

13ο ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΜΑΘΗΜΑ: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ (PROJECT)
ΣΧΟΛΙΚΟ ΕΤΟΣ: 2015-2016



***Αρχαία ελληνική επιστήμη και τεχνολογία
Παρουσίαση του μηχανισμού των Αντικυθήρων***

Μαθητές:
Μιχαλός Παναγιώτης
Μπατσικούρα Ηλιάνα
Μπούνταλης Αλέξανδρος
Παναγιωτοπούλου Αργυρώ
Παπαδοπούλου Φραντσέσκα

Υπεύθυνος καθηγητής: κος Γιαννακόπουλος

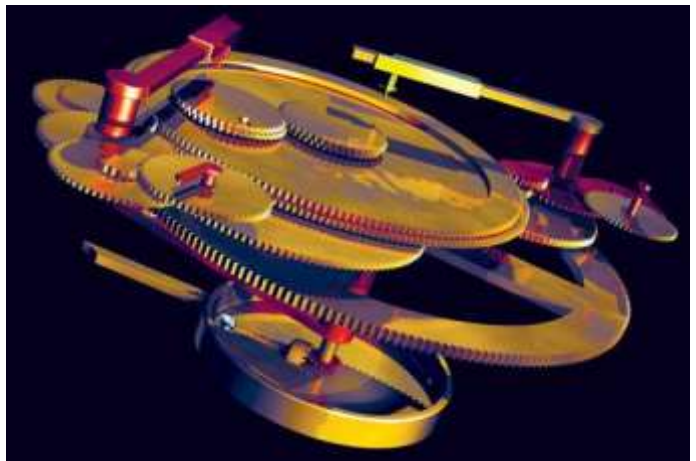
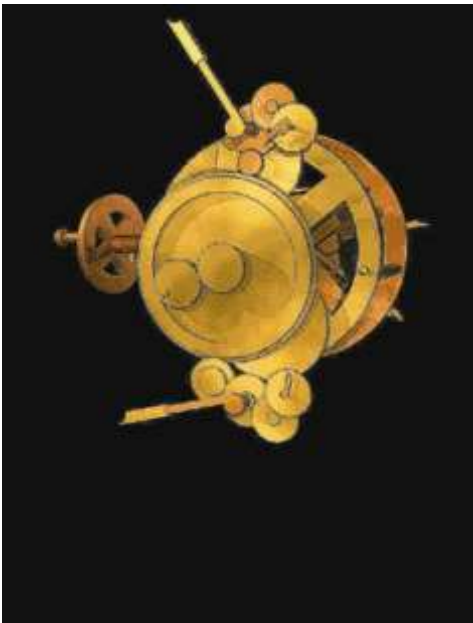
ΑΘΗΝΑ, ΜΑΙΟΣ 2016

Περιεχόμενα

Τι είναι ο μηχανισμός των Αντικυθήρων;	Σελ.3
Η ανακάλυψη	Σελ.4
Εφεύρεση του μηχανισμού	Σελ.5
Η ανακάλυψη ενός αρχαιολόγου για τον Ίππαρχο	Σελ.6
Εξέλιξη	Σελ.8
Προσπάθειες ανακατασκευής	Σελ.8
Derek Price	Σελ.9
Ακρίβεια	Σελ.11
Το χρονικό της ανακάλυψης	Σελ.12
Λογισμικό: DNA και NASA	Σελ.13
Μηχανισμός Αντικυθήρων: το πρώτο GPS	Σελ.14
Η λειτουργία του ως πλοηγός	Σελ.14
Νεότερες εξελίξεις-πρόσφατες έρευνες	Σελ.14
Πηγές	Σελ.16

Τι είναι ο μηχανισμός των Αντικυθήρων;

Ο μηχανισμός των Αντικυθήρων γνωστός κι ως αστρολάβος των Αντικυθήρων είναι ο πρώτος γνωστός αναλογικός μηχανικός υπολογιστής που χρησιμοποιήθηκε ως μετρικό όργανο αστρονομικών παρατηρήσεων. Κατασκευάστηκε περίπου πριν από 2000 χρόνια και χρησιμοποιήθηκε από τους αρχαίους για τον ακριβή υπολογισμό της θέσης του Ήλιου, της Σελήνης κι άλλων πλανητών στον ουρανό. Επρόκειτο για ένα θαυμάσιο τεχνολογικό εύρημα των αρχαίων Ελλήνων καθώς υπολόγιζε τις φάσεις της Σελήνης, προέβλεπε εκλείψεις και προσδιόριζε την ημερομηνία τέλεσης των αρχαίων Στεφανιτών αγώνων.



Η ανακάλυψη

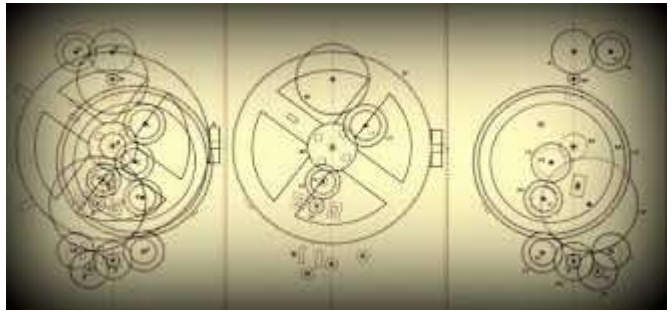
Πριν από 100 χρόνια μια ομάδα δυτών ανακάλυψε τυχαία ένα από τα μεγαλύτερα ναυάγια στον πυθμένα της θάλασσας ανοικτά του ελληνικού νησιού Αντικύθηρα, μεταξύ των Κυθήρων και της Κρήτης. Η ιστορία ανακάλυψης είναι εντυπωσιακή. Παραμονή του Πάσχα του 1900 δύο σφουγγαράδικα της Σύμης που έρχονταν από την Αφρική αναγκάστηκαν να αγκυροβολήσουν στα Αντικύθηρα λόγω σφοδρής θαλασσοταραχής. Το ένα από τα καΐκια ξεμύτισε μέχρι τον διπλανό κάβο, τη Βλυχάδα και σε 25 μέτρα από την ακτή κατέβασε με σκάφανδρο δύτες, τον Ηλία Λυκοπάντη στις 35 οργιές να βγάλει θαλασσινά για τη νηστεία της Μεγάλης Εβδομάδας. Ωστόσο το εγχείρημα αυτό οδήγησε στην ανακάλυψη ενός βουλιαγμένου πλοίου φορτωμένου αγάλματα, μαρμάρινα και χάλκινα και πλήθος άλλα αντικείμενα, διάσπαρτα σε μια έκταση 55 μέτρων, καλυμμένα από λάσπη. Αποφάνθηκαν ότι επρόκειτο για ναυάγιο αρχαίου



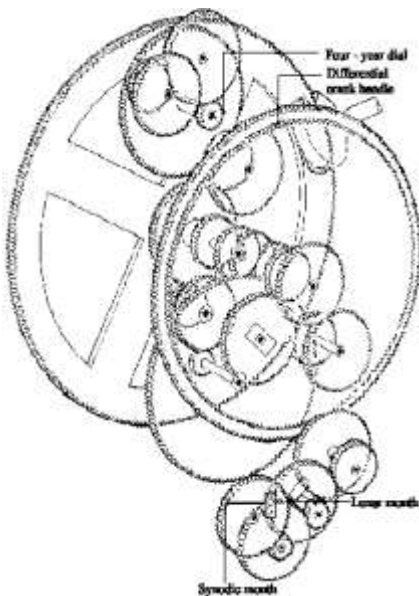
ελληνικού πλοίου του 1ου αι. π.Χ. που μετέφερε έργα τέχνης στη Ρώμη, ανάμεσα στα οποία ήταν και ο περίφημος «Έφηβος των Αντικυθήρων», του 340 π.Χ., από τα ελάχιστα χάλκινα αγάλματα που έχουν βρεθεί ως σήμερα. Εικάζεται πως απεικονίζει τον Περσέα, τον Πάρη ή κάποιον ανώνυμο αθλητή. Λίγους μόλις μήνες αργότερα η Αρχαιολογική υπηρεσία ξεκίνησε μια σειρά συστηματικών ενάλιων ανασκαφών οι οποίες μεταξύ άλλων έφεραν στο φως έναν διαβρωμένο μπρούντζινο μηχανισμό ο οποίος αργότερα ονομάστηκε μηχανισμός των Αντικυθήρων.

Εφεύρεση του μηχανισμού

Το μηχανήμα των Αντικυθήρων ή, όπως επικράτησε να λέγεται, ο «υπολογιστής των Αντικυθήρων», αποτελεί έναν πρωτοποριακό μηχανισμό, μια πραγματικά επαναστατική ανακάλυψη στον τομέα της μηχανικής για την εποχή του —80 π.Χ. περίπου—, του οποίου ο εφευρέτης μας είναι ουσιαστικά άγνωστος. Πιθανολογούμε ότι είναι ο Αρχιμήδης, αλλά κι



αυτό δεν είναι απόλυτα σίγουρο, αφού διαθέτουμε μόνο σχετικές ενδείξεις. Όπως αναφέρει ο καθηγητής του Πανεπιστημίου του Γέηλ Ντέρεκ ντε Σόλα Πράις (Derek De Solla Price), φυσικός και ιστορικός της επιστήμης που παρακολούθησε τη μελέτη του μηχανισμού : «...Το πιο πιθανό είναι να πρόκειται για κάποιον ανώνυμο μηχανικό από τη Ρόδο και όχι για τον Αρχιμήδη, στον οποίο εξάλλου θα έπρεπε να αποδοθεί όχι μόνο η εφεύρεση περίπλοκων συστημάτων οδοντωτών τροχών και η εφαρμογή τους σε αστρονομικούς ωρολογιακούς μηχανισμούς, αλλά και το επόμενο τεράστιο βήμα που συνεπάγεται η εφεύρεση του διαφορικού γραναζιού... Αλλ' ακόμα κι έτσι, έχουμε πολλούς υποψήφιους για την πατρότητα του μηχανήματος των Αντικυθήρων, όπως τον Ανδρόνικο τον Κυρρήστη που έφτιαξε τον Πύργο των Ανέμων κι ένα από τα πιο περίπλοκα αστρονομικά ηλιακά ωρολόγια στη νήσο Τήνο, τον ίδιο τον Ποσειδώνιο, του οποίου παρεμφερείς εργασίες αναφέρει ο Κικέρων, τον Γέμινο, του οποίου η θεωρία των ηλιοσεληνιακών κύκλων και το ημερολογιακό παράπηγμα στην Εισαγωγή είναι τα κείμενα που περισσότερο θυμίζουν τις επιγραφές πάνω στο μηχανήμα, και ίσως και άλλους πολλούς από αυτή την περίοδο. Μάλιστα, γνωρίζουμε και μια μυστηριώδη και ελλιπή επιγραφή, που ανακαλύφθηκε στο Κεσκιντό της Ρόδου, κοντά στη Λίνδο, που φαίνεται να περιλαμβάνει τις αριθμητικές παραμέτρους ενός πλήρους πλανητικού συστήματος...»



Συνεπώς, ο μηχανισμός αποτελεί τον κρίκο μιας προηγμένης μηχανικής παράδοσης, που άρχισε ασφαλώς πολύ νωρίτερα πριν από τον Αρχιμήδη, πιθανότατα με τον Αρχύτα τον Ταραντίνο, που κατασκεύασε το πρώτο ιπτάμενο αντικείμενο στην ανθρώπινη ιστορία, την περίφημη «περιστέρα» ή «πετομηχανή», και συνεχίστηκε με τους μεγάλους μηχανικούς Κτησίβιο, Ήρωνα, Φίλωνα και άλλους της αλεξανδρινής εποχής. Η παρουσία αυτού του μηχανισμού δίνει αφορμή να υποθέσουμε ότι πρέπει να προϋπήρχε σχετική παράδοση που κορυφώθηκε με την κατασκευή του και που φυσικά συνεχίστηκε. Αν δεν μπορούμε όμως να ανιχνεύσουμε τα πριν από αυτόν μηχανικά επιτεύγματα, έχουμε την τύχη να γνωρίζουμε τους «απογόνους» του υπολογιστή. Σχετικές έρευνες έφεραν στο φως το περίφημο μηχανικό «βυζαντινό ηλιακό ρολόι-ημερολόγιο», κατευθείαν απόγονο του υπολογιστή, που κατασκευάστηκε από Έλληνα μηχανικό —άγνωστο προς το παρόν— στο Βυζάντιο, τον 6 μ.Χ. αιώνα.

Ιστορική καταγωγή

Ο μηχανισμός των Αντικυθήρων αποτελείται από γρανάζια γεγονός που προσέλκυσε το ενδιαφέρον των μελετητών στην έρευνα για την κατασκευή πολύπλοκων μηχανισμών με οδοντωτούς τροχούς κατά την αρχαιότητα. Μία πρώτη αναφορά σε τέτοιους τροχούς υπάρχει σ' ένα απόσπασμα από τα Μηχανικά Προβλήματα, του Αριστοτέλη, χειρόγραφο που γενικά αποδίδεται στην Περιπατητική Σχολή γύρω στα 280 π.Χ., ενώ ο Βιτρούβιος περιγράφει τέτοιους τροχούς σαν εξαρτήματα στο περίφημο ρολόι του Κτησίβιου, έργο της ίδιας εποχής. Ακόμη γνωρίζουμε ότι ο Αρχιμήδης χρησιμοποίησε παρόμοιους τροχούς, γύρω στο 250 π.Χ., για τις πολεμικές μηχανές του. Ουσιαστικά, μόνο στα έργα του μεγάλου αλεξανδρινού μηχανικού Ήρωνα, όπως και στον Βιτρούβιο, γίνεται σαφής αναφορά σε οδοντωτούς τροχούς, δίχως όμως να κατονομάζεται η προέλευση ή η ανακάλυψη τους. Υπάρχουν, παρ' όλ' αυτά, στοιχεία που οδηγούν στον Αρχιμήδη και ίσως και στον Κτησίβιο, που τους θεωρούν πιθανούς εφευρέτες του οδοντωτού τροχού. Η πιο σημαντική μαρτυρία είναι αυτή του Κικέρωνα, που αναφέρει για μια συσκευή που βρισκόταν στην κατοχή του Μάρκου Μαρκέλλου, την οποία είχε φέρει ο παππούς του από τη Σικελία, όταν η τελευταία είχε κυριευθεί από τους Ρωμαίους (212 π.Χ.). Η συσκευή αυτή ήταν ένα πλανητάριο με όλη τη σημασία της λέξης και ο Κικέρων την περιγράφει λεπτομερειακά. Είναι πολύ φανερό η εντύπωση που του προξενεί, όπως και σ' όλους όσους έρχονταν σ' επαφή μαζί της. Από τα στοιχεία που παρέχει γίνεται σαφές ότι υπήρχαν δυο τέτοιες συσκευές που ήταν πολύ γνωστές στον αρχαίο κόσμο: αυτή που περιγράφει και μια δεύτερη που βρισκόταν στο ναό της Αρετής στη Ρώμη. Γράφει λοιπόν ο Κικέρων:62 «Θυμάμαι ένα περιστατικό από τη ζωή του Γαΐου Σουλπίκιου Γάλλου, ενός πολύ μορφωμένου ανθρώπου όπως ξέρετε: μια εποχή που είχε αναφερθεί ένα παρόμοιο φαινόμενο, και ενώ βρισκόταν συμπτωματικά στο σπίτι του Μάρκου Μάρκελλου, του συναδέλφου του στην υπατεία (166 π.Χ.) διέταξε να φέρουν έξω την ουράνια σφαίρα που ο παππούς του Μάρκελλου είχε φέρει από τις Συρακούσες, όταν είχε κυριευθεί η πλούσια και όμορφη αυτή πόλη- ήταν το μοναδικό πράγμα που είχε πάρει για το σπίτι του από τα άφθονα λάφυρα της πόλης. Μολονότι είχε ακούσει ν' αναφέρεται αυτή η σφαίρα πολύ συχνά, εξαιτίας της μεγάλης φήμης του Αρχιμήδη, όταν την αντίκρισα δεν μου προκάλεσε ιδιαίτερο θαυμασμό. Διότι εκείνη η άλλη ουράνια σφαίρα, επίσης κατασκευασμένη από τον Αρχιμήδη, που ο ίδιος ο Μάρκελλος είχε τοποθετήσει στο ναό της Αρετής, είναι πολύ πιο όμορφη και πολύ πιο γνωστή στον κόσμο.

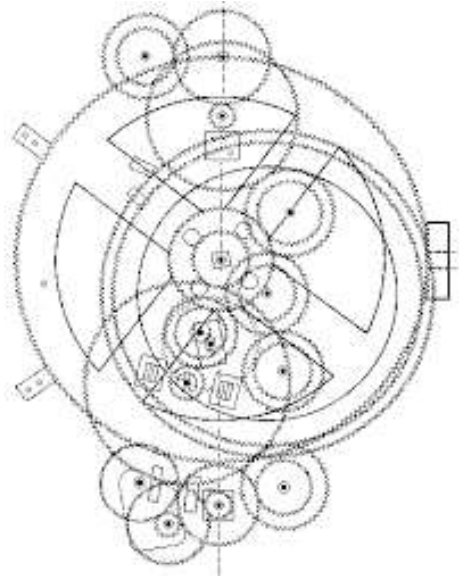


Όταν, όμως, ο Γάλλος άρχισε να εξηγεί σαν ειδήμονας τις λεπτομέρειες της μηχανής, συμπέρανα πως ο περίφημος Σικελός ήταν προικισμένος με πολύ μεγαλύτερη ιδιοφυΐα απ' όση θα μπορούσε να φανταστεί κανείς για έναν άνθρωπο. Διότι ο Γάλλος μας είπε πως το άλλο είδος ουράνιας σφαίρας, που ήταν συμπαγής χωρίς κανένα κενό στο εσωτερικό της, ήταν μια πολύ πρώιμη εφεύρεση που πριν απ' όλους είχε κατασκευάσει ο Θαλής ο Μιλήσιος και που, αργότερα, ο Εύδοξος ο Κνίδιος (μαθητής του Πλάτωνα, όπως λένε), είχε συμπληρώσει σημειώνοντας πάνω της τους αστερισμούς και τ' άστρα που βρίσκονται στον ουρανό. Είπε ακόμα πως, πολλά χρόνια μετά, ο Άρατος δανείστηκε ολόκληρο το σύμπλεγμα και τα σχέδια του Εύδοξου για να δώσει μια έμμετρη περιγραφή, χωρίς να έχει καμιά αστρονομική γνώση, με μόνο το ποιητικό του ταλέντο. Αλλά το καινούριο αυτό είδος σφαίρας, είπε, όπου περιγράφονται οι κινήσεις που κάνει ο Ήλιος και η Σελήνη κι εκείνα τα άλλα πέντε άστρα που λέγονται περιπλανώμενα ή, όπως θα μπορούσαμε να πούμε, πλανήτες, περιλαμβάνει πολύ περισσότερα απ' όσα θα μπορούσε να δείξει η παλιά σφαίρα. Και η εφεύρεση του Αρχιμήδη είναι άξια μεγάλου θαυμασμού, γιατί είχε σκεφτεί έναν τρόπο να αναπαριστάνει ακριβώς αυτές τις ανόμοιες κινήσεις των ουρανίων σωμάτων, με τις διαφορετικές ταχύτητες και ρυθμούς, χρησιμοποιώντας μια μοναδική μηχανή για να περιστρέφει τη σφαίρα. Και όταν ο Γάλλος περιέστρεφε τη σφαίρα, είναι αλήθεια πως η Σελήνη, πάνω στο μπρούντζινο περίβλημα, βρισκόταν πίσω από τον Ήλιο τόσες περιστροφές όσες συμφωνούσαν ακριβώς με τον αριθμό των ημερών κατά τις οποίες πραγματικά βρίσκεται πίσω του και στον ουρανό. Έτσι, η ίδια έκλειψη Ηλίου εμφανιζόταν στη σφαίρα όπως ακριβώς θα συνέβαινε στην πραγματικότητα...»



Η ανακάλυψη ενός αρχαιολόγου για τον Ίππαρχο

Ο κ. Χαράλαμπος Κριτζάς, αρχαιολόγος και πρώην διευθυντής του Επιγραφικού Μουσείου Αθηνών, μελέτησε τα γράμματα που είναι χαραγμένα στον μηχανισμό και απεφάνθη ότι πρέπει να κατασκευάστηκε από το 150 π.Χ. μέχρι το 100 π.Χ. Ήταν η εποχή που στη Ρόδο ζούσε ο πατέρας της Αστρονομίας, ο Ίππαρχος. Ο Ρόδιος αστρονόμος ήταν κορυφαίος διανοητής, και ο πρώτος που είχε υπολογίσει τη διάμετρο της Σελήνης και την κυμαινόμενη απόστασή της από τη Γη. Επιπλέον είχε υπολογίσει τη μεταβλητή γωνιακή ταχύτητα της Σελήνης την οποία αναπαριστά με ακρίβεια ο μηχανισμός. Αυτό πρακτικά σημαίνει πως αν ο Ίππαρχος έφτιαξε τον μηχανισμό, τότε είχε βρει τον δεύτερο νόμο του Κέπλερ, 1.700 χρόνια νωρίτερα.



Γραφική απεικόνιση του μηχανισμού

Εξέλιξη

Όσον αφορά την εξέλιξη του μηχανισμού σαν πρόγονό του μπορούμε να θεωρήσουμε τα ηλιακά ρολόγια. Αρχίζοντας από τα στατικά ηλιακά ρολόγια κατασκευασμένα από πέτρα ή μάρμαρο (είτε σφαιρικά είτε κωνικά) οδηγούμαστε στον προάγγελο του μηχανισμού των Αντικυθήρων που πρόκειται για τα μεταφερόμενα ηλιακά ρολόγια. Όπως ήδη γνωρίζουμε ο μηχανισμός



των Αντικυθήρων είναι ένα

επίτευγμα μεγάλης τεχνολογικής αξίας. Επομένως δεν θα μπορούσε παρά να θεωρηθεί σταθμός για την μετέπειτα εξέλιξη άλλων τομέων τεχνολογίας και πληροφορικής με χαρακτηριστικό το παράδειγμα της ωρολογοποιείας που πρωτοπαρουσιάστηκε και άνθησε στην Ευρώπη μεταξύ 13^{ου} και 14^{ου} αιώνα. Επίσης η μελέτη του μηχανισμού εξυπηρέτησε και άλλες τεχνολογικές εξελίξεις όπως τις υπολογιστικές μηχανές.



Προσπάθειες ανακατασκευής

Μία πρώτη εν μέρει ανακατασκευή του μηχανισμού υλοποιήθηκε στο πανεπιστήμιο του Σύδνεϋ από τον Αυστραλό επιστήμονα Allan George Bromley σε συνεργασία με τον ωρολογοποιό του Σύδνεϋ Frank Percival. Κατά την έρευνα ο Αυστραλός επιστήμονας αντιμετώπισε προβλήματα με την ανάλυση των ακτίνων Χ του Πράις και ζήτησε την επανεξέτασή τους. Αποτέλεσμα αυτών τελικά ο Bromley με την βοήθεια του Μάικλ Ράιτ δημιούργησαν ακριβέστερες ακτινοσκοπήσεις του μηχανισμού με τις οποίες ασχολήθηκε ο μαθητής του Bromley, Bernard Gardner το 1993. Αργότερα, μία νέα προσπάθεια ανακατασκευής του μηχανισμού προσπάθησε να φέρει εις πέρας ο Βρετανός κατασκευαστής μηχανικών πλανηταρίων, John Gleave κατασκεύασε ένα λειτουργικό αντίγραφο μηχανισμού. Η ανάγνωση του εμπρόσθιου τροχού υποδεικνύει την ετήσια πορεία του Ηλίου και της Σελήνης διαμέσου του ζωδιακού κύκλου κατά το Αιγυπτιακό ημερολόγιο, γίνεται γνωστό σύμφωνα με την ανακατασκευή του. Επίσης η ανάγνωση του άνω οπίσθιου τροχού παριστάνει περίοδο τεσσάρων ετών και συσχετίζεται με άλλες ενδείξεις που παριστάνουν τον Μετωνικό κύκλο των 235 συνοδικών μηνών, ο οποίος ισούται με 19 ηλιακά έτη. Συνοδικός μήνας εννοείται η περίοδος που μεσολαβεί ανάμεσα σε δύο νέες σελήνες. Η ανάγνωση του κάτω οπίσθιου τροχού σκιαγραφεί τον κύκλο ενός και μόνου συνοδικού μήνα. Ενώ ένας δευτερεύων τροχός καταγράφει το σεληνιακό έτος των 12 συνοδικών μηνών.



Μια ακόμα απόπειρα ανακατασκευής του μηχανισμού των αντικυθέρων έγινε από τον Μαθηματικό Διονύσιο Κριάρη το 1999. Η προσπάθεια αυτή ήταν βασισμένη πάνω στο μοντέλο του Πράις. Στην συνέχεια ακολούθησε μια ακόμα ανακατασκευή το 2007 με ακόμα περισσότερη λεπτομέρεια καθότι βασιζόταν στα αποτελέσματα των νέων ερευνών από το Πρόγραμμα Έρευνας για τον Μηχανισμό των Την έρευνα συνέχισε ο Έλληνας φυσικός Μάρκος Σκουλάτος ο οποίος ολοκλήρωσε μέσα από διετή έρευνα το δικό του ακριβές λειτουργικό μοντέλο. Το αντίγραφο αυτό σέβεται εντελώς τις διαστάσεις και τις γνωστές λειτουργίες του αρχικού.

Μέσα του ενσωματώνει όλες τις τελευταίες έρευνες όπως τον μηχανισμό "πύρου-σχισμής" για την σελήνη, την ένδειξη των ολυμπιακών αγώνων και τις ακριβείς αναγνώσεις των αρχαίων περιγραφών Αντικυθέρων. Την έρευνα συνέχισε ο Έλληνας φυσικός Μάρκος Σκουλάτος ο οποίος ολοκλήρωσε μέσα από διετή έρευνα το

δικό του ακριβές λειτουργικό μοντέλο. Το αντίγραφο αυτό σέβεται εντελώς τις διαστάσεις και τις γνωστές λειτουργίες του αρχικού. Μέσα του ενσωματώνει όλες τις τελευταίες έρευνες όπως τον μηχανισμό "πύρου-σχισμής" για την σελήνη, την ένδειξη των ολυμπιακών αγώνων και τις ακριβείς αναγνώσεις των αρχαίων περιγραφών



Αναπαράσταση
του
μηχανισμού
των
Αντικυθήρων

Σελήνη

Ήλιος



Μετωνικός κύκλος
235 μήνες

Καλλεπικός κύκλος =
4 Μετωνικοί κύκλοι μείον
μία μέρα

Κύκλος του Σάρου

Κύκλος του Εξέλιγμου =
3 κύκλοι του Σάρου

Derek Price

Μέχρι να εμφανιστεί στο προσκήνιο ο Price, πολλά άλλα δημοσιεύματα είχαν δει το φως, προερχόμενα τόσο από Έλληνες όσο και από ξένους ερευνητές. Η πρώτη επαφή του Price με το μηχανισμό έγινε το 1951, όταν ερευνούσε για διάφορα ιστορικά στοιχεία σχετικά με επιστημονικά όργανα και ιδιαίτερα για αρχαίους αστρολάβους και πλανητάρια. Το 1953 ο Δρ Χρήστος Καρούζος, διευθυντής του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου Αθηνών, του έδωσε μια νέα σειρά φωτογραφιών του μηχανισμού. Με βάση αυτές τις πολύ καθαρές φωτογραφίες ο Price έκανε μια πρώτη αξιόλογη δημοσίευση σε επιστημονικό περιοδικό διεθνούς κύρους. Το καλοκαίρι του 1958 ο Price με επιχορήγηση της Αμερικανικής Φιλοσοφικής Εταιρείας έφτασε στην Αθήνα και με τη βοήθεια του Δρ. Γεώργιου Σταμίρη, ειδικού επιγραφολόγου στο Ινστιτούτο Προχωρημένων Μελετών του Πρίνστον, στο Νιου Τζέρσεϊ, εξέτασε και πάλι το μηχανισμό. Αφού μελετήθηκε ο μηχανισμός και διαβάσθηκαν περί τα 800 γράμματα τα συμπεράσματα δημοσιεύθηκαν από τον Price στο επιστημονικό περιοδικό Scientific American, ενώ τα νέα



Derek Price

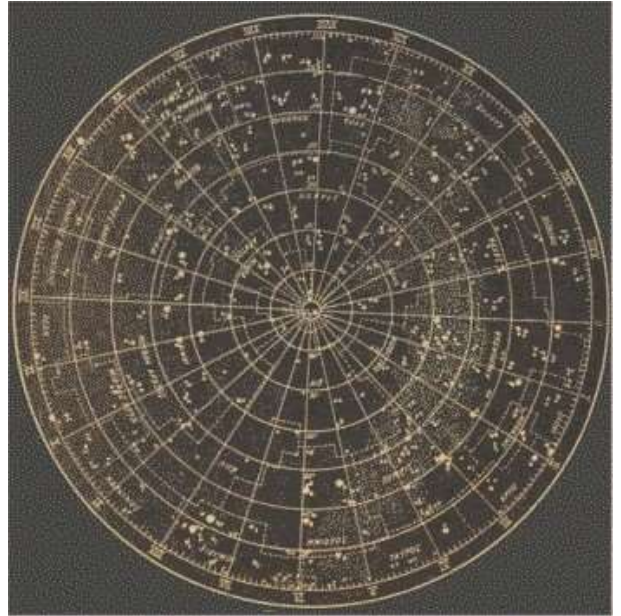
στοιχεία προστέθηκαν σε μια μονογραφία γενικότερης μορφής. Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου Αθηνών, του έδωσε μια νέα σειρά φωτογραφιών του μηχανισμού. Με βάση αυτές τις πολύ καθαρές φωτογραφίες ο Price έκανε μια πρώτη αξιόλογη δημοσίευση σε επιστημονικό περιοδικό διεθνούς κύρους. Το καλοκαίρι του 1958 ο Price με επιχορήγηση της Αμερικανικής Φιλοσοφικής Εταιρείας έφτασε στην Αθήνα και με τη βοήθεια του Δρ. Γεώργιου Σταμίρη, ειδικού επιγραφολόγου στο Ινστιτούτο Προχωρημένων Μελετών του Πρίνστον, στο Νιου Τζέρσεϊ, εξέτασε και πάλι το μηχανισμό. Αφού μελετήθηκε ο μηχανισμός και διαβάσθηκαν περί τα 800 γράμματα τα συμπεράσματα δημοσιεύθηκαν από τον Price στο επιστημονικό περιοδικό Scientific American, ενώ τα νέα στοιχεία προστέθηκαν σε μια μονογραφία γενικότερης μορφής.

Ακρίβεια

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε από τον Τόνι Φρηθ και τον Αλεξάντερ Τζόουνς^[9] και αποκαλύπτουν ότι ο προσομοιασμένος μηχανισμός τους δεν είναι ιδιαίτερα ακριβής, δηλαδή ότι ο δείκτης του Άρη είναι μέχρι -38° βαθμούς κατά καιρούς. Αυτό δεν οφείλεται σε έτοιμες ανακριβείς αναλογίες όπως το μηχανισμό, αλλά μάλλον στην ελληνική ανεπαρκή θεωρία εκείνη τη στιγμή. Αυτό δεν θα μπορούσε να είχε βελτιωθεί αν ο Πτολεμαίος δεν είχε εισάγει το equant περίπου το 150 μ.Χ., και στη συνέχεια, όταν ο [Γιοχάνες Κέπλερ](#) έσπασε από την έννοια της ομοιόμορφης κίνησης των κυκλικών τροχών, αλλάζοντάς τες σε ελλείψεις το 1609 μ.Χ..

Με λίγα λόγια, ο μηχανισμός των Αντικυθήρων ήταν ένα μηχανήμα σχεδιασμένο να προβλέψει ουράνια φαινόμενα, σύμφωνα με τις εξελιγμένες αστρονομικές θεωρίες της εποχής του, ο μοναδικός μάρτυρας στην χαμένη ιστορία της λαμπρής μηχανικής, μια αντίληψη της καθαρής ιδιοφυΐας, ένα από τα μεγάλα θαύματα του αρχαίου κόσμου αλλά αυτό δεν δούλεψε αρκετά καλά. Εκτός από την θεωρητική ακρίβεια, υπάρχει και το θέμα της μηχανικής ακρίβειας. Ο Φρηθ και ο Τζόουνς σημειώνουν ότι είναι αναπόφευκτη «χαλαρότητα» στο μηχανισμό λόγω ότι ήταν φτιαγμένος από χέρι, με εργαλεία από τριγωνικά δόντια (λίμες), και οι τριβές μεταξύ των γραναζιών στην επιφάνεια, θα πρέπει πιθανών να κατακλυστούν από ένα περίγραμμα ηλιακής και σεληνιακής διόρθωσης όπου ο μηχανισμός δημιουργήθηκε για αυτό.

Αν και η τεχνολογία ήταν αξιοσημείωτη για την εποχή του, πρόσφατη έρευνα δείχνει ότι ο σχεδιασμός του υπερέβη την μηχανική ακρίβεια της κατασκευής του από ένα ευρύ περιθώριο, με σημαντική σωρευτική ανακρίβεια στα γρανάζια, στα οποία έχουν ακυρωθεί πολλές από τις λεπτές διορθώσεις στον σχεδιασμό τους.



Μετωνικός Κύκλος

Το χρονικό της ανακάλυψης

Τέλος 2ου αιώνα π.Χ.: Κατασκευή του Μηχανισμού, πιθανότατα στη Ρόδο, η οποία εκείνη την εποχή ήταν κέντρο μεταλλουργίας.

80 π.Χ. περίπου: Ένα ρωμαϊκό καράβι βυθίζεται ανοιχτά των Αντικυθήρων. Είχε πιθανότατα αποπλεύσει από τη Ρόδο με κατεύθυνση την Ιταλία.

Πάσχα του 1900: Σύμιοι σφουγγαράδες εντοπίζουν το ναυάγιο σε βάθος 45-60 μέτρων.

Χειμώνας του 1901: Ολοκληρώνεται το έργο της ανάσυρσης των θησαυρών του ναυαγίου. Μεταφορά των ευρημάτων στο Αρχαιολογικό Μουσείο των Αθηνών.

1902: Τα εμφανή γρανάζια του παράξενου χάλκινου ευρήματος τραβούν την προσοχή του Βαλέριου Στάη, αρχαιολόγου του μουσείου, ο οποίος αντιλαμβάνεται ότι πρόκειται για κάτι αξιοσημείωτο.

Δεκαετία του '30: Ο ναύαρχος Ιωάννης Θεοφανίδης δημιουργεί το πρώτο μοντέλο του Μηχανισμού.

Δεκαετία του '50: Η πρώτη σε βάθος μελέτη του Μηχανισμού από τον βρετανό φυσικό και ιστορικό της επιστήμης Derek J. de Solla Price, τον ειδικό στη μελέτη επιγραφών Έλληνα επιστήμονα Γιώργο Σταμήρη και τον κ. Χαράλαμπο Καράκαλο, πυρηνικό φυσικό στον «Δημόκριτο» καταδεικνύει ότι πρόκειται για τον πιο πολύπλοκο μηχανισμό της αρχαιότητας, χωρίς να μπορεί να δοθεί απάντηση ως προς τη χρησιμότητά του.

Δεύτερο μισό του 20ού αιώνα: Πλήθος ερευνητών ασχολείται με τη μελέτη του Μηχανισμού. Από τις πιο αξιοσημείωτες μελέτες είναι αυτή του Βρετανού Michael Wright ο οποίος προχωρεί στη δημιουργία ενός μοντέλου, όπως είχε κάνει στο παρελθόν και ο Price.

Φθινόπωρο του 2005: Η ομάδα του Προγράμματος για τη μελέτη του Μηχανισμού των Αντικυθήρων αξιοποιεί καινοτόμους τεχνολογίες για να συλλέξει δεδομένα τόσο από το εσωτερικό του Μηχανισμού όσο και από τις επιγραφές που φέρει αυτός.

Νοέμβριος του 2006: Τα αποτελέσματα της μελέτης των παραπάνω δεδομένων δημοσιεύονται στην επιθεώρηση «Nature». Από αυτά καταδεικνύεται η χρησιμότητα του Μηχανισμού: επρόκειτο για όργανο πρόβλεψης εκλείψεων.

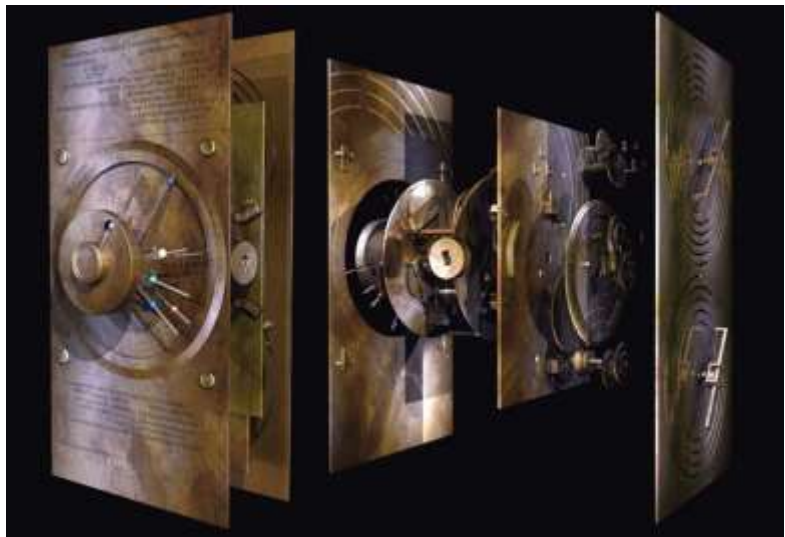
Ταυτόχρονα πραγματοποιείται στην Αθήνα συνέδριο για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων και για τη συζήτηση των σημείων που παραμένουν σκοτεινά.

Λογισμικό DNA και NASA

Αξίζει να σημειωθεί πως οι ερευνητές επαλήθευσαν τη λειτουργία του Μηχανισμού, χρησιμοποιώντας λογισμικά τα οποία αναπτύχθηκαν για τη σύγκριση αλληλουχιών DNA, οι ερευνητές κατάφεραν να αντιστοιχίσουν ακριβώς τις εκλείψεις στο καντράν του κύκλου του Σάρου με εκείνες που από τα δεδομένα της NASA γνώριζαν ότι έλαβαν χώρα από το 400 π.Χ. ως το 1 π.Χ.! Υπάρχουν ακόμα πολλά σκοτεινά σημεία για διαλεύκανση, τόσο για τον ίδιο τον Μηχανισμό όσο και για το πώς η ύπαρξή του αλλάζει τη θεώρησή μας για την τεχνολογική πρόοδο των ελληνοιστικών χρόνων.

Μηχανισμός Αντικυθήρων : το πρώτο GPS

Το πρώτο GPS (Σύστημα Παγκόσμιου Εντοπισμού Θέσης) που φτιάχτηκε στην ιστορία, δεν ήταν άλλο από τον περίφημο μηχανισμό των Αντικυθήρων. Ο περίτεχνος μηχανισμός μπορούσε να προσδιορίζει το γεωγραφικό μήκος κάθε περιοχής και να χρησιμεύει για τη δημιουργία αξιόπιστων χαρτών, από τον 2ο αι. π.Χ. Η διαπίστωση αυτή, που έγινε από τους επιστήμονες του Εργαστηρίου Αστροφυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών, προσλαμβάνει ιδιαίτερη βαρύτητα καθώς ο προσδιορισμός του γεωγραφικού μήκους στον δυτικό κόσμο, καθιερώθηκε επισήμως μερικές δεκαετίες μετά τον θάνατο του Ισαάκ Νεύτωνα, δηλαδή στα τέλη του 18ου αιώνα!



Η λειτουργία του ως πλοηγός

Όμως στον αρχαίο ελληνικό κόσμο του 2ου αιώνα π.Χ. ούτε το Γκρίνουιτς υπήρχε ούτε φυσικά ο μεσημβρινός που διέρχεται κάθετα από αυτό. Οι Έλληνες αστρονόμοι είχαν προσδιορίσει έναν μεσημβρινό ο οποίος διερχόταν από τη Ρόδο και την Αλεξάνδρεια και ο οποίος χρησιμοποιείτο για να υπολογίζεται η απόσταση και η θέση διαφόρων προορισμών. Με τον τρόπο αυτό, και με τη βοήθεια του μηχανισμού, ήταν δυνατόν να δημιουργούνται καινούργιοι χάρτες που περιλάμβαναν νέες περιοχές και να προσδιορίζεται με ακρίβεια πού ακριβώς βρίσκονταν σε σχέση με την Ελλάδα.

Νεότερες εξελίξεις-πρόσφατες έρευνες

Η διεθνής ομάδα που συγκροτήθηκε πρόσφατα για την εξ υπαρχής μελέτη του Μηχανισμού έχει ως εφόδια τις προγενέστερες μελέτες αλλά και τη μοναδική βοήθεια των πλέον καινοτόμων τεχνολογιών, οι οποίες υπόσχονται –και έχουν ήδη αρχίσει να δίνουν– θεαματικά αποτελέσματα.

Η έρευνα τελεί υπό την αιγίδα του Υπουργείου Πολιτισμού και έχει χρηματοδοτηθεί από το Ίδρυμα Leverhulme UK, ύστερα από πρόταση ερευνητών από τρία πανεπιστημιακά ιδρύματα. Η ομάδα αποτελείται από τον αστρονόμο Mike Edmunds και τον μαθηματικό Tony Freeth (Πανεπιστήμιο του Κάρντιφ), τον αστρονόμο Ιωάννη Σειραδάκη (Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης), τον αστρονόμο Ξενοφώντα Μουσά και τον φυσικό, ειδικευμένο στην ανάλυση ιστορικών αντικειμένων, Ιωάννη Μπιτσάκη (Πανεπιστήμιο Αθηνών), τη δραχημικό Ελένη Μάγκου και την αρχαιολόγο-μουσειολόγο Μαίρη Ζαφειροπούλου (Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο). Τέλος, από το Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τραπέζης συμμετέχει ο φιλόλογος και παλαιογράφος Αγαμέμνων Τσελίκας.

Κατά την πρώτη φάση της έρευνας, το φθινόπωρο του 2005, χρησιμοποιήθηκαν οι πλέον καινοτόμες τεχνολογίες για να αποκαλυφθούν άγνωστα μέχρι σήμερα στοιχεία του Μηχανισμού. Την έρευνα στήριξαν ενεργά δύο εταιρείες παγκόσμιου κύρους, η Hewlett Packard και η X-Tek Systems UK. Τεχνική υποστήριξη παρείχαν επίσης το Πανεπιστήμιο του Keele (UK), με τον καθηγητή Peter Haycock και τον δρα Jim Austin, καθώς και η εταιρεία Images First Ltd., η οποία κινηματογράφησε όλη τη διαδικασία της έρευνας με σκοπό την παραγωγή ταινίας για τα διεθνή τηλεοπτικά δίκτυα. Η τρισδιάστατη απεικόνιση του εσωτερικού του Μηχανισμού βασίστηκε στο λογισμικό και τη στήριξη της γερμανικής εταιρείας Volume Graphics.

Τον Σεπτέμβριο του 2005, το τμήμα έρευνας της Hewlett-Packard (HP Labs, Καλιφόρνια) έστειλε στην Αθήνα τους τρεις ειδικευμένους επιστήμονες οι οποίοι ανέπτυξαν τον πρωτοποριακό μηχανισμό ψηφιακής απεικόνισης PTM Dome. Με το PTM Dome έγινε δυνατή η εκπληκτική επανεμφάνιση σχεδόν σβησμένων κειμένων και στοιχείων της επιφάνειας του Μηχανισμού που δεν είναι ευδιάκριτα ακόμα και με τα καλύτερα συστήματα συμβατικής και ψηφιακής φωτογράφισης. Δείγματα του έργου της ομάδας της Hewlett-Packard μπορεί κανείς να δει στην ιστοσελίδα της εταιρείας.

Τον Οκτώβριο του 2005 εργάστηκε στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο πολυμελής ομάδα της εταιρείας X-Tek, σχεδιάστριας του πρωτοπόρου τομογράφου Blade Runner, βάρους 8 τόνων. Οι τρισδιάστατες εικόνες που προέκυψαν όταν τα θραύσματα του αρχαίου Μηχανισμού εξετάστηκαν με τον υπερσύγχρονο τομογράφο αποκαλύπτουν άγνωστες πτυχές του εσωτερικού του, οι οποίες παρέμεναν κρυμμένες στον βυθό της θάλασσας των Αντικυθήρων περισσότερο από δύο χιλιάδες χρόνια. Με αυτή τη μέθοδο αποκαλύφθηκαν για πρώτη φορά επιγραφές το πάχος των οποίων δεν ξεπερνά το ένα δέκατο του χιλιοστού. Προέκυψαν επίσης σημαντικά δεδομένα για την εσωτερική

δομή με τα περίπλοκα γρανάζια και τους άξονες. Δείτε εδώ ορισμένες εικόνες από τον Blade Runner.

Η έρευνα συνεχίζεται και νέα αποτελέσματα ανακοινώνονται σε τακτική βάση:

- Το φθινόπωρο του 2006, η Ομάδα Έρευνας, σε συνεργασία με το Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τραπέζης, οργάνωσε ένα διεθνές συνέδριο στην Αθήνα για την παρουσίαση των ευρημάτων της έρευνας, τα οποία άνοιξαν ένα νέο κεφάλαιο στην κατανόηση του Μηχανισμού. Το συνέδριο συνέπεσε με την δημοσίευση των πρώτων αποτελεσμάτων στο περιοδικό Nature.

- Τον Ιούλιο του 2008, νέα αποτελέσματα δημοσιεύτηκαν στο Nature, με επικέντρωση στις επιγραφές και τις λειτουργίες του οπίσθιου τμήματος του Μηχανισμού.

- Τον Ιούλιο-Αύγουστο 2009 διοργανώθηκε ένα σημαντικό συμπόσιο στα πλαίσια του 23^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου της Ιστορίας των Επιστημών και της Τεχνολογίας. Μέλη και συνεργάτες του Ερευνητικού Προγράμματος και έγκριτοι ιστορικοί των Επιστημών και της Τεχνολογίας συζήτησαν για τη θέση του Μηχανισμού στην Ιστορία της Επιστήμης, της Τεχνολογίας και των Ιδεών.

Πηγές:

- https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82_%CF%84%CF%89%CE%BD_%CE%91%CE%BD%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%85%CE%B8%CE%AE%CF%81%CF%89%CE%BD#.CE.91.CE.BA.CF.81.CE.AF.CE.B2.CE.B5.CE.B9.CE.B1
- <http://www.sfak.org/page/%CE%9F%20%CE%9C%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82%20%CF%84%CF%89%CE%BD%20%CE%91%CE%BD%CF%84%CF%85%CE%B8%CE%AE%CF%81%CF%89%CE%BD/226>
- <http://www.kithera.gr/kythira/info/mechanism-antikythira/>
- <http://22lyk-athin.att.sch.gr/e-book/antik.pdf>

