



ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΑ
ΕΙΔΙΚΕΣ ΜΟΡΦΩΤΙΚΕΣ ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ



Hephaestus

Περισσότερες πληροφορίες στο διαδίκτυο:

Μηχανισμός των Αντικυθήρων

Ιστοσελίδα του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου:
www.namuseum.gr/collections/bronze/ellinistiki/ellinistiki06-gr.html

Ιστότοπος της Ομάδας Μελέτης του Μηχανισμού των Αντικυθήρων:
www.antikythera-mechanism.gr/el

Ιστορία των Επιστημών και της Τεχνολογίας:
Η διαδικτυακή πύλη του Προγράμματος Ιστορίας, Φιλοσοφίας και Διδακτικής των Επιστημών και της Τεχνολογίας:
www.hpdst.gr

Ιστότοπος της Εταιρείας Μελέτης Αρχαίας Ελληνικής Τεχνολογίας
www.emaet.tee.gr

Browse for more:
The Antikythera Mechanism

Webpage of the National Archaeological Museum:
www.namuseum.gr/collections/bronze/ellinistiki/ellinistiki06-en.html

Website of the Antikythera Mechanism Research Project
www.antikythera-mechanism.gr

History of Science and Technology:
Web Portal of the History, Philosophy and Didactics of Science and Technology Program:
www.hpdst.gr

Website of the Association of Ancient Greek Technology Studies
www.emaet.tee.gr

ΟΛ ΣΚΓ ΙΟ ΣΕ



07.12.09 TILL 25.01.10

THE
ANTI-
KYTHERA
MECHA-
NISM



ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΑ
ΕΙΔΙΚΕΣ ΜΟΡΦΩΤΙΚΕΣ ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ



Hephaestus

Ο
ΜΗΧΑ-
ΝΙΣΜΟΣ
ΤΩΝ
ΑΝΤΙ-
ΚΥΘΗ-
ΡΩΝ

07.12.09 ΕΩΣ 25.01.10

ΠΕΡΙΗΓΗΪΤΗΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ
ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΠΟΧΗΣ ΤΟΥ

Ο
ΜΗΧΑ-
ΝΙΣΜΟΣ
ΤΩΝ
ΑΝΤΙ-
ΚΥΘΗ-
ΡΩΝ

ΠΕΡΙΓΗΤΗ ΣΤΗΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ
ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΠΟΧΗΣ ΤΟΥ

AN ASTRONOMICAL AND
CALENDRIAL COMPUTER
THE
ANTI-
KYTHERA
MECHA-
NISM

Με μεγάλη μου ευχαρίστηση χαιρετίζω μία νέα έκθεση σχετιζόμενη με τον εκπληκτικό Μηχανισμό των Αντικυθήρων, η οποία οργανώνεται από το Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών και το Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο, σε συνεργασία με την Ομάδα Μελέτης του Μηχανισμού των Αντικυθήρων και την Εταιρεία Μελέτης Αρχαίας Ελληνικής Τεχνολογίας.

Οι πρόσφατες έρευνες, οι οποίες έκαναν χρήση της ισχύος της σύγχρονης τεχνολογίας για να λύσουν τους γρίφους του Μηχανισμού, δημιούργησαν παγκόσμιο ενδιαφέρον. Πιστεύω ότι αυτό το ενδιαφέρον έχει μεγάλη σημασία, κατά δύο κύριους

It is a great pleasure to welcome a new exhibition associated with the extraordinary Antikythera Mechanism, organized by the National Hellenic Research Foundation and the National Archaeological Museum, with the Antikythera Mechanism Research Project and the Association of Ancient Greek Technology Studies. The recent researches which have used the power of modern technology to discover its mysteries have created world-wide interest. I believe that such interest is important in two major ways. The modern results have come about through successful international collaboration, and its first effect has been to excite interest in the extraordinary achievements of ancient Greece. A whole new audience is becoming aware of a historical perspective which has been lacking or neglected since the study of the classical world ceased to be the primary basis of advanced education. Not only do we wonder at the newly-revealed technological abilities in the pre-Christian era, but we also re-discover the glories of Hellenic art, architecture and literature. Secondly the new results remind us of the heroic and fundamental studies that have been carried out by a century's-worth of enthusiastic investigators before the most recent studies were started.

We now have a fairly good overall understanding of what the Mechanism could do, although many details remain to be filled in. Work continues on interpreting the inscriptions and the subtleties of mechanical design. But we still do not really know why it was made, and a proper assessment of the implications of the level of

τρόπους. Τα νέα αποτελέσματα έφτασαν μέσω μιας επιτυχημένης διεθνούς συνεργασίας της οποίας το πρώτο αποτέλεσμα ήταν να προκαλέσει το ενδιαφέρον για τα απίστευτα επιτεύγματα της αρχαίας Ελλάδας. Ένα τελείως νέο κοινό αντιλαμβάνεται μια ιστορική προοπτική η οποία έλειπε ή είχε περιφρονηθεί από τότε που η μελέτη του κλασικού κόσμου έπαψε να είναι η κυρίως βάση της ανώτατης παιδείας. Όχι μόνο αναρωτιόμαστε για τις νεοαποκαλυφθείσες τεχνολογικές δεξιότητες στην προχριστιανική εποχή, αλλά ανακαλύπτουμε εκ νέου τις δόξες της Ελληνικής τέχνης, αρχιτεκτονικής και λογοτεχνίας. Δεύτερον, τα νέα αποτελέσματα μας φέρνουν πίσω στις ηρωικές και θεμελιακές έρευνες που επιτελέστηκαν επί έναν αιώνα από ενθουσιώδεις ερευνητές, πριν ξεκινήσουν οι πλέον πρόσφατες έρευνες.

Σήμερα έχουμε μια αρκετά καλή γενική γνώση για το τι μπορούσε να κάνει ο Μηχανισμός, αν και αρκετές λεπτομέρειες παραμένουν ανεξήγητες. Το έργο της ερμηνείας των επιγραφών και των λεπτομερειών της μηχανικής σχεδίασης συνεχίζεται. Αλλά ακόμα δεν γνωρίζουμε πραγματικά γιατί κατασκευάστηκε, και μόλις έχει ξεκινήσει ένα κατάλληλο assessment του επιπέδου της σχετικής τεχνολογίας. Ήταν ουσιαστικά ο Μηχανισμός μία λαμπρή δήλωση του το ήταν γνωστό για το Σύμπαν στα τέλη του 2ου αιώνα π.Χ.; Ποιες είναι οι συνέπειες για τον τρόπο που αναπτύχθηκε η ελληνική φιλοσοφία, όταν έχουμε κατά νου ότι οι φιλόσοφοι σίγουρα γνώριζαν την ύπαρξη αυτών των «υπετερμηνιστικών» συσκευών; Για τουλάχιστον επτά αιώνες μετά το 250 π.Χ. με το ξεκίνημα του

technology involved has only just begun. Was the Mechanism basically a bold statement of what was known about the Universe at the end of the second century B.C.? What are the implications for the way Greek philosophy developed, knowing that philosophers must have been aware of these "deterministic" devices? The mechanisms, or "sphaerae", can be traced in literature over at least seven centuries from about 250 B.C., when Archimedes took an interest. What happened to the technology? Why was it not developed by the Romans? These are important questions, and I am pleased to note that the classical scholars of today are at last beginning to realise the significant implications of the Antikythera Mechanism, after many years of apparent neglect – possibly because they either doubted its authenticity (certainly no longer a problem) or were unaware of its unparalleled technical sophistication.

For the future study we must hope that other examples of ancient geared devices will be found, or perhaps recognised in other collections. It would be very good to be able to put several examples from before 200 A.D. on display – but so far the Antikythera Mechanism remains unique! We must be grateful that it survived. This exhibition will help to show you why it is both so important, and so amazing.

Mike Edmunds, M.A., Ph.D., F.R.A.S., F.Inst.P., C.Phys.
Emeritus Professor of Astrophysics, Cardiff University, U.K.
and Chairman of the Antikythera Mechanism Research Project

Αρχιμήδη, συναντάμε σε κείμενα αναφορές στους μηχανισμούς, ή «σφαίρες». Τι συνέβη στην τεχνολογία; Γιατί δεν αναπτύχθηκε από τους Ρωμαίους; Αυτά είναι σημαντικά ερωτήματα και σημειώνω ευχαρίστως ότι οι σημερινοί ερευνητές επιτέλους αρχίζουν να συνειδητοποιούν τις σημαντικές implications του Μηχανισμού των Αντικυθήρων, μετά από πολλά έτη φαινομενικής neglect – πιθανώς επειδή είτε αμφισβητούσαν την αυθεντικότητά του (αυτό με βεβαιότητα δεν αποτελεί πλέον πρόβλημα) είτε δεν γνώριζαν τη μοναδική τεχνική του sophistication.

Στο μέλλον οφείλουμε να ελπίζουμε ότι και άλλα παραδείγματα από αρχαίους μηχανισμούς με γρανάζια θα ανακαλυφθούν ή πιθανώς θα αναγνωριστούν σε άλλες συλλογές. Θα ήταν εξαιρετικό αν υπήρχε η δυνατότητα εμφάνισης πολλών παραδειγμάτων προερχόμενων πριν το 200 μ.Χ. Ωστόσο έως και σήμερα ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων παραμένει μοναδικός! Οφείλουμε να είμαστε ευγνώμονες για το ότι διασώθηκε. Αυτή η έκθεση θα σας βοηθήσει να κατανοήσετε γιατί είναι ταυτοχρόνως τόσο σημαντικό και εκπληκτικό.

Μάικ Εντμουντς, ομότιμος καθηγητής Αστροφυσικής του Πανεπιστημίου του Κάρντιφ, μέλος της Βασιλικής Αστρονομικής Εταιρείας και του Ινστιτούτου Φυσικής, και εκπρόσωπος της Ομάδας Μελέτης του Μηχανισμού των Αντικυθήρων

Ο
ΜΗΧΑ-
ΝΙΣΜΟΣ
ΤΩΝ
ΑΝΤΙ-
ΚΥΘΗ-
ΡΩΝ

ΠΕΡΙΓΙΓΗ ΣΤΗΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ
ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΠΟΧΗΣ ΤΟΥ



AN ASTRONOMICAL AND
CALENDRIAL COMPUTER
THE
ANTI-
KYTHERA
MECHA-
NISM



Τα 82 σωζόμενα θραύσματα του Μηχανισμού που έχουν καταλογιστεί από την αρχαιολόγο-μουσειολόγο Μαίρη Ζαφειροπούλου, η οποία το 2005 εντόπισε και το νέο «θραύσμα F». Πολλά από τα μικρότερα θραύσματα δεν έχουν βρει ακόμη τη θέση τους στο τρισδιάστατο «παζλ» του Μηχανισμού.

The 82 surviving fragments, catalogued in the Bronze Collection store by archaeologist-museologist Mary Zafeiropoulou. Many of the smaller fragments are yet to be located in the 3D jigsaw puzzle.

Τι είναι ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων;

Τη Μεγάλη Τρίτη του 1900, σφουγγαράδες από τη Σύμη ανακάλυψαν ένα ναυάγιο ρωμαϊκού πλοίου κοντά στην ακτή των Αντικυθήρων. Λίγους μήνες μετά, το ελληνικό κράτος οργάνωσε την πρώτη στα διεθνή χρονικά ενάλια αρχαιολογική αποστολή, με τη συνδρομή πλοίων του Βασιλικού Ναυτικού και με δύτες τους σφουγγαράδες. Το ναυάγιο χρονολογείται στο 80-60 π.Χ. περίπου, ενώ το μεγαλύτερο μέρος του φορτίου του είναι παλαιότερο (2ος αιώνας π.Χ.). Μεταξύ των ευρημάτων που ανασύρθηκαν ήταν και ένα μπρούτζινο αντικείμενο μικρών διαστάσεων με ευδιάκριτα πάνω του γράμματα και επιγραφές, το οποίο χρονολογείται στο δεύτερο μισό του 2ου αιώνα π.Χ.

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, όπως επικράτησε να λέγεται το ιδιαίτερο αυτό αντικείμενο που φυλάσσεται και εκτίθεται στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο της Αθήνας, καταχωρίστηκε ήδη από την ανακάλυψή του στην οικογένεια των αστρονομικών οργάνων: αστρολάβος, πλανητάριο, όργανο για τη ναυσιπλοΐα είναι μερικές από τις λειτουργίες που του έχουν αποδοθεί. Με τη μελέτη του έχουν ασχοληθεί πολλοί επιφανείς επιστήμονες ήδη από την εποχή που ανακαλύφθηκε, ενώ είναι πλέον εδραιωμένη η πεποίθηση ότι πρόκειται για τον αρχαιότερο γνωστό αστρονομικό και ημερολογιακό μηχανικό υπολογιστή.

Τα τρία μεγαλύτερα θραύσματα του Μηχανισμού εκτίθενται στη Συλλογή Χαλκών του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου. Άλλα 79 μικρότερα θραύσματα φυλάσσονται στη Χαλκοθήκη του Μουσείου.

1 | What is the Antikythera Mechanism?

The Antikythera Mechanism, on display at the National Archaeological Museum in Athens, is an object full of gears, dials and inscriptions. Since it was discovered at the beginning of the 20th century, it was considered as an astronomical device—sometimes as an astrolabe or a planetarium—or a navigational device or even a combination of many devices. Many researchers have studied it for over a century, and we now know that it is the oldest known astronomical and calendrical calculating machine.

On Easter Tuesday, 1900, sponge divers from Symi Island discovered a roman shipwreck near the coast of Antikythera. A few months later, the Greek State organized the very first major underwater archaeology expedition, with the assistance of the Greek Royal Navy. The divers were the sponge divers from Symi.

The wreck is dated ca 80 - 60 BC while much of its cargo dates from before the second century BC; the Mechanism itself is believed to have been made during the second half of this century.

The three main fragments of the Mechanism are on display in the Bronze Collection of the National Archaeological Museum; the remaining 79 smaller fragments are kept in the collection's store.



Το κεφάλι του «Φιλοσόφου των Αντικυθήρων». Ίσως απεικονίζει τον κυνικό φιλόσοφο Βίωνα Βορυσθενίτη. Γύρω στο 240 π.Χ. Το χέρι του φιλοσόφου ανασύρθηκε πρώτο από το ναυάγιο.

Το κεφάλι του «Φιλοσόφου των Αντικυθήρων». Ίσως απεικονίζει τον κυνικό φιλόσοφο Βίωνα Βορυσθενίτη. Γύρω στο 240 π.Χ. Το χέρι του φιλοσόφου ανασύρθηκε πρώτο από το ναυάγιο.



Το κεφάλι του «Εφήβου των Αντικυθήρων». Ίσως παριστάνει τον Περσέα να κρατάει το κεφάλι της Μέδουσας ή τον Πάρι να κρατάει το μήλο για την Αφροδίτη. Έργο του 4ου αι. π.Χ. του Σικυώνιου γλύπτη Ευφράνορα.

Το κεφάλι του «Εφήβου των Αντικυθήρων». Ίσως παριστάνει τον Περσέα να κρατάει το κεφάλι της Μέδουσας ή τον Πάρι να κρατάει το μήλο για την Αφροδίτη. Έργο του 4ου αι. π.Χ. του Σικυώνιου γλύπτη Ευφράνορα.



Το κεφάλι του εφήβου των Αντικυθήρων, 4ος αι. π.Χ.

Το κεφάλι του εφήβου των Αντικυθήρων, 4ος αι. π.Χ.



Αθλητής ή Πολεμιστής, Γύρω στο 100 π.Χ. Το μισό σώμα του αγάλματος είναι διαβρωμένο από το θαλασσινό νερό, ενώ το υπόλοιπο ήταν καλυμμένο με άμμο.

Αθλητής ή Πολεμιστής, Γύρω στο 100 π.Χ. Το μισό σώμα του αγάλματος είναι διαβρωμένο από το θαλασσινό νερό, ενώ το υπόλοιπο ήταν καλυμμένο με άμμο.



Ασημένια κιστοφορικά τετράδραχμα. Εμπρός ιερή κίστη με φίδι, πίσω δύο φίδια με φαρέτρα. (Έρευνα Cousteau, 1976)

Ασημένια κιστοφορικά τετράδραχμα. Εμπρός ιερή κίστη με φίδι, πίσω δύο φίδια με φαρέτρα. (Έρευνα Cousteau, 1976)



Ο Ηρακλής. Θα κρατούσε τα μήλα των Εσπερίδων με το δεξί του χέρι πίσω του. Υστεροελληνιστικό αντίγραφο στον τύπο του Ηρακλή Φαρνέζε φημισμένου αγάλματος του Λυσίππου. Γύρω στο 100 π.Χ.

Ο Ηρακλής. Θα κρατούσε τα μήλα των Εσπερίδων με το δεξί του χέρι πίσω του. Υστεροελληνιστικό αντίγραφο στον τύπο του Ηρακλή Φαρνέζε φημισμένου αγάλματος του Λυσίππου. Γύρω στο 100 π.Χ.



Νέος, ίσως αθλητής, σε βάση. 2ος αι. π.Χ. (Έρευνα 1900-1901). Το δεξιό χέρι του αγαλματίου βρέθηκε στην έρευνα του Κουστώ το 1976.

Νέος, ίσως αθλητής, σε βάση. 2ος αι. π.Χ. (Έρευνα 1900-1901). Το δεξιό χέρι του αγαλματίου βρέθηκε στην έρευνα του Κουστώ το 1976.



Νέος, ίσως αθλητής σε βάση 2ος αι. π.Χ. (Έρευνα 1900-1901) Το δεξιό χέρι του αγαλματίου βρέθηκε στην έρευνα του Cousteau το 1976.

Νέος, ίσως αθλητής σε βάση 2ος αι. π.Χ. (Έρευνα 1900-1901) Το δεξιό χέρι του αγαλματίου βρέθηκε στην έρευνα του Cousteau το 1976.

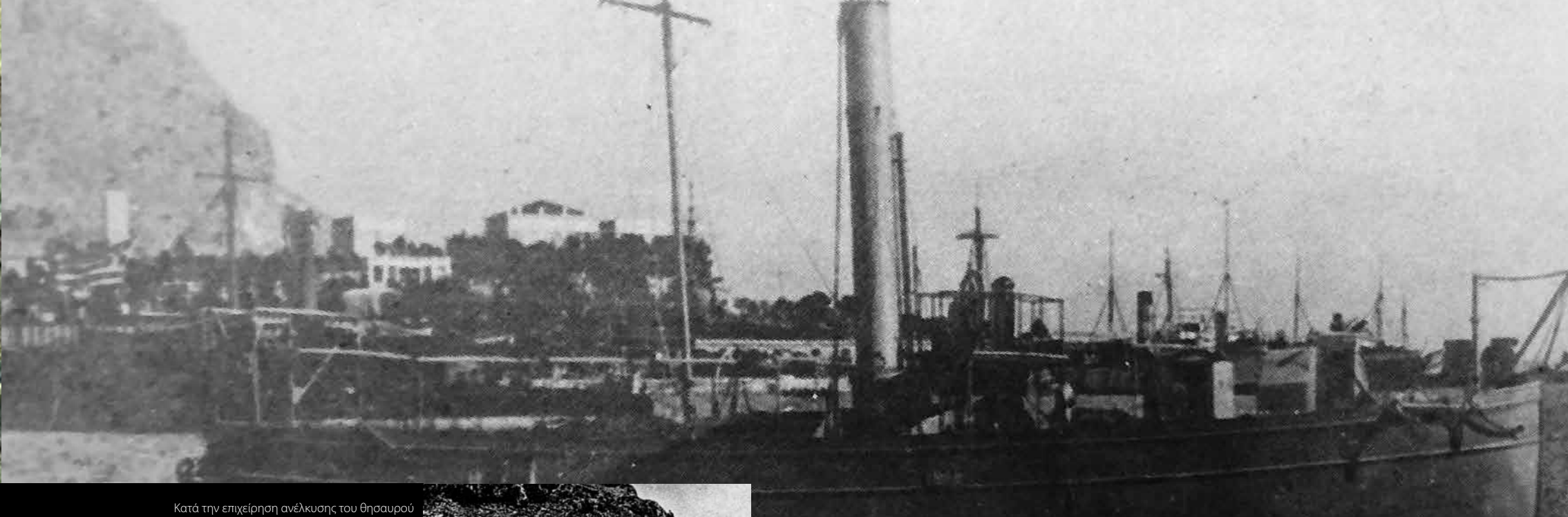
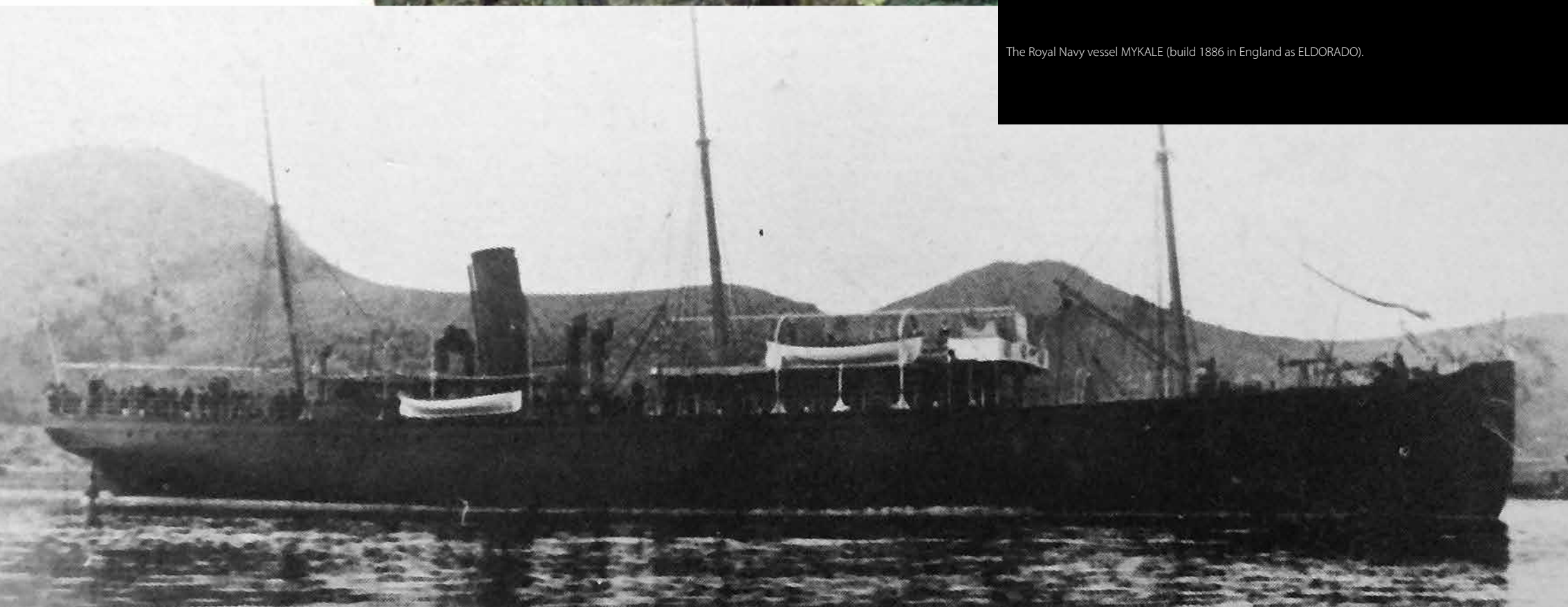
Ο Οδυσσεάς, γύρω στο 100 π.Χ.





Το οπλιταγωγό ΜΥΚΑΛΗ, ναυπηγήθηκε στην Αγγλία ως ELDORADO το 1884 και αγοράστηκε λίγους μήνες μετά από το Ελληνικό Βασιλικό Ναυτικό. Το πλοίο έλαβε μέρος στον πόλεμο του 1897, στους Βαλκανικούς πολέμους του 1912-13 και τη Μικρασιατική εκστρατεία του 1920-22.

The Royal Navy vessel MYKALE (build 1886 in England as ELDORADO).



Κατά την επιχείρηση ανέλκυσης του θησαυρού στη θέση «Καμινάκια» των Αντικυθήρων, διακρίνεται μία λέμβος του Βασιλικού Ναυτικού και το ένα από τα δύο καΐκια των σφουγγαράδων.



Κατά την επιχείρηση ανέλκυσης του θησαυρού στη θέση «Καμινάκια» των Αντικυθήρων, διακρίνεται μία λέμβος του Βασιλικού Ναυτικού και το ένα από τα δύο καΐκια των σφουγγαράδων.



Η ναυκαθέτιδα ΑΙΓΙΑΛΕΙΑ

Η ναυκαθέτιδα ΑΙΓΙΑΛΕΙΑ



Αστρονομικό ρολόι στην Πράγα

Astronomical clock in Prague

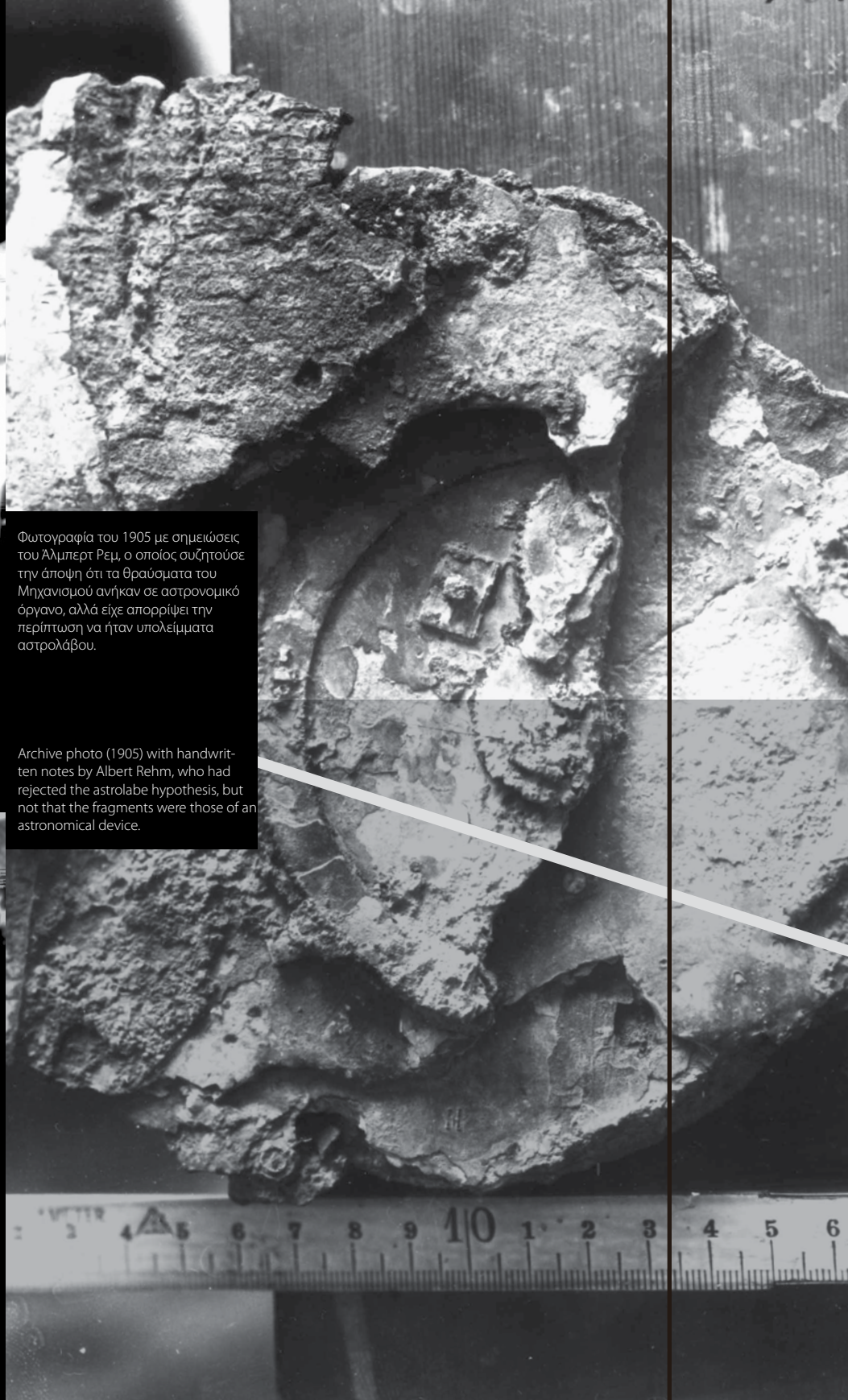


Τι σημαίνει «αστρονομικός και ημερολογιακός μηχανικός υπολογιστής»

Ο υπολογισμός της θέσης των ουράνιων σωμάτων είχε ανέκαθεν ιδιαίτερη σημασία για την οργάνωση της ζωής των ανθρώπων. Σήμερα χρησιμοποιούμε ηλεκτρονικούς υπολογιστές και ειδικά λογισμικά για να προσδιορίσουμε, με βάση μια δεδομένη ημερομηνία και θέση παρατήρησης, τη θέση και τις φάσεις της Σελήνης, τους ορατούς αστερισμούς, για να προβλέψουμε τις εκλείψεις, αλλά και για να κάνουμε περίπλοκες μετατροπές μεταξύ των διαφόρων ημερολογίων με τα οποία η ανθρωπότητα για αιώνες καταγράφει τα αστρονομικά φαινόμενα. Ορισμένες από αυτές τις λειτουργίες, ωστόσο, μπορούν να πραγματοποιηθούν και με τη χρήση διατάξεων με κινητά μηχανικά μέρη, οδοντωτούς τροχούς και δείκτες, χωρίς όμως την ίδια ακρίβεια και ταχύτητα με εκείνες του σύγχρονου υπολογιστή. Μηχανισμοί με τέτοιες δυνατότητες είναι οι αστρολάβοι (για τον υπολογισμό της ώρας και της ανατολής και δύσης των αστερών), τα εξαιρετικά περίπλοκα αστρονομικά ρολόγια που μαζί με την ώρα δείχνουν και αστρονομικά φαινόμενα, τα πλανητάρια, κ.ά.

2 | What is an “astronomical and calendrical computer”?

A modern computer can output the position of heavenly bodies for a given date and location. For instance, the position and the phases of the Moon, the visible constellations, the eclipses... But also complex conversions between various calendars used from the Antiquity. Some of these calculations can be performed by mechanical means (gears, axles and pointers), although without the same precision or speed. Such examples are the astrolabes (for calculating the hour, the sunrise and sunset of the stars), the complex astronomical clocks (which, along with the hour, display some astronomical phenomena), orreries, planetaria, etc.



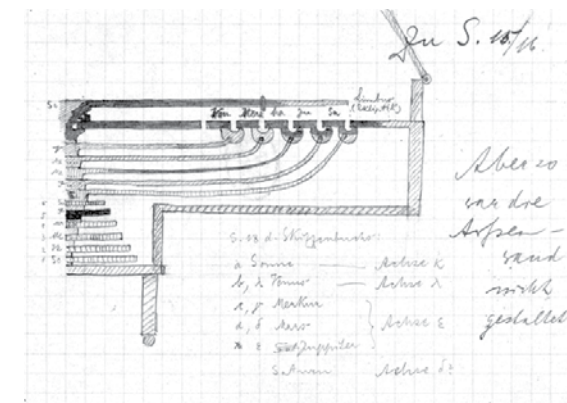
Φωτογραφία του 1905 με σημειώσεις του Άλμπερτ Ρεμ, ο οποίος συζητούσε την άποψη ότι τα θραύσματα του Μηχανισμού ανήκαν σε αστρονομικό όργανο, αλλά είχε απορρίψει την περίπτωση να ήταν υπολείμματα αστρολάβου.

CT slice

Archive photo (1905) with handwritten notes by Albert Rehm, who had rejected the astrolabe hypothesis, but not that the fragments were those of an astronomical device.

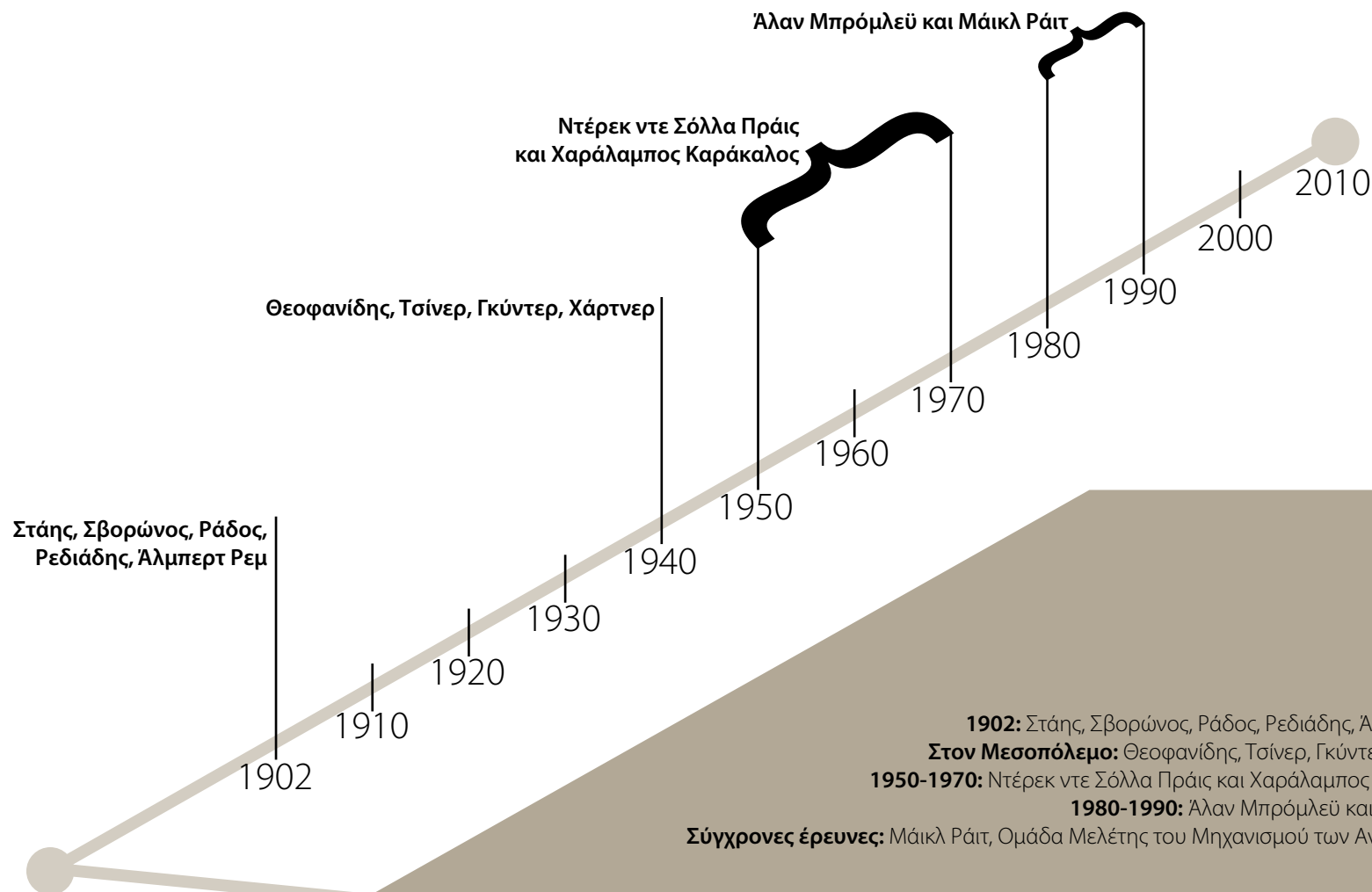
Γιατί ο Μηχανισμός θεωρείται αστρονομικός υπολογιστής;

Από τη στιγμή που ανακαλύφθηκαν τα θραύσματα του Μηχανισμού, εντύπωση προκάλεσε το γεγονός ότι τα μηχανικά μέρη του συνδυάζονταν με τμήματα επιγραφών όπου διακρίνονταν αστρονομικοί όροι, όπως «ΗΛΙΟΥ», «ΑΚΤΙΝΑ», «ΑΦΡΟΔΙΤΗ». Οι ομοιότητες αυτών των μηχανικών διατάξεων με πιο σύγχρονα αντικείμενα ήταν εμφανείς. Όσο προχωρούσε ο καθαρισμός των θραυσμάτων και αποκαλύπτονταν νέες επιγραφές, όπως αριθμοί που σχετίζονται με γνωστές αστρονομικές περιόδους (π.χ. ο ΙΘ για την περίοδο του Μέτωνος και ο ΣΚΓ για την περίοδο του Σάρου), ήταν φανερό σε όλους τους μελετητές ότι επρόκειτο για αστρονομικό όργανο.



3 | Why the Mechanism is an astronomical calculating machine?

From the moment when the fragments of the Mechanism were discovered, impression was created by the fact that its mechanical elements were mixed with bits of inscriptions where astronomical terms like “of the Sun”, “ray”, “Venus” were visible. The similarity of these mechanical elements with more recent objects was obvious. As cleaning of the fragments moved forward, new inscriptions were revealed, like numbers related to astronomical periods (e.g. the number 19 for the Metonic period and the number 223 for the Saros period), it was obvious to all the researchers that they were in front of an astronomical device.



Ποιοι μελέτησαν τον Μηχανισμό και γιατί χρειάστηκε νέα μελέτη;

Ήδη από τον Μάιο του 1902, στην πρώτη δημοσίευση για τα ευρήματα του ναυαγίου των Αντικυθήρων, αναφέρεται το περίεργο «χαλκούν μηχανήμα» και του αποδίδεται αστρονομική χρήση. Σε επόμενες δημοσιεύσεις, ορισμένοι μιλούσαν για αστρολάβο, ενώ άλλοι φαντάζονταν έναν πιο σύνθετο μηχανισμό, κάτι σαν πλανητάριο. Η διαμάχη γύρω από τη λειτουργία του Μηχανισμού συνεχίστηκε μέχρι τη δεκαετία του 1970 και τις πρώτες ακτινογραφίες, όπου πλέον επικράτησε συναίνεση για το είδος του οργάνου: επρόκειτο πια για έναν μηχανικό, αναλογικό υπολογιστή, στον οποίο αναπαριστώνται ημερολόγια και τα σχετιζόμενα αστρονομικά φαινόμενα. Όμως οι λειτουργίες του δεν είχαν προσδιοριστεί ακόμη επακριβώς, οι διαβασμένες επιγραφές ήταν αποσπασματικές και οι θεωρίες για τις λειτουργίες του αμφισβητούνταν. Έτσι το Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο χορήγησε δύο νέες άδειες για να εξεταστούν τα θραύσματα με τις πλέον σύγχρονες τεχνικές: το 1990 με γραμμική τομογραφία και το 2005, στην τελευταία έρευνα, με σύγχρονες τεχνικές τρισδιάστατης επιφανειακής απεικόνισης και τρισδιάστατης υπολογιστικής τομογραφίας. Στην έρευνα αυτή, καθώς και στη μετέπειτα επεξεργασία των δεδομένων (η οποία συνεχίζεται μέχρι σήμερα) εφαρμόστηκε το σύγχρονο πρότυπο της συνεργασίας μεταξύ ομάδων επιστημόνων διαφόρων ειδικοτήτων.

4 | Who studied the Mechanism and why new investigations were needed ?

From May 1902, in the first publication about the discoveries in the Antikythera wreck, the “strange bronze machine” is mentioned, with a possible astronomical function. In subsequent publications, the word “astrolabe” is mentioned, while other opinions prefer a more complex device, like a planetarium. The debate continues until the 1970s and the first X-rays, where consensus is reached about the nature of the artifact: it is a mechanical calculating device which displays calendars and related astronomical phenomena. But theories about its functions are challenged and the deciphered inscriptions are sparse. Further research in the 1990s and 2000s introduce new problems and uncertainties. Consequently, the National Archaeological Museum grants permissions to the Antikythera Mechanism Research Project for further investigation, with advanced surface imaging and tomography techniques. The result was a rich data set and a series of very significant advances on the structure of the gearing, the functions of the Mechanism and the inscriptions. The consequence of this research was the elevation of the device to an entirely new level of technological sophistication, with fundamental consequences for the understanding of the development of advanced technology in the ancient world.

Ο συντηρητής του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου Γεράσιμος Μακρής τοποθετεί το θραύσμα Α στον ταμογράφο ακτίνων Χ, βάρους 8 τόνων, που μεταφέρθηκε στο Μουσείο στο πλαίσιο της έρευνας της Ομάδας Μελέτης του Μηχανισμού των Αντικιθήρων, για τη συλλογή των δεδομένων σε τρεις διαστάσεις από το εσωτερικό των θραυσμάτων.



Τα δεδομένα τα οποία συνέλεξε η Ομάδα Μελέτης του Μηχανισμού των Αντικιθήρων, καθώς και η μέθοδος επεξεργασίας τους και η έρευνα για τη διεξαγωγή συμπερασμάτων, επέτρεψαν σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα την εξήγηση ενός μεγάλου μέρους των λειτουργιών του Μηχανισμού. Η έρευνα αυτή αποτελεί την κύρια αιτία του ολοένα και αυξανόμενου διεθνούς ενδιαφέροντος για το μοναδικό αυτό εύρημα του αρχαίου Ελληνικού πολιτισμού, και για την ουσιαστική ένταξή του Μηχανισμού στα ερευνητικά ενδιαφέροντα των ιστορικών των επιστημών και της τεχνολογίας.

Στις φωτογραφίες φαίνονται τα μέλη της Ομάδας Μελέτης **Μάικ Εντμουντς, Τόνυ Φρηθ, Γιάννης Σεираδάκης, Ξενοφών Μουσάς, Γιάννης Μπιτσάκης, Αγαμέμνων Τσελίκας, Μαίρη Ζαφειροπούλου** και Ελένη Μάγκου.



Τα δεδομένα τα οποία συνέλεξε η Ομάδα Μελέτης του Μηχανισμού των Αντικιθήρων, καθώς και η μέθοδος επεξεργασίας τους και η έρευνα για τη διεξαγωγή συμπερασμάτων, επέτρεψαν σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα την εξήγηση ενός μεγάλου μέρους των λειτουργιών του Μηχανισμού. Η έρευνα αυτή αποτελεί την κύρια αιτία του ολοένα και αυξανόμενου διεθνούς ενδιαφέροντος για το μοναδικό αυτό εύρημα του αρχαίου Ελληνικού πολιτισμού, και για την ουσιαστική ένταξή του Μηχανισμού στα ερευνητικά ενδιαφέροντα των ιστορικών των επιστημών και της τεχνολογίας.

Στις φωτογραφίες φαίνονται τα μέλη της Ομάδας Μελέτης **Μάικ Εντμουντς, Τόνυ Φρηθ, Γιάννης Σεираδάκης, Ξενοφών Μουσάς, Γιάννης Μπιτσάκης, Αγαμέμνων Τσελίκας, Μαίρη Ζαφειροπούλου** και Ελένη Μάγκου.



Το σημειωματάριο του Άλμπερτ Ρεμ, όπου για πρώτη φορά σημειώνεται η λέξη «πλανητάριο» για το εύρημα του ναυαγίου των Αντικιθήρων. Ο Γερμανός φιλόλογος Άλμπερτ Ρεμ ήταν ο πρώτος που μελέτησε συστηματικά τις επιγραφές και τα ορατά μηχανικά μέρη του Μηχανισμού. Είχε καταλήξει και στα σχέδια ενός μηχανικού ομοιώματος, το οποίο δεν κατασκευάστηκε ποτέ.

Ο Ναύαρχος Ιωάννης Θεοφάνης, διαύγονος του Θεόδωρου Κολοκοτρώνη, ήταν ο πρώτος που κατασκεύασε μηχανικό ομοίωμα του Μηχανισμού, χωρίς στις ακτινογραφίες του ακτινοφυσικού Χαράλαμπου Καράκαλου. Το 1959 δημοσίευσε ένα σπουδαίο άρθρο στο Scientific American και το 1974, στο κλασικό πλέον έργο του Gears from the Greeks [Γρανάζια από τους Έλληνες], που αποτέλεσε τη βάση για όλες τις κατοπινές έρευνες μέχρι σήμερα, πρότεινε ότι ο Μηχανισμός αποτελούσε έναν μηχανικό ημερολογιακό υπολογιστή.



Μοντέλο από χαρτόνι το οποίο είχε κατασκευάσει και χρησιμοποιήσει ο Πράις σε διαλέξεις και επιδείξεις για να εξηγή τις λειτουργίες του Μηχανισμού.



Το εργαστήριο του Ράιτ, ορισμένα από τα εργαλεία του και η πίσω όψη του Μηχανισμού σε διαδικασία κατασκευής.

Το σημειωματάριο του Άλμπερτ Ρεμ, όπου για πρώτη φορά σημειώνεται η λέξη «πλανητάριο» για το εύρημα του ναυαγίου των Αντικιθήρων. Ο Γερμανός φιλόλογος Άλμπερτ Ρεμ ήταν ο πρώτος που μελέτησε συστηματικά τις επιγραφές και τα ορατά μηχανικά μέρη του Μηχανισμού. Είχε καταλήξει και στα σχέδια ενός μηχανικού ομοιώματος, το οποίο δεν κατασκευάστηκε ποτέ.

Ο Ναύαρχος Ιωάννης Θεοφάνης, διαύγονος του Θεόδωρου Κολοκοτρώνη, ήταν ο πρώτος που κατασκεύασε μηχανικό ομοίωμα του Μηχανισμού, χωρίς στις ακτινογραφίες του ακτινοφυσικού Χαράλαμπου Καράκαλου. Το 1959 δημοσίευσε ένα σπουδαίο άρθρο στο Scientific American και το 1974, στο κλασικό πλέον έργο του Gears from the Greeks [Γρανάζια από τους Έλληνες], που αποτέλεσε τη βάση για όλες τις κατοπινές έρευνες μέχρι σήμερα, πρότεινε ότι ο Μηχανισμός αποτελούσε έναν μηχανικό ημερολογιακό υπολογιστή.

Ο Ντέρεκ ντε Σόλλα Πράις, ιστορικός των επιστημών, ήταν ο πρώτος που μπόρεσε να δει το εσωτερικό των θραυσμάτων του Μηχανισμού, χωρίς στις ακτινογραφίες του ακτινοφυσικού Χαράλαμπου Καράκαλου. Το 1959 δημοσίευσε ένα σπουδαίο άρθρο στο Scientific American και το 1974, στο κλασικό πλέον έργο του Gears from the Greeks [Γρανάζια από τους Έλληνες], που αποτέλεσε τη βάση για όλες τις κατοπινές έρευνες μέχρι σήμερα, πρότεινε ότι ο Μηχανισμός αποτελούσε έναν μηχανικό ημερολογιακό υπολογιστή.

Ο Μάικλ Ράιτ κατασκεύασε ένα εναλλακτικό λειτουργικό ομοίωμα του Μηχανισμού, το οποίο παρουσιάστηκε το 2005 στο 2ο Διεθνές Συνέδριο Αρχαίας Ελληνικής Τεχνολογίας. Το μοντέλο του Ράιτ αποτελεί ταυτόχρονα ένα ερευνητικό εργαλείο, τόσο για τη χρήση εργαλείων και υλικών κατασκευής όσο και για τη διερεύνηση των λειτουργιών του Μηχανισμού. Με το μοντέλο του ο Ράιτ απέδειξε ότι οι ιδέες του Ρεμ και του Πράις για την πρόσθετη λειτουργία του Μηχανισμού ως πλανητάριου ήταν μηχανικά πραγματοποιήσιμες.

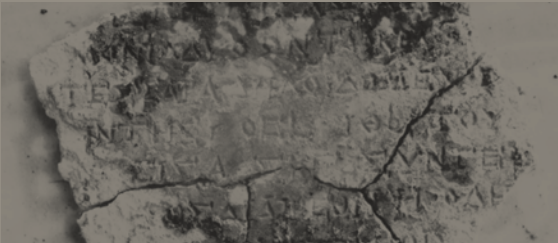


Η επιγραφή του θραύσματος G

Πρόκειται για την εκτενέστερη επιγραφή που έχει διασωθεί στον Μηχανισμό «Θραύσμα G» αποτελούσε πιθανώς μέρος της εμπρόσθιας πλάκας που έκλεινε τον Μηχανισμό. Η ανάγνωση το 1905 της λέξης «ΣΤΗΡΙΓΜΟΣ» προήλθε από ένα κομμάτι που αργότερα συγκολλήθηκε στο θραύσμα G. Αυτή η λέξη παραπέμπει ευθέως στην τροχιά των πλανητών. Όμως, μέχρι τις νέες τομογραφίες, δεν διαβαζόταν παρά μόνο λίγες λέξεις. Ο φιλόλογος-παλαιογράφος Αγαμέμνων Τσελίκας έχει μέχρι σήμερα διαβάσει στους σωζόμενους 37 στίχους συνολικά 1380 γράμματα και 156 πλήρεις λέξεις. Στην επιγραφή εμφανίζεται επανειλημμένα ο αριθμός ΣΞΕ (=265), Οι κύριοι αστρονομικοί όροι που αναφέρονται, όπως ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ, ΑΠΟΣΤΑΣΙΣ, ΑΠΟΣΤΗΜΑ, ΔΙΑΣΤΗΜΑ, ΚΙΝΗΣΙΣ, ΠΕΡΑΙΩΣΙΣ, ΣΤΑΣΙΣ, ΣΥΝΟΔΟΣ, ΠΛΑΝΗΤΙΚΗ ΤΑΞΙΣ, ΩΡΟΣΚΟΠΟΣ και τα ονόματα των πλανητών ΕΡΜΗΣ, ΑΦΡΟΔΙΤΗ και ΑΡΗΣ δείχνουν ότι πιθανώς πρόκειται για ένα μνημονικό οδηγό για τον υπολογισμό της θέσης, της κίνησης και των αποστάσεων αυτών των πλανητών σε σχέση με τον Ήλιο. Τα ρήματα που χρησιμοποιούνται είτε είναι σε τρίτο πρόσωπο ή μετοχές και είναι περιγραφικά των κινήσεων, όπως ΑΝΑΣΤΡΕΦΕΙ, ΕΠΙΤΕΜΝΕΙ, ΛΑΓΧΑΝΕΙ, ΟΠΙΣΘΟΠΟΔΗ, ΠΡΟΗΓΕΙΤΑΙ, ΠΑΡΑΤΕΙΝΕΤΑΙ, ΠΡΟΣΙΗ, ΣΤΡΕΦΕΤΑΙ, ΣΥΝΕΜΠΙΠΤΕΙ, ΥΠΟΛΕΙΠΕΤΑΙ, ΑΠΟΣΤΗΣΑΜΕΝΟΣ, ΠΡΟΣΑΞΑΣ, ΕΠΙΣΧΩΝ, είτε σε δεύτερο πρόσωπο σε οριστική ή προστακτική έγκλιση απευθυνόμενα στον χρήστη, όπως ΕΠΑΓΕΙΣ, ΕΠΙΠΡΟΣΘΗΣΟΝ, ΕΠΙΤΕΙΝΕ, ΠΑΡΑΤΕΙΝΕ, ΠΡΟΣΑΓΕΙΣ. Αυτό σημαίνει ότι ο κατασκευαστής του Μηχανισμού δεν τον κατασκεύασε για προσωπική χρήση, αλλά είχε κατά νουν και τη χρήση του και από άλλα πρόσωπα, ίσως μαθητές του ή αστρονόμους.

Η επιγραφή του θραύσματος G

Πρόκειται για την εκτενέστερη επιγραφή που έχει διασωθεί στον Μηχανισμό «Θραύσμα G» αποτελούσε πιθανώς μέρος της εμπρόσθιας πλάκας που έκλεινε τον Μηχανισμό. Η ανάγνωση το 1905 της λέξης «ΣΤΗΡΙΓΜΟΣ» προήλθε από ένα κομμάτι που αργότερα συγκολλήθηκε στο θραύσμα G. Αυτή η λέξη παραπέμπει ευθέως στην τροχιά των πλανητών. Όμως, μέχρι τις νέες τομογραφίες, δεν διαβαζόταν παρά μόνο λίγες λέξεις. Ο φιλόλογος-παλαιογράφος Αγαμέμνων Τσελίκας έχει μέχρι σήμερα διαβάσει στους σωζόμενους 37 στίχους συνολικά 1380 γράμματα και 156 πλήρεις λέξεις. Στην επιγραφή εμφανίζεται επανειλημμένα ο αριθμός ΣΞΕ (=265), Οι κύριοι αστρονομικοί όροι που αναφέρονται, όπως ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ, ΑΠΟΣΤΑΣΙΣ, ΑΠΟΣΤΗΜΑ, ΔΙΑΣΤΗΜΑ, ΚΙΝΗΣΙΣ, ΠΕΡΑΙΩΣΙΣ, ΣΤΑΣΙΣ, ΣΥΝΟΔΟΣ, ΠΛΑΝΗΤΙΚΗ ΤΑΞΙΣ, ΩΡΟΣΚΟΠΟΣ και τα ονόματα των πλανητών ΕΡΜΗΣ, ΑΦΡΟΔΙΤΗ και ΑΡΗΣ δείχνουν ότι πιθανώς πρόκειται για ένα μνημονικό οδηγό για τον υπολογισμό της θέσης, της κίνησης και των αποστάσεων αυτών των πλανητών σε σχέση με τον Ήλιο. Τα ρήματα που χρησιμοποιούνται είτε είναι σε τρίτο πρόσωπο ή μετοχές και είναι περιγραφικά των κινήσεων, όπως ΑΝΑΣΤΡΕΦΕΙ, ΕΠΙΤΕΜΝΕΙ, ΛΑΓΧΑΝΕΙ, ΟΠΙΣΘΟΠΟΔΗ, ΠΡΟΗΓΕΙΤΑΙ, ΠΑΡΑΤΕΙΝΕΤΑΙ, ΠΡΟΣΙΗ, ΣΤΡΕΦΕΤΑΙ, ΣΥΝΕΜΠΙΠΤΕΙ, ΥΠΟΛΕΙΠΕΤΑΙ, ΑΠΟΣΤΗΣΑΜΕΝΟΣ, ΠΡΟΣΑΞΑΣ, ΕΠΙΣΧΩΝ, είτε σε δεύτερο πρόσωπο σε οριστική ή προστακτική έγκλιση απευθυνόμενα στον χρήστη, όπως ΕΠΑΓΕΙΣ, ΕΠΙΠΡΟΣΘΗΣΟΝ, ΕΠΙΤΕΙΝΕ, ΠΑΡΑΤΕΙΝΕ, ΠΡΟΣΑΓΕΙΣ. Αυτό σημαίνει ότι ο κατασκευαστής του Μηχανισμού δεν τον κατασκεύασε για προσωπική χρήση, αλλά είχε κατά νουν και τη χρήση του και από άλλα πρόσωπα, ίσως μαθητές του ή αστρονόμους.



Το «κλειδί» του μυστηρίου

Σε δύο μικρά θραύσματα βρίσκονται τέσσερις αριθμοί-κλειδιά. Οι αριθμοί αυτοί αντιστοιχούν σε αστρονομικούς κύκλους ΣΤΟ ΘΡΑΥΣΜΑ 19, **ο αριθμός ΙΘ** (= 19 έτη, ο κύκλος του Μέτwnος σε έτη Ηλίου), **ο αριθμός ΟC** (όμικρον στίγμα = 76 έτη, ο κύκλος του Καλλίππου) και ο **αριθμός ΣΚΓ** (= 223 σεληνιακοί μήνες, ο κύκλος του Σάρου). Στο ΘΡΑΥΣΜΑ E, **ο αριθμός ΣΛΕ** (= 235 μήνες, ο κύκλος του Μέτwnος σε μήνες Σελήνης). Η τελευταία αυτή επιγραφή μάς υποδεικνύει ότι κάποια σπείρα είναι διηρημένη σε 235 τμήματα.

Key numbers are inscribed on two small fragments, corresponding to astronomical cycles known in Antiquity. **On Fragment 19:** Iota Theta (19 solar years, the Metonic cycle), Omicron Stigma (76 solar years, the Callippic cycle), Sigma Kappa Gamma (223 lunar months, the Saros cycle); **and on Fragment E,** Sigma Lambda Epsilon (235 lunar months, the Metonic cycle). This inscription also states that a spiral is divided in 235 sections.



Από τι αποτελείται ο Μηχανισμός και τι δείχνει;

Ο Μηχανισμός απαρτίζεται από μηχανικά μέρη: γρανάζια, κλίμακες, άξονες και δείκτες. Εκτός από αυτά, όμως, ένα ξεχωριστό χαρακτηριστικό του συνιστούν οι επιγραφές που είναι χαραγμένες σε πολλές από τις επιφάνειές του, καθώς και σε δύο πλάκες οι οποίες πιθανώς έκλειναν το μηχανήμα. Οι επιγραφές αυτές φαίνεται ότι αποτελούσαν ένα είδος «εγχειριδίου χρήσης» - εκτίμηση την οποία είχαν κάνει ήδη οι πρώτοι μελετητές των θραυσμάτων στις αρχές του 20ού αιώνα.

Η ένταξη των επιγραφών στο πλαίσιο των αστρονομικών γνώσεων του αρχαίου κόσμου, σε συνδυασμό με την εξέταση των σωζόμενων μηχανικών μερών (γρανάζια, άξονες, κλίμακες, μέρη στα οποία κινούνταν οι δείκτες κ.λπ.), επέτρεψε στους σύγχρονους ερευνητές να τεκμηριώσουν με αρκετή βεβαιότητα τις ημερολογιακές και αστρονομικές λειτουργίες του οργάνου.

Καθώς ένα μεγάλο τμήμα του Μηχανισμού δεν σώζεται, η διερεύνηση ορισμένων επιπρόσθετων λειτουργιών του βασίζεται κατά μεγάλο μέρος στην ερμηνεία των επιγραφών.

5

5 | What is displayed on the Mechanism?

The Mechanism consists of scales, dials, pointers and inscriptions on many of its plates, including the front and back covers. As guessed by the early 20th century epigraphists, these inscriptions are something like an “instruction manual”. Putting these inscriptions into the context of ancient astronomy, in conjunction with examination of the remaining mechanical parts (gears, axles, scales, dials etc.) enables researchers to be confident about the calendrical and astronomical functions of much of the surviving device. But an important part of the Mechanism is missing and the research on some functions relies to a large extent on the interpretation of the inscriptions.

Ο χάρτης των επιγραφών και των λειτουργιών



Οπίσθια όψη

Εμπρόσθια όψη

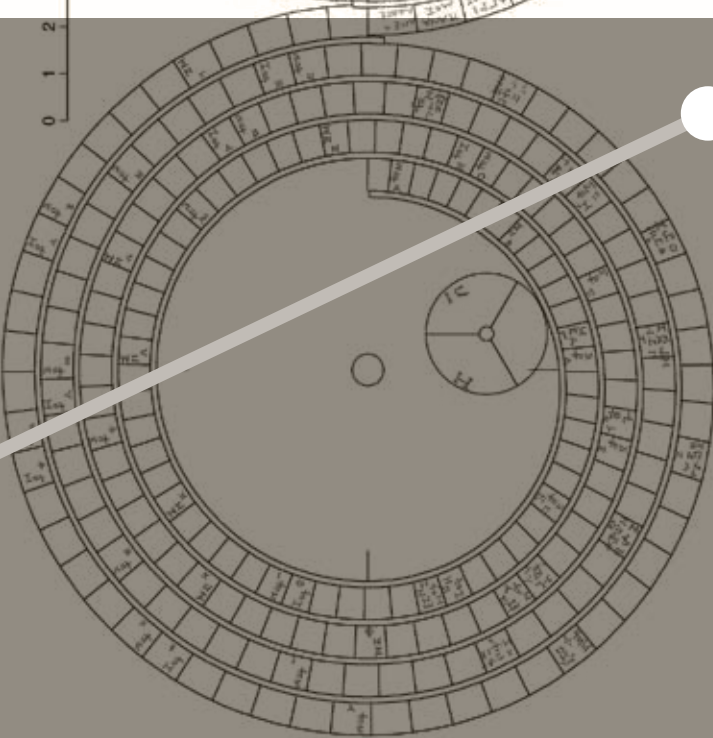
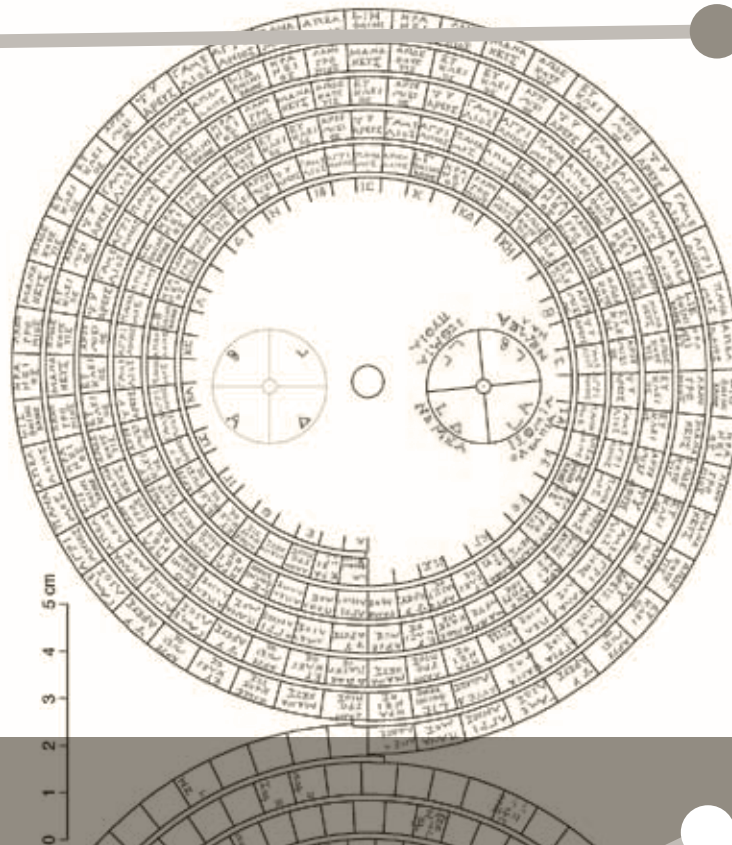
Back side

Front side

Map of inscriptions and functions

Η εξέταση των τομογραφιών αποδεικνύει ότι η άνω σπείρα της οπίσθιας όψης είναι διηρημένη σε 235 τμήματα, καθένα από τα οποία αντιστοιχεί σε έναν σεληνιακό μήνα. Ένας δευτερεύων δείκτης στο εσωτερικό της σπείρας διατρέπει τον μόνο κύκλο του Μηχανισμού που δεν έχει αστρονομική σημασία: την Ολυμπιάδα, η οποία έχει ωστόσο ημερολογιακή και κοινωνική αξία. Ο αριθμός 76 στις επιγραφές οδηγεί στην πιθανότητα ύπαρξης δείκτη για τον κύκλο του Καλλίππου. Ο δείκτης αυτός τοποθετείται υποθετικά στο αριστερό μέρος του εσωτερικού της Μετωνικής σπείρας.

Evidence from CT shows that the upper back dial is divided into 235 sections, each one of those corresponding to a lunar month. Within the dial is a subsidiary dial, with the only cycle on the device that has no astronomical meaning: the Olympiad cycle, a four-year calendar with great social significance. The number 76 on the inscriptions also suggest that there should also be a Callippic dial, which is conjecturally placed here within the left side of the Metonic dial.



Αρχαίοι αστρονομικοί κύκλοι

Κύκλος του Μέτωνα ή «εννεαδεκατηρίς»

Ο κύκλος από μία νέα Σελήνη στην επόμενη ονομάζεται «σεληνιακός μήνας» (ή «συνοδικός»). Το πρόβλημα με τα ημερολόγια είναι ότι ένα έτος δεν περιέχει ακέραιο αριθμό σεληνιακών μηνών και έτσι οι ημερομηνίες αποκλίνουν όσο προχωρά ο χρόνος. Παίρνοντας ως αφετηρία την ημέρα της εαρινής ισημερίας του 432 π.Χ., ο Αθηναίος αστρονόμος Μέτων πρότεινε τη λύση αυτού του προβλήματος με την εισαγωγή ενός ημερολογίου βασισμένου στον κύκλο των 19 ετών («εννεαδεκατηρίς»), ο οποίος συμπίπτει με 235 σεληνιακούς μήνες. Μέχρι και σήμερα ο υπολογισμός της ημερομηνίας του Πάσχα, που είναι κινητή εορτή στο ηλιακό μας ημερολόγιο καθώς βασίζεται στις φάσεις της Σελήνης, πραγματοποιείται με τη χρήση του Μετωνικού κύκλου.

Κύκλος του Καλλίππου

Περίπου έναν αιώνα μετά τον Μέτωνα, ο Ίωνας αστρονόμος Κάλλιππος βελτίωσε ακόμα περισσότερο τη σύμπτωση μεταξύ των κύκλων του Ήλιου και της Σελήνης παρατηρώντας ότι 4 Μετωνικές περίοδοι, $4 \times 19 = 76$ έτη, αλλά μείον μία ημέρα, συνέπιπταν ακόμα καλύτερα με την ανάλογη περίοδο των σεληνιακών μηνών. Η κάτω σπείρα της οπίσθιας όψης είναι διηρημένη σε 223 τμήματα, καθένα από τα οποία αντιστοιχεί σε έναν σεληνιακό μήνα. Οι 223 αυτοί μήνες αποτελούν τον κύκλο του Σάρου. Ορισμένοι από τους μήνες περιέχουν επιγραφή με πρόγνωση έκλειψης και με κάποια χαρακτηριστικά της: το αν θα είναι έκλειψη Ηλίου ή Σελήνης, αν θα συμβεί κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας, αλλά και την ώρα στην οποία θα συμβεί. Ένας μικρότερος δείκτης μέσα στη σπείρα διατρέπει έναν κύκλο διηρημένο στα τρία. Πρόκειται για τον κύκλο του Εξελιγμού, ο οποίος περιέχει τρεις κύκλους Σάρου. Σκοπός του παραπάνω δείκτη είναι η διόρθωση της ώρας της έκλειψης κατά 8 ώρες για κάθε διαδοχική περίοδο Σάρου.



Ancient astronomical cycles

The Metonic Cycle

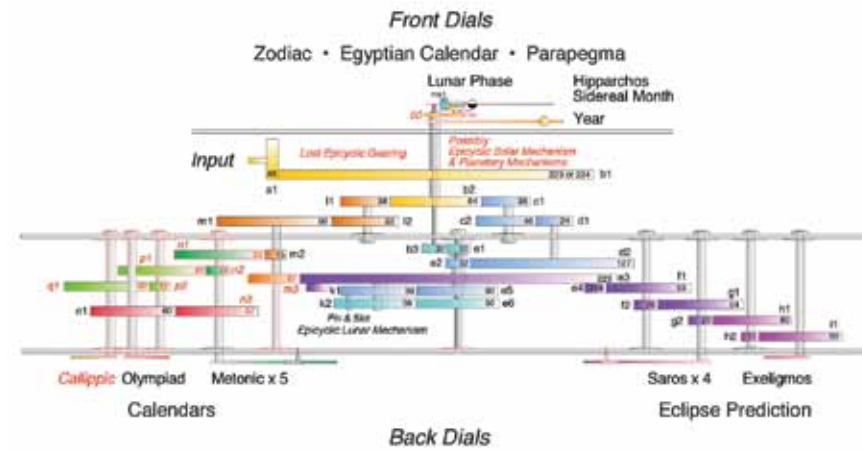
The cycle of the Moon from one new Moon to the next is called the lunar month. The problem for calendars is that a year is not a whole number of lunar months. The Metonic Cycle—named after the Athenian astronomer, Meton of Athens—address this problem by using the close identity of 235 lunar months with 19 years. Meton introduced a calendar based on this cycle, starting at the spring equinox in 432 BC. Even today, the variable date of Easter, which depends on the phases of the Moon, is calculated using the Metonic Cycle.

The Callippic Cycle

About a century after Meton, the Ionian astronomer Callippos improved the cycle by observing that four Metonic periods (4 time 19 equal to 76) minus one day gives an even better approximation to the lunar month.

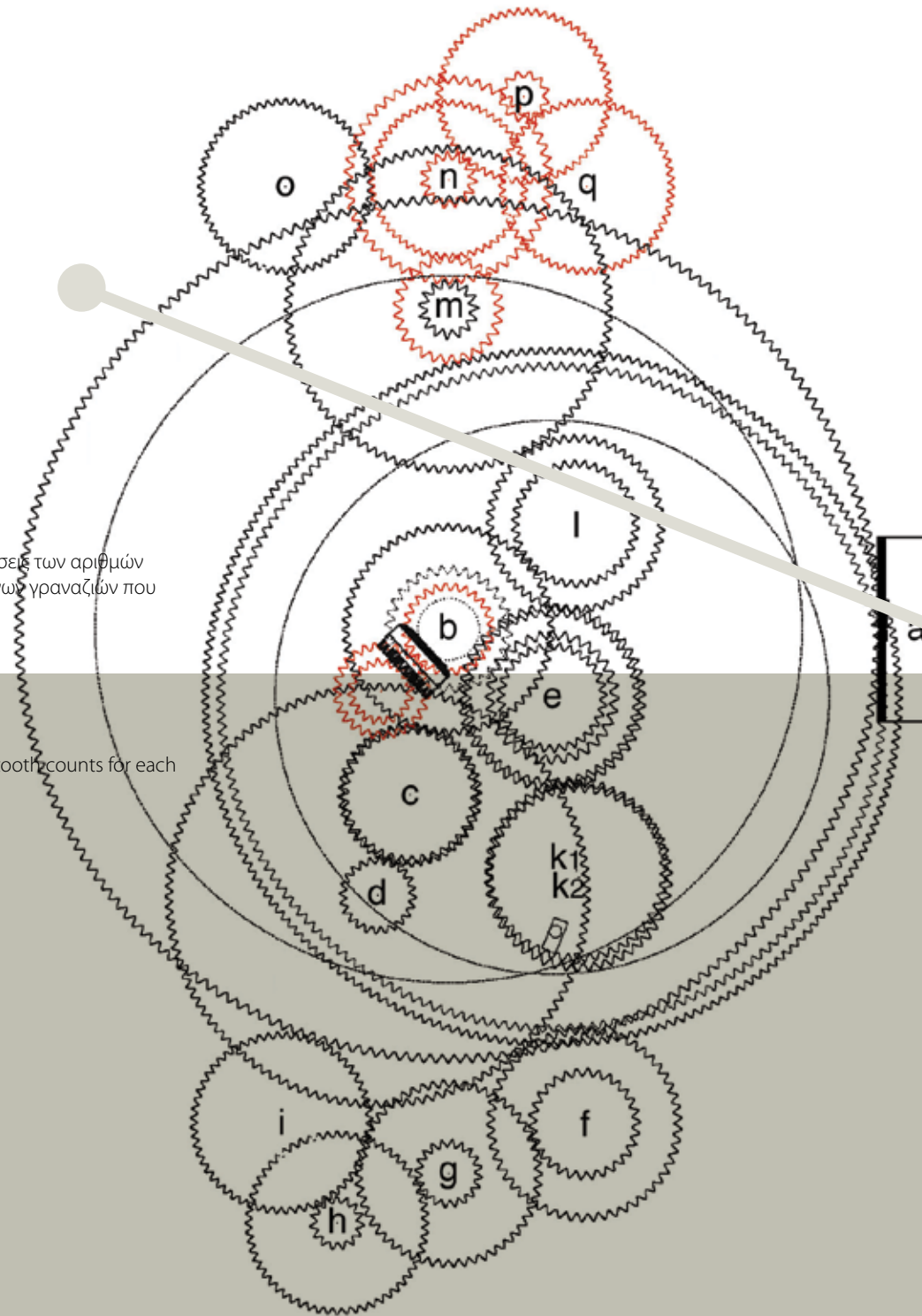
Saros and Exeligmos Cycles

The Babylonians observed that every 223 lunar months (6,585 1/3 days, just over 18 years), solar and lunar eclipses repeat with similar characteristics—a cycle called the Saros Cycle. The lower back dial is divided into 223 sections, each of which corresponds to a lunar month. It is called the Saros Dial and some of its monthly sections include inscriptions with eclipse predictions. These describe if the eclipse is lunar or solar, whether it happens at day or night and the hour when it occurs. The Saros period is not a whole number of days and this means that the repeat eclipse is shifted by about 8 hours in time and 120° in longitude. The ancient astronomers identified a triple Saros cycle of 669 lunar months, which is a whole number of days. They called this cycle the Exeligmos Cycle. A subsidiary dial, divided into three sections, corresponds to the Exeligmos Cycle. The function of this dial is to adjust the eclipse time predicted in the inscriptions on the Saros Dial by eight hours for each successive Saros period. The "Saros Cycle" was named the "Periodic Cycle" by Ptolemy, but re-named the "Saros Cycle" in 1691 by the English astronomer, Edmond Halley, based on a misinterpretation of a Babylonian word. The misnomer has stuck.



- Τα γρανάζια
- Τομή του Μηχανισμού (το πάνω μέρος αντιστοιχεί στο εμπρόσθιο τμήμα). Αναγράφονται οι μετρήσεις των αριθμών των δοντιών κάθε γραναζιού και οι λειτουργίες των δεικτών, καθώς και οι πιθανές θέσεις των χαμένων γραναζιών που κινούσαν τους δείκτες οι οποίοι απεικόνιζαν τις θέσεις των πλανητών.

- The gearing
- Cross section of the Mechanism (the upper part corresponds to the front dials). Displayed are the tooth counts for each gear and also the pointer functions. Also displayed is the possible position of planetary gearing.



Πώς λειτουργεί ο Μηχανισμός;

Η περιστροφή από τον χρήστη μίας χειροκίνητης λαβής κινεί ταυτόχρονα όλους τους δείκτες, μέσω των γραναζιών και των αξόνων που τους συνδέουν. Έτσι, αν επιλεγεί μία ημερομηνία στην μπροστινή κλίμακα των 365 ημερών (με δυνατότητα ρύθμισης για μία επιπλέον ημέρα κάθε τέσσερα έτη), οι υπόλοιποι δείκτες θα δώσουν όλες τις διαθέσιμες αστρονομικές πληροφορίες για αυτήν την ημερομηνία. Αντιστρόφως, ο χρήστης μπορεί να φέρει έναν δείκτη σε κάποιο αστρονομικό φαινόμενο και κατόπιν να δει την ημερομηνία στην οποία το συγκεκριμένο φαινόμενο θα συμβεί (ή που συνέβη στο παρελθόν).

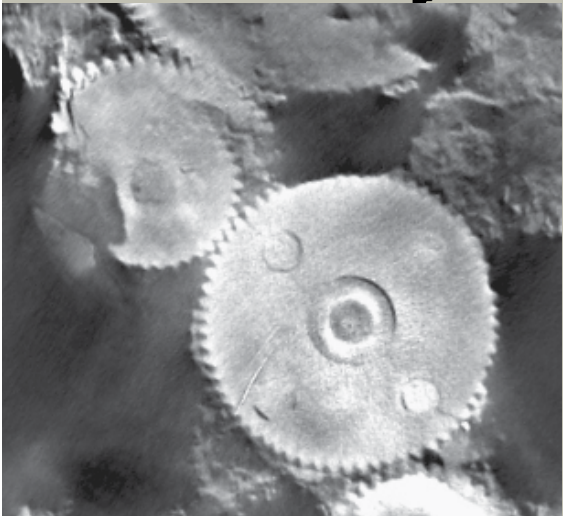
Για παράδειγμα, μπορεί ο χρήστης να δει άμεσα την αντιστοιχία ανάμεσα στο ηλιακό και στο σεληνιακό ημερολόγιο, αλλά και τη θέση και φάση της Σελήνης, καθώς και τις εκλείψεις που μπορούν να συμβούν σε συγκεκριμένη μέρα του σεληνιακού μήνα.

6 | How does it work?

Turning a crank handle moves simultaneously all pointers, through gears and axles that connect them. By selecting a date in the front 365 days dial (with the possibility of an extra leap day every four years) the rest of the pointers will display all the available information for this date. Alternatively, the user can select an astronomical event and then see the date when it will occur (or has occurred in the past).

For instance, the user can directly check the correspondence between the solar and the lunar calendar, the position and phase of the moon, and the eclipses that may occur for a given day of the selected month.

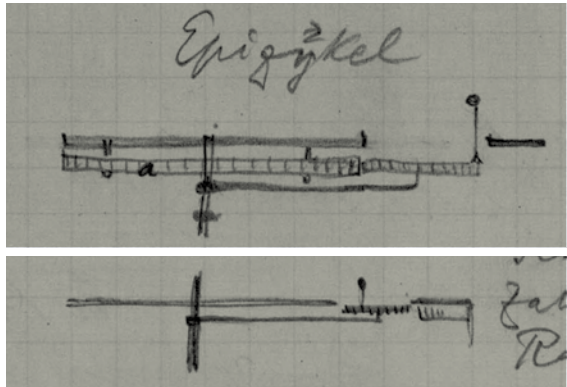
Αν ένα γρανάζι με 100 δόντια συμπλέκεται με ένα άλλο που έχει 50 δόντια και του μεταδίδει την κίνησή του, τότε το δεύτερο θα περιστρέφεται με τη μισή περίοδο, δηλαδή δύο φορές πιο γρήγορα: όταν το μεγάλο εκτελεί μία περιστροφή, το μικρό εκτελεί δύο, σε αντίθετη φορά. Με κατάλληλους συνδυασμούς γραναζιών πολλαπλασιάζονται και διαιρούνται οι λόγοι περιστροφής με σκοπό την απεικόνιση των κατάλληλων αστρονομικών περιόδων. Η επιλογή του πλήθους των δοντιών των σωζόμενων γραναζιών του Μηχανισμού είναι αποτέλεσμα υπολογισμών με αφετηρία τις περιόδους του Μέτωνα και του Σάρου, καθώς και της θεωρίας της μεταβαλλόμενης ταχύτητας της Σελήνης. Αυτά τα συγκεκριμένα γρανάζια του Μηχανισμού είναι το b2 με 64 δόντια και το c1 με 38. Ο λόγος είναι συνεπώς -64/38 (το αρνητικό πρόσημο σημαίνει ότι η φορά του δεύτερου (η «έξοδος»), είναι αντίθετη από τη φορά του πρώτου (η «είσοδος»). Ο αριθμός 38 εμπεριέχει τον πρώτο αριθμό 19, δηλαδή το πλήθος των ετών στον κύκλο του Μέτωνα,



If a 100-teeth gear meshes with a 50-teeth gear, the second will rotate with half the period, twice as fast: when the large has revolved once, the smaller has revolved twice in the opposite direction. With the appropriate combination of gears, ratios can be multiplied and divided in order to display the astronomical periods. These two gears from the Mechanism are named b2 (with 64 teeth) and c1 (with 38 teeth). So their ratio is -64/38 (the minus sign means the rotation of the first one, the "input", is opposite to the rotation of the second one, the "output"). The number 38 contains the prime number 19, that is the number of years in the Metonic Cycle.



Ο Πράις, όπως και ο Ρεμ σχεδόν επτά δεκαετίες πριν από αυτόν, πρότεινε ότι ο Μηχανισμός εμπεριείχε και επικυκλικά γρανάζια, δηλαδή γρανάζια που περιστρέφονται πάνω σε άξονες που οι ίδιοι είναι τοποθετημένοι σε γρανάζια. Επρόκειτο για ένα σημαντικό βήμα στην ιστορία της τεχνολογίας. Τα επικυκλικά γρανάζια δίνουν τη δυνατότητα πρόσθεσης και αφαίρεσης, και όχι μόνο πολλαπλασιασμού και διαίρεσης λόγων περιστροφής όπως λ.χ. -64. Το επόμενο γνωστό παράδειγμα επικυκλικών γραναζιών στην τεχνολογία της Δύσης εμφανίζεται δεκαέξι αιώνες αργότερα.



Derek Price, like Rehm almost seven decades earlier, proposed that the Mechanism contained epicyclic gearing, that is gears whose center of rotation are on other gears. This was a key step in the history of technology. Epicyclic gearing enables the addition and subtraction (not only multiplication and division) of ratios. In western technology, the next known example of epicyclic gearing is about 16 centuries later.

Το γρανάζι «είσοδου» ενός από τα δύο επικυκλικά γρανάζια φέρει έναν πύρο ο οποίος εισέρχεται σε μία σχισμή του γραναζιού «εξόδου». Έτσι τα δύο γρανάζια περιστρέφονται πάνω σε ελαφρώς διαφορετικούς άξονες που χωρίζονται από απόσταση περίπου ενός χιλιοστού. Το αποτέλεσμα είναι ότι, ενώ το γρανάζι εισόδου περιστρέφεται με σταθερή ταχύτητα, η ταχύτητα περιστροφής του γραναζιού εξόδου μεταβάλλεται από τη μικρότερη έως τη μεγαλύτερη τιμή, και αντιστρόφως. Αυτή η διάταξη είναι ακριβώς ό,τι χρειάζεται για την απεικόνιση της φαινομενικά μεταβαλλόμενης ταχύτητας περιστροφής της Σελήνης, σύμφωνα με την πιο προχωρημένη θεωρία της εποχής εκείνης, η οποία αποδίδεται στον Ίππαρχο τον Ρόδιο.



The input gear of two epicyclic gears has a pin on it, which slides in a slot on the output gear. The two gears rotate on slightly different axles, separated by a distance of about 1 mm. The result is a variation from slower to faster (and vice versa) of the rotation speed of output gear, while the input gear rotates at constant speed. This mechanism is exactly what is needed to show the observable variation of the Moon's motion, according to the theory attributed to Hipparchos.

Οι μεγάλοι οπίσθιοι άνω και κάτω δείκτες κινούνται μέσα σε σπείρες, όπως η «βελόνα του πικάπ». Με 5 περιστροφές (στην άνω) ή 4 (στην κάτω) ενός σχετικά περιορισμένου χώρου οι δείκτες διατρέχουν 235 ή 223 τμήματα που το καθένα τους αντιστοιχεί σε έναν σεληνιακό μήνα των κύκλων του Μέτωνα και του Σάρου αντίστοιχα. Για να βρει την πρόγνωση μίας έκλειψης με τον κάτω δείκτη του Σάρου, ο χρήστης θα στρέψει τη λαβή έως ότου ο άνω δείκτης τοποθετηθεί στο ζητούμενο έτος και μήνα του Μετωνικού ημερολογίου, ενώ ταυτόχρονα περιστρέφεται και ο κάτω δείκτης, και ενδεχομένως καταλήγει σε τμήμα όπου έχει σημειωθεί πρόγνωση έκλειψης (αν δεν σημειώνεται έκλειψη, ο χρήστης μπορεί να συνεχίσει την περιστροφή μέχρι ο κάτω δείκτης να τοποθετηθεί πάνω σε πρόγνωση έκλειψης). Στην επιγραφή αναφέρεται η ώρα της έκλειψης, αν θα πραγματοποιηθεί μέρα ή νύχτα, καθώς και ο τύπος της (Ηλίου ή Σελήνης). Το αντίστοιχο έτος και ο αντίστοιχος μήνας δίνονται από τη θέση του άνω δείκτη. Όμως ή ακριβής μέρα της έκλειψης πρέπει να διαβαστεί από τους εμπρόσθιους δείκτες, ως εξής: ως μικρές πλέον μετακινήσεις, ο χρήστης τοποθετεί τον δείκτη του Ήλιου είτε παράλληλα με τον δείκτη της Σελήνης, εφόσον πρόκειται για έκλειψη Ηλίου, είτε διαμετρικά αντίθετο, στην περίπτωση έκλειψη Σελήνης. Η μέρα τότε μπορεί να διαβαστεί από τη θέση του δείκτη στο αιγυπτιακό ημερολόγιο XXXX

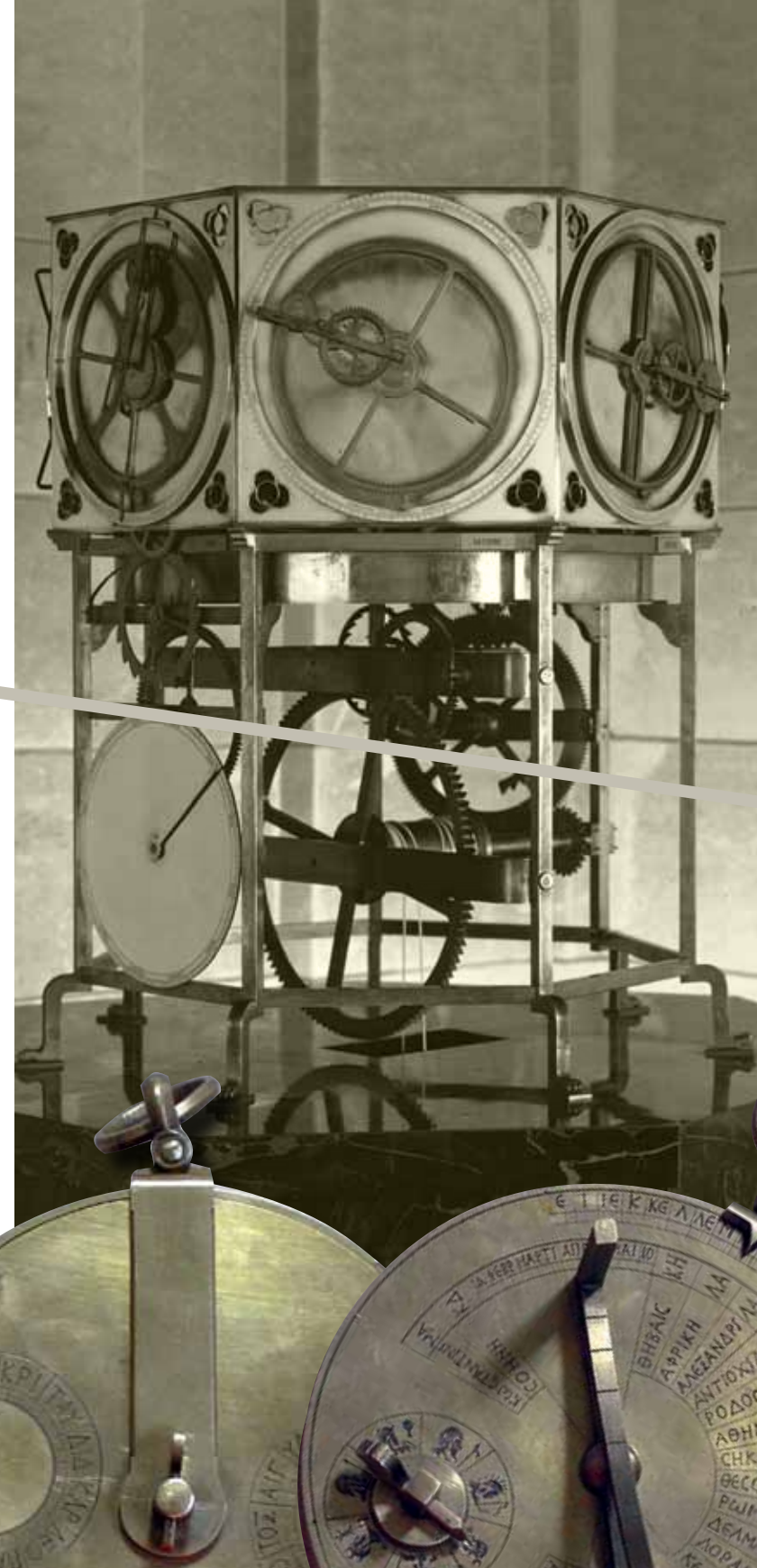
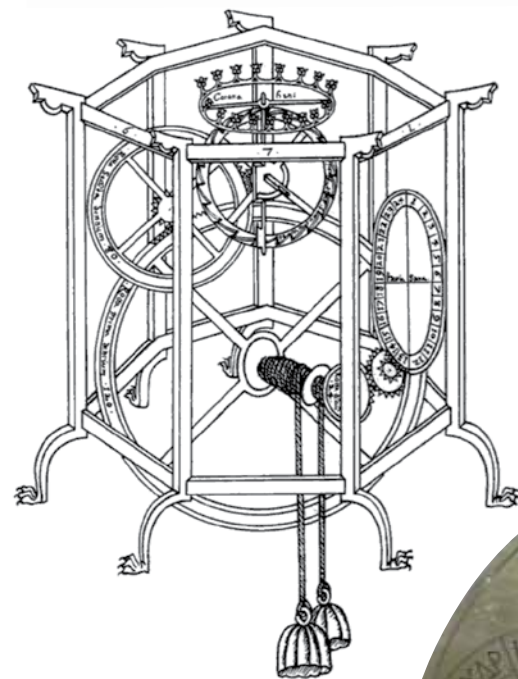
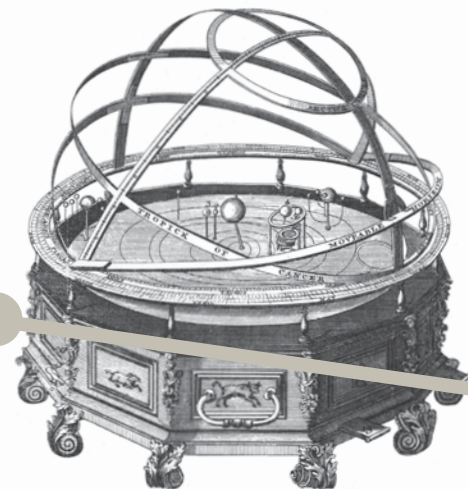
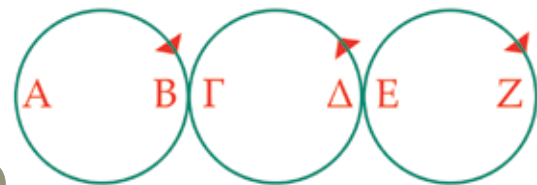
The upper back Metonic calendar dial, with its 235 divisions, has five turns to its spiral scale and the lower back Saros eclipse prediction dial, with its 223 divisions, has four turns. The pointers on the back dials have pins on their ends, which move within spiral grooves, like an old-fashioned gramophone needle on a record, in order to indicate the correct month. To find an eclipse prediction on the Saros Dial, the user will turn the crank handle until the upper pointer moves to the desired year and month on the Metonic calendar. The Saros pointer will then show whether a possible eclipse is predicted in that month. On the inscription the user can then read the type of the eclipse, whether it happens in the day or night and its predicted hour. The corresponding year and month is given by the upper pointer. But the exact day has to be read from the front dial, by moving the crank until the solar pointer is either coincident with the lunar pointer (if the eclipse is solar) or diametrically opposite (if the eclipse is lunar). The day can then be read from the pointer on the Egyptian calendar. XXXXXX

Πως οι αρχαίοι Έλληνες έφτασαν στα «γρανάζια»

Είναι εξαιρετική η περιγραφή την οποίαν δίνει ο (ψευδός) Αριστοτέλης (περ. 270 π.Χ.) στα Μηχανικά (§848a), για τη μετάδοση κινήσεως μέσω χάλκινων ή σιδηρών μικρών δίσκων που εφάπτονται μεταξύ τους. Ουσιαστικώς, το σχετικό χωρίον εξηγεί λεπτομερώς πώς, όταν κινήσουμε έναν κύκλο, τότε διάφοροι άλλοι επαπτόμενοι κύκλοι περιστρέφονται κατ'αντίστροφη φορά ο καθένας. Ως μηχανισμός, αυτοί οι δίσκοι δεν μπορούν να ανήκουν σε πολύσπαστον: Πρώτον διότι οι τροχαλίες της εποχής εκείνης ήσαν μεγάλες και ξύλινες – και πάντως δεν «εφάπτονταν» η μια στην άλλη και ούτε στρέφονταν αντιστρόφως. Δεύτερον επειδή ο συγγραφέας αναφέρεται σε ένα μικρό όργανο που περιείχε πολλούς «τροχίσκους», του οποίου η αρχική αιτία της κίνησης ήταν κρυφή.

Παρατηρούμε τώρα ότι, έστω και η βασική σύλληψη του οργάνου αυτού ως «τροχού τριβής» είναι μια θεμελιώδης ελληνική γνώση για το πρώτο ήμισυ του 3ου π.Χ. αιώνα. Διότι είναι ευχερέστατο να προσπαθήσει κανείς να αυξήσει τη μεταξύ τροχίων τριβή κάνοντάς τους πιο «αδρούς» μέσω πολύ μικρών οδοντώσεων – δηλαδή εφευρίσκοντας την αρχή των οδοντωτών τροχών (τα «γρανάζια»).

Pseudo-Aristoteles (ca. 270 BCE) offers in *Méchaniká* (§848a) a remarkable description regarding motion-transmission by means of several bronze or iron small discs tangent to each other: Essentially, this passage explains in details how, when one disc is set in motion, several other discs being in touch to each other (απτόμενοι) are set in motion opposingly. As a mechanism, this cannot be a pulley block (πολύσπαστον): first because pulleys in that time were made of wood, second because normally they were not in touch to each other, and third because the author is referring to a small device (όργανον) containing many “little wheels” (τροχίσκους), in which the initial cause of motion is hidden (κρύπτοντες την αρχήν). Now, even as “friction gears” (τροχοί τριβής), this very concept is a fundamental piece of knowledge of the Greeks in the first half of the 3rd cent. BCE. For, it is rather easy to try to increase friction by making the perimeters more rough – and an “indentation” is the best way to produce roughness.



Είναι μοναδικός ο Μηχανισμός (χωρίς προγόνους και επιγόνους);

Αναφορές σε μηχανισμούς παρόμοιους με τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων βρίσκουμε σε πολλά αρχαία κείμενα. Καμία όμως περιγραφή δεν ταιριάζει απολύτως με τις γνώσεις μας για το συγκεκριμένο όργανο. Είναι πολύ πιθανό να είχαν κατασκευαστεί αρκετοί ανάλογοι μηχανισμοί στην αρχαιότητα, οι οποίοι όμως δεν σώθηκαν επειδή το υλικό τους ανακυκλωνόταν για την κατασκευή άλλων αντικειμένων. Η τεχνολογία για την κατασκευή γραναζιών και η χρήση τους για τη μεταβολή των λόγων περιστροφής ήταν γνωστές τουλάχιστον έναν αιώνα πριν από το χρονικό διάστημα στο οποίο εκτιμάται ότι κατασκευάστηκε ο Μηχανισμός, δηλαδή το δεύτερο μισό του 2ου αιώνα π.Χ. Ο μηχανολογικός σχεδιασμός και η κατασκευή παρόμοιων μηχανισμών ήταν εφικτά κατά τους Ελληνιστικούς χρόνους: ο Ευκλείδης (περί το 300 π.Χ.) είχε θέσει τις βάσεις της θεωρητικής Γεωμετρίας και ο σύγχρονός του Αυτόλυκος είχε θεμελιώσει τη σφαιρική αστρονομία. Στα δε Ελάσσονα Μηχανικά του αριστοτελικού corpus (περί το 270 π.Χ.) βρίσκουμε πλήθος μηχανικών λύσεων που σχετίζονται με έναν τέτοιο μηχανισμό.

Μετά την κατασκευή του Μηχανισμού των Αντικυθήρων, ο Κικέρων (τέλη 2ου – αρχές 1ου αιώνα π.Χ.), ο Βιτρούβιος (1ος αιώνας π.Χ.) και ο Ήρων (1ος αιώνας π.Χ. – 1ος μ.Χ.) αναφέρονται λεπτομερώς σε μηχανισμούς με γρανάζια, αλλά και σε πλανητάρια. Μάλιστα, η τεχνική ορολογία του Ήρωνος συμπίπτει αρκετά με τους όρους που αναγνωρίστηκαν στο «εγχειρίδιο χρήσης» του Μηχανισμού.

Η συνεισφορά των Αράβων στη μεταφορά της αρχαίας ελληνικής γνώσης έχει συζητηθεί εκτενέστατα. Λιγότερο γνωστή είναι η συμβολή τους στην τεχνολογία, ενώ ακόμα λιγότερο γνωστή (ειδικά σε ό,τι αφορά τους μηχανισμούς με γρανάζια) είναι η συμβολή του Βυζαντίου, παρ' όλη την ύπαρξη του Βυζαντινού ηλιακού ωρολογίου / ημερολογίου. Μετά τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων, ο επόμενος γνωστός περίπλοκος αστρονομικός μηχανισμός με γρανάζια

είναι το πλανητάριο (astrarium) του Τζοβάννι Ντόντι (γύρω στο 1365). Αργότερα κατασκευάστηκαν στη δυτική Ευρώπη όλο και πιο ακριβή πλανητάρια, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν από αστρονόμους, αλλά και αποτέλεσαν πολύτιμα αντικείμενα που προσέδιδαν αίγλη στους ιδιοκτήτες τους. Παρά την απουσία ευρημάτων, ευλόγως εικάζεται ότι η παράδοση διασώθηκε από γενιά σε γενιά χάρις στους ανώνυμους τεχνίτες, όπως γίνεται και σε άλλες ανάλογες περιπτώσεις.

7 | Is the Mechanism unique?

References to similar mechanisms are found in many ancient texts, but no one matches exactly our knowledge of this specific device. It is probable that similar mechanisms were built in Antiquity, but there were not saved as they were recycled to build other objects.

The technology for cutting gears and their use for the variation of rotation ratios were known at least a century before the estimated period during which the Mechanism has been built, e.g. the second half of the 2nd century BCE. The design and the building of such mechanisms were feasible during the Hellenistic period: Euclid (300 BCE) had put the basis of theoretical geometry and the contemporary Autolykos had XXX geometrical astronomy. In pseudo-Aristoteles *Méchaniká* (ca. 270 BCE) we find many solutions related to such a mechanism.

After the Mechanism has been built, Cicero (end of 2nd century BCE – beginning 1st century BCE), Vitruvius (1st century BCE) and Heron (1st century BCE - 1st century AD) have detailed mentions of geared devices, but also to planetaria. It should be mentioned that Heron's terminology matches pretty closely some of the terms encountered in the “user manual” of the Mechanism.

The contribution of the Arabs to the transfer of Ancient Greek knowledge has been extensively discussed; their contribution to technology is less known, and even lesser (especially for geared devices) is Byzantium's contribution, despite the discovery of the Byzantine Sundial.

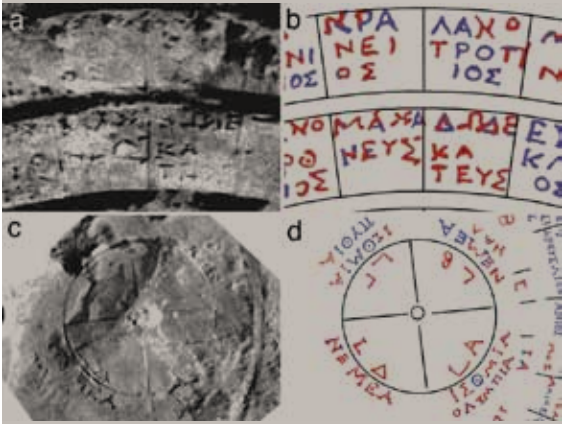
After the Antikythera Mechanism, the next known complex geared astronomical device is the Giovanni de Dondi's as-

trarium (ca 1365). Later in Western Europe were built more and more precise planetaria that were used by astronomers but also provided aura to their owners. Although the missing evidence, it is considered that tradition was saved from generation to generation by anonymous artisans, as seen in similar cases.

Οι επίκυκλοι

Ο Εύδοξος ήταν ο πρώτος αστρονόμος ο οποίος έλυσε το πρόβλημα που έθεσε ο Πλάτων: να εξηγηθούν οι κινήσεις των ουρανίων σωμάτων με ομαλές κυκλικές κινήσεις. Σύμφωνα με τη λύση του Εύδοξου, το κέντρο κάθε πλανήτη είναι ένα σημείο ενός κύκλου, ο οποίος ονομάζεται επίκυκλος. Το κέντρο του επίκυκλου είναι ένα σημείο ενός άλλου κύκλου, του φέροντα, ο οποίος έχει ως κέντρο το κέντρο του σύμπαντος, δηλαδή της Γης. Ο Ίππαρχος προσδιόρισε το μέγεθος αυτών των κύκλων καθώς και τις κινήσεις τους. Έτσι έγινε δυνατή η κατασκευή ενός μηχανικού μοντέλου του σύμπαντος, καθώς φέροντες και επίκυκλοι μπορούσαν να απεικονιστούν σε μικρογραφία με γρανάζι. Ο Πτολεμαίος, βασισμένος στη γνώση των προγενεστέρων Ελλήνων αστρονόμων, κατασκεύασε ένα σύστημα το οποίο προέβλεπε με καταπληκτική ακρίβεια τις κινήσεις όλων των γνωστών τότε ουρανίων σωμάτων. Για να το καταφέρει αυτό χωρίς να προδώσει την αρχή του Πλάτωνα, εισήγαγε και άλλους κύκλους στην κίνηση των πλανητών. Το σύστημα του Πτολεμαίου το οποίο αναπτύσσει στη Μεγάλη μαθηματική σύνταξη της αστρονομίας (Αλμαγέστη), επέζησε, με διάφορες προσθήκες και διορθώσεις, ως τον 17ο αιώνα. Ένα άλλο βιβλίο του Πτολεμαίου, οι Υποθέσεις των πλανωμένων, είναι μια μηχανική αναπαράσταση του σύμπαντος, η οποία μπορούσε να αποτελέσει μοντέλο μηχανικών πλανηταρίων, πιο πολύπλοκων και προηγμένων από τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων.

Eudoxus was the first astronomer to solve Plato's problem: explain the movements of the celestial bodies by uniform circular movements. According to Eudoxus, the centre of each planet is a point on a circumference of a circle called epicycle. The centre of the epicycle is a point on the circumference of another circle, called deferent. The centre of the deferent is the centre of the world, i.e. the centre of the Earth. It was Hipparchus who defined the measure of these circles and their movements. Thus, the construction of a mechanical model of the universe became possible: epicycles and deferents could be represented in models with gears. Ptolemy, based on the knowledge of his predecessors, constructed a cosmological system that predicted with accuracy the movements of the known celestial bodies. In order to do so without betraying Plato's principle, he refined the model with eccentric centres of rotation to explain planetary movement. Ptolemy's system, developed in the Great mathematical syntax of astronomy (Almagest) survived, with corrections and changes, until the 17th century. Another book written by Ptolemy, the Hypotheses of the planets is a mechanical representation of the universe, which could represent a model of mechanical planetariums, more complicated and advanced than the Antikythera Mechanism.



Πότε, από ποιον και πού κατασκευάστηκε ο Μηχανισμός;

Εκτιμάται ότι ο Μηχανισμός κατασκευάστηκε κατά το δεύτερο μισό του 2ου αιώνα π.Χ., ενώ προϋπήρχε η παράδοση του Αρχιμήδη και της «σφαιροποιίας». Από τον Ίππαρχο και τους κατοπινούς αστρονόμους είχαν ήδη προσδιοριστεί με αρκετή ακρίβεια οι αστρονομικές σταθερές ούτως ώστε να ήταν δυνατή η κατασκευή μηχανισμού αναπαράστασης της κίνησης των «πλανωμένων αστέρων» (δηλαδή των πλανητών), ενώ ήταν γνωστή και η πρώτη ανωμαλία της κίνησης της Σελήνης. Το κοσμολογικό μοντέλο που επικρατεί την περίοδο αυτή, το οποίο κατά πάσα πιθανότητα δεν ήταν γνωστό την εποχή του Αρχιμήδη, είναι ένα σύστημα κύκλων και επικύκλων πάνω στους οποίους κινούνται οι πλανήτες. Όπως δείχνει το παράδειγμα του Μηχανισμού, φαίνεται ότι το μοντέλο αυτό μπορούσε να μεταφερθεί σε ένα μηχανικό ομοίωμα με τη χρήση των κατάλληλων συνδυασμών γραναζιών.

Πιθανός κατασκευαστής του Μηχανισμού έχει θεωρηθεί ο Ποσειδώνιος ο Ρόδιος. Ο Ίππαρχος και ο Ποσειδώνιος παραπέμπουν στη Ρόδο ή στις κοντινές ακτές της Ιωνίας ως τόπους κατασκευής του Μηχανισμού. Στα ίδια μέρη παραπέμπει και το φορτίο του πλοίου που ναυάγησε στα Αντικύθηρα. Όμως το Μετωνικό ημερολόγιο έχει χαραγμένα ονόματα μηνών που φαίνεται να ανήκουν στην Κόρινθο ή σε κάποια από τις αποικίες της στον δυτικό Ελληνικό κόσμο, όπως το Ταυρομένιον, το οποίο είχαν ιδρύσει οι Συρακούσιοι. Άραγε να επέζησε η παράδοση του Αρχιμήδη σε κάποιο εργαστήριο που αργότερα θα ενέτασσε στη σφαιροποιία τις γνώσεις των επικύκλων ή των εκκέντρων, που επέτρεπαν την εξήγηση της μεταβολής της φαινόμενης ταχύτητας των ουρανίων σωμάτων;

Αυτό που είναι βέβαιο είναι ότι ο ελληνιστικός κοσμοπολιτισμός από τη δυτική Μεσόγειο μέχρι τη Βαβυλώνα ήταν ο κατάλληλος χώρος για να μπορεί ένα προϊόν όπως ο Μηχανισμός να αξιοποιεί επιστημονικά δεδομένα και αστρονομικές

8 | Where, when and by who?

It is estimated that the Mechanism was built during the second half of the 2nd century BCE, after the Archimedean tradition and the “Spairopoiia” (sphere making). Starting with Hipparchos and continued with the subsequent astronomers, astronomical constants had been determined precisely enough in order to make possible the designing of a mechanism representing the movement of the “wanderer stars” (the planets), while at the same time the lunar first anomaly was known. The cosmological model that prevails during this period, which was likely to be unknown during Archimedes time, is a system of cycles and epicycles on which the planets are moving. As shown by the Mechanism, it seems that this model could be transferred into a mechanical model by the use of the appropriated gearing.

Poseidonios from Rhodes has been considered as a possible designer (maker/builder/constructor?) of the Mechanism. Both Hipparchos and Poseidonios point to Rhodes or to the neighboring coasts of Asia Minor, as a possible place for the birth of the Mechanism. The cargo of the ship that was found near Antikythera points to the same region. But on the Metonic calendar are months that seem to belong to Corinth or to one of its colonies in the Western Hellenic world, like Tauromenion, a city founded by the Syracusians. Is it possible that the tradition initiated by Archimedes survived in some workshop, integrating into sphere making the epicycles or the equants, which permitted the explanation of the variation of the apparent velocity of heavenly bodies?

In any case, it is certain that Greek cosmopolitism from Western Mediterranean to Babylon was the ideal area for having

χρηστικές απαιτήσεις, με ονοματολογία από όλη την περιοχή της Μεσογείου. Η σύγχρονη έρευνα για τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων απάντησε σε πολλά ερωτήματα σχετικά με τις λειτουργίες του, αλλά γέννησε νέα όσον αφορά την προέλευσή του. Ωστόσο σήμερα οι ιστορικοί των επιστημών και της τεχνολογίας έχουν πλέον πολλά δεδομένα για να εξηγήσουν τις λειτουργίες του Μηχανισμού, τον σκοπό της κατασκευής του και την ένταξή του στο πλαίσιο της αστρονομίας και της τεχνολογίας της εποχής του.

Ο κατάλογος αυτός τυπώθηκε για την έκθεση «Μηχανισμός των Αντικυθήρων: Περιήγηση στην Αστρονομία και την Τεχνολογία της εποχής του» που πραγματοποιήθηκε στο Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών από τις 7 Δεκεμβρίου 2009 έως τις 25 Ιανουαρίου 2010, στο πλαίσιο του προγράμματος Hephaestus (FP7, RegPot-1-2008).

Μαίρη Ζαφειροπούλου, Γιάννης Μπιτσάκης, Ευθύμιος Νικολαΐδης, Θεοδόσιος Τάσιος, Αγαμέμνων Τσελίκας και Τόνυ Φρηθ.

Επιμέλεια κειμένων: Κατερίνα Γιανναδάκη

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΤΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ

Διοργάνωση

- Πρόγραμμα Ιστορίας, Φιλοσοφίας και Διδακτικής των Επιστημών και της Τεχνολογίας (Ινστιτούτο Νεοελληνικών Ερευνών Εθνικού Ιδρύματος Ερευνών σε συνεργασία με το Εργαστήριο Διδακτικής και Επιστημολογίας Φυσικών Επιστημών και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών)
- Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο
- Ομάδα Μελέτης Μηχανισμού Αντικυθήρων
- Εταιρεία Μελέτης Αρχαίας Ελληνικής Τεχνολογίας

Επιστημονικός Υπεύθυνος του Προγρ. Hephaestus: Ευθύμιος Νικολαΐδης
Επιστημονικός επιμελητής της έκθεσης: Γιάννης Μπιτσάκης
Υπεύθυνη Μορφωτικών Εκδηλώσεων ΕΙΕ: Ελένη Γραμματικοπούλου

Ομάδα Μελέτης Μηχανισμού Αντικυθήρων:
Μάικ Έντμουντς, Τόνυ Φρηθ, Γιάννης Σεिरαδάκης, Ξενοφών Μουσσάς, Μαίρη Ζαφειροπούλου, Ελένη Μάγκου, Γιάννης Μπιτσάκης, Αγαμέμνων Τσελίκας

Συνεργάτες της Ομάδας Μελέτης:
Στέλλα Δρούγου, Κυριάκος Ευσταθίου, Μαγδαληνή Αναστασίου (Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης)

Αλεξάντερ Τζόουνς (Ινστιτούτο για τη Μελέτη του Αρχαίου Κόσμου)
Τζων Στήλ (Πανεπιστήμιο Μπράουν)

Εικόνα έκθεσης-επιμέλεια: DesignBond (Μάρκης Τρίτης, Αλέκα Γκότση, Παντελής Χατζήορδάνογλου, Μανώλης Κιουλόγλου)

Οπτικοακουστικό και αρχαιακό υλικό
Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο
Υπουργείο Πολιτισμού, Διεύθυνση Εθνικού Αρχείου Μνημείων
Ομάδα Μελέτης Μηχανισμού Αντικυθήρων και Τόνυ Φρηθ (φωτογραφίες θραυσμάτων: Κώστας Ξενικάκης)
Κρατική Βιβλιοθήκη Βαυαρίας, Μόναχο
Γερμανικό Αρχαιολογικό Ινστιτούτο

Ακτινογραφίες:
Antikythera Mechanism Research Project
Δεδομένα από την X-Tek Systems Ltd
Λογισμικό ανάλυσης δεδομένων της Volume Graphics GmbH
Το βίντεο «Κόσμικη Αρμονία» δημιουργήθηκε από τον Νίκο Μαρσόπουλο (Εθνικό Αστεροσκοπείο / Ινστιτούτο Αστρονομίας και Αστροφυσικής). Η ταινία «The Antikythera mechanism: decoding and ancient Greek mystery» είναι παραγωγή της Macmillan Publishers Ltd και της mfreeth.com, με τη χρήση animation και λήψεων στην Ελλάδα από την Images First Ltd.
Γλυπτά: Γιάννης XXX
Μελέτη ομοιώματος «Κύκλων του Αριστοτέλους» ΘΠΤ Κατασκευή: Γιάννης Γιαννόπουλος

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Και αυτά μπορούν να μπουν χωριστά από τα προηγούμενα

Το Ιωνικό Κέντρο και τον πρόεδρό του, Ισίδωρο Κιολέογλου, για XXX XXXX XXXXX XXXXXXXX XXXX XXXXXX
Τους Χαράλαμπο Κριτζά και Χάρη Τζάλα για XXXXXXXXXXXX XXXXX XXXXXX XXXXXXXXX XXXXXXXX

Τον αντιναύαρχος ΠΝ (ε.α.) Ιωάννη Θεοφανίδη για την παραχώρηση τεκμηρίων από το αρχείο του παππού του, τον Αλεξάντερ Τζόουνς, την Κρατική Βιβλιοθήκη του Μονάχου και το Γερμανικό Αρχαιολογικό Ινστιτούτο για την παραχώρηση εικόνων από τα αρχεία του Άλμπερτ Ρεμ.

Τη δρ Μεταξία Τσιποπούλου, προϊσταμένη της Διεύθυνσης Εθνικού Αρχείου Μνημείων για XXXXXXX

Την Ελένη Κλαδάκη-Βρατσάνου και το περιοδικό «Εφοπλιστής» για την έρευνα γύρω από την ιστορία και τα ονόματα των Συμιακών σφουγγαράδων. Τον Λεωτέρη Τσαβλίρη για την παραχώρηση των φωτογραφιών του από την αποστολή Κουστύ.

Τον Μάικλ Ράιτ για την παραχώρηση του μοντέλου του και των ανότυπων των άρθρων του, (???και για την υποστήριξη του??? / συμβουλές του???) και τον Μάσιμο Βιτσεντίνι για XXX

This booklet was printed for the exhibition "The Antikythera Mechanism within the Astronomy and Technology of its time" at the National Hellenic Research Foundation, from December 7, 2009 to January 25, 2010, as part of the Hephaestus Programme (FP7, RegPot-1-2008).

Yanis Bitsakis, Efthymios Nicolaidis, Tony Freeth, Theodossios Tassios, Agamemnon Tselikas and Mary Zafeiropoulou.

Proofreading: Katerina Giannadaki

EXHIBITION

The exhibition was organized by:

- The History, Philosophy and Didactics of Science and Technology Programme (Institute for Neohellenic Research, National Hellenic Research Foundation in collaboration with the Athens Science and Education Laboratory, University of Athens)
- The Antikythera Mechanism Research Project
- The National Archaeological Museum
- The Association of Ancient Greek Technology Studies

Hephaestus project leader: Efthymios Nicolaidis

Exhibition Curator: Yanis Bitsakis

Science & Image consultant: Tony Freeth

In charge of the NHRF cultural events: Eleni Grammatikopoulou

The Antikythera Mechanism Research Project:

Mike Edmunds, Tony Freeth, John Seiradakis, Xenophon Moussas, Eleni Magou, Mary Zafeiropoulou, Yanis Bitsakis and Agamemnon Tselikas.

Scientific Collaborators: Stella Drougou, Kyriakos Efsthathiou, Magdaliní Anastasiou (University of Thessaloniki), Alexander Jones (Institute for the Study of the Ancient World, New York, USA), John Steele (Brown University, USA)

Exhibition's Image Creation and Graphic designs: DesignBond (Macis Tritsis, Aleka Gotsi, Pandelis Hatziorfanoglou, Manolis Kiouloglou)

Audiovisual and archival material

National Archaeological Museum

Ministry of Culture, Directorate of the National Archive of Monuments

The Antikythera Mechanism Research Project and Tony Freeth (fragment photos by Costas Xenikakis)
Bavarian State Library, Munich
German Archaeological Institute

X-rays:

Antikythera Mechanism Research Project

X-ray data by X-Tek Systems Ltd

X-ray analysis software by Volume Graphics GmbH

The video «Cosmic Harmony» was created by Nikos Matsopoulos (National Observatory of Athens / Institute of Astronomy and Astrophysics)

The movie «The Antikythera mechanism: decoding an ancient Greek mystery» is a production of Macmillan Publishers Ltd and mfreeth.com, with animation and footage in Greece by Images First Ltd.

Sculptures

Yanis XXX

Model XXX: Yannis Yannopoulos

ACKNOWLEDGEMENTS

Ionic Centre, Isidoros Kioleoglou for XXX
Charalambos Kritzas and Harry Tzalas for XXX

Vice-admiral Ioannis Theofanides, Alexander Jones, Munich and DAI for Rehm's archives

Dr Metaxia Tsipopoulos
Eleni Kladaki-Vratsanou, Efoplistis, Lefteris Tsaviris

Michael Wright for XXX, Massimo Vicentini for XXX

AN ASTRONOMICAL AND
CALENDRIAL COMPUTER
THE
ANTI-
KYTHERA
MECHA-
NISM

Ο
ΜΗΧΑ-
ΝΙΣΜΟΣ
ΤΩΝ
ΑΝΤΙ-
ΚΥΘΗ-
ΡΩΝ
ΠΕΡΙΗΓΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ
ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΠΟΧΗΣ ΤΟΥ