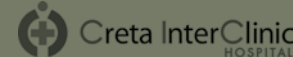


ΜΕΓΑΛΟΙ ΧΟΡΗΓΟΙ / MEGA SPONSORS



ΧΟΡΗΓΟΙ / SPONSORS



ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ:

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

ISBN 978-960-7916-92-1



9 789607 916921

ΟΡΣΚΓΙΘΣΕ

ΠΕΡΙΓΗΓΗ ΣΤΗΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ
ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΟΚΗΣ ΤΟΥ
ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ
ΤΩΝ
ΑΝΤΙΚΥΘΕΡΩΝ

19.07.2010 - 31.10.2010

THE
ANTI-
KYTHERA
MECHA-
NISM
WITHIN THE
ASTRONOMY
& TECHNOLOGY
OF ITS TIME



ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΤΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ

Διοργάνωση

- Πρόγραμμα Ιστορίας, Φιλοσοφίας και Διδακτικής των Επιστημών και της Τεχνολογίας (Ινστιτούτο Νεοελληνικών Ερευνών - Εθνικό Ίδρυμα 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

Σε συνεργασία με το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης του Πανεπιστημίου Κρήτης και τη Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Ηρακλείου

Επιστημονικός υπεύθυνος προγράμματος Hephaestus: Ευθύμιος Νικολαΐδης
Επιμελητής έκθεσης: Γιάννης Μπιτσάκης
Επιστημονικός σύμβουλος: Τόνυ Φρεθ
Υπεύθυνη μορφωτικών εκδηλώσεων ΕΙΕ: Ελένη Γραμματικοπούλου

Ομάδα Μελέτης Μηχανισμού Αντικυθήρων:
Μάικ Εντμουντς, Τόνυ Φρεθ, Γιάννης Σεϊραδάκης, Ξενοφών Μουσσάς, Ελένη Μάγκου, Μαίρη Ζαφειροπούλου, Γιάννης Μπιτσάκης, Αγαμέμνων Τσελικάς.

Συνεργάτες της Ομάδας Μελέτης:
Στέλλα Δρούγου, Κυριάκος Ευσταθίου, Μαγδαληνή Αναστασίου (Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης), Αλεξάντερ Τζόουνς (Ινστιτούτο για τη Μελέτη του Αρχαίου Κόσμου, Νέα Υόρκη), Τζων Στηλ (Πανεπιστήμιο Μπράουν)

Γραφικά χώρο - γραφιστική επιμέλεια: DesignBond (Μάκης Τρίτσας, Αλέκα Γκότση, Παντελής Χατζηϊορδανόγλου, Μανώλης Κιουλόγλου)

Ο κατάλογος αυτός εκδόθηκε από το Ινστιτούτο Νεοελληνικών Ερευνών του Εθνικού Ίδρυματος Ερευνών, με χορηγία των εκδόσεων «Μίλητος», τον Δεκέμβριο του 2009, 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). Επανεκδόθηκε και τυπώθηκε τον Ιούλιο του 2010, για τη μεταφορά της έκθεσης στο Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης από τις 19 Ιουλίου έως τις 31 Οκτωβρίου 2010.

Επιμέλεια: Γιάννης Μπιτσάκης | **Κείμενα:** Μαίρη Ζαφειροπούλου, Γιάννης Μπιτσάκης, Ευθύμιος Νικολαΐδης, Θεοδόσιος Τάσιος, Αγαμέμνων Τσελικάς και Τόνυ Φρεθ. | **Επιμέλεια-διόρθωση κειμένων:** Κατερίνα Γιανναδάκη

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 National Archaeological Museum
- The Antikythera Mechanism Research Project
- The Association of Ancient Greek Technology Studies

In collaboration with the Natural History Museum of Crete (University of Crete) and the Prefectural Administration of Heraklion

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 Mangou, Mary Zafeiropoulou, Yanis Bitsakis and Agamemnon Tselikas.
Scientific Collaborators:
Stella Drougou, Kyriakos Efstathiou, Magdalini Anastasiou (University of Thessaloniki), Alexander Jones (Institute for the Study of the Ancient World, New York, USA), John Steele (Brown University, USA)

Environmental design - graphics: DesignBond (Macis Tritsis, Aleka Gotsi, Pandelis Chatziordanoglou, Manolis Kiouloglou)

Οπτικοακουστικό και αρχαιακό υλικό

- Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο (φωτογραφίες των ευρημάτων από το ναυάγιο των Αντικυθήρων)
- Υπουργείο Πολιτισμού και Τουρισμού, Διεύθυνση Εθνικού Αρχείου Μνημείων (φωτογραφία αρχείου από την επιχείρηση ανέλκυσης του ναυαγίου των Αντικυθήρων)
- Ομάδα Μελέτης Μηχανισμού Αντικυθήρων και Τόνυ Φρεθ (φωτογραφίες, επεξεργασίες των ακτινογραφιών θραυσμάτων και ηλεκτρονικές προσομοιώσεις του Μηχανισμού των Αντικυθήρων)
- Κρατική Βιβλιοθήκη Βαυαρίας, Μόναχο (φωτογραφίες αρχείου Άλμπερτ Ρεμ)
- Γερμανικό Αρχαιολογικό Ινστιτούτο (φωτογραφία επιστολής του Άλμπερτ Ρεμ στον Γκέοργκ Κάρο)
- Μάλκολμ Κερκ (φωτογραφία Ντέρεκ Πράις)

Ακτινογραφίες:

Antikythera Mechanism Research Project
Δεδομένα από την X-Tek Systems Ltd
Λογισμικό ανάλυσης δεδομένων της Volume Graphics GmbH

Βίντεο «Κοσμική Αρμονία»: Νίκος Ματσόπουλος (Εθνικό Αστεροσκοπείο / Ινστιτούτο Αστρονομίας και Αστροφυσικής)

Ταινία «The Antikythera mechanism: decoding an ancient Greek mystery»: Macmillan Publishers Ltd και mfreeth.com, με τη χρήση τρισδιάστατων μοντέλων και λήψεων στην Ελλάδα από την Images First Ltd

Ομοίωμα «Κύκλων του Αριστοτέλους»: μελέτη: Θεοδόσιος Τάσιος, κατασκευή: Γιάννης Γιαννόπουλος
Ιστορικά δεδομένα χάρτη Μεσογείου: Μαγδαληνή Αναστασίου
Γλυπτά: Γιάννης Βουλγαράκης

Audiovisual and archival material

- National Archaeological Museum (photos of the findings from the Antikythera wreck and of the Antikythera Mechanism)
- Ministry of Culture and Tourism, Directorate of the National Archive of Monuments (archive photo from the expedition at Antikythera)
- The Antikythera Mechanism Research Project and Tony Freeth (photos, processed X-rays of the fragments and computer models of the Antikythera Mechanism)
- Bavarian State Library, Munich (photos from the Albert Rehm Archive)
- German Archaeological Institute (photo of the letter from Albert Rehm to Georg Karo)
- Malcolm Kirk (photo of Derek Price)

X-rays:

Antikythera Mechanism Research Project
X-ray data by X-Tek Systems Ltd
X-ray analysis software by Volume Graphics GmbH

Video «Cosmic Harmony»: Nikos Matsopoulos (National Observatory of Athens / Institute of Astronomy and Astrophysics)

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

Model “Circles of Aristoteles”: designed by Theodosios Tassios and built by Yannis Yannopoulos

Historical data for the Mediterranean map: Magdalini Anastasiou
Sculptures: Yannis Voulgarakis

This booklet was published by the Institute for Neohellenic Research of the National Hellenic Research Foundation, with the support of Militos Editions, in December 2009, 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). The new edition was printed in July 2010 for the transfer of the exhibition at the Natural History Museum of Crete, from July 19 to October 31, 2010.

Editor: Yanis Bitsakis | **Texts:** Yanis Bitsakis, Tony Freeth, Efthymios Nicolaidis, Theodosios Tassios, Agamemnon Tselikas and Mary Zafeiropoulou. | **Proofreading:** Katerina Giannadaki



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο Ιωνικό Κέντρο και στον πρόεδρό του Ισίδωρο Κιολόγλου, για τη στήριξη τους στη διοργάνωση εκθέσεων για τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων. Στους Χαράλαμπο Κριτζά και Χάρη Τζάλα, για τη διαρκή επιστημονική τους παρουσία στο εγχείρημα της έρευνας για τον Μηχανισμό των Αντικυθήρων.

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

Στη δρα Μεταξία Τσιποπούλου, προϊσταμένη της Διεύθυνσης Εθνικού Αρχείου Μνημείων του Υπουργείου Πολιτισμού και Τουρισμού, για την άδεια χρήσης τεκμηρίων σχετικών με την ανέλκυση του θησαυρού των Αντικυθήρων. Στην Ελένη Κλαδάκη-Βρατσάνου και στο περιοδικό *Εροπλιστής*, για την έρευνα γύρω από την ιστορία και τα ονόματα των Συμιακών σφουγγαράδων. Στον Λευτέρη Τσαβλίρη, για την παραχώρηση των φωτογραφιών του από την αποστολή Κουστόϊ.

Στον Μάικλ Ράιτ, για την παραχώρηση του μοντέλου του, ανάπτυπων των άρθρων του και φωτογραφιών. Στους Μάνο Ρουμελιώτη και Μάσιμο Βιτσεντίνι, για την άδεια χρήσης των ηλεκτρονικών προσομοιώσεων του Μηχανισμού των Αντικυθήρων.

ACKNOWLEDGEMENTS

To the Ionic Centre and its Chairman, Isidoros Kioleoglou, for their support in organizing exhibitions for the Antikythera Mechanism. To Charalambos Kritzas and Harry Tzalas for their constant scientific support of the Antikythera Mechanism research.

To the vice-admiral Ioannis Theofanides, for allowing access to his grandfather’s archive. To Alexander Jones, the Bavarian State Library and to the German Archaeological Institute for the photos from Albert Rehm’s archives.

To Dr Metaxia Tsiopoulou, head of the National Archive of Monuments, Ministry of Culture and Tourism, for allowing the use of sources from the first underwater Antikythera expedition. To Eleni Kladaki-Vratsanou and *Eroplistis* shipping magazine, for the research on the story and the names of the sponge divers from Symi. To Leferis Tsavliris, for allowing the use of his photos of the Cousteau expedition at Antikythera.

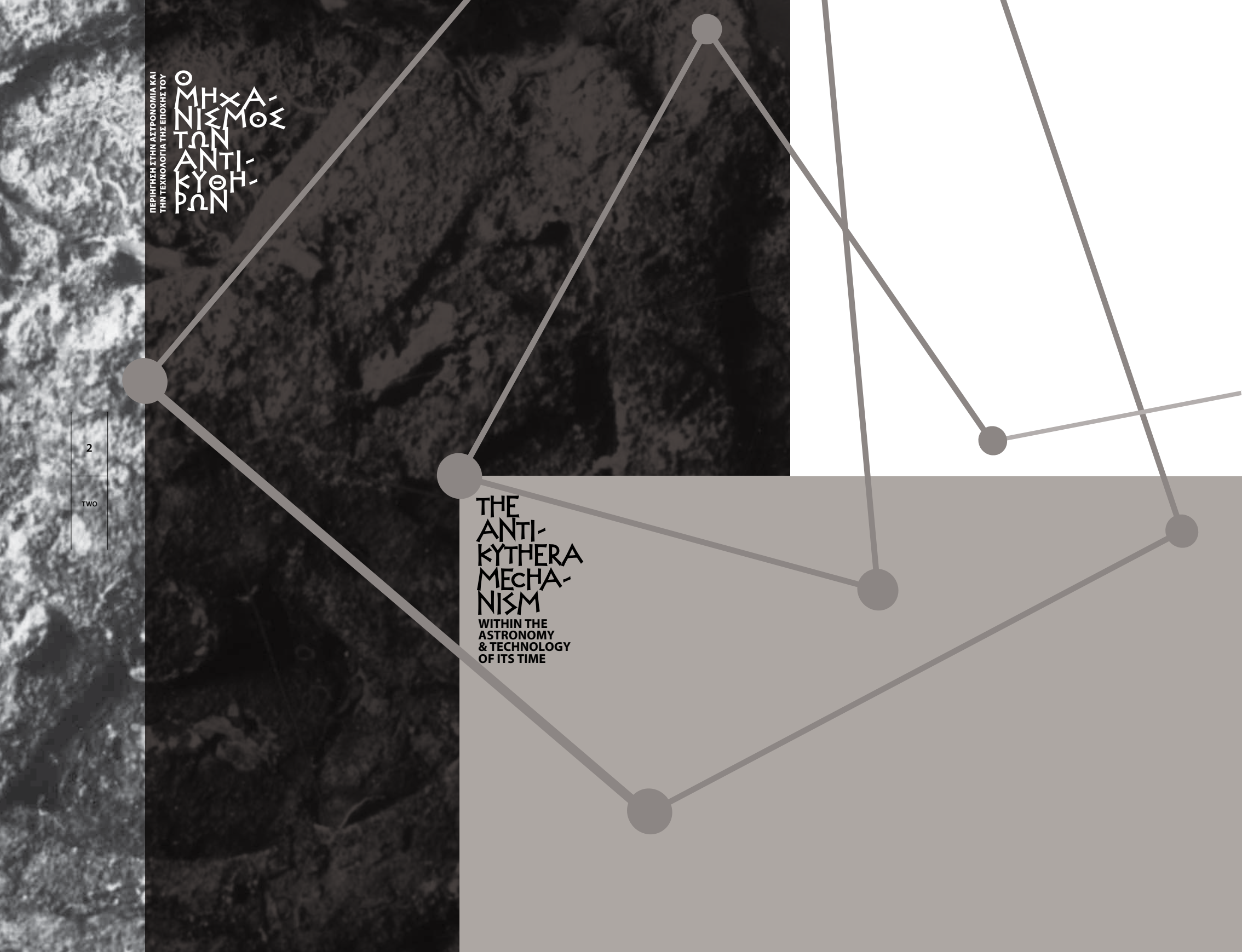
To Michael Wright for his model, reprints of his articles and photos. To Manos Roumeliotis and Massimo Vicentini for allowing the display of their computer models of the Antikythera Mechanism.

ΠΕΡΙΓΓΗ ΣΤΗΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ
ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΠΟΧΗΣ ΤΟΥ

ΜΗΧΑ-
ΝΙΣΜΩΣ
ΤΩΝ
ΑΝΤΙ-
ΚΥΘΗ-
ΡΩΝ

THE
ANTI-
KYTHERA
MECHA-
NISM

WITHIN THE
ASTRONOMY
& TECHNOLOGY
OF ITS TIME



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

2

TWO

THE
ANTI-
KYTHERA
MECHA-
NISM
WITHIN THE
ASTRONOMY
& TECHNOLOGY
OF ITS TIME

Με μεγάλη μου ευχαρίστηση χαιρετίζω τη νέα αυτή έκθεση για τον εκπληκτικό Μηχανισμό των Αντικυθήρων, η οποία διοργανώνεται 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 σύγχρονης τεχνολογίας για να λύσουν τους γρίφους του Μηχανισμού, προκάλεσαν παγκόσμιο ενδιαφέρον. Πιστεύω ότι το ενδιαφέρον αυτό είναι σημαντικό από δύο απόψεις. Τα νέα αποτελέσματα προέκυψαν μέσα από μια επιτυχημένη διεθνή συνεργασία, που κατάφερε πρώτα απ' όλα να διεγείρει το ενδιαφέρον για τα απίστευτα επιτεύγματα της αρχαίας Ελλάδας. Ένα εντελώς καινούριο κοινό αντιλαμβάνεται πια μια ιστορική προοπτική η οποία απουσίαζε ή ήταν περιφρονημένη, για τον λόγο ότι η μελέτη του κλασικού κόσμου έπαψε να είναι το βασικό θεμέλιο της ανώτατης εκπαίδευσης. Όχι μόνο θαυμάζουμε τις τεχνολογικές δυνατότητες της προχριστιανικής εποχής που μας αποκαλύφθηκαν πρόσφατα, αλλά επίσης ανακαλύπτουμε εκ νέου το μεγαλείο της ελληνικής τέχνης, αρχιτεκτονικής και γραμματείας. Δεύτερον, τα νέα αποτελέσματα φέρνουν στον νου μας τις ηρωικές, κεφαλαιώδεις έρευνες τις οποίες διεξήγαν ενθουσιώδεις ερευνητές εδώ και έναν αιώνα, πριν ξεκινήσουν οι νεότερες έρευνες.

Σήμερα έχουμε πια μια αρκετά πλήρη εικόνα για το τι έκανε ο Μηχανισμός, αν και μένει ακόμη να συμπληρωθούν πολλές λεπτομέρειες. Η προσπάθεια συνεχίζεται με την ερμηνεία των επιγραφών και των λεπτομερειών της μηχανικής σχεδίασης. Αλλά ακόμη δεν γνωρίζουμε πραγματικά γιατί κατασκευάστηκε, ενώ μόλις έχει ξεκινήσει μια σωστή εκτίμηση της σημασίας που είχε το επίπεδο αυτής της τεχνολογίας. Ήταν άραγε ο Μηχανισμός μια σαφής έκθεση των γνώσεων για το Σύμπαν στα τέλη του 2ου αιώνα π.Χ.; Ποια είναι τα συμπεράσματα για τον τρόπο με τον οποίο εξελίχθηκε η ελληνική φιλοσοφία, όταν έχουμε υπόψη

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 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.

Ως προς τη μελλοντική έρευνα, ελπίζουμε να ανακαλυφθούν και άλλα παραδείγματα αρχαίων μηχανισμών με γρανάζια, ή ενδεχομένως να αναγνωριστούν σε άλλες συλλογές. Θα ήταν πολύ καλό αν υπήρχε η δυνατότητα έκθεσης αρκετών παραδειγμάτων της περιόδου πριν από το 200 μ.Χ. – προς το παρόν όμως 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 σημαντικός και τόσο εκπληκτικός.

Μάικ Έντμουντς, 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

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

ΠΕΡΙΓΗΡΗ ΣΤΗΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ
ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΠΟΧΗΣ ΤΟΥ

Ο
ΜΗΧΑ-
ΝΙΣΜΟΣ
ΤΩΝ
ΑΝΤΙ-
ΚΥΘΗ-
ΡΩΝ



OMICRON STIGMA | 76 YEARS
CALLIPPIC CYCLE
ENGRAVED ON FRAGMENT 19

ΟΜΙΚΡΟΝ ΣΤΙΓΜΑ | 76 ΕΤΗ
ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΚΑΛΛΙΠΠΟΥ
ΧΑΡΑΓΜΕΝΟ ΣΤΟ ΘΡΑΥΣΜΑ 19



SIGMA KAPPA GAMMA | 223 MONTHS
SAROS CYCLE
ENGRAVED ON FRAGMENT 19

ΣΙΓΜΑ ΚΑΠΠΑ ΓΑΜΜΑ | 223 ΜΗΝΕΣ
ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΣΑΡΟΥ
ΧΑΡΑΓΜΕΝΟ ΣΤΟ ΘΡΑΥΣΜΑ 19



ΙΟΤΑ ΘΗΤΑ | 19 YEARS
METONIC CYCLE
ENGRAVED ON FRAGMENT 19

ΙΟΤΑ ΘΗΤΑ | 19 ΕΤΗ
ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΜΕΤΩΝΟΣ
ΧΑΡΑΓΜΕΝΟ ΣΤΟ ΘΡΑΥΣΜΑ 19



SIGMA LAMDA EPSILON | 235 MONTHS
METONIC CYCLE
ENGRAVED ON FRAGMENT E

ΣΙΓΜΑ ΛΑΜΒΔΑ ΕΨΙΛΟΝ | 235 ΜΗΝΕΣ
ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΜΕΤΩΝΟΣ
ΧΑΡΑΓΜΕΝΟ ΣΤΟ ΘΡΑΥΣΜΑ Ε

THE
ANTI-
KYTHERA
MECHA-
NISM
WITHIN THE
ASTRONOMY
& TECHNOLOGY
OF ITS TIME

6

SIX



Τα 82 σωζόμενα θραύσματα του Μηχανισμού που έχουν καταλογογραφηθεί 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, who located the new "Fragment F" in 2005. 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 φορτίο του χρονολογείται από τον 4ο έως και τον 1ο αιώνα π.Χ. Μεταξύ των εκπληκτικών 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. Ύστερα από έναν αιώνα ερευνών, είναι πλέον εδραιωμένη η πεποίθηση ότι πρόκειται για τον αρχαιότερο γνωστό αστρονομικό και ημερολογιακό υπολογιστή, ο οποίος αποκαλείται και «πρώτος υπολογιστής της ανθρωπότητας». 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?

On Easter Tuesday, 1900, sponge divers from the island of Symi discovered a roman shipwreck near the coast of the small island of Antikythera. A few months later, the Greek State organized the very first major underwater archaeology expedition, with the sponge divers and the assistance of the Greek Royal Navy. The wreck is dated ca 80 - 60 BCE while much of its rich cargo dates from before the second century BCE; among the superb findings was an object full of gears, dials and inscriptions, also dated during the second half of this century. This particular object is now called the "Antikythera Mechanism", and it is on display at the National Archaeological Museum in Athens. Ever since it was discovered, it was thought to be an astronomical device—sometimes as an astrolabe or a planetarium—or a navigational device or even a combination of different devices. Over a century of research has now established that it is the oldest known astronomical and calendrical calculating machine. It has been called the "World's First Computer". 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.



ΠΑΝΩ | Το κεφάλι του Φιλοσόφου των Αντικυθήρων (γύρω στο 240 π.Χ.) Ίσως απεικονίζει τον κυνικό φιλόσοφο Βίωνα Βορυσθενίτη.
 ΚΑΤΩ | Μέλη και τμήματα από το ένδυμα του Φιλοσόφου των Αντικυθήρων. Το χέρι του Φιλοσόφου ανασύρθηκε πρώτο από το ναυάγιο.

TOP | Portrait head of a philosopher, known as the Antikythera philosopher (ca 240 BCE). It depicts probably a Cynic philosopher, Bion the Borysthenite.

ΒΟΤΩΜ | Parts of the same statue. The right arm of the philosopher was the first object retrieved from the shipwreck.



Ο Έφηβος των Αντικυθήρων (4ος αι. π.Χ.) Ίσως παριστάνει τον Περσέα να κρατάει το κεφάλι της Μέδουσας ή τον Πάρι να κρατάει το μήλο για την Αφροδίτη. Έργο του Σικυώνιου γλύπτη Ευφράνορα.

The Antikythera Youth (4th c. BCE)
 The figure depicts either Perseus holding the head of Medusa or more probably Paris holding the Apple of Strife, to award it to Aphrodite. The statue is attributed to the Sikyonian Sculptor Ephranor.



Το κεφάλι του Εφήβου των Αντικυθήρων

Head of Antikythera Youth



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 και διατηρήθηκε.

Athlete or warrior (ca 100 BCE).
 The head and the half part of the body were not affected by the sea water, because they were covered with sand.



Ασημένια κιστοφορικά τετράδραχμα

Εμπρός ιερή κίστη με φίδι, πίσω δύο φίδια με φαρέτρα
(Έρευνα Κουστώ, 1976).

A treasure of 36 **silver tetradrachms**
(Cousteau dive, 1976)



ΠΑΝΩ | **Ο Ηρακλής**. Θα κρατούσε τα μήλα των Εσπερίδων με το δεξί του χέρι πίσω του. Υστεροελληνιστικό αντίγραφο (γύρω στο 100 π.Χ.) στον τύπο του Ηρακλή Φαρνέζε, φημισμένου αγάλματος του Λυσίππου, γύρω στο 320 π.Χ.
ΚΑΤΩ | **Ο Οδυσσεάς** (γύρω στο 100 π.Χ.)

ΤΩΡ | **Statue of Heracles**. In his right hand behind his waist, he will have held the apples of the Hesperides. Late Hellenistic copy (ca 100 BCE) in the Heracles Farnese type, of a famous statue made by the sculptor Lysippos about 320 BCE.

ΒΟΤΤΟΜ | **Statue of Odysseus** (ca 100 BCE).



Πυγμαχός (2ος αι. π.Χ.)
(Έρευνα Κουστώ, 1976).

Statuette of a **boxer** (2nd c. BCE)
(Cousteau dive, 1976).



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

Statuette of a **nude youth**, possibly an athlete, standing on its ancient stone base. His right arm was found in 1976 (Cousteau dive).

ΠΕΡΙΗΧΗ ΣΤΗΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ
ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΠΟΧΗΣ ΤΟΥ

Ο
ΜΗΧΑ-
ΝΙΣΜΟΣ
ΤΩΝ
ΑΝΤΙ-
ΚΥΘΗ-
ΡΩΝ

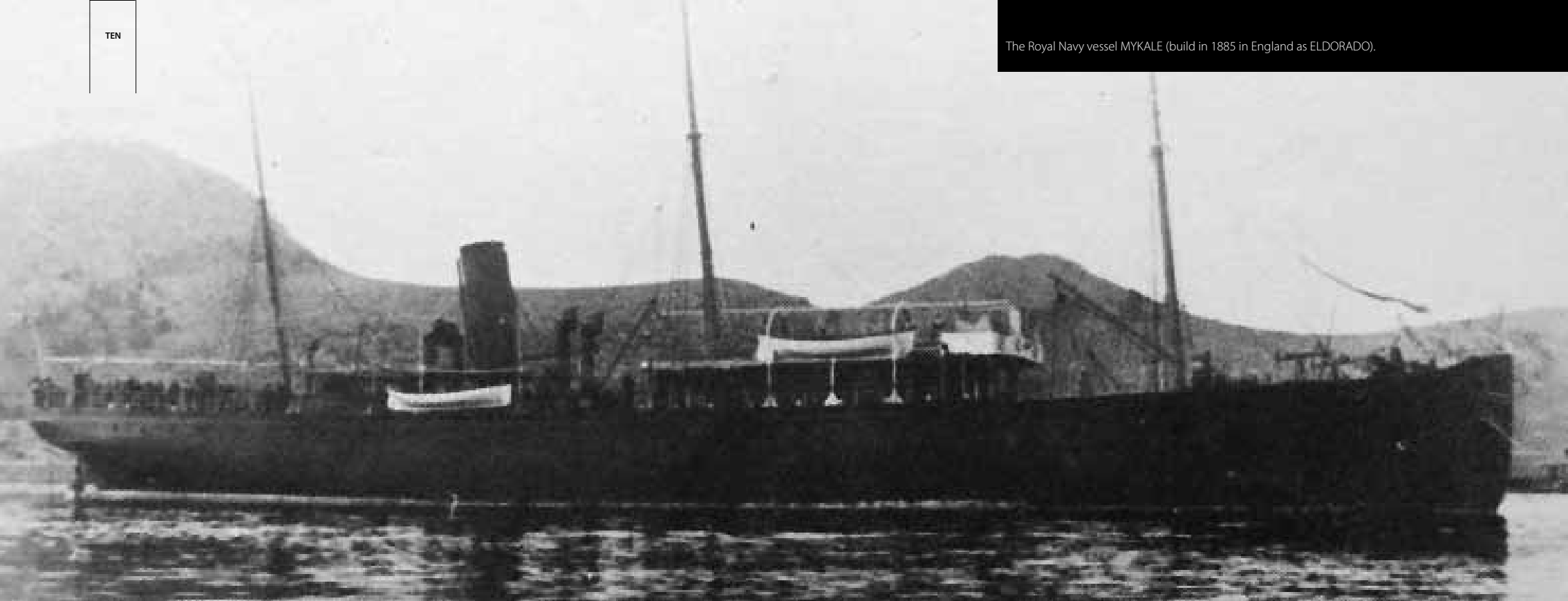


Το σπλιταγωγό ΜΥΚΑΛΗ. Ναυπηγήθηκε το 1885 στην Αγγλία ως ELDORADO. Λίγους μήνες μετά αγοράστηκε από το Ελληνικό Βασιλικό Ναυτικό. Έλαβε μέρος στον Πόλεμο του 1897, στους Βαλκανικούς Πολέμους του 1912-1913 και στη Μικρασιατική Εκστρατεία του 1920-1922.

The Royal Navy vessel MYKALE (build in 1885 in England as ELDORADO).

10

TEN





© Υπουργείο Πολιτισμού και Τουρισμού, Αρχαιολογική Υπηρεσία, Αρχείο Μνημείων
Ministry of Culture and Tourism, National Archive of Monuments

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.



At Antikythera during the underwater expedition: a Naval vessel and one of the two sponge diver's fishing boats.

Εκπρόσωποι της κυβέρνησης, το πλήρωμα και οι σφουγγαράδες στο κατάστρωμα του ΜΥΚΑΛΗ, έξω από τα Αντικύθηρα (χειμώνας 1900-1901).

AN ASTRONOMICAL AND CALENDRIAL COMPUTER
THE ANTI-KYTHERA MECHANISM

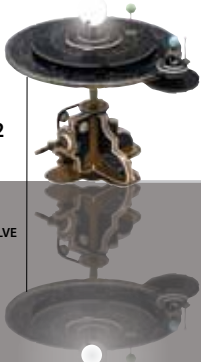


Πλανητάριο

12

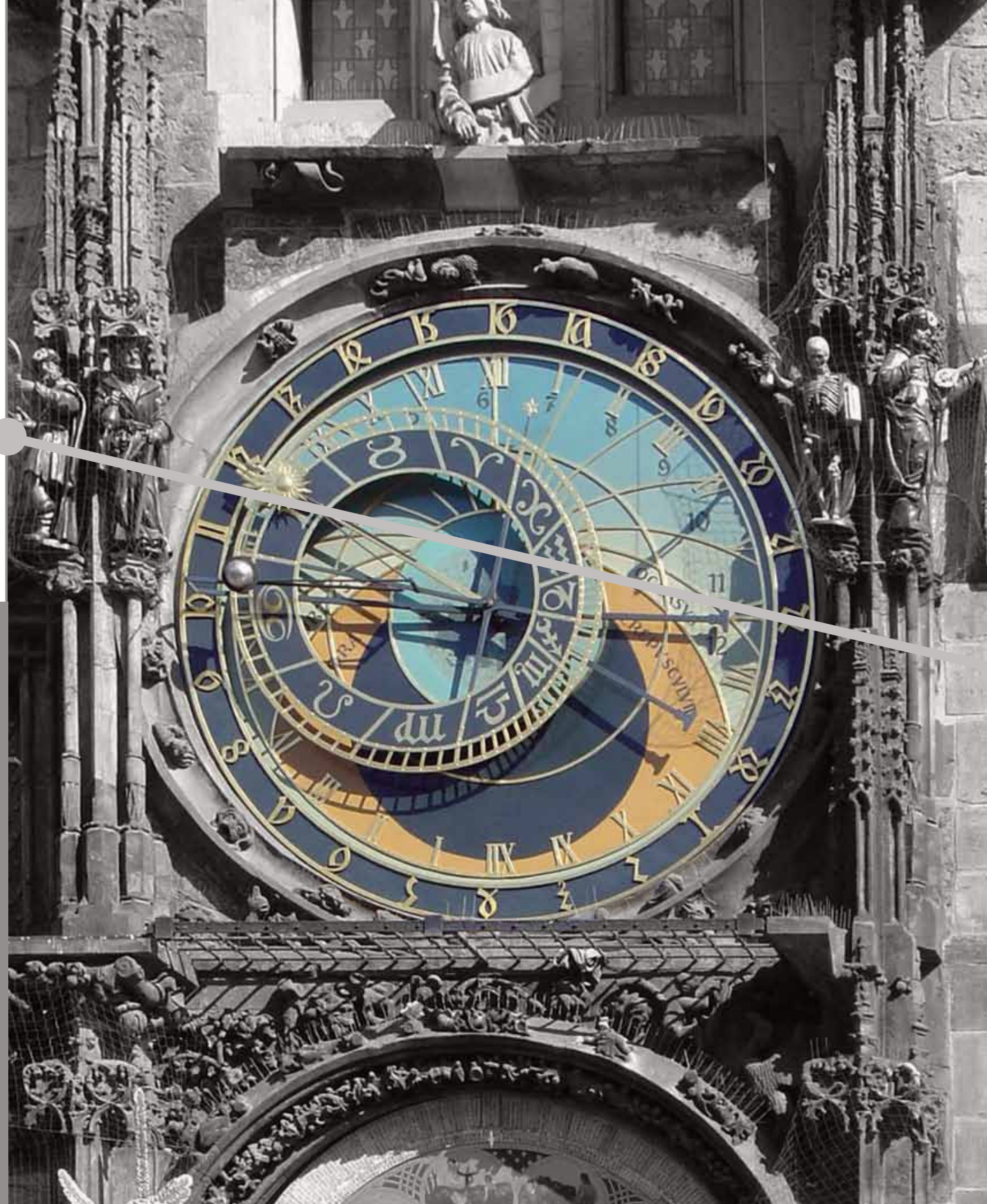
TWELVE

Orrery



Το αστρονομικό ρολόι της Πράγας

The Prague astronomical clock



Τι σημαίνει «αστρονομικός και ημερολογιακός μηχανικός υπολογιστής»;

2

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, αλλά και για να προβλέψουμε τις εκλείψεις 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.

13

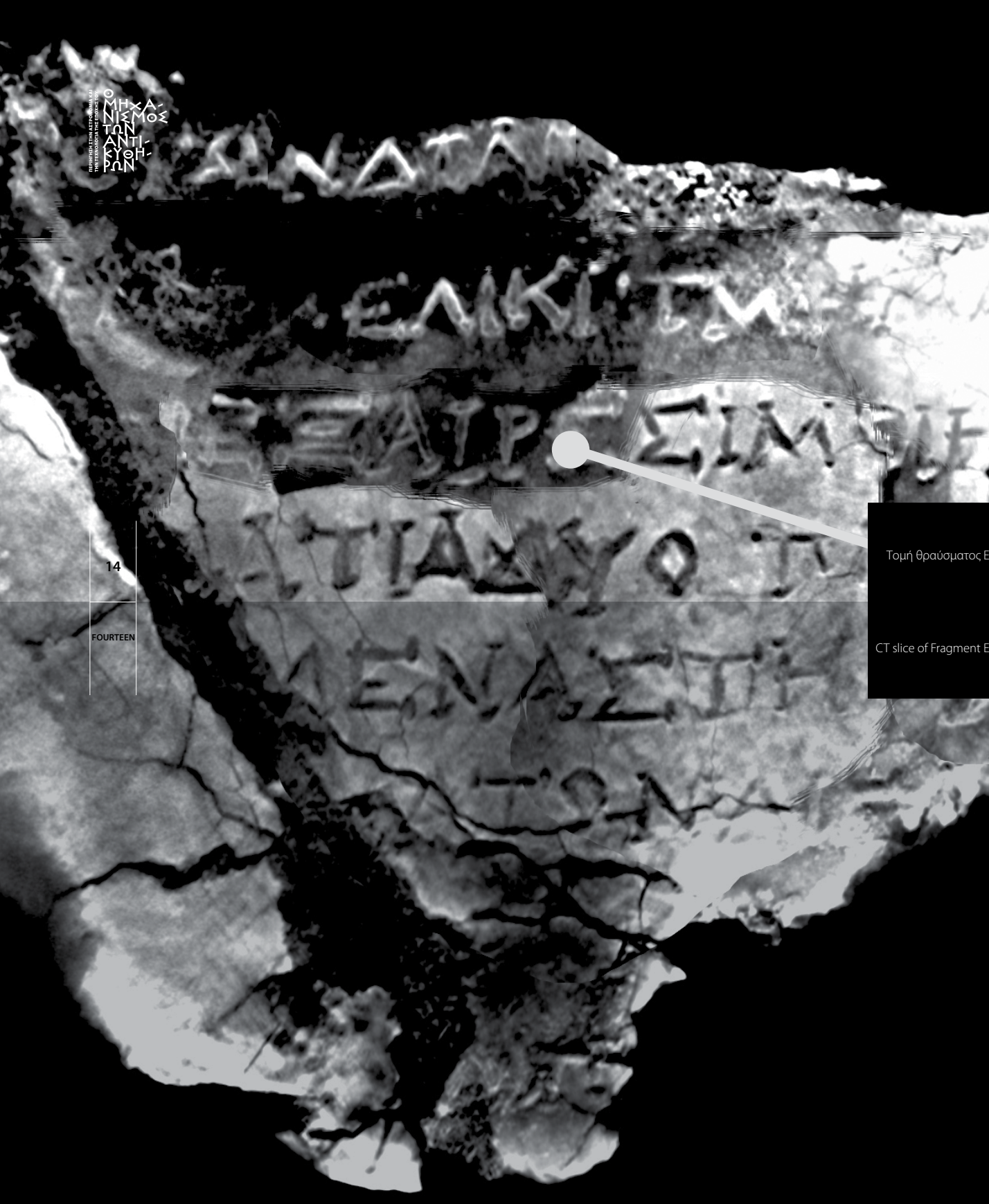
THIRTEEN

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

Predicting the position of heavenly bodies was for all time important for human social life. A modern computer can output, for a given date and location, 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 stars), the complex astronomical clocks (which, along with the hour, display some astronomical phenomena), orreries, planetaria, etc.



Τομή θραύσματος E

CT slice of Fragment E

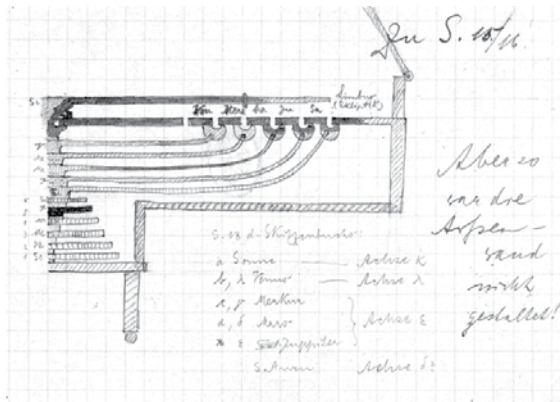


Φωτογραφία του 1905 με σημειώσεις του Άλμπερτ Ρεμ, ο οποίος δεχόταν την άποψη ότι τα θραύσματα του Μηχανισμού ανήκαν σε αστρονομικό όργανο, αλλά είχε απορρίψει την περίπτωση να ήταν υπολείμματα αστρολάβου.

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, παρατηρήθηκε 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 τη σεληνιακή περίοδο του Μέτωνος και ο ΣΚΓ για την περίοδο προγνώσεως εκλείψεων του Σάρου), γινόταν φανερό ότι επρόκειτο για ιδιαίτερα περίπλοκο αστρονομικό όργανο.



Σκίτσο από το σημειωματάριο του Άλμπερτ Ρεμ.
Sketch from Albert Rehm's notebook.

3

15

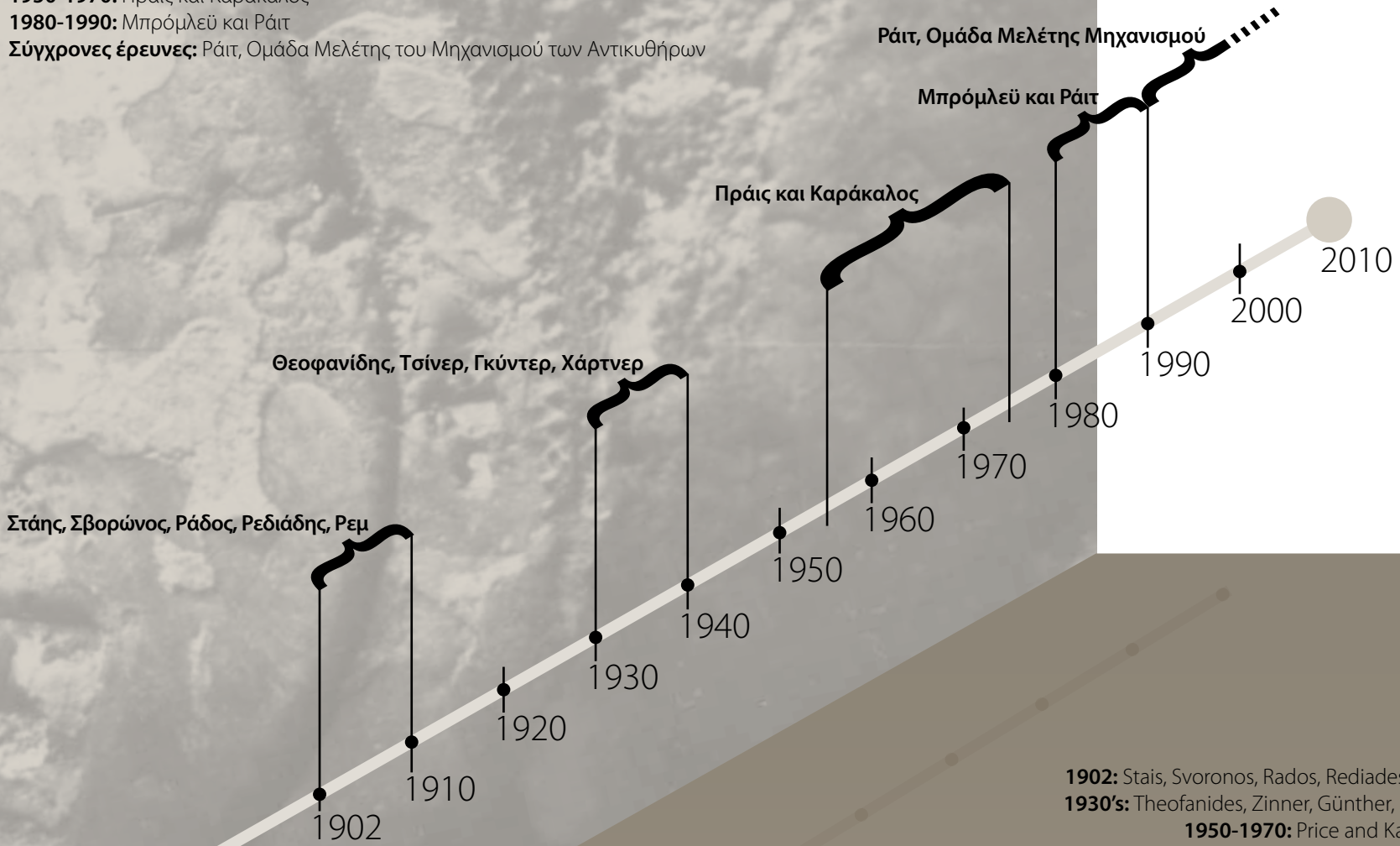
FIFTEEN

3 | Why the Mechanism is an astronomical calculating machine?

From the moment when the fragments of the Mechanism were discovered, it was observed 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, such as numbers related to astronomical periods (e.g. the number Iota Theta - 19 for the Metonic period of the Moon and the number Sigma Kappa Gamma - 223 for the Saros eclipse prediction period). It was clearly an astronomical device of great sophistication.

1902: Στάης, Σβορώνος, Ράδος, Ρεδιάδης, Ρεμ
Στον Μεσοπόλεμο: Θεοφανίδης, Τσίνερ, Γκύντερ, Χάρτνερ
1950-1970: Πράις και Καράκαλος
1980-1990: Μπρόμλεϋ και Ράιτ
Σύγχρονες έρευνες: Ράιτ, Ομάδα Μελέτης Μηχανισμού των Αντικυθήρων



1902: Stais, Svoronos, Rados, Rediades, Rehm
1930's: Theofanides, Zinner, Günther, Hartner
1950-1970: Price and Karakalos
1980-1990: Bromley and Wright
Contemporary research: Wright, Antikythera Mechanism Research Project

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 οποίον αναπαριστάνονται 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. Η έρευνα αυτή, καθώς και η μετέπειτα επεξεργασία των δεδομένων (η οποία συνεχίζεται μέχρι σήμερα), ακολούθησε το σύγχρονο πρότυπο της συνεργασίας μεταξύ ομάδων επιστημόνων διαφόρων ειδικοτήτων. Οι νέες διαστάσεις της τεχνολογικής πολυπλοκότητας του οργάνου που αναδείχτηκαν συμβάλλουν σημαντικά στην κατανόηση της εξέλιξης της τεχνολογίας στον αρχαίο κόσμο.

4

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, with the use of linear tomography, 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 interdisciplinary 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 technology in the ancient world.

17

SEVEN-TEEN

Ο φωτογράφος **Κώστας Ξενικάκης** με τον συντηρητή **Παντελή Φελέρη** προτοιμάζουν το θραύσμα Α για φωτογράφιση.

Οι **Ρότζερ Χάντλαντ** και **Ντέιβιντ Μπέιτ** μπροστά στον τομογράφο της X-Tek Systems, βάρους 8 τόνων, που μεταφέρθηκε από την Αγγλία στο Μουσείο στο πλαίσιο της έρευνας της Ομάδας Μελέτης του Μηχανισμού των Αντικυθήρων, για τη συλλογή των δεδομένων σε τρεις διαστάσεις από το εσωτερικό των θραυσμάτων.

Ο συντηρητής του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου **Γεράσιμος Μακρής** τοποθετεί το θραύσμα Α στον τομογράφο.

Τα δεδομένα τα οποία συνέλεξε η Ομάδα Μελέτης του Μηχανισμού των Αντικυθήρων, 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 ολόένα και αυξανόμενου διεθνούς ενδιαφέροντος για το μοναδικό αυτό εύρημα του αρχαίου ελληνικού πολιτισμού, και για την ουσιαστική ένταξη του Μηχανισμού στα ερευνητικά ενδιαφέροντα των ιστορικών των επιστημών και της τεχνολογίας.

Στις φωτογραφίες φαίνονται τα μέλη της Ομάδας Μελέτης: **Μάικ Έντμουτς**, **Τόνυ Φρηθ**, **Γιάννης Σεραδάκης**, **Ξενοφών Μουσσάς**, **Γιάννης Μπιστάκης**, **Αγαμέμνον Τσελίκας**, **Μαίρη Ζαφειροπούλου** και **Ελένη Μάγκου**.



Η ομάδα των HP Labs **Μπιλ Αμπρίσκο**, **Τομ Μάλτσμπεντερ** και **Νταν Γκελμπ**.

Ο ιδρυτής της X-Tek Systems **Ρότζερ Χάντλαντ**.



1. Photographer Costas Xenikakis & Museum Conservator Pandelis Feleris
2. Roger Hadland & David Bate from X-Tek Systems
3. Museum Conservator Gerasimos Makris

Members of the Antikythera Mechanism Research Project:

4. Mike Edmunds
5. Tony Freeth
6. John Seiradakis
7. Xenophon Moussas
8. Yanis Bitsakis
9. Agamemnon Tselikas
10. Mary Zafeiropoulou
11. Eleni Mangou

12. HP Labs Team: Bill Ambrisco, Tom Malzbender & Dan Gelb
13. X-Tek Systems' Founder Roger Hadland



Ο Γερμανός φιλόλογος Άλμπερτ Ρεϊμ 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. Κάτω, το σημειωματάριο του Άλμπερτ Ρεϊμ, όπου για πρώτη φορά σημειώνεται η λέξη «πλανητήριο» για το εύρημα του ναυαγίου των Αντικυθήρων.

Albert Rehm's notebook where for the very first time the word "planetarium" is mentioned. German philologist Albert Rehm was the first to have thoroughly studied the inscriptions and the visible mechanical parts of the Mechanism. He had also drafted a model which was never built.



Ο Ναύαρχος Ιωάννης Θεοφανίδης, διαέγγονος του Θεόδωρου Κολοκοτρώνη, ήταν ο πρώτος που κατασκεύασε μηχανικό ομοίωμα του Μηχανισμού και βοήθησε στη μεταφορά της γνώσης για τον Μηχανισμό, με ανακοινώσεις στο εξωτερικό και αλληλογραφία με ειδικούς. Ονόμασε το εύρημα «πλοογνώμονα» και πρώτος φαντάστηκε ότι ο Ρόδιος Ίππαρχος συνδέονταν με αυτό.

Admiral Theofanides was the first to build a model of the Mechanism, and helped in spreading the knowledge about this device outside Greece, with lectures and correspondence with specialists. He was thinking of the device as a navigational instrument (ploognomon) and he was the first to involve the name of Hipparchos in its design.



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 Καρακάλου. Το 1959 δημοσίευσε ένα σπουδαίο άρθρο στο *Scientific American* και το 1974, στο κλασικό πλέον έργο του *Gears from the Greeks* (Τρανζά από τους Έλληνες), που αποτέλεσε τη βάση για όλες τις κατοπιές έρευνες μέχρι σήμερα, πρότεινε ότι ο Μηχανισμός αποτελούσε έναν μηχανικό ημερολογιακό υπολογιστή.

Derek de Solla Price was a historian of science and the first to see the internal structure of the fragments, thanks to the radiographs made by Charalambos Karakalos. He initially published an important article in *Scientific American*, in 1959, and, in 1974, in his now classical *Gears from the Greeks*, he proposed a new model of the Mechanism as a calendrical mechanical computer.



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

Derek Price made a cardboard model used in lectures and exhibitions about the Mechanism.



Ο Άλλαν Μπρόμλεϋ, καθηγητής επιστήμης υπολογιστών στο Πανεπιστήμιο του Σίδνεϋ με ειδίκευση στην ιστορία των μηχανικών υπολογιστών, πραγματοποίησε με τον Μάικλ Ράιτ και την Ελένη Μάγκου, στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο, λήψεις του Μηχανισμού των Αντικυθήρων με την τεχνική της γραμμικής τομογραφίας. Ο Άλλαν Μπρόμλεϋ και ο υρολογοποιός Φρανκ Πέρσιβαλ είχαν κατασκευάσει ένα ομοίωμα του Μηχανισμού το οποίο εκτέθηκε για το Διεθνές Έτος Αστρονομίας (2009) στο Μουσείο Νικόλσον του Πανεπιστημίου του Σίδνεϋ.

Allan Bromley, professor at the University of Sydney, was a computer scientist and historian with a particular interest in mechanical computing. He collected at the National Archeological Museum, with Michael Wright and Eleni Mangou, data from the Antikythera Mechanism, using the technique of linear tomography. Bromley, together with clockmaker Frank Percival, built a reconstruction of the Antikythera mechanism, displayed for the Year of Astronomy (2009) at the Nicholson Museum in the University of Sydney.



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 Ρεϊμ και του Πράις για την πρόσθετη λειτουργία του Μηχανισμού ως πλανητηρίου ήταν μηχανικά πραγματοποιήσιμες.

Michael Wright built an alternative model of the Mechanism that was presented in 2005. This incorporated several advances and showed that the ideas of Rehm and Price that it might have included a planetarium were mechanically possible. He also focused his research on the tools and materials used in Ancient Greece.



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

A view of Michael Wright's workshop with some of his tools, and the rear plate of the Mechanism in phase of engraving.



Η επιγραφή του θραύσματος G

Πρόκειται για την εκτενέστερη επιγραφή που έχει διασωθεί στον Μηχανισμό. Το «θραύσμα G» αποτελούσε πιθανώς μέρος της εμπρόσθιας πλάκας που έκλινε τον Μηχανισμό. Η ανάγνωση της λέξης «ΣΤΗΡΙΓΜΟΣ» το 1905 από τον Άλμπερτ Ρεμ έγινε από ένα κομμάτι που αργότερα συγκολλήθηκε στο θραύσμα G. Αυτή η λέξη παραπέμπει ευθέως στην τροχιά των πλανητών. Όμως, μέχρι τις νέες τομογραφίες, δεν διαβάζονταν παρά μόνο λίγες λέξεις. Μέχρι σήμερα έχουν διαβαστεί, στους σωζόμενους 37 στίχους, συνολικά 1.380 γράμματα και 156 πλήρεις λέξεις.

Στην επιγραφή εμφανίζεται επανειλημμένα ο αριθμός ΣΞΕ (= 265), για τον οποίο δεν έχει δοθεί ακόμη αστρονομική ερμηνεία. 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 έναν 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 περιγράφουν τις κινήσεις, όπως ΑΝΑΣΤΡΕΦΕΙ, ΕΠΙΤΕΜΝΕΙ, ΛΑΓΧΑΝΕΙ, ΟΠΙΣΘΟΠΟΔΗ, ΠΡΟΗΓΕΙΤΑΙ, ΠΑΡΑΤΕΙΝΕΤΑΙ, ΠΡΟΣΙΗ, ΣΤΡΕΦΕΤΑΙ, ΣΥΝΕΜΠΙΠΤΕΙ, ΥΠΟΛΕΙΠΕΤΑΙ, ΑΠΟΣΤΗΣΑΜΕΝΟΣ, ΠΡΟΣΑΞΑΣ, ΕΠΙΣΧΩΝ, είτε σε δεύτερο πρόσωπο σε οριστική ή προστακτική έγκλιση και απευθύνονται προς τον χρήστη, όπως ΕΠΑΓΕΙΣ, ΕΠΙΠΡΟΣΘΗΣΩΝ, ΕΠΙΤΕΙΝΕ, ΠΑΡΑΤΕΙΝΕ, ΠΡΟΣΑΓΕΙΣ. Αυτό σημαίνει ότι ο κατασκευαστής του Μηχανισμού δεν τον κατασκεύασε για προσωπική χρήση, αλλά είχε κατά νου τη χρήση του και από άλλα πρόσωπα, ίσως μαθητές του ή αστρονόμους.

The inscription of Fragment G

This fragment was probably part of the front cover, and contains the most extended preserved text of the Mechanism. In 1905, Albert Rehm read the word “stationary point” on a small piece that was later reassembled into this fragment. This word points directly to planetary orbits. CT data allowed the reading of 1380 letters, constituting 156 complete words. Philological analysis of the text shows that the designer built the model not simply for his own use, but for other people as well, such as students or astronomers.



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 Μέτωνα σε έτη Ηλίου),

ο αριθμός ΟC (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 Μέτωνα 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). 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.

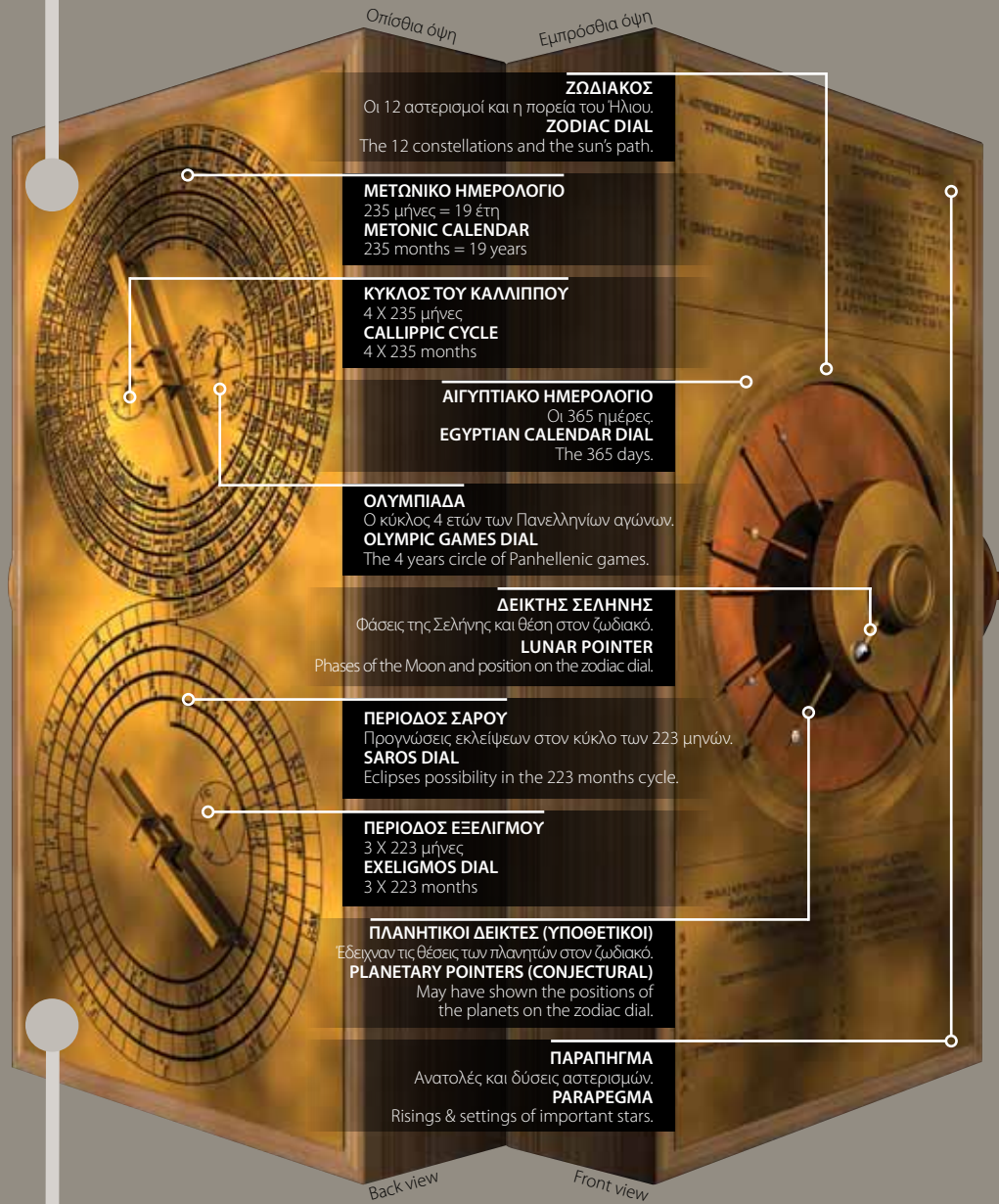
Καθώς ένα μεγάλο τμήμα του Μηχανισμού δεν σώζεται, η διερεύνηση ορισμένων επιπρόσθετων λειτουργιών του βασίζεται κατά μεγάλο μέρος στην ερμηνεία των επιγραφών.

5

5 | *What is displayed on the Mechanism?*

The Mechanism consists of scales, dials, axles, 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.



Οπίσθια όψη
Εμπρόσθια όψη

ΖΩΔΙΑΚΟΣ
Οι 12 αστερισμοί και η πορεία του Ήλιου.
ZODIAC DIAL
The 12 constellations and the sun's path.

ΜΕΤΩΝΙΚΟ ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ
235 μήνες = 19 έτη
METONIC CALENDAR
235 months = 19 years

ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΚΑΛΛΙΠΠΟΥ
4 X 235 μήνες
CALLIPPIC CYCLE
4 X 235 months

ΑΙΓΥΠΤΙΑΚΟ ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ
Οι 365 ημέρες.
EGYPTIAN CALENDAR DIAL
The 365 days.

ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ
Ο κύκλος 4 ετών των Πανελληνίων αγώνων.
OLYMPIC GAMES DIAL
The 4 years circle of Panhellenic games.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΕΛΗΝΗΣ
Φάσεις της Σελήνης και θέση στον ζωδιακό.
LUNAR POINTER
Phases of the Moon and position on the zodiac dial.

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΣΑΡΟΥ
Προγνώσεις εκλείψεων στον κύκλο των 223 μηνών.
SAROS DIAL
Eclipses possibility in the 223 months cycle.

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΞΕΛΙΓΜΟΥ
3 X 223 μήνες
EXELIGMOS DIAL
3 X 223 months

ΠΛΑΝΗΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ (ΥΠΟΘΕΤΙΚΟΙ)
Εδειξαν τις θέσεις των πλανητών στον ζωδιακό.
PLANETARY POINTERS (CONJECTURAL)

May have shown the positions of the planets on the zodiac dial.

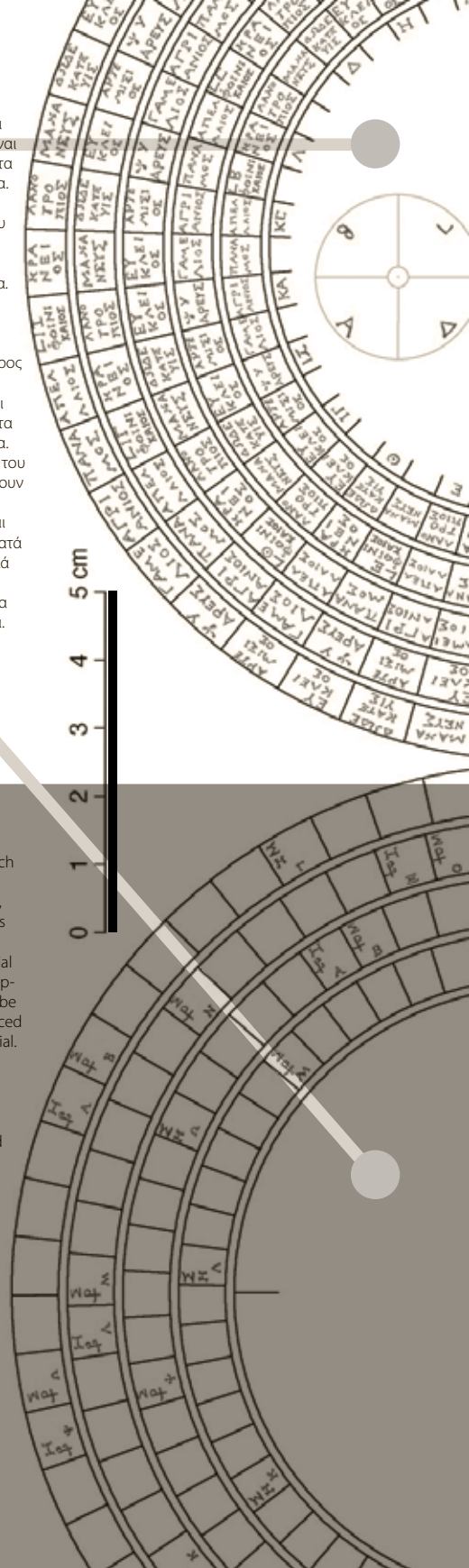
ΠΑΡΑΠΗΓΜΑ
Ανατολές και δύσεις αστερισμών.
PARAREGMA
Risings & settings of important stars.

Back view
Front view

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 διατρέχει 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. 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 διατρέχει έναν κύκλο διηρημένο στα τρία. Πρόκειται για τον κύκλο του Ώξελλιγμού, 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.

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.

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. 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.



Αρχαίοι αστρονομικοί κύκλοι

Κύκλος του Μέτωνος 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 Μέωνα, ο Ίωνας αστρονόμος Κάλλιππος βελτίωσε ακόμα περισσότερο τη σύμπτωση μεταξύ των κύκλων του Ήλιου και της Σελήνης παρατηρώντας ότι 4 Μετωνικές περιόδους, $4 \times 19 = 76$ έτη, αλλά μείον μία ημέρα, συνέπιπταν ακόμα καλύτερα με την ανάλογη περίοδο των σεληνιακών μηνών.

Κύκλοι του Σάρου και του Εξελιγμού

Οι Βαβυλώνιοι είχαν παρατηρήσει ότι κάθε 223 σεληνιακούς μήνες (6.586 μέρες και ένα τρίτο ημέρας, δηλαδή κάθε 18 έτη) επαναλαμβάνονται οι εκλείψεις του Ήλιου και της Σελήνης, αλλά όχι ακριβώς με τις ίδιες συντεταγμένες. Αυτό το χρονικό διάστημα δεν περιέχει ακέραιο αριθμό ημερών, γεγονός που έχει ως συνέπεια τη μετατόπιση της επαναλαμβανόμενης έκλειψης κατά 8 ώρες, ή 120 μοίρες στο γεωγραφικό μήκος της Γης. Οι αρχαίοι αστρονόμοι είχαν παρατηρήσει ότι το τριπλάσιο χρονικό διάστημα, δηλαδή 669 σεληνιακοί μήνες, περιείχε ακέραιο αριθμό ημερών, και ονόμασαν αυτόν τον κύκλο «Εξελιγμό». Ο κύκλος του Σάρου είχε ονομαστεί «περιοδικός χρόνος» από τον Πτολεμαίο, αλλά το 1691 ο Έντμουντ Χάλλεϋ καθιέρωσε τον όρο «Σάρος», μια εξελληνισμένη βαβυλωνιακή λέξη η οποία είχε πιθανώς χρησιμοποιηθεί λανθασμένα για να υποδεικνύει χρονική περίοδο.

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 BCE. Even today, the variable date of Easter, which depends on the phases of the Moon, is calculated using the Metonic Cycle.

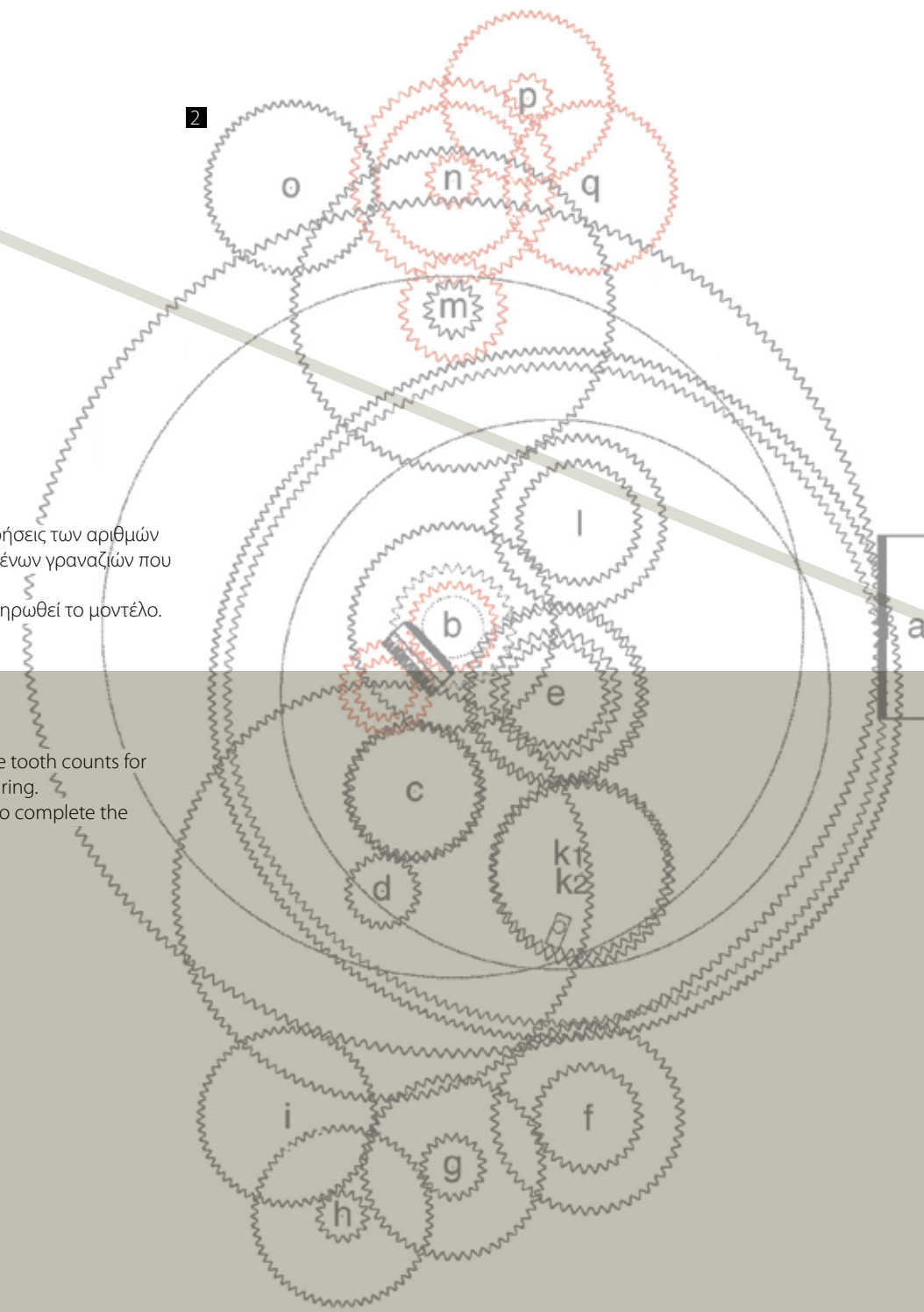
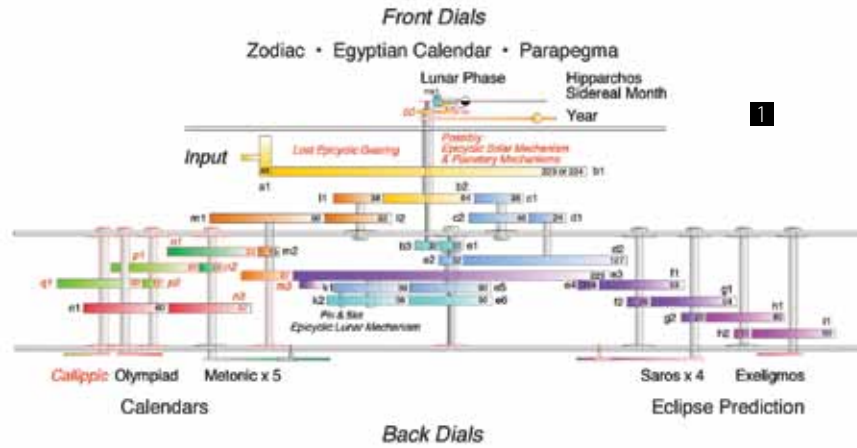
The Callippic Cycle

About a century after Meton, the Ionian astronomer Callippus improved the cycle by observing that four Metonic periods (4 times 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 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. 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.





1. 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.
2. Τα γρανάζια. Τα μαύρα διακρίνονται στις ακτινογραφίες, τα κόκκινα είναι υποθετικά για να συμπληρωθεί το μοντέλο.

1. 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.
2. The gearing. Gears in black are seen in the X-ray evidence; gears in red are conjectured in order to complete the model.

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.

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

Όμως η πλέον αξιοπρόσεκτη δυνατότητα του Μηχανισμού των Αντικυθήρων είναι η παρουσίαση της μεταβλητής κίνησης της Σελήνης, η οποία επιτυγχάνεται μέσω ενός εκπληκτικού επικυκλικού συστήματος οδοντωτών τροχών.

6

6 | How does it work?

Turning a crank handle moves simultaneously all the 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), corresponding information can be read about the astronomical bodies on the other dials. Alternatively, the user can select an astronomical event and then see the date when it will occur (or has occurred in the past).

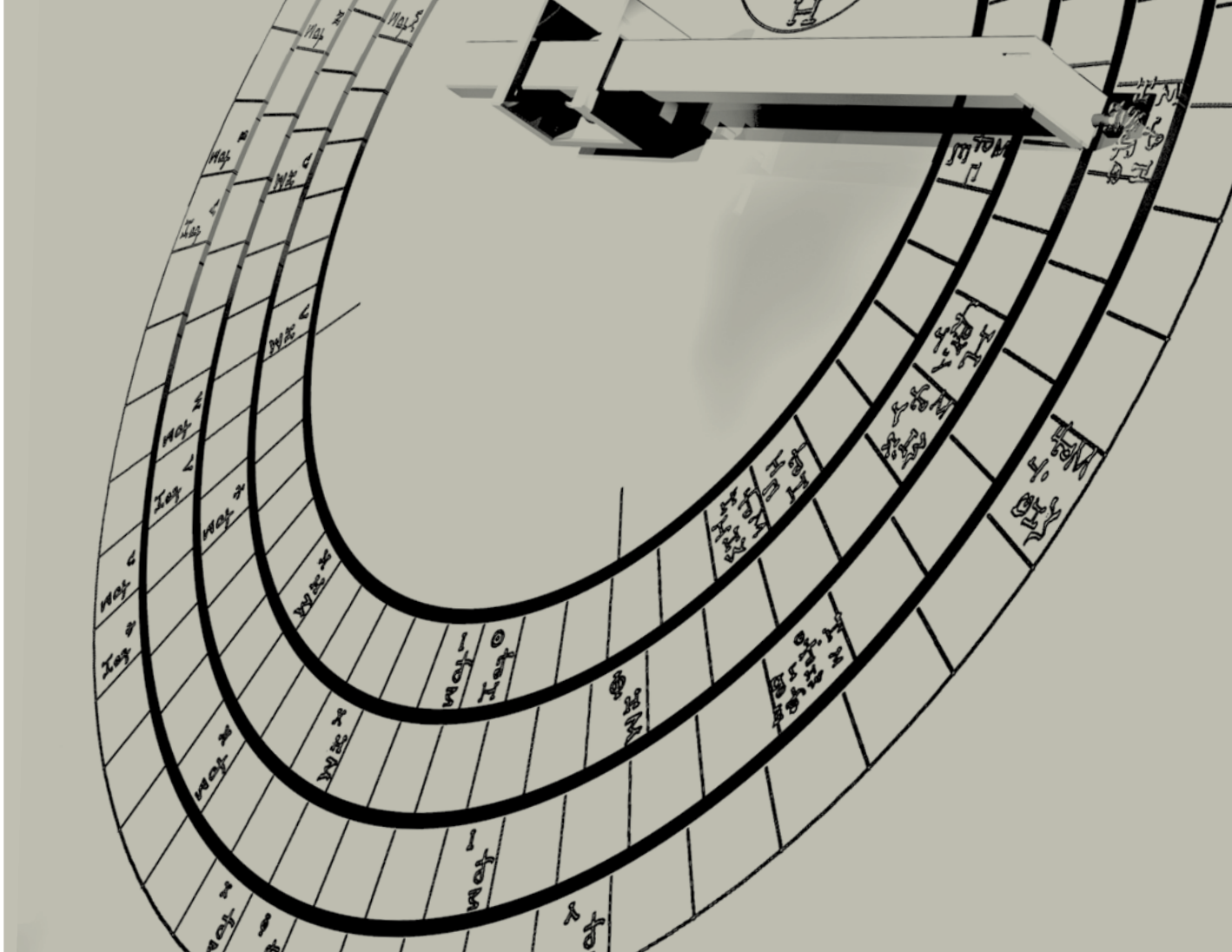
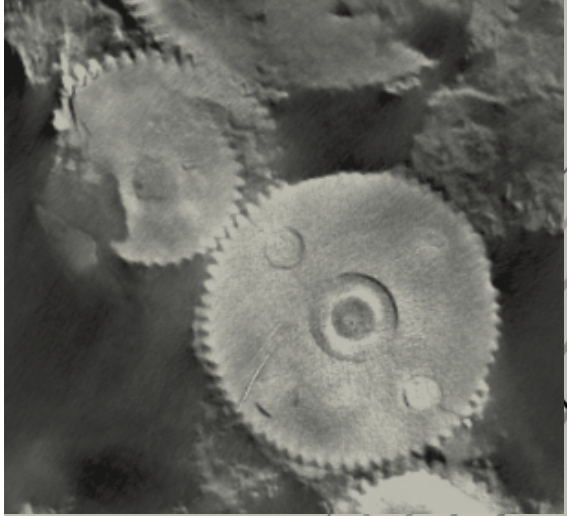
For instance, the user can directly check the correspondence between the solar and the lunar calendar, the position and phase of the moon, and the eclipses that may occur for a given day of the selected month. But the most remarkable ability of the Antikythera Mechanism is to show the variable motion of the Moon, realized through an extraordinary epicyclic gear train.

25

TWENTY FIVE

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 γραναζιών του Μηχανισμού είναι αποτέλεσμα υπολογισμών με αφετηρία τις περιόδους του Μέτωνος και του Σάρου, καθώς και της θεωρίας για τη φαινομενικά μεταβαλλόμενη κίνηση 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, δηλ. της «εξόδου», είναι αντίθετη από τη φορά του πρώτου, δηλ. της «εισόδου»). Ο αριθμός 38 εμπεριέχει τον πρώτο αριθμό 19, δηλαδή το πλήθος των ετών στον κύκλο του Μέτωνος,

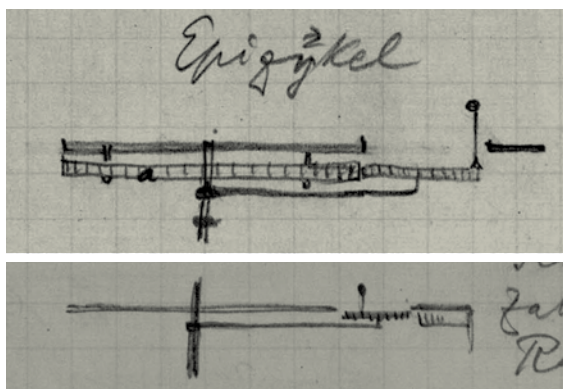


If a 100-teeth gear meshes with a 50-teeth gear, the second will rotate with half the period, twice as fast: when the larger gear has revolved once, the smaller has revolved twice in the opposite direction. With the appropriate combination of gears, ratios can be multiplied and divided in order to calculate the astronomical periods. The number of gear teeth of the Mechanism is the result of calculations deriving from the Metonic and Saros periods, as well of the theory for the apparent variable motion of the Moon.

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 και οι ίδιοι είναι τοποθετημένοι σε γρανάζια. Επρόκειτο για ένα σημαντικό βήμα στην ιστορία της τεχνολογίας. Τα επικυκλικά γρανάζια δίνουν τη δυνατότητα πρόσθεσης και αφαίρεσης λόγων περιστροφής, και όχι μόνο πολλαπλασιασμού και διαίρεσης. Το επόμενο γνωστό παράδειγμα επικυκλικών γραναζιών στην τεχνολογία της Δύσης εμφανίζεται δεκαέξι αιώνες αργότερα.



Το γρανάζι «εισόδου» 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.



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 Μέτωνος 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 η ακριβής ημέρα της έκλειψης πρέπει να διαβαστεί από τους εμπρόσθιους δείκτες, ως εξής: με μικρές πλέον μετακινήσεις, ο χρήστης τοποθετεί τον δείκτη του Ηλίου είτε παράλληλα προς τον δείκτη της Σελήνης, εφόσον πρόκειται για έκλειψη Ηλίου, είτε εκ διαμέτρου αντίθετα, στην περίπτωση έκλειψης Σελήνης. Η ημέρα τότε μπορεί να διαβαστεί από μία κλίμακα πάνω στον μηχανισμό των φάσεων της Σελήνης, της οποίας η ύπαρξη πιθανολογείται.

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.

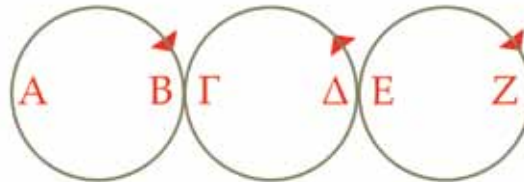
The input gear of two epicyclic gears has a pin on it, which slides in a slot on the output gear. The two gears rotate on slightly different axles, separated by a distance of about 1 mm. The result is a variation from slower to faster (and vice versa) of the rotation speed of output gear, while the input 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.

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.

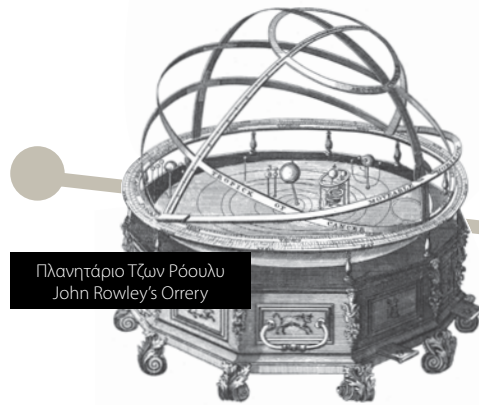
To find an eclipse prediction on the Saros Dial, the user will turn the crank handle until the upper pointer moves to the desired year and month on the Metonic calendar. The Saros pointer will then show whether a possible eclipse is predicted in that month. On the inscription the user can then read the 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 of the lunar month was probably then read from a scale attached to the lunar phase mechanism that has now disappeared.

Πώς φτάσαμε στα «γρανάζια»

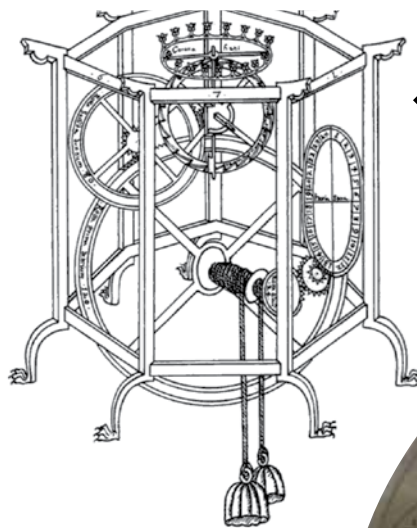
Είναι εξαιρετική η περιγραφή την οποία δίνει ο ψευδο-Αριστοτέλης (περ. 270 π.Χ.) στα *Μηχανικά* (§848a), για τη μετάδοση κινήσεως μέσω χάλκινων ή σιδηρών μικρών δίσκων που εφάπτονται μεταξύ τους. Ουσιαστικώς, το σχετικό χωρίο εξηγεί λεπτομερώς πώς, όταν κινήσουμε έναν κύκλο, τότε διάφοροι άλλοι εφάπτομενοι 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 ήταν μεγάλες και ξύλινες – και πάντως δεν «εφάπτονταν» η μία 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 τροχίσκων τριβή κάνοντάς τους πιο «αδρούς» μέσω πολύ μικρών οδοντώσεων – δηλαδή εφευρίσκοντας την αρχή των οδοντωτών τροχών (τα «γρανάζια»).



Αριστοτέλους Ελάσσονα Μηχανικά (Aristoteles Méchaniká)
 (...) ἀπὸ μίας κινήσεως πολλοὺς ὑπεναντίους ἄμα κινεῖσθαι κύκλους (...) εἰ γὰρ εἴη τοῦ ΑΒ κύκλου ἀπόμενος ἕτερος κύκλος ἐφ' οὗ ΓΔ, τοῦ κύκλου τοῦ ἐφ' οὗ ΑΒ κινουμένης τῆς διαμέτρου εἰς τοῦμπροσθεν, κινήθησεται ἡ ΓΔ εἰς τοῦπασθεν (...) καὶ πάλιν αὐτὸς τὸν ἐφεξῆς, ἐφ' οὗ ΕΖ, εἰς τοῦναντίον αὐτῷ κινήσει διὰ τὴν αὐτὴν αἰτίαν



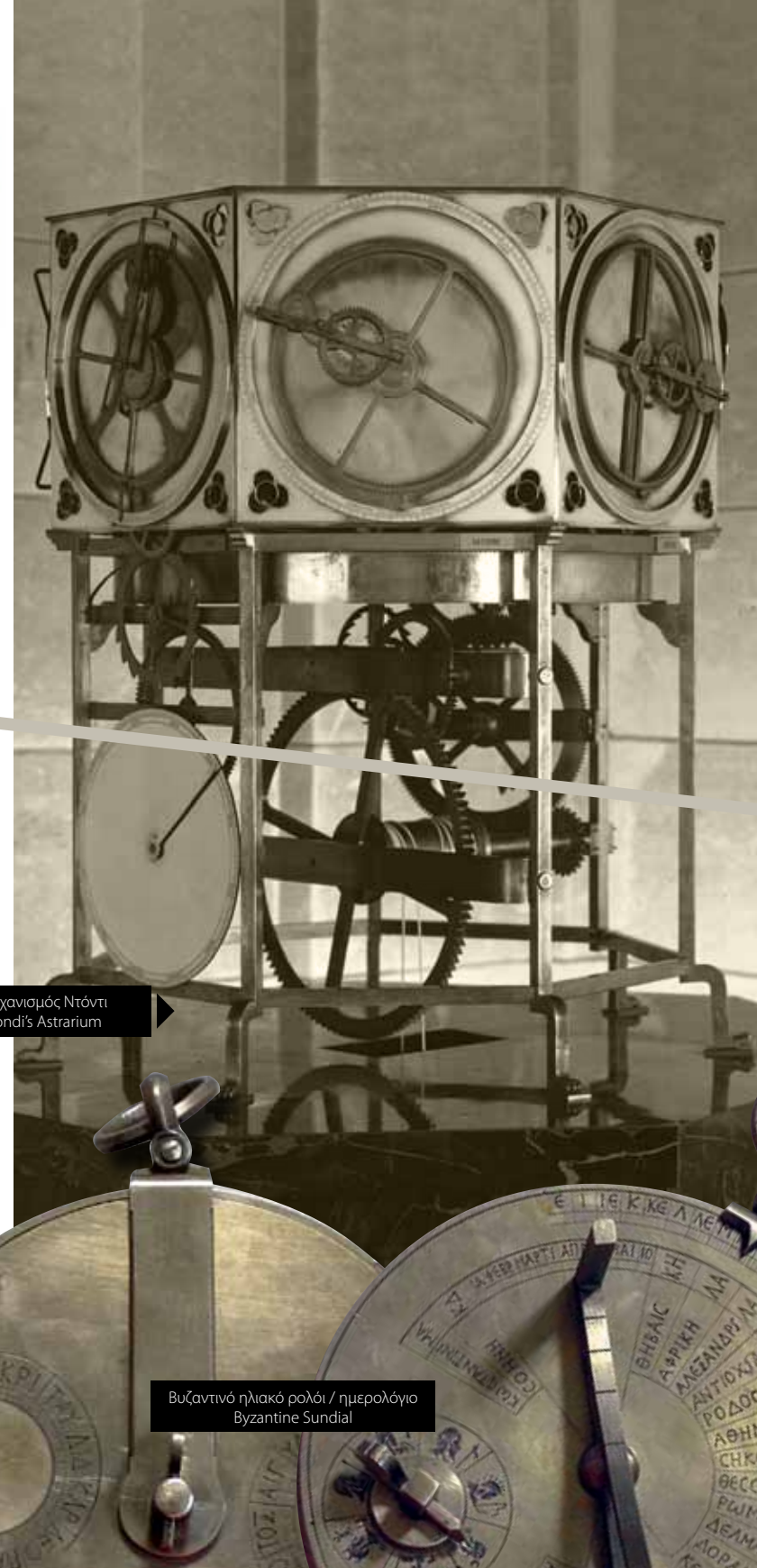
Πλανητάριο Τζων Ρόουλυ
 John Rowley's Orrery



Μηχανισμός Ντόντι
 Dondi's Astrarium

The way to the gears

Pseudo-Aristoteles (ca 270 BCE) offers in *Méchaniká* (§848a) a remarkable description regarding motion-transmission by means of several small bronze or iron discs tangent to each other. Essentially, this passage explains in detail how, when one disc is set in motion, several other discs being in touch with each other (ἀπόμενοι) are set in motion opposingly. As a mechanism, this cannot be a pulley block (πολύσπαστον): first because pulleys at that time were made of wood, second because normally they were not in touch with each other, and third because the author is referring to a small device (ὄργανον) containing many "little wheels" (τροχίσκους), in which the initial cause of motion is hidden (κρύπτοντες την αρχήν). This concept of "friction gears" (τροχοί τριβής) is a fundamental piece of knowledge of the Greeks in the first half of the 3rd century BCE. It is easy to increase friction by making the perimeters rougher—and an "indentation" is the best way to produce roughness. From this it is a very short step to making a device with toothed gears.



Βυζαντινό ηλιακό ρολόι / ημερολόγιο
 Byzantine Sundial

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 πολλοί ανάλογοι μηχανισμοί στην αρχαιότητα, οι οποίοι όμως δεν σώθηκαν επειδή το υλικό τους ανακυκλώνονταν 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. 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.

Ο επόμενος γνωστός περίπλοκος αστρονομικός μηχανισμός με γρανάζια είναι το πλανητάριο (astrarium) του Τζοβάνι 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

29

TWENTY
NINE

7 | *Is the Mechanism unique?*

References to similar mechanisms are found in many ancient texts, but none matches exactly our knowledge of this specific device. It is almost certain that many similar mechanisms were constructed 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 was built, e.g. the second half of the 2nd century BCE. After the Mechanism was 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 of planetaria. It should be mentioned that Heron's terminology matches pretty closely some of the terms encountered in the "user manual" of the Mechanism.

After the Antikythera Mechanism, the next known complex geared astronomical device is the Giovanni de Dondi's planetarium (astrarium). Later in Western Europe more and more precise planetaria were built, both for astronomical use and to enhance the prestige of their owners. Despite the lack of evidence, it is considered that this tradition was saved by anonymous artisans, as seen in similar cases.



Οι επίκυκλοι

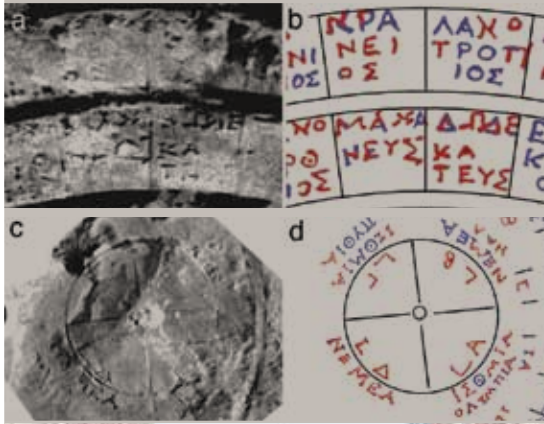
Ο Εύδοξος ήταν ο πρώτος ο οποίος προσπάθησε να λύσει το πρόβλημα που έθεσε ο Πλάτων: να εξηγηθούν οι κινήσεις των ουράνιων σωμάτων με ομαλές κυκλικές κινήσεις. Ο Απολλώνιος εισήγαγε τη λύση του επίκυκλου: το κέντρο κάθε πλανήτη είναι ένα σημείο ενός κύκλου, ο οποίος ονομάζεται επίκυκλος. Το κέντρο του επίκυκλου είναι ένα σημείο ενός άλλου κύκλου, του φέροντα, που έχει ως κέντρο το κέντρο του σύμπαντος, δηλαδή της Γης. Ο Ίππαρχος συνέβαλε στον προσδιορισμό των αστρονομικών παραμέτρων. Έτσι έγινε δυνατή η κατασκευή ενός μηχανικού μοντέλου του σύμπαντος, καθώς φέροντες και επίκυκλοι μπορούσαν να απεικονιστούν σε μικρογραφία με γρανάζια. Ο Πτολεμαίος, βασιζόμενος στη γνώση των προγενέστερων Ελλήνων αστρονόμων, κατασκεύασε ένα σύστημα το οποίο προέβλεπε με καταπληκτική ακρίβεια τις κινήσεις όλων των γνωστών τότε ουράνιων σωμάτων. Για να το καταφέρει αυτό χωρίς να προδώσει την αρχή του Πλάτωνα, εισήγαγε και άλλους κύκλους στην κίνηση των πλανητών καθώς και φέροντες των οποίων το κέντρο δεν συνέπιπτε με αυτό της Γης. Το σύστημα του Πτολεμαίου, το οποίο αναπτύσσει στη *Μαθηματική σύνταξη* (Αλμαγέστη), επέζησε, με διάφορες προσθήκες και διορθώσεις, ως τον 17ο αιώνα. Ένα άλλο βιβλίο του Πτολεμαίου, οι *Υποθέσεις των πλανημένων*, είναι μια μηχανική αναπαράσταση του σύμπαντος, η οποία μπορούσε να αποτελείσει μοντέλο μηχανικών πλανηταρίων, πιο πολύπλοκων και προηγμένων από τον μηχανισμό των Αντικυθήρων.

The epicycles

Eudoxus was the first astronomer to try to solve Plato's problem: explain the movements of the celestial bodies by uniform circular movements. It was probably Apollonius who introduced the solution of the epicycle: 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. Hipparchus highly contributed to the measure of the celestial parameters. 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 *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.

ΑΡΧΑΙΟΙ ΑΣΤΡΟΝΟΜΟΙ | ANCIENT ASTRONOMERS

Εύδοξος: 408-355 Eudoxus
 Ηρακλείδης: 385-315 Herakleides
 Κάλπιππος: 370-310 Callippos
 Αρχιμήδης: 287-212 Archimedes
 Άρατος: 276? Aratus
 Απολλώνιος: 262-190 Apollonius
 Ίππαρχος: 190-120 Hipparchus
 Ποσειδώνιος: 135-51 Poseidonios
 Ηιεράρχης: 79? Hierarchus
 ΝΑΥΑΓΙΟ ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΩΝ: 85-60 ANTIKYTHERA WRECK
 Γέμινος: 55? Geminos
 Μανίλιος: 10-20 Manilius
 Πτολεμαίος: 85-165 Ptolemy



Οι μήνες του Μετωνικού ημερολογίου (a, b)

Τα ονόματα και η διαδοχή των δώδεκα μηνών στα ημερολόγια των αρχαίων ελληνικών πόλεων δεν ήταν παντού τα ίδια. Οι διαφοροποιήσεις και οι αμοιότητες τους αντανακλούν μεταξύ άλλων και τις διάφορες σχέσεις ανάμεσα στις πόλεις, όπως, για παράδειγμα, τη σχέση μητρόπολης και αποικιών. Το «κορινθιακού τύπου» Μετωνικό ημερολόγιο του Μηχανισμού των Αντικυθήρων είναι συγγενές με το ημερολόγιο του Ταυρομενίου (σημερινή Ταορμίνια στην Κάτω Ιταλία): επτά από τους δώδεκα μήνες του ταυτίζονται ως προς το όνομα και τη σειρά με το ημερολόγιο του Ταυρομενίου, που πιθανώς ταυτιζόταν με το ημερολόγιο των Συρακουσών.

Ο δείκτης της Ολυμπιάδας (c, d)

Στο εσωτερικό της σπείρας του Μετωνικού ημερολογίου περιστρεφόταν και ένας μικρότερος δείκτης, με περίοδο τεσσάρων ετών, της Ολυμπιάδας. Ο τομογράφος αποκάλυψε τα ονόματα πέντε Πανελληνίων αγώνων: τα Νέμεα, τα Ίσθμια, τα Ολύμπια και τα Πύθια, αλλά και τα Νάα ή Νάια, στη Δωδώνη.

Months in the Metonic calendar (a, b)

The names and sequence of the twelve months used in calendars in ancient Greek cities were very variable between different cities. Variations and similarities from city to city often reflect such factors as the relation between metropolis and colony. The Metonic calendar of the Antikythera Mechanism is of Corinthian origin and is related to the calendar of the Corinthian colony of Tauromenion (now Taormina in Sicily): seven of its twelve months match both in name and sequence those of the Tauromenion calendar, which was probably similar to that of Syracuse.

The Olympiad Dial (c, d)

A smaller pointer was revolving in the inner surface of the Metonic spiral, with a period of four years, the Olympiad. The CT scanner revealed the names of five Panhellenic games: the Nemea, the Isthmia in Corinth, the Olympia and the Pythia in Delphi, but also the Naa or Naia in Dodona.



Ναυάγιο Αντικυθήρων (Antikythera shipwreck)

Κρήτη
Crete

Πότε, από ποιον και πού κατασκευάστηκε ο Μηχανισμός;

Εκτιμάται ότι ο Μηχανισμός κατασκευάστηκε κατά το δεύτερο μισό του 2ου αιώνα π.Χ. Προϋπήρχε η παράδοση του Αρχιμήδη και της «σφαιροποιίας». Από τον Απολλώνιο, τον Ήππαρχο και τους σύγχρονούς τους αστρονόμους είχαν ήδη προσδιοριστεί με αρκετή ακρίβεια οι αστρονομικές σταθερές ούτως ώστε να ήταν δυνατή η κατασκευή μηχανισμού αναπαράστασης της κίνησης των «πλανωμένων αστέρων», 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 Ήππαρχος 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 ουράνιων 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 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.

8

31

THIRTY
ONE

8 | *Where, when and by who?*

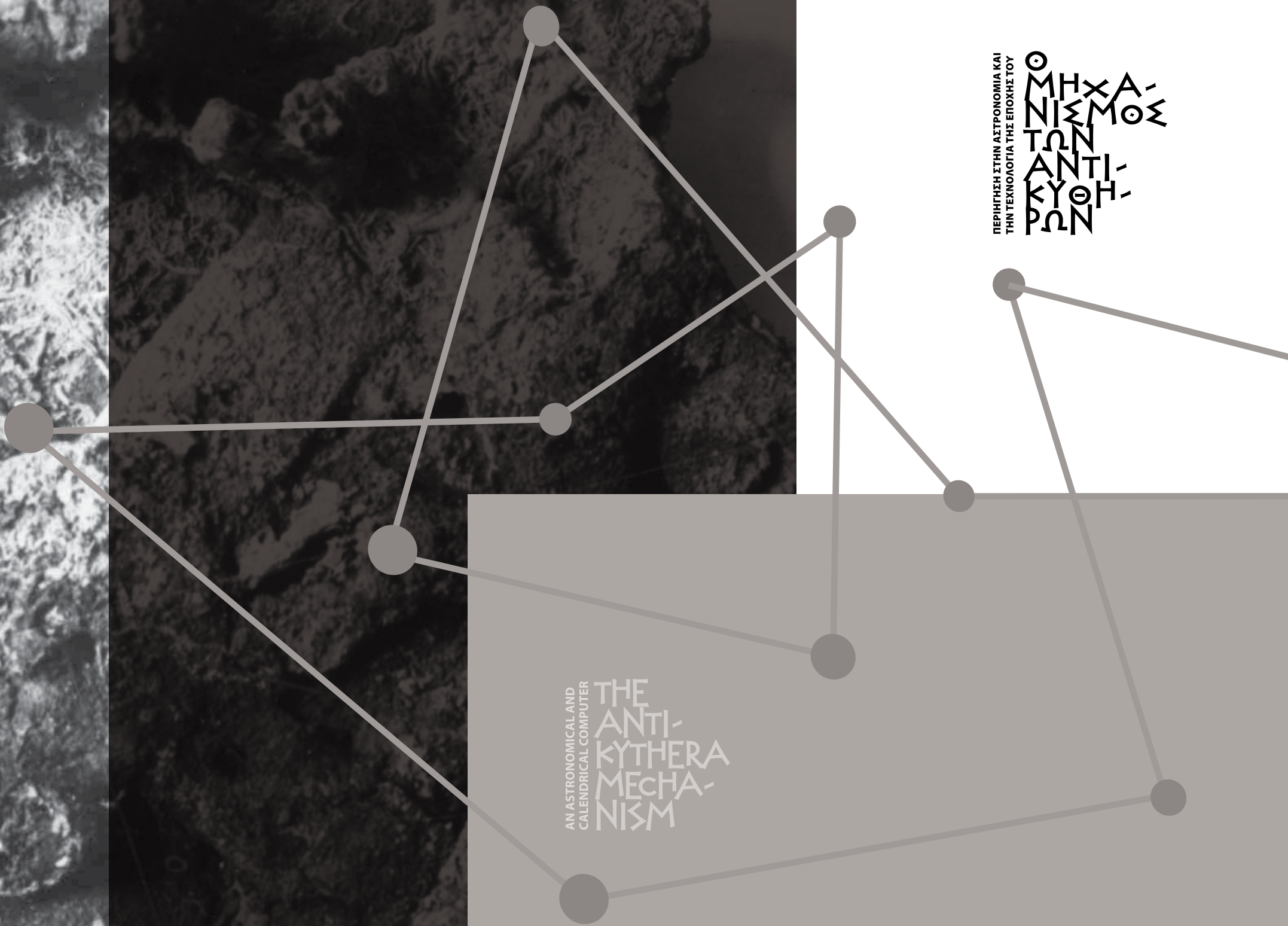
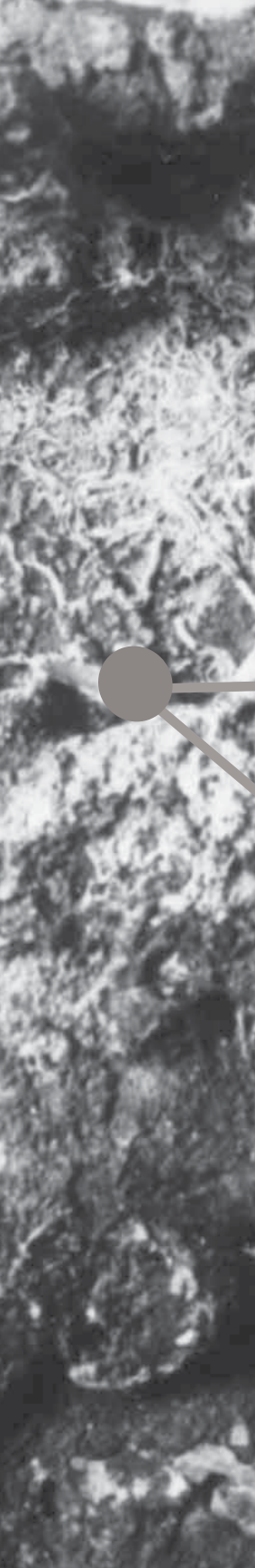
It is thought that the Mechanism was probably built during the second half of the 2nd century BCE, as part of the tradition of "Sphairopoia" (sphere making), possibly originated by Archimedes. Starting with Apollonios of Perga (3rd - 2nd Century BCE), Hipparchos of Nicaea (2nd Century BCE) and their contemporaries, astronomical theory had progressed far enough to make it possible to design a mechanism representing the movement of the "wanderer stars" (the planets) and the variable motion of the Moon (the first anomaly).

The cosmological model that prevailed during this period, which was probably unknown during Archimedes' time, was a system of circles and epicycles on which the planets moved, with a similar epicyclic theory for the Moon. The latest research has shown that this theory of the Moon is embodied in the gears of the Antikythera Mechanism. It is conjectured that the Mechanism might also have included epicyclic models for the planets.

Poseidonios from Rhodes had been considered as a possible designer of the Mechanism. Both Hipparchos and Poseidonios were active in Rhodes and this pointed to Rhodes as a possible place for the birth of the Mechanism. Much of the cargo of the Antikythera ship also points to the same region. But the latest research on the Metonic calendar and the month names has uncovered a possible different origin, pointing to Corinth itself or to one of its colonies in the Western Hellenic world, either in northwestern Greece or Sicily. One intriguing possibility—for which there is as yet no proof—is that the Mechanism might have been made in Syracuse in a tradition originating with Archimedes, 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 cosmopolitanism from Western Mediterranean to Babylon was the ideal area for having an object like the Mechanism use scientific data and astronomical uses with terminology from all over the Mediterranean.

The recent research on the Mechanism has answered many questions regarding its functions, but has also created new ones related to its origins. Nevertheless, historians of science and technology now have a rich set of data in order to further explore the functions of the Mechanism, its purpose and its integration into the context of the astronomy and technology of the ancient world.



ΠΕΡΙΓΨΗ ΣΤΗΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ
ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΠΟΧΗΣ ΤΟΥ
ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ
ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΥΘΕΡΑ
ΡΩΝ

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