχεδόν σε όλες τις χώρες. Οι Έλληνες αστρονόμοι της Αλεξάνδρειας υιοθέτησαν το αιγυπτιακό ημερολόγιο και τα ονόματα των μηνών του γιατί τούς εξυπηρετούσε καλύτερα στις αστρονομικές παρατηρήσεις και στις μετρήσεις τους. Κάθε μήνας του αιγυπτιακού ημερολογίου είχε 30 ημέρες και στο τέλος του έτους πρόσθεταν και πέντε ημέρες ($12 \times 30 = 360$, $360 + 5 = 365$).

Οι Ελληνικές Πόλεις Κράτη για λόγους πολιτικούς (ανεξαρτησίας) είχαν η κάθε μια το δικό της σεληνοηλιακό ημερολόγιο για τις αγροτικές εργασίες και τις εορτές και συγχρόνως ένα δεύτερο ημερολόγιο που άρχιζε σε ένα από τα δυο ηλιοστάσια ή τις δυο ισημερίες.

Οι άνθρωποι προσδιόρισαν την διάρκεια του έτους μετρώντας τις ημέρες που απαιτείται να περάσουν μέχρι ο Ήλιος να ανατείλει ξανά κατά την ισημερία, στο πιο βόρειο σημείο του ορίζοντα, για παράδειγμα, ημερομηνία που πολλές Ελληνικές πόλεις άρχιζαν το έτος τους. Με προσεκτικές μετρήσεις οι επιστήμονες βρήκαν την διάρκεια

του έτους γύρω στις 365 ημέρες και $\frac{1}{4}$ της ημέρας. Αυτό το έτος υπάρχει στον μηχανισμό. Για να διατηρηθεί σωστό το ημερολόγιο κάθε τέσσερα έτη προσθέτουμε μίαν μέρα στο έτος που ονομάζουμε δίσεκτο.⁵¹

Ο Ήλιος ρυθμίζει πολλαπλά τη ζωής μας με την ενέργειά του και ιδίως με το φως του.

Η Γη κινείται σε μια έλλειψη γύρω από τον Ήλιο σε ένα επίπεδο. Παρόμοιες τροχιές έχουν όλοι οι πλανήτες. Ο άξονας που η Γη περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό της σχηματίζει γωνία $23,4^\circ$ με το επίπεδο της έλλειψής της. Το φως, η ενέργεια, που δέχεται ένας τόπος από τον Ήλιο αλλάζει στη διάρκεια του έτους. Η διάρκεια της ηλιοφάνειας και το μέγεθος της ενέργειας που λαμβάνει ένας τόπος εξαρτάται επίσης από το γεωγραφικό πλάτος.

Η κλίση της τροχιάς δημιουργεί τις εποχές για τόπους που βρίσκονται έξω από την τροπική ζώνη της Γης που ορίζεται σε γεωγραφικά πλάτη από $+23,4$ έως $-23,4$ μοίρες συμμετρικά προς τον ισημερινό.

Αυτή η ετήσια μεταβολή φωτός δημιουργεί στις εποχές του έτους και εισάγει αυτομάτως τη χρήση τροπικών ημερολογίων.

Στη διάρκεια του έτους μέρα με τη μέρα αλλάζει το σημείο του ορίζοντα απ' όπου ανατέλλει (και δύει) ο ήλιος κάθε καθώς η Γη κινείται στην τροχιά της και επειδή ο άξονας περιστροφής της Γης έχει κλίση περίπου $23,4^\circ$. Τον Χειμώνα, στο χειμερινό ηλιοστάσιο ο Ήλιος ανατέλλει στο πιο νότιο σημείο του ορίζοντα και η διάρκεια της ημέρας είναι ελάχιστη. Μετά αυτή την ημέρα η ανατολή γίνεται όλο και πιο βόρεια και η ημέρα μεγαλώνει μέχρι που γίνεται μέγιστη στο θερινό ηλιοστάσιο.

Η κλίση των ακτίνων του Ήλιου αλλάζει ώρα με την ώρα στη διάρκεια της ημέρας. Συγχρόνως αλλάζει η διάρκεια που ο Ήλιος φαίνεται πάνω από τον ορίζοντα και συνεπώς η διάρκεια της ημέρας. Μέρα με τη μέρα στην διάρκεια του έτους αλλάζει και το μέγιστο ύψος του Ηλίου κατά το τοπικό μεσημέρι.

⁵¹ Δίσεκτα δεν είναι τα έτη των αιώνων εκτός και αν διαιρούνται με το 4000, δηλαδή το έτος 4000, 8000 δεν θα είναι δίσεκτα.

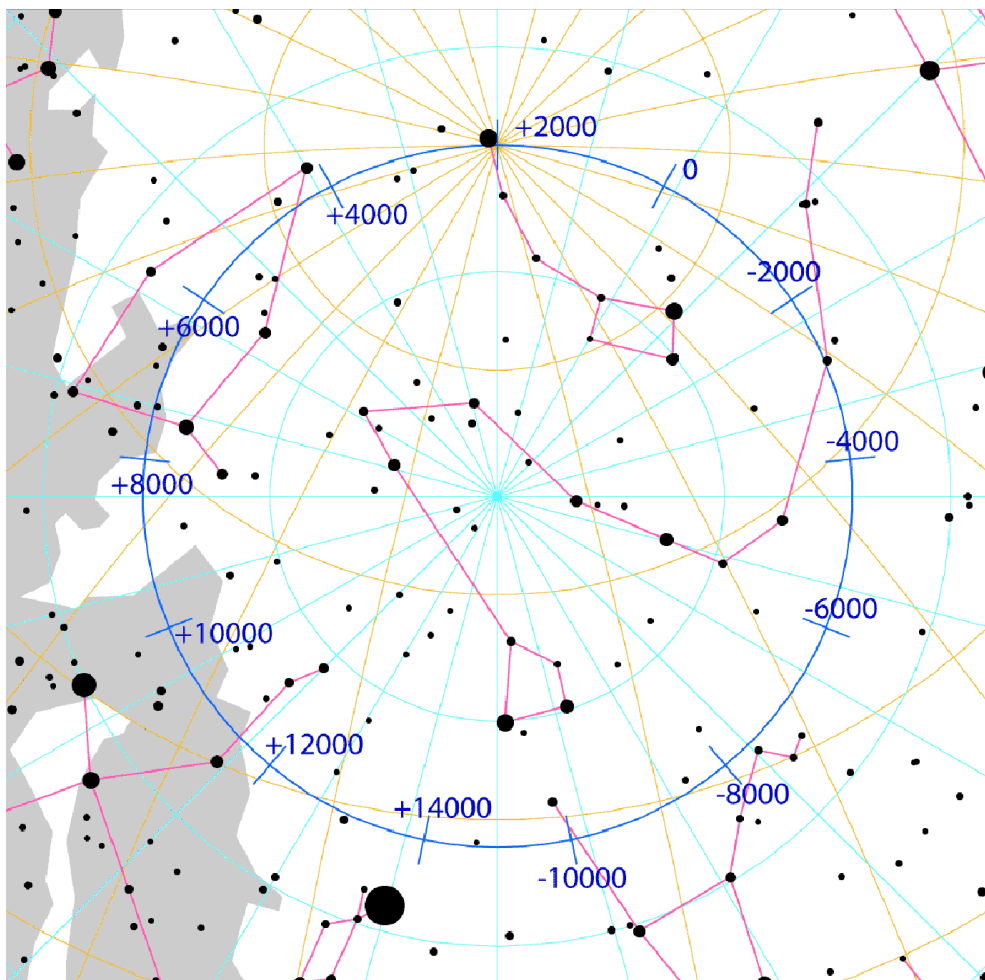
Όταν η κλίση των ακτίνων του Ηλίου ως προς τον άξονα της Γης είναι μέγιστη συμβαίνουν τα ηλιοστάσια. Στο χειμερινό ηλιοστάσιο (21 Δεκεμβρίου) η κλίση του Ηλίου ως προς το οριζόντιο επίπεδο είναι ελάχιστη ενώ είναι μέγιστη κατά το θερινό ηλιοστάσιο (21 Ιουνίου). Ενδιάμεσα ο Ήλιος, κατά στις ισημερίες (20 Μαρτίου και 22 ή 23 Σεπτεμβρίου) οι ακτίνες ηλίου πέφτουν κάθετα στν άξονα της Γης.

Αυτές οι τέσσερις ημερομηνίες όριζαν τις πρωτοχρονιές στις Ελληνικές πόλεις οι οποίες χρησιμοποιούσαν σεληνοηλιακά ημερολόγια. Η έναρξη του Σεληνοηλιακού έτους ήταν με τη νέα Σελήνη. Πολλές πόλεις είχαν έτος που άρχιζε με τη νέα Σελήνη μετά το χειμερινό ηλιοστάσιο. Το Αττικό ημερολόγιο άρχιζε με τη νέα Σελήνη μετά το θερινό ηλιοστάσιο.

Συχνά οι Ελληνικές πόλεις είχαν παράλληλα και ένα τροπικό ημερολόγιο για τις κρατικές λειτουργίες και ίσως ένα ακόμη για τις αγροτικές εργασίες.

Η λόξωση της εκλειπτικής, όπως ονομάζουμε την γωνία που σχηματίζει ο άξονας της Γης με το επίπεδο τροχιάς της γύρω από τον Ήλιο αλλάζει μέσα στις χιλιετίες. Αυτή την εποχή μειώνεται γύρω $0,013^\circ$ κάθε αιώνα λόγω της επίδρασης των άλλων πλανητών και αλλάζει συνεχώς.⁵² Την εποχή της κατασκευής του μηχανισμού Ήλιος ήταν $23,73^\circ$. Η μεταβολή αυτής της γωνίας αλλάζει ελαφρά την θέση στον ορίζοντα που ανατέλλει και δύει ο Ήλιος, η Σελήνη και όλα τα ουράνια σώματα, αλλάζει την διάρκεια της ημέρας και της νύκτας. Το εαρινό σημείο ήταν κατά την Μινωική και Μυκηναϊκή περίοδο στον Ταύρο, στην συνέχεια στην περιοχή του Κριού πάνω στον ουρανό και αργότερα στους Ιχθείς και σε λίγους αιώνες θα βρίσκεται στον Υδροχόο. Αυτό συμβαίνει διότι ο άξονας της Γης αλλάζει κατεύθυνση στον ουρανό, σήμερα βλέπει τον Πολικό Αστέρα, αλλά με περιοδικότητα 26000 ετών ο άξονας της Γης περιφέρεται σε ένα κύκλο. Συνεπώς κάθε 2100 έτη ο πόλος της Γης μετακινείται 30 μοίρες ή μια μοίρα κάθε 70 έτη όπως μέτρησε ο Ίππαρχος.

⁵² Laskar, J. (1986). Secular terms of classical planetary theories using the results of general theory. *Astronomy and astrophysics*, 157, 59-70.



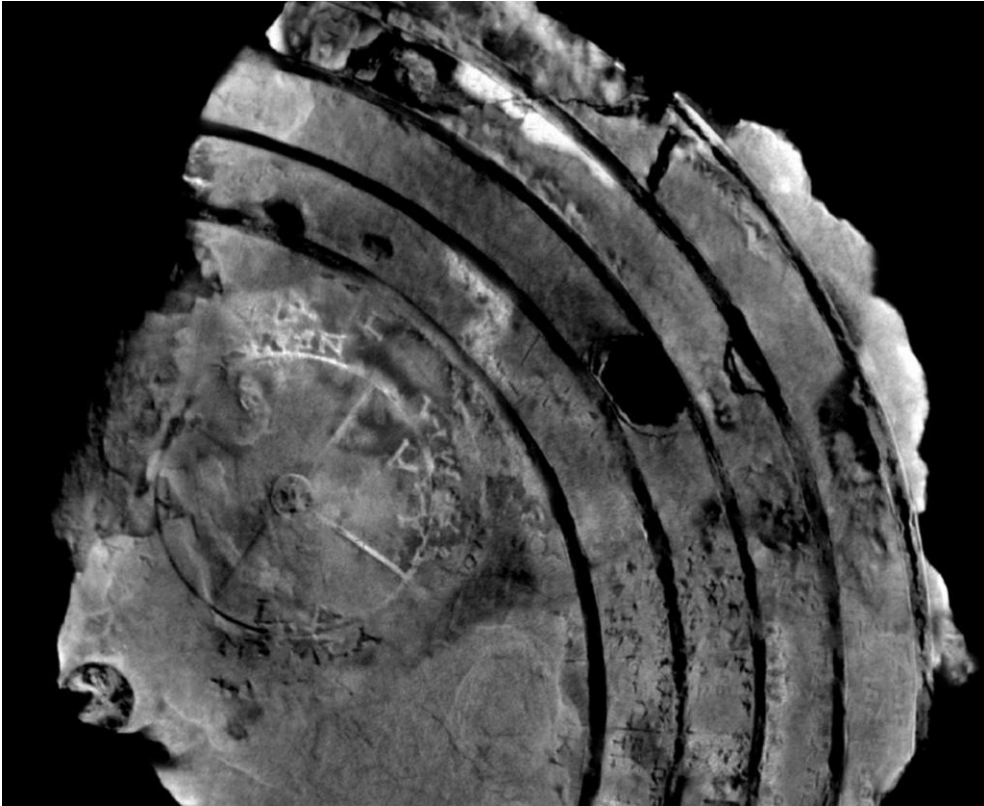
Εικόνα 53 Η περιοδική μετατόπιση του άξονα της Γης στον ουρανό αλλάζει τη θέση όλου του ουρανού από αιώνα σε αιώνα. Η μετάπτωση των ισημεριών όπως ονομάζεται παρατηρήθηκε από τον Ίππαρχο ο οποίος μέτρησε και περίοδο της γύρω στα 26000 έτη.⁵³

⁵³ [wikimedia.org Precession_N.gif](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Precession_N.gif) Εικόνα του κ. Ταύ'olunga

Οι κινητές εορτές των Ελλήνων

Πλάτων: «Ἐορτὴ χρόνος ἱερὸς κατὰ νόμους», *Ορισμοί*.

Η εορτές ρυθμίζονταν ώστε να είναι στις φάσεις του φεγγαριού που οι άνθρωποι μπορούν να βλέπουν την νύκτα. Για αυτό τον λόγο οι Έλληνες και άλλοι λαοί χρησιμοποιούν ημερολόγια βασισμένα στην ετήσια κίνηση του Ηλίου και την μηνιαία της Σελήνης. Τέτοια σεληνοηλιακά ημερολόγια είναι η οκταετηρίς και η περίοδος του Μέτωνα των 19 ετών.



Εικόνα 54 Τομογραφία με την κλίμακα των Ολυμπιακών αγώνων.

Οι εορτές ρυθμίζονται έτσι που να συμπίπτουν με χρονικές περιόδους που δεν υπάρχουν αγροτικές εργασίες ή υπάρχει αφθονία

προϊόντων και αντιθέτως οι περίοδοι νηστείας με περιόδους που δεν υπάρχουν τρόφιμα, κυρίως κρέας. Οι Πυθαγόρειοι απαγόρευαν το κρέας ως φαγητό, διότι ήξεραν ότι δεν είναι οικονομική και οικολογική τροφή για την ανθρωπότητα.

Η Οκταετηρίς και οι Ολυμπιακοί αγώνες

Με το ημερολόγιο που ονομάζεται Οκταετηρίδα προσδιορίζεται η έναρξη και των άλλων πολύ σημαντικών για τους Έλληνες, *στεφανιτών αγώνων*, δηλαδή αγώνων στους οποίους οι νικητές στεφανώνονταν με ειδικό στέφανο για κάθε αγώνα και όχι χρηματικά ποσά, όπως γίνεται σε άλλους αγώνες.

Στους Ολυμπιακούς αγώνες οι νικητές στεφανώνονταν με τον «κότινο», στέφανο που ήταν φτιαγμένος με κλαδιά από την *καλλιστέφανο ελαία* που βρίσκεται στον Ναό του Δία στην Ολυμπία. Στα Πύθια, τα οποία γίνονταν τέλος Αυγούστου, δυο έτη μετά τα Ολύμπια, ως έπαθλο κάποτε δίνονταν μήλα ή ακόμη κλωνάρια φοινικιάς και μετέπειτα στέφανος από δάφνη, το ιερό δένδρο του Απόλλωνα που τα φύλλα του ήταν συνυφασμένα με τους χρησμούς. Στα Ίσθμια, που γίνονταν Απρίλιο ή Μάιο, ο στέφανος ήταν τα αρχικά χρόνια από κλωνάρι πεύκου και αργότερα το στεφάνι γινόταν από αγριοσέλινο.

Με το ημερολόγιο που ονομάζεται Οκταετηρίδα προσδιορίζεται η έναρξη και των άλλων πολύ σημαντικών για τους Έλληνες, *στεφανιτών αγώνων*, δηλαδή αγώνων στους οποίους οι νικητές στεφανώνονταν με ειδικό στέφανο για κάθε αγώνα και όχι χρηματικά ποσά, όπως γίνεται σε άλλους αγώνες.

Οι ημερομηνίες των κινητών εορτών των Χριστιανών παλαιότερα προσδιορίζονταν με την οκταετηρίδα, συνεχίζοντας την παράδοση με την οποία οι Έλληνες όριζαν την έναρξη των Ολυμπιακών αγώνων και άλλων εορτών που προσδιορίζονται με σεληνοηλιακά ημερολόγια. Η Οκταετηρίδα προσδιορίζει την ημερομηνία έναρξης των Ολυμπιακών κατά την δεύτερη ή τρίτη πανσέληνο μετά το θερινό ηλιοστάσιο, σε συνάρτηση με το πόσους μήνες είχε το προηγούμενο έ-

τος, 12 ή 13 σεληνιακούς μήνες, αφού στην διάρκεια της Οκταετηρίδας πέντε έτη έχουν διάρκεια 12 μηνών και τρία έτη έχουν διάρκεια 13 σεληνιακών (συνοδικών) μηνών.

Η Οκταετηρίς ή οκταετηρίδα είναι αρχαιότατο ημερολόγιο της Ελλάδας, μάλλον προϊστορικό, διάρκειας 8 ετών που είναι ίσης διάρκειας με 99 συνοδικούς σεληνιακούς μήνες των 29,5 ημερών και ίσης διάρκειας με 5 συνοδικές περιόδους της Αφροδίτης γύρω από τον Ήλιο. Η οκταετηρίς είναι ίση σε διάρκεια με 107 αστρικούς σεληνιακούς μήνες και 13 αστρικές περιόδους της Αφροδίτης σε σχέση με τα άστρα.

Η οκταετηρίς είναι μια βολική χρονική περίοδος για τήρηση ακριβούς απλού ημερολογίου. Η θέση του πλανήτη Αφροδίτη είναι εμφανέστατη στον ουρανό και οι άνθρωποι βλέπουν εύκολα την απόστασή της από τον Ήλιο κάθε βράδυ ή κάθε αυγή, για αυτό και οι αρχαίοι Προ-Κολομβιανοί Αμερικάνοι έχουν ημερολόγιο που βασίζεται κυρίως στην Αφροδίτη. Μια οκταετηρίς αποτελείται από πέντε έτη με 12 μήνες και τρία έτη με 13 μήνες. Σε κάθε οκταετία προστίθενται σε τρία από τα οκτώ έτη και ένας επιπλέον μήνας. Αυτοί οι τρεις μήνες διορθώνουν την διαφορά ανάμεσα στο σεληνιακό και το ηλιακό έτος.

Το ημερολόγιο της Οκταετηρίδας που πιθανότατα χρησιμοποιούν οι Έλληνες από την προϊστορική εποχή και το οποίο όπως αποδεικνύουν οι μελέτες του Μηχανισμού των Αντικυθήρων χρησιμοποιείται και σε αυτόν και ειδικότερα για τον προσδιορισμό της τέλεσης των Ολυμπιακών αγώνων. Στην προϊστορική Ελλάδα η οκταετηρίς χρησιμοποιείται, όπως αποδεικνύουν μελέτες των αρχαίων Ελληνικών ημερολογίων από τους Παπαθανασίου, Τσικριτζή, Blomberg, Henrikson, Πλιάκου, αλλά και δικές μου.

Επισημαίνουμε ότι $8 \text{ έτη} \times 365,25 \text{ ημέρες} = 2922 \text{ ημέρες}$, $99 \text{ μήνες} \times 29,53 \text{ ημέρες/μήνα} = 2923,5 \text{ ημέρες}$. Η οκταετηρίς αρχίζει από πολύ παλαιά και πάει πίσω στα προϊστορικά χρόνια αν και οι Έλληνες ιστορικοί μας πληροφορούν ότι οι Έλληνες άρχισαν να τηρούν αυτό το 8-ετές ημερολόγιο με την έναρξη των Ολυμπιακών Αγώνων το 776 π.Χ., ενώ αργότερα μετατρέπουν την οκταετηρίδα σε δυο τετραετίες δηλαδή εισάγουν την Ολυμπιάδα των τεσσάρων ετών.

Ο Ήλιος και η Σελήνη επανέρχονται περίπου στο ίδιο σημείο του ουρανού κάθε οκταετία ή κάθε 99 σεληνιακούς μήνες (με διαφορά

περίπου 1,5 ημέρα). Οι Ολυμπιακοί Αγώνες ήταν μια κινητή γιορτή, όπως το Πάσχα, το οποίο συνδυάζει τους σεληνιακούς και ηλιακούς ημερολόγια. Το Πάσχα ορίζεται την πρώτη Κυριακή μετά την πρώτη πανσέληνο μετά την εαρινή ισημερία. Την χριστιανική εποχή το Πάσχα για πολλούς αιώνες εορτάζεται με βάση την οκταετηρίδα.⁵⁴

Η ημερομηνία για τον εορτασμό των Ολυμπιακών Αγώνων προσδιορίζεται ως το όγδοο πλήρες φεγγάρι μετά την πρώτη πανσέληνο μετά το χειμερινό ηλιοστάσιο. Η ημερομηνία αυτή αντιστοιχεί (αν προσθέσουμε τους οκτώ σεληνιακούς μήνες) είτε την δεύτερη ή την τρίτη ημέρα μετά την πανσέληνο μετά το θερινό ηλιοστάσιο (21^η Ιουνίου). Η πρώτη πανσέληνος μετά το χειμερινό ηλιοστάσιο το 777 π.Χ. συνέβη στα τέλη Δεκεμβρίου και αν προσθέσουμε οκτώ μήνες οι πρώτοι Ολυμπιακοί Αγώνες γίνονται τον Αύγουστο του 776 π.Χ.. Μετά από αυτή την ημερομηνία μετράμε 49 μήνες και τον Ιούλιο 772 π.Χ. έχουμε τους δεύτερους Ολυμπιακούς. Στην συνέχεια, μετά από 50 σεληνιακούς μήνες έχουμε τους τρίτους Ολυμπιακούς αγώνες τον Ιούλιο 768 π.Χ. και έτσι ο πλήρης κύκλος των Ολυμπιακών είναι 99 μήνες ή οκτώ έτη, που είναι πολύ κοντά σε πέντε συνοδικές περιόδους της Αφροδίτης, που συνήθως είναι 584 ημέρες. Συνεπώς 5 συνοδικές περίοδοι Αφροδίτης είναι ίσες με 2920 ημέρες: δηλαδή $8 \text{ έτη} \times 365,25 \text{ ημέρες/έτος} = 2922 \text{ ημέρες} = 5 \text{ συνοδικές περίοδοι Αφροδίτης} \times 584 \text{ ημέρες/περίοδος} = 2920 \text{ ημέρες} = 99 \text{ μήνες} \times 29,53 \text{ ημέρες/μήνα} = 2923,5 \text{ ημέρες}$.

Η συνοδική περίοδος της Αφροδίτης (580 με 588 ημέρες) είναι το άθροισμα των συνήθως 263- 270 ημερών που ο πλανήτης εμφανίζεται το πρωί ως Αυγερινός, 50-60 ημερών που γίνεται αόρατη γιατί είναι πολύ κοντά και πίσω από τον Ήλιο, 263-270 ημερών που εμφανίζεται μετά τη δύση του Ηλίου ως το Αποσπερίτης και 7-15 ημέρες που γίνεται αόρατη όταν πάλι είναι κοντά στον Ήλιο πριν εμφανιστεί ξανά ως Αυγερινός. Αυτές οι φάσεις αθροίζονται στον κύκλο της συνοδικής περιόδου με μέση τιμή 584 ημέρες.

⁵⁴ Ευσεβίου *Εκκλησιαστική Ιστορία*, βιβλ. 7.1.6 ... κανόνα εκτίθεται όκταετηρίδος, ότι μη ἄλλοτε ἢ μετὰ τὴν ἑαρινὴν ἰσημερίαν προσήκοι τὴν τοῦ πάσχα ἑορτὴν ἐπιτελεῖν,...

Έχουμε πολλούς μύθους που σχετίζονται με τον κύκλο της οκταετηρίδας, σχετικά με τον Απόλλωνα και τον Άδμητο και τον δράκο Πύθωνα· η Πυθία έχει θητεία οκτώ έτη· ο Βασιλιάς Μίνωας της Κρήτης κυβερνάει επί οκτώ έτη· κάθε οκτώ χρόνια ανεβαίνει στα βουνά για να συνομιλήσει με τον πατέρα του Δία, όπως μας πληροφορεί ο Όμηρος οι Αθηναίοι θυσιάζουν επτά νέους και επτά κόρες, συνολικά 14, που συνδέεται με την Σελήνη, στον Μινώταυρο ως πληρωμή για τον θάνατο του γιου του Μίνωα. Η οκταετηρίς είναι χρόνος βασιλείας πολλών Ελλήνων, αλλά και άλλων βασιλιάδων. Επίσης χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του Πάσχα στην Ελλάδα, σε όλο το Βυζάντιο και αλλού.

Αναφέρομαι στην Οκταετηρίδα των Ελλήνων και ειδικότερα των Κρητικών με τον *Εννέωρο* Μίνωα⁵⁵ –δηλαδή την περίοδο των οκτώ ετών– και των Μάγια στην Αμερική, που είναι ημερολόγιο που βασίζεται σε συνδυασμό κινήσεων του Ηλίου και της Αφροδίτης που βοηθάει να ξέρουμε πότε αλλάζει το έτος. Η Οκταετηρίς είναι περίοδος διπλάσια της Ολυμπιάδος που μας βοηθάει να ξέρουμε πότε θα προσθέσουμε τον 13^ο μήνα, σε ποιο έτος από τα οκτώ. Η τήρηση των ημερολογίων ήταν συνυφασμένη με εορτές όπως οι Ολυμπιακοί και οι άλλοι αγώνες, για να θυμάται και να γνωρίζει ο πολύς κόσμος ποια εποχή ή ημέρα του έτους έχουμε. Η οκταετηρίδα υπάρχει μέχρι την Σκανδιναβία, όπου θυσιάζουν οκτώ νέους άνδρες, οκτώ ταύρους, οκτώ τράγους κ.λπ. κάθε οκταετία μέχρι τον 12ο αιώνα που γίνονται Χριστιανοί. Στην Σουηδία, η τήρηση της Οκταετηρίδος ήταν συνδυασμένη με την θυσία οκτώ ανδρών, οκτώ αρσενικών ζώων διαφόρων ειδών, ίππων, ταύρων, κριαριών, τράγων, σκύλων κ.ά., ώστε η Οκταετηρίς να είναι εντυπωμένη στο μυαλό όλων και να τηρείται από όλους. Κατά παρόμοιον τρόπο οι γεωργικές εργασίες σήμερα είναι συνυφασμένες

⁵⁵ Ομήρου, *Οδύσσεια*, 18,171, Στη μεγάλη πόλη της Κνωσού βασίλευε ο Μίνως, ο οποίος συνομιλούσε με τον μεγάλο Δία, τον πατέρα του πατέρα μου, τον ευγενή Δευκαλίωνα και 19.178-179: Ο Μίνωας που συνομίλησε με τον μεγάλο Δία, τον γιο του Απόλλωνα και της Ιούς, με 9ετή περίοδο ως βασιλιάς στην Κνωσό. Ο Πλάτων στον *Μίνωα* γράφει: Στεφάνου 319, ε, γιατί οι λέξεις είναι όμορφες, και είναι όμορφος μάγος στα λόγια - έτσι για πάνω από ένα χρόνο ο Μίνωας σπούδαζε στο άντρο του Δία, μαθαίνοντας και αποδεικνύοντας ότι τα προηγούμενα εννέα χρόνια. Ονομάζουν την Οκταετηρίδα 9-ετία γιατί μετρούν το πρώτο έτος της προηγούμενης περιόδου 9ο έτος. Αυτή τη πρακτική επιβεβαιώνουμε και από την Σουηδία, όπου μέχρι τον 12 αιώνα μ.Χ. ονόμαζαν 9ο έτος το πρώτο έτος της Οκταετηρίδας.

με χριστιανικές εορτές στην Ελλάδα, π.χ. του Αγίου Δημητρίου με την σπορά, τα νέα κρασιά κ.λπ., εορτές που συνεχίζουν τις πανάρχαιες Ελληνικές εορτές και παραδόσεις, όπως ήταν απαραίτητο από την προϊστορική εποχή.

Από την προϊστορική εποχή, οι άνθρωποι ατενίζουν τον ουρανό νύκτα και μέρα. Θαυμάζουν και απολαμβάνουν την αρμονία του Σύμπαντος. Αντιλαμβάνονται τις κανονικότητες στην αέναη κίνηση των άστρων, διαπιστώνουν την φαινομενικά περίεργη κίνηση των πλανητών, την ημερήσια και ετήσια κίνηση του ζωοδότη Ηλίου, την μηνιαία πορεία και αυξομείωση της Σελήνης. Οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται τις περιοδικότητες των ουρανίων φαινομένων. Διαπιστώνουν ότι η περίοδος του Μέτωνα στην οποία βασίζεται η λειτουργία του Μηχανισμού, είναι σημαντική επειδή με αυτήν επαναλαμβάνονται πολλά αστρονομικά φαινόμενα που έχουν σχέση με την Σελήνη. Συγκεκριμένα 19 τροπικά έτη ισούνται με 6.939,6 ημέρες και 235 συνοδικοί σεληνιακοί μήνες είναι επίσης περίπου 6.939,7 ημέρες, ενώ 254 σεληνιακοί αστρικοί μήνες είναι περίπου 6.939,7 ημέρες και επίσης $(19+235=254)$ και 255 δρακοντικοί μήνες είναι 6.939,1 ημέρες. Με αυτή την περιοδικότητα η Σελήνη επανεμφανίζεται στον ουρανό με την ίδια φάση (π.χ. Πανσέληνος ή νέα Σελήνη ή πρώτο τέταρτο) στο ίδιο σημείο του ουρανού κάθε 19 έτη, ή με ακόμη μεγαλύτερη ακρίβεια κάθε 76 έτη που είναι η περίοδος του Καλλίππου, τετραπλάσια της περιόδου του Μέτωνα.

Ο Συνοδικός μήνας είναι ο πιο γνωστός σεληνιακός κύκλος, ο οποίος ορίζεται ως το χρονικό διάστημα ανάμεσα σε δύο Πανσελήνους ή νέες Σελήνες και ισούται με 29,53059 ημέρες. Λόγω της εκκεντρικότητας της τροχιάς της Σελήνης μεταβάλλεται μέχρι 7 ώρες. Ο αστρικός μήνας είναι η τροχιακή περίοδος της Σελήνης 27,32166 ημερών, που χρειάζεται η Σελήνη να περάσει από το ίδιο σημείο σε ένα μη περιστρεφόμενο σύστημα αναφοράς. Ο τροπικός μήνας είναι ο χρόνος που η Σελήνη περνάει από το ίδιο σημείο στον ουρανό, και ισούται με 27,32158 ημέρες. Ο ανωμαλιακός μήνας είναι ο μέσος χρόνος που η Σελήνη επιστρέφει στο περίγειο, περίπου 27,55455 ημέρες. Ο δρακοντικός μήνας είναι η περίοδος κατά την οποία η Σελήνη επιστρέφει στον ίδιο δεσμό της τροχιάς της, όπου η τροχιά περνάει το επίπεδο της τροχιάς της Γης, περίπου 27,21222 ημέρες.

Τύπος μήνα	Διάρκεια (ημέρες)	Σημασία
Συνοδικός	29,53	Φάσεις της Σελήνης, ημερολόγια
Αστρικός	27,32	Πραγματική τροχιακή περίοδος ως προς τα άστρα
Δρακονικός	27,21	Πρόβλεψη εκλείψεων
Ανωμαλι- στικός	27,55	Αλλαγές στην απόσταση Σελήνης-Γης, ο χρόνος επιστροφής της Σελήνης στο περίγειο
Τροπικός	27,32	Συσχέτιση με τον άξονα της Γης, περίοδος ως προς το σημείο της ισημερίας

Ο Σάρος είναι η χρονική περίοδος όπου επαναλαμβάνονται οι εκλείψεις, περίπου κάθε 223 συνοδικούς μήνες, που ισούνται περίπου με 242 δρακοντικούς μήνες. Δηλαδή κάθε 239 ανωμαλιακούς μήνες, και είναι περίπου ίση με 6.585,32 ημέρες ή περίπου 18 έτη, 11 ημέρες και 8 ώρες. Η περίοδος των 8 ωρών σημαίνει ότι οι εκλείψεις συμβαίνουν κάθε 18 έτη μετατοπισμένες κατά 1/3 της ημέρας αργότερα, δηλαδή είναι ορατές σε περιοχές της Γης μετατοπισμένες κατά 120 μοίρες πάνω στην Γη σε σχέση με την έκλειψη που έγινε 18 έτη νωρίτερα. Ο Σάρος που είναι Ελληνική λέξη και κλίνεται και δεν είναι Βαβυλωνιακή λέξη όπως κακώς θεωρείται. Αυτή τη διαφορά των 8 ωρών που εισάγει μια δυσκολία στην πρόβλεψη διορθώνει ικανοποιητικά η ακριβέστερη περίοδος του Εξελιγμού που είναι τριπλάσια του Σάρου, δηλαδή 54 έτη, 1 μήνας, ή περίπου 19.756 ημέρες, που είναι περίοδος πολλαπλάσια της μιας ημέρας και δεν έχουμε το πρόβλημα των 8 ωρών.

Οι Έλληνες, όπως και άλλοι λαοί, είχαν ένα ημερολόγιο βασισμένο στον Ήλιο και την Σελήνη. Έτσι είχαν τρεις βασικές μονάδες μέτρησης του χρόνου, το έτος (365 ημέρες και $\frac{1}{4}$ περίπου), τον μήνα (29,5 ημέρες περίπου) και φυσικά το ημερονύκτιο που το διαιρούσαν σε δυο άνισα εν γένει τμήματα ημέρας και νύκτας. Κάθε ημέρα ή νύκτα διαιρείτο σε 12 ίσα τμήματα, που μεταβάλλονταν στην διάρκεια του έτους. Οι αστρονόμοι είχαν και τις ισημερινές ώρες που ήταν ίσες με τις σταθερές ώρες που έχουμε σήμερα. Το ετήσιο ημερολόγιο το ονομάζουν ενιαυτό, επειδή ο Ήλιος ξαναγυρνάει στο ίδιο σημείο στον ουρανό, π.χ. στα ηλιοστάσια.

Το έτος κατά την προϊστορική εποχή πιθανότατα ήταν 6 μήνες 29 ημερών και 6 μήνες 30 ημερών και πρόσθεταν 11 επαγόμενες ημέρες στο τέλος ή ένα μήνα κάθε τρία έτη. Ο Ηρόδοτος μας πληροφορεί ότι οι Έλληνες χρησιμοποιούσαν την *διετηρίδα*, ως βασικόν χρόνο μέτρησης. Κάποια εποχή διαπιστώνουν ότι οκτώ ενιαυτοί έχουν διάρκεια ίση με 5 συνόδους της Αφροδίτης και 99 συνοδικούς μήνες και σύμφωνα με την Ελληνική γραμματεία εισάγεται από τον Εύδοξο τον Δ΄ αιώνα π.Χ. ή κατά άλλους από τον Κλεόστρατο από την Τένεδο τον ΣΤ΄ αιώνα π.Χ. και χρησιμοποιείται για το Πάσχα το οποίο ορίζεται με την Οκταετηρίδα στον Ελληνικό πολιτισμό και γενικότερα από τους Χριστιανούς, σε διάφορες περιοχές μέχρι το 1079 μ.Χ. ή 1179 μ.Χ. ή σύμφωνα με άλλους τον ΙΕ΄ αιώνα μ.Χ..⁵⁶

Στην διάρκεια μιας οκταετηρίδας εισάγονται σε συγκεκριμένους μήνες οι επαγόμενοι σε τρία από τα οκτώ έτη, ώστε να είναι καλύτερα κατανοημένοι οι σεληνιακοί μήνες και να τηρείται και το έτος που προσδιορίζεται με τον Ήλιο. Ο Μέτων λέγεται ότι εισάγει το 432 π.Χ. την *εννεακαιδεκαετηρίδα*, την περίοδο των 19 ετών της περιοδικότητας του Ηλίου και των φάσεων της Σελήνης, αν και πιστεύω ότι είναι μια περιοδικότητα γνωστή τους προϊστορικούς ανθρώπους. Η 19-ετής περίοδος του Μέτωνα εισάγεται στο σεληνοηλιακό αττικό ημερολόγιο

⁵⁶ Βλ. Anastos, M., 1948, *Pletho's Calendar and Liturgy*, Dumbarton Oaks Papers, 4, 183-305. doi:1. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1291051> doi:1, *Anecdota Graeca*, ed. J.A. Cramer, 1, 379.16-29, και το μεσαιωνικό χειρόγραφο Henri Omont, *Inventaire sommaire Manuscript Grecs de la Bibliotheque Nationale*, 1 Paris, 1886, 160.

το 432 π.Χ. Η εννεακαιδεκαετηρίδα βαθμιαία εισάγεται για χρήση στο εορτολόγιο στην Χριστιανική Εκκλησία από τον Ανατόλιο. Ο Ανατόλιος είναι αξιόλογος φιλόσοφος και καθηγητής στην Αλεξάνδρεια, γνωρίζει άριστα μαθηματικά, αστρονομία, φυσική και διδάσκει κυρίως Αριστοτέλη. Ο Ανατόλιος επιλέγεται και γίνεται επίσκοπος Λαοδικείας γύρω στο 250 μ.Χ. Οι γνώσεις του των μαθηματικών και της αστρονομίας τον οδηγούν να εισάγει προς χρήση από την Εκκλησία την περίοδο του Μέτωνος για τις κινητές Χριστιανικές εορτές, με σημαντικότερη το Πάσχα.

Ο ιστορικός Φιλόχορος που έζησε στην Αθήνα από το 340 π.Χ. μέχρι το 260 π.Χ., γράφει ότι ο Μέτων είχε φτιάξει αστεροσκοπείο που ονομάζεται *Ηλιοτρόπιο*, διότι με αυτό παρακολουθεί και μελετάει τις κινήσεις του Ήλιου στην διάρκεια της ημέρας και του έτους. Με το ηλιοτρόπιο μελετάει και τις περιοδικότητες της Σελήνης και ετοιμάζει τον 19-ετή κύκλο του. Το Ηλιοτρόπιο βρίσκεται εκεί όπου το προσδιορίζει ο Φιλόχορος, στην Αθήνα, στον χώρο της Πνύκας, κοντά στα τείχη, όπου βρισκόταν η εκκλησία του Δήμου, δηλαδή το ένα κοινοβούλιο της Αθήνας.

Παρόμοιο με το Ηλιοτρόπιο είναι οι Αέρηδες στην Αθήνα. Τέτοια αστεροσκοπεία–ρολόγια επέζησαν και στην Ρωμαϊκή και την Βυζαντινή Αυτοκρατορία, στην Αγία Σοφία, όπως και στην εκκλησία των Αγίων Σεργίου και Βάκχου στην Κωνσταντινούπολη, που βρίσκεται μέσα στα τείχη και σήμερα είναι το Kÿszük Ayasofya Camii, στον πρώτο λόφο της Κωνσταντινούπολης κοντά στις ακτές του Μαρμαρά. Τα αστεροσκοπεία στην Κωνσταντινούπολη επέζησαν και μετά την πτώση και πολλές εικόνες των επιστημονικών οργάνων βρίσκονται σε χειρόγραφα βιβλία που περιγράφουν τα Τούρκικα αστρονομικά όργανα.



Εικόνα 55 Το ρολόι της Σλοβακίας, αντίγραφο του ρολογιού της Πράγας.



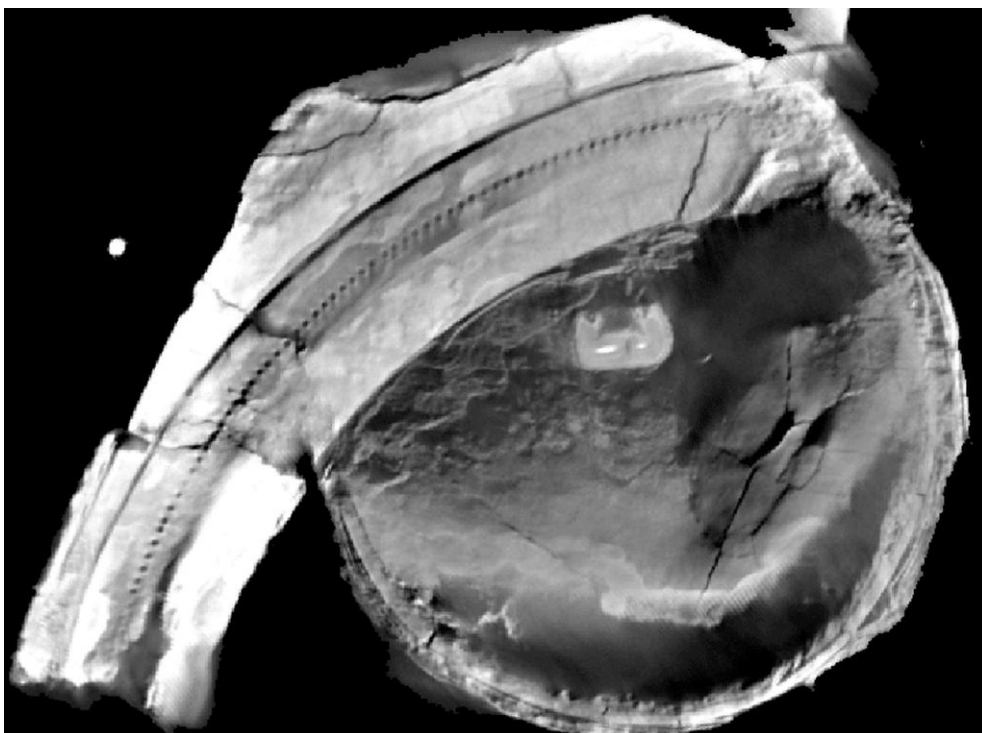
Εικόνα 56 Λεπτομέρεια από το ρολόι της Σλοβακίας. Διακρίνονται τα άστρα (δεκανοί) που είναι τοποθετημένοι σε ορισμένες από τις οπές.

Οι 365 τρύπες

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων έχει ένα παράπηγμα με τον κατάλογο 36 σχετικά λαμπρών άστρων κοντά στην τροχιά του ηλίου, τους δεκανούς, και αντίστοιχες οδηγίες για να βρίσκουμε την ημερομηνία από την ημέρα που κάθε ένα από τα 36 άστρα συνανατέλλει ή δύει

μαζί με την ανατολή ή την δύση του Ηλίου. Ο χρήστης του μηχανήματος συνεπώς θα μπορούσε να βρει την ημερομηνία με την βοήθεια του παραπήγματος και τα 36 άστρα που είναι σημειωμένα στον Ζωδιακό κύκλο. Ωστόσο αυτό ισχύει μόνο για ένα πλάτος και το πολύ έξυπνο αυτό μηχανήμα είχε ένα πανέξυπνο σύστημα με 365 τρυπούλες όπου ο χρήστης τοποθετούσε τους 36 δεκανούς, σε κάποιες από τις 365 τρυπούλες που είχε ο Μηχανισμός σε ειδική στεφάνη κάτω από το ετήσιο ημερολόγιο, που είναι πάνω σε αποσπώμενο δακτύλιο. Το πού τοποθετούνταν οι δεκανοί καθορίζεται με βάση το γεωγραφικό πλάτος που παρατηρούμε. Αλλάζοντας ελαφρά τις θέσεις των δεκανών, ο μηχανισμός λειτουργεί και για άλλα γεωγραφικά πλάτη. Αυτό το σύστημα των δεκανών πάνω σε κυκλικό δακτύλιο με πολλές θέσεις (κυκλικές τρυπούλες) όπου πιθανώς 36 γομφία, 36 καρφάλια με κεφαλή άστρο το κάθε ένα, και τα οποία αποτελούν τους 36 δεκανούς, επέζησαν σε ένα μεσαιωνικό ρολόι που εκτιμώ ότι αποτελεί συνέχεια της παράδοσης του Μηχανισμού των Αντικυθήρων. Μοναδικό χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το Ρολόι της Πράγας στην Τσεχία, που αρχικά είχε τέτοιο σύστημα, το οποίο έχει καταστραφεί. Νεότερο παρόμοιο ρολόι, αντίγραφο του αρχαίου ρολογιού της Πράγας, που κατασκευάστηκε και τοποθετήθηκε στη μικρή πόλη της Στάρας Λέσνας της Σλοβακίας, έχει τοποθετημένους τους δεκανούς σε ειδικό δακτύλιο, με τρόπο που εκτιμούμε ότι είχε και ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων.

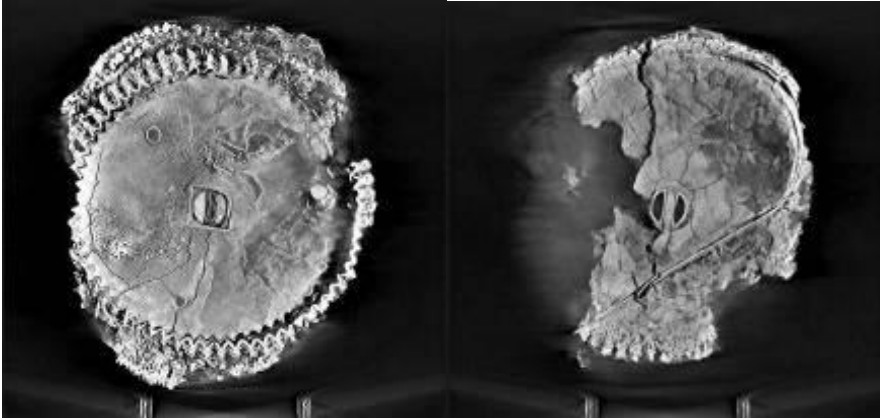
Ο αστρονόμος ή ο όποιος χρήστης χρησιμοποιεί τον Μηχανισμό, μπορεί να τοποθετεί εκεί όποιο άστρο θεωρεί σημαντικό για την εργασία του, ώστε να ξέρει πότε θα ανατείλει ή πότε θα δύσει αυτό το αστέρι. Ή ακόμη μπορεί να σημειώσει την θέση κάποιου άλλου ουρανίου σώματος που έχει ενδιαφέρον για αυτόν. Π.χ. πού ήταν χθες το βράδυ η Σελήνη για να συγκρίνω τη θέση της με μια παρατήρηση που θα κάνω σήμερα ή μια άλλη νύκτα σε κάποιο άλλο μέρος και να υπολογίσω τη διαφορά γεωγραφικού μήκους; Επίσης μπορεί να καταγράψει την κίνηση ενός πλανήτη κ.λπ. για να πραγματοποιήσει κάποια μελέτη, ή να ικανοποιήσει την περιέργειά του.



Εικόνα 57 Ο δακτύλιος με τις 365 τρύπες. Στο κέντρο διακρίνεται κυλινδρικό γρανάζι που αλλάζει τις φάσεις της Σελήνης στη διάρκεια του μήνα. Τομογραφία τμήματος C.

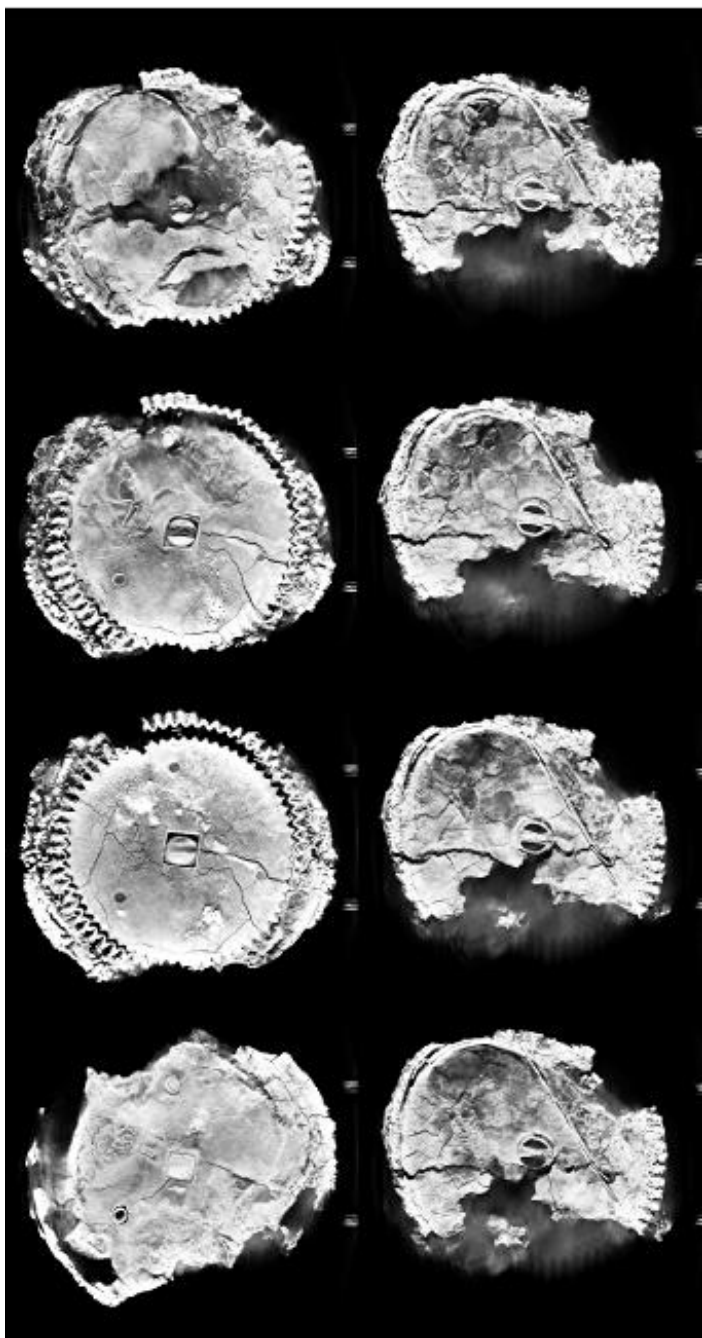
Το μυστηριώδες γρανάζι

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων ή Πίνακας έχει πολλά κρυμμένα μυστικά που περιμένουν να μας αποκαλυφθούν ακόμη, όταν ωριμάσει η σκέψη μας, φθάνει να σκεφτόμαστε λογικά, αναλυτικά και συνθετικά, δημιουργικά. Είμαστε πολύ τυχεροί που, κάθε μήνα σχεδόν, η μελέτη μας για τον Μηχανισμό είναι αποδοτική και όλο και κάτι νέο ανακαλύπτουμε που μας εκπλήσσει ευχάριστα. Αυτή η διαδικασία είναι πολύ αποδοτική και η έρευνα μας ανταμείβει πλουσιοπάροχα και μας ικανοποιεί αφάνταστα, όπως κάθε μελέτη και κάθε επιστημονική έρευνα.



Εικόνα 58 Το εσωτερικό του πολύ μικρού, αλλά και πολύ αινιγματικού θραύσματος D, διαστάσεων περίπου 4 cm, απεικονισμένο με τον αξονικό τομογράφο της X-Tek Systems Blade Runner που έφτιαξαν ειδικά για την μελέτη μας ο κος Roger Hadland και οι συνεργάτες του. Με τον τομογράφο λάβαμε στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο τον Οκτώβρη 2005 τις τομογραφίες στις οποίες βασίζεται η μελέτη του Μηχανισμού. Αριστερά το εσωτερικό του D, που περιέχει έναν μικρό οδοντωτό τροχό που μοιάζει να εφάπτεται στο εσωτερικό ενός θηλυκού (κοίλου) οδοντωτού συστήματος του με ελαφρώς μεγαλύτερη διάμετρο. Δεξιά, σε άλλη τομογραφία κάτω από το γρανάζι περιέχει ένα έλασμα που μοιάζει με ελατήριο και ίσως είναι τμήμα ενός αυτομάτου που εφάπτεται σε ελλειψοειδές αντικείμενο, το οποίο πιθανώς περιστρέφει. Το έλασμα βλέπουμε ότι είναι διπλό, αποτελούμενο από δυο παράλληλα κολλημένα ελάσματα..

Πολλά ακόμη έχουμε να μάθουμε μελετώντας την δομή και ιδίως τα κείμενα του *Πινακίδιου*. Είμαι βέβαιος ότι θα μάθουμε και θα διδαχθούμε πολλά, πάρα πολλά ακόμη, από αυτό το σκουριασμένο αντικείμενο που έχει καταγοητεύσει πολλούς από εμάς και είμαι βέβαιος θα εμπνεύσει πολύ περισσότερους, ιδίως νέους στο μέλλον.



Εικόνα 59 Διαδοχικές τομές του ιδίου τμήματος του Μηχανισμού (D). Διακρίνουμε σε διάφορες τομές τον άξονα περιστροφής. Βλέπουμε σε διάφορες τομές τα καρφάκια και τη σφήνα που ενώνουν το εσωτερικό γρανάζι με το καπάκι του σχεδόν κυλινδρικού εξωτερικού κιβωτίου. Τα καρφάκια είναι κοιλά, δηλαδή φτιαγμένα από χάλκινο σωληνάκι. Δεξιά κάτω διακρίνεται επίσης το ελλειψοειδές αντικείμενο και το έλασμα που περιβάλλει τον ελλειψοειδή (γενικευμένο) κύλινδρο.

Πρέπει να κατανοήσουμε ακριβώς το πώς λειτουργεί το πλανητικό σύστημα του Μηχανισμού, αν πράγματι υπάρχει στο Πινακίδιο, όπως συνάγουμε από τις αναφορές στα ονόματα των πλανητών, της Αφροδίτης, του Ερμή και του Άρη, καθώς και από τον όρο *στηριγμός*⁵⁷, που σημαίνει σημείο όπου φαινομενικά ένας πλανήτης φαίνεται από την Γη ότι *οπισθοποδεί*, ότι πηγαίνει ανάποδα, πηγαίνει ανάδρομα στον ουρανό από ό,τι γενικά οι πλανήτες.

Ένας πολύ περίεργος οδοντωτός τροχός, ο τροχός 45 όπως πιστεύω ότι τον ονομάζουν οι αρχαίοι κατασκευαστές, κρύβει πολλά μυστικά. Το γρανάζι αυτό, πάνω στο οποίο διαβάσαμε τον αριθμό *ME*, δηλαδή 45, είναι μέσα στο πολύ μικρό θραύσμα *D*. Το θραύσμα *D* είναι ένα μικρό κυκλικό κουτάκι που έχει και ένα μικρό σπάσιμο. Από αυτό μπορούμε να διακρίνουμε καθαρά και μερικά δοντάκια του γραναζιού, καθώς και μερικά ίχνη από ίνες ξύλου στην επιφάνεια του μικρού αυτού μεταλλικού κιβωτίου. Δεν γνωρίζουμε με ποιο τμήμα και σε ποιο σημείο του Μηχανισμού, του *Πινακιδίου*, ενώνεται το θραύσμα *D*.

Η αξονική τομογραφία του θραύσματος *D*, που λάβαμε με το μηχανήμα που έφτιαξε ειδικά η εταιρεία X-Tek Systems, δείχνει ότι στο εσωτερικό του υπάρχει ένας μικρός οδοντωτός τροχός, ένα γρανάζι, αυτό που βλέπουμε από το μικρό σπάσιμο του θραύσματος. Το γρανάζι είναι λίγο μικρότερο από το σχεδόν κυλινδρικό κιβώτιο *D*, όσο ένα δίδυρο. Το εσωτερικό του μικρού κιβωτίου *D* μοιάζει να έχει ελαφρώς μεγαλύτερη διάμετρο από το γρανάζι και αποτελεί ένα θηλυκό οδοντωτό σύστημα, ένα θηλυκό γρανάζι που εφάπτεται σε ένα σημείο με το εσωτερικό γρανάζι.

Εκτιμώ ότι το εσωτερικό γρανάζι μπορεί να κινείται κυκλικά έκεντρα, εφαπτόμενο στο εξωτερικό γρανάζι. Έτσι τα σημεία του γραναζιού έχουν υποκυκλική κίνηση, ενώ ένας δείκτης προσαρμοσμένος

⁵⁷ Βλ. παράρτημα στο τέλος του βιβλίου με αρχαία κείμενα του Θέωνος Σμυρναίου περί στηριγμού.

στο γρανάζι παράγει επικυκλική κίνηση, την κίνηση ενός πλανήτη, όπως την βλέπουμε από την Γη, σε ένα γεωκεντρικό σύστημα.

Αν προσθέσουμε έναν δείκτη στο εσωτερικό γρανάζι, τότε κάθε σημείο του δείκτη διαγράφει επικυκλοειδή κίνηση και θα μπορούσε να δίνει την κίνηση ενός εξωτερικού πλανήτη. Τέτοιο γεωμετρικό σχήμα χρησιμοποιεί ο Κέπλερ για την τροχιά του Άρη και των άλλων πλανητών.

Δυστυχώς το αντικείμενο αυτό παραμορφώθηκε μάλλον όταν βυθίστηκε το πλοίο και έτσι δεν μπορούμε να μετρήσουμε με ακρίβεια τον λόγο των δύο διαμέτρων επειδή ο εξωτερικός κύκλος είναι πολύ παραμορφωμένος. Στις διάφορες τομές διακρίνουμε τον αριθμό 45 (ME) γραμμένον σε τρεις διαφορετικές επιφάνειες, ώστε αν το ανοίξουν για συντήρηση ή επισκευή να ξέρουν πού θα τοποθετηθεί πίσω. Το ME είναι γραμμένο στο άνω σκέπασμα (καπάκι), στον οδοντωτό τροχό και κάτω από αυτόν σε ένα ελλειψοειδές σώμα, το οποίο περιβάλλεται από ένα πολύ λεπτό έλασμα διατομής με γωνία σαν το γράμμα Γ. Το γεγονός ότι το γρανάζι έχει τον αριθμό 45 (ME) επιτρέπει να υποθέσουμε ότι ο μηχανισμός είχε περισσότερα από 45 γρανάζια.

Ο τροχός είναι πακτωμένος με τρία κοίλα σωληνοειδή καρφάλια στο ένα καπάκι του κυλινδρικού κιβωτίου. Διακρίνουμε ένα έλασμα που εφαπτόμενο περιβάλλει ελλειψοειδή κύλινδρο, στερεό με βάση ελλειψοειδή και σταθερή τομή και ύψος ίσο με το μισό πάχος του γραναζιού περίπου.

Το έλασμα είναι εξαιρετικά λεπτό και κατασκευασμένο από πολύ πυκνό υλικό, που μοιάζει με τα δόντια των τροχών που είναι πυκνότερα από τον υπόλοιπο τροχό. Ο εσωτερικός τροχός περιστρέφεται καθώς τον τραβάει το λεπτό έλασμα που είναι τυλιγμένο γύρω από τον κύλινδρο που είναι κολλημένος επάνω του, εκτελεί επικυκλική κίνηση που μπορούμε να υποθέσουμε ότι δίνει την κίνηση σε κάποιον πλανήτη (σχεδόν βέβαιο), ή στον Ήλιο, ή στη Σελήνη (λιγότερο πιθανό).

Ο λόγος της ακτίνας του γραναζιού προς την διαφορά των ακτίνων, του εξωτερικού θηλυκού γραναζιού μείον την ακτίνα του εσωτερικού γραναζιού, δίνει την απόσταση του πλανήτη από τον Ήλιο και το αποτέλεσμα υποδεικνύει τον πλανήτη Δία. Αυτός ο λόγος δίνει τις σωστές γωνίες για τους στηριγμούς του πλανήτη Δία, δίνει επικύκλους με πε-

ριόδους που θα μπορούσαν να αντιστοιχούν στον πλανήτη Δία. Αναρωτιέται κανείς, πώς γίνεται να γνωρίζουν οι αρχαίοι την απόσταση του Δία ή όποιου άλλου πλανήτη. Η καλή ιδέα είναι συνήθως πολύ απλή. Ένας ακόμη και άπειρος μέτριος μαθηματικός ή φυσικός φιλόσοφος που έχει μετρήσει πόσες μοίρες είναι η ανάδρομη κίνηση κάθε πλανήτη και πού συμβαίνουν τα στάσιμα σημεία του, μπορεί με βάση το μοντέλο των επικύκλων να δοκιμάσει διάφορες ακτίνες ή διάφορα κενά και να πετύχει την σωστή ανάδρομη κίνηση. Αυτό επιτυγχάνεται όταν επιλέξουμε την σωστή απόσταση από τον Ήλιο και έτσι σώζουμε τα φαινόμενα, όπως έλεγαν οι αρχαίοι αστρονόμοι.

Αρχαίο Ρολόι;

Ενα ρολόι «Ροκοκό»!

Πλάτων: «Χρόνος ήλίου κίνησις, μέτρον φοράς». Ορισμοί.

Βασισμένοι σε αρχαία κείμενα εκτιμούμε ότι ο Μηχανισμός θα πρέπει να είχε ένα πολυποίκιλτο καλαίσθητο πλαίσιο, ασφαλώς ένα πολύτιμο κιβώτιο που να ταιριάζει με την αισθητική της εποχής, που μπορεί να συγκριθεί με την αισθητική του Ροκοκό, όπως φαίνεται από τα χρυσά κοσμήματα της Ελληνιστικής εποχής που είναι στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο και που, παρόλο που είναι χρυσά, ασφαλώς κόστιζαν πολύ λιγότερο από τον Μηχανισμό. Μέρη του κουτιού θα ήταν κατασκευασμένα από ξύλο, διότι βρήκαμε τμήματα του κιβωτίου ή πλαισίου που τον περιέβαλλε, το οποίο φέρει και καρφιά. Γύρω από αυτό το πλαίσιο θα μπορούσε να υπήρχαν διακοσμητικές κατασκευές από χρυσό, ίσως και ελεφαντοστό, όπως διαβάζουμε σε αρχαία κείμενα, αν και δεν έχουμε ένδειξη από τα ευρήματα του Μηχανισμού των Αντικυθήρων. Μπορούμε να φανταστούμε ένα όμορφο έπιπλο που στο πάνω τμήμα είναι ο μηχανισμός και από κάτω τα βάρη, αντίβαρα κ.λπ. που κινούν τον μηχανισμό, ακριβώς όπως βλέπουμε στα αστρονομικά ρολόγια, σε αρχαία αστεροσκοπεία και μουσεία τεχνολογίας.

Συνεπώς, ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι ένα από τα σημαντικότερα ευρήματα της αρχαιότητας σε παγκόσμια κλίμακα. Είναι το μόνο αρχαίο επιστημονικό όργανο που σώθηκε, γιατί ευτυχώς δεν ανακυκλώθηκε. Ο χαλκός ήταν πολύτιμος και ακριβός κατά την αρχαιότητα, όπως και σήμερα. Ο χαλκός κόστιζε ακριβά επειδή ήταν πολύ χρήσιμος για κατασκευή όπλων και εργαλείων. Ο Μηχανισμός σώθηκε διότι ήταν σε ένα ναυάγιο και έτσι δεν πήγε για ανακύκλωση. Διατηρήθηκε επί 20 αιώνες και, παρόλο που διαβρώθηκε από το θαλασσινό νερό, διασώθηκε εν μέρει, καλυμμένος και προστατευμένος

με ασβεστολιθικές επιθέσεις και κοράλλια και κοχύλια, όπως είδαμε σε ένα μικρό τμήμα που βρέθηκε ανέπαφο, σχεδόν όπως ήταν τότε που το έβγαλαν οι δύτες το 1901, και είχε μείνει στις αποθήκες του Μουσείου επιμελώς φυλαγμένο σε ένα κιβώτιο.

Οι χρήσεις του Μηχανισμού;

Ο Μηχανισμός είχε πολλές λειτουργίες, χρησίμευε σε πολλά και είχε πλήθος εφαρμογών. Ο Μηχανισμός είναι ο αρχαιότερος αναλογικός υπολογιστής. Είναι το μόνο αρχαίο όργανο με πολλές κλίμακες και δείκτες.

Είναι το αρχαιότερο αστρονομικό, κλιματολογικό και μετεωρολογικό όργανο πρόβλεψης του καιρού, μετεωροσκόπιο (;), με το ποίο προβλέπονται τα ουράνια φαινόμενα.

Επιπλέον ίσως επιτρέπει λήψη αστρονομικών μετρήσεων.

- Υπολογίζει την θέση του Ηλίου στον ουρανό,
- Προσδιορίζει την ημέρα, ίσως και την ώρα.
- Την θέση και τις φάσεις της Σελήνης.
- Προβλέπει τις εκλείψεις Ηλίου και Σελήνης.
- Είναι πολύπλοκος ημερολογιακός μηχανισμός με διάφορα ημερολόγια βασισμένος:
 - -Στην περίοδο των εκλείψεων του Σάρου, διάρκειας 18 ετών, 10 ημερών και 8 ωρών
 - -Στην περίοδο των εκλείψεων του Εξελιγμού, 54 ετών και ενός μηνός, τριπλάσιο του Σάρου
 - -Στην περίοδο φάσεων της Σελήνης ή κύκλον του Μέτwnος, 19 ετών.
 - -Στην περίοδο φάσεων της Σελήνης ή κύκλον του Καλλίππου, 76 ετών, τετραπλάσιον του Μέτwnος.

Πιθανώς ήταν και αναφορικό ρολόι με συνεχή λειτουργία και απεικόνιση των θέσεων κάποιων ουρανίων σωμάτων, σχεδόν όπως σε ένα πλανητάριο.

Αναφορικό ρολόι είναι ένα αστρονομικό ρολόι που δείχνει τουλάχιστον την ώρα και συγχρόνως την θέση των άστρων στον ουρανό και ίσως και του Ήλιου και της Σελήνης και των πλανητών.

Αναφορικό ρολόι θεωρείται ότι ήταν το ρολόι του Ανδρόνικου Κυρρήστου στην αρχή της οδού Αιόλου στην Αθήνα, δηλαδή οι λεγόμενοι *Αέρηδες*, με τους οκτώ ανέμους σε ανάγλυφα, προσανατολισμένους στα οκτώ σημεία του ορίζοντα.

Ο Μηχανισμός είναι ένας αξιοθαύμαστος φορητός αναλογικός αστρονομικός υπολογιστής και λειτουργεί με προσεκτικά σχεδιασμένα και κατασκευασμένα μπρούτζινα γρανάζια, που υλοποιούν αστρονομικά μοντέλα διαφόρων αστρονομικών φαινομένων. Τα γρανάζια εκτελούν συγκεκριμένες μαθηματικές πράξεις, καθώς κινούνται γύρω από άξονες και αναπαράγουν ρεαλιστικά την κίνηση ουρανίων σωμάτων.

Ειδικότερα δίδει τις θέσεις:

1. Του Ήλιου πάνω στον ουρανό. Ίσως συγχρόνως έδινε και την ώρα, δηλαδή, ήταν ρολόι.
2. Της Σελήνης, της οποίας δίδεται και η φάση (π.χ. έναρξη του μήνα με την νέα Σελήνη, πρώτο τέταρτο, πανσέληνο κ.λπ.).
3. Τις εκλείψεις Ηλίου και Σελήνης
4. Πότε έχουμε Ολυμπιακούς αγώνες και τους άλλους σημαντικούς αγώνες των Ελλήνων.
5. Πολλά ημερολόγια, ηλιακό και αρκετά σεληνοηλιακά, όπως αυτό που εμείς οι Έλληνες χρησιμοποιούμε ακόμη σήμερα για το Ορθόδοξο Πάσχα, με μήνες οι οποίοι έχουν ηπειρώτικες ονομασίες.

Ο Μηχανισμός ίσως έδινε και τις θέσεις των πλανητών, στους οποίους υπάρχουν λεπτομερείς αναφορές των κινήσεών τους στο εγχειρίδιο χρήσης του, και όπως διαβάζουμε στην περιγραφή παρόμοιων μηχανισμών σε αρχαία κείμενα.

Ο μηχανισμός έχει το λεγόμενο Αιγυπτιακό ημερολόγιο. Είναι ένα τροπικό έτος διάρκειας 356,25 ημερών που ονομάζεται έτσι επειδή έχει Αιγυπτιακά ονόματα μηνών. Σήμερα έχουμε πρακτικά αυτό το ίδιο ημερολόγιο, αλλά με Ρωμαϊκούς μήνες. Το *Ιουλιανό ημερολόγιο* που εισάγεται λίγο αργότερα έχει φτιάξει ο Έλληνας αστρονόμος Σωσιγένης στην Αλεξάνδρεια το 45 π.Χ. για λογαριασμό των Ρωμαίων τον Α΄ αιώνα π.Χ., βασισμένος σε γνώσεις του αστρονόμου Ιππάρχου που είχε εργασθεί εκεί και κατά κύριο λόγο στην Ρόδο εκατό έτη νωρίτερα.

Α) Στην πρώτη (πρόσθια) όψη του Μηχανισμού διακρίνουμε δείκτη που δίνει την θέση του Ηλίου κατά την διάρκεια του έτους στον ουρανό. Υπάρχουν δύο ομόκεντρες κλίμακες με τον ζωδιακό κύκλο και το έτος.

Πιθανώς ο Ήλιος αναπαρίσταται με δείκτη που στην άκρη του έχει *χρυσούν σφαιρίον*, όπως διαβάζουμε στο εγχειρίδιο του μηχανισμού, σε αρχαία κείμενα. Το ίδιο βλέπουμε σε πληθώρα αστρονομικών ρολογιών από τον Μεσαίωνα και μετά, ρολόγια που εκτιμώ ότι αντανakλούν την άγνωστη μακραίωνη παράδοση αστρονομικών ρολογιών-υπολογιστών που πρέπει να άρχισε πολύ πριν τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων.

Δεύτερος δείκτης με σφαιρική απόληξη δίνει την θέση της Σελήνης και την φάση της στην διάρκεια του μήνα. Αυτός έχει *αργυρούν σφαιρίον*, που περιστρέφεται γύρω από δύο άξονες. Πιθανότατα υπήρχαν και δείκτες για τους πλανήτες, που, όπως διαβάζουμε σε αρχαία κείμενα, κατέληγαν σε πολύτιμους λίθους.

Προσδιόριζε τη θέση των πλανητών με ανισοταχή ρεαλιστική κίνηση. Πιθανότατα ήταν και ωρολόγιο με συνεχή κίνηση.

Β) Στην δεύτερη (οπίσθια) όψη του Μηχανισμού τηρούνται τέσσερα πολυετή ημερολόγια, τα οποία προβλέπουν:

- 1) Τις εκλείψεις Ηλίου και Σελήνης.

Αυτές προβλέπονται με βάση την περίοδο του Σάρου διάρκειας 223 μηνών σε ελικοειδή κλίμακα και την ακριβέστερη περίοδο του *Εξελιγμού*, διάρκειας 54 ετών περίπου, που παρουσιάζεται σε μικρή κυκλική κλίμακα. Από τις ώρες των εκλείψεων διαπιστώθηκε, ότι οι μετρήσεις των εκλείψεων έχουν γίνει την εποχή του Αρχιμήδη στις Συρακούσες πιθανώς από τον ίδιο και τους μαθητές του μετά τον θάνατό του. Αυτή η ανακάλυψη που κάναμε είναι κεφαλαιώδους σημασίας, διότι όχι μόνο ανακαλύψαμε την «υπογραφή» του Αρχιμήδη και των μαθητών του, αλλά αποδεικνύουμε περίτρανα ότι ο μέγιστος των μαθηματικών είναι και μέγιστος αστρονόμος.

Οι μετρήσεις μας, σε συνδυασμό με τους υπολογισμούς του κ. Γ. Χένρικσον (αστρονόμου ειδικού στις αρχαίες εκλείψεις), δείχνουν ότι ο Αρχιμήδης κάνει παρατηρήσεις του Ήλιου και της Σελήνης και των εκλείψεών τους, χρησιμοποιεί αστρονομικά όργανα και ρολόγια. Αποδεικνύουμε ότι έχει σχολή και οι μαθητές του Αρχιμήδη συνεχίζουν τις αστρονομικές παρατηρήσεις για δεκαετίες μετά τον θάνατό του· ότι οι μετρήσεις του γίνονται γνωστές σε άλλα μέρη της Ελλάδας, όπου αστρονόμοι, δεκαετίες αργότερα, χρησιμοποιούν τις μετρήσεις της Σχολής Αρχιμήδη για να κατασκευάσουν ένα πολύπλοκο μηχανήμα, έστω και αν αντιγράφουν βασικά ή και όλα τα τμήματα του πλανηταρίου του Αρχιμήδη.

2) Την θέση όπου γίνονται οι εκλείψεις πάνω στον ουρανό (και συνεπώς το πού είναι ορατές πάνω στη Γη)· αυτές προσδιορίζονται σε συνδυασμό με την περίοδο επανεμφάνισης της Σελήνης με την ίδια φάση (νέα σελήνη, πρώτο τέταρτο, πανσέληνος κ.λπ.), στην ίδια ακριβώς θέση του ουρανού, χρησιμοποιώντας:

α) την περίοδο 19 ετών του Μέτωνος, που φαίνεται σε ελικοειδή κλίμακα.

β) και την ακόμη ακριβέστερη περίοδο του Καλλίππου διάρκειας 76 ετών, που φαίνεται σε μικρή κυκλική κλίμακα.

Επισημαίνουμε ότι με την περίοδο του Μέτωνος ορίζεται σήμερα και το Ορθόδοξο Πάσχα. Ο κύκλος του Μέτωνος χρησιμοποιείται από διάφορα ημερολόγια.

3) Σε άλλη μικρή κυκλική κλίμακα φαίνονται τα έτη των Στεφανιτών αγώνων, των αγώνων που στεφανώνονται οι αθλητές, δηλαδή: των Ολυμπιακών, Νεμέων, Πυθίων, Ισθμίων, Νάων ή Νάϊων, Αλίων.

Ο αρχαίος υπολογιστής έχει και εγχειρίδιο χρήσης. Σε μπρούτζινες πλάκες αναγράφονται οδηγίες χρήσης με τεχνικούς και αστρονομικούς όρους. Ο μέγας μαθηματικός και μηχανικός Αρχιμήδης και ο σημαντικότερος αστρονόμος Ίππαρχος είναι οι πατέρες του μηχανήματος, που έλκει την καταγωγή από τον Θαλή, τον Αρίσταρχο και άλλους γίγαντες της επιστήμης του αρχαίου κόσμου.

Πώς δημιουργήθηκε, όμως, το όργανο αυτό; Πώς έφτασε η ανθρωπότητα στο σημείο να κατασκευάζει τέτοια πολύπλοκα μηχανήματα; Η φιλοσοφία και ειδικότερα η φυσική φιλοσοφία, οι επιστήμες γενικότερα και η προηγμένη τεχνολογία που βασίζεται στις επιστήμες, αναπτύχθηκαν αναπόδραστα και παράλληλα με τις καλές τέχνες, την ιατρική και άλλες όψεις του πολιτισμού. Ο άνθρωπος βαθμιαία αντιλαμβάνεται ότι κάθε τι που συμβαίνει στην φύση έχει κάποιο αίτιο, ο άνθρωπος καταλαβαίνει ότι υπάρχουν νόμοι της φύσης που μπορούν να περιγραφούν με μαθηματικά και με τους οποίους αναπαράγουμε τα φυσικά φαινόμενα, είτε στο εργαστήριο με πειραματικές μεθόδους, είτε με μαθηματικά με χαρτί και μολύβι ή με υπολογιστές. Έτσι φθάνουμε στην κατασκευή του πινακιδίου, του πρώτου πλανηταρίου και υπολογιστή. Η ύπαρξη του Μηχανισμού αποδεικνύει ότι είναι μύθος η αντίληψη, ότι οι Έλληνες δεν ενδιαφέρονταν για την τεχνολογία και τις εφαρμογές.



Εικόνα 60 Απλός αστρολάβος. Μετράει την θέση ουρανίων σωμάτων.



Εικόνα 61 Αρχαίος Αραβικός αστρολάβος. Πιθανότατα κατασκευασμένος στο Μαρόκο. Αποτελείται από 5 δίσκους. Περιλαμβάνει 27 αστέρια. Συλλογή παλαιών επιστημονικών οργάνων του κ. Ευάγγελου Κ. Παυλόπουλου.



Εικόνα 62 Τμήμα των επιγραφών. Είναι φανερή η δυσκολία της ανάγνωσης των επιγραφών.

Το εγχειρίδιο χρήσης

Ο μηχανισμός, καθώς όλα τα επιστημονικά όργανα έχει ένα εγχειρίδιο χρήσης, με οδηγίες για το πώς να το χρησιμοποιήσετε, ίσως πώς να το ανοίξετε, να το εγκαταστήσετε, τι περιμένετε να δείτε σε αυτό τον μηχανικό Κόσμο, πώς να το χρησιμοποιήσετε επικοινωνητικά. Είναι ένα πυκνογραμμένο αστρονομικό βιβλιαράκι με γράμματα γύρω στα 2 χιλιοστά. Περιέχει τους νόμους της φυσικής, όπως τους καταλαβαίνουν εκείνη την εποχή, τους οποίους χρησιμοποιούν για να προβλέψουν τις εκλείψεις, ηλιακές και σεληνιακές και τις φάσεις της σελήνης, καθώς και τις κινήσεις όλων των πέντε γνωστών πλανητών. Από το εγχειρίδιο του υπολογιστή γίνεται φανερό, για πρώτη φορά, ότι οι Έλληνες γνώριζαν πολύ μεγάλες περιόδους των πλανητών, της τάξης των 500 ετών. Μια μεγάλη έκπληξη είναι, ότι το εγχειρίδιο χρήσης του Μηχανισμού δίνει λεπτομέρειες για την κίνηση όλων των πλανητών, συμπεριλαμβανομένων μερικών εξαιρετικά μεγάλων περιόδων των πλανητών της τάξης των πέντε αιώνων: 462 χρόνια για την Αφροδίτη και 442 χρόνια για τον Κρόνο. Η περίοδος των 462 ε-

Ο Πτολεμαίος συζητά την Πυθαγόρεια προσέγγιση για τους συντονισμούς, για την ανάθεση αριθμητικών τιμών σε μουσικά διαστήματα. Δηλώνει ότι, όπως και οι Πυθαγόρειοι, υιοθετεί την αρχή της απόδοσης ίσων αριθμών σε τόνους με ίσο ύψος και άνισων αριθμών σε τόνους με άνισο ύψος. Αυτή η μέθοδος αντανακλά την Πυθαγόρεια κατανόηση των μαθηματικών σχέσεων που κρύβουν τη μουσική αρμονία. Ο Πτολεμαίος βλέπει αυτή την προσέγγιση ως αυτονόητη και θεμελιώδη για την κατανόηση της μουσικής θεωρίας.⁵⁸

Χαρακτηριστικό είναι το κείμενο του Ιωάννη Λαυρέντιου από το βιβλίο του *Περί Μηνών*:

*Πάντας τοὺς ῥυθμοὺς ἐκ τῆς τῶν πλανήτων
κινήσεως εἶναι συμβαίνει·
ὁ μὲν γὰρ Κρόνος τῷ Δωρίῳ,
ὁ δὲ Ζεὺς τῷ Φρυγίῳ,
ὁ δ' Ἄρης τῷ Λυδίῳ καὶ
οἱ λοιποὶ τοῖς λοιποῖς κινουῦνται κατὰ τὸν Πυθαγόραν
πρὸς τὸν ἦχον τῶν φωνηέντων·
ὁ μὲν γὰρ Ἑρμοῦ τὸν α,
ὁ δ' Ἀφροδίτης τὸν ε,
ὁ δ' Ἥλιος τὸν η,
καὶ ὁ μὲν τοῦ Κρόνου τὸν ι,*

⁵⁸ Κλαυδίου Πτολεμαίου, *Αρμονικά*, Claudius Ptolemaeus Math., Harmonica (0363: 010) “Die Harmonielehre des Klaudios Ptolemaios”, Ed.α Düring, I. Göteborg: Elanders, 1930; Göteborgs Högskolas Årsskrift 36. Chapter 1, section 7, line 18 Τούτων δὴ προδιωρισμένων μεπιτέον ἐπὶ τὸν ἀκόλουθον αὐτοῖς λόγον, ἀρχὴν λαβοῦσι τὴν αὐτὴν τοῖς Πυθαγορείοις, τουτέστι καθὴν τοὺς μὲν ἴσους ἀριθμοὺς τοῖς ἰσοτόνοις φθόγγοις ἀπονέμεμεν, τοὺς δὲ ἀνίσους τοῖς ἀνισοτόνοις, ὅτι τὸ τοιοῦτον αὐτόθεν ἐστὶ δῆλον.

ὁ δὲ τοῦ Ἄρεος τὸν ο,

καὶ Σελήνην τὸν υ,

ὃ γε μὴν τοῦ Διὸς ἀστήρ τὸν ω ῥυθμὸν ἀποτελοῦσιν· ὁ δὲ ἦχος τῶν ῥυθμῶν ὡς ἡμᾶς οὐκ ἀφικνεῖται διὰ τὴν ἀπόστασιν.

Το ενδιαφέρον αυτό κείμενο αποδεικνύει ότι οι Έλληνες και άλλοι λαοί είχαν συνδέσει τους πλανήτες με την μουσική τους, τις μουσικές νότες και τους χορούς που χόρευαν.

Τα κείμενα του εγχειριδίου είναι γραμμένα σε όλες τις διαθέσιμες επίπεδες επιφάνειες σε φύλλα χαλκού, που είναι τα δύο καλύμματα αυτού του αστρονομικού ρολογιού διπλής όψεως. Αυτό περιλαμβάνει όχι μόνο τις πόρτες του μηχανισμού που προστατεύουν το όργανο κατά την μεταφορά, αλλά και τις πλάκες με τις κυκλικές και ελικοειδείς κλίμακες. Παρόλο που μόνο λίγα τμήματα από φύλλα του χαλκού όπου έχει γραφτεί το εγχειρίδιο έχουν χαθεί, ίσως ακόμα βρίσκονται στον πυθμένα της θάλασσας, όπου είμαι βέβαιος ότι οι αρχαιολόγοι που εργάζονται εκεί θα τα βρουν τελικά, υπάρχει αρκετό χρήσιμο υλικό που μας έδωσε την δυνατότητα να διαβάσουμε πολλούς χαρακτήρες και να γνωρίζουμε ένα μεγάλο μέρος του κειμένου ανασυνθέτοντας όλα τα σπασμένα κομμάτια. Ακόμη διαβάσαμε πολλές επιγραφές που είναι κρυμμένες, αλλά και καλά προστατευμένες μέσα στη σκουριά. Στα απομεινάρια του μηχανισμού έχει διασωθεί περίπου το 20% της μπροστινής πόρτας του μηχανισμού που περιλαμβάνει περίπου 90 μοίρες του ζωδιακού κύκλου και τρεις μήνες του ετήσιου κύκλου και πολύ σημαντικό μέρος του αποκαλούμενου παραπήγματος.

Το παράπηγμα είναι μια σειρά από 36 ανατολές ή δύσεις ενός λαμπρού αστέρα κάθε δέκα περίπου ημέρες ή δέκα μοίρες πάνω στον ουρανό. Κάθε γραμμή του παραπήγματος μας πληροφορεί ότι το τάδε αστέρι ανατέλλει ή δύει αυτή την ημερομηνία μαζί με την ανατολή ή την δύση του Ηλίου. Αυτές οι ανατολές ή δύσεις σηματοδοτούν σωστά την ημερομηνία στην διάρκεια του έτους και επιτρέπουν να τηρείται ένα ακριβές ημερολόγιο, να γνωρίζουν πότε είναι οι ισημερίες, τα ηλιοστάσια, η έναρξη του έτους, και κυρίως πότε είναι η περί-

οδος της σποράς. Με το ημερολόγιο ρυθμίζουν την αγροτική, κοινωνική και πολιτική ζωή.

Από τις επιγραφές έχουν σωθεί και έχουμε περίπου το 25% από την πίσω πλευρά του Μηχανισμού και κατά προσέγγιση το 1/3 των επιγραφών του Μετωνικού κύκλου, που ήταν αρκετές για να αντιληφθούμε σχεδόν όλα για αυτόν. Ειδικότερα αναγνώσθηκαν όλοι οι Ηπειρώτικοι μήνες αυτού του 19ετούς κύκλου του Μέτωνα, ο οποίος ρυθμίζει το παραδοσιακό Ελληνικό ημερολόγιο που το είχαν τότε οι Έλληνες με τις κινητές εορτές που συνεχίστηκαν με άλλα ονόματα και στην χριστιανική εποχή, έστω με άλλα ονόματα.

Τον 19ετή κύκλο του Μέτωνα χρησιμοποιούμε σήμερα για τον υπολογισμό της ημερομηνίας του Πάσχα. Επίσης διαβάσαμε σχεδόν όλο το τετραετές ή πιο σωστά το 8χρονο ημερολόγιο των Ολυμπιακών και των άλλων σημαντικών ελληνικών αγώνων. Διαβάσαμε το 1/3 της κλίμακας του Σάρου, το ημερολόγιο έκλειψης 18 ετών, 11 ημερών και 8 ωρών, τα 2/3 της βοηθητικής κλίμακας με τον αριθμό των ωρών που πρέπει να προστεθούν στην ένδειξη της ελικοειδούς (σπειροειδούς) κλίμακας των εκλείψεων, αλλά δυστυχώς το σημάδι για το μηδέν λείπει, το οποίο πιθανότατα ήταν ο, το αρχικό του όρου ουδέν, που ετυμολογικά σημαίνει ούτε ένα, για το μηδέν. Οι άλλες δύο ενδείξεις της βοηθητικής κλίμακας των ωρών γράφει 8 (Θ) ή 16 (Ις) ώρες.

Έχουμε ένα τμήμα της οπίσθιας θύρας, περίπου άλλα 20%, που διασώθηκε σε κομματάκια και η οποία περιέχει ένα μέρος του αστρονομικού βιβλίου χρήσης με τις κινήσεις των πλανητών με απίστευτες λεπτομέρειες. Με βάση αυτό και ένα πλανητικό γρανάζι του Δία εκτιμούμε ότι ο Μηχανισμός προφανώς έδειχνε ο μηχανισμός έδινε και τις θέσεις και κινήσεις των πλανητών.

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων πιθανώς επιτρέπει να περάσουμε μια ηλιαχτίδα από μια ή δυο τρυπούλες για να μετρήσουμε το ύψος του Ηλίου από τον ορίζοντα για να υπολογίσουμε λ.χ. το γεωγραφικό

πλάτος του τόπου που βρισκόμαστε, αν ξέρουμε την ώρα και αν έχουμε τους σχετικούς αστρονομικούς πίνακες. Περιέχει ακόμη και ένα απλό αστρονομικό εγχειρίδιο με βασικές γνώσεις αστρονομίας, όπου αναφέρεται ο όρος *Στηριγμός* πολλές φορές, όπως και τα ονόματα των πλανητών Ερμή, Αφροδίτης και Άρη.

Ο μηχανισμός ως Πλανητάριο

Στο εγχειρίδιο του μηχανισμού γράφει πολλά σχετικά με τους πλανήτες. Το κείμενο δίνει τις περιοδικότητες των πλανητών όπως φαίνονται από την Γη. Υπάρχει λεπτομερής περιγραφή των απεικονίσεων τους πάνω στον μηχανισμό. Αυτή η περιγραφή έχει τεράστια σημασία, διότι υποδεικνύει ότι ο μηχανισμός ήταν πιθανώς πλανητάριο. Αναγράφεται η μορφή κάθε δείκτη όλων των τότε γνωστών πλανητών. Κάθε πλανήτης απεικονίζεται με μια μικρή σφαίρα που βρίσκεται πάνω σε ένα δείκτη. στον μηχανισμό και τις κινήσεις των πλανητών και την μορφή που έχουν οι δείκτες του πλανηταρίου και αντιπροσωπεύουν τον κάθε πλανήτη. Το κείμενο υποδεικνύει ότι ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων ήταν πιθανώς και ένα πλανητάριο.

Παρατίθεται η ερμηνεία κάθε γραμμής σχετικά με τους πλανήτες και το αυθεντικό κείμενο ακριβώς κάτω από κάθε γραμμή:

14 ... πρέπει δε να αντιληφθεί κανείς...

14 ε δ' ὑπολαβεῖν

15 ... η μικρή σφαίρα κινείται...

15 οθε τὸ σφαιρίον φερε [

16 ... μικρός δείκτης που προεξέχει από αυτόν...

16 προέχον αὐτοῦ γνωμόνιον σ[

17 περιφερειών (τροχιών πλανητών στον μηχανισμό), η μια μέσα στην άλλη, [πιθανώς ομόκενρες]... του...

17 φερειῶν ἢ μὲν ἔχομένη τῷ τῆς [

18 [ο δείκτης του] Στίλβωντος (δηλαδή του πλανήτη Ερμή) και το [σφαιρίον]... που κινείται από αυτόν τον δείκτη

18 τος, τὸ δὲ δι' αὐτοῦ φερόμεν[ον]

19(ο πλανήτης) Αφροδίτης (δηλαδή) του Φωσφόρου...

19 τῆς Ἀφροδίτης Φωσφόρου ...

20 η περιφέρεια του Φωσφόρου (η τροχιά της Αφροδίτης, ο κύκλος πάνω στον οποίο κινείται ο πλανήτης Αφροδίτη)...

20 τοῦ [Φω]σφόρου περιφέρειαν [

21 στον δείκτη βρίσκεται μια χρυσή μικρή σφαίρα...

21 γνώμω[νιον] κεῖται χρυσοῦν σφαιρίον..

22 ακτίνα του Ἡλίου, πάνω από τον Ἡλιο είναι ο κύκλος (;)...

22 Ἡλί[ου] ἀκτίν', ὑπὲρ δὲ τὸν Ἡλίον ἐστὶν κυ...

23 του Ἄρη Πυρόεντος, [ο δείκτης] που περνάει από μέσα [από την μικρή σφαίρα που απεικονίζει τον Ἄρη]...

23 [-3- τοῦ Ἄρεως Πυρόεντος, τὸ δὲ διαπορευόμενον

24 του [Δία] Φαέθωνα[ο δείκτης] που περνάει από μέσα [από την μικρή σφαίρα που απεικονίζει τον πλανήτη Δία]...

24 [Διὸς Φα]έθοντος, τὸ δὲ διαπορευόμενον [

25 ο κύκλος του [Κρόνου] Φαινώντος, η δε μικρή σφαίρα...

25 [Κρό]νου Φαίνοντος κύκλος, τὸ δὲ σφαιρίον φλ...

26... του Κόσμου κείται...[πιθανώς αναφέρεται στην απεικόνιση των απλανών αστέρων, των άστρων του ουρανού]

26 ... ερα δὲ τοῦ κόσμου κείται...

27 ... μεν ... στοιχεῖα παρακείμενα

27 [-10-]μεν[] στοιχεῖα παρακείμ[ένα]

28... τα ἴδια με τις μικρές ασπίδες...

28 [-12-] αυτα ταῖς ἀσπιδ[ίσκαις]

29 που προαναφέραμε

29 [-12-] προειρημένα[

30 ασπιδοῦλες (ή δίσκοι)

30 [-16-]ἀσπ[.] [

Εἶναι Ελληνικός ο Μηχανισμός;

Εἶναι μια ερώτηση που τίθεται συχνά. Φυσικά, το θαῦμα αυτό του ελληνικού πολιτισμοῦ εἶναι ελληνικό. Αυτή η φράση μοιάζει περιττή, αλλά δυστυχώς εἶναι σήμερα απαραίτητο να γραφτεί διότι υπάρχει μια τάση να υποβαθμισθεῖ η αξία του αντικειμένου και να αποδοθεῖ η κατασκευή του σε μη Έλληνες, παρόλο που φέρει την υπογραφή της Ελληνικής

φιλοσοφίας, της Πυθαγόρειας φιλοσοφίας και φυσικά ελληνικές επιγραφές, βρέθηκε στην Ελλάδα μαζί με άλλους ελληνικούς θησαυρούς, και είναι υποχρέωσή μας να ενημερώνουμε όλους τους Έλληνες αλλά και όλους τους επιστήμονες, ώστε να προσέχουν ιδιαίτερος ό,τι διαβάζουν σχετικά με τον Μηχανισμό. Γενικά όποτε διαβάζουμε κείμενα ή ακούμε γνώμες και δηλώσεις πρέπει να χρησιμοποιούμε κατάλληλο φακό που αφαιρεί τις παραμορφώσεις που εισάγουν ορισμένοι, όταν παρουσιάζουν οτιδήποτε και ειδικότερα την ιστορία μας και άλλα θέματα εθνικής σημασίας.

Θυμίζουμε ότι το αντικείμενο αυτό βρέθηκε σε ένα τεράστιο πλοίο που ήταν γεμάτο ελληνικούς θησαυρούς που είχαν κλέψει οι Ρωμαίοι ή είχαν αγοράσει Έλληνες έμποροι ή είχαν επίσης κλέψει Έλληνες ή άλλοι πειρατές, αντικείμενα που προέρχονταν από τον *Ελληνικό Κόσμο*, που ήταν κατά το ήμισυ τότε κάτω από τη Ρωμαϊκή κυριαρχία, αντικείμενα που προορίζονταν για την Ρώμη και την Ιταλία, την χώρα των κατακτητών.

Συνεπώς ασφαλώς το πολύτιμο αυτό αντικείμενο που ονομάζουμε Μηχανισμό των Αντικυθήρων είναι ελληνικό, σχεδιασμένο και φτιαγμένο από Έλληνες επιστήμονες και Έλληνες τεχνίτες, βασισμένο στην ελληνική επιστήμη και τα μαθηματικά και πάνω από όλα στην φιλοσοφία· την φιλοσοφία του Θαλή, του Αναξαγόρα, του Πυθαγόρα και του Πλάτωνα, και τις αντιλήψεις των Πυθαγορείων κυρίως για την περιγραφή της φύσης με μαθηματικά, με τους νόμους της φυσικής.

Την Ελληνικότητα υπογραμμίζει και το εγχειρίδιο χρήσης. Ο Μηχανισμός, όπως κάθε σοβαρό μηχάνημα, φέρει και εγχειρίδιο χρήσης σε ελληνική γραφή, με γράμματα που από την μορφή τους εκτιμάται ότι γράφτηκαν πιθανότατα μεταξύ των ετών 150 και 100 π.Χ., όπως συμπεραίνει ο αρχαιολόγος επιγραφολόγος κύριος Χαρ. Κριτζάς, πρώην διευθυντής του εξαίρετου *Επιγραφικού Μουσείου*, που βρίσκεται στην Αθήνα δίπλα από το Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο. Η εκτίμηση της χρονικής περιόδου γίνεται με βάση την μορφή των γραμμάτων που είναι γραμμένο το ενσωματωμένο στον Μηχανισμό εγχειρίδιο χρήσης, και την σύγκρισή τους με παρόμοιες γραφές όλων των εποχών. Οι ειδικοί γνωρίζουν ποια μορφή είχε κάθε γράμμα κάθε

εποχή. Από την μορφή των γραμμάτων⁵⁹ οι ειδικοί συνάγουν την εποχή όπου γράφτηκε η επιγραφή. Ειδικότερα, ο αρχαιολόγος επιγραφολόγος κύριος Κριτζάς συμπέρανε από την μορφή του κάθε γράμματος, ότι ο Μηχανισμός πρέπει να έχει κατασκευαστεί κάπου μεταξύ του 150 και του 100 π.Χ., διότι τότε χρησιμοποιούνταν αυτής της μορφής τα γράμματα. Οι τύποι των γραμμάτων και η μορφή που χρησιμοποιούσε ένας γραφέας, ή τεχνίτης στην δική μας περίπτωση, παρέμενε σχεδόν η ίδια σε όλη τη ζωή του. Σήμερα για παράδειγμα, αν πάρουμε μια εφημερίδα του 1920 ή του 1950 ή του 1990 ή ένα βιβλίο του 1800 ή του 1890 ή του 1940 κ.λπ., ή ένα παλιό αναγνωστικό της γιαγιάς, διακρίνουμε αμέσως τις διαφορές και μπορούμε να καταλάβουμε, τότε ή και ακόμη πού τυπώθηκε κάθε έντυπο. Ο προσδιορισμός της εποχής που γράφτηκε μια επιγραφή με βάση την μορφή των γραμμάτων, η επιγραφική μέθοδος, χρησιμοποιείται με επιτυχία στην αρχαιολογία. Ασφαλώς όπως κάθε επιστημονική μέθοδος έχει κάποιο σφάλμα εκτίμησης. Κλασικό παράδειγμα αποτελεί μια επιγραφή σπασμένη στην μέση, που για κάθε τμήμα της είχε προσδιοριστεί διαφορετική ηλικία και οι δύο εκτιμήσεις της ηλικίας της διέφεραν κατά 50 έτη, μέχρι που τελικά διαπιστώθηκε από κάποιον αρχαιολόγο ότι ήταν τμήματα μιας ενιαίας μαρμάρινης επιγραφής.

Συχνά στη διάρκεια των ομιλιών μου με ρωτούν (παραδόξως και στην Ελλάδα και Κύπρο, αλλά και στο εξωτερικό), αν το αντικείμενο είναι ελληνικό. Φυσικά τους απαντώ ότι ακόμη και αν αυτό το αντικείμενο βρισκόταν στην Ανταρκτική, ή τον πλανήτη Άρη, πάλι ελληνικό θα ήταν, διότι γνωρίζουμε την εποχή της κατασκευής τους από την μορφή των γραμμάτων. Εκείνη την εποχή δεν υπήρχαν φιλόσοφοι, επιστήμονες ή τεχνικοί ή αστρονόμοι εκτός από Έλληνες, που να μπορούσαν να κατασκευάζουν τέτοια αντικείμενα. Επί πλέον και οι μαθηματικές και αστρονομικές θεωρίες που είναι καταγεγραμμένες στα γρανάζια είναι χαρακτηριστικά ελληνικές, με επικύκλους.

⁵⁹ Δηλαδή τη γραμματοσειρά του υπολογιστή, όπως θα λέγαμε με μοντέρνα ορολογία για έναν υπολογιστή.

Η γλώσσα και η αυθεντικότητά του Μηχανισμού

Η γλώσσα είναι η κοινή Ελληνική, πολύ κοντά στην Ιωνική, με πάρα πολλούς αστρονομικούς όρους στα Ιωνικά και όχι στα Δωρικά, που θα περιμέναμε, αν ήταν φτιαγμένος στις Συρακούσες. Περιέχει τους μήνες του ηλιακού έτους με Αιγυπτιακά ονόματα, που υποδεικνύει τις Αλεξανδρινές ρίζες του μηχανισμού, την επίδραση του Μουσείου και της Βιβλιοθήκης της Αλεξάνδρειας στις επιστήμες, όπως και Ηπειρώτικους, Δωρικούς μήνες σεληνοηλιακού κύκλου, αποτέλεσμα Κορινθιακής οικονομικής και πολιτισμικής επίδρασης σε πλήθος πόλεων σε όλη την Μεσόγειο (βλ. χάρτες σε <http://ancient-greece.org/map.html>), περιλαμβανομένης της Ηπείρου, που πιθανόν ο πλούσιος κάτοχος του μηχανήματος ένας Ηπειρώτης (;) είχε παραγγείλει. Οι μήνες του ημερολογίου παραπέμπουν στην Ήπειρο και την Κέρκυρα, που οι μήνες της συμπίπτουν απολύτως με του ημερολογίου του μηχανισμού. Η γραμματοσειρά του υπολογιστή, δηλαδή η μορφή των γραμμάτων δείχνει ότι γράφτηκε ανάμεσα στα 150 με 100 π.Χ., κάπου στον Ελληνικό Κόσμο που δημιουργήσε ο Αλέξανδρος, την εποχή που βαθμιαία η Ελλάδα πέφτει στα χέρια των Ρωμαίων. Δυστυχώς, εμείς τους φέραμε γιατί μαλώνουμε μεταξύ μας, να μας βοηθήσουν στους μεταξύ μας πολέμους. Η περίπτωση, ο μηχανισμός να έχει πέσει από άλλο διερχόμενο πλοίο του 17^{ου} ή 18^{ου} αιώνα, αποκλείεται εντελώς για τους εξής λόγους: Τα γράμματα αποδεικνύουν ότι είναι αρχαίο,· η γλώσσα είναι Ελληνική της ίδιας εποχής,· η αστρονομία, την οποία διαβάζουμε στα γρανάζια με τα μαθηματικά που περιέχουν, είναι Ελληνική και περιέχει την κίνηση της Σελήνης κατά τον Ίππαρχο –που είναι ο πλέον πιθανός κατασκευαστής του Μηχανισμού– και τον Απολλώνιο τον Περγαίο. Αν ήταν δυτικοευρωπαϊκό μηχανήμα, δεν θα είχε οδηγίες χρήσεις στα Ελληνικά του τέλους της Ελληνιστικής περιόδου, και ασφαλώς δεν θα είχε τους Ολυμπιακούς αγώνες που είχαν σταματήσει –απαγορευμένοι για τους Χριστιανούς– από το 393 μ.Χ., όταν ο αυτοκράτορας Θεοδόσιος τους διέκοψε, μέχρι το 1896 που ξανάρχισαν στην Αθήνα.

Ακόμα και αν υποθέσουμε, ότι ένας εκκεντρικός έβαλε έναν δείκτη για την έναρξη των Ολυμπιακών αγώνων, που δεν έχουμε ξαναδεί σε κανένα ρολόι οποιασδήποτε εποχής, ποιος θα έβαζε τα Ίσθμια, τα Πύθια, τα Νέμεα, έστω τα Νάα ή Νάϊα, αλλά και τα Άλεια; Ποιος Ευρωπαίος, έστω φιλόλογος ή ιστορικός, τα ήξερε για να βάλει, ή μήπως ήξερε πότε γίνονται; Το πότε γίνονταν αυτοί οι αγώνες μάθαμε τελικά μόνο μέσω των ωρολογιακών δεικτών του μηχανισμού των Αντικυθήρων. Ποιος άραγε Ευρωπαίος του 17^{ου} αιώνα ήξερε τα ονόματα των πλανητών που αναφέρονται στον Μηχανισμό; Ποιος αστρονόμος θα έβαζε τις εκλείψεις με Ελληνικούς συμβολισμούς και με Ελληνικούς αριθμούς. Η απάντηση είναι κανένας. Μήπως έχουμε δει παρόμοια ημερολόγια ευρωπαϊκά με Ελληνικές οδηγίες;

Πώς κατασκευάζουμε ένα Μηχανικό Σύμπαν

Οι Έλληνες κατά την αρχαιότητα σκέφτηκαν να κάνουν μαθηματικές πράξεις με οδοντωτούς τροχούς όπως φαίνεται από τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων, κατασκεύαζαν υπολογιστικές μηχανές με γρανάζια. Σχετικές αναφορές υπάρχουν σε αρχαία κείμενα. Ο Αριστοτέλης αναφέρεται σε παράδοξα τροχών συνδεδεμένων με κατάλληλο τρόπο.

Με όσα αναφέρουμε έχει γίνει φανερό ότι ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι ένα θαύμα επιστήμης, τεχνολογίας και φιλοσοφίας, ένα πολύπλοκο αστρονομικό όργανο, που λειτουργεί με βάση τις θεωρίες της φυσικής και της αστρονομίας που είναι βασισμένες σε ακριβή μαθηματικά που αναπαράγουν τα φυσικά φαινόμενα, όπως οι κινήσεις των πλανητών σε σχέση με την Γη με κατάλληλες μαθηματικοποιημένες θεωρίες, ακολουθώντας την θεωρία και πρακτική του Πυθαγόρα, ότι το Σύμπαν και η Φύση περιγράφονται μόνο με μαθηματικά, ή πιο σωστά με κατάλληλες γεωμετρικές κατασκευές χρησιμοποιώντας κύκλους, μεταξύ των οποίων και επίκυκλους.

Οι γεωμετρικές κατασκευές με τους κύκλους μεταφράζονται εύκολα σε γρανάζια και τελικά κινούν δείκτες πάνω σε κλίμακες. Οι Έλλη-

νες επιστήμονες χρησιμοποιούν τους κύκλους στις θεωρίες τους, διότι οι κύκλοι είναι απλά γεωμετρικά σχήματα που κατασκευάζονται με ακρίβεια με ένα διαβήτη ή ακόμη και με ένα σπαγγάκι, που επιτρέπει να βρούμε τα σημεία που απέχουν ίσα από το κέντρο του κύκλου γύρω από το οποίο περιστρέφεται τεντωμένο το σπαγγάκι. Οι Έλληνες χρησιμοποιούν επίσης τους κύκλους διότι οι κύκλοι μπορούν να αντικατασταθούν από γρανάζια, από οδοντωτούς τροχούς, και οι οδοντωτοί τροχοί να αναπαράγουν μηχανικά τους υπολογισμούς που θέλουμε, όπως τους υπολογισμούς που απαιτούνται για τον προσδιορισμό της θέσης ενός ουρανού σώματος, με αποκορύφωμα την θέση και την φάση της Σελήνης, του Ηλίου, των εκλείψεων και ίσως και των πλανητών.

Ο Μηχανισμός Επιτομή της Φιλοσοφίας.

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι η Επιτομή της Ελληνικής Φιλοσοφίας, δηλαδή το καλύτερο παράδειγμά της, αντιπροσωπευτικό δείγμα του Ελληνικού Πνεύματος. Για να φτιάξει κανείς τον Μηχανισμό πρέπει να έχει αντιληφθεί, ενστερνισθεί και να χρησιμοποιεί τις αρχές της Φυσικής Φιλοσοφίας και των Πυθαγορείων, δηλαδή της αντίληψης ότι η φύση περιγράφεται σωστά και πλήρως με τα μαθηματικά και τους νόμους της φυσικής.

Η ουσιαστικά σχεδόν πλήρης ανάγνωση όλων των επιγραφών του Μηχανισμού που έχουμε στην διάθεσή μας και δημοσιεύσαμε το 2016, λέει φανερά, σύμφωνα με την ερμηνεία μου, ότι ο μηχανισμός φτιάχτηκε από Πυθαγόρειους, με βάση την αντίληψη ότι ο Κόσμος περιγράφεται με μαθηματικά και φυσική, δηλαδή με τους νόμους της φυσικής, όπως τους αντιλαμβάνονται εκείνη την εποχή. Αυτή είναι μια σημαντικότερη ανακάλυψη που αποδεικνύει ότι ο μηχανισμός βασίζεται στην Ελληνική φιλοσοφία και ειδικότερα στην Πυθαγόρεια φιλοσοφία. Ελπίζουμε και είμαστε βέβαιοι ότι θα έχουμε περισσότερες επιγραφές, τμήματα του χάλκινου βιβλίου του μηχανισμού, καθώς οι αρχαιολόγοι δύτες της Εφορίας Εναλίων Αρχαιοτήτων ερευ-

νούν με μεγάλη επιτυχία στον βυθό των Αντικυθήρων με την πολύτιμη συνδρομή του Ιδρύματος Αικατερίνης Λασκαρίδη.

Θυμίζω ότι το πεντάγωνο, το οποίο βρήκαμε γύρω από τον άξονα ενός από τους βασικότερους τροχούς που κινούν την Σελήνη με μεταβλητή ταχύτητα ακολουθώντας τον 2^ο νόμο του Κέπλερ είναι σύμβολο των Πυθαγορείων.

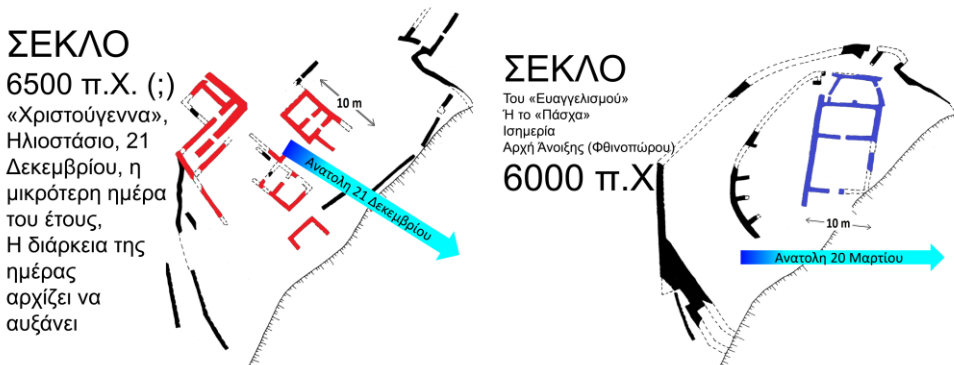
Ο Μηχανισμός είναι η επιτομή της Ελληνικής Φιλοσοφίας και αποτελεί ένα θαυμάσιο έμπρακτο δείγμα, το καλύτερο παράδειγμα της Ελληνικής Επιστήμης και Τεχνολογίας. Είναι αποτέλεσμα αυτού που τότε αλλά και σήμερα οι Έλληνες ονομάζουμε *τέχνη*⁶⁰. Η τέχνη είναι μια πολύ ευρεία ελληνική έννοια που περιλαμβάνει τις καλές τέχνες, την τεχνική και την τεχνολογία. Η λέξη τέχνη στην Ελληνική γλώσσα είχε και έχει, τότε και τώρα, ευρύτερη σημασία, που καλύπτει τις καλές τέχνες (παράβαλε τον ορισμό του Αριστοτέλη, *Τέχνη «έξις μετά λόγου αληθούς ποιητική»*), τις επινοήσεις, αλλά και τις πρακτικές. Εδώ χρειάζεται να προσέξουμε ιδιαίτερα, διότι από πολλούς θεωρείται ότι οι Έλληνες δεν είχαν τεχνολογία. Οι ξένοι επιστήμονες έχουν διαβάσει τα έργα του Ήρωνα. Όμως για λόγους ψυχολογικούς αρνούνται να δεχθούν ότι οι Έλληνες είχαν τεχνολογία. Αρνούνται να δεχθούν, ότι όλα ακόμη και την προηγμένη τεχνολογία τα έφτιαξαν οι Έλληνες, ενώ έχουν δει τον Παρθενώνα και τον έχουν δεχθεί ως αρχέτυπο τόσο της τέχνης, της αρχιτεκτονικής όσο και της δημοκρατίας,

⁶⁰ Η λέξη *τέχνη* αναφέρεται και από τον Όμηρο *αιεί τοι κραδίη πέλεκευς ως εστιν ατειρής ός τ' είσιν διά δουρός υπ' άνέρος ός ρά τε τέχνη νήϊον εκτάμνησιν, οφέλλει δ' άνδρός ερωήν*, Γ61. Βλ. επίσης το λήμμα στο θαυμάσιο και αξεπέραστο *Μέγα Λεξικόν Ελληνικής Γλώσσας*, έκδοση του Αρχαίου Εκδοτικού Οίκου Δ. Δημητράκου, Αθήνα, 1958. Διάβασε σχετικά και το θαυμάσιο βιβλίο της Silvia Cuomo, *Technology and Culture in Greek and Roman Antiquity*, Cambridge University Press, 2007. ISBN: 978-0-521-81073-9, όπου η συγγραφέας αναλύει διεξοδικά τις σημασίες της λέξης και παρουσιάζει την αρχαία Ελληνική τεχνολογία. Βλ. επίσης το βιβλίο του Lucio Russo *Η Λησμονημένη Επανάσταση - Πώς η επιστήμη γεννήθηκε το 300 π.Χ. και γιατί έπρεπε να ξαναγεννηθεί*, σελίδες 368, Εκδ. Δίαυλος, Αθήνα, 2006. Το βιβλίο αναφέρεται στην Ιστορία και Φιλοσοφία των Επιστημών στην Ελλάδα, την επιστημονική επανάσταση που συνοδεύτηκε από σημαντικές αλλαγές και πρωτοφανή πρόοδο και σε πολλούς άλλους κλάδους όπως η Ιατρική, οι Εικαστικές Τέχνες, η Φυσική, τα Μαθηματικά, η Μηχανολογία, η Ναυσιπλοΐα, η Υδραυλική, η Τεχνολογία, η Βοτανική, η Ζωολογία, η Αστρονομία, η Πολεοδομία, η Γλωσσολογία, η Λογική, η Ψυχολογία, η Μουσική. Οι επιστήμες έδωσαν ώθηση στην ανάπτυξη μιας πολύπλοκης τεχνολογίας.

όπως έχουν αποδεχθεί επίσης ότι η φιλοσοφία και οι επιστήμες είναι Ελληνικά δημιουργήματα. Έχουν διδαχθεί άλλωστε ότι η τεχνολογία γεννήθηκε στην χώρα τους, είναι υπερήφανοι για αυτό και δεν θέλουν να αλλάξει αυτό.

Είναι υπερβολικό και ανιστόρητο να λέγεται ότι οι Έλληνες, που όπως μάθαμε τελευταία από ευρήματα στην Κρήτη, είχαμε ναυτιλία στο Αιγαίο εδώ και 100.000 έτη, που φτιάξαμε ποντοπόρα πλοία, τις σήραγγες της Κωπαΐδας το 2000 π.Χ., και την δίολκο για να περνάν τα πλοία τον Ισθμό της Κορίνθου, που φτιάξαμε την Ακρόπολη και τον αντισεισμικό Παρθενώνα, και άλλα υπέροχα έργα, δεν είχαμε προηγμένη τεχνολογία. Όλα αυτά τα θαύματα βασίζονται στην επιστήμη και είναι σχεδιασμένα και κατασκευασμένα με τεχνολογία βασισμένη στα μαθηματικά και στην φυσική.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει το γεγονός ότι η τεχνολογία γίνεται επιστήμη για πρώτη φορά στην Ελλάδα, με μαθηματικά και θεωρητικές αποδείξεις, όπως όλες σχεδόν οι επιστήμες που χωρίς εξαίρεση γεννήθηκαν και συστηματοποιήθηκαν στην Ελλάδα. Έτσι βαθμιαία οι Έλληνες με την φιλοσοφία, την τεχνολογία και την μαθηματικοποιημένη επιστήμη έφτιαξαν την Ακρόπολη και τον αντισεισμικό Παρθενώνα, τους Δελφούς και την Ολυμπία, την Επίδαυρο με το θαυμάσιο θέατρο.



Εικόνα 64 ανατολή ηλίου στο Νεολιθικό Σέσκλο. Α) την 7^η χιλιετία π.Χ. βλέπει την ανατολή κατά την μικρότερη ημέρα του έτους, Β) την 6^η χιλιετία π.Χ. βλέπει την ανατολή κατά την ισημερία.



Εικόνα 65 Στόουνχεντζ, ένα προϊστορικό αστρονομικό παρατηρητήριο που χρησιμοποιείται για την πρόγνωση αστρονομικών φαινομένων και του καιρού με βάση ένα ηλιακό ημερολόγιο. Εικόνα δημιουργήθηκε με τεχνητή νοημοσύνη.

Από Το Σέσκλο Στον Μηχανισμό Των Αντικυθήρων

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι υπολογιστής και χρησιμοποιεί την τεχνική των οδοντωτών τροχών για να κάνει μια σειρά από πολύπλοκους αριθμητικούς και γεωμετρικούς υπολογισμούς, που τελικά μας δίνουν τη θέση των ουρανίων σωμάτων. Ο μηχανισμός είναι υπολογιστής επειδή είναι ένα αυτόματο μηχάνημα που κάνει υπολογισμούς που έχει προγραμματιστεί να κάνει. Ο μηχανισμός προγραμματίζεται με ειδικά σχεδιασμένα γρανάζια που κάνουν τις πράξεις (πολλαπλασιασμούς και διαιρέσεις) που απαιτούνται ώστε να υπολογιστεί πότε θα γίνει μια έκλειψη, η θέση και η φάση της Σελήνης και πιθανώς των πλανητών. Θεωρώ ότι ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι μετεξέλιξη των αρχαίων ναών αστεροσκοπείων που ήταν πιθανώς και αστρονομικοί υπολογιστές, όπως ο προσανατολισμός στο Σέσκλο και το Διμήνι, όπως το μεγαλιθικό μνημείο της Αγγλίας Στόουνχεντζ. Η αστρονομία είναι απαραίτητη στους αρχαίους Θεσσαλούς για την σπορά και ήδη το 6000 π.Χ. έχουν αναπτύξει α-

αστρονομία. Στο Στόουνχεντζ εκτός από τις μεγαλιθικές κατασκευές που έχουν αστρονομικούς προσανατολισμούς, υπάρχουν στο έδαφος 56 οπές του Ώμπρεϋ (Aubrey holes) οι οποίες πιστεύεται από ορισμένους ότι είναι μέρος ενός αρχαίου αστρονομικού υπολογιστή που μεταξύ άλλων ίσως προέβλεπε εκλείψεις. Οι τρύπες Ώμπρεϋ αποτελούν τα αρχαιότερα στάδια του Στόουνχεντζ. Πρόκειται για πολυγωνική κατασκευή από πενήντα έξι οπές που φτιάχτηκαν την Ύστερη Κρητιδική Σαντώνιο Εποχή, γύρω στο 4000 με 2000 π.Χ. Είναι μικροί λάκκοι γεμάτοι με κιμωλία, που οφείλουν το όνομά τους στον Άγγλο αρχαιοπώλη John Aubrey που τις ανακάλυψε όταν μελέτησε το Στόουνχεντζ τον δέκατο έβδομο αιώνα. Σε αυτές τις τρύπες ίσως υπήρχαν παλαιότερα ξύλινοι στύλοι, ή μονόλιθοι, ή οι αρχαίοι έβαζαν διαδοχικά σε αυτούς ένα δείκτη ξύλινο ή από άλλο υλικό, για να σηματοδεύουν κάτι, π.χ. κάποια ημερομηνία, ή περίοδο, ή μήνα, που συνδεόταν με την Σελήνη, τις φάσεις της και κυρίως τις εκλείψεις ηλίου και σελήνης, με ένα κύκλο 56 ετών, ενώ οι 29 και 30 οπές του κύκλου Σάρσεν μάλλον χρησιμοποιούνταν εναλλάξ για να αναπαριστούν ένα ζεύγος σεληνιακών μηνών που κάθε ένας έχει διάρκεια 29,53 ημερών.

Πράγματι, η πιθανή αστρονομική χρήση των οπών Ώμπρεϋ που υπάρχουν στο μεγαλιθικό προϊστορικό μνημείο του Στόουνχεντζ, αναδείχθηκε αργότερα από τον αστρονόμο καθηγητή του Πανεπιστημίου της Βοστώνης Gerald Hawkins, γύρω στο 1960. Ο Gerald Hawkins χρησιμοποιώντας αστρονομικούς υπολογισμούς δείχνει ότι τα διάφορα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και προσανατολισμοί του τεράστιου προϊστορικού μεγαλιθικού μνημείου του Στόουνχεντζ είναι δυνατό να χρησιμοποιούνταν για να παρατηρούν, αλλά και να προβλέπουν οι αρχαίοι κατασκευαστές του, διάφορα αστρονομικά φαινόμενα. Ειδικότερα χρησιμοποιώντας τις 56 τρύπες είναι δυνατό να προβλέπουν τις σεληνιακές εκλείψεις, που συμβαίνουν περιοδικά συχνά περίπου μία φορά τον χρόνο, κάθε 346,62 ημέρες.

Όλοι οι λαοί της Γης, πολλοί από την προϊστορική εποχή, χρησιμοποιούν σεληνοηλιακά ημερολόγια, βασισμένα στις κινήσεις και θέσεις της Σελήνης στον ουρανό και τις ανατολές και δύσεις της στον ορίζοντα ενός τόπου. Η κίνηση της Σελήνης στην τροχιά της γύρω από τη Γη είναι πολύπλοκη και παρουσιάζει πολλές περιοδικότητες. Μεταξύ αυτών

είναι και μια περίοδος 18,61 ετών, που είναι ο χρόνος μεταξύ μείζονος και ελάσσονος στηριγμού της Σελήνης στον ουρανό σε σχέση με τον ισημερινό του ουρανού.

Επειδή ο αριθμός 18,61 δεν είναι ακέραιος αριθμός και φαίνεται ότι οι αρχαίοι, όπως μας πληροφορεί και ο Πλούταρχος, χρησιμοποιούν μια περίοδο τριπλάσια των 18,61 ετών που είναι σχεδόν ακέραιος αριθμός 56 (για την ακρίβεια 55,83) και χρησιμοποιούν 56 τρύπες για να προβλέψουν επανεμφάνιση σεληνιακής έκλειψης στο ίδιο σημείο του ορίζοντα. Οι τρύπες αυτές σκέφθηκε ο Fred Hoyle, που έδωσε περιπαικτικά το όνομα *μεγάλη έκρηξη* στην ομώνυμη κοσμολογική θεωρία, ότι θα μπορούσαν να χρησιμοποιούνται ως ένα ημερολόγιο με μήνες διάρκειας 28 ημερών, βάζοντας ένα κινητό δείκτη που αντιπροσωπεύει το φεγγάρι και κινείται αριστερόστροφα δύο τρύπες κάθε ημερονύκτιο, ενώ συγχρόνως ένας άλλος δείκτης πέτρα ή ξύλο, που αντιπροσωπεύει τον Ήλιο, κινείται προς τα αριστερά δύο τρύπες κάθε δεκατρείς ημέρες και κάνει έναν πλήρη κύκλο κάθε έτος, και ο συνδυασμός αυτών των κινήσεων στην διάρκεια των χρόνων επιτρέπει στον αρχαίο αστρονόμο-σοφό να προβλέπει τις εκλείψεις. Ουσιαστικά το ίδιο κάνει και ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων.

Ο Gerald Hawkins και ο Anthony Johnson διαπίστωσαν ότι ο Πλούταρχος (στο βιβλίο του *Ηθικά*, V) ανέφερε ότι ο Τυφώνας ή Σεθ στην αιγυπτιακή και την ελληνική μυθολογία είχε χαρακτηριστεί ως η σκιά της Γης που καλύπτει την Σελήνη. Επιπλέον ο Πλούταρχος επισημαίνει ότι οι Πυθαγόρειοι συνδέουν τον Τυφώνα με ένα κανονικό πολύγωνο με 56 πλευρές. Εδώ ίσως πρέπει να αναφέρουμε ότι αρχαίοι συγγραφείς μάς πληροφορούν ότι οι Έλληνες κατά την αρχαιότητα είχαν πολιτισμικές και ασφαλώς και εμπορικές και άλλες σχέσεις με τους *Υπερβορείους*, λαόν που ζει σε πλάτη όπου δεν φυσάει ο Βόρειος άνεμος, και κάποιοι από αυτούς, που ζουν σε ένα νησί μεγάλο σαν την Σικελία (Βρετανία ή Ισλανδία;), λατρεύουν τον Απόλλωνα σε τέμενος, όπου έχει κιθαρωδούς και το οποίο κοσμεύεται από πολλά αναθήματα και έχει *Σφαιροειδές* σχήμα. Οι Υπερβόρειοι αγαπούν τους Έλληνες, ιδίως τους Δήλιους και τους Αθηναίους από τα πολύ παλαιά χρόνια. Οι Έλληνες αφήνουν στον Απόλλωνα πολυτελή αναθήματα με Ελληνικά γράμματα.

Έλεγαν ότι ο θεός Απόλλων επισκεπτόταν την Νήσο κάθε 19 έτη, περίοδο που η Έλληνες ονομάζουν *μέγα έτος του Μέτωνα*, χρονική περίοδος η οποία χρησιμοποιείται σε ένα από τα βασικά ημερολόγια στον Μηχανισμό των Αντικυθήρων. Από την κατασκευή των ναών-αστεροσκοπείων όπως θα μπορούσαμε να ονομάσουμε μεγαλιθικά μνημεία όπως το Στόουνχεντζ μέχρι την κατασκευή του Μηχανισμού των Αντικυθήρων, πέρασαν κάπου χίλια πεντακόσια χρόνια και η αστρονομία μετεξελίσσεται από πρακτική σε παρατηρησιακή και συγχρόνως αρχίζει και γίνεται επιστήμη στην Ελλάδα με την χρήση των μαθηματικών και των νόμων της φύσης, όπως τους αντιλαμβάνονταν εκείνη την εποχή που η φυσική άρχιζε δειλά-δειλά να γεννιέται. Με την εξέλιξη της αστρονομίας, μπορούμε να πούμε ότι σε μηχανισμούς όπως ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων οι τρύπες του Ώμπρεϋ και οι μεγάλοι αντικαθίστανται βαθμιαία μέσα στους αιώνες με τροχούς, οδοντωτούς τροχούς, και αναπτύσσονται μηχανήματα, αστρονομικοί υπολογιστές που λειτουργούν με γρανάζια και γίνονται μικροί, ακόμη και φορητοί.

Αντί δηλαδή ο αρχαίος αστρονόμος να μεταθέτει έναν πάσσαλο, ή κάποιον άλλον δείκτη, από την μια τρύπα Ώμπρεϋ στην επόμενη για να τηρεί ένα ημερολόγιο ή για να προβλέπει τις εκλείψεις, όπως θεωρείται από ορισμένους αστρονόμους, περιστρέφει τα γρανάζια, με αριθμόν δοντιών ίσον με τον αριθμό των οπών, που κινούν καταλλήλως τους δείκτες που δίνουν τις θέσεις των ουρανίων σωμάτων.

Από τους Ορφικούς Ύμνους των Άστρων στον Κέπλερ

Η αστρονομία γεννιέται ως πρακτική και βαθμιαία γίνεται η επιστήμη, πιθανότατα η πρώτη επιστήμη, στην Ελλάδα, καθώς όλο και περισσότερο οι αρμονικές κινήσεις των ουρανίων σωμάτων περιγράφονται και στη συνέχεια προβλέπονται με μαθηματικά και με βάση τους φυσικούς νόμους. Οι Έλληνες αντιλαμβάνονται πολύ νωρίς την έννοια της αιτιοκρατίας. Καταλαβαίνουν ότι υπάρχουν νόμοι της

Φύσης που διέπουν τα φυσικά φαινόμενα και με τους οποίους οι άνθρωποι μπορούν να ερμηνεύουν τα παρατηρούμενα στο Σύμπαν και να προβλέπουν μερικά από αυτά.

Οι προσωκρατικοί φιλόσοφοι επιχειρούν για πρώτη φορά να ερμηνεύσουν τον Κόσμο με τη Φυσική. Οι Ορφικοί Ύμνοι αντανακλούν αυτές ακριβώς τις πρακτικές της κατανόησης του Κόσμου με βάση την Φυσική. Οι Έλληνες επιστήμονες δημιουργούν τα πρώτα μαθηματικά μοντέλα για την αρμονική κίνηση των ουρανίων σωμάτων: Η ουράνια σφαίρα με τα άστρα περιφέρεται γύρω από την Γη μέσα στο εικοσιτετράωρο, το τάδε άστρο ανατέλλει στον δείνα τόπο, την τάδε ημέρα, την τάδε ώρα, και όλα αυτά τα αποδεικνύουν με θεωρητικά μαθηματικά (θεωρητική γεωμετρία). Η κίνηση του Ήλιου, της Σελήνης και των πλανητών περιγράφονται με κίνηση πολλών ομόκεντρων σφαιρών και αργότερα καθώς εξελίσσεται η επιστήμη με την κίνηση δύο κύκλων (με τους επικύκλους).

Βαθμιαία αναπτύσσεται η Θεωρητική Μουσική, η Οπτική, η Μηχανική, τα Μαθηματικά (κυρίως η Θεωρητική Γεωμετρία με θεωρήματα και αποδείξεις), άλλες επιστήμες, αλλά πάνω από όλα η Φιλοσοφία.

Οι σύγχρονες επιστήμες, η τεχνολογία και εν γένει ο σημερινός πολιτισμός βασίζονται αποκλειστικά στην ελληνική παράδοση που, εάν δεν είχε διακοπεί, πιστεύουμε ότι ο άνθρωπος θα ήταν δυνατό να είχε φθάσει στη Σελήνη τον Δ΄ αιώνα μ.Χ.. Αξιοσημείωτο είναι ότι ακόμη και η σύγχρονη φιλοσοφία θεωρείται από ορισμένους ότι είναι απλά σχόλια στη φιλοσοφία του Πλάτωνα.

Η σύγχρονη τεχνολογία και ο Μηχανισμός

Η σημερινή επιστήμη και τεχνολογία έχουν περάσει μέσα από τα γρανάζια του Μηχανισμού. Ο υπολογιστής σας, το τηλέφωνό σας, τα διαστημόπλοια (κυρίως), η δακτυλογράφηση και η εκτύπωση αυτού του βιβλίου, το σπίτι σας, έχουν τις βάσεις τους στον Μηχανισμό των Αντικυθήρων.

Ο σημερινός κόσμος, ο σημερινός παγκόσμιος πολιτισμός είναι στην πραγματικότητα ο ελληνικός πολιτισμός. Ο σημερινός κόσμος μας δεν θα υπήρχε αν δεν είχαν υπάρξει οι Έλληνες φιλόσοφοι, από τον θεό Ήφαιστο και τον μυθικό Πυρφόρο Προμηθέα, τον μυθικό Ορφέα, στον Θαλή και τον Λεύκιππο και τον Ηράκλειτο, τους άλλους Έλληνες φιλοσόφους, τον Πλάτωνα και τον Αριστοτέλη, για να αναφέρουμε μερικούς, οι οποίοι δημιούργησαν την σύγχρονη φιλοσοφία και την σύγχρονη τεχνολογία, η οποία είναι κυρίαρχη συνιστώσα του σημερινού πολιτισμού. Αυτό το βιβλίο, οι μελέτες μας στις οποίες βασίζεται αυτό το βιβλίο, οι σύγχρονες βιβλιοθήκες, τα οικοδομήματα, δεν θα υπήρχαν, αν δεν είχε προϋπάρξει η ελληνική επιστήμη, το *Ελληνικό Θαύμα*, που όπως πρόβλεψε ο θεός Απόλλων μέσω χρησμού της Πυθίας⁶¹, οι ασθένειες και όλα τα κακά θα νικηθούν μόνο με την επιστήμη.

⁶¹ Ο Απόλλων ζητά από τους Δηλίους να κατασκευάσουν έναν κυβικό βωμό με διπλάσιον όγκο χρησιμοποιώντας θεωρητικά μαθηματικά, διδάσκοντας ότι μόνον έτσι θα λύσουν τα προβλήματα της ανθρωπότητας, χρησιμοποιώντας την επιστημονική μέθοδο και ακριβείς επιστήμες που βασίζονται στα θεωρητικά μαθηματικά, όπως επισημαίνει και ο Πλάτων όταν ρώτησαν οι Δήλιοι που δεν αντιλαμβάνονταν τον χρησμό. Ο διπλασιασμός του κύβου είναι ένα από τα τρία άλυτα προβλήματα της θεωρητικής γεωμετρίας, μαζί με την τριχοτόμηση της γωνίας και τον τετραγωνισμό του κύκλου.

Ποιος έφτιαξε τον Μηχανισμό

Ο Αρχιμήδης και ο Μηχανισμός

Όπως αποδεικνύει ουσιαστικά και αναμφισβήτητα η έρευνά μας, ο Αρχιμήδης έκανε πολύπλοκες προγραμματισμένες αστρονομικές μετρήσεις επί πολλά έτη και με επιτυχία, μαζί με τους μαθητές του. Αποδεικνύει ακόμη ότι αυτός είχε φιλοσοφική σχολή, όπου ασφαλώς δίδασκε μαθηματικά και αστρονομία και κατασκεύαζε αστρονομικά όργανα. Ο Αρχιμήδης και οι μαθητές του είχαν την δυνατότητα να μετράνε τον χρόνο, πιθανώς με το ρολόι που γνωρίζουμε από την βιβλιογραφία ότι είχε φτιάξει, με αυτόματα κινούμενα τμήματα για εντυπωσιασμό. Ο Αρχιμήδης και οι μαθητές του πρέπει να γνώριζαν πότε και κυρίως πού θα γίνει η έκλειψη για να πάνε να την παρατηρήσουν, εκτός και αν παρατηρούσαν σχεδόν καθημερινά τον Ήλιο και ήταν συνεχώς προετοιμασμένοι να κάνουν μετρήσεις. Αυτό είναι βέβαιο για μια οργανωμένη φιλοσοφική σχολή με δομή ερευνητικού ιδρύματος, που ασφαλώς θα είχε η σχολή του μέγιστου των επιστημόνων.

Πολύ μεγάλη σημασία έχει το γεγονός ότι κάποιοι αστρονόμοι συνεχίζουν αυτή την δραστηριότητα για πολλά έτη, τουλάχιστον τρεις-τέσσερις δεκαετίες μετά τον φόνο του γέρου –γέρο τον χαρακτηρίζουν πολλά αρχαία κείμενα– τότε Αρχιμήδη από Ρωμαίους στρατιώτες το 212 π.Χ.. Ασφαλώς οι στρατιώτες σκότωσαν τον Αρχιμήδη από εκδίκηση, αφού ο γέρος Έλληνας σοφός είχε κρατήσει τον ρωμαϊκό στρατό έξω από την κραταιά Ελληνική πόλη των Συρακουσών σχεδόν μόνος του με τις εφευρέσεις του: Έκαιγε τα πλοία τους, τα διέλυε με τους γερανούς του με τις τεράστιες αρπάγες· εκτόξευε σιδερένια βλήματα από επαναληπτικούς μηχανικούς καταπέλτες· οι βαλλίστρες του εκτόξευαν εκατοντάδες σιδερένια βέλη αποδεκατίζοντας τους Ρωμαίους στρατιώτες, οι οποίοι είναι πολύ φυσικό να τον μισούσαν και τελικά να τον δολοφονήσουν το 212 π.Χ..

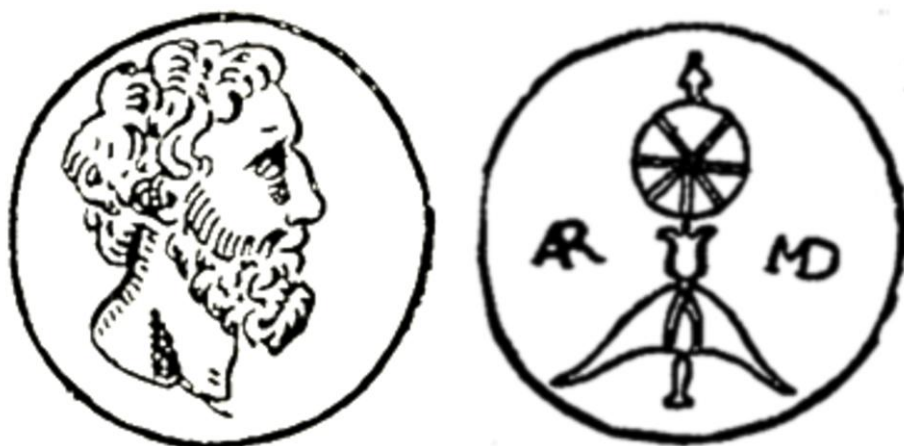
Εξίσου σημαντικό είναι και το ενδεχόμενο να υπάρχει Αστρονομική Σχολή Αρχιμήδη, ή πιο σωστά Φιλοσοφική Σχολή του Αρχιμήδη, που

συνεχίζει την δραστηριότητά της τουλάχιστον μερικές δεκαετίες μετά την υποδούλωση των Συρακουσών στους Ρωμαίους, όπως αποδεικνύεται από τις ημερομηνίες των εκλείψεων του Ηλίου. Όλα αυτά είναι νέα αδιάσειστα ιστορικά στοιχεία που αλλάζουν πολλές όψεις της Ιστορίας της Ελλάδας, της αστρονομίας και της ιστορίας του Πολιτισμού και του Κόσμου ολόκληρου.

Ο Μηχανισμός φτιάχτηκε γύρω στα 150 με 100 π.Χ., πολλά χρόνια μετά τον Αρχιμήδη. Οι οδηγίες χρήσης που έχει δεν είναι γραμμένες στην Σικελική διάλεκτο που θα περιμέναμε για μηχανήμα που έφτιαξε ο Αρχιμήδης. Την εποχή του Μηχανισμού ζει στη Ρόδο ο μέγιστος Έλληνας αστρονόμος Ίππαρχος. Ο Ίππαρχος έχει κάνει πολλές αστρονομικές καινοτομίες και πολλά όργανα. Η Ρόδος έχει διαχρονικά άριστα μεταλλουργία και εργαστήρια. Είναι πιθανό ο Ίππαρχος να είναι ο κατασκευαστής του Μηχανισμού. Συνεπώς ο Ίππαρχος είναι ο πιο πιθανός κατασκευαστής του αρχαίου αστρονομικού υπολογιστή.

Ο Ποσειδώνιος (~135 π.Χ.-51 π.Χ.) έζησε λίγο αργότερα. Παρόλο που ξέρουμε ότι είχε ένα μηχανήμα παρόμοιο με τον Μηχανισμό, το οποίο περιγράφει ο Κικέρων που ήταν φοιτητής του στη Ρόδο όπου σπούδαζαν πολλοί επιφανείς Ρωμαίοι πολιτικοί και αυτοκράτορες.

Άλλοι παρόμοιοι μηχανισμοί

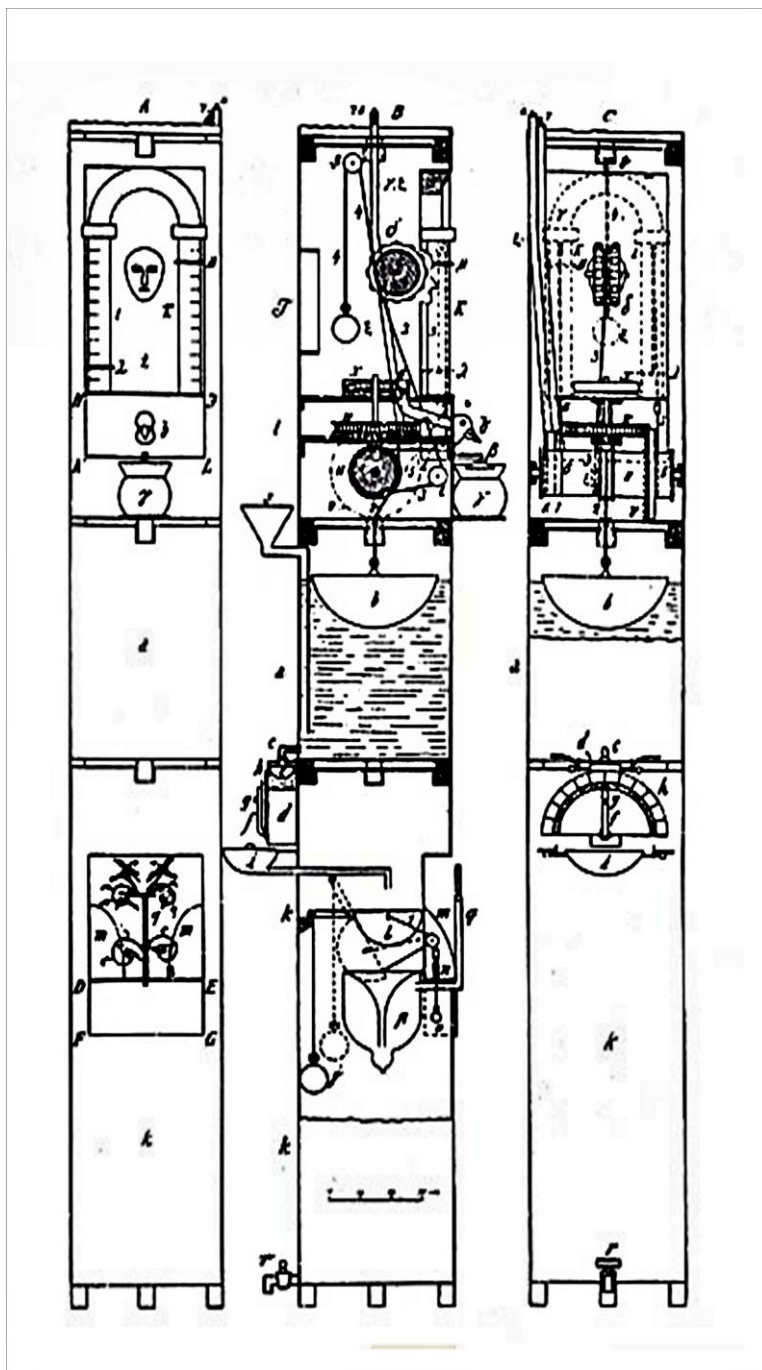


Εικόνα 66 Προσωπογραφία του Αρχιμήδη και μια από τις ουράνιες μηχανικές σφαίρες του από νομίσμα των Συρακουσών.

Υπήρχαν και άλλοι μηχανισμοί;

Πρέπει να υπήρχαν πολλές τέτοιες αρχαίες ουράνιες σφαίρες, μεγάλες και χρηστικές, διότι έχουν βρεθεί πολλές μικρές τέτοιες σφαίρες που αποτελούν ομοιώματα των πραγματικών και είναι αφιερώματα, δηλαδή τάματα σε αρχαίους Ελληνικούς ναούς. Πάρα πολλά έχουν βρεθεί στην Θεσσαλία, στην Ολυμπία, αλλά και σε άλλα μέρη, από την νότια Ελλάδα μέχρι τον ποταμό Ίστρο (Δούναβη), που δείχνει ότι οι ουράνιες αυτές σφαίρες ήταν πολύ δημοφιλείς, αλλά και σημαντικές για να τις αφιερώσει κάποιος στον ναό. Για αυτό κατασκευάζουν πλήθος ομοιωμάτων ουρανίων σφαιρών ήδη από τον 8^ο αιώνα π.Χ. που τις χαρίζουν στους ναούς. Συνεπώς αυτές οι ουράνιες σφαίρες είναι οικείες και αγαπητές στους Έλληνες και όσους είχαν Ελληνική παιδεία και οι οποίοι επεκτείνονταν μέχρι τα όρια του Δούναβη αλλά και βορειότερα στην χώρα του Υπερβορείου Απόλλωνα. Τα ποτάμια

αποτελούσαν τότε, όπως και σήμερα, έναν από τους πιο σημαντικούς δρόμους της Ευρώπης συνδέοντας έτσι σχεδόν όλη την Ευρώπη με όλα τα ποτάμια και τις θάλασσες, που είναι οι μεγάλες λεωφόροι της αρχαιότητας που επέτρεψαν να αναπτυχθεί ο πολιτισμός μέσω της Μεσογείου.



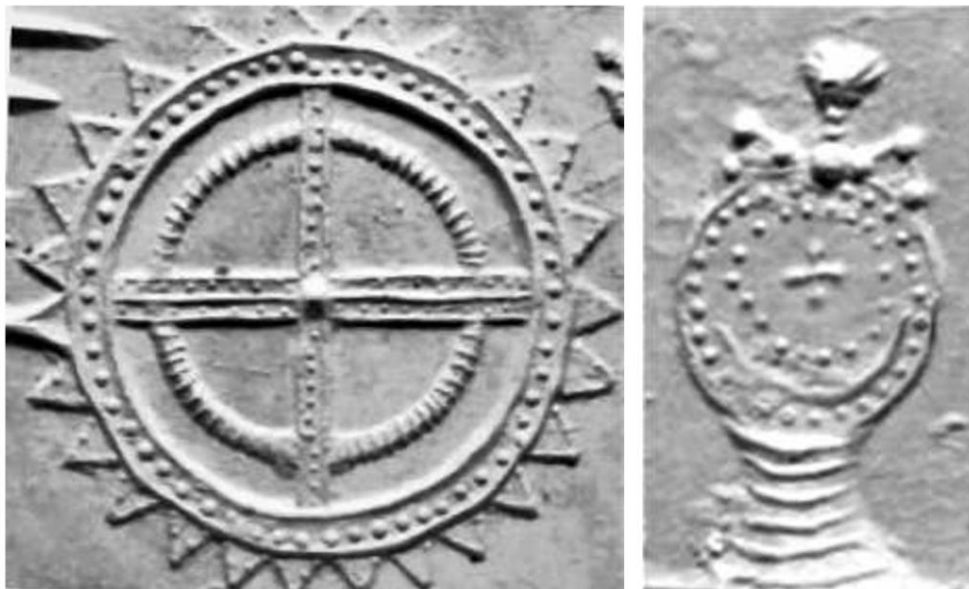
Εικόνα 67 Το μηχανικό ρολόι με αυτοματισμούς του Αρχιμήδη. Απεικονίζεται ο τρόπος λειτουργίας του με βάρη και αντίβαρα, και υδραυλικό ρυθμιστή του χρόνου. Από το βιβλίο Ε. Σταμάτη, Αρχιμήδους Άπαντα Εκδ. ΤΕΕ.

Ασφαλώς ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, που εκτιμούμε ότι κατασκευάστηκε γύρω στα 150 με 100 π.Χ., δεν ήταν μοναδικός. Υπήρξαν αρκετά αρχαιότερα παρόμοια μηχανήματα και ασφαλώς και πολύ περισσότερα μεταγενέστερα, όπως διαβάζουμε σε αρχαία κείμενα. Οι γραπτές αρχαίες πηγές έχουν περιγραφές παρόμοιων μηχανημάτων και έχουμε αρκετούς πολύ βάσιμους λόγους να θεωρούμε ότι παππούς του Μηχανισμού των Αντικυθήρων είναι ο Αρχιμήδης και πατέρας του ο σημαντικότερος αστρονόμος Ίππαρχος, ενώ οι ρίζες του πηγαίνουν στην Αλεξάνδρεια με το Μουσείο της (Πανεπιστήμιο και Ερευνητικό κέντρο), που για αιώνες είχε τα σκήπτρα των επιστημών, και την κοιτίδα των επιστημών Αθήνα με την Ακαδημία του Πλάτωνα και το Λύκειο του Αριστοτέλη, την μήτρα της φιλοσοφίας Ιωνία αλλά και την Μακεδονία και την Θράκη με τον Ορφέα, με ρίζες στις εποχές του Προμηθέα και του Ηφαίστου και των Μουσών.

Η τεχνολογία που ήταν απαραίτητη για την κατασκευή ενός μηχανισμού τέτοιας πολυπλοκότητας και ακρίβειας έχει τις ρίζες της στις Συρακούσες. Εκεί ο Διονύσιος, τύραννος της μέγιστης αυτής ελληνικής πόλης, είχε φτιάξει το πρώτο ερευνητικό κέντρο. Έτσι είχε τους ικανότερους επιστήμονες και τεχνικούς και τεχνίτες για να κατασκευάζουν κατάλληλα προηγμένης τεχνολογίας όπλα, ώστε να μπορέσει να αντιμετωπίσει τους μεγάλους εχθρούς των Ελλήνων που ήταν στην Σικελία και την Μεγάλη Ελλάδα, δηλαδή την Νότια Ιταλία που είχε αποικηθεί από Έλληνες στην διάρκεια πολλών αιώνων, τους Καρχηδόνιους, απόγονους των Φοινίκων στην Βόρειο Αφρική.

Ο Θέων ο Αλεξανδρεύς, που γεννήθηκε γύρω στο 330 και αποβίωσε το 400 μ.Χ., ήταν σημαντικότερος φιλόσοφος, μαθηματικός, και αστρονόμος της Βιβλιοθήκης της Αλεξάνδρειας, τελευταίος διευθυντής του Μουσείου, που είναι Πανεπιστήμιο και ερευνητικό κέντρο, σύγχρονος του Πάππου. Ο Θέων είναι ο πατέρας της φημισμένης μαθηματικού και νεοπλατωνικής φιλοσόφου Υπατίας, δίνει μια λεπτομερή περιγραφή παρόμοιου μηχανήματος στο βιβλίο του *Σχόλια*

*εις τους Προχείρους Κανόνας τοῦ Θέωνος.*⁶² Είναι πολύ πιθανό, ότι ο ίδιος είχε χειρισθεί, ίσως και κατασκευάσει τέτοιον Πίνακα ή Πινακίδιο, αφού ήταν σημαντικότερος αστρονόμος. Παρόμοια ενδιαφέροντα κείμενα διαβάζουμε στον Πτολεμαίο, τον Ηλιόδωρο, τον Παύλο τον Αστρονόμο⁶³.



Εικόνα 68 Ο Μινωικός αστρονομικός υπολογιστής. Προσδιορίζει τις φάσεις τις Σελήνης, την έναρξη κάθε μήνα και προβλέπει τις εκλείψεις. Αρχαιολογικό Μουσείο Ηρακλείου. ΜΑΑ, Tsikritsis κ.α. 2013

Ο προϊστορικός υπολογιστής της Κρήτης

Στην αρχαία Κρήτη, στο Παλαίκαстро βρέθηκε και ο αρχαιότερος υπολογιστής, πιθανώς του 15^{ου} αιώνα π.Χ., που βρίσκεται σήμερα

⁶² Commentarium Parvum.

⁶³ Επίσης γνωστός ως Παύλος Αλεξανδρινός, ήταν Έλληνας αστρονόμος του 4ου αιώνα. Είναι διάσημος για το έργο του με τίτλο *Εισαγωγή* [στην αστρονομία], γραμμένο γύρω στο 378 μ.Χ., το οποίο παρέχει έναν ολοκληρωμένο οδηγό για την ελληνιστική αστρολογία. Αυτό το κείμενο επηρέασε σημαντικά την περαιτέρω ανάπτυξη της βυζαντινής, ισλαμικής και δυτικοευρωπαϊκής αστρολογίας.

στο Μουσείο του Ηρακλείου.⁶⁴ Πρόκειται για ένα φορητό σεληνοηλιακό ημερολόγιο, που είναι σχεδόν αντίγραφο του Στόνχεντζ, με κάποιες παραλλαγές. Αξιοσημείωτο είναι ότι ο Υπολογιστής του Παλαίκαστρου είναι μήτρα σκαλισμένη σε πέτρα που αντέχει να γίνουν πολλά αντίγραφα από χαλκό. Από την ύπαρξη αυτής της μήτρας συμπεραίνουμε φυσικά ότι φτιάχνονταν πολλοί τέτοιοι φορητοί αστρονομικοί υπολογιστές που προσδιόριζαν τις φάσεις της Σελήνης, την έναρξη κάθε μήνα και πρόβλεπαν και τις εκλείψεις Ηλίου και Σελήνης· πράγμα που μοιάζει απίστευτο. Από τις ομοιοτητές του με το Στόνχεντζ γίνεται φανερό ότι υπάρχει μια *επιστημόσφαιρα*, ένας χώρος ανάπτυξης της επιστήμης και της διάχυσης των γνώσεων, της εκπαίδευσης δηλαδή, όπου οι άνθρωποι έχουν αστρονομικές γνώσεις και επιστημονικές γενικότερα και ανταλλάσσουν ιδέες, γνώσεις και πρακτικές. Υπάρχει δηλαδή επαφή μεταξύ των σοφών σε πανευρωπαϊκή κλίμακα και έτσι μπορούμε να κατανοήσουμε και να ερμηνεύσουμε την ομοιότητα ανάμεσα στο Στόνχεντζ και τον αστρονομικό υπολογιστή του Παλαίκαστρου.

Υπήρχαν ασφαλώς πολλοί παρόμοιοι μηχανισμοί από την αρχαιότητα. Ο κατασκευαστής του οργάνου αυτού, του Μηχανισμού των Αντικυθήρων, σίγουρα είχε φτιάξει και άλλα. Με βεβαιότητα είχε φτιάξει ένα για τον εαυτό του. Αν το μηχανήμα που έχουμε στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο προοριζόταν για τον κατασκευαστή του, δεν θα είχε οδηγίες χρήσης και είναι βέβαιο ότι πριν από την κατασκευή αυτού του πολύπλοκου οργάνου προηγήθηκε η κατασκευή άλλων απλούστερων εκδοχών του μηχανισμού, με λιγότερες λειτουργίες τους προηγούμενους αιώνες ή έστω δεκαετίες.

Ο μηχανισμός του Αργέστιου Χρωμάτιου

⁶⁴ τον οποίο μελετάει ο κ. Μηνάς Τσικριτσής και οι συνεργάτες του.

Μαθαίνουμε από ένα αρχαίο κείμενο ότι κάποιος στη Ρώμη είχε πληρώσει 200 λίβρες⁶⁵ (περίπου 43 με 65 κιλά) χρυσάφι για να αποκτήσει ένα τέτοιο πολύτιμο και χρυσοποίκιλτο μηχανισμό με πολύτιμα πετράδια στους δείκτες των πλανητών της Σελήνης και του Ηλίου, που ήταν μέσα σε ένα περίτεχνο υάλινο δοχείο (*cubiculum vitruum*) για να προστατεύεται και να εντυπωσιάζει περισσότερο. Ο Αργέστιος Χρωμάτιος, κυβερνήτης της Ρώμης, τον 7^ο αιώνα μ.Χ., μας πληροφορεί ότι είχε έναν τέτοιο μηχανισμό με δείκτες που είχαν την μορφή Δαιμόνων (θεοτήτων) και έδειχναν με τα χέρια τους την θέση των πλανητών. Ο παππούς του Αργέστιου Χρωμάτιου είχε πληρώσει 200 λίβρες (περίπου 43 έως 65 κιλά) χρυσό. Ο μηχανισμός του Αργέστιου Χρωμάτιου ήταν καλυμμένος με ένα υάλινο κουβούκλιο για προστασία και καταστράφηκε αργότερα από τον ιδιοκτήτη του, επειδή θεωρήθηκε «διαβολικός», και ως εκ τούτου επικίνδυνος.⁶⁶ Είναι ενδεχόμενο ο μηχανισμός του Αργέστιου να είναι το πλανητάριο του Αρχιμήδη που είχε πάρει ο Μάρκελλος; Δύσκολο να μάθουμε.

Ο Αρχιμήδης και ο Μηχανισμός

Υπάρχει επίσης η σημαντικότερη περιγραφή της [μηχανικής και αυτόματης Ουράνιας] Σφαίρας του Αρχιμήδη, που από τις περιγραφές γνωρίζουμε ότι ήταν Μηχανική Ουράνια Σφαίρα, πιθανότατα αυτόματη, που έδειχνε τις θέσεις των πλανητών και των λοιπών ουράνιων σωμάτων, δηλαδή ήταν ένα Πλανητάριο.

Ο Αρχιμήδης (287-212 π.Χ.) ζει στις Συρακούσες, σε μια Ελληνική πόλη που ιδρύθηκε από Κορίνθιους και Τενεάτες το 734 π.Χ.. Την εποχή του Αρχιμήδη ήταν πολλές φορές μεγαλύτερη από την Αθήνα, πιθανώς με πληθυσμό 200.000 άτομα. Πρέπει να αντιληφθούμε το

⁶⁵ Η Ρωμαϊκή λίβρα κατά την αρχαιότητα ήταν μονάδα βάρους που το βάρος της άλλαζε με τους αιώνες, γύρω στα 327 γραμμάρια και κατά άλλους 260 γραμμάρια και όχι 453,6 όπως είναι σήμερα.

⁶⁶ King, H.C. and Millburn, J.R., 1978. Geared to the stars. The evolution of planetariums, orreries and astronomical clocks. Toronto: University of Toronto Press.

περιβάλλον που γεννιέται, μεγαλώνει και ανδρώνεται ο Αρχιμήδης. Ο σημαντικότερος Ρωμαίος φιλόσοφος, ο Κικέρων, ονομάζει τις Συρακούσες ωραιότατη και καταστόλιστη πόλη, την οποία σε μεγάλο βαθμό έκανε μεγάλη, πλούσια και σημαντικότερη ο τύραννος Διονύσιος ο Πρεσβύτερος του Ερμοκράτη, (431-367 π.Χ.) που έζησε δυο αιώνες πριν τον Αρχιμήδη. Η λέξη τύραννος τότε δεν είχε την σημερινή σημασία, αλλά σήμαινε άρχοντας, βασιλέας, πρόεδρος θα λέγαμε σήμερα. Ο Διονύσιος, γνωστός και για την Δαμόκλειο σπάθη που είχε κρεμασμένη πάνω από το κεφάλι του, για να του θυμίζει ότι αν δεν παίρνει τις σωστές αποφάσεις κινδυνεύει από τον λαό, δημιουργεί ένα τεράστιο ερευνητικό κέντρο με επιστήμονες, μηχανικούς και σοφούς από όλο τον κόσμο. Από τους επιστήμονες του Διονυσίου μελετώνται οι επιστήμες, η τεχνολογία και οι τέχνες, κυρίως με εφαρμογή στα όπλα και τα πλοία επειδή η Σικελία αντιμετωπίζει σημαντικότητα απειλή από την βόρειο Αφρική, από τους Καρχηδόνιους και Τυνήσιους.

Ο Αρχιμήδης μεγάλωσε σε ένα σπίτι, όπου ο πατέρας του Φειδίας είναι μαθηματικός και αστρονόμος, όπως λέει ο ίδιος, σε μια πόλη που έχει πολύ καλή παράδοση στην επιστημονική έρευνα για δυο τρεις αιώνες πριν την γέννησή του. Το έργο του Αρχιμήδη στην γεωμετρία και τα μαθηματικά είναι απaráμιλλο, όπως γράφει ο Πλούταρχος, και όπως έχουμε διαπιστώσει από μελέτες του έργου του και ιδίως του έργου του που βρέθηκε στο παλίμψηστο βυζαντινό χειρόγραφο.

Ο Αρχιμήδης είναι και σημαντικότερος αστρονόμος. Είχε κατασκευάσει πολλά αστρονομικά όργανα και ρολόγια. Όπως μας πληροφορεί ο Πλούταρχος, είχε μετρήσει και την γωνιακή διάμετρο του Ηλίου⁶⁷. Ωστόσο, ακόμα και αυτά που ο Αρχιμήδης θεωρεί πάρεργα, όπως μας πληροφορεί ο Πλούταρχος, είναι σημαντικότερα για την επιβίωση της πατρίδας του Σικελίας και ειδικότερα των κραταιών Συ-

⁶⁷ *Αρχιμήδην άνευρόντα τῇ γωνίᾳ τὴν διάμετρον τοῦ ἡλίου τηλικούτον τοῦ μεγίστου κύκλου μέρος οὔσαν*, από το βιβλίο του Πλούταρχου *Non posse suaviter vivi secundum Epicurum* Δεν μπορούμε να ζήσουμε ευτυχισμένοι ακολουθώντας τον Επίκουρο.

ρακουσών. Ο βασιλιάς Ιέρων⁶⁸ μάλιστα πείθει τον Αρχιμήδη να στραφεί και προς τις πρακτικές εφαρμογές, για να συνδράμει κρισιμότατα στην άμυνα της πόλης. Χαρακτηριστικό είναι ότι ο Αρχιμήδης είχε φτιάξει καταπέλτες που έριχναν πέτρες 270 κιλών και γερανούς με αρπάγες, μεταλλικές δαγκάνες, μεταλλικά χέρια και κατέστρεφε τα πλοία των Ρωμαίων που πολιορκούσαν την πόλη⁶⁹ σπάζοντάς τα στα βράχια, ή κρατώντας τα μετέωρα περιδινίζοντάς τα, αφήνοντας τους ναύτες να φεύγουν βουτώντας στο νερό ή ρίχνοντας μολύβδινα⁷⁰ βλήματα. Οι Ρωμαίοι τον φοβόντουσαν τόσο πολύ, που μόλις εμφανιζόταν οτιδήποτε πάνω από τα τείχη της πόλης, που είχαν μήκος 28 χιλιόμετρα, έτρεχαν να φύγουν μακριά για να προφυλαχθούν. Σημαντικότατο επίτευγμα του Συρακόσιου μαθηματικού θεωρείται η καύση του στόλου των Ρωμαίων με χρήση εφεύρεσης συστοιχίας πολλών εξαγωνικών κατόπτρων,⁷¹ δηλαδή είναι ο εφευρέτης της διά-

⁶⁸ ὣν ὡς μὲν ἔργον ἄξιον σπουδῆς οὐδὲν ὁ ἀνὴρ προὔθετο, γεωμετρίας δὲ παιζούσης ἐγγέγονει πάρεργα τὰ πλεῖστα, πρότερον φιλοτιμηθέντος Ἰέρωνος τοῦ βασιλέως καὶ πείσαντος Ἀρχιμήδη τρέψαι τι τῆς τέχνης ἀπὸ τῶν νοητῶν ἐπὶ τὰ σωματικά, καὶ τὸν λόγον ἁμῶς γέ πως δι' αἰσθήσεως μείζοντα ταῖς χρδαίαις ἐμφανέστερον καταστήσαι τοῖς πολλοῖς.

⁶⁹ τὰς δὲ χερσὶ σιδηραῖς ἢ στόμασιν εἰκασμέναις γεράνων ἀνασπῶσαι πρῶραθεν ὀρθὰς ἐπὶ πρύμναν ἐβάπτιζον, ἢ δι' ἀντιπόνων ἔνδον ἐπιστρεφομένων καὶ περιεγομένων τοῖς ὑπὸ τὸ τείχος ἐκπεφυκόσι κρημοῖς καὶ σκοπέλοις προσήρασον, ἅμα φθόρῳ πολλῷ τῶν ἐπιβατῶν συντριβομένας. πολλὰκις δὲ μετέωρος ἐξαρθεῖσα ναὺς ἀπὸ τῆς θαλάσσης δεῦρο κάκεισε περιδινουμένη καὶ κρεμαμένη θέαμα φρικῶδες ἦν, μέχρι οὗ τῶν ἀνδρῶν ἀπορριφέντων καὶ διασφενδονηέντων κενὴ προσπέσοι τοῖς τείχεσιν.

Και με σιδερένια χέρια ἢ με στόματα που ἔμοιαζαν με γερανούς, ἔσερναν τα πλοία ἀπὸ τὴν πλῶρη ὀρθὰ μέχρι τὴν πρύμνη ἢ τα ἔβαζαν στα βράχια καὶ στους βράχους που ἦταν κάτω ἀπὸ τα τείχη καὶ συντρίβονταν ἀπὸ τὴ μεγάλη περιστροφή. Ἐνα πλοίο που εἶχε σηκωθεί ἀπὸ τὴ θάλασσα καὶ στριφογύριζε καὶ κρεμόταν στον αέρα ἦταν ἓνα τρομακτικὸ θέαμα. Οἱ ἄντρες πετάγονταν καὶ ἐκσφενδονίζονταν στὴν θάλασσα πρὶν τα πλοία πέσουν ἄδεια στα τείχη

⁷⁰ καὶ πλίνθοι μολίβου πρὸς τοὺς ἐπιτιθεμένους ἠφίεντο

⁷¹ κάτοπτρον γάρ τι πρὸς τὸν ἥλιον ἀνατείνας τὴν τε ἀκτῖνα αὐτοῦ ἐς αὐτὸ εἰσεδέξατο καὶ τὸν αέρα ἀπ' αὐτῆς τῇ πυκνότητι καὶ τῇ λειότητι τοῦ κατόπτρου πυρώσας φλόγα τε μεγάλην ἐξέκαυσε καὶ πᾶσαν αὐτὴν ἐς τὰς ναὺς ὑπὸ τὴν τοῦ πυρὸς ὁδὸν ὁρμούσας ἐνέβαλε καὶ πάσας κατέκαυσεν. ἀπογνοὺς οὖν ὁ Μάρκελλος τὴν πόλιν αἰρήσειν διὰ τὸ τοῦ Ἀρχιμήδους εὐμήχανον.

ταξης των κατόπτρων που η NASA βάζει στο νέο διαστημικό τηλεσκόπιο James Webb, που πιο σωστά θα έπρεπε να ονομαστεί τηλεσκόπιο Αρχιμήδη.

Ο Αρχιμήδης είναι ο πρώτος επιστημονικός μελετητής των μοχλών⁷², με την γνωστή φράση του, ότι με τους μοχλούς μπορεί να κινήσει και την Γη: «*τοῦτο γὰρ Ἀρχιμήδους μὲν εὕρημα λέγεται μηχανικόν, ἐφ' ᾧ λέγεται εἰρηκέναι· δός μοι, φησί, ποῦ στῶ, καὶ κινῶ τὴν γῆν*». Ο Αρχιμήδης πολύ πριν τον Ήρωνα είχε κατασκευάσει πολύπλοκα αυτόματα ρολόγια που έπαιρναν κίνηση από ομαλή και περιοδική, επαναλαμβανόμενη κίνηση ύδατος (εγκύκλιο), με ροπές που δημιουργούνται με την χρήση μοχλών, σπάγκων και νεύρων. Από τρία διαφορετικά αραβικά κείμενα που περιγράφουν το ρολόι του Αρχιμήδη, —τα ελληνικά καταστράφηκαν ή δεν διασώθηκαν, ίσως διότι κανείς δεν ενδιαφερόταν στις ελληνικές βιβλιοθήκες να έχει αυτό το έργο—, μαθαίνουμε ότι το ρολόι του Αρχιμήδη ήταν πολύπλοκο, είχε αυτόματα που λειτουργούσαν κάθε ώρα, όπως τα ρολόγια με κούκους σήμερα.

Δέκα τουλάχιστον συγγραφείς, Έλληνες και Λατίνοι, μας πληροφορούν για την μηχανική ουράνια Σφαίρα (ή πιο σωστά πλανητάριο) του Αρχιμήδη, όπως ο Πάππος, ο Πρόκλος, ο Σέξτος, Εμπειρικός, ο μέγας Κικέρων (σε τέσσερις περιγραφές), ο Μαρτιανός Καπέλα, ο Οβίδιος και ο Τερτουλιανός. Ο Σέξτος⁷³ θαυμάζει *την Αρχιμήδειον*

Τὰ δὲ Ἡρωνος καὶ Ἀρχιμήδους, ἐφ' οἷς αὐτὸς πεποίηκα χαλκεύων ἐτράνωσα ἀπὸ σίφωνός τε καμπύλου τὸ ὕδωρ ἠώρησα· καὶ τετρημένον ἄγγος ἐπέχον τοῦτο ἐποίησα ἐξ αὐτοῦ τε τοῦ στομίου δύο τῶν ὑγρῶν φύσεων ἀμίκτως ἐξέχεον· καὶ βοῦν ἄθρόον τοῦ νάματος σπῶντα τοῖς πολλοῖς ὑμῖν ἐπ' ὅψεσι τέθεικα, μελαγκορύφῳ φωνὴν ἐνήκα καὶ χαλκαῖς πτερύγεσιν ἐχαρισάμην αὐτόματον κίνησιν· κάτοπτρόν τέ μοι ἐξείργαστο ἄφ' οὗ δὴ πῦρ αὐτομάτως ἐξαλλόμενον τὸ ἐκ διαστήματος παρατιθέμενον παραδόξως τεφροῖ.

⁷² καὶ μέντοι καὶ Ἀρχιμήδης, Ἰέρωνι τῷ βασιλεῖ συγγενὴς ὢν καὶ φίλος, ἔγραψεν ὡς τῇ δοθείσῃ δυνάμει τὸ δοθὲν βάρος κινήσαι δυνατόν ἐστι, καὶ νεανιευσάμενος ὡς φασὶ ῥώμῃ τῆς ἀποδείξεως εἶπεν ὡς *εἰ γῆν εἶχεν ἑτέραν, ἐκίνησεν ἂν ταύτην μεταβάς εἰς ἐκείνην*.

⁷³ Ο Σέξτος Εμπειρικός γράφει: τὴν γοῦν Ἀρχιμήδειον σφαῖραν θεωροῦντες σφόδρα ἐκπληττόμεθα, ἐν ᾗ ἡλιός τε καὶ σελήνη κινεῖται καὶ τὰ λοιπὰ τῶν ἀστέρων, οὐ μὰ Δία ἐπὶ τοῖς ξύλοις οὐδ' ἐπὶ τῇ κινήσει τούτων τεθηπότες, ἀλλ' ἐπὶ τῷ τεχνίτῃ καὶ ταῖς κινούσαις αἰτίαις.

σφαίραν, «στην οποία ο Ήλιος και η Σελήνη κινούνται, όπως και τα άλλα άστρα και μά τον Δία αυτό που θαυμάζω δεν είναι τα ξύλα και τις κινήσεις, αλλά τον τεχνήτη [Αρχιμήδη] και το σύστημα που τα κινεί αυτομάτως».

Η μια από τις περίφημες Σφαίρες του Αρχιμήδη μαθαίνουμε ότι ήταν γυάλινη, και αναπαριστούσε ρεαλιστικά τις κινήσεις των ουρανίων σωμάτων, της Σελήνης, του Ηλίου, των πλανητών στον ζωδιακό κύκλο και των αστεριών. Το μόνο σχετικό έργο που έγραψε ο Αρχιμήδης είναι *Περί Σφαιροποιίας*, δηλαδή πώς να φτιάχνεις ουράνιες μηχανικές σφαίρες. Δυστυχώς αυτό χάθηκε, γιατί δεν το αντέγραφαν στις βιβλιοθήκες, μάλλον επειδή δεν το καταλάβαιναν. Ο Κάρπος μάλιστα διαμαρτύρεται, γιατί δεν έγραψε άλλα τέτοια έργα ο Αρχιμήδης.⁷⁴

Υπάρχουν ωστόσο πολλά συγγράμματά του Αρχιμήδη με τίτλους: «Περὶ κατοπτρικῶν» και «Περὶ τοῦ κύκλου», «Περὶ σφαίρας καὶ κυλίνδρου». Οι τίτλοι των έργων του που γνωρίζουμε είναι: *Αριθμητικά, Περί παραλλήλων γραμμών, Περί τριγώνων, Προοπτική, Ισορροπία, Βαρουλκός, Στοιχεία μηχανικών, Υδροσκοπία, Πνευματική, Κατοπτρικά, Περί κοίλων και παραβολικών κατόπτρων, Επισίδια [πρόσθετα] βιβλία, Πλινθίδες και κύλινδροι, Περί τετραπλεύρου, Περί ζευγών, Περί των δεκατριών πολυέδρων, Ισοπεριμετικά, Καύσις δια κατόπτρων, Περί Αρχιτεκτονικής, Περί βαρύτητος και ελαφρότητος, Περί δρομομέτρων, Περί κέντρου βάρους ή Κεντροβαρικά, Στοιχεία επί των στηρίξεων, Περί σφαιροποιίας*⁷⁵. Από την τεράστια ποικιλία φαίνεται ότι ήταν σοφός υπερεμπιστήμονας με γνώση και κυρίως με μελέτες και λύσεις για όλα, θεωρητικά και πρακτικά, από την θεωρητική γεωμε-

⁷⁴ Κάρπος δέ πού φησιν ὁ Ἀντιοχεὺς Ἀρχιμήδῃ τὸν Συρακόσιον ἔν μόνον βιβλίον συντεταχέναι συντάξαι, μηχανικὸν τὸ κατὰ τὴν σφαιροποιάν, τῶν δὲ ἄλλων οὐδὲν ἤξιωκέναι καὶ ἡ σφαιροποιία κατὰ μίμησιν τῶν οὐρανίων περιφορῶν, οἷαν καὶ Ἀρχιμήδης ἐπραγματεύσατο.

⁷⁵ Ἰωάννη Τζέτζη ἢ Ἰωάννου τοῦ Τζέτζου (1110-1180), *Βιβλίον ἱστορικόν τοῦ δια στίχων πολιτικῶν, ἄλφα καλούμενον. Σύνοψις ἱστοριῶν* (Leo6.34.22) προσέκειτο δὲ τοῖς μαθήμασιν ὁ τοιοῦτος βασιλεὺς, καὶ μάλιστα τῇ περὶ τὴν ἀστρονομίαν ἀποτελεσματικῇ. καὶ στιχηρὰ δὲ μελίσας τῇ ἐκκλησίᾳ παρέδωκε ψάλλεσθαι πάσης ἡδύτητος ἀνάπλεα. καὶ ἐπιστολαὶ δὲ αὐτοῦ καὶ ἄλλα πονήματα πάσης παιδεύσεως περίπλεα φέρονται, πρὸς τὸν ἀρχαῖον χαρακτήρα ἀποτετορευμένα. ἀνέγνωσε δὲ καὶ τὰ Ἀρχιμήδεια ἀκριβῶς καὶ ὡς οὐδεὶς ἕτερος τῶν κατ' αὐτόν.

τρία μέχρι την αρχιτεκτονική. Τα έργα του Αρχιμήδη θεωρούνται διαχρονικά σημαντικότερα, τόσο που ο ιστοριογράφος Ιωάννης Σκυλίτζης (1040-1101 μ.Χ.), γράφοντας την βιογραφία του Αυτοκράτορα Λέοντα ΣΤ΄ του Σοφού (866-912), αναφέρει ότι ο αυτοκράτωρ είχε διαβάσει τα έργα του Αρχιμήδη, τα οποία είχε κατανοήσει όπως κανείς άλλος. Ο Λέων ΣΤ΄ δημιούργησε την Μακεδονική Αναγέννηση, όπως λέγεται με την καλλιέργεια των επιστημών, τεχνών,

Υποστηρίζω ότι επειδή τα έργα του Αρχιμήδη ήταν τόσο δύσκολα με τα μαθηματικά που περιείχαν και επειδή δεν υπήρχαν αντάξιοι αναγνώστες χάθηκαν, διότι δεν αντιγράφονταν από τους αντιγραφείς αφού δεν υπήρχε αναγνωστικό κοινό. Αυτή ακριβώς η δυσκολία των έργων του οδήγησε στο να χαθούν, όπως και πολλά άλλα επιστημονικά βιβλία, διότι οι βιβλιοθήκες δεν τα παράγγελναν, και έτσι χάθηκαν για πάντα.

Μια πολύ σημαντική πληροφορία που έμεινε στην αφάνεια είναι – όπως μας πληροφορεί ο Πάππος–, ότι όλα αυτά τα δημιούργησε ο ίδιος ο Αρχιμήδης, ο οποίος επινόησε θεωρητικά με γεωμετρία και με αριθμητική όσα απαιτούντο για την κίνηση των ουρανίων σωμάτων. Το έργο του Αρχιμήδη *Περί Σφαιροποιίας* αναφερόταν στην κατασκευή ουράνιας μηχανικής σφαίρας (πλανηταρίου) και είναι μεγάλη ατυχία που δεν διασώθηκε σε καμιά βιβλιοθήκη ούτε σε μετάφραση, Λατινική ή Αραβική. Η σφαιροποιία, μάς πληροφορεί ο Πρόκλος, αναφερόταν στη μίμηση των κινήσεων των ουρανίων σωμάτων και των κινήσεων των υλικών σωμάτων γενικά, δηλαδή ήταν ένα έργο θεωρητικής αστρονομίας και κινηματικής, θεωρητικής μηχανικής. Σε αυτές τις αστρονομικές κατασκευές ο Αρχιμήδης, για να κατασκευάσει δηλαδή την ουράνια μηχανική σφαίρα που μιμείται τις περιφορές των ουρανίων σωμάτων, χρησιμοποιούσε την *οργανοποιητική*. Αυτήν την τέχνη της κατασκευής μηχανών είχε αναπτύξει, όταν κατασκεύαζε πολεμικές μηχανές, πολυβόλα τόξα και επαναληπτικές βαλλίστρες. Με αυτά τα όπλα πολεμούσε σχεδόν μόνος –αν και ήταν ήδη γέρος– τους Ρωμαίους και διατήρησε ελεύθερη την πατρίδα του, τις Συρακούσες, για πολύ μεγάλο διάστημα. Όπως αποδεικνύει η μελέτη μας, ασφαλώς ο Αρχιμήδης είχε μαθητές με τους οποίους εργαζόταν.

Σε ένα αραβικό χειρόγραφο⁷⁶ έχει επιζήσει το όνομα Αρίστων ενός εξ αυτών, στον οποίο ο Αρχιμήδης εξηγεί πώς κατασκευάζονται τα υδραυλικά ρολόγια. Δυστυχώς δεν έχουμε λεπτομερή περιγραφή με τεχνικά σχέδια του πλανηταρίου του Αρχιμήδη ούτε της Μηχανικής Ουράνιας Σφαίρας που ήταν μέσα σε μια γυάλινη σφαίρα, διότι χάθηκε το σχετικό σύγγραμμα. Όσο για τα όργανα, τα πήρε ο κατακτητής των Συρακουσών Μάρκελλος μετά τον φόνο του Αρχιμήδη από τους Ρωμαίους. Έχουμε ωστόσο τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων.

Εκτός από τα *Βασιλικά Πινακίδια* είναι δεδομένο από αρχαία κείμενα, ότι υπήρχαν και φθηνότερες κατασκευές, π.χ. φτιαγμένες από ξύλο, που ήταν –όπως εκτιμώ– πολύ απλούστερες μορφές του μηχανισμού. Οι επιστήμονες χρειάζονται ίσως πολύ πιο απλούς μηχανισμούς, με λιγότερες λειτουργίες, προορισμένους για συγκεκριμένη χρήση. Ενδεχομένως θα μπορούσαν να τους έχουν και να τους χρησιμοποιούν φιλόσοφοι, δάσκαλοι, αστρονόμοι, στις σχολές τους, δηλαδή στα πανεπιστήμια της αρχαίας εποχής, όπως μας λέει ο Κικέρων, αλλά και γεωγράφοι, στρατιωτικοί, ακόμη και πλοίαρχοι μεγάλων πλοίων, όπως το τεράστιο πανάκριβο πλοίο των Αντικυθήρων.

Εξαιρετικά ενδιαφέρουσα είναι η περιγραφή του Μηχανισμού του Αρχιμήδη που διαβάζουμε και στις «*Τουσκουλιανές Διατριβές*» (XXV, 63), του Κικέρωνα, μέγιστης προσωπικότητας της ρωμαϊκής πολιτικής, που σπούδασε στην Αθήνα, την Ιωνία και την Ρόδο, στην Σχολή του Ποσειδώνιου. Στο έργο του αναφέρει ότι ο Αρχιμήδης δείχνει την Σελήνη, τον Ήλιο, και τους πλανήτες, που βρίσκονται σε μιαν ουράνια σφαίρα που μοιάζει με αυτήν που ο Πλάτων περιγράφει ότι έχει ο Θεός στον «*Τίμαιο*», και ότι με μια στροφή παράγονται και ρυθμίζονται οι αργές και οι ταχείες ανισοταχείς κινήσεις των ουρανίων σωμάτων.

Παρόμοια αναφέρεται και σε άλλο κείμενό του ο Κικέρων (*Περί πολιτείας*,. *De re publica*, 51 π.Χ), όπου πληροφορούμαστε ότι η Σφαίρα, που είχε κρατήσει ο Μάρκελλος για τον εαυτό του, μεταφέρεται στην βίλα του στην Ρώμη. Επίσης ο Σουλπίκιος Γάλλος περιγράφει την εξέλιξη της ουράνιας σφαίρας· από την απλή σφαίρα του Θαλή στην κρι-

κωτή σφαίρα του Πλάτωνα και την μετεξέλιξή της με βάση τις θεωρίες του Ευδόξου· παρουσιάζει επίσης τις περιγραφές του ποιητή Αράτου, για τον οποίο επισημαίνει ότι δεν ήξερε αστρονομία και συνεπώς η περιγραφή του δεν είναι ακριβής. Το αξιοθαύμαστο, μας πληροφορεί ο Κικέρων, είναι ότι μια κίνηση (όπως στον Μηχανισμό των Αντικυθήρων) μας δίνει όλες τις ανισοταχείς μεταβλητής ταχύτητας κινήσεις των ουρανίων σωμάτων, στις περιφορές των πλανητών.

Η Σφαίρα του Αρχιμήδη έχει και τις προβλέψεις των εκλείψεων, όπως ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων και, μάλιστα, εκτιμώ ότι η πρόβλεψή του βασιζόταν στους δύο κύκλους: του Μέτωνος και του Σάρου. Ο Κικέρων συνεχίζει την περιγραφή, που ουσιαστικά περιγράφει ακριβώς τις λειτουργίες του Μηχανισμού των Αντικυθήρων, με εξαίρεση τις εκλείψεις. Γράφει ο Κικέρων, ότι ο Σουλπίκιος Γάλλος θέτει σε κίνηση την Σφαίρα και αρχίζει να κινείται η Σελήνη, η οποία μετά από πολλές περιφορές επανέρχεται στην ίδια θέση σε σχέση με τον Ήλιο.

Ενδιαφέρον έχει και η περιγραφή της Σφαίρας που υπάρχει σε ένα ποίημα του Κλαύδιου Κλαυδιανού που αναφέρεται στους Νόμους της Φύσης: Σε αυτό, ο θεός Δίας βλέπει την γυάλινη σφαίρα του Αρχιμήδη και ζηλεύει, διότι ο κόπος του εμπαίζεται στην εύθραυστη σφαίρα που λειτουργεί με βάση *τους κανόνες του ουρανού*. Έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον να έχουμε έναν Ρωμαίο ποιητή που αναφέρεται στους νόμους της φυσικής, ασφαλώς επηρεασμένος από τους Ορφικούς Ύμνους.

Ο χρόνος που έχει παρέλθει στην συσκευή του μηχανισμού, όπως φαίνεται στις κλίμακες του προφανώς, είναι αυτός που απαιτείται στην φύση στην πραγματικότητα στον ουράνιο θόλο και η σφαίρα του Ηλίου περιστρέφεται επίσης και επιστρέφει στο ίδιο σημείο του ουρανού. Ενώ η Σελήνη εισέρχεται κατά καιρούς στην σκιά της Γης, όταν ο Ήλιος, η Σελήνη και η Γη είναι στην ίδια ευθεία. Σε αυτό το σημείο δυστυχώς λείπουν οκτώ σελίδες του πολύτιμου κειμένου του Κικέρωνα και έτσι δεν μαθαίνουμε περισσότερα για την λειτουργία της Σφαίρας του Αρχιμήδη από τον σημαντικότερο Λατίνο συγγραφέα και ρήτορα. Ενδιαφέρουσα είναι και η περιγραφή του Λακτάντιου στο βιβλίο του *Θρησκευολογία*: στην Σφαίρα του Αρχιμήδη, που είναι ομοίωμα του Κόσμου, η Σελήνη και ο Ήλιος επιτελούν ανισοταχείς κινήσεις που προσομοιάζουν τις πραγματικές κινήσεις που δεν είναι απλώς προ-

σπελάσεις και απομακρύνσεις, ή αυξήσεις και μειώσεις της Σελήνης. Οι ανισοταχείς κινήσεις των ουρανίων σωμάτων γίνονται ενώ ο (Μηχανικός) Κόσμος γυρίζει.

Πολύ ενδιαφέρουσα είναι και η περιγραφή του Ρωμαίου ποιητή Οβιδίου, που αναφερόμενος στη Σφαίρα του Συρακούσιου την προσομοιάζει με το Σύμπαν, όπου στο κέντρο έχει μια μικρή σφαίρα, την Γη, που ισαπέχει από τα άστρα, είναι το κέντρο βάρους του Σύμπαντος, γιατί αν δεν ήταν και αν δεν περιστρεφόταν δεν θα μπορούσε να είναι μετέωρη στον κόσμο. Πρακτικά επαναλαμβάνει την λογική της παγκόσμιας έλξης του Λεύκιππου και του Δημόκριτου.

Το πλανητάριο του Ποσειδώνιου

Το πλανητάριο του Ποσειδώνιου αναφέρεται σε μια χαμένη μηχανική κατασκευή που αναπαριστούσε τις κινήσεις των ουράνιων σωμάτων. Η βασική μας πηγή για αυτή τη συσκευή είναι ο Κικέρων ο οποίος γράφει

"Μπορώ, ωστόσο, να βεβαιώσω ότι ο Ποσειδώνιος, τον οποίο γνώρισα πρόσφατα στην Κιλικία, ότι αυτός ο εξαιρετικά σοφός άνθρωπος είχε κατασκευάσει έναν ουράνιο μηχανισμό, που κινούνταν σύμφωνα με την κίνηση του Ήλιου, της Σελήνης και των υπόλοιπων άστρων. Και επειδή το είδα αυτό πολλές φορές στο σπίτι του, δεν είναι άξιο θαυμασμού το ότι οι άνθρωποι μπορούν να μιμηθούν όσα κάνει η φύση η ίδια;"

Ο Πίναξ και οι μηχανισμοί του Πάππου

Ο μέγα μαθηματικός Πάππος από την Αλεξάνδρεια γράφει στο 8^ο βιβλίο της *Συναγωγής* του, ότι οι αρχαίοι ονομάζουν μηχανικούς τους «θαυματοποιούς» που κατασκευάζουν αυτόματα πλανητάρια, που λειτουργούν με ρευστά, αέρια ή νερό όπως ο Ήρων. Άλλοι τα

κάνουν να κινούνται με σχοινάκια, συχνά φτιαγμένα με τένοντες ζώων ή άντερα κατάλληλα επεξεργασμένα ή σύρματα (άλλοι συγγραφείς αναφέρουν και αλυσίδες), σχοινάκια που τα ονομάζουν *σπάρτα*, σε συνδυασμό με βάρη. Έτσι κατασκευάζουν αυτόματα που μιμούνται κινήσεις έμβιων όντων, ή ρολόγια που χρησιμεύουν και για την διδασκαλία της γνωμονικής, δηλαδή της τεχνικής της κατασκευής ηλιακών ρολογιών, συνεπώς και της αστρονομίας. Επομένως, υπήρχαν αρκετά παρόμοια αυτόματα πλανητάρια αφού για να χρισθεί κάποιος μηχανικός έπρεπε να κατασκευάσει ένα παρόμοιο μηχανικό σύμπαν.

Το Γρανάζι του «Αρχιμήδη»

Ξέρουμε ότι ο μέγας μαθηματικός, φυσικός, αστρονόμος και μηχανικός Αρχιμήδης είχε φτιάξει πολύπλοκα μηχανήματα, από ρολόγια μέχρι αυτόματα όπλα που έριχναν εκατό σιδερένια βέλη.⁷⁷ Τελευταία βρέθηκε το Γρανάζι της Σαρδηνίας, που ονόμασα Γρανάζι του Αρχιμήδη, διότι βρέθηκε στην αγορά της αρχαίας Ελληνικής πόλης Ολβίας της Σαρδηνίας μαζί με αντικείμενα που είναι φτιαγμένα την εποχή του Αρχιμήδη. Όταν ο εκλεκτός φίλος, Ιταλός καθηγητής κύριος Τζιοβάνη Παστόρε (Prof. Ing. Giovanni Pastore) έδωσε διάλεξη για το γρανάζι της Όλβιας στο αμφιθέατρο Ίππαρχος του Πανεπιστημίου Αθηνών, την οποία οργάνωσα στο Τμήμα Φυσικής, εισάγοντάς τον ονόμασα αυτόν τον οδοντωτό τροχό *Γρανάζι του Αρχιμήδη*. Από τότε ο κύριος Παστόρε χρησιμοποιεί αυτήν την ονομασία. Μάλιστα ο Τζιοβάνη έχει γράψει και πολύ ενδιαφέρον σχετικό βιβλίο με τον ίδιο τίτλο. Ιταλοί ειδικοί αμφισβητούν ότι το γρανάζι αυτό είναι αρχαίο και υποστηρίζουν ότι είναι σύγχρονο που βρέθηκε τυχαία παρασυρμένο από νερά μέσα στα αρχαία στρώματα, ωστόσο αυτό δεν είναι πειστικό και πρέπει να μελετηθεί περισσότερο.

⁷⁷ βλ. Ε. Σταμάτη, *Αρχιμήδους Άπαντα*, 1971-1974, ΤΕΕ

Ένας άλλος σημαντικός μηχανισμός με οδοντωτόν τροχό και κασάνια είναι ο Μηχανισμός της Δωδώνης, ίσως από πολεμικό μηχανήμα, όπως είναι ο καταπέλτης ή ο γερανός. Θα μπορούσε να είναι και από μια ύσπληγγα, η οποία είναι μηχανισμός που χρησιμοποιείται στην αφετηρία των σταδίων ώστε να εκκινούν συγχρόνως όλοι οι δρομείς στους αγώνες δρόμου.

Ίσως παρόμοια ήταν και Σφαίρα του Ιππάρχου, με βεβαιότητα ήταν παρόμοιος ο Μηχανισμός του Ποσειδωνίου, που μας περιγράφει επαρκώς ο Κικέρων που σπούδασε στη σχολή του Ποσειδωνίου στην Ρόδο, ίσως η Σφαίρα Κλαύδιου Πτολεμαίου και ο πίναξ που περιγράφει σε κάποιο βαθμό ο Πρόκλος, ο οποίος δίνει και στοιχεία της κατασκευής και λειτουργίας του *πίνακα* (μηχανικού σύμπαντος) που δίνει και το περίγειο και απόγειο ουρανίων σωμάτων.

Το ρολόι Ανδρόνικου Κυρρήστου, Οι Αέρηδες

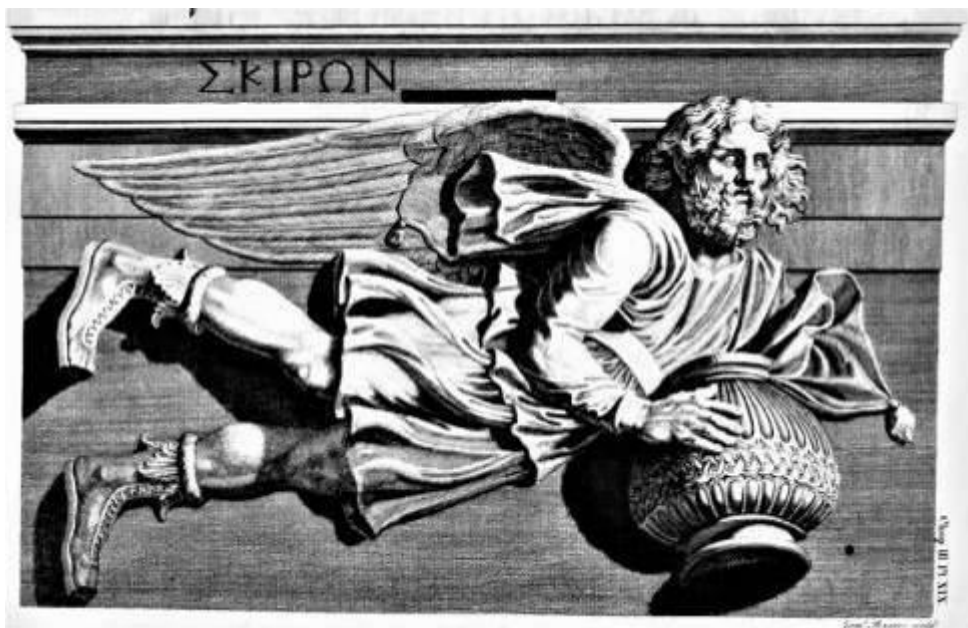
Πολύ εντυπωσιακό είναι το τεράστιο ηλιακό και μηχανικό-υδραυλικό πιθανότατα αναφορικό ρολόι Ανδρόνικου Κυρρήστου, που βρίσκεται στην αρχή της οδού Αιόλου στην Αθήνα και το οποίο λαϊκά ονομάζουμε *Πύργο των Ανέμων* ή απλώς *Αέρηδες*, επειδή έχει πολύ όμορφα ανάγλυφα με τους οκτώ ανέμους. Ο οκταγωνικός μαρμάρινος πύργος έχει ύψος 13,85 μέτρα, πλευρές μήκους 3,25 μέτρα, μέγιστο πλάτος 7,90 μέτρα. Οι τελευταίες εκτιμήσεις λένε, ότι κατασκευάστηκε το 100 π.Χ.⁷⁸ από τον αρχιτέκτονα και αστρονόμο Ανδρόνικο. Είναι ένα από τα πιο εντυπωσιακά οικοδομήματα της αρχαίας, αλλά και της σύγχρονης Αθήνας, τόσο που αντιγράφηκε σε πολλά μέρη της Γης, Αγγλία, Ρωσία κ.α.

Το οκταγωνικό ρολόι του Ανδρόνικου έχει εννέα ηλιακά ρολόγια ολόγυρα στις πλευρές του οκταγωνικού κτηρίου και στο εσωτερικό

⁷⁸ Kienast, H. J., 1997. The Tower of the Winds in Athens: Hellenistic or Roman?. Oxbow Monograph, 53-66.

ένα μηχανικό ρολόι.⁷⁹ Αυτό λειτουργούσε με ρυθμιστή ένα σύστημα ροής νερού και στάθμης νερού με ένα πλωτήρα, βάρη και αντίβαρα, βαρούλκο και σχοινάκια ή συρματάκια, όπως περιγράφει ο Ήρων, όπως εκτιμώ ότι λειτουργούσε και ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων. Κατά την μελέτη που κάναμε με την κ. Εύη Πάνου διαπιστώθηκε ότι μέσα στον κύλινδρο που βρίσκεται στο πίσω μέρος του κτηρίου, υπάρχει μέσα στο έδαφος ένα πρισματικό δοχείο νερού βάθους περίπου 1,60 μέτρα, με σχεδόν τετραγωνική και πρακτικά σταθερή διατομή 0,4 μέτρα × 0,6 μέτρα, που στον πάτο έχει μια στενή σήραγγα διατομής γύρω στα 15 εκατοστά, από όπου το νερό απάγεται. Μέσα στην σήραγγα είδαμε τυλιγμένα χάλκινα πολύκλινα σύρματα που ίσως ήταν μέρη του συστήματος πλωτήρα και βαρών που κινούσε το ρολόι. Οι δείκτες του ρολογιού πρέπει να ήταν στο δάπεδο στο εσωτερικό του πύργου. Στο δάπεδο υπάρχει σύστημα από κυκλικά αυλάκια όπου μέσα τους υπήρχε μια αλυσίδα ή σύρμα που κινούσε τους δείκτες του Ηλίου, της Σελήνης και των πλανητών. Συνεπώς, στο εσωτερικό υπήρχε μεγάλο αναφορικό ρολόι, δηλαδή ένα αστρονομικό ρολόι που έδειχνε την θέση του Ηλίου και της Σελήνης στον ουρανό και ίσως ακόμη να ήταν ένα πλανητάριο με δείκτες και για τους πλανήτες.

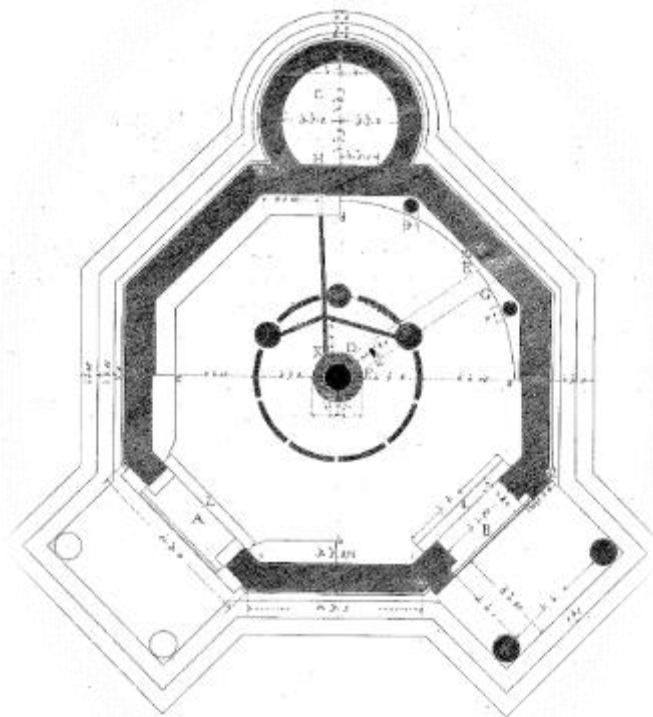
⁷⁹ Joseph V. Noble; Derek J. de Solla Price, 1968, *The Water Clock in the Tower of the Winds*, *American Journal of Archaeology*, 72, 345–355.



Εικόνα 69 Ο Σκίρων από τους Αέρηδες στο Ρολόι του Ανδρόνικου. Αρχείο Ιδρύματος Αικ. Λασκαρίδη. Stuart, James και Revett, Nicholas. *The Antiquities of Athens measured and delineated by James Stuart F.R.S. and F.S.A. and Nicholas Revett painters and architects*, τ. Ι, Λονδίνο, John Haberkorn, 1762.



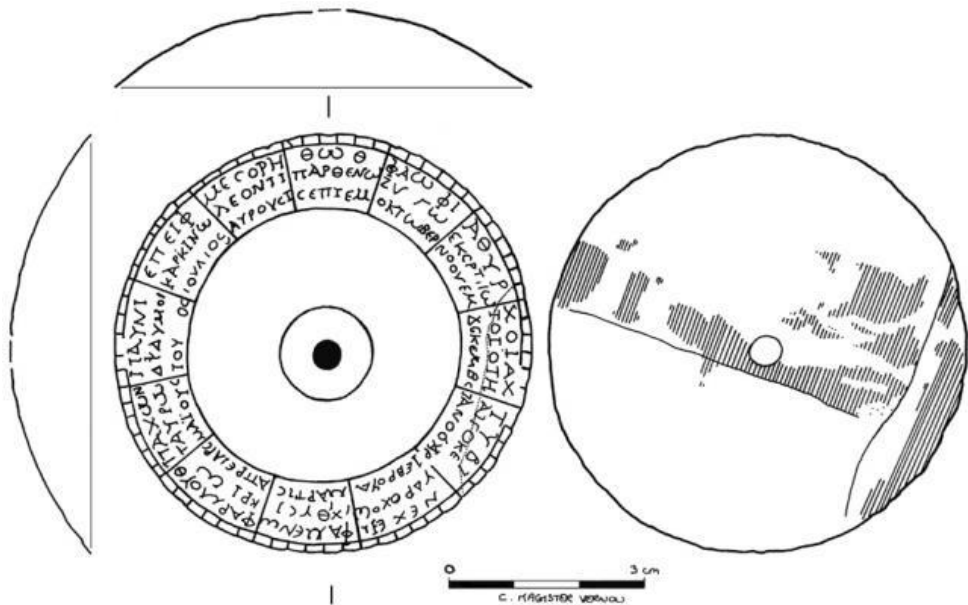
Εικόνα 70 Το Ρολόι του Ανδρόνικου. Αρχείο Ιδρύματος Αικ. Λασκαρίδη. Stuart, James και Revett, Nicholas. *The Antiquities of Athens measured and delineated by James Stuart F.R.S. and F.S.A. and Nicholas Revett painters and architects*, τόμος Ι, Λονδίνο, John Haberkorn, 1762



Εικόνα 71 Το Ρολόι του Ανδρόνικου. Διακρίνεται στο δάπεδο το σύστημα με τα αυλάκια. Αρχείο Ιδρύματος Αικ. Λασκαρίδη. Stuart, James και Revett, Nicholas. *The Antiquities of Athens measured and delineated by James Stuart F.R.S. and F.S.A. and Nicholas Revett painters and architects*, τ. Ι, Λονδίνο, John Haberkorn, 1762.

Ένας ελληνικός μηχανισμός στην Γαλλία

Μέρος αστρονομικού μηχανήματος είναι και ο Δίσκος της Σεβρός στη Γαλλία που μελετά ο αρχαιολόγος κ. Frédéric Devevey⁸⁰ και οι συνεργάτες του, και άλλα παρόμοια αντικείμενα με εμφανώς αστρονομική χρήση, που βρέθηκαν σε διάφορες περιοχές της Ευρώπης, διαφόρων εποχών, όπως το μεγάλο Αναφορικό ρολόι της Αυστρίας του οποίου διασώζεται μόνο ένα τεταρτημόριο του δίσκου. Τέτοια μηχανήματα έχουν ελληνικές ή λατινικές επιγραφές των μηνών και εκτιμάται ότι αυτά είναι της εποχής των πρώτων αιώνων μετά Χριστόν.



Εικόνα 72 Ο δίσκος της Σεβρός (*disque de Chevroches*). Τμήμα αστρονομικού οργάνου με μορφή κυρτού δίσκου με ελληνικές επιγραφές των μηνών (Αιγυπτιακών και Ρωμαϊκών που χρησιμοποιούσαν οι Έλληνες) και των Αστερισμών του Ζωδιακού κύκλου. Πιθανόν τμήμα μηχανικής σφαίρας. Frédéric Devevey, Patrice Cauderlier, Claudine Magister-Vernou et Christian Vernou, *Découverte d'un «disque» astrologique antique à Chevroches (Nièvre) Tome 55, 2006*

⁸⁰ Frédéric Devevey, Patrice Cauderlier, Claudine Magister-Vernou et Christian Verno, 2006, *Découverte d'un «disque» astrologique antique à Chevroches (Nièvre) Tome 55*. Frédéric Devevey, 2009, *Une fille d'Anticythère: La calotte zodiacale de Chevroches et ses cousins bourguignons*, XXIII International Congress of History of Science and Technology, Βουδαπέστη.

Ο δίσκος της Chevroche είναι ένα αστρονομικής/αστρολογικής χρήσης όργανο. Σε τρεις ομόκεντρους δακτυλίους έχει χαραγμένα στην Ελληνική γλώσσα τα ονόματα των Αιγυπτιακών και Ρωμαϊκών μηνών και τα ζώδια με χαρακτήρες που εκτιμάται ότι είναι γραμμένοι γύρω στο 230 μ.Χ. (Αγ. Τσελίκας) με εκτιμώμενη Αλεξανδρινή επίδραση, ενώ οι Γάλλοι αρχαιολόγοι εκτιμούν ότι φτιάχτηκε 40-50 έτη αργότερα.

Με δεδομένη την άριστη μεταλλουργική παράδοση των Γαλατών και την Ελληνική επίδραση στον Γαλατικό πολιτισμό δεν αποκλείεται το μηχανήμα της Σεβρός να είναι κατασκευασμένο από τους Γαλάτες με βάση παρόμοια Αλεξανδρινά πρότυπα. Τα ζώδια και οι Αιγυπτιακοί μήνες είναι ίδια με αυτά του μηχανισμού των Αντικυθήρων. Ο δίσκος έχει σχήμα σφαιρικού τομέα, δηλαδή τμήματος μιας σφαίρας διαμέτρου γύρω στα 100 mm. Έχει διάμετρο 65 mm και ύψος 18 mm. Σχεδόν στο κέντρο του έχει μια έκκεντρη οπή γύρω στα 5 mm όπου εκτιμώ ότι περνούσε ο άξονας μιας ουράνιας σφαίρας, ή άλλης κατασκευής στην οποία ήταν προσαρμοσμένος ο δίσκος. Κόλληση από κασσίτερο που είναι εμφανής στην κάτω όψη του δίσκου. Ο σφαιρικός τομέας είχε εκκεντρότητα ώστε με την περιστροφή του να αναπαράγει την κίνηση του Ηλίου ρεαλιστικά. Τέτοια μηχανήματα είχαν ημερολογιακή χρήση για την αντιστοίχιση των Ρωμαϊκών και των Αιγυπτιακών ημερολογίων, είχαν αστρονομική χρήση, αλλά και αστρολογική χρήση. Πιθανώς έδειχνε την κίνηση του Ηλίου στην διάρκεια του έτους. Είναι ενδεχόμενο ο ήλιος και ίσως ακόμη και οι πλανήτες να ήταν προσαρμοσμένοι με βραχίονες που περιστρέφονταν γύρω από την Γη που ήταν στο κέντρο του μηχανήματος, ώστε να τοποθετούνται από τον χρήστη στην κατάλληλη θέση κοντά στην εκλειπτική. Τμήματα ημερολογιακών μηχανισμών έχουν βρεθεί και στην Αρχαία Γαλατική πόλη Αλεσία (Alesia), στην Ουγγαρία (Εθνικό Μουσείο Ουγγαρίας) και τρεις ξύλινοι στην Ισλανδία οι οποίοι περιγράφονται στην συνέχεια .

Ασφαλώς η ιδέα των αυτομάτων του Μηχανισμού των Αντικυθήρων δεν είναι παρά μια υπόθεση εργασίας που δύσκολα μπορεί να επιβεβαιωθεί. Με δεδομένη ωστόσο την τάση των Ελλήνων να προ-

σωποποιούν φυσικά φαινόμενα, ιδέες ή πράξεις, είναι πιθανό να είχε αυτή την ομοιότητα με τα μεσαιωνικά και μνημειακά ρολόγια.



Εικόνα 73 Αρχαίο ηλιακό ρολόι ημερολογιακός μηχανισμός, Βυζαντινής περιόδου γύρω στο 400-500 μ.Χ. Ρυθμίζεται για διάφορες πόλεις Αλεξάνδρεια, Αντιόχεια, Ρόδο, Αθήνα, Σικελία Θεσσαλονίκη, Ρώμη, Δαλματία, Καισάρεια. Βρίσκεται στο Μουσείο Επιστημών Λονδίνου. Ανακατασκευή: Διονύσης Κριάρης.



Εικόνα 74 Γνώμονας, (δείκτης) φορητού ρολογιού παρόμοιου με το Βυζαντινό. Βρέθηκε στην Αγγλία. Συλλογή παλαιών οργάνων κυρίου Ευαγγέλου Παυλοπούλου.

Το Βυζαντινό ρολόι και ημερολογιακός μηχανισμός τσέπης

Αρχαίο ηλιακό ρολόι ημερολογιακός μηχανισμός, Βυζαντινής περιόδου⁸¹. Λειτουργεί με γρανάζια. Ρυθμίζεται για διάφορες πόλεις Αλεξάνδρεια, Αντιόχεια, Ρόδο, Αθήνα, Σικελία Θεσσαλονίκη, Ρώμη, Δαλματία, Καισάρεια.

Βρίσκεται στο Science Museum του Λονδίνου. Ρυθμίζεται για διάφορες πόλεις Αλεξάνδρεια, Αντιόχεια, Ρόδο, Αθήνα, Σικελία Θεσσαλονίκη, Ρώμη, Δαλματία, Καισάρεια.

⁸¹ Field, J. V., & Wright, M. T. (1985). *Gears from the Byzantines: a portable sundial with calendrical gearing*. *Annals of Science*, 42(2), 87-138.

Ο μηχανισμός είναι ένα αξιοσημείωτο βυζαντινό τεχνούργημα: ένα φορητό ηλιακό ρολόι εξοπλισμένο με ημερολογιακά γρανάζια, που πιθανότατα χρονολογείται από τον 6ο αιώνα μ.Χ. Η συσκευή συνδυάζει δύο βασικές λειτουργίες. Χρησιμοποιώντας τη θέση του ήλιου για δεδομένο γεωγραφικό πλάτος προσδιορίζει την ημερομηνία μέσω περίπλοκων μηχανισμών γραναζιών. Η ύπαρξή του υπενθυμίζει τις προηγμένες τεχνικές δεξιότητες των βυζαντινών επιστημόνων και τεχνιτών στην σχεδίαση πολύπλοκων υπολογιστικών μηχανισμών και κατασκευή συμπαγών ακριβών μηχανικών συσκευών. Ο Βυζαντινός μηχανισμός χρησιμοποιεί γρανάζια για προσδιορίζει την ημερομηνία και τις εποχιακές αλλαγές για το πλάτος (πόλη) του παρατηρητή με βάση τις αλλαγές του ύψους του ηλίου. Η ικανότητα του κατασκευαστή αντικατοπτρίζει τόσο τις Ελληνικές γνώσεις αστρονομίας και των ημερολογίων στο Βυζάντιο. Η μηχανική της συσκευής παρουσιάζει παραλληλισμούς με προηγούμενες ελληνικές μηχανικές παραδόσεις, ιδιαίτερα με τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων. Καταδεικνύει τη συνέχεια της τεχνολογικής καινοτομίας στη βυζαντινή εποχή.

Το βυζαντινό ημερολογιακό όργανο, πιθανότατα κατασκευασμένο κατά τη βασιλεία του Ιουστινιανού (527-565 μ.Χ.). Η χρονολόγηση βασίζεται στα επιγραφικά και ιστορικά στοιχεία, τοποθετώντας την κατασκευή μεταξύ 480-560 μ.Χ. Είναι σύνθετος μηχανισμός με ηλιακό ρολόι και ημερολογιακή λειτουργία που δείχνει την ημέρα της εβδομάδας και τον μήνα. Συγχρόνως δείχνει τις φάσεις της Σελήνης.

Τα κύρια μέρη του περιλαμβάνουν: Πρόσθιο δίσκο (135 mm) με μήνες του Ιουλιανού ημερολογίου, γεωγραφικές συντεταγμένες 16 πόλεων και επαρχιών, καθώς και δακτύλιο με επτά κεφάλια που αντιπροσωπεύουν τους θεούς των ημερών της εβδομάδας. Ο δίσκος της Σελήνης (με 59 δόντια) περιστρέφεται γύρω από άξονα και αναπαράγει δύο σεληνιακούς μήνες (29 και 30 ημερών. Η χρήση δύο μηνών (αντί για ένα) είναι απαραίτητη αφού ο συνοδικός μήνας είναι 29,5 ημέρες). Έχει βραχίονα ανάρτησης που περιστρεφόταν για την καταγραφή των ενδείξεων. Έχει άξονα με τροχό αναστολής (7 λοβών) και οδοντωτούς τροχούς (7 και 10 δοντιών), ώστε το όργανο να προχωρά μία φορά την ημέρα.

Τα τέσσερα μπρούτζινα τμήματά του παραχωρήθηκαν το 1980 στο Μουσείο Επιστημών του Λονδίνου, όπου οι J. Field και M. Wright το μελέτησαν και ανακατασκεύασαν.

Υπολογιστής εκλείψεων και ο Αστρολάβος του Αλ Μπιρούνη

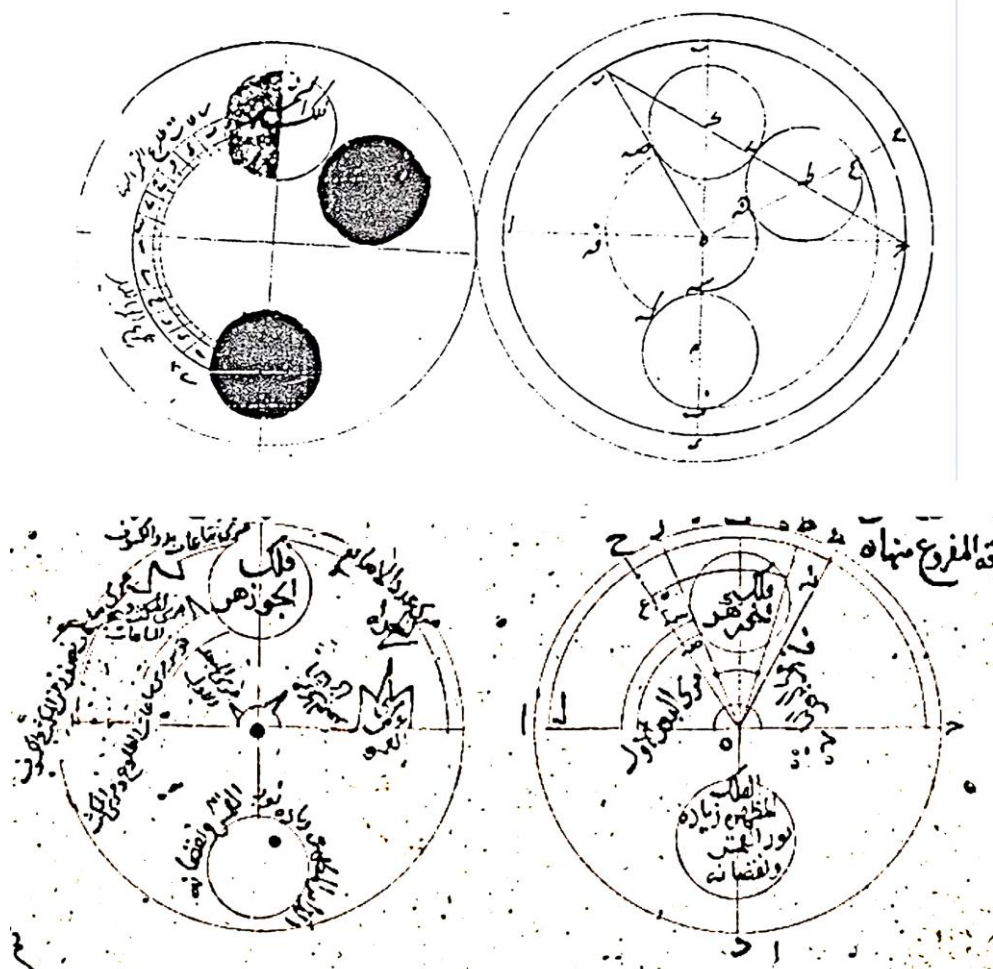
Δυο σημαντικά όργανα που έκανε ο μέγας αστρονόμος Αλ Μπιρούνη (973 1048), ο υπολογιστής των εκλείψεων και ο αστρολάβος του αναδεικνύουν τις μαθηματικές αρχές πίσω από αυτές τις μηχανές και ειδικά των εκλείψεων. Τονίζουν την ικανότητα του Al-Bīrūnī να απλοποιεί πολύπλοκους αστρονομικούς υπολογισμούς για πρακτική χρήση.⁸²

Παρόμοιος με τον Βυζαντινό είναι ο ημερολογιακός μηχανισμός του Αλ Μπιρούνη με ομοιότητες προς τον Βυζαντινό ημερολογιακό μηχανισμό. Οι συνεισφορές του Al-Bīrūnī στα επιστήμες και ειδικά σε αστρονομικά όργανα, την αυτόματη πρόβλεψη εκλείψεων και αστρολάβους είναι σημαντική. Το έργο του αντιπροσωπεύει μια βασική πρόοδο στην ισλαμική αστρονομία, συνδυάζοντας τη θεωρητική κατανόηση με εργαλεία παρατήρησης. Ο Al-Bīrūnī δημιούργησε μια εξειδικευμένη πλάκα αστρολάβου για την πρόβλεψη ηλιακών και σεληνιακών εκλείψεων. Ο αστρολάβος του Αλ Μπιρούνη χρησιμοποιή-

⁸² Vafea, F. (2017). Al-Bīrūnī: The plate of the eclipses. *Suhayl. International Journal for the History of the Exact and Natural Sciences in Islamic Civilisation*, 15, 297-354. Vafea, F. (2017). From the Celestial Globe to the Astrolabe Transferring Celestial Motion onto the Plane of the Astrolabe. *Medieval Encounters*, 23(1-5), 124-148. Vafea, F., 2018. Reconstruction of the Plate of Eclipses according to the Description by 'Alī ibn 'Īsā. In *Astrolabes in Medieval Cultures* (pp. 471-493). Brill. Vafea, F., 2018. Reconstruction of the Plate of Eclipses according to the Description by 'Alī ibn 'Īsā. In *Astrolabes in Medieval Cultures* (pp. 471-493). Brill.

θηκε για να προβάλει την τρισδιάστατη κίνηση των ουράνιων σωμάτων σε ένα δισδιάστατο επίπεδο με την μέθοδο του Ιππάρχου. Ο μετασχηματισμός, που κατέστη δυνατός από τη στερεογραφική προβολή κατά τον Ίππαρχο, επέτρεψε στους αστρονόμους να χαρτογραφήσουν τον ουρανό σε μια επίπεδη επιφάνεια, διευκολύνοντας την ευκολότερη παρατήρηση και τον υπολογισμό. Ο αστρολάβος αναδεικνύει την ιστορική σημασία αυτών των τεχνικών στη μεσαιωνική ισλαμική επιστήμη.

Το όργανο του 'Alī ibn 'Īsā αποτελείται από μια δίπλευρη πλάκα, ένα δικτύωμα (rete), έναν εξωτερικό δακτύλιο και μια αλιδάδα. Η μία πλευρά της πλάκας αφορά τις φάσεις της Σελήνης και την ώρα της ανατολής της, ενώ η άλλη πλευρά χρησιμοποιείται για τις σεληνιακές εκλείψεις.

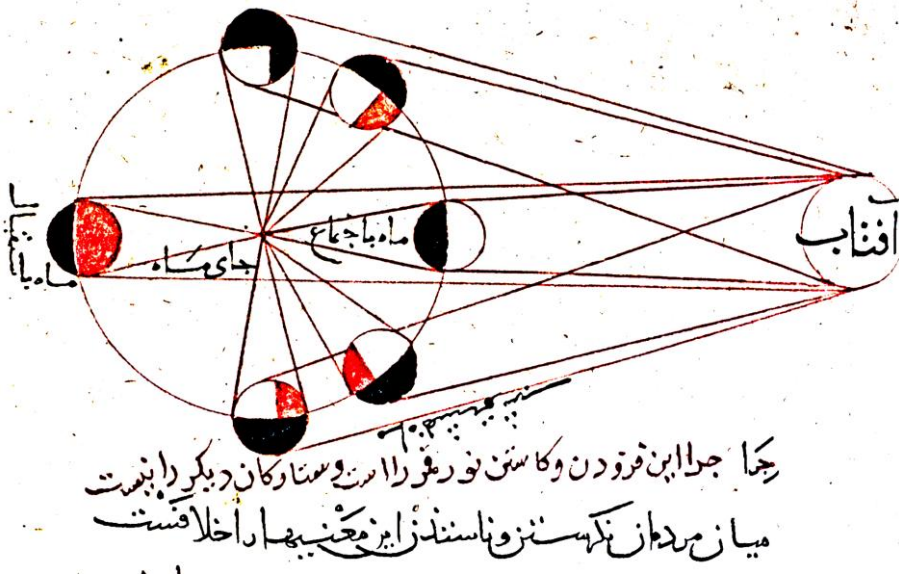


Εικόνα 75 Η πλάκα των φάσεων και εκλείψεων της Σελήνης.

Η πλάκα εκλείψεων είναι ένα ειδικό όργανο που μπορεί να προσαρτηθεί στο αστρολάβο για να παρέχει μια γενική απεικόνιση των φάσεων της Σελήνης, να εκτιμήσει την ώρα της ανατολής ή της δύσης της Σελήνης, να υπολογίσει την πιθανότητα μιας σεληνιακής έκλειψης και να προσφέρει πληροφορίες σχετικά με ορισμένα συναφή χαρακτηριστικά, όπως το μέγεθος και η διάρκεια της έκλειψης.

Η «πλάκα των εκλείψεων» του αλ-Μπιρούνι (973-1048 μ.Χ.) περιγράφεται στο βιβλίο του «Κατανόηση των δυνατών τρόπων κατασκευής του αστρολάβου». Η πλάκα προσαρμόζεται στην πίσω πλευ-

ρά του αστρολάβου. Με βάση την ημερομηνία του σεληνιακού μήνα, μπορεί κανείς να βρει την ώρα της ανατολής της Σελήνης και τη φάση της, χρησιμοποιώντας την εμπρόσθια πλευρά της πλάκας. Με βάση το γεωγραφικό πλάτος της Σελήνης κατά την αντίθεση, μπορεί να προσδιοριστεί αν θα συμβεί σεληνιακή έκλειψη, χρησιμοποιώντας την οπίσθια πλευρά της πλάκας, καθώς και να εκτιμηθούν το μέγεθος, η ώρα έναρξης και η διάρκεια της έκλειψης.



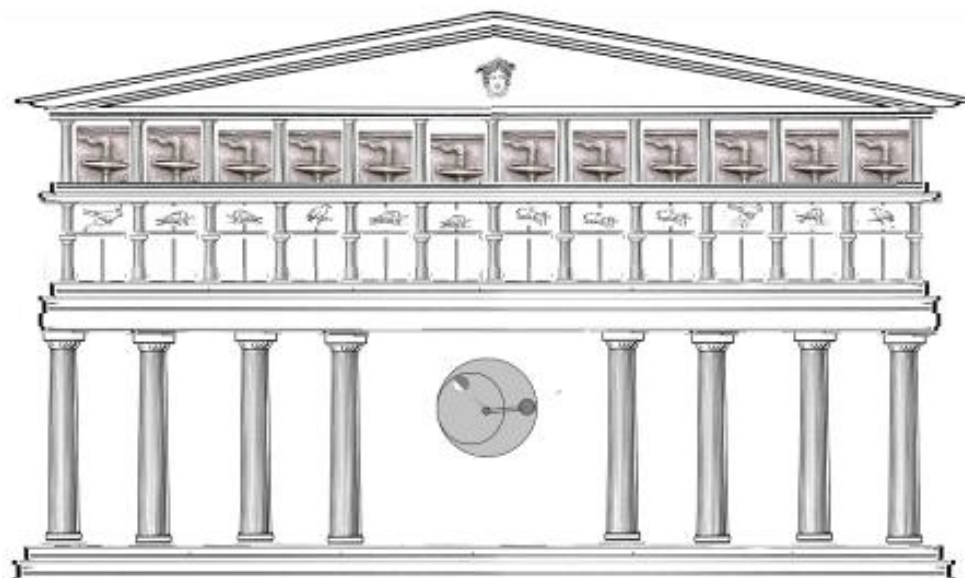
Εικόνα 76 Έκλειψη Σελήνης από Αραβικό βιβλίο.

Το ρολόι της Γάζας

Στο πέραςμα των αιώνων έχουμε σε αρχαία κείμενα περιγραφές διαφόρων μηχανημάτων παρόμοιων με τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων κυρίως ωρολογιακών τα οποία έχουν και αυτοματισμούς προς εντυπωσιασμό. Αξίζει να αναφέρουμε τα βρυχώμενα λιοντάρια του παλατιού της Κωνσταντινούπολης και το περίτεχνο και εντυπωσιακό υδραυλικό ρολόι της Γάζας.

Το ρολόι της Γάζας, ήταν ένας μικρός ναός κτισμένος στην κεντρική πλατεία με πολλές θύρες (παράθυρα), 12 για την ημέρα και άλλες τόσες για τη νύκτα, και από τα παράθυρα αυτά βγαίνει ο Ηρακλής και

δείχνει την ώρα κάνοντας έναν από τους δώδεκα άθλους του, ενώ συγχρόνως το άρμα του θεού Απόλλωνα δείχνει την πορεία του Ηλίου σε κυκλική κλίμακα. Το ρολόι αυτό θεωρείται ότι κατασκευάστηκε την εποχή του Ιουστινιανού, επειδή ο Προκόπιος που το περιγράφει αναφέρεται σε κατασκευές που έγιναν την περίοδο της βασιλείας του Ιουστινιανού (527 - 565) στο βιβλίο του *Περί Κτισμάτων* που γράφτηκε γύρω στο 530-565 μ.Χ..



Εικόνα 77 Το ρολόι της Γάζας. Πιθανώς φτιάχτηκε από τον φιλόσοφο, φυσικό, μαθηματικό και αρχιτέκτονα της Αγίας Σοφίας τον Ανθέμιο των Τράλλων γύρω στο 520 π.Χ.

Ωστόσο με δεδομένη την περιγραφή του μπορεί να κατασκευάστηκε την Αλεξανδρινή ή την Ελληνιστική εποχή και όχι απαραίτητως την Βυζαντινή περίοδο. Επειδή ο Προκόπιος περιγράφει το ρολόι της Γάζας είναι πιθανό να κατασκευάστηκε γύρω στο 520 μ.Χ. από τον φιλόσοφο Ανθέμιο των Τράλλων (474 – 533 ή 558), γνωστό ως αρχιτέκτονα της Αγίας Σοφίας (κτίστηκε 532 - 537). Ο Ανθέμιος εκπαιδεύτηκε άριστα στις Τράλλεις οποίες είχαν εξαιρετική παράδοση στους αυτοματισμούς. Ο Ανθέμιος είχε σπουδάσει και πιθανώς εργασθεί και στην Αλεξάνδρεια. Ήταν άριστος μαθηματικός και φυσικός και έκανε πειράματα με παραβολικά κάτοπτρα και με σκοτεινό θάλα-

μο. Ο Ανθέμιος είχε δημιουργήσει τεχνητό «κεραυνό» με παραβολικά ή σχεδόν κυλινδρικά κάτοπτρα, όπως και τεχνητό «σεισμό» με ατμό που διοχέτευε σε δερμάτινες κατασκευές, σωλήνες με τις οποίες διοχέτευε τον ατμό και δημιουργούσε κρότους και λάμψη για να πειράξει και εντυπωσιάσει φίλους του και λέγεται ακόμη ότι ίσως είχε φτιάξει ένα είδος πυρίτιδας και άλλων εκρηκτικών. Χαρακτηριστικό της αξίας του Ανθέμιου είναι το ότι ο σημαντικότερος μαθηματικός Ευτόκιος ὁ Ασκαλωνίτης (έζησε γύρω στα 480 – 520) Έλληνας της Παλαιστίνης, ο οποίος μεταξύ των άλλων διέσωσε πολλά μαθηματικά επιτεύγματα του Αρχιμήδη, σχολιάζοντας διεξοδικά το βιβλίο του μεγάλου Συρακουσίου *Κύκλου Μέτρησις* αφιερώνει το βιβλίο του *Περί Κωνικών Τομών* στον Ανθέμιο. Αυτή η αφιέρωση δείχνει την επίδραση του Ανθέμιου στην φιλοσοφία, τα μαθηματικά, την φυσική και την αρχιτεκτονική. Σε αυτό το έργο του Απολλωνίου και του Ευτόκιου στηρίχτηκε και ο μέγας Πέρσης μαθηματικός και αστρονόμος Νασίρ αλ-Τούση (Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī). Ομοίως ο μέγιστος Γερμανός αστρονόμος Κέπλερ χρησιμοποίησε αυτό το βιβλίο για να διατυπώσει τους τρεις νόμους του για τις κινήσεις των πλανητών και όλων των ουρανίων σωμάτων.

Ο Ανθέμιος περιγράφει διάφορα περίεργα μηχανήματα στο βιβλίο του *Περί παραδόξων μηχανημάτων*, βιβλίο που δυστυχώς χάθηκε στην διάρκεια των αιώνων διότι κανείς δεν αντέγραφε βιβλία με μαθηματικά και δυσνόητα θέματα φυσικής, όπως η οπτική του Ανθέμιου ή τα έργα του Αρχιμήδη. Ο Ανθέμιος έμαθε πολλά σχετικά με τα αυτόματα από τεχνίτες στις Τράλλεις (παλαιότερα Σελεύκεια και σήμερα Αϊδίνιο Μικρασίας) διότι η πόλη είχε εξαιρετική παράδοση από αυτόματα τα οποία⁸³ μιμούνταν έμβια όντα κ.α.⁸⁴ Ο Ανθέμιος μελετά τις

⁸³ Swift, E. H. (1937). The Bronze Doors of the Gate of the Horologium at Hagia Sophia. The Art Bulletin, 19(2), 137–147. <https://doi.org/10.1080/00043079.1937.11409147>

⁸⁴ Agatias Historie, , 171,6 ... ὁ Ἀνθέμιος, πατὴρ μὲν αὐτῷ ὑπῆρχεν αἱ Τράλλεις ἡ πόλις, τέχνη δὲ τὰ τῶν μηχανοποιῶν εὐρήματα, οἳ δὴ τὴν γραμμικὴν θεωρίαν ἐπὶ τὴν ὕλην κατὰγοντες μιμήματά τινα καὶ οἷον εἶδωλα τῶν ὄντων δημιουργοῦσι. γέγονε δὲ ἄριστος ἐν αὐτοῖς ἐς τὰ μάλιστα καὶ ἐς ἄκρον ἤκων τῆς μαθηματικῆς ἐπιστήμης, ... δηλαδή Ο Ανθέμιος, πατρίδα είχε τις Τράλλεις την πόλη που είχε εξαιρετική παράδοση στην τέχνη των μηχανικών, επινοήσεων και εφευρέσεων, οι που δεν μιμούνταν απλώς τη γραμμική θεωρία της ύλης και με βάση των οποίων δημιούρ-

κωνικές τομές, την οπτική παραβολικών και ελλειπτικών κατόπτρων και τους αστρονομικής σημασίας προσανατολισμούς κτιρίων⁸⁵. Η Αγία Σοφία κτίσθηκε σε ερείπια αρχαίου ναού του Απόλλωνα⁸⁶ και προγενέστερων εκκλησιών. Ο άξονας του ναού βλέπει την ανατολή του ηλίου κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο, δηλαδή την ανατολή κατά τα Χριστούγεννα. Η Αγία Σοφία είχε και ρολόι, όπως φανερώνει και το όνομα της εμβληματικής πύλης του Ωρολογίου. Το ίδιο το ρολόι δεν επέζησε. Είναι πιθανό ο σχεδιαστή και κατασκευαστής του Ωρολογίου να είναι ο Ανθέμιος και τεχνίτες από τις Τράλλεις.⁸⁷

Ο Προκόπιος γράφει ότι το ρολόι της Γάζας ήταν τριώροφο και σήμαινε τις ώρες με σαλπίσματα και χτυπήματα που επέφερε ο Περσέας στο κεφάλι της Μέδουσας. Το ρολόι της Γάζας έχει τον Περσέα να χτυπά αυτομάτως τις ώρες και Ηρακλή με το ρόπαλό του να επιτελεί διαδοχικά κάθε έναν από τους δώδεκα άθλους του. Το ρολόι ήταν διακοσμημένο στη βάση του με τον Πάνα, σάτυρους και νύμφες. Την ώρα έδειχνε τείνοντας το χέρι του ο ανθρωπόμορφος Ήλιος: καθώς διέτρεχε με το άρμα του τον κυκλικό δίσκο με τις ενδείξεις. Το δάκτυλο του θεού Ηλίου δείχνει κάθε ώρα την αντίστοιχη από τις δώδεκα θύρες. Οι θύρες άνοιγαν διαδοχικά κάθε ώρα και παρουσίαζαν τον Ηρακλή να επιτελεί ένα από τους δώδεκα άθλους του. Οι άθλοι αναπαρίστανται με κινούμενα αυτόματα, ένας κάθε ώρα σε μια πόρτα που ανοίγει στην ζωφόρο του μνημειακού ρολογιού. Επί πλέον την νύκτα το ρολόι δείχνει την ώρα ανοίγοντας διαδοχικά μια από 12 πύλες που φωτίζονται την αντίστοιχη ώρα. Επειδή το ρολόι της Γάζας έχει τα χαρακτηριστικά της Ελληνικής Αρχαιότητας είναι πιθανότερο

γησε λειτουργικά είδωλα (μοντέλα). Ως επιστήμων διέπρεψε σε αυτά τα θέματα, ακόμη και στην προηγμένη μαθηματική [και φυσική] επιστήμη...

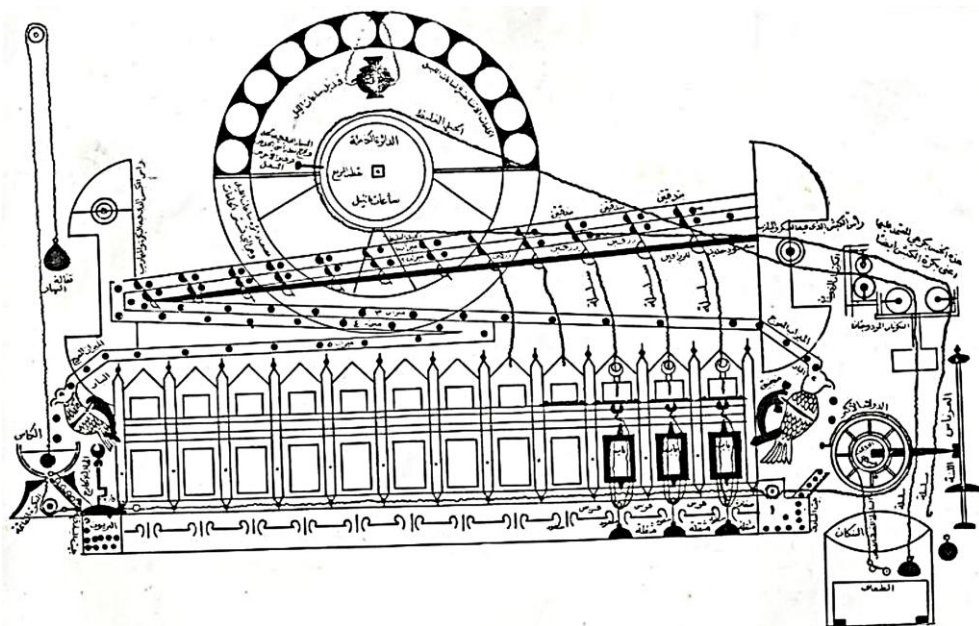
⁸⁵ Moussas, X., Vitti, P., & Zerefos, S. (2019). *Ancient Greek optical instruments and the Pharos of Alexandria: insights on its functions and technology*. In *Hellenistic Alexandria: Celebrating 24 Centuries*, p. 255, Archaeopress Publishing Ltd. Ξενοφών Μουσάς, Στράτος Κουφός, *Η συνεισφορά της οπτικής στην γέννηση της φιλοσοφίας*, στο Σωκράτης & Διαλεκτική: Η διαχρονικότητα του φιλοσοφείν, Επιστημονική Επιμέλεια Άννα Λάζου, Εκδόσεις Λίνος, Αθήνα 2020.

⁸⁶ Kinross, Lord, (1978) *Hagia Sophia*, Wonders of Man, publisher: Newsweek

⁸⁷ Παλαιότερα ονομαζόταν Σελεύκεια Καρίας ή Σελεύκεια επί του Μαιάνδρου. Ο Πλίνιος λέει ότι παλαιότερα ήταν εκεί η Ευάνθεια, ή Πολυάνθεια, ή Ερυμνοί.

να είχε κατασκευαστεί κατά την αρχαιότητα και όχι από τον σημαντικότερο Ανθέμιο ο οποίος ενδεχομένως να το επισκεύασε. Αν κατασκευάσθηκε από τον Ανθέμιο θα πρέπει να φτιάχτηκε πριν την κατασκευή της Αγίας Σοφίας διότι δεν θα μπορούσε να είναι σε δυο πόλεις που απέχουν πολύ. Θυμίζουμε ότι η Αγία Σοφία είχε ένα ρολόι που μάλλον σχεδίασε και έφτιαξε ο Ανθέμιος ασφαλώς με τεχνίτες από τις Τράλλεις που είχαν ειδικότητα στα αυτόματα λόγω της μακρόχρονης παράδοσης της πόλης αυτής. Γνωρίζουμε ότι ήταν άριστος φυσικός και μαθηματικός εκτός από αρχιτέκτων.

Το ρολόι της Γάζας παρουσιάζει ομοιότητα και με το ρολόι του Αρχιμήδη, σε πολλές λεπτομέρειες. Έχει μια Μέδουσα που ανοιγοκλείνει τα μάτια της κάθε ώρα ακριβώς, ακριβώς όπως έκανε το αστρονομικό ρολόι του Αρχιμήδη. Η κίνησή του δίνεται από το σύστημα του ρολογιού του Αρχιμήδη, με βάρη αντίβαρα και ρύθμιση της κίνησης με νερό. Οι πόρτες ανοίγουν κάθε ώρα με σύστημα σχοινιών που κάθε ώρα τυλίγονται βαθμιαία κατά το ίδιο μήκος καθώς τυλίγονται γύρω από ένα κύλινδρο ώστε ακριβώς στην ώρα να ανοίγει η πόρτα. Το σύστημα με τα σχοινιά και τις πόρτες περιγράφεται λεπτομερστά και με σχήματα από τον Ήρωνα ο οποίος το χρησιμοποιεί για αυτοματισμούς όπως μηχανικά θέατρα. Κάθε ώρα τυλίγονται τα 12 ή 24 σχοινάκια όσο είναι η περίμετρος ενός κυλίνδρου ο οποίος περιστρεφόμενος με σταθερή γωνιακή ταχύτητα μικραίνει το μήκος τους και μια φορά σε κάθε περιστροφή ανοίγει η πόρτα που το σχοινί της έχει μαζευτεί αρκετά.



Εικόνα 78 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.

https://en.wikipedia.org/wiki/File:Ridhwan_al-Saati_clock.jpg

Το ρολόι της Δαμασκού

Υπάρχουν Ισλαμικά ρολόγια με αυτόματα που είναι νεότερες εκδοχές του ρολογιού της Γάζας. Παρόμοιο με της Γάζας είναι το ρολόι Γιαζίδ (Yazid) του περίφημου Πέρση ωρολογοποιού Μωχάμετ αλ Σάατη (Muhammad al-Saati) που ήταν τοποθετημένο στην Πύλη των Ωρών ή των ρολογιών του Μεγάλου Τεμένους των Ομεϋαδών στη Δαμασκό της Συρίας. Το ρολόι κατασκευάστηκε γύρω στα 1160-1170. Το μνημειώδες ρολόι περιγράφεται από τον γιο του κατασκευαστή Σύρο ιατρό Ριδουάν αλ Σάατη (Ridwan al-Saati) στο βιβλίο του *Περί της κατασκευής ρολογιών* (1203). Το ρολόι του Γιαζίδ είχε ύψος 2,8 m και πλάτος 4,2 m. Το ρολόι αυτό μοιάζει εξαιρετικά με το ρολόι της Γάζας. Όπως το ρολόι της Γάζας είχε επίσης 12 πόρτες που ά-

νοιγαν αυτομάτως διαδοχικά κάθε ώρα και 12 λυχνίες που φώτιζαν με την σειρά κάθε ώρα της νύκτας. Το επίσης φημισμένο ρολόι που περιγράφει μαζί με πολλές άλλες μηχανικές κατασκευές και αυτόματα και ο φιλόσοφος Ισμαήλ Αλ Τζαζάρη (Ismail Al-Jazari, 1136 – 1206) στο βιβλίο του Διδαχής Μηχανικών Τεχνασμάτων. Το ρολόι του Αλ Τζαζάρη βασίζεται και αυτό στο ρολόι του Αρχιμήδη και της Γάζας. Πιθανώς αυτοματισμούς παρόμοιους με αυτούς του Αρχιμήδη, της Γάζας και του Σάατη να είχε ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων.

Το ρολόι του ελέφαντα

Το λεγόμενο ρολόι του ελέφαντα ή του Αλ-Τζαζαρί είναι ένα υδραυλικό ρολόι, κατασκευασμένο τον 12ο αιώνα από τον Ισμαήλ Αλ-Τζαζαρί (1136-1206), έναν από τους κορυφαίους μηχανικούς της Ισλαμικής Χρυσής Εποχής. Περιγράφεται στο έργο του "Βιβλίο της Γνώσης των Ευφυών Μηχανικών Συσκευών" (Kitab fi Ma'rifat al-Hiyal al-Handasiyya), το οποίο περιλαμβάνει πολλές αυτοματοποιημένες κατασκευές.

Πώς λειτουργεί το ρολόι

Το ρολόι είναι σχεδιασμένο σε σχήμα ενός μεγάλου ελέφαντα, μέσα στον οποίο βρίσκεται ένας πολύπλοκος μηχανισμός. Η λειτουργία του βασίζεται στη ροή του νερού και χρησιμοποιεί πλωτήρες, σχοινιά και τροχαλίες για τη μέτρηση του χρόνου.

1. Ο κύριος μηχανισμός περιλαμβάνει έναν πλωτήρα μέσα σε ένα δοχείο νερού, το οποίο βρίσκεται στο εσωτερικό του ελέφαντα.

2. Καθώς το νερό γεμίζει σταδιακά το δοχείο, ο πλωτήρας ανυψώνεται, όπως περιγράφει ο Ήρων.

3. Ο πλωτήρας κάθε ώρα φτάνει σε συγκεκριμένο ύψος, ενεργοποιεί ένα σύστημα τροχαλιών που κινεί μια μηχανική φιγούρα, όπως το ρολόι του Αρχιμήδη.

4. Η φιγούρα αυτή ρίχνει ένα σφαιρίδιο. Θυμίζουμε ότι στο εγχειρίδιο του Μηχανισμού έχουνε τον όρο *σφαιρίον* πολλές φορές. Η φιγούρα

εκτελεί μια συγκεκριμένη κίνηση, σηματοδοτώντας το πέρασμα του χρόνου.

Το ρολόι του ελέφанта αποτελεί ένα παράδειγμα πολιτισμικής σύνθεσης, ενσωματώνοντας στοιχεία από διάφορους πολιτισμούς:

Ο υδραυλικός μηχανισμός είναι εμπνευσμένος από την ελληνική και την αραβική μηχανική παράδοση.

Το ρολόι αυτό βασίζεται στη παράδοση του Αρχιμήδη, του Ήρωνα και αποδεικνύει την εξαιρετική πρόοδο των μουσουλμάνων μηχανικών και την εκτεταμένη χρήση της αυτοματοποίησης κατά τον Μεσαίωνα. Σήμερα, το ρολόι του ελέφанта θεωρείται ένα από τα πιο εντυπωσιακά έργα της μεσαιωνικής μηχανικής, με σύγχρονες ανακατασκευές να αποκαλύπτουν τη λειτουργικότητά του.



Εικόνα 79 Το ρολόι Al-Jazzari ή το ρολόι του ελέφαντα. Ένα ρολόι νερού που κατασκευάστηκε από τον Ισμαήλ Αλ-Τζαζαρί (1136-1206). από το Βιβλίο της Γνώσης των Ευφυών Μηχανικών Συσκευών. Εικόνα από τη Wikipedia Al-jazari_elephant_clock.png (1013×1587) (wikimedia.org)

Ο Πρόκλος είχε δίκιο, οι Ξύλινοι μηχανισμοί της Ισλανδίας

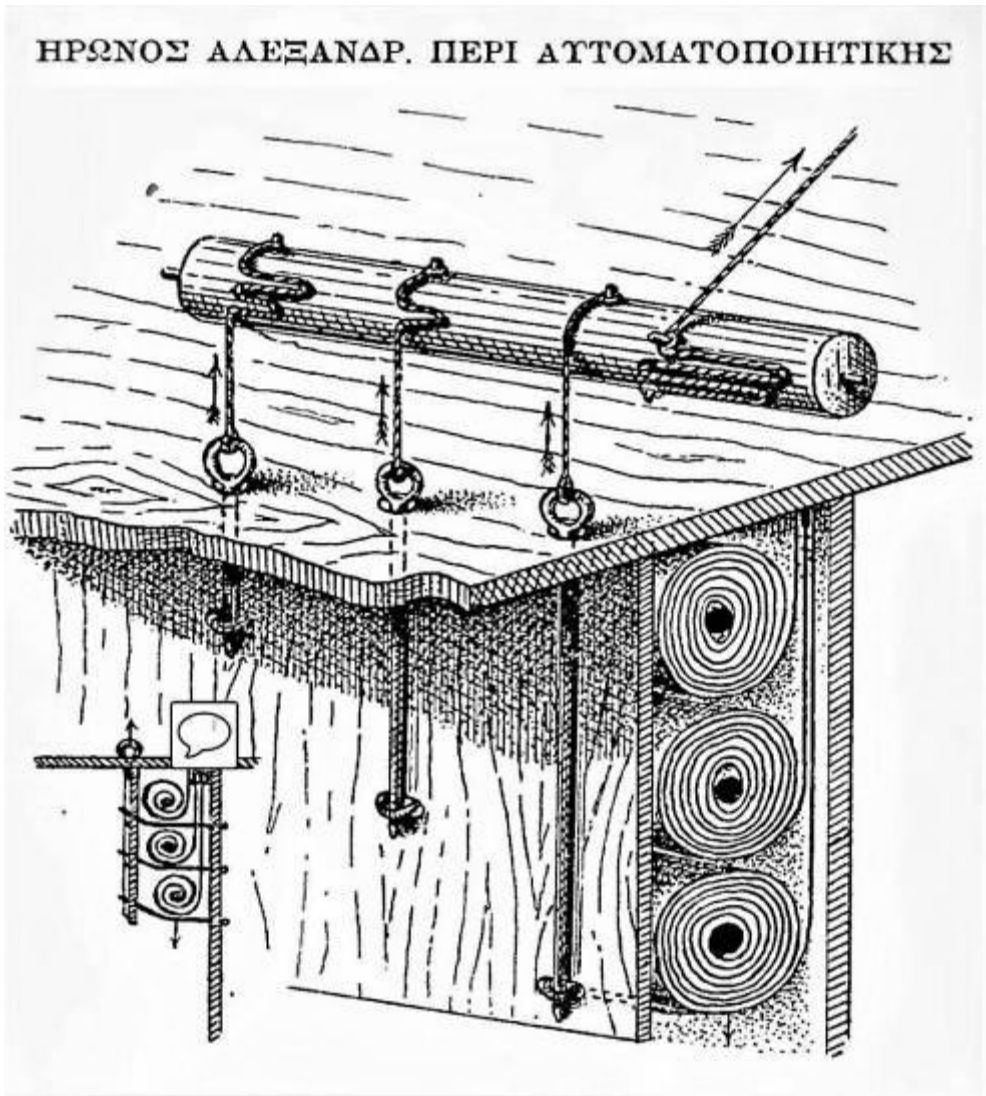
Ξύλινους μηχανισμούς παρόμοιους με τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων φαίνεται ότι έφτιαχναν οι άνθρωποι διαχρονικά μετά την εποχή του Αρχιμήδη. Ο Πρόκλος για παράδειγμα μας λέει ότι υπήρχαν χρυσοί τέτοιοι μηχανισμοί, από άργυρο, ελεφαντόδοντο και πολύτιους λίθους, άλλοι χάλκινοι, όπως των Αντικυθήρων, κάποιοι που είχαν πλάκες και κλίμακες από μάρμαρο και τέλος φθηνότεροι ξύλινοι. Τρία υπολείμματα παρόμοιων ξύλινων μηχανημάτων που λειτουργούν με γρανάζια και υπολογίζουν ημερομηνία και εορτές, ημέρες, εβδομάδες και μήνα, στην Δανική γλώσσα, βρήκα στο Εθνικό Μουσείο της Ισλανδίας στο Ρέυκιαβικ τα οποία τόσο η διευθύντρια του Μουσείου όσο και ο κ. Αγαμέμνων Τσελίκας χρονολόγησαν στο 1780 μ.Χ..



Εικόνα 80 Ένας από τους τρεις ξύλινους ημερολογιακούς μηχανισμούς του 1780 από το Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο της Ισλανδίας.



Εικόνα 81 Ο συγγραφέας σε ομιλία του σε σχολείο της Αγγλίας με ομοίωμα του Μηχανισμού κατασκευής του κ. Διονύση Κριάρη.



Εικόνα 82 Σύστημα αυτόματης εναλλαγής σκηνικών σε μικρό αυτόματο θέατρο του Ήρωνα. Χρησιμοποιώντας σχοινιά που τυλίγονται γύρω από σταθερά περιστρεφόμενο κύλινδρο με αποτέλεσμα να αλλάζουν τα σκηνικά καθώς το θεατρικό έργο εξελίσσεται. Παρόμοιο σύστημα χρησιμοποιούσε το ρολόι της Γάζας, το ρολόι Υαζίδ του ωρολογοποιού Μωχάμετ αλ Σαάτη του Τεμένους των Ομεϋαδών στη Δαμασκό

Ελληνικά αυτόματα

Ο Όμηρος περιγράφει τα αυτόματα πλοία των Φαιάκων που χωρίς μηχανική προσπάθεια από τον πλοίαρχο, από μόνα τους ήξεραν που θα πάνε, διαβάζοντας ίσως την σκέψη του καπετάνιου. Οι Έλληνες κάνουν πολλούς αυτοματισμούς, όπως αυτόματες πόρτες. Ασφαλώς δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα ότι οι Έλληνες φιλόσοφοι δεν εκτιμούσαν ή ότι περιφρονούσαν τις μηχανικές εφαρμογές και τις πρακτικές λύσεις. Οι Έλληνες μεγαλούργησαν λόγω της τεχνολογίας τους και κυριάρχησαν στην Μεσόγειο. Μήπως δεν αληθεύει, ότι ο Πλάτων, για παράδειγμα, που θεωρείται ότι μισούσε τα χειρονακτικά, είχε φτιάξει ένα ξυπνητήρι, και ο Αριστοτέλης ένα χρονόμετρο, ενώ ο Αρχύτας (428-347 π.Χ.), δάσκαλος και φίλος του Πλάτωνα, κατασκεύασε την *πετομηχανή*, ένα αεριοπροωθούμενο περιστέρι, το πρώτο ιπτάμενο τεχνούργημα, με τέτοια μηχανική εφευρετικότητα και τέχνη, ώστε αυτό πέταξε. Ο Ρωμαίος φιλόσοφος Πλίνιος ο Πρεσβύτερος (23-79 μ.Χ.) γράφει στην *Φυσική Ιστορία* του «*τόσο ωραία ισορροπημένη ήταν η πετομηχανή, με βάρη που κινείται με ένα ρεύμα αέρα σε δεξαμενή κλεισμένη και κρυμμένη μέσα του*», με ένα μπαλόνι από κύστη χοίρου που το φουσκώνουν και δίνει ώθηση καθώς ο αέρας ρέει προς τα πίσω. Παρόμοια περιγραφή δίνει και ο Γαλάτης φιλόσοφος Φαβωρίνος (80–160 μ.Χ.), ο οποίος έζησε και ένα διάστημα στην Χίο· γράφει: «*Ο Αρχύτας ο Τραντίνος, που ήταν επίσης μηχανικός, έκανε να πετάξει ένα περιστέρι από ξύλο. Κάθε φορά που προσγειωνόταν, δεν ξαναπέταγε από μόνο του*», αλλά μόνο αν ξαναφούσκωνε η κύστη με πιεσμένο αέρα.

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων μπορεί να ήταν πιθανότατα και ρολόι. Αυτό συμπεραίνουμε διαβάζοντας αρχαία κείμενα που περιγράφουν παρόμοια μηχανήματα, όπως του μεγάλου μαθηματικού, φυσικού και μηχανικού Έρωνα, και ιδιαιτέρως το βιβλίο που ονομάζεται «*Ρολόι του Αρχιμήδη*» που έχει διασωθεί σε πολλά Αραβικά χειρόγραφα, αλλά δυστυχώς όχι στα Ελληνικά⁸⁸.

Στο ναυάγιο βρέθηκαν πολλά αγαλματίδια, μεταξύ των οποίων και ένα περιστρεφόμενο περί άξονα. Είναι ενδεχόμενο, ο Μηχανισμός ή Πινακίδιον να είχε αγαλμάτια με δαίμονες, όπως συμβαίνει σε μερικά

⁸⁸ Βλ. Ε. Σταμάτη, *Αρχιμήδους Άπαντα*, εκδ. ΤΕΕ, Αθήνα, 1970

μεσαιωνικά αστρονομικά ρολόγια. Μάλιστα, όπως διαβάζουμε σε αρχαία κείμενα για μηχανισμούς, ο μηχανισμός του Αργέστιου Χρωμάτιου στην Ρώμη κόστισε 200 λίβρες χρυσάφι. Τα αγαλμάτια είναι αυτόματα και εκτελούσαν κάποια εργασία δείχνοντας με το χέρι τους κάτι (π.χ. την ώρα στα ρολόγια του Κτησίβιου) ή κτυπώντας ένα κρόταλο ή κάτι άλλο.

Τον Μηχανισμό πρέπει να τον φαντασθούμε σαν ένα αστρονομικό ρολόι ροκοκό. Η Ελληνιστική περίοδος είναι μια εποχή που οι πλούσιοι άνθρωποι έχουν προτίμηση σε πολύ εξεζητημένα αντικείμενα με πολλές διακοσμήσεις. Εξωτερικά παρόμοιοι μηχανισμοί θα μπορούσαν να έμοιαζαν με ναϊσκό, με κίονες ιωνικούς ή κορινθιακούς, και ίσως ακόμη και με κάποια αγαλματίδια. Από αρχαία κείμενα γνωρίζουμε ότι κάποια αρχαία ρολόγια έχουν λειτουργικά αγαλμάτια που δείχνουν κάτι με το χέρι τους ή έχουν κάποια λειτουργία, είναι δηλαδή ρομπότ.

Ασφαλώς οι ειδικοί αρχαιολόγοι δύτες που κατεβαίνουν συχνά στα βάθη των Αντικυθήρων, θα βρουν υπολείμματα του Μηχανισμού μαζί με τα άλλα πολύτιμα αντικείμενα που ήδη βρίσκουν και θα διαφωτίσουν σκοτεινές όψεις του μυστηριώδη αυτού Μηχανισμού.

Αξιοπρόσεκτος είναι ο περίφημος χρυσός θρόνος στον «Χρυσοτρίκλινο», στην αίθουσα θρόνου του ανακτόρου της Κωνσταντινούπολης του Θ' αιώνα που κατασκεύασε ο μέγας φιλόσοφος Λέων ο Μαθηματικός ή Φιλόσοφος. Η κατασκευή στηριζόταν σε υδραυλικές και πνευματικές κατασκευές που λειτουργούσαν με νερό, πεπιεσμένο αέρα, βάρη και αντίβαρα που κινούν διάφορα αυτόματα με σπάγκους τα οποία επιτελούν διάφορες αναπαραστάσεις. Μηχανικά επιχρυσωμένα λιοντάρια ανασηκώνονται και βρυχώνται όταν μπαίνουν οι επίσημοι επισκέπτες στην αίθουσα του θρόνου και ο αυτοκράτωρ ανυψώνεται μέσα σε νέφη, ενώ μηχανικά πουλιά κελαηδούσαν καθισμένα σε έναν επιχρυσωμένο πλάτανο, ενώ αυτόματος χρυσός άγγελος σαλπίζει παιάνες και αυτόματοι οινοχόοι προσφέρουν οίνο.

Οι Άραβες και οι Ευρωπαίοι συνεχίζουν την Ελληνική παράδοση μαθαίνοντας από τους Έλληνες. Ετσι έχουμε Αραβικά ρολόγια και αυτόματα, που συνεχίζονται με τα μεσαιωνικά ευρωπαϊκά ρολόγια. Περίφημο είναι το ρολόι του De Dondi, του οποίου έχουμε άριστη τε-

χνική περιγραφή και μια ανακατασκευή του υπάρχει στο Μουσείο του Αστεροσκοπείου των Παρισίων.

Τα ευρωπαϊκά ρολόγια, όπως το θαυμάσιο ρολόι της Βενετίας, εμφανίζονται στη Δύση μετά την καταστροφή της Κωνσταντινούπολης από τους Σταυροφόρους το 1204. Πιθανότατα αποτελούν αντίγραφα Ελληνικών (βυζαντινών) ρολογιών που αυτοί πήραν ως λάφυρα, μαζί με τα τόσα άλλα πολυπληθή και πολύτιμα αντικείμενα, από την Κωνσταντινούπολη και άλλες πόλεις, όπως για παράδειγμα, το τέθριππο άγαλμα που κοσμεί σήμερα το υπερώο του Αγίου Μάρκου στην Βενετία, το οποίο αρχικά ήταν στους Δελφούς και μετέπειτα στην Πόλη. Ενδιαφέρον παρουσιάζει μια περιγραφή αυτομάτων πλανηταρίων (που είναι απόγονοι του Μηχανισμού των Αντικυθήρων), την οποία κάνει ο μέγας Ολλανδός φυσικός Χώυχενς (Christiaan Huygens) στο βιβλίο του *Περιγραφή Αυτομάτων Πλανηταρίων* (*Descriptio Automati Planetarii*) που τυπώθηκε το 1703, λίγο μετά τον θάνατό του. Αυτό αποδεικνύει ότι υπήρχε ήδη μια παράδοση τέτοιων μηχανημάτων στην Ευρώπη, που φυσικά έχουν τις ρίζες τους στον Μηχανισμό των Αντικυθήρων. Το βιβλίο του Χώυχενς έχει ακριβείς μαθηματικές περιγραφές για κατασκευές αυτομάτων, περιλαμβανομένων των γραναζιών, με θεωρητικές αποδείξεις θεωρημάτων· περιλαμβάνει επίσης κεφάλαιο για τον υπολογισμό των γραναζιών για την κίνηση των πλανητών. Ο Λαγκράνζ (Lagrange) θεωρεί ότι η επιλογή των γραναζιών είναι εφεύρεση του Χώυχενς και αποτελεί μεγάλη συνεισφορά του στην επιστήμη. Τους υπολογισμούς σχεδίασης εργονομικών γραναζιών βελτίωσαν ο Ώυλερ (Euler) και ο Λαγκράνζ. Το πλανητάριο του Χώυχενς έχει πολλές ομοιότητες με τον μηχανισμό των Αντικυθήρων.

Πολλά μεσαιωνικά ρολόγια εμφανίζονται στην Δύση μετά την Δ' Σταυροφορία που οι Λατίνοι καταλαμβάνουν και καταστρέφουν την Βασιλεύουσα, την Πόλη, την Κωνσταντινούπολη. Όλα αυτά τα μηχανικά αστρονομικά ρολόγια έχουν αρκετές ομοιότητες με τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων. Είναι βέβαιο ότι τα αστρονομικά ρολόγια της Δύσης είναι εγγόνια του Μηχανισμού που οι Λατίνοι πήραν από την Κωνσταντινούπολη ή άλλα ρολόγια τους τα χάρισαν οι Βυζαντινοί αυτοκράτορες, για λόγους διπλωματίας. Έτσι ακριβώς όπως έστειλαν τις πριγκίπισσες κόρες τους να παντρευτούν με τους Δυτικούς

(βάρβαρους εκείνη την εποχή) Βασιλιάδες για να έχουν καλύτερες διπλωματικές σχέσεις με το Βυζάντιο.

Στο παλάτι της Κωνσταντινούπολης υπήρχε ένας οκταγωνικός πύργος που αναφέρεται στα κείμενα ως «ρολόι» και για το οποίο εκτιμώ ότι ήταν αντίγραφο του ρολογιού του Ανδρόνικου Κυρρήστου που βρίσκεται στην Αθήνα. Το κτήριο αυτό δεν διασώθηκε. Υπάρχει ενδεχόμενο να εκλάπη και αυτό από τους λεγόμενους Σταυροφόρους το 1204, όταν καταλήστεψαν την Κωνσταντινούπολη. Έτσι μεταφέρθηκαν οι γνώσεις της ωρολογοποιίας στην Κεντρική και την Δυτική Ευρώπη.⁸⁹

Σχεδόν όλα τα αστρονομικά ρολόγια της Δύσης έχουν πολλές ομοιότητες και ιτις ρίζες τους στον Μηχανισμό των Αντικυθήρων. Επί πλέον πολλά αστρονομικά ρολόγια έχουν αυτόματα που λειτουργούν ορισμένη ώρα, ώστε να δείχνουν στον μη μορφωμένο την ώρα, διότι το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού δεν γνωρίζει ανάγνωση για να διαβάσει την ώρα, αλλά και για εντυπωσιασμό. Τα αστρονομικά ρολόγια λοιπόν έχουν καμπάνες που κτυπούν την ώρα, και σε πιο πολύπλοκα ρολόγια έχουμε διαφόρων τύπων αυτόματα. Αγάλματα εμφανίζονται και κάνουν κάποιες λειτουργίες, όπως να κτυπούν μια καμπάνα, κ.λπ.

Σε αρχαία ρολόγια, όπως το ρολόι του Αρχιμήδη, του Κτησίβιου, του Ήρωνα και του Βιτρούβιου, έχουμε αυτόματα διαφόρων τύπων. Μόνο αν διαβάσουμε τα ρολόγια του Αρχιμήδη καταλαβαίνουμε τις συνοπτικότερες περιγραφές των άλλων. Τα συγγράμματα που περιγράφουν το ρολόι του Αρχιμήδη έχουν επιζηήσει στην Αραβική γλώσσα είναι τρία, και οι τρεις παραλλαγές περιγράφουν σχεδόν ακριβώς το ίδιο ρολόι. Οι συγγραφείς γράφουν ότι τα βιβλία τους και οι κατασκευές τους βασίζονται σε βιβλίο και ρολόι του Αρχιμήδη. Ο τίτλος του συγγράμματος αναφέρεται και ως *Το όργανο των ωρών που ρίχνει σφαιρία* στο ένα σύγγραμμα, ενώ στο άλλο λέγεται το ρολόι του Αρχιμήδη. Αναφέρεται δηλαδή σε ρολόγια που, για να ξέρει ο κόσμος που δεν γνωρίζει να διαβάσει την ώρα, ρίχνουν ένα μικρό σφαιρίο

⁸⁹ Theodossiou, E., Katsiotis, M., Manimanis, V. N., & Mantarakis, P. (2010). The large built water clock of Amphiaræion. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 10(1), 159-167.

κάθε ώρα. Τα βιβλία αναφέρονται στην έλξη των βαρών, σε σφαιρία (μικρές σφαίρες), σε ύδωρ που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ώρας, σε δίσκους, πλωτήρες και ζυγούς που μαζί με μοχλούς και σχοινιά και δείκτες και αγάλματα φτιάχνουν το ρολόι του Αρχιμήδη.

Το ρολόι τίθεται σε λειτουργία με έναν πλωτήρα περίπου ημισφαιρικό ή ημικυλινδρικό που επιπλέει σε ένα δοχείο, του οποίου το ύψος του νερού ανέρχεται και κατέρχεται περιοδικά. Εκτός από τον πλωτήρα υπάρχουν πολλοί αυτοματισμοί. Ένας τροχός με κουτάλια ισορροπεί μέχρι να γεμίσει νερό ένα από τα κουταλάκια και να περιστραφεί κατά μία γωνία. Το ρολόι έχει επίσης και ένα μηχανικό δένδρο με πουλάκια που σφυρίζουν, όταν με την ανατροπή του κουταλιού πιέζεται αέρας σε ένα έμβολο και διέρχεται μέσα από τα ράμφη τους προκαλώντας ένα σφύριγμα, ένα κελάηδισμα. Σε τέτοια ρολόγια υπάρχουν περιστρεφόμενα τμήματα που κινούν διάφορα αυτόματα, έναν ιππέα, έναν στρατιώτη με σπαθί, ένα μουσικό (αυλητή).

Είναι φανερό ότι το ρολόι είναι πολύ πολύπλοκο και δύσκολο να περιγραφεί ακόμη και με καλό σχήμα. Ένας αριθμός 24 σφαιρίων που πέφτουν ένα κάθε ώρα με την περιστροφή ενός τύμπανου που κινείται με ένα αλυσιδάκι τυλιγμένο σε γρανάζι ή σχοινάκι τυλιγμένο σε τύμπανο. Ο πλωτήρας μέσα σε ένα πρισματικό δοχείο ανέρχεται καθώς η στάθμη του νερού ανεβαίνει αφού νερό προστίθεται με σταθερό ρυθμό. Η άνοδος του πλωτήρα σε συνδυασμό με αντίβαρο περιστρέφουν κύλινδρο που δίνει κίνηση στο ρολόι. Η περιγραφή ταιριάζει με το ρολόι της Δαμασκού το οποίο είναι βασιμένο στον Ήρωνα.

Μέσα στο ναυάγιο των Αντικυθήρων βρέθηκαν αρκετά μικρά αγαλμάτια. Ένα από αυτά περιστρέφεται περί άξονα. Ένα άλλο αγαλματίδιο είναι ένας πύκτης, ένας μποξέρ, δηλαδή. Τα δύο αυτά βρισκόνταν προσωρινά στο παλαιό Μουσείο της Ολυμπίας και επανήλθαν στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο για την θαυμάσια Έκθεση των Αντικυθήρων. Παρόμοια αγαλμάτια θα μπορούσαν να ήταν μέρος του ρολογιού μας. Ένα αγαλμάτιο περιστρεφόμενο θα μπορούσε να κτυπάει ένα καμπανάκι κάθε ώρα, όπως έχουμε σε παλαιά αστρονομικά ρολόγια και όπως διαβάζουμε στα αρχαία κείμενα.

Ο Κτησίβιος ο Αλεξανδρεύς (γύρω στα 28 με 222 π.Χ.) είναι Έλληνας εφευρέτης και μαθηματικός γνωστός για το έργο του σε διάφορες αυτόματες υδραυλικές και πνευματικές συσκευές και εφευρέτης των πρώτων ακριβών ρολογιών και αντλίας νερού. Το πιο φημισμένο είναι το υδραυλικό του ρολόι (Κλεψύδρα). Βελτίωσε τα προϋπάρχοντα σχέδια υδραυλικών ρολογιών ρυθμίζοντας τη ροή του νερού μέσα ή έξω από ένα δοχείο για να μετρήσει τον χρόνο με μεγαλύτερη ακρίβεια. Διόρθωσε προβλήματα που δημιουργεί η συσσώρευση αλάτων στη ροή του νερού. Το σχέδιό του εισάγει πλωτήρα στη δεξαμενή νερού ο οποίος ανεβαίνει με τη στάθμη του νερού και δείχνει την ώρα με κατάλληλο δείκτη σε μια κλίμακα. Σχεδιάζει διαφόρων τύπων κλίμακες οι οποίες αλλάζουν αυτομάτως στη διάρκεια του έτους. Αυτή η μεταβολή ήταν απαραίτητη διότι τότε οι άνθρωποι και οι Έλληνες διαιρούσαν την ημέρα και την νύκτα σε 12 ίσες ώρες. Επειδή η διάρκεια της ημέρας και της νύκτας αλλάζουν στη διάρκεια των εποχών οι διάρκειες κάθε ημερήσιας και νυκτερινής ώρας αλλάζει από ημέρα σε ημέρα. Ο Κτησίβιος δημιουργεί και δεύτερου τύπου υδραυλικό ρολόι το οποίο κινεί γρανάζια και μηχανισμούς για να δείχνει την ώρα και σε ισημερινές ώρες, όπως και αυτές που χρησιμοποιούμε σήμερα. Κάποια ρολόγια περιλαμβάνουν περίπλοκες ενδείξεις με αυτόματα, που δείχνουν τις ώρες και μερικές φορές ακόμη και άλλα συμβάντα. Πολύ ενδιαφέρον παρουσιάζει και το πνευματικό ρολόι χρησιμοποιεί την πίεση του αέρα για τη μέτρηση ή την ένδειξη του χρόνου.

Οι καινοτομίες του Κτησίβιου στην ωρολογοποιία έθεσαν νέες βάσεις στη μηχανική. Αν και αναφέρεται λιγότερο συχνά, τα μηχανήματα και ειδικότερα αυτόματα που έφτιαξε ο Κτησίβιος και λειτουργούσαν με πεπιεσμένο αέρα τα οποία ονόμασε *πνευματικά* συνέβαλε στη δημιουργία συσκευών που έθεσαν τις βάσεις για μελλοντικές εξελίξεις στην τεχνολογία των αυτομάτων, όπως τα ρολόγια του έβαλαν τις βάσεις μηχανικών ωρολογίων και της χρονομέτρησης. Το ρολόι του νερού του, συγκεκριμένα, ήταν μια σημαντική πρόοδος στην ακριβή μέτρηση του χρόνου στον αρχαίο κόσμο.

Ο μηχανισμός σχεδιάστηκε με βάση τις επιστημονικές μεθόδους, τους νόμους της φυσικής που γνώριζαν τότε (μοχλών), τους νόμους τους νόμους κίνησης ουρανίων σωμάτων (επικύκλους) και πιθανότα-

τα κινείτο με βάση αντίβαρα, πλωτήρες και φτερωτές, σύμφωνα με πρότυπα που εφεύραν και έθεσαν ο Αρχιμήδης, ο Κτησίβιος και ο Ήρων. Αυτή η παράδοση δημιουργεί διάφορα αυτόματα, περιλαμβανομένων «εμπύχων» πλοίων, δηλαδή πλοίων με αυτοματισμούς, όπως ένα είδος αυτόματου πιλότου (π.χ. ανεμοτίμονο).⁹⁰

Τα μυστικά του Μηχανισμού

Τι μυστικά μπορεί να έχει ένα μηχανήμα; Γιατί να ενδιαφέρεται κανείς να μελετήσει ένα μηχανήμα; Τι μπορεί να αποδώσει μια μελέτη ενός ξεχασμένου από πολλούς Μηχανισμούς, έστω και αν αυτό έχει ένα παράξενο όνομα, όπως ο *Αστρολάβος των Αντικυθήρων*, που ήταν το όνομα που είχε όταν ήμουν παιδί και τον θαύμαζα στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο, κοντά στο σπίτι μας, που συνήθιζα και συνηθίζω να πηγαίνω Κυριακές μεσημέρι να θαυμάζω τους αρχαίους θησαυρούς. Το ενδιαφέρον και η αγάπη που είχα για αυτό το μυστηριώδες μηχανήμα αποδείχθηκε πολύ αποδοτική, όπως κάθε αγάπη, γιατί η αγάπη πάντοτε ανταποδίδει πολλαπλάσια άδολα, προς όφελος όλων.

Σήμερα ο *Μηχανισμός των Αντικυθήρων* ή *Σφαίρα* ή *Πλανητάριο*, ή *Πίνακας* και *Πινακίδιο* (που εκτιμώ ότι είναι και το πλέον πιθανό), ή ακόμη και *Πυξίδα*, όπως ονομάζουν παρόμοια μηχανήματα στα οποία αναφέρονται αρχαίοι συγγραφείς, εξακολουθεί να μας εμπνέει.

Συχνά επαναλαμβάνω αυτό που έλεγε ο Κικέρων για τον Ποσειδώνιο αναφερόμενος στο πλανητάριό του «Αν οι αρχαίοι Έλληνες

⁹⁰ Proclus Phil., In primum Euclidis elementorum librum commentarii Page 41, Πρὸς δὴ ταύταις Πρὸς δὴ ταύταις ἡ μηχανικὴ καλουμένη τῆς περὶ τὰ αἰσθητὰ καὶ τὰ ἔνυλα πραγματείας μέρος ὑπάρχουσα, ὑπὸ δὲ ταύτην ἢ τε ὀργανοποιϊκὴ τῶν κατὰ πόλεμον ἐπιτηδείων ὀργάνων, οἷα δὴ καὶ Ἀρχιμήδης λέγεται κατασκευάσαι τῶν πολεμούντων τὴν Συράκουσαν ἀμυντικὰ ὄργανα, καὶ ἡ θαυματοποιϊκὴ τὰ μὲν διὰ πνῶν φιλοτεχνούσα, ὥσπερ καὶ Κτησίβιος καὶ Ἥρων πραγματεύονται, τὰ δὲ διὰ ῥοπῶν, ὧν τῇ 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.

πριν δυο χιλιετίες μπορούσαν και έκανα πλανητάρια, εμείς σήμερα μπορούμε να φτιάξουμε πολύ περισσότερα».

Τα μυστικά του Μηχανισμού των Αντικυθήρων που ξεδιαλύνουμε βαθμιαία με τις μελέτες του μας επιτρέπει να γνωρίζουμε καλύτερα το εαυτό μας, μας εμπνέει, μας επιτρέπει να ξέρουμε ποιοι είμαστε από πού ερχόμαστε και πού μπορούμε να πάμε, να αποκτήσουμε αυτογνωσία που ειδικά σε θεωρούμενους δύσκολους καιρούς γνωρίζω πολύ καλά ότι μας λείπει.

Η μελέτη του μηχανισμού απέδωσε προς όφελος της Ελλάδας, της ανθρωπότητας, της ελληνικής και παγκόσμιας ιστορίας, της ιστορίας της αστρονομίας, των μαθηματικών, της τεχνολογίας, της μηχανολογίας, της μεταλλουργίας, της χημείας, της μηχανικής και της φυσικής, της μετεωρολογίας και της κλιματολογίας, ακόμη και της αστροφυσικής και της γλωσσολογίας, όσο και αν αυτό φαίνεται παράξενο ή και απίθανο. Μια ακόμη απίστευτη εφαρμογή των μελετών μας αποδείχθηκε ότι είναι και η εκπαιδευτική συνιστώσα των αποτελεσμάτων μας, διότι ο Μηχανισμός είναι ένα παράξενο αντικείμενο που προσελκύει πολλούς, ειδικά νέους, όπως προσέλκυσε και εμένα. Ο Μηχανισμός είναι αυτό που έλεγε ο τίτλος μιας ομιλίας, *«Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων μέγας ελκυστής των παιδιών στις Επιστήμες, την Τεχνολογία και την Φιλοσοφία»*, που έδωσα το 2007 στο Παιδικό Μουσείο του Μανχάταν και έπεισα τον διευθυντή Δρα. Α. Άκερμαν να συμβάλουμε σε μια θαυμάσια έκθεση για την Ελλάδα (*Θεοί, Μύθοι και Θνητοί*) με τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων με την συνδρομή της κυρίας Ελένης Ντάνιελς. Σε αυτή την έκθεση, που ήταν πάρα πολύ πετυχημένη με γύρω στους 600.000 επισκέπτες, κυρίως παιδιά, και τώρα συνεχίζεται στο Σικάγο και αλλού. Ο Μηχανισμός ήταν το έκθεμα για το οποίο τα παιδιά έκαναν ουρά για να το δουν, για να απορήσουν με τις τρισδιάστατες φωτογραφίες, να μάθουν για τις περίεργες λειτουργίες του, να θαυμάσουν το περίτεχνο μπρούτζινο μοντέλο⁹¹ και το οποίο είναι η ναυαρχίδα όλων των εκθέσεών μας ανά τον Κόσμο, από την NASA έως την UNESCO στο Παρίσι, από την Αλεξανδρούπολη έως την Κάσο, από την Κέρκυρα έως την Κάσο και την Κύπρο ή την Βιβλιοθήκη

⁹¹ περίτεχνη κατασκευή του κυρίου Διονύση Κριάρη, που έφτιαξε βασισμένος στις μελέτες μας και βρίσκεται στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο.

της Αλεξάνδρειας, από την Ουψάλα έως την Κωνσταντίνη της Αλγερίας, μέχρι την Φλωριανόπολι της Βραζιλίας ή την Ισλανδία.

Ο Μηχανισμός έχει τεράστια εκπαιδευτική αξία. Συμβάλλει σημαντικά και με αποτελεσματικότητα στην εκπαίδευση των παιδιών, των νέων και των ενηλίκων όλων των ηλικιών. Η εκπαιδευτική συνιστώσα του Μηχανισμού έχει πολλές σημαντικές όψεις. Δείχνει ότι ο άνθρωπος μπορεί να κάνει θαύματα.

Ο Μηχανισμός διδάσκει πώς γίνεται η μελέτη της φύσης. Διδάσκει την έννοια της μοντελοποίησης, διδάσκει ότι υπάρχουν νόμοι της Φύσης, από τους οποίους διέπονται και υπακούουν όλα τα φυσικά φαινόμενα. Διδάσκει ότι οι νόμοι της φυσικής εκφράζονται με ακρίβεια μόνο με κατάλληλα ακριβή μαθηματικά.

Πρώτος ο Πυθαγόρας, βασισμένος στους Ίωνες φιλοσόφους, ανάπτυξε και δίδαξε αυτή την επιστημονική μέθοδο βασισμένη στα μαθηματικά. Οι μαθητές του συνέχισαν με επιτυχία μέθοδο που τελικά σήμερα όλοι οι φυσικοί και όλοι οι επιστήμονες γενικότερα που είμαστε μαθητές του Πυθαγόρα και του Πλάτωνα, του Αρχιμήδη και του Ιππάρχου και του άγνωστου κατασκευαστή του Μηχανισμού. Ο Γαλιλαίος δυο χιλιετίες αργότερα διατυπώνει εύληπτα την αρχή του Πυθαγόρα με την φράση «Η γλώσσα της φύσης είναι τα μαθηματικά». Χρησιμοποιούμε χωρίς απόκλιση την Πυθαγόρεια αρχή όταν μελετάμε τη φύση σε υποατομική ή κοσμική κλίμακα, όταν κατασκευάζουμε ένα σπίτι, έναν υπολογιστή, ένα διαστημόπλοιο, ένα νέο φάρμακο, μια νέα εφεύρεση.

Με βάση τον Μηχανισμό, χρησιμοποιώντας το παράδειγμα του Πυθαγόρα μαθαίνουμε ότι όλα τα φυσικά φαινόμενα διέπονται από τους νόμους της φυσικής και ότι με τους νόμους της φυσικής μπορούμε να περιγράψουμε τα φυσικά φαινόμενα, ακόμη και να τα προβλέψουμε. Μαθαίνουμε ότι οι νόμοι είναι παγκόσμιοι και Αιώνιοι. Οι Έλληνες φιλόσοφοι αντιλήφθηκαν ότι οι νόμοι της φύσης εξαρτώνται από τις συνθήκες που επικρατούν. Αυτό πρεσβεύει και η σύγχρονη φυσική.⁹²

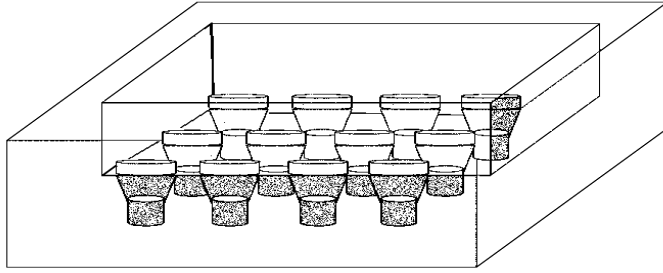
⁹² Η Μεγάλη Έκρηξη είναι η θεωρητική αρχή του σύγχρονου σύμπαντος, που περιγράφει την αρχική στιγμή και την αρχική εξέλιξη του σύμπαντος. Κατά τη διάρκεια

Ο μηχανισμός μας μαθαίνει ότι μπορούμε να μελετήσουμε τις θέσεις των ουρανίων σωμάτων, να τις προβλέψουμε, να προβλέψουμε και τις εκλείψεις. Ο Μηχανισμός μάς μαθαίνει ότι με τα μαθηματικά, τη φυσική και την τεχνολογία μπορούμε να ερμηνεύσουμε το Σύμπαν και να φτιάξουμε έναν Μηχανικό Κόσμο.

Βαλβίδες αυτοματισμών;

Οι εξάιρετοι αρχαιολόγοι της Εφορίας Εναλίων Αρχαιοτήτων Ελλάδας σε συνεργασία με την Ελβετική Σχολή Αρχαιολογίας, με την οικονομική συμβολή του Ιδρύματος Αικατερίνη Λασκαρίδη ψάχνουν με επιτυχία στον βυθό των Αντικυθήρων και βρίσκουν πολλά σημαντικότερα αρχαία αντικείμενα από το φημισμένο ναυάγιο, τα οποία είδαμε επανειλημμένα σε εκθέσεις στο Ίδρυμα Λασκαρίδη.

της Μεγάλης Έκρηξης, οι συνθήκες στο σύμπαν ήταν εξαιρετικά θερμές και πυκνές. Οι φυσικοί νόμοι που γνωρίζουμε σήμερα αποτελούν το αποτέλεσμα αυτής της εξέλιξης και προσαρμογής στις συνθήκες του επεκτεινόμενου και ψυχόμενου σύμπαντος. Στο υπέρθερμο και πολύ πυκνό αρχικό σύμπαν οι φυσικοί νόμοι που κυριαρχούν στο σύμπαν θεωρείται ότι ήταν διαφορετικοί από αυτούς που γνωρίζουμε σήμερα. Οι δυνάμεις και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των σωματιδίων ήταν διαφορετικές από αυτές που συμβαίνουν σε συνθήκες χαμηλότερων θερμοκρασιών και πυκνοτήτων. Οι φυσικοί νόμοι εξελίσσονται καθώς το σύμπαν διαστέλλεται, αραιώνει και ψύχεται. Καθώς η θερμοκρασία πέφτει, οι δυνάμεις που κυριαρχούν στο σύμπαν αλλάζουν, επιτρέποντας τη δημιουργία των πρώτων ατόμων, πυρήνων και στη συνέχεια των ατόμων.



Εικόνα 83 Πιθανό σύστημα αυτοματισμού με 12 βαλβίδες. Τέτοιες βαλβίδες περιγράφει ο Ήρων. Παρόμοιες χρησιμοποιούνται σήμερα.

Μεταξύ των άλλων σημαντικότερων αντικειμένων έφεραν στην επιφάνεια ένα ταπεινό ορθογώνιο λαξευμένο λίθινο αντικείμενο διαστάσεων περίπου $28 \times 20 \times 5$ εκατοστών, με λαξευμένο κοίλο ορθογώνιο $15 \times 9 \times 3$ εκατοστών στο μέσο της μεγαλύτερης πλευράς. Το κοίλο έχει στο βάθος 12 παράλληλες διαμπερείς κωνικές οπές στοιχημένες σε τρεις σειρές ($3 \times 4 = 12$ οπές). Κάθε κωνική οπή έχει μορφή κόλουρου κώνου. Η μεγάλη διάμετρος στο εσωτερικό του κοίλου της πέτρας είναι γύρω στα δύο εκατοστά και η μικρή, που καταλήγει σε ένα στενό άνοιγμα στην βάση της πέτρας, έχει διάμετρο περίπου 10 έως 13 χιλιοστά.

Οι κωνικές αυτές οπές έχουν ομοιότητες με βαλβίδες αρχαίων και νέων αυτοματισμών. Υπάρχουν αυτοματισμοί του Ήρωνα, οι οποίοι έχουν βαλβίδες με την χρήση των οποίων αρχίζει μία λειτουργία. Όταν ανοίξει η βαλβίδα ποσότητα του ρευστού μετατοπίζεται από ένα δοχείο σε ένα μικρό δοχείο το οποίο λόγω του βάρους ενεργοποιεί έναν αυτοματισμό. Καθώς το ρευστό, υγρό (νερό) ή άμμος ή μικρή σφαίρα, αφήνεται να πέσει από το αρχικό δοχείο πέφτει σε ένα άλλο γίνεται ένας αυτοματισμός. Το μικρό δοχείο με το βάρος ασκεί μια δύναμη (πιο σωστά μια ροπή). Η ροπή βάζει σε λειτουργία αυτοματισμό του μηχανισμού. Αναφέρεται ότι τέτοια συστήματα αφήνουν να πέσει μια μικρή σφαίρα, φτιαγμένη από μόλυβδο, που ενεργοποιεί κάποιον αυτοματισμό. Κάθε μια από τις 12 βαλβίδες μπορεί να δίνει μια εντολή μιας λειτουργίας κάθε ώρα. Το ρολόι της Γάζας που περι-

γράφει ο Προκόπιος είχε τέτοιες λειτουργίες. Οι 12 κωνικές σπές έχουν παρόμοια μορφή προς τις βαλβίδες μιας μηχανής αυτοκινήτου.

Το κοίλο της λαξευμένης αυτής πέτρας είναι γεμάτο με ένα λεπτό-κοκκο υλικό, ίσως ασβεστολιθικό, ίσως λεπτόρρευστη άμμος. Στο εσωτερικό του υλικού υπάρχουν μερικά κομμένα συρματάκια. Κάποια συρματάκια έχουν σπειροειδή μορφή. Τα μικρά «ελατήρια» θα μπορούσαν άραγε να είναι τμήματα ενός αυτομάτου;⁹³

Σφαιρούλες πλανητών

Στο εγχειρίδιο του Μηχανισμού διαβάσαμε σε τρία σημεία την λέξη σφαιρίον: σε μια περίπτωση έχουμε τὸ σφαιρίον φέρει, στην άλλη γνώμω... κείται χρυσοῦν σφαιρίον, και στην τρίτη Κρόνου Φαίνοντος κύκλος, τὸ δὲ σφαιρίον Πιθανότατα αναφέρεται στους δείκτες του Ηλίου, της Σελήνης και των πλανητών, αφού σαφέστατα αναφέρεται στον πλανήτη Κρόνο. Αφού γνωρίζουμε από τον δείκτη της Σελήνης ότι είναι σφαιρικός στο άκρο του, πιθανολογούμε ότι το κείμενο του Μηχανισμού αναφέρεται σε δείκτη. Στα αρχαία ρολόγια και μέχρι τα τέλη του 19^{ου} αιώνα ο δείκτης του Ηλίου συχνά είναι ένας δίσκος κυκλικός, ελαφρώς κυρτός με ακτίνες γύρω του.

Οι δύτες αρχαιολόγοι βρήκαν 6 μικρές σφαίρες από πολύτιμους λίθους. Κάθε μικρή σφαίρα έχει κομμένο ένα μικρό τμήμα της που δημιουργεί μια βάση και μπορεί να στηρίζεται ή για να είναι κολλημένη σε στο άκρο μιας λάμας και να αποτελεί ένα πλανητικό δείκτη του μηχανισμού. Τέτοιες περιγραφές διαβάζουμε σε αρχαία κείμενα που περιγράφουν παρόμοιους μηχανισμούς.

Η ορθόδοξη άποψη είναι ότι οι μικρές σφαίρες μπορεί να είναι πεσσοί ενός γνωστού παιχνιδιού, όπως υποστηρίζουν οι αρχαιολόγοι. Μπορεί ωστόσο κάθε μικρή σφαίρα να αντιπροσωπεύει έναν πλανήτη στην απόληξη ενός δείκτη. Μια μικρή σφαίρα είναι βαθύ γα-

⁹³ Η λαξευμένη πέτρα παρουσιάστηκε σε ομιλία του αρχαιολόγου κ. Brendan Foley στην Αμερικανική Αρχαιολογική Σχολή στην Αθήνα. Η πιθανή λειτουργία που παρουσιάζεται στο βιβλίο είναι μια υπόθεση εργασίας του συγγραφέα.

λάζια, σαν λαζουρίτης (λάπις λάζουλι), άλλη είναι πρασινωπή, δυο με κίτρινες αποχρώσεις. Αυτά τα χρώματα ταιριάζουν με τα χρώματα των πλανητών σε αρχαίο κείμενο που περιγράφει αρχαίο πλανητήριο.⁹⁴

Σφαιρούλες αυτοματισμών

Σε αρχαία κείμενα. όπως σε πολλά αραβικά που περιγράφουν το ρολόι του Αρχιμήδη, τους αυτοματισμούς του Ήρωνα και του ρολογιού της Δαμασκού, διαβάζουμε ότι όλα αυτά τα αρχαία ρολόγια έχουν σφαιρία που πέφτουν και ενεργοποιούν αυτοματισμούς που δείχνουν την ώρα. Είναι ενδεχόμενο να υπήρχαν και σφαιρία που ενεργοποιούν αυτοματισμούς, όπως στο ρολόι του Αρχιμήδη με τα 24 σφαιρία ή της Γάζας ή το ρολόι της Δαμασκού που όλα χρησιμοποιούν την ίδια μέθοδο ατυοματισμού.

Πιθανά πρόσθετα τμήματα του Μηχανισμού

Αν προσέξουμε τα πολυπληθή κομμάτια του Μηχανισμού, θα διαπιστώσουμε ότι υπάρχει ένα κυρτό κομμάτι. Το κυρτό αυτό τμήμα θα μπορούσε να είναι παραμορφωμένο τμήμα σπασμένης σφαίρας, ίσως μιας ουράνιας σφαίρας. Ίσως αποτελούσε ένα καμπύλο κάλυμμα του Μηχανισμού που υποδεικνύει ότι ίσως ο Μηχανισμός είχε διακοσμητικά στοιχεία, ίσως ήταν το κάλυμμά του. Είναι ενδεχόμενο

⁹⁴ Εἶπε δὲ αὐτῷ ἡ Ὀλυμπιάς (μητέρα Μεγαλέξανδρου): “προφῆτα, πέπηγας ἰδὼν με;” ὁ δὲ (ο Νεκτεναβὺ είναι ο τελευταῖος Φαραὼ της Αἰγύπτου) ἔφη: “ναί, κυρία· ὑπεμνήσθην γὰρ χρησμοῦ δοθέντος μοι ὑπὸ τῶν ἰδίων θεῶν, ὅτι δεῖ σε βασιλίδι σκέψασθαι. καὶ ἰδοὺ τοῦτο ἀληθὲς ἐγένετο. ὥστε λοιπὸν λέγε μοι ὃ βούλει.” καὶ βαλὼν τὴν χεῖρα αὐτοῦ ἔνδον τοῦ κόλπου αὐτοῦ ἐξήγαγε πινακίδιον ὅπερ λόγος ἐρμηνεῦσαι οὐ δύναται (πινακίδιο που ο νους του ἀνθρώπου δεν καταλαβαίνει πῶς λειτουργεῖ), χρυσίῳ μὲν καὶ ἐλεφαντίνῳ διακείμενον, ἔχον ἀστέρας ἑπτὰ καὶ ὠροσκόπον [δηλαδὴ ὠρολόγιον], ἡλιόν τε καὶ σελήνην. καὶ ὁ μὲν ἥλιος ἦν κρυστάλλινος, ἡ δὲ σελήνη ἀδαμαντίνη (ἀπὸ χάλυβα;), ὁ δὲ λεγόμενος Ζεὺς ἀέριος (γαλάζιος), ὁ δὲ Ἄρης αἰματῖτης (κόκκινο πέτρωμα που πράγματι ο πλανήτης Ἄρης εἶναι γεμάτος ἀπὸ αὐτό), ὁ δὲ Κρόνος ὀφίτης (Σερπεντίνης λίθος), ἡ δὲ Ἀφροδίτη σαπφείρινος, ὁ δὲ Ἑρμῆς σμαράγδινος, ὁ δὲ ὠροσκόπος λύγδινος (μαρμάρινος).

να ήταν μέρος ενός πλωτήρα που έδινε κίνηση, καθώς ανυψωνόταν μέσα σε κυλινδρικό δοχείο μαζί με νερό που εισρέει με σταθερή παροχή. Μεταλλικοί πλωτήρες αναφέρονται στο ρολόι του Αρχιμήδη και αλλού. Οι πλωτήρες πλέοντας σε νερό μέσα σε ένα δοχείο του οποίου η στάθμη αλλάζει με σταθερό ρυθμό μετακινούμενοι έδιναν δύναμη κίνησης του ρολογιού.



Εικόνα 84 Κυκλικό διακοσμητικό από το ναυάγιο των Αντικυθήρων με ένα βοοειδές.

Οι αρχαιολόγοι βρήκαν και ένα σχεδόν επίπεδο κυκλικό χάλκινο αντικείμενο διαμέτρου 8,5 cm ή $\frac{1}{4}$ του ελληνικού ποδιού. Απεικονίζει ανάγλυφο ένα βοοειδές. Έχει και τέσσερις προεξοχές με τρυπούλες για στηρίγματα και ήταν στερεωμένο κάπου με καρφάκια ή πείρους. Θα μπορούσε να είναι κάλυμμα κάποιου τμήματος του μηχανισμού, αλλά και κάθε άλλου αντικειμένου, επίπλου κ.λπ.. Το βοοειδές θα μπορούσε να είναι ένα ο Ταύρος, ένα από τα 12 ζώδια και τμήμα αντικειμένου αστρονομικού ενδιαφέροντος. Σε μια τέτοια περίπτωση θα αναμενόταν μια πλήρης δωδεκάδα με τα ζώδια.

Ευχαριστίες

Η μελέτη του Μηχανισμού των Αντικυθήρων επιχορηγήθηκε γενναία από το Ίδρυμα Ιωάννου Φ. Κωστόπουλου στο οποίο εκφράζουμε την ευγνωμοσύνη μας για την γενναιόδωρη επιχορήγηση των ερευνών μας, χωρίς την επιχορήγησή του οποίου δεν θα μπορούσαμε να είχαμε πραγματοποιήσει τις μελέτες μας. Ευχαριστούμε πάρα πολύ το Leverhulme Trust για την επίσης γενναιόδωρη χορηγία του στην κύρια και καίρια φάση έναρξης της μελέτης. 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 Μόσχας, Περιφέρεια Αττικής. Πολλές ευχαριστίες οφείλονται στο Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών και τρία προγράμματα Grundtvig που συνέβαλαν στην διάχυση των αποτελεσμάτων της μελέτης μας στο εξωτερικό.

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

Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε σε συνεργασία με πολλούς φίλους και συνεργάτες. Πολλές ευχαριστίες οφείλω στους καθηγητές κ. Ι. Σεραδάκη, κ. Μ. Edmunds, στον Δρα κ. Τ. 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, κα 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 Τσελίκια και τους συνεργάτες του, τον Δρα κ. Χάρη Κριτζά, κ. Διονύση Κριάρη, κ. Γερ. Μακρή και συνεργάτες, την κα Αντιγόνη και συνεργάτριες (ΕΑΜ), Dr. Vance Tiede, Δρα κα Μαγδαληνή Αναστασίου, αείμνηστο Ηλία Γκουρτσογιάννη, καθηγητή κ. Κυριάκο Ευσταθίου, καθηγήτρια κα Μάρω Παπαθανασίου, κ. G. Henriksson, τον αείμνηστο Χρήστο Λάζο, αείμνηστο Βαγγέλη Σπανδάγο, την λέκτορα 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, τον καθηγητή κ. Κώστα Τριανταφυλλίδη, 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 διαχρονικά, τον κύριο Βαγγέλη Παυλόπουλο και την εξαιρετική συλλογή παλαιών επιστημονικών οργάνων όπως και την κυρία Ελισάβετ Τόμπρου.

Την καθηγήτρια του Πανεπιστημίου Αθηνών κυρία Μάρω Παπαθανασίου ευχαριστώ ιδιαίτερα για την εποικοδομητική κριτική μελέτη των βιβλίων μου. Φυσικά όσα λάθη ή παραλείψεις οφείλονται σε εμένα.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες στην κα Εύη 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.

Ευχαριστώ πάρα πολύ και όλα τα μέλη της ερευνητικής ομάδας μου, της Ομάδας Φυσικής Διαστήματος, στο Πανεπιστήμιο Αθηνών για πολλές συνεχείς εποικοδομητικές συζητήσεις, σεμινάρια, διαλέξεις και μαθήματα που συμβάλλουν στην πρόοδο των μελετών μας, και ασφαλώς την οικογένειά μου για την ενθάρρυνση, συμπαράσταση και κατανόηση για τις απειράριθμες ώρες που εργάζομαι στο γραφείο στο Πανεπιστήμιο, ή στο σπίτι, ή όπου βρίσκομαι, λόγω των συνεχών μελετών και ερευνών πεδίου, τις απουσίες λόγω των ταξιδιών που συνδέονται με την έρευνα, τις ομιλίες και τις εκθέσεις του Μηχανισμού σε όλον τον Κόσμο, προβάλλοντας συνεχώς και θετικότεα την Ελλάδα.



Εικόνα 85 Τρία φορητά ηλιακά ρολόγια από την Αγγλία. Δύο δακτυλιοειδή και ένα επίπεδο (μέση). Έχουν διαμέτρους γύρω στα 3,5-4 cm. Λειτουργούν σε διάφορες εποχές του έτους. Ρυθμίζονται για την ημερομηνία. Το πρώτο και το δεύτερο από αριστερά βρέθηκαν στο βυθό της θάλασσας στα νησιά Isles of Scilly στην Αγγλία, στο ναυάγιο του πλοίου HMS Association (1697) που βυθίστηκε το 1707 με 800 ανθρώπινες απώλειες. Το δεξιό βρέθηκε στην ύπαιθρο, κοντά σε ρωμαϊκή οδό. Συλλογή παλαιών επιστημονικών οργάνων του κ. Ευάγγελου Κ. Παυλόπουλου

Βιβλιογραφία

Η βιβλιογραφία περιλαμβάνει εκλαϊκευτικά βιβλία, αλλά και επιστημονικά άρθρα για τους ειδικούς.

-- 1908, Das Athener Nationalmuseum, Athens.

---Χρησιμοποιήθηκαν πάρα πολλά αρχαία Ελληνικά κείμενα από τον Thesaurus Linguae Graecae και άλλες πηγές αρχαίων κειμένων. Έγινε βοηθητική χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

Allen, M. W. Ambrisco, M. Anastasiou, D. Bate, Y. Bitsakis, A. Crawley, M.G. Edmunds, D. Gelb, R. Hadland, P. Hockley, A. Jones, T. Malzbender, H. Mangou, X. Moussas, A. Ramsey, J.H. Seiradakis, J. M. Steele, A.Tselikas, M. Zafeiropoulou, 2016 *General Preface to the Publication of the Inscriptions*, *Almagest* 7-1, 4-35.

Anastasiou, A., Y. Bitsakis, A. Jones, X. Moussas, A. Tselikas, M. Zafeiropoulou, 2016 *The Front Cover Inscription*, *Almagest*, 7-1, 250-297.

Anastasiou, M. Y. Bitsakis, A. Jones, J. M. Steele, M. Zafeiropoulou, 2016 *The Back Dial and Back Plate Inscriptions*, *Almagest*, 7-1, 138-215.

Anastasovitis, E., & Roumeliotis, M. 2017 Software tools for analysis and visualization of the antikythera mechanism. In 3DTV Conference: The True Vision-Capture, Transmission and Display of 3D Video 3DTV-CON, 2017 pp. 1-4. IEEE.

Avronidaki, C., 2012 in *The Antikythera Shipwreck. The Ship, the Treasures, the Mechanism — Exhibition Catalogue* eds Kaltsas, N., Vlachogianni, E. & Bouyia, P. 132–145, National Archaeological Museum, Athens

Bitsakis, Y. A. Jones, 2016 *The Back Cover Inscription*, *Almagest* 7-1, 216-249.

Bitsakis, Y., A. Jones, 2016 *The Front Dial and Parapegma Inscriptions*, *Almagest* 7-1, 68-137.

Blomberg, M. and Henriksson, G. 1996 'Minos Enneoros'. Archaeoastronomical light on the priestly role of the king in Crete. In *Religion and Power in the ancient Greek world*. Proceedings of the Uppsala symposium 1993 *BOREAS*. Uppsala Studies in Ancient Mediterranean and Near Eastern Civilizations, 24 P. Hellström and A. Alroth eds., Uppsala University, Uppsala, 27-39.

Blomberg, M. and Henriksson, G. 1999 Evidence for the Minoan origins of stellar navigation in the Aegean. In *Actes de la Vème conférence de la SEAC, Gdańsk, 5-8 Septembre 1997* Światowit supplement series H: Anthropology II. A. Le Beuf and M. Ziolkowski eds., Warsaw, 69-81.

Blomberg, M. and Henriksson, G. 2003 The Minoan peak sanctuary on Pyrgos and its context. In: *Calendars, symbols, and orientations: legacies of astronomy in culture*. Proceedings of the 9th meeting of the European Society for Astronomy in Culture SEAC, 27-30 Au-

gust 2001 Uppsala Astronomical Observatory Report no. 59, M. Blomberg, P. E. Blomberg and G. Henriksson eds., Uppsala University Press, Uppsala, 127-134.

Blomberg, M. and Henriksson, G. 2005 Orientations of the late Bronze Age villa complex at Vathypetro in Crete. *Mediterranean Archaeology & Archaeometry* vol. 5, no. 1, 51-61.

Blomberg, M. and Henriksson, G. 2007 Orientations of the Minoan palace at Phaistos in Crete. In *Ancient watching of cosmic space and observation of astronomical phenomena" 6-10 April, 2006, Rhodes, Greece*, Proceedings of the international conference on archaeo-astronomy, 14th SEAC, 2006. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 6, 185-192.

Blomberg, M., Henriksson, G. 2011 *The evidence from Knossos on the Minoan Calendar*, Mediterranean Archaeology and Archaeometry, Vol. 11, No. 1, pp. 59-68.

Blomberg, M., Henriksson, G., and Papathanassiou, M. 2002 *The calendaric relationship between the Minoan peak sanctuary on Juktas and the palace at Knossos*. In *Proceedings of the Conference "Astronomy of ancient Civilizations" of the European society for Astronomy in Culture SEAC and National Astronomical Meeting JENAM*, Moscow, May 23-27, 2000, T.M. Potyomkina and V.N. Obridko eds., Moscow, 81-92.

Blomberg, P. E. 2006 A new interpretation of the figurines from Petsophas and Traostalos. In *Proceedings of the 9th Cretological congress, Elounda Crete, 1-7 October 2001*. Vol. A4. E. Tabakaki and A. Kaloutsakis eds., Heraklion, 333-347.

Bouyia, P. 2012 in *The Antikythera Shipwreck. The Ship, the Treasures, the Mechanism — Exhibition Catalogue* eds Kaltsas, N., Vlachogianni, E. & Bouyia, P. 36–49. National Archaeological Museum, Athens

Britton, J.P. 1993 Scientific Astronomy in Pre-Seleucid Babylon. In H.D. Galter ed., *Die Rolle der Astronomie in den Kulturen Mesopotamiens*. Graz

Bromley A.G. 1986 *Notes on the Antikythera Mechanism*, Centaurus, vol. 29, pp. 5-27.

Bromley A.G. 1990a *The Antikythera Mechanism*, Horological Journal, vol. 132, pp. 412-415.

Bromley A.G. 1990b *The Antikythera Mechanism: A Reconstruction*, Horological Journals, July 1990, pp. 28-31.

Bromley A.G. 1990c *Observations of the Antikythera Mechanism*, Antiquarian Horology, No. 6, vol. 18, Summer 1990, pp. 641-652.

Bromley, A. G. 1993 *Antikythera: An Australian-Made Greek Icon!*, Bassernet, Vol. 2, No. 3, June 1993, Basser Department of Computer Science, University of Sydney

Brooks, M. 2001 *Tricks of the Light*, New Scientist, No 2285, 7 April 2001

Chondros, Thomas G., 2009 *The Development of Machine Design as a Science from Classical Times to Modern Era*, in H.-S. Yan, M. Ceccarelli eds., *International Symposium on History of Machines and Mechanisms*, DOI 10.1007/978-1-4020-9485-9_5, Springer Science+Business Media B.V.

Devevey, Frédéric Patrice Cauderlier, Claudine Magister-Vernou et Christian Verno 2006 *Découverte d'un «disque» astrologique antique à Chevroches Nièvre*, Revue Archéologique de l'est, t. 55

Devevey, F. & Rousseau, A. 2009 in Cosmology Across Cultures ASP Conference Series, Vol. 409, J.A. Rubino-Martin, J.A. Belmonte, F. Prada & A. Alberdi eds San Francisco: Astronomical Society of the Pacific, p. 172.

Devevey, F., Cauderlier, P., Magister-Vernou, C., & Vernou, C. 2007 *Découverte d'un «disque» astrologique antique à Chevroches Nièvre: note de présentation*. Revue archéologique de l'Est, t. 55.

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

Dreyer, J.L.E. 1953 *A History of Astronomy from Thales to Kepler*. Dover

Edmunds, M. and Morgan, P. 2000 *The Antikythera Mechanism: still a mystery of Greek astronomy?*, Astronomy & Geophysics, Vol. 41, pp. 6.10-6.17.

Edmunds, M.G. 2014 *The Antikythera Mechanism and the Mechanical Universe*, Contemporary Physics 55: 263-285, and corrigendum 56: 107.

Edmunds, M.G., Freeth, T. 2011 *Using Computation to Decode the First Known Computer*, Computer 44: 32-39.

Espenak F. *Eclipses* <http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html>

Evans, J., Carman, C. C., & Thorndike, A. S., 2010 *Solar anomaly and planetary displays in the Antikythera Mechanism*. Journal for the History of Astronomy, 41, 1-40.

Field, J. V. & Wright, M. T., 1985 *Gears from the Byzantines: A portable sundial with calendrical gearing*. Ann. Sci. 42, 87-138.

Freeth, T. 2002 *The Antikythera Mechanism: 1. Challenging the Classic Research*, Mediterranean Archaeology & Archaeometry, 2, 21-35.

Freeth, T. 2002 *The Antikythera Mechanism: 2. Is it Posidonius' Orrery?*, Mediterranean Archaeology & Archaeometry, 2, 45-58.

Freeth, T., 2009 *Decoding an Ancient Computer*, Scientific American, 301, 6 : 76–83.

Freeth, T., 2014 *Eclipse Prediction on the Ancient Greek Astronomical Calculating Machine Known as the Antikythera Mechanism*. PLoS ONE 9 7 : e103275.

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, 444, 587-591.

Freeth, T., & Jones, A., 2012 *The Cosmos in the Antikythera Mechanism*. New York University: Institute for the Study of the Ancient World ISAW Papers 4
<http://dlib.nyu.edu/awdl/isaw/isaw-papers/4>

Freeth, T., A. Jones, J. M. Steele & Y. Bitsakis, 2008 *Calendars with Olympiad display and eclipse prediction on the Antikythera Mechanism*, Nature, 454, 614-617.

Freeth, T., Bitsakis, Y., Moussas, X., Seiradakis, J.H., Tselikas, A., Mangou, H., Zafeiropoulou, M., Hadland, R., Bate, D., Ramsey, A., Allen, M., Crawley, A., Hockley, P., Malzbender, T., Gelb, D., Ambrisco, W. and Edmunds, M.G. 2006 *Decoding the ancient Greek astronomical calculator known as the Antikythera Mechanism*, Nature 444, 587.

Freeth, T., Jones, A., Steele, J.M. & Bitsakis, Y. 2008 ; *Calendars with Olympiad display and eclipse prediction on the Antikythera Mechanism*, Nature 454, 614.

Goodison, Lucy, 2004 *From tholos tomb to Throne Room: some considerations of dawn light and directionality in Minoan buildings*, British School at Athens Studies, Vol. 12, Knossos: palace, city, state, pp. 339-350.

Gourtsoyannis, E. 2010 *Hipparchus vs. Ptolemy and the Antikythera Mechanism: Pin-Slot Device Models Lunar Motions*, Advances in Space Research, 46, 540.

Gourtsoyannis, E., 2010. Hipparchus vs. Ptolemy and the Antikythera Mechanism: Pin-Slot device models lunar motions. Advances in Space research, 46(4), pp.540-544. doi:10.1016/j.asr.2009.08.03.

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

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

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

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

Henriksson, G. 2011 in 17th annual meeting of the European Society for Astronomy in Culture, SEAC 2009 Alexandria: Alexandria Library

Henriksson, Goran, 2009 *Ten solar eclipses show that the Antikythera Mechanism was constructed for use on Sicily*, The European Society for Astronomy in Culture 17th Annual Meeting, SEAC 2009. Alexandria Library, Alexandria, Egypt

Johnston, A., Quercia, A., Tsaravopoulos, A., Bevan, A., & Conolly, J. 2012 *Pots, piracy and Aegila: Hellenistic ceramics from an intensive survey of Antikythera, Greece*. The Annual of the British School at Athens, 107, 247-272.

Jones, A., 2016 *Historical Background and General Observations*, Almagest 7-1, 36-67.

Jones, A. 2017 *A Portable Cosmos: Revealing the Antikythera Mechanism, Scientific Wonder of the Ancient World*. Oxford University Press

King, H.C. and Millburn, J.R., 1978. Geared to the stars. The evolution of planetariums, orreries and astronomical clocks. Toronto: University of Toronto Press.

Kourkoumelis, D. 2012 in the Antikythera Shipwreck. The Ship, the Treasures, the Mechanism — Exhibition Catalogue eds Kaltsas, N., Vlachogianni, E. & Bouyia, P. 208–215, National Archaeological Museum, Athens

Laks André and Most, Glenn W. eds 1997 *Studies on the Derveni papyrus*, Oxford University Press,

Malzbender, T. and Gelb, D. 2006 *Polynomial Texture Mapping*, Hewlett-Packard Mobile and Media Systems Laboratory.

Malzbender, T., Gelb, D., & Wolters, H. 2001 in Siggraph 2001, Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series New York: ACM Press p. 519.

Malzbender, T., Gelb, D., & Wolters, H. 2001 *Polynomial texture maps*, in: Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, ACM Press/ACM SIGGRAPH, pp. 519-528.

Marchant, Jo, 2008 *Ο μηχανισμός των Αντικυθήρων*, Εκδ. Τραυλός, Αθήνα

Marchant, Jo, 2008 *Decoding the Heavens: Solving the Mystery of the World's First Computer*, Arrow Books Ltd

Moussas, X. 2011 and 2012 (2nd edition), *Antikythera Mechanism, PINAX TABLET the first computer and mechanical Cosmos* (in Greek), Ed. Hellenic Physical Union, Athens

Moussas, X., 2010 *The Antikythera Mechanism*. In *Adapting Historical Knowledge Production to the Classroom* pp. 113-128. Sense Publishers

Moussas, X., 2014 *Antikythera Mechanism, The oldest computer and Mechanical Cosmos 2nd century BC*, University of Birmingham, ISBN 978-0-7044-2845-4

Neugebauer, O., 1975 *A History of Ancient Mathematical Astronom*», Springer, Heidelberg

Neugebauer, O., 1990 *Οι Θετικές επιστήμες στην Αρχαιότητα*, μετάφραση, Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τράπεζας, Αθήνα

Orphic Hymns, The: Text, Translation and Notes by A. Athanassakis, 1988,
<http://www.sacred-texts.com/cla/hoo/>
<http://remacle.org/bloodwolf/poetes/falc/orphee/hymnes.htm>

Papathanassiou, Maria K., 1978 and 2016 (2nd ed.) *Cosmological and Cosmogonical Ideas in Greece during the 2nd millenium BC*, PhD Thesis, University of Athens (in Greek). Cosmosware, ISBN 978-960-7596-18-5, Athens

Papathanassiou, Maria K. 2010 *Reflections on the Antikythera mechanism inscriptions*, Advances in Space Research, doi: DOI: 10.1016/j.asr.2009.10.021

Papathanassiou, Maria, 2017 *Orphica. Orphism - Hymns of Orpheus*, by K. S. Chassapis, (in Greek) Cosmosware, ISBN 978-960-7596-24-6, Athens

Price Derek J. de Solla, 1955 *Clockwork before the Clock*, Horological Journal, pp. 811-813, December 1955, pp. 31-34 and January 1956, pp. 31-34.

Price, D.J. de Solla 1956 *Clockwork before the Clock*, Horological Journal, 97, 811.

Price, D. de Solla, 1974 *Gears from the Greeks. The Antikythera mechanism – A calendar computer from ca. 80 BC*, Transactions of the American Philosophical Society, NS, vol. 64, Part 7, Philadelphia

Rados, C. 1905 *Comptes Rendues* International Archaeological Congress in Athens: pp. 256-258.

Rados, C. 1905 in *Comptes rendus du Congrès international d'archéologie classique*, Athènes, [7-13 avril, 25-31 mars ;;;;;] 1905 Athènes: Impr. Hestia, p. 256.

Rados, C. 1910 *On the Antikythera Treasure, astrolabe, anaphoric clock, odometers*, Athens

Rediadis P. 1903 *Der Astrolabos von Antikythera*, Das Athener Nationalmuseum. Beck & Barth

Rediadis P (1903) The Astrolabe of Antikythera, Beck and Barth, Athens.

Rediadis, P. (1903), "Ἀρχαιολογία. Ὁ ἀστρολάβος τῶν Ἀντικυθήρων", Παναθήναια 7: 188-189.

Rediadis, P. (1910), "Τὸ ἐξ Ἀντικυθήρων ἀστρολάβ(ι)ον", Ἀρχαιολογικὴ 10: 158-172.

Rediadis P (1903) The Astrolabe of Antikythera, Beck and Barth, Athens. which infact is: Rediadis, P. (1903) in Svoronos, I.N. (1903), Ὁ Θησαυρὸς τῶν Ἀντικυθήρων. Athens. Re-published in Svoronos, I.N. (1908), Τὸ ἐν Ἀθήναις Ἐθνικὸν Μουσεῖον Athens.

Rehm, A. 1905 "Meteorologische Instrumente der Alten" (χειρόγραφο). Bayerische Staatsbibliothek, Rehmiana III/7.

Rehm, A. 1906a "Notizbuch" (χειρόγραφο τετράδιο). Bayerische Staatsbibliothek, Rehmiana III/7.

Rehm, A. 1906b "Athener Vortrag" (χειρόγραφο). Bayerische Staatsbibliothek, Rehmiana III/9.

Rehm, A. 1907 *Philologische Wochenschrift*: cols. 467-470.

Rehm, A. 1907 *Der Astrolabos von Antikythera*, *Berliner Philologische Wochenschrift*, 27, cols. 467-470.

Roumeliotis, M. 1999 *The Antikythera Mechanism*. Multimedia CD-ROM, Thessaloniki: Technological Museum of Thessaloniki.

Roumeliotis, Manos. 2012 *Are the modern computer simulations a substitute for physical models? The Antikythera case*. Paper presented at the Proceedings of the meeting 'From Antikythera to the Square Kilometre Array: Lessons from the Ancients' Antikythera & SKA. 12-15 June 2012. Kerastari, Greece. Published online at <http://pos.sissa.it/cgi-bin/reader/conf.cgi?confid=170>, id. 36.

Roumeliotis, M. 2018 *Calculating the torque on the shafts of the Antikythera Mechanism to determine the location of the driving gear*. *Mechanism and Machine Theory*, 122, 148-159.

Schlachter, A. 1927 *Der Globus*. *Stoicheia*, 8, 53-54.

- Seiradakis, J.H., & Edmunds, M.G. 2018 *Our current knowledge of the Antikythera Mechanism*. Nature Astronomy, 1.
- Stais, V. 1905 *Τὰ ἐξ Ἀντικυθήρων Εὐρήματα*. Athens
- Stais, V. 1907 *Marbres et bronzes du Musée national*. Guide illustré vol. 1. Athens.
- Stais, V. 1910 *Marbres et bronzes du Musée national*. Guide illustré vol. 1. 2nd ed. Athens
- Stamatis, E. 1974 *Archimedes works* (in Greek), TEE publishing house, Athens
- Steele, J.M., 2000 *Eclipse Prediction in Mesopotamia*, Arch. Hist. Exact Sci., 54, pp. 421-454.
- Steele, J.M., 2000 *Observations and Predictions of Eclipse Times by Early Astronomers*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, ISBN 0-7923-6298-5
- Stephenson, F.R., 1997 *Historical Eclipses and Earth's Rotation*, Cambridge University Press a
- Stuart, James και Revett, Nicholas. 1762 *The Antiquities of Athens measured and delineated by James Stuart F.R.S. and F.S.A. and Nicholas Revett painters and architects*, τ. I, Λονδίνο, John Haberkorn
- Stewart, Peter. 2015 *Legacies of loss, The lost art of Greek bronzes*. Apollo
- Svoronos, J. N. 1903 *Die Funden von Antikythera*, Das Athener Nationalmuseum
- Svoronos, J. N. 1907 *Das Athener Nationalmuseum*, Αθήνα.
- Sweatman, M. B., & Tsikritsis, D. 2017 *Decoding Göbekli Tepe with Archaeoastronomy: What Does the Fox Say?* Mediterranean Archaeology & Archaeometry, 17(1).
- Theofanidis, I. 1934a *Sur l'instrument en cuivre dont les fragments se trouvent au Musée Archéologique d'Athènes et qui fut retiré du fond de la mer d'Anticythère en 1902*, Πρακτικά τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν 9: 140-149.
- Theofanidis, I. 1934b *Sur la navigation astronomique des anciens Grecs*, Πρακτικά τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν 9: 149-153.
- Theofanidis, I. 1927-1930 *Great Military Encyclopaedia*, 1, 83-96 pp. 89-96 are misnumbered as 97-104.
- Theofanidis, J. 1934 *Praktika tes Akademias Athenon*, 9, 140.
- Toomer, G.J., 1998 *Ptolemy's Almagest*, translated by G.J. Toomer, with a foreword by Owen Gingerich, Princeton University Press
- Tselekas, P. 2012 in *The Antikythera Shipwreck. The Ship, the Treasures, the Mechanism — Exhibition Catalogue* eds Kaltsas, N., Vlachogianni, E. & Bouyia, P. 216-226 National Archaeological Museum, Athens
- 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, D. Tsikritsis 2013 *A Minoan eclipse calculator*, Mediterranean Archaeology and Archaeometry, 13, 1.

Van der Waerden B.L., 1954 *Science Awakening*, Noordhoff, Groningen

Voulgaris, A. 2016 in *The Antikythera Mechanism*, pp. 538-549, Academy of Institutions and Cultures, Thessaloniki

Voulgaris, A., Vossinakis, A., Mouratidis, C. 2017 *The new findings from the astronomical dial front plate of the Antikythera Mechanism*, Archeomatica International, Special Issue (3), Volume VIII, pages 6-18

Voulgaris, A., Mouratidis, C., Vossinakis, A. 2018 *Conclusions from the functional reconstruction of the Antikythera Mechanism*, Journal for the History of Astronomy, υπό έκδοση

Waxman, S. 2010 *Loot: the battle over the stolen treasures of the ancient world*, Macmillan

Wright, M.T., Bromley, A.G., Magkou, E. 1991 *Simple X-Ray Tomography and the Antikythera Mechanism*, PACT 45 1995. In: Proceedings of the Conference Archaeometry in South-Eastern Europe, pp. 531-543, April 1991

Wright, M.T. 2002 *A planetarium display for the Antikythera mechanism*, Horological Journal 144/ 5 pp. 169-173, and 144/ 6, p. 193.

Wright, M.T., 2003a *The Scholar, the Mechanic and the Antikythera Mechanism*. Bulletin of the Scientific Instrument Society, No. 80, pp. 4-11.

Wright, M.T. 2003b *Epicyclic gearing and the antikythera mechanism*, Part I, Antiquarian Horology 27/ 3, pp. 270-279.

Wright, M.T. 2005a *The Antikythera mechanism: a new gearing scheme*, Bulletin of the Scientific Instrument Society 85, pp. 2-7.

Wright, M.T. 2005b *Epicyclic gearing and the Antikythera mechanism*, Part II, Antiquarian Horology 29/ 1, pp. 51-63.

Wright, M.T. 2005c *Counting months and years: the upper back dial of the Antikythera mechanism*, Bulletin of the Scientific Instrument Society 87, pp. 8-13.

Wright, M.T. 2006a *The Antikythera mechanism and the early history of the moon-phase display*, Antiquarian Horology 29/ 3 pp. 319-329.

Wright, M.T. 2006b *Understanding the Antikythera mechanism*. In: Proceedings 2nd International Conference on Ancient Greek Technology, Technical Chamber of Greece, Athens, pp. 49-60.

X-Tek Systems Ltd, *3-D Computed Tomography* 2006. <http://www.xtek.co.uk/ct/>

Zafeiropoulou M., Mitropoulos, P. 2009 *The Antikythera shipwreck, the treasure and the fragments of the Mechanism*, XXIII International Congress of History of Science and Technology, Ideas and Instruments in Social Context, Budapest University of Technology and Economics, Budapest, Hungary.

Αναστασίου Μαγδαληνή, 2014 *Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων: Αστρονομία και Τεχνολογία στην Αρχαία Ελλάδα*, διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Γεωργακέλλου, Νίκου Ι. 2008 *Εμπεδοκλής, Υπό το πρίσμα των θετικών επιστημών*, Εκδ. Ευρασία, Αθήνα.

Εξαρχάκου Θ. Γ., 2004 *Αστρονομικές αναζητήσεις και αστρονομικά δεδομένα από τους αρχαίους πολιτισμούς μέχρι τη σύγχρονη εποχή*, Δ' Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή, Σάμος.

Θεοδοσίου Στράτος και Μάνος Δανέζης, 1995 *Η Οδύσσεια των Ημερολογίων – Αστρονομία και παράδοση*, Εκδόσεις Δίαυλος, Αθήνα.

Θεοδοσίου Στράτος και Μάνος Δανέζης, 2000 *Στα ίχνη του Ι.Χ.Θ.Υ.Σ. – Αστρονομία – Ιστορία – Φιλοσοφία*, Εκδόσεις Δίαυλος, Αθήνα.

Θεοδοσίου Στράτος, 2007 *Η εκθρόνιση της Γης – Η διαπάλη του γεωκεντρικού με το ηλιοκεντρικό σύστημα*. Εκδόσεις Δίαυλος, Αθήνα.

Λάζος, Χρήστος 1997 *Υπολογιστής, Υδραυλικά όργανα και μηχανισμοί στην Αίγυπτο των Πτολεμαίων, Ίκαρου, Ηρακλής και υδραυλικά έργα*, Αίολος, Αθήνα.

Λάζος, Χρήστος 1994 *Ο υπολογιστής των Αντικυθήρων*, Αίολος, Αθήνα.

Λάζος, Χρήστος 1997 *Η περιπέτεια της τεχνολογίας στην αρχαία Ελλάδα, Ύδραυλις, πτήση Δαίδαλου*, Αίολος, Αθήνα.

Λάζος, Χρήστος 1997 *Τηλεπικοινωνίες των αρχαίων Ελλήνων*, Αίολος, Αθήνα.

Μουσά, Ξ. Δ., 1996, *Αστρολάβος, Εγκυκλοπαίδεια Εκδοτικής Αθηνών*, Αθήνα.

Μουσάς, Χ. 2011 και 2012 (2η έκδοση), *Μηχανισμός των Αντικυθήρων*, (Πίναξ) ο πρώτος υπολογιστής και μηχανικός Κόσμος, Εκδ. Ένωση Ελλήνων Φυσικών, Αθήνα.

ISBN 9789609457
N13 187

Μουσά, Ξ. Δ., 2018 *Μηχανισμός των Αντικυθήρων, ο αρχαιότερος Μηχανικός Κόσμος. Canto Mediterraneo* ISBN-13: 9786188369504

Moussas, X., 2017. Antikythera Mechanism as evidence for Hellenistic technology excellence. *Hellenistic Alexandria*, 13, p.209.

Παπαθανασίου Μάρω, 1978 και 2^η έκδοση 2016 *Κοσμολογικά και κοσμογονικά αντίληψεις εις την Ελλάδα κατά την Β' χιλιετηρίδα π.Χ.*, Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών. Έκδ. Cosmosware, ISBN 978-960-7596-18-5, Αθήνα.

Παπαθανασίου Μάρω, 2017 *Όρφικά. Όρφισμός - Όρφέως Ύμνοι*, υπό Κ. Σ. Χασάπη, Έκδ. Cosmosware, ISBN 978-960-7596-24-6, Αθήνα.

Πινότση Α.Δ., 2004 *Η εξέλιξη των Κοσμολογικών Ιδεών και Μαθηματικών Μοντέλων στην Αρχαία Ελλάδα*, Δ' Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή, Σάμος.

Ράδος, Κ. 1910 Ναυτικά και Αρχαιολογικά Σελίδες. Περί τῶν Θησαυρῶν τῶν Ἀντικυθήρων, Αθήνα

Ρεδιάδης, Π. 1910 "Τὸ ἐξ Ἀντικυθήρων ἀστρολάβον", Ἀρχαιολογικὴ Ἐφημερίδα, 10, 158-172.

Σβορώνος, Ι. 1903α Ὁ Θησαυρὸς τῶν Ἀντικυθήρων. Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2002 *Τα σχόλια του Πρόκλου στο Α' βιβλίο των Στοιχείων του Ευκλείδη*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2002 *Τα σχόλια του Πρόκλου στο α βιβλίο των Στοιχείων του Ευκλείδου*, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2010 *Τα μαθηματικά των αρχαίων Ελλήνων*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 1995 *Οι αστρονόμοι της αρχαίας Ελλάδας*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2000 *Ευκλείδης ο Αλεξανδρεύς, Οι χαμένες πραγματείες*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2000 *Ευκλείδης ο Αλεξανδρεύς, Τα οπτικά και τα κατοπτρικά*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2000 *Ευκλείδης ο Αλεξανδρεύς, Τα φαινόμενα*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2000 *Θεοδόσιος ο Τριπολίτης, Τα σφαιρικά*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2001 *Η μαθηματική συναγωγή του Πάππου του Αλεξανδρέως*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2002 *«Των μετά τα φυσικά» του Θεόφραστου*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2002 *Γεμίνου του Ροδίου «Σπουδή ουρανίων φαινομένων»*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2002 *Η αριθμητική εισαγωγή του Νικομάχου του Γερασηνού*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2002 *Οι «Καταστερισμοί» του Ερατοσθένους του Κυρηναίου*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2002 *Στοιχείων βιβλίων ιδ του Υψικλέους και Στοιχείων*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2002 *Τα «Φαινόμενα και Διοσημεία» του Αράτου του Σολέως*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2002 *Τα έργα του Αυτολύκου του Πιτανέως «Περί κινουμένης σφαίρας» και «Περί επιτολών και δύσεων»*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2002 *Το «Περί μεγεθών και αποστημάτων Ηλίου και Σελήνης» του Αριστάρχου του Σαμίου*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2002 *Το έργο του Ευκλείδου «Δεδομένα»*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2002 *Το έργο του Ιππάρχου: «Των Αράτου και Ευδόξου φαινομένων εξηγήσεως βιβλία γ'»*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2002 *Το έργο του Κλεομήδους «Κυκλική θεωρία μετεώρων»*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2002 *Υψικλέους: Αναφορικός. Ερατοσθένους: Εις τα Αράτου φαινόμενα. Αχιλλέως Τατίου: Περί του παντός*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2003 *«Των κατά το μαθηματικών χρησίων εις την Πλάτωνος ανάγκωσιν» του Θέωνος του Σμυρναίου*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2003 *Η Μαθηματική Σύνταξις του Πτολεμαίου*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2004 *Αστρονομία των αρχαίων Ελλήνων*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2004 *Η χρυσή τομή στην αρχαία Ελλάδα*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2004 *Πρόκλος, Στοιχείωσις φυσική ή περί κινήσεως*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2005 *Το άπειρο στην αρχαία Ελλάδα, παράδοξα του Ζήνωνος*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2007 *Διογένης ο Απολλωνιάτης*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2007 *Εύδημος ο Ρόδιος*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2007 *Η μετεωρολογία στην αρχαία Ελλάδα*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2008 *Εύδοξος ο Κνίδιος*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2008 *Το Δήλιο πρόβλημα στην αρχαία Ελλάδα*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2011 *Αρχιμήδους: Βίος και έργον*, Αίθρα, Αθήνα.

Σπανδάγος Ευάγγελος, 2011 *Ζηνόδωρος ο Παιανιεύς*, Αίθρα, Αθήνα.

Σταμάτης, Ευάγγελος, 1974 *Τα πλήρη έργα του Αρχιμήδη*, Εκδ. ΤΕΕ, Αθήνα, διαθέσιμο στο διαδίκτυο

Τριανταφυλλίδη, Κώστα 2020, *Η γενετική ιστορία των Ελλήνων, το DNA των Ελλήνων*, Εκδ. Κυριακίδη

Τσικριτή, Μηνά Δ., 2011 *Αστρονομία κρητομυκηναϊκού πολιτισμού, Μηνολόγιο, εορτολόγιο*

Φράγκου Βασιλική, 2010 *Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων: Ιστορική Αναδρομή και Αστρονομικές Προεκτάσεις*, πτυχιακή εργασία, Επιβλέπων καθηγητής: Ιωάννης Χ. Σειραδάκης, Τμήμα Φυσικής, Τομέας Αστροφυσικής, Αστρονομίας και Μηχανικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης Θεσσαλονίκη.

Χασάπης, Κων. Σ., 1967 *Ἡ Ἑλληνικὴ ἀστρονομία τῆς Β' χιλιετηρίδος π.Χ. κατὰ τοὺς Ὀρφικοὺς Ὑμνοὺς*, διδακτορική διατριβή, Ἑθνικὸν καὶ Καποδιστριακὸν Πανεπιστήμιον Ἀθηνῶν, Αθήνα.

Παράρτημα με τις Επιγραφές του Μηχανισμού

ΤΑ ΠΡΩΤΟΤΥΠΑ ΚΕΙΜΕΝΑ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΣΘΙΑ ΘΥΡΑ.

Παρουσιάζονται για πρώτη φορά τα πρωτότυπα κείμενα του Μηχανισμού των Αντικυθήρων στην Ελληνική γλώσσα. Μέχρι τώρα έχουν παρουσιαστεί σε άρθρα σε ειδικό επιστημονικό περιοδικό⁹⁵ και σε ένα θαυμάσιο επιστημονικό βιβλίο του κ. Alex Jones⁹⁶. Τα κείμενα συνοδεύονται από σχόλια και ερμηνεία. Τηρούμε την ορθογραφία του Μηχανισμού, όπως και των άλλων αρχαίων κειμένων, και επισημαίνουμε ότι κάποιες λέξεις έχουν σήμερα διαφορετική ορθογραφία. Για την καλύτερη κατανόηση του κειμένου και ειδικότερα για τους αναγνώστες που θα επιχειρήσουν δική τους ερμηνεία, όπως είναι το σωστό και το πρέπει, θυμίζουμε τα σύμβολα της Ελληνικής αρίθμησης, επειδή τα κείμενα περιέχουν πολλούς αριθμούς.

Με τα γράμματα α´, β´, γ´, δ´, ε´, ζ´, η´, θ´, συμβολίζουν οι Έλληνες για πολλούς αιώνες αντίστοιχα τους αριθμούς 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

⁹⁵ Allen, M. W. Ambrisco, M. Anastasiou, D. Bate, Y. Bitsakis, A. Crawley, M.G. Edmunds, D. Gelb, R. Hadland, P. Hockley, A. Jones, T. Malzbender, H. Mangou, X. Moussas, A. Ramsey, J.H. Seiradakis, J. M. Steele, A. Tselikas, M. Zafeiropoulou, 2016 General Preface to the Publication of the Inscriptions, *Almagest* 7-1, 4-35, Anastasiou, A., Y. Bitsakis, A. Jones, X. Moussas, A. Tselikas, M. Zafeiropoulou, 2016 The Front Cover Inscription, *Almagest*, 7-1, 250-297. Anastasiou, M. Y. Bitsakis, A. Jones, J. M. Steele, M. Zafeiropoulou, 2016 The Back Dial and Back Plate Inscriptions, *Almagest*, 7-1, 138-215, Bitsakis, Y. A. Jones, 2016 The Back Cover Inscription, *Almagest* 7-1, 216-249. Bitsakis, Y., A. Jones, 2016 The Front Dial and Parapegma Inscriptions, *Almagest* 7-1, 68-137.

⁹⁶ Jones, A., 2016 Historical Background and General Observations, *Almagest* 7-1, 36-67.

Με τα γράμματα ι', κ', λ', μ', ν', ξ', ο', π', ς', συμβολίζουν αντίστοιχα τις δεκάδες 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90.

Και με τα ρ', σ', τ', υ', φ', χ', ψ', ω', ς', τις εκατοντάδες 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900.

Επίσης παραθέτουμε πίνακα με τις αστρικές και συνοδικές περιόδους των πλανητών. Δηλαδή, πόσον χρόνο χρειάζεται κάθε πλανήτης για να τον ξαναδούμε στην ίδια θέση στον ουρανό ως προς τα άλλα απλανή αστέρια· και αντίστοιχα, πόσον χρόνο χρειάζεται κάθε πλανήτης για να τον ξαναδούμε σε σύνοδο με τον Ήλιο, όπως την μετράμε από την Γη. Είναι πολύ εντυπωσιακό ότι στο χάλκινο βιβλίο του Μηχανισμού των Αντικυθήρων υπάρχουν αναφορές σε αστρικές περιόδους των πλανητών, διότι αυτές είναι περίοδοι που δεν βλέπει και δεν μετράει άμεσα ο κάτοικος της Γης και ο αστρονόμος πρέπει να έχει κάνει υπολογισμούς.

Εξαιρετικό ενδιαφέρον παρουσιάζει η παρουσίαση των περιοδικοτήτων των πλανητών με μέγιστη ακρίβεια, όπως φαίνεται στον σχετικό πίνακα που ακολουθεί, βασισμένο σε δεδομένα της NASA (πρβλ. επίσης Jones, 2016, σελ. 197).

Παραθέτω πίνακα στοιχείων των περιόδων των πλανητών για σύγκριση. Αναφέρονται και τα ονόματα που έχουν κατά την ελληνιστική περίοδο.

Πίνακας περιόδων πλανητών ⁹⁷				
Πλανήτης	Συνοδική περίοδος σε σχέση με την Γη	Συνοδική περίοδος σε ημέρες στο εγχειρίδιο χρήσης του μηχανισμού	Αστρική περίοδος σε σχέση με τα αστέρια	Περίοδος στο εγχειρίδιο μηχανισμού
Ερμής	115,88 ημέρες	κάτι λιγότερο από 116 ημέρες	88 ημέρες	

⁹⁷ Δεδομένα από: <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/planetfact.html>

Στίλβων				
Αφροδίτη Φωσφόρος	583,92 ημέρες	584 ημέρες	225 ημέρες	224 ημέρες (;)
Γη	-		Ένα έτος	
Άρης Πυρρόης	779,94 ημέρες	κάτι λιγότερο από 780 ημέρες	1,9 έτη	
Δίας Φαέθων	398,88 ημέρες	κάτι λιγότερο από 399 ημέρες	11,9 έτη	
Κρόνος Φαίνων	378,09 ημέρες	κάτι λιγότερο από 378 ημέρες	29,5 έτη	

Το εγχειρίδιο είναι γραμμένο στις δύο θύρες του μηχανισμού των Αντικυθήρων και σε όλες τις διαθέσιμες επίπεδες επιφάνειες του μηχανισμού, που -όπως γνωρίζουμε- κατά την αρχαιότητα ονομάζεται *πίναξ* ή *πινακίδιον*, όπως μας πληροφορεί ο Πρόκλος και άλλοι φιλόσοφοι και συγγραφείς και το οποίο είναι σε χρήση σε λατινικά βιβλία σχεδόν 1500 έτη αργότερα. Παραθέτω και σχολιάζω όλα τα κείμενα, όπως τα διαβάσαμε και δημοσιεύσαμε για πρώτη φορά μετά από δεκαπέντε έτη προσπαθειών της επιστημονικής ομάδας μας, αλλά και με βάση όσα εκτιμώ.

Οι αριθμοί στην αρχή των γραμμών αντιστοιχούν στις γραμμές του κειμένου του μηχανισμού των Αντικυθήρων, εισήχθησαν από τον Πράη και την ομάδα μας και χρησιμοποιούνται διεθνώς, όπως επιβάλλεται από την διεθνή πρακτική των αρχαίων χειρογράφων. Χρησιμοποιώ τους συμβολισμούς των φιλόλογων, επειδή φίλοι και ειδικοί μου το ζήτησαν, επειδή θέλουν να μελετήσουν τα κείμενα και επιθυμώ τα σχόλιά τους.

Α) Στην πρόσθια θύρα, φύλλο χαλκού, διαβάσαμε μέρος του εγχειριδίου χρήσης του μηχανισμού.

υπολειπόμενος

Η λέξη υπολειπόμενος σημαίνει ελαφρώς απέχων, δηλαδή αυτός που απέχει λίγο από κάτι, ή αυτό που έχει ελαφρώς διαφορετική ταχύτητα, διαφορετική κίνηση και καθυστερεί, όπως ένας πλανήτης που έχει ταχύτητα σε σχέση προς τα άστρα.

Επιστρέφων πίσω (ο πλανήτης κατά την ανάδρομη κίνηση πιθανότατα), ίσως πάνω και κάτω της τροχιάς της Γης, πάνω και κάτω από το επίπεδο της εκλειπτικής, επειδή το επίπεδο τροχιάς του κάθε πλανήτη δεν συμπίπτει με το επίπεδο τροχιάς της Γης γύρω από τον Ήλιο.

Ο Αριστοτέλης, αλλά και άλλοι συγγραφείς, όπως ο Αλέξανδρος ο Αφροδισιεύς, που ήταν περιπατητικός φιλόσοφος και προσεκτικός σχολιαστής του Αριστοτέλη και έζησε από τα τέλη του 2^{ου} μέχρι τα μέσα του 3^{ου} αι. μ.Χ.· ο Θέων ο Αλεξανδρεύς (335 μ.Χ. έως 405 μ.Χ.) που ήταν σπουδαίος λόγιος, μαθηματικός και αστρονόμος, πατέρας της επίσης μαθηματικού και αστρονόμου Υπατείας· και ο σημαντικότερος αστρονόμος Κλαύδιος Πτολεμαίος.

Όλοι αυτοί χρησιμοποιούν τον όρο «υπολειπόμενος» ή το ρήμα «υπολείπομαι» για να περιγράψουν την μεταβλητή ταχύτητα κάθε πλανήτη ή κομήτη ως προς τα άστρα. Ο Αριστοτέλης για παράδειγμα χρησιμοποιεί στο επόμενο κείμενο τον όρο υπολειπόμενος για την εκτός της εκλειπτικής κίνηση κάποιου κομήτη: ... *πρῶτον μὲν οὖν τοῖς λέγουσιν ὅτι τῶν πλανωμένων ἐστὶν εἷς ἀστέρων ὁ κομήτης· οἱ γὰρ πλανώμενοι πάντες ἐν τῷ κύκλῳ υπολείπονται τῷ τῶν ζῳδίων, κομῆται δὲ πολλοὶ ἑωραμένοι εἰσὶν ἔξω τοῦ κύκλου*, δηλαδή του επιπέδου της τροχιάς της Γης γύρω από τον Ήλιο ή του Ηλίου γύρω από την Γη, όπως βλέπουμε από την Γη, της εκλειπτικής.

2 ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΑΠΟΣΤΗΜΑΤΟΣ

Με μέγιστη απόσταση

από τον Ήλιο (;), ή από την Εκλειπτική;

3 ΟΝ ΕΞ ΑΡΧΗΣ ΠΙ

τον οποιόν από την αρχή

4 Σ... ΕΙΣ ΔΕ ΤΑ ΕΠΟΜΕΝΑ Ο ΔΕ ΦΩΣΦΟΡΟΣ [Αφροδίτη]

Εις δε τα επόμενα ο δε Φωσφόρος, δηλαδή ο πλανήτης Αφροδίτη

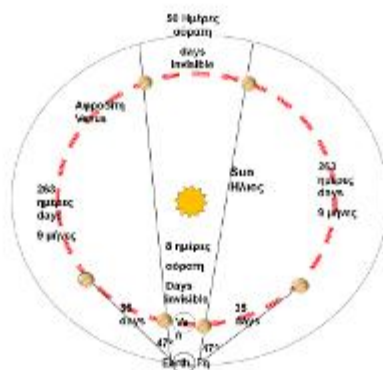
Βλέπουμε ομοιότητα με ένα κείμενο που έγραψε λίγους αιώνες αργότερα ο Κλαύδιος Πτολεμαίος. Στο φημισμένο βιβλίο του Κλαυδίου Πτολεμαίου *Μεγίστη Μαθηματική Σύνταξις*, γνωστή ευρύτερα με το αραβικό όνομα *Αλμαγέστη* διαβάζουμε: *ἀπειχεν ἄρα ὁ τῆς Ἀφροδίτης ἀστήρ κατὰ τὸν ἐκκείμενον χρόνον τοῦ Θ' ἀπογείου τοῦ ἐπικύκλου εἰς μὲν τὰ προηγούμενα τὰς ἐκκείμενας ρκθ κη μοίρας, εἰς δὲ τὰ ἐπόμενα κατὰ τὴν ἀκόλουθον τῇ ὑποθέσει κίνησιν τὰς λοιπὰς εἰς τὸν ἕνα κύκλον μοίρας σλ λβ· ὅπερ ἔδει εὐρεῖν.*

5 ΖΩΔΙΔΙΟΥ, ΕΝ ΔΕ ΙΣΟΙΣ ΥΕΒ L [462 ΕΤΗ] ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

Του ζωδίου στην ίδια [θέση στον ουρανό] 462 έτη

Το σύμβολο *L* σημαίνει ένα έτος. Επανέρχεται ο πλανήτης Αφροδίτη στο ίδιο σημείο του ουρανού σε σχέση με τον Ήλιο και την Γη.

Βλέπουμε ότι το κείμενο αναφέρεται σε μια πολύ μεγάλης διάρκειας περιοδικότητα του πλανήτη Αφροδίτη 462 ετών, μισής χιλιετίας, δηλαδή, η οποία δεν υπάρχει σε άλλο αρχαίο κείμενο, Ελληνικό ή άλλο. Επισημαίνεται ότι 462 έτη είναι ίσα με 168745,5 ημέρες, δηλαδή 289 συνοδικές περιόδους του πλανήτη Αφροδίτη ή περίπου 446 συνοδικές περιόδους του πλανήτη Κρόνου [πρβλ. Jones, 2017]. Υπενθυμίζεται ότι η συνοδική περίοδος της Αφροδίτης είναι 584 ημέρες, όπως την βλέπουμε από την Γη, δηλαδή ο χρόνος που χρειάζεται η Αφροδίτη να επανέλθει στο ίδιο σημείο σε σχέση με τον Ήλιο, όπως βλέπουμε την κίνηση και την θέση του πλανήτη από την Γη.



Τονίζεται ότι 8 περιφορές της

Γης γύρω από τον Ήλιο έχουν διάρκεια ίση με 13 περιφορές της Αφροδίτης γύρω από τον Ήλιο και 5 προσεγγίσεις της Αφροδίτης προς την Γη δηλαδή 5 συνοδικές περιόδους της Αφροδίτης. Η Αφροδίτη, η Γη, ο Ήλιος και η Σελήνη χορεύουν σε 5/8.

Ο Ήλιος, η Γη, η Αφροδίτη και η Σελήνη χορεύουν πραγματικά ένα πολύ καλά συντονισμένο ουράνιο χορό. Έτσι σχηματίζεται ένα κοσμικό πεντάγωνο στον ουρανό από την κίνηση της Αφροδίτης, όπως την βλέπουμε από την Γη, μέσα σε οκτώ έτη.

Αυτή η οκταετής υπάρχει στον μηχανισμό· βρίσκεται στην κλίμακα των Ολυμπιακών αγώνων, ενώ το πεντάγωνο είναι σχεδιασμένο γύρω από έναν από τους άξονες της Σελήνης.

6 ΥΣ ΥΕΒ [πιθανότατα γράφει 462 ετη], ΕΚΑΣΤΗΝ Δ' ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΙΝ ΕΝ ΗΜΕΡΑΙΣ ΦΠΔ [584]

462 έτη κάθε αποκατάσταση [δηλαδή επιστροφή της Αφροδίτης στην ίδια θέση σε σχέση με τον Ήλιο] (γίνεται) σε 584 ημέρες.

Αυτή είναι με ακρίβεια η συνοδική περίοδος Αφροδίτης, την οποία γνώριζαν οι Έλληνες από την προϊστορική εποχή, βλ. Τσικριτσή, Μουσά και Τσικριτσή, 2014.

7 ΝΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟ ΜΕΝ ΤΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΗΛΙΟΝ ΣΥΝΟΔΟΥ ΥΠΟΛΕΙΠΕΤΑΙ και απομακρύνεται [ή πιθανότερο] απέχει από την σύνοδο με τον Ήλιο ...

8 Ν ΑΠΟΣΤΗΜΑ ΕΝ ΗΜΕΡΑΙΣ ΣΚΔ [224]. ΠΡΟΣΑΓΕΙ ΔΕ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΗΛΙΟΝ

Με χρονική διάρκεια (περίοδο) 224 ημερών από τον Ήλιο ξαναπλησιάζει

Η περίοδος 224 ημερών είναι το χρονικό διάστημα μεταξύ της συνόδου και του μέγιστου αποστήματος, του πιο μακρινού σημείου του πλανήτη Αφροδίτη.

9 ΠΑΡΑΓΙΝΕΤΑΙ ΕΠΙ ΤΟΝ ΕΣΠΕΡΙΝΟΝ ΣΤΗΡΙΓΜΟΝ, ΑΠΕΧΩΝ ΑΠΟ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

Φθάνει στον εσπερινό στηριγμό [το σημείο που φαινομενικά σταματάει ο πλανήτης] απέχοντας από τον Ήλιο.

Στηριγμός είναι το σημείο που φαινομενικά σταματάει ένας πλανήτης καθώς περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο, για ένα παρατηρητή πάνω στη Γη, η οποία επίσης περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο, και αλλάζει πορεία σε σχέση με τα άστρα.

10 ΠΡΟΣΑΓΕΙ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΗΛΙΟΝ ΕΚΠΡΟΗΓΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΟΔΟΝ Α Ω ξαναπλησιάζει τον Ήλιο, αφού είχε προηγηθεί αυτού, και έχει γίνει σύνοδος.

11 ΕΠΙ ΤΟ ΜΕΓΙΣΤΟΝ ΑΠΟΣΤΗΜΑ ΕΝ ΑΛΛΑΙΣ ΗΜΕΡΑΙΣ ΕΗ[68 ΗΜΕΡΑΣ]

Στην μέγιστη απόσταση από τον Ήλιο σε άλλες 68 ημέρες.

Η Αφροδίτη χρειάζεται 68 ημέρες περίπου για να πάει από την μέγιστη απόσταση από τον Ήλιο το πρωί πριν την ανατολή στην μέγιστη απόσταση από τον Ήλιο το βράδυ μετά την δύση.

12 ΣΤΗΡΙΓΜΟΝ Σ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΟΣ, ΑΠΟΣΤΑΣ Δ' ΑΠΟ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ Μ [40;]

Στηριγμό, Σ προηγούμενος, απέχοντας δε από τον Ήλιο 40 (;) ...

13 ΗΜΕΡΑΙΣ ΜΘ [49 ΗΜΕΡΕΣ] ΥΠΟΛΕΙΠΟΜΕΝΟΣ ΕΠΙ ΤΟ ΜΕΓΙΣΤΟΝ ΕΩΙΟΝ ΑΠΟΣΤΗΜΑ

σε 49 ημέρες, υπολειπόμενος (καθυστερόντας ή απέχοντας) το πρωί κατά απόσταση ...

14 ΑΠΟΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣΑΓΕΙ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΗΛΙΟΝ ΥΠΟΛΕΙΠΟΜΕΝΟΣ

... αποστήματος (απόσταση από τον Ήλιο), πλησιάζει προς τον Ήλιο απέχοντας, (καθυστερόντας) ...

15 ΧΗΣΤ Σ Ο ΑΕΠΙΤΕ [- 7 -] Α ΣΠ..... ΠΟΣΤ. ΣΙΝ

Πιθανώς γράφει επιτέλλει, δηλαδή ανατέλλει με τον Ήλιο, ... απόσταση

16 ΣΤΑΤΑΙΣ ΒΙΩΝΤΑ..... ΤΑΣ

Πιθανώς γράφει ύσταταις (στις τελευταίες) ... που ζει (;)

17 ΕΚΑΣΤΗΝ Δ' ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΙΝ ΕΝ ΗΜΕΡΑΙΣ ΜΙΚΡΩΙ ΕΛΑΣΣΟΣΙ

Σε κάθε μία αποκατάσταση (περίοδο επαναφοράς ενός πλανήτη) λίγο μικρότερη από ...

18 Σ ΑΡΧΕΤΑΙ ΔΕ ΤΗΝ ΥΠΟΛΕΙΨΙΝ Ν Μ Σ ΑΠΕΧΩΝ ΑΠΟ ΤΟΥ

Σ αρχίζει να καθυστερεί (ή να πηγαίνει προς τα πίσω, ανάδρομα) ... Ν Μ Σ απέχοντας από (τον Ήλιο) ...

19 ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΣΤΗΡΙΓΜΟΥ, ΚΑΙ ΥΠΟΛΕΙΠΕΤΑΙ ΜΕΧΡΙ ΤΗΣ ΕΩΙΑΣ ΣΤΑΣΕΩΣ

Νυκτερινό σημείο στηριγμού (σημείο που ο πλανήτης φαινομενικά μοιάζει να σταματάει στον ουρανό, όπως βλέπουμε την κίνησή του από την Γη) και υπολείπεται (καθυστερεί) μέχρι τότε που συμβαίνει η στάση το πρωί.

20]. [.]. ΑΙ Σ Τ[349 ΗΜΕΡΕΣ] ΗΜΕΡΑΙΣ ΣΥΝΟΔΟΝ ΠΟΙΕΙΤΑΙ ΤΩΙ ΗΛΙΩΙ ΜΑΣΗ

Στις οποίες 349 ημέρες έχει σύνοδο με τον Ήλιο ΜΑΣΗ ...

21]ΑΙΣ ΤΜΘ 349 [ΗΜΕΡΑΙΣ] ΕΠΙ ΤΟΝ ΕΩΙΟΝ ΣΤΗΡΙΓΜΟΝ ΑΠΕΧΩΝ
ΑΠΟ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ ΩΣ.... [

Στις οποίες 349 ημέρες κατά τον πρωινό στηριγμό απέχοντας από
τον Ήλιο ...

Στο κείμενο οι 349 ημέρες αναφέρονται στην κίνηση του πλανήτη
Άρη, τον οποίο οι Έλληνες ονομάζουν Πυρόεντα, γιατί είναι
κοκκινωπός. Ο Άρης, ανάλογα με την σχετική θέση του και του Ηλίου
από την Γη, και επειδή η εκκεντρότητά του είναι σχετικά μεγάλη,
κάνει κατά μέσον όρο 354 ημέρες από τον στηριγμό μέχρι την
σύνοδο, ενώ η μέση περίοδος της ανάδρομης κίνησής του, δηλαδή
όταν ο πλανήτης πηγαίνει προς τα πίσω, είναι 72 ημέρες.

22 ΠΒ ΚΑΙ ΕΠΙ ΤΗΝ ΕΣΠΕΡΙΝΗΝ ΠΑΡΑΓΙΝΕΤΑΙ ΣΤΑΣΙΝ ΑΠΕΧΩΝ
ΑΠΟ ΤΟΥ

82 και συμβαίνει εσπερινός στηριγμός (στάση του πλανήτη στον
ουρανό καθώς αλλάζει κατεύθυνση κίνησης) σε απόσταση ... (από
τον Ήλιο)

23 ΔΕ ΗΜΕΡΑΙΣ Η ΠΑΛΙΝ Ε ΥΠΟΛΕΙΠΕΣΘΑΙ ΕΝ ΔΕ ΤΩ Α

Υπολείπεται δε πάλι 8 ημέρες (καθυστερεί ή απέχει ή αρχίζει
ανάδρομη κίνηση) στο δε

24 ΝΕ... ΣΤΑΣΙ Ο ΔΕ ΦΑΕΘΩΝ ΕΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΝΕ (55;) ... στηριγμόν, ο δε Φαέθων (ο πλανήτης Δίας) σε ...
αποκαταστάσεις

25 ΕΚΑΣΤΗΝ Δ' ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΙΝ ΕΝ ΗΜΕΡΑΙΣ ΜΙΚΡΩΙ ΕΛΑΣΣΟΣΙ

Κάθε περίοδος λίγο μικρότερη από ... ημέρες

26 ΚΑΙ ΔΩΔΕΚΑΤΗΜΟΡΙΟΝ Ω ΑΡΧΕΤΑΙ ΔΕ ΤΗΝ ΥΠΟΛΕΙΨΙΝ

και σε ένα δωδεκατημόριο Ω αρχίζει να πηγαίνει ανάδρομα (προς
την άλλη κατεύθυνση, αλλάζει [φαινομενικά] φορά κίνησης ο
πλανήτης)

27 ΔΙΟΝ Ζ ΑΠΟ ΤΟΥ ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΣΤΗΡΙΓΜΟΥ ΚΑΙ ΥΠΟΛΕΙΠΕΤΑΙ

Πιθανώς γράφει ζώδιον από τον εσπερινό στηριγμό απέχει

28..... ΕΤΩΝ ΕΩΣ ΕΝ ΧΡΟΝΩΙ ΤΑΙΣ ΠΛΘ [139] ΗΜΕΡΑΙΣ ΣΥΝΟΔΟΝ

... ετών έως μέσα στον χρόνο σύνοδον 139 ημερών

139 ημέρες είναι το χρονικό διάστημα μεταξύ συνόδου και στηριγμού του πλανήτη Δία (πρβλ. Jones, 2017). Αυτόν τον αριθμό βρίσκουμε σε αρχαία τεχνήματα, κυρίως κοσμήματα, (Τσικριτοής, Μουσάς υπό πορευτομασία).

29 ΤΑΙΣ ΑΛΛΑΙΣ ΡΛΘ [139] ΕΠΙ ΤΟΝ ΕΩΙΟΝ ΣΤΗΡΙΓΜΟΝ, ΑΠΕΧΩΝ ΑΠΟ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

Στις άλλες 139 ημέρες στον πρωινό στηριγμό, απέχων από τον Ήλιο

30 ΜΕΙΝΑΣ ΗΜΕΡΑΣ Η ΠΡΟΗΓΕΙΤΑΙ ΗΜΕΡΑΣ ...

Έμεινε (η Αφροδίτη κοντά στον Ήλιο και έμεινε αόρατη) για 8 ημέρες.

Όταν ένας πλανήτης είναι πολύ κοντά στον Ήλιο και δεν τον βλέπουμε λόγω του φωτός του Ηλίου είναι απόρατος προηγείται ημέρες

31..... ΚΑΙ ΠΑΛΙ ΜΕΙΝΑΣ ΤΑΣ Η [8] ΗΜΕΡΑΣ, ΠΑΛΙΝ ΑΡ[ΧΕΤΑΙ;]

Και πάλι έμεινε (η Αφροδίτη αόρατη) 8 ημέρες πάλι αρχίζει να φαίνεται

32 ... ΤΩΝ ΡΔ [104] ΗΜΕΡΑΝ, ΓΙΝΕΤΑΙ ΚΑΤΑ ΔΙΑΜΕΤΡΟΝ

την 104 ημέρα έρχεται αντιδιαμετρικά

33 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΝ Μ... ΥΜΒ [442] ΔΙΑΠΟΡΕΥΘΕΙΣ ΤΟΝ

Επαναφορές σε ... 442 έτη διασχίζοντας τον

Όπως επισημαίνει ο Jones (2017) σε 442 έτη συμβαίνουν 427 συνοδικές περίοδοι του Κρόνου που ισούνται με 15 αστρικές περιόδους του Κρόνου.

34 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΙΝ ΕΝ

Αποκατάσταση σε ...

35 ΤΗΝ ΥΠΟΛΕΙΨΙΝ Π ... ΤΟΝ

την καθυστέρηση

του πλανήτη που πηγαίνει ανάδρομα, προς τα πίσω, σε σχέση με την συνηθισμένη κίνησή του

36 ΥΠΟΛΕΙΠΕΤΑΙ ΜΕΧΡΙ ...

υπολείπεται μέχρι

37 ΣΥΝΟΔΟΝ ΠΟΙΕΙΤΑΙ

Βρίσκεται σε σύνοδο

38 ΣΤΗΡΙΓΜΟΝ ΑΠΕΧΩΝ

Σε στηριγμό και απέχει [από τον Ήλιο]...

39 ΗΜΕΡΑΙΣ

Σε ημέρες

40 ΜΕΙΝΑΣ Η

Αφού σταθεί επί 8 ημέρες

41 ΚΑΤΑ ΔΙΑΜΕΤΡΟΝ

αντιδιαμετρικά

42 ΠΟΣΤ...

Ποστ;

Πιθανώς γράφει απόστημα/τος κ.λπ. δηλαδή γωνιακή απόσταση μεταξύ δύο θέσεων, δυο άστρων, ενός άστρου, του Ηλίου, της Σελήνης από τον ορίζοντα. Υπάρχει ένα μικρό ενδεχόμενο να γράφει *ποσταῖος*, που σημαίνει τελευταίος, οπίσθιος, και μπορεί να αναφέρεται στον Ήλιο, ή την Σελήνη, ή σε πλανήτη που βρίσκεται στην τελευταία ημέρα ή μοίρα κάποιου ζωδίου.

Συγκεκριμένως, ο Ίππαρχος, στο βιβλίο του *Σχόλια στον Άρατο και Εύδοξο*, γράφει:

1) *ἐξῆς δὲ ὑποτάξω περὶ ἐκάστου τῶν ἀπλανῶν ἄστρον ἐπὶ κεφαλαίῳ, τίνι τε τῶν δώδεκα ζωδίων συνανατέλλει καὶ συγκαταδύνει, καὶ ἀπὸ πόστης μοίρας τοῦ ζωδίου ἀρξάμενον ἕως πόστης μοίρας ἔσχατον ἀνατέλλει ἢ συγκαταδύνει ἐν τοῖς περὶ τὴν Ἑλλάδα τόποις καὶ καθόλου ὅπου ἐστὶν ἡ μεγίστη ἡμέρα ὥρων ἡμερινῶν ἰδ' καὶ ἡμιωρίου.*

2) *ἀρχὴ νυκτὸς ἡλίου δύσις, ὃ δὲ ἥλιος ἀεὶ ἐν τίνι τῶν δώδεκα ζωδίων ἐστίν, δηλὸν ὅτι τῷ γινώσκοντι, ἐν τίνι τε ζωδίῳ ὁ ἥλιός ἐστι καὶ ἐν πόστη μοίρα τοῦ ζωδίου, ῥαδίον ἐστὶν ἐπιγνῶναι, καὶ ποῖον ζωῖον ἐν ἀρχῇ τῆς νυκτὸς ἀνατέλλει καὶ ποία μοῖρα.*

Το ίδιο λέει και ο αστρονόμος Άτταλος αναφερόμενος στο Άρατο:

ὁ δὲ ἥλιος ἀεὶ ἐν τινι τῶν ἰβ' ζωιδίων ἐστί, δῆλον ὅτι τῶι γιγνώσκοντι, ἐν τίνι τε ζωιδίῳ ὁ ἥλιός ἐστι καὶ ἐν πόσῃ μοίρῃ τοῦ ζωιδίου, ῥαϊδιὸν ἐστὶν ἐπιγνῶναι καὶ ποῖον ζωίδιον ἐν ἀρχῇ τῆς νυκτὸς ἀνατέλλει καὶ ποῖα μοίρῃ· τῇ γὰρ ὑπὸ τοῦ ἡλίου κατεχομένη μοίρῃ ἢ κατὰ διάμετρον κειμένη τὴν ἀνατολὴν κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς νυκτὸς ποιήσεται.

Παρόμοια αστρονομική χρήση του ὅρου κάνει μετὰ ἀπὸ τρεῖς αἰῶνες καὶ ὁ συγγραφέας Βέττιος Βάλης (έγραψε γύρω στα 120-175 μ.Χ.), ὁ θεολόγος Εὐσέβιος πολλοὺς αἰῶνες ἀργότερα. Ὁ Θεοδόσιος ὁ Γραμματικὸς Πρόδρομος (1100-1170), που ἴσως ταυτίζεται με τὸν Φτωχοπρόδρομο), γράφει: *καὶ ποσταία σήμερόν ἐστιν ἡ σελήνη*, δηλαδή ἡ σελήνη εἶναι στὴν τελευταία μοίρα κάποιου ζωδίου ἢ τοῦ μήνα καὶ ἀλλάζει τὴν ἐπόμενη ἡμέρα.

Το *Πασχάλιο χρονικόν* εἶναι Βυζαντινὴ χρονογραφία τῶν γεγονότων ἀπὸ «κτίσεως κόσμου» ἕως 630 μ.Χ. καὶ ἀναφέρει ... *ἐκ τούτου ἑτέρα τις διαφωνία καὶ ταραχὴ ἐν ταῖς τοῦ θεοῦ ἐκκλησίαις ἀναφυῇ περὶ τοῦ ἁγίου καὶ ζωοποιοῦ πάσχα, καὶ τὴν τοιαύτην διαφωνίαν προαναρτῆσαι σπουδάσαντες, τὴν θαυμαστὴν ἐκείνην καὶ ἀοίδιμον ἐννεακαιδεκατηρίδα τῆς σελήνης θεοπνεύστως ἐξέθεντο, δηλοῦσαν ἐν ἐκάστῳ ἔτει ἐν πόσῃ τῶν δύο μηνῶν ἡμέρα, μαρτίου λέγω ἢ καὶ ἀπριλίου, εὐρίσκεται καθ' ἕκαστον ἐνιαυτὸν ἢ κατὰ τὸν ἐκκλησιαστικὸν κανόνα.*

Ποσταῖα ἡμέρα εἶναι ἡ τελευταία ἡμέρα στὴν κανονικὴ σειρά ἐμφανίσεως ἐνὸς φαινομένου στὸν οὐρανό. Ἐνα μικρὸ ἐνδεχόμενο νὰ ἀναφέρεται στὸ πίσω φύλλο χαλκοῦ, τὴν ὀπισθία θύρα (θύρα τὴν ονομάζουν τὰ ἀρχαῖα κείμενα που περιγράφουν παρόμοιους μηχανισμούς), στὴν ὁποία εἶναι γραμμένες οἱ οδηγίες χρήσης.

Τὴν σπάνια λέξη *πόστη* χρησιμοποιοῦν μόνο δύο ἀστρονόμοι, ὁ μέγιστος ἀστρονόμος Ἰππάρχος στὸ βιβλίῳ τοῦ *Σχόλια στὸν Ἄρατο καὶ Εὐδόξο* καὶ ὁ Ἀταλλος (Β' αἰὼνα π.Χ.), μαθηματικὸς καὶ ἀστρονόμος στὴν Ρόδο, που ζεῖ τὴν ἴδια ἐποχὴ με τὸν Ἰππάρχο. Αὐτὸ ἐπιτρέπει νὰ θεωροῦμε τὸν Ἰππάρχο, που χρησιμοποιεῖ αὐτὴ τὴν λέξη, καὶ τὸν Ἀταλλο, που ζοῦν τὴν ἴδια ἐποχὴ με ἐκείνη τῆς κατασκευῆς τοῦ μηχανισμοῦ, ὅτι εἶναι πιθανοὶ κατασκευαστὲς τοῦ μηχανισμοῦ τῶν Ἀντικυθέρων.

2 ΤΑΥΤΗΝ Δ

Αὐτήν(;) δε

3 ΔΕΙ Δ ΥΠΟΛΑΒΕΙΝ

Πρέπει να καταλάβουμε

4 ΥΠΟ ΔΕ ΤΟΝ ΤΩ

Κάτω από

5 ΟΙΚΑ

οικα

6 ΕΗΙ ΣΠ

εηι σπ

7 ΠΡΟΣ

προς

8 Ο ... ΜΘΕ

9 ... ΗΡΜΟΣ

Προσαρμόζετο

10 ... ΕΠ ΑΚΡΟΥ Δ

Στο άκρο

Ίσως γράφει ότι προσαρμόζει στο άκρο του δείκτη ένα *σφαιρίον* (μικρή σφαίρα) που απεικονίζει τον πλανήτη.

11 ... ΩΣΜΕΝΩΝ ...

...ωσμένων,

πιθανώς εγνωσμένων (στα *Σχόλια στον Άρατο* αναφέρεται τέσσερεις φορές), προεγνωσμένων (στα *Σχόλια στον Άρατο* αναφέρεται τρεις φορές), προεπεγνωσμένων, συνεγνωσμένων κ.λπ.

12 ... Ε ΜΕΛΑΝ ΟΤ

... μέλαν ...[μαύρο].

13 ... ΛΩΝ ΓΕΓ

14 ... Ε Δ ΥΠΟΛΒΕΙΝ

Πρέπει να καταλάβουμε

15 ΟΘΕ ΤΟ ΣΦΑΙΡΕΙΟΝ ΦΕΡΕ

Η μικρή σφαίρα φέρει ή φέρεται

ίσως από ένα γνωμόνιον, δηλαδή από τον δείκτη του πλανήτη]

16 ΠΡΟΕΧΟΝ ΑΥΤΟΥ ΓΝΩΜΟΝΙΟΝ Σ

Δείκτης εξέχει από αυτό

17 ΦΕΡΕΙΩΝ Η ΜΕΝ ΕΧΟΜΕΝΗ ΤΩΙ ΤΗΣ

Περιφερειών (τοξο τροχιάς) η μεν είναι

ή

φέρει των οποίων μεν είναι

18 ΤΟΣ, ΤΟ ΔΕ ΔΙ ΑΥΤΟΥ ΦΕΡΟΜΕΝΟΝ

Αυτό που περνάει μέσα από αυτό

19 ΤΗΣ ΑΦΡΟΔΙΤΗΣ ΦΩΣΦΟΡΟΥ

της Αφροδίτης Φωσφόρου

20 ΤΟΥ ΦΩΣΦΟΡΟΥ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΝ

Η τροχιά του Φωσφόρου (Αφροδίτης)



21 ΓΝΩΜΩ... ΚΕΙΤΑΙ ΧΡΥΣΟΥΝ ΣΦΑΙΡΙΟΝ

ο δείκτης καταλήγει σε μικρή χρυσή σφαίρα

22 ΗΛΙΟΥ ΑΚΤΙΝ΄, ΥΠΕΡ ΔΕ ΤΟΝ ΗΛΙΟΝ ΕΣΤΙΝ ΚΥΚΛΟΣ

Ηλίου ακτίνα, πάνω δε από τον Ήλιο είναι ο κύκλος⁹⁸ (;) του [Ηλίου]

23 ΤΟΥ ΑΡΕΩΣ ΠΥΡΟΕΝΤΟΣ, ΤΟ ΔΕ ΔΙΑΠΟΡΕΥΟΜΕΝΟΝ

του Κόκκινου Άρη Πυρόεντος, το άλλο το οποίο περνάει μέσα από

⁹⁸Πρβλ. Jones, 2017

24 ΔΙΟΣ ΦΑΕΘΟΝΤΟΣ, ΤΟ ΔΕ ΔΙΑΠΟΡΕΥΟΜΕΝΟΝ

Του Δία του Φαέθοντα το άλλο το οποίο περνάει μέσα από

25 ΚΡΟΝΟΥ ΦΑΙΝΟΝΤΟΣ ΚΥΚΛΟΣ, ΤΟ ΔΕ ΣΦΑΙΡΙΟΝ ΦΛ [ή ΦΑΙ]

Ο κύκλος (τροχιά) του Φαίνοντος (του πλανήτη Κρόνου) το δε σφαιρίον φέρει ή φέρεται

26 ... ΕΡΑ ΔΕ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ ΚΕΙΤΑΙ..

ετέρα(;) του δε κόσμου κείται

27 ... ΜΕΝ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΡΑΚΕΙΜΕΝΑ...

Τα διπλανά στοιχεία

28 ...ΑΥΤΑ ΤΑΙΣ ΑΣΠΙΔ[ΙΣΚΑΙΣ]

αυτά (;) στις μικρές ασπίδες

Ασπιδίσκη είναι μέρος της διόπτρας που περιγράφει ο Ήρων. Η λέξη *ασπιδίσκη* εμφανίζεται 12 φορές στο βιβλίο *Διόπτρα* του Ήρωνα. Ασπιδίσκη είναι ένας κυκλικός δίσκος μέρος του συστήματος του οργάνου *διόπτρα με χωροβάτη*, που είναι ένα γεωδαιτικό, τοπογραφικό όργανο που μετράει με ακρίβεια γωνιακές αποστάσεις. Επίσης για την μέτρηση γωνιακής απόστασης μεταξύ δυο σημείων στην Γη. Μετράει γωνίες στο κατακόρυφο επίπεδο, στο οριζόντιο επίπεδο, ή σε όποιο επίπεδο, και την γωνία μεταξύ δυο άστρων.

Ο δίσκος έχει διάμετρο αρκετά μεγάλη ώστε να φαίνεται από μεγάλη απόσταση, μέχρι 10 με 12 δακτύλους γράφει ο Ήρων, δηλαδή 20 με 24 cm. Η ασπιδίσκη είναι διαιρεμένη με μια διάμετρο σε δυο ημικυκλικά τμήματα, άσπρο το κάτω και μαύρο το επάνω μέρος.

Η ασπιδίσκη που περιγράφει ο Ήρων είναι ένας κύκλος, βαμμένος μισός άνω μαύρος μισός κάτω άσπρος, που κρεμάμε κατακόρυφα με ένα σχοινάκι και ένα βάρος για χρήση χωρομετρίας ή ίσως για βαθμονόμηση αστρονομικού οργάνου.

Σκοπεύουμε την μέση του κύκλου ώστε να βλέπουμε στο σκόπευτρο την διάμετρο που χωρίζει το μαύρο από το λευκό ημικύκλιο και ρυθμίζουμε την κλίση με την βοήθεια χωροβάτη στην επιθυμητή κλίση.

Η ασπιδίσκη κρεμίζεται με σχοινάκι σε μεταβλητό ύψος μετακινούμενη κατακόρυφα πάνω-κάτω κατά βούληση. Χρησιμοποιείται για ακριβή σκόπευση. Η διόπτρα έχει σύστημα για ακριβή οριζοντίωση πριν την σωστή χρήση. Η οριζοντίωση γίνεται με νερό

και δύο γυάλινα σωληνάκια κολλημένα κάθετα σε σωλήνα, που επιτρέπουν να ελέγχει ο χειριστής την οριζοντίωση με την αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων, και που η βιβλιογραφία μας πληροφορεί ότι έχουν διάμετρο ένα δάκτυλο, δηλαδή 2 cm.

Όποτε χρειάζεται επιθυμητή κλίση, επιλέγεται με βιδούλες σε σκόπευτρα. Στο βιβλίο του Διόπτρα ο Ήρων γράφει: *εἴτα ἐπιστρέψας τὰ κοχλῖδια ἐν τῷ κανόνι ἀνάγω τὰς λεπίδας, ἄχρις ἂν αἱ ἐν αὐταῖς ἀνατομαὶ γένωνται κατὰ τὰς ἐν τοῖς ὑαλίνοις γραμμάς, ἃς ποιεῖ ἡ τοῦ ὕδατος ἐν αὐτοῖς ἐπιφάνεια· καὶ κατασταθέντων οὕτως τῶν λεπιδίων διὰ τῶν ἐν αὐτοῖς ἀνατομῶν διοπτρεύω θεωρῶν τὸν ΑΓ κανόνα, τῆς ἀσπιδίσκης μετεωριζομένης ἢ ταπεινουμένης, ἄχρις ἂν φανῇ ἡ μέση τοῦ λευκοῦ καὶ μέλανος χρώματος γραμμῇ.*

Προτείνεται ότι ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων έχει ένα σύστημα ασπιδίσκης ή δύο ασπιδίσκων, αφού ο όρος αναφέρεται στον πληθυντικό. Τέτοιες ασπιδίσκες έχει η διόπτρα του Ήρωνα. Ίσως να έπρεπε να σκοπεύσει ο χρήστης του μηχανισμού κάτι για να κατευθύνει σωστά το σύστημα με την απαιτούμενη ακρίβεια.

Η οριζοντίωση είναι απαραίτητη όταν μετριέται το ύψος ενός αστέρα, δηλαδή η γωνιακή απόσταση από τον ορίζοντα· η γωνία αυτή βρίσκεται στο επίπεδο που είναι κάθετο στον ορίζοντα και περιέχει τον παρατηρητή και το ουράνιο αντικείμενο. Στο βιβλίο του Ήρωνα πληροφορούμεθα ότι χρησιμοποιούσαν και ζεύγος ασπιδίσκων και ότι χρησιμοποιούσαν τέτοιες στα λιμάνια όταν χαρτογραφούσαν.

Ασπιδίσκη εν γένει σημαίνει κάλυμμα. Ένας ορισμός είναι: ασπιδίσκια, ή πάντα τὰ σκεπαστήρια. Ασπιδίσκη (Scutum, Ασπίς) είναι επίσης αστερισμός του ουρανού.

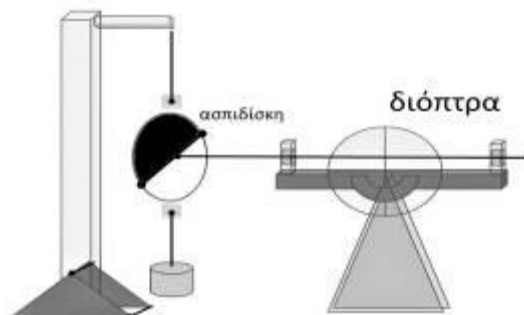
Πιθανώς αναφέρεται σε κυρτούς δίσκους του οργάνου που ίσως είναι τμήμα που απεικονίζει στον μηχανισμό κάθε πλανήτη ή καθένα από τα ζώδια, όπως η χάλκινη ασπιδούλα με το βοοειδές και τις τέσσερις τρύπες που οι ενάλιες αρχαιολογικές έρευνες που ανακαλύπτουν συνεχώς σημαντικά ευρήματα, διέσωσαν από το αρχαίο ναυάγιο το 2017.

29 ... ΠΡΟΕΙΡΗΜΕΝΑ

προαναφερόμενα

30 ...ΑΣΠ

Ασπιδίσκη (;



1 ...ΛΟΣ ...

2 ... ΑΠΟ ΤΩΝ ΔΙΑΙΡΕΣΕΩΝ

από τις υποδιαιρέσεις

της ελικοειδούς κλίμακας που δείχνει τις φάσεις της Σελήνης, η περίοδος του Μέτωνος που είναι το ημερολόγιο με τους το Ηπειρώτικους μήνες.

3. ... ΕΝ ΟΛΗΙ ΤΗΙ ΕΛΙΚΙ ΤΜΗΜΑΤΑ ΣΛΕ [235]

σε όλη την έλικα με 235 διαιρέσεις [μήνες]

Περιγράφει την ελικοειδή κλίμακα του Ηπειρώτικου ημερολογίου του Μέτωνος διάρκειας 19 ετών. Τον κύκλο του Μέτωνος που βασίζεται στις φάσεις της Σελήνης και τον Ήλιο χρησιμοποιούμε έως σήμερα για τον υπολογισμό της ημερομηνίας του Πάσχα.

4 ΤΑΙ ΔΕ ΚΑΙ ΑΙ ΕΔΞΑΙΡΕΣΙΜΟΙ ΗΜΕΡΑΙ ΚΑ [21]

... και οι 21 εξαιρέσιμες ημέρες

5 ΕΧΟΝ ΣΤΗΜΑΤΙΑ ΔΥΟ ΠΕΡΙ ΤΥΜΠΑΝΙΟΝ

Πιθανώς αναφέρεται σε δυο λαμάκια τρυπημένα, το τυμπάνον, γύρω από το γρανάζι [ή τον δίσκο] τα οποία είναι τρυπημένα ώστε, αν αναφέρεται στην ασπιδούλα, να δένεται σχοινάκι που να την κρατάει σε συγκεκριμένο ύψος και το βάρος κάτω από αυτήν.

6 ΤΑ ΠΡΟΕΙΡΗΜΕΝΑ ΣΤΗΜΑΤΙΑ ΤΡΗΜΑ...

τα προαναφερθέντα λαμάκια με οπές, τρυπούλες,

για να διέρχεται κάτι συρταρωτά, να μπαίνει ένας δεικτης συρτρωτός ή σχοινάκι, ίσως σκόπευτρα, είναι έτοιμες.

7 ΔΙΑ ΤΩΝ ΤΡΗΜΑΤΩΝ ΔΙΕΛΚΕΣΘΑΙ

Μέσα από τις τρυπούλες περνάμε,

ή τραβάμε ένα σχοινάκι

ή τον δεικτη; συρταρωτά, σύμφωνα με άλλη εκδοχή

8 ΟΜΟΙΩΣ ΤΟΙΣ ΠΡΩ ...

Ομοίως όπως στους πρώτους;

9 ΦΥΕΣ ΠΟΙΗΣ ... ΤΥΜΠ ...

Κολλημένο(;)... κάνουμε ... δίσκο [η γρανάζι]

10 ΚΑΙ ΣΥΜΦΥΕΣ

και συγκολλημένο

11 ... Α ΣΤΗΜΑΤΙΑ

Τα στημάτια [λαμάκια με άνοιγμα]

12 Σ ... ΑΓΕΣ ...

13 ... ΡΟΥ ΘΟΔΟΥ Η ...

14 ... ΤΗΝ ΕΝΑΝΤΙΑΝ Ε ...

την απέναντι

15 ... ΠΕΡΟΝΗΝ ΟΘΕΝ ΕΞΗΛΚΥΣΘΗ

τραβάμε ή περνάμε την περόνη [τον πύρο, ένα καρφάκι]

16 ... ΤΗΣ ΠΡΩΤΗΣ ΧΩΡΑΣ Μ ...

της πρώτης περιοχής, του πρώτου τμήματος

17 ΓΝΩΜΟΝΙΑ ΔΥΟ ΩΝ ΤΑ ΑΚΡΑ ΦΕΡΕΤΑΙ

δείκτες στων οποίων τα άκρα

18 ΤΕΣΣΑΡΑ, ΔΗΛ' ΟΙΔΟΜΕΝ ΤΗΝ ή ΤΕΣΣΑΡΑ, ΔΗΛ ΟΙΔΟΜΕΝ ΤΗΝ

τέσσερα, ο ένας φανερώνει/δηλώνει την

ή

τέσσερα φανερόν είναι γνωρίζουμε την

19 Σ ΤΗΝ ΤΗΣ ΟΣΛ ΙΘΛ

76 ΕΤΗ ΚΑΙ 19 ΕΤΗ

Αυτήν την περίοδο των 76 ετών (του Καλλίππου) και 19 έτη
(Ηπειρώτικου ημερολογίου του Μέτωνος)

20 ΜΟΣ ΕΙΣ ΙΣΑ ΣΚΓ 223 μήνες ΣΥΝ ΤΕΣ

Διαιρεμένος σε 223 ίσα τμήματα με τέσσερις

περιελίξεις πάνω στις οποίες είναι γραμμένο το ημερολόγιο του
Μέτωνος με Ηπειρώτικους μήνες.

21 ... ΤΕ Α ΟΣ ΔΙΑΙΡΕΘΕΙ Ι Η ΟΛΗ ...

Ο οποίος διερέθηκε σε 10 η όλη

22 ... ΜΟΝ ... ΟΙ ΓΛΕΙΠΤΙΚΟΙΣ ΧΡ...

στους χρόνους των εκλείψεων

23 ΟΜΟΙΩΣ ΤΟΙΣ ΕΠΙ ΤΗΣ Ε

Ομοίως στους επί της ε...

24 ΑΚΡΟΝ ΦΕΡΕΤΑΙ Κ

Το άκρον περνάει κ

25 ΜΕΝΤ ΥΠΙ

Μήνες πάνω στην κυκλική κλίμακα του έτους

Παχών

Παῶνι

Έπειφ

Αυτοί είναι οι λεγόμενοι «Αιγυπτιακοί» μήνες. Οι Έλληνες τότε είχαν Αιγυπτιακά ονόματα μηνών, όπως σήμερα έχουμε Ρωμαϊκά.

Το Παράπηγμα

Το παράπηγμα είναι πίνακας με αστρονομικά φαινόμενα, ανατολές και δύσεις άστρων μαζί με του ηλίου, με 36 τουλάχιστο γραμμές που επιτρέπει να τηρείται ένα καλό ημερολόγιο. Η ακριβής ημερομηνία προσδιορίζεται με 36 αστέρια που συνανατέλλουν ή συνδύουν με τον ήλιο πρωί ή βράδυ. Φυσικά αυτές οι ημερομηνίες μεταβάλλονται με το πλάτος ή με τον αιώνα που αναφερόμαστε.

Α ΑΙΓΟΚΕΡΩΣ ΑΡΧΕΤΑΙ ΑΝΑΤΕΛΛΕΙΝ

2 ...ΤΡΟΠΑΙ ΧΕΙΜΕΡΙΝΑΙ

3 Β ...ΕΠΙΤΕΛΛΕΙ ΕΣΠΕΡΙΟΣ

Στήλη κειμένου ii

Ι ΚΡΙΟΣ ΑΡΧΕΤΑΙ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙΝ

2 ΙΣΗΜΕΡΙΑ ΕΑΡΙΝΗ Α

Κ ... ΕΣΠΕΡΙΑ

4 Λ ΥΑΔΕΣ ΔΥΟΝΤΑΙ ΕΣΠΕΡΙΑΙ ΚΑ [21]

5 Μ ΤΑΥΡΟΣ ΑΡΧΕΤΑΙ ΑΝΑΤΕΛΛΕΙ Α

6 Ν ΛΥΡΑ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙ ΕΣΠΕΡΙΑ ΙΑ[11]

7 Ξ ΠΛΕΙΑΣ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙ ΕΩΙΑ ΙΖ [17]

8 Ο ΥΑΣ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙ ΕΩΙΑ ΚΕ [25]

9 Π ΔΙΔΥΜΟΙ ΑΡΧΟΝΤΑΙ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙΝ Α [1]

10 Ρ ΑΕΤΟΣ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙ ΕΣΠΕΡΙΟΣ

11 Σ ΑΡΚΤΟΥΡΟΣ ΔΥΝΕΙ ΕΩΙΟΣ Ι [10]

X+1 Κ ΠΛΕΙΑΔΕΣ ΔΥΝΟΥΣΙ ΕΣΠΕΡΙΑΙ

PP2 στήλη iii

3 Β ΕΡΙΦΟΙ ΕΠΙΤΕΛΛΟΥΣΙΝ ΕΣΠΕΡΙΟΙ ΙΑ [11]

4 Γ ΠΛΕΙΑΣ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙ ΕΣΠΕΡΙΑ ΙΔ [14]

5 Δ ΣΤΕΦΑΝΟΣ ΕΩΙΟΣ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙ. ΙC [16]

13 Ψ ΑΙΞ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙ ΕΣΠΕΡΙΑ ΙΘ [19]

14 Ω ΑΡΚΤΟΥΡΟΣ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙ ΕΩΙΟΣ ΚΑ [21]

Z+2 ΥΔΡΟΧΟΟΣ ΑΡΧΕΤΑΙ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙΝ Α [1]

Z+3 ΔΕΛΦΙΣ ΔΥΕΤΑΙ ΕΣΠΕΡΙΟΣ ΙC [16]

Z+4 ΛΥΡΑ ΔΥΕΤΑΙ ΕΣΠΕΡΙΑ Κ [20]

11 Φ ΠΑΡΘΕΝΟΣ ΑΡΧΕΤΑΙ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙΝ Α [1]

12 Χ ΙΠΠΟΣ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙ ΕΣΠΕΡΙΟΣ ΙC [16]

13 Ψ ΑΙΞ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙ ΕΣΠΕΡΙΑΚ [20]

14 Ω ΑΡΚΤΟΥΡΟΣ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙ ΕΩΙΟΣ ΚΒ [21]

Οπισθία θύρα

ο ΑΠΟ ΠΕΡΙΠΣΤΑΝ...

από περιίστανται

1 ΤΑΙ ΔΕ ΚΑΙ ΚΑΤΑΛΗΓΟΥΣΙ

καταλήγουν

2 ΠΡΟΣ ... ΜΙΚΡΑΙ ΤΟ ΔΕ

Προς ... μικρές ... το δε

3 ΧΡΩΜΑ...ΙΝΟΝ Χ

Χρώμα...ινον χ

4 Ω Ω

5 ΑΠΟ ΒΟΡΕΙΟΥ, ΠΕΡΙΠΣΤΑΝΤΑΙ

προς τον βορρά περιίστανται

6 ΔΕ ΚΑΙ ΚΑΤΑΛΗΓΟΥΣΙ ΠΡΟΣ

και τελειώνουν (καταλήγουν) προς το

7 ΛΙΒΑ ΜΕΣΑΙ ΤΑ ΔΕ ΧΡΩ[ΜΑ] ...

προς τον Λίβα νοτιοδυτικά το δε χρώμα ...

8 ΜΑΜΑ ΜΕΛΑΝ

το χρώμα είναι μαύρο

9 Α Ν Β Φ Α Ν Β Φ

10 ...ΑΠΟ ΘΡΑΚΙΑΝ ΠΕΡΙ

Από βόρειο-βορειοδυτικά περί ...

11 ... ΙΣΤΑΝΤΑΙ ΔΕ ΚΑΙ

Στέκονται δε και

12 ΚΑΤΑΛΗΓΟΥΣΙ

καταλήγουν

13 ΠΡΟΣ ΑΠΗΛΙ[ΩΤΗΝ]

Προς ανατολή

14 Ω ΗΝ ΜΕΓΑ-

Ω είναι μεγάλ...

15 ΛΗΝ ΤΟ ΔΕ

λην το δε

16 ΧΡΩΜΑ

χρώμα

17 ΠΥΡΡΟΝ

κόκκινο

18 ΖΘΣ Χ ΖΘ Σ ... Χ

19 ΑΠΟ ΖΕ-

20 ΦΥΡΟΥ ΠΕ

21 ΡΙΙΣΤΑΝ

22 ΤΑΙ ΔΕ ΠΡΟΣ

23 ΝΟΤΟΝ ΚΑΙ

24 ΚΑΤΑΛΗΓΟΥ

25 ΣΙΝ ΠΡΟΣ ΑΠΗ

26 ΛΙΩΤΗΝ ΜΕ

27 ΣΑΙ ΤΟ ΔΕ ΧΡΩΜ-

28 ΜΑ ΜΕΛΑΝ ...

[19-28] από Ζέφυρον, δηλαδή από την Δύση περιίστανται προς τον Νότο κα καταλήγουν προς την ανατολήν [Απηνιώτην] στην μέση το χρώμα είναι μαύρο (πιθανώς το χρώμα της Σελήνης στην διάρκεια της έκλειψης).

29 ΛΞ ΠΚΖΦ

30 ΑΠΟ ΝΟΤΟΥ ΠΕΡΙ

31 ΙΣΤΑΝΤΑΙ ΔΕ ΚΑΙ

32 ΚΑΤΑΛΗΓΟΥΣΙΝ

33 ΠΡΟΣ ΑΠΗΛΙΩΤΗΝ

[30-33] Γύρω από τον νότο είναι αρχικά και καταλήγουν τελικά στην ανατολή

34 ΜΙΚΡΑΙ ΔΕΝ ΤΟ ΧΡΩΜΑ

35 ΜΕΛΑΝ

[34-35] Μικρές· το χρώμα τους είναι μαύρο

36 Τ Η Θ Ρ Ψ

Εγγραφές στην κλίμακα των εκλείψεων

Οι αριθμοί κάθε γραμμής είναι ο αύξων αριθμός του μήνα στην διάρκεια των 223 μηνών του Σάρου των 18 ετών, 11 ημερών και 8 ωρών. Σε κάθε μήνα αναφέρεται το γράμμα Σ ή Η που σημαίνει *έκλειψη σελήνης* ή *έκλειψη ηλίου* αντίστοιχα, ακολουθεί το ένα συνθετο σύμβολο της μέτρησης του χρόνου *ώρα* με τα γράμματα *ωΡ* γραμμένα το ένα πάνω στο άλλο και ακολουθεί ένας αριθμός που δηλώνει την ώρα.

8 Σ |.. | Β

13 Η | ὥρ α' . | Γ

20 Σ [] | ὥρ ς' . | Ε

25 Η | ὥρ ς' . | Ζ

26 Σήμ (έρας) | ὥρ ζ' . | Η

61 Σ [] | [] | [Ο]

67 Σ [] | ὥρ η' | Π

72 Ηγν (κτὸς) | ὥρ. ' . | Ρ

78 Η | ὥρ α' . | Τ

79 Σήμ (έρας) | ὥρ ι' . | Υ

114 Σ ήμ (έρας) | ὥρ ιβ' . | Γ[−]

119 Η νν (κτὸς) | ὥρ ιβ' . | Δ[−]

120 Σ ήμ (έρας) | ὥρ. ' . | Ε[−]

125 Σ ήμ (έρας) ὥρ η' . | Η ὥρ γ' . | Ζ̄
131 Σ ὥρ (α) β' . | Η νυ (κτὸς) ὥρ θ' . | Η̄
137 Σ ήμ (έρας) ὥρ ε' . | Η ὥρ ιβ' . | Θ̄
172 Σ ὥρ ς' . | Η ὥρ ιβ' . | Π̄
178 Σ ὥρ θ' . | Η ὥρ θ' . | Ρ̄
184 Σ ήμ (έρας) ὥρ δ' . | Η ὥρ α' . | Σ̄
190 Σ ήμ (έρας) | ὥρ θ' . | Τ̄

Και η ερμηνεία των εκλείψεων:

8 ΣΕΛΗΝΗ,ΩΡΑ 2
13 ΗΛΙΟΣ, 1η ΩΡΑ. 3
20 ΣΕΛΗΝΗ, [] 6η ΩΡΑ. 5
25 ΗΛΙΟΣ, 6η ΩΡΑ. 7
26 ΣΕΛΗΝΗ, 7η ΩΡΑ ΗΜΕΡΑΣ. 8
61 ΣΕΛΗΝΗ, [Ο]
67 ΣΕΛΗΝΗ, [] 8η ΩΡΑ. Π
72 ΗΛΙΟΣ, ... ΩΡΑ ΝΥΚΤΕΡΙΝΗ. Ρ
78 ΗΛΙΟΣ, 1η ΩΡΑ ΗΜΕΡΑΣ. Τ
79 ΣΕΛΗΝΗ, 10η ΩΡΑ ΗΜΕΡΑΣ. Υ
114 ΣΕΛΗΝΗ, 12η ΩΡΑ ΗΜΕΡΑΣ. Γ̄
119 ΗΛΙΟΣ, 12η ΩΡΑ ΝΥΚΤΕΡΙΝΗ. Δ̄
120 ΣΕΛΗΝΗ, ... ΩΡΑ ΗΜΕΡΑΣ. Ε̄
125 ΣΕΛΗΝΗ, 8η ΩΡΑ ΗΜΕΡΑΣ. ΗΛΙΟΣ, 3η ΩΡΑ ΗΜΕΡΑΣ. 7
131 ΣΕΛΗΝΗ, 2η ΩΡΑ. ΗΛΙΟΣ, 9η ΩΡΑ ΝΥΚΤΕΡΙΝΗ. 8
137 ΣΕΛΗΝΗ, 5η ΩΡΑ ΗΜΕΡΑΣ. ΗΛΙΟΣ, 12η ΩΡΑ. 9
172 ΣΕΛΗΝΗ, 6η ΩΡΑ. ΗΛΙΟΣ, 12η ΩΡΑ. Π
178 ΣΕΛΗΝΗ, 9η ΩΡΑ. ΗΛΙΟΣ, 9η ΩΡΑ. Ρ
184 ΣΕΛΗΝΗ, 4η ΩΡΑ ΗΜΕΡΑΣ. ΗΛΙΟΣ, 1η ΩΡΑ. Σ
190 ΣΕΛΗΝΗ, 9η ΩΡΑ ΗΜΕΡΑΣ. Τ

Η κλίμακα των Ολυμπιακών αγώνων και των άλλων αγώνων των
Ελλήνων έχουν τα ονόματα:

Α ἔτος Ἰσθμια, Ὀλύμπια

Β ἔτος Νέμεα, Νᾶα

Γ ἔτος Ἰσθμια, Πύθια

Δ ἔτος Νέμεα Ἀλιεῖα

Κείμενα τη δεύτερη όψης, περί εκλείψεων, σχετικά με το χρώμα της Σελήνης κατά την έκλειψη και τις κινήσεις της Σελήνης και του ανέμου κ.λπ.

0 ΑΠΟ ΠΕΡΙΙΣΤΑΝ-

1 ΤΑΙ ΔΕ ΚΑΙ ΚΑΤΑΛΗΓΟΥΣΙΝ

2 ΠΡΟΣ ΜΙΚΡΑΙ ΤΟ ΔΕ

3 ΧΡΩΜΑ... ΙΝΟΝ

4 Ω Ω

5 ΑΠΟ ΒΟΡΕΙΟΥ, ΠΕΡΙΙΣΤΑΝΤΑΙ

6 ΔΕ ΚΑΙ ΚΑΤΑΛΗΓΟΥΣΙ ΠΡΟΣ

7 ΛΙΒΑ ΜΕΣΑΙ ΤΟ ΔΕ ΧΡΩ

8 ΜΑ ΜΕΛΑΝ. .

9 Α Ν Β Φ

10 ΑΠΟ ΘΡΑΙΚΙΑΝ ΠΕΡΙ-

11 ΙΣΤΑΝΤΑΙ ΔΕ ΚΑΙ

12 ΚΑΤΑΛΗΓΟΥΣΙΝ

13 ΠΡΟΣ ΑΠΗΛΙ-

14 ΩΤΗΝ ΜΕΓΑ-

15 ΛΗΝ ΤΟ ΔΕ

16 ΧΡΩΜΑ

17 ΠΥΡΡΟΝ

18 ΖΘΣ Χ

19 ΑΠΟ ΖΕ-

20 ΦΥΡΟΥ ΠΕ

21 ΡΙΙΣΤΑΝ-

22 ΤΑΙ ΔΕ ΠΡΟΣ

23 ΝΟΤΟΝ ΚΑΙ

24 ΚΑΤΑΛΗΓΟΥ-

25 ΣΙΝ ΠΡΟΣ ΑΠΗ-

26 ΛΙΩΤΗΝ ΜΕ-

27 ΣΑΙ ΤΟ ΔΕ ΧΡΩ-

28 ΜΑ ΜΕΛΑΝ. .

29 ΛΞ ΠΚΖΦ

30 ΑΠΟ ΝΟΤΟΥ, ΠΕΡΙ-

31 ΙΣΤΑΝΤΑΙ ΔΕ

32 ΚΑΤΑΛΗΓΟΥΣΙΝ

33 ΠΡΟΣ ΑΠΗΛΙΩΤΗΝ

34 ΜΙΚΡΑΙ ΤΟ ΔΕ ΧΡΩΜΑ

35 ΜΕΛΑΝ

36 Ψ Τ Η Θ Ψ Α

ἀπὸ περιστάν-

1 ται δὲ καὶ κατα]λήγο[υσι]

2 πρὸς.... . μικραί. τὸ δὲ

3 χρῶμα... ινον.

4 Ω Ω

5 ἀπὸ βο[ρείου], περρίσταντ[αι]

6 δὲ καὶ [κατ]αλήγουσι πρ[ὸς]

7 λίβα. ν μ[έ]σαι. τ[ὸ] δὲ χρῶ-

8 μα μέλαν. .

9 Α Ν Β Φ

10 ἀπὸ θραικίαν, περι-

11 ίστανται δὲ καὶ

12 καταλήγουσιν

13 πρὸς ἀπηλι-

14 ώτην. μεγά-

15 λην. τὸ δὲ

16 χρῶμα

17 πυρρόν

18 ΖΘΣ Χ

19 ἀπὸ ζε-

20 φύρου, πε

21 ρίσταν-

22 ται δὲ πρὸς

23 νότον καὶ

24 καταλήγου-

25 σιν πρὸς ἀπη-

26 λιώτην. μέ-

27 σαι. τὸ δὲ χρῶ-

28 μα μέλαν. .

29 ΠΚΖΦ

30 ἀπὸ νότου, περι- From notos, and they veer

31 ἴστανται δὲ καὶ about and

32 καταλήγουσιν end up

33 πρὸς ἀπηλιώτην. towards apêliôtês.

34 μικραί. τὸ δὲ χρῶμα Small(?). The color

35 μέλαν. v black.

36 ν T ν H ν Θ ν P ν Ψ T H Θ P Ψ(?)

Εικόνες για πιθανή χρήση Μπορούν να μπουν όπου έχουμε κενά κλπ.



Ο Προμηθέας έδωσε τις εφευρέσεις με πρώτη την φωτιά στους ανθρώπους.
Τοιχογραφία στην Ακαδημία Αθηνών.



Ο μέγας μαθηματικός Αρχιμήδης που έχει σχεδιάσει και κατασκευάσει δυο μηχανικές ουράνιες σφαίρες παρόμοιες με τον μηχανισμό των Αντικυθήρων, θανατώνεται από Ρωμαίο στρατιώτη, ενώ προσπαθεί να λύσει κάποιο μαθηματικό πρόβλημα. Τοιχογραφία στο Βατικανό, κάτω από την φημισμένη τοιχογραφία της Σχολής των Αθηνών του Ραφαήλ στο Δωμάτιο της Υπογραφής (Stanza della Segnatura, *Scuola di Atene*) στο Αποστολικό Παλάτι, Ρώμη.



Ο Σκίρωνας είναι ο βορειοδυτικός άνεμος στο Ρολόι του Ανδρόνικου. Πηγή: Εικόνα του Ιδρύματος Αικατερίνη Λασκαρίδη. Από το βιβλίο του Stuart, James and Revett, Nicholas. *The Antiquities of Athens measured and delineated* by James Stuart FRS and FSA and Nicholas Revett painters and architects, vol. I, London, John Haberkorn, 1762.