

12 Νοεμβρίου 2016

# Θα καταφέρουμε ποτέ να μετρήσουμε το χρόνο;

Επιστήμες / Φυσική - Χημεία

Στράτος Θεοδοσίου, Καθηγητής Ιστορίας & Φιλοσοφίας της Αστρονομίας Πανεπιστημίου Αθηνών





**Από τους πανάρχαιους χρόνους η εναλλαγή μέρας και νύχτας, οι διαδοχικές φάσεις της Σελήνης και η τακτική επάνοδος των εποχών, που καθόριζαν τη διάρκεια του έτους, ήταν τα φαινόμενα που προσπάθησε να μελετήσει ο άνθρωπος για να προσδιορίσει μια έννοια που την ονόμασε χρόνο. Τι είναι όμως χρόνος; Ποιο είναι το αληθινό και ακριβές περιεχόμενο αυτής της φυσικής έννοιας και για ποιο λόγο έπρεπε να επινοηθεί;**

Η επινόηση αυτής της φυσικής έννοιας ήταν απαραίτητη, αφού ο ρυθμός του χρόνου, σε κάποια έκφρασή του, καθορίζει τη ζωή των ανθρώπων και των κοινωνικών σχέσεών τους. Είναι όμως η ουσία του χρόνου μέγεθος μετρήσιμο με την κλασική έννοια ή μήπως η οποιαδήποτε μέθοδος μέτρησής του, ασχέτως με το πόσο διευκολύνει τους ρυθμούς της ζωής μας, περιορίζει και υποβαθμίζει ουσιαστικά την ευρύτητα της πραγματικής διάστασής του;

Είναι γεγονός ότι πέρα από τη φιλοσοφική έννοιά του, η μέτρηση του χρόνου ήταν απαραίτητη για πρακτικές ανάγκες της ζωής των ανθρώπων, όπως οι καθημερινές γεωργικές και κτηνοτροφικές δουλειές, οι τεχνικές εργασίες, η σπορά, ο θερισμός, κυρίως όμως το θρησκευτικό τυπικό της λατρείας των θεών, μια ανάγκη που γέννησε την έννοια του ημερολογίου.

## Το ιστορικό της προσπάθειας μέτρησης

Ποιο είναι όμως το ιστορικό της προσπάθειας του ανθρώπου να μετρήσει τον χρόνο; Από τις πρώτες στιγμές της ύπαρξής του, ο άνθρωπος συνειδητοποίησε την έννοια της χρονικής διάρκειας και τον ρόλο της συστηματικής επανάληψης των φυσικών φαινομένων στην προσπάθεια προγραμματισμού των κοινωνικών και παραγωγικών ενασχολήσεών του.

Πιστικός δάσκαλός του στάθηκε η περιοδική επανάληψη των εναλλαγών μέρας και νύχτας και η σύνδεση του φαινομένου αυτού με την παρουσία ή απουσία από το ορατό στερέωμα του φωτοδότη Ήλιου. Έχοντας κατανοήσει πλέον ο άνθρωπος την έννοια της διάρκειας μέρας και νύχτας καθώς και την αδιάσπαστη ενότητα που τις συνδέει είχε κάνει ένα πολύ μεγάλο βήμα, αφού είχε ανακαλύψει διαισθητικά την πρώτη μονάδα μέτρησης του χρόνου, το ημερονύκτιο. Η λατρευτική δύναμη αυτής της αρχέγονης χρονικής μονάδας δεν εκφυλίστηκε στο πέρασμα των αιώνων.

Οι φάσεις της Σελήνης, που κάθε τέταρτό της ολοκληρώνεται σε επτά ημέρες και 9 ώρες, έδωσαν την έννοια της εβδομάδας. Παράλληλα, η αποκατάσταση της Σελήνης σε οποιαδήποτε ομώνυμη φάση της, δηλαδή από νέα Σελήνη σε νέα Σελήνη, δημιούργησε τον συνοδικό σεληνιακό μήνα, που με τη σειρά του δημιούργησε το σεληνιακό ημερολόγιο.

Τέλος, η φαινόμενη περιφορά του Ήλιου γύρω από την Γη έδωσε την αίσθηση του έτους με την εναλλαγή των εποχών, που έδωσαν γένεση στο ηλιακό τροπικό έτος και το ηλιακό ημερολόγιο.

Οι περισσότεροι αρχαίοι λαοί βάσισαν τα ημερολόγια τους στις φάσεις της Σελήνης και μόνο οι αρχαίοι Αιγύπτιοι το βάσισαν στις ετήσιες περιοδικές πλημμύρες του Νείλου, που η τακτική εμφάνισή τους καθόριζε τη διάρκεια του φυσικού έτους. Έτσι, βάση του σημερινού ημερολογίου που χρησιμοποιεί ο χριστιανικός κόσμος είναι το αρχέγονο ηλιακό αιγυπτιακό ημερολόγιο.

Η μέτρηση του χρόνου, όπως βλέπουμε, ήταν απαραίτητη για όλες τις κοινωνικές και θρησκευτικές ενασχολήσεις του ανθρώπου, γι' αυτό τον λόγο έπρεπε να εφευρεθούν όργανα που θα εξασφάλιζαν την ακριβή μέτρησή του. Τα όργανα αυτά, για την ακριβή μέτρηση του χρόνου, ήταν κατά σειρά ο γνώμονας, ένας απλός στύλος στερεωμένος κάθετα (οβελίσκος) ή πλάγια στη γη, που ενώ αποτελεί το απλούστερο αστρονομικό όργανο εντούτοις η χρησιμότητά του αποδείχτηκε αποτελεσματική για τον προσδιορισμό μεγάλου πλήθους αστρονομικών εννοιών. Ακολούθησαν τα ηλιακά ρολόγια, εξέλιξη του γνώμονα, τα κυριότερα από τα οποία

είναι τα κωνικά, τα οριζόντια, τα κατακόρυφα και πολλές άλλες παραλλαγές τους. Είναι όργανα που κοσμούν μέχρι σήμερα κήπους και πλατείες και μας δείχνουν εύκολα τον αληθινό ηλιακό χρόνο.

Στη συνέχεια ανακαλύφθηκαν οι κλεψύδρες, που με τη χρήση του νερού έδειχναν τον χρόνο χωρίς τον Ήλιο, και τα αμμωτά, που αντικατέστησαν το νερό με την κυλιόμενη άμμο. Φυσική εξέλιξή τους ήταν τα μηχανικά ρολόγια και τα εκκρεμή. Ωστόσο, δεν πρέπει να ξεχνάμε τον συνδυαστικό κρίκο που αποτέλεσαν όργανα σαν τον μηχανισμό των Αντικυθήρων στην αρχαία Ελλάδα, ή το ρολόι του Σου Σουνγκ στην αρχαία Κίνα.

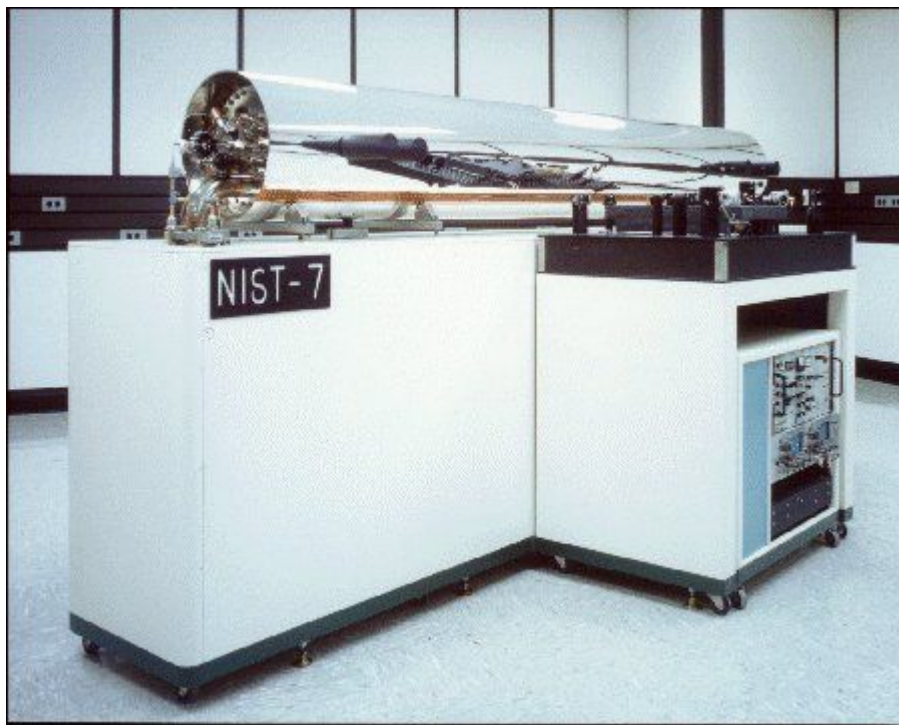
Η εξέλιξη των μηχανικών χρονομέτρων ήταν ραγδαία για να φτάσουμε στα χρονόμετρα χαλαζία, τα γνωστά κουάρτς, και τα χρονόμετρα αμμωνίας. Τέλος, η μέτρηση του χρόνου γίνεται πλέον με τα ατομικά ρολόγια καισίου, τα ακριβέστερα χρονόμετρα του κόσμου.

### **Θα καταστεί ποτέ δυνατόν να μετρηθεί επακριβώς ο χρόνος;**

Η απάντηση είναι βεβαίως, αφού η ακρίβεια που έχουμε φτάσει με το ατομικό ρολόι καισίου φτάνει το 1/10.000.000.000 του δευτερολέπτου. Έτσι ορίζεται πλέον το ατομικό δευτερόλεπτο.

Στις Η.Π.Α. το πρώτο ατομικό ρολόι καισίου, το NBS-1, κατασκευάστηκε το 1957. Εξέλιξή του ήταν το NBS-6, που η ακρίβειά του έφτανε τα 10 δισεκατομμυριοστά του δευτερολέπτου την ημέρα. Όμως το ακριβέστερο ευρωπαϊκό ατομικό ρολόι καισίου-133, το CB2, βρίσκεται στο Μπραουνσβάιχ κοντά στο Ανόβερο. Εκεί εδρεύει η Υπηρεσία Χρόνου του Γερμανικού Γραφείου Μέτρων και Σταθμών. Η ακρίβεια του CB2 φτάνει τα 3 δισεκατομμυριοστά του δευτερολέπτου την ημέρα.

Οι Αμερικανοί σε απάντηση του CB2 δημιούργησαν το NIST-7, η ακρίβειά του οποίου έφτανε το 1 δισεκατομμυριοστό του δευτερολέπτου την ημέρα. Δηλαδή το ατομικό αυτό χρονόμετρο, που χρησιμοποιήθηκε από το 1993 έως το 1999, θα έχανε μόλις 1 δευτερόλεπτο το έτος 2.739.901 μ.Χ. Νομίζουμε αρκετά ικανοποιητική ακρίβεια! Και η εξέλιξη των ατομικών ρολογιών συνεχίζεται για... όλο μεγαλύτερη ακρίβεια.



*Το ατομικό χρονόμετρο καισίου: NIST-7 (Φωτ: nist.gov)*

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Στράτος Θεοδοσίου και Μάνος Δανέζης, 1994, Μετρώντας των άχρονο χρόνο-Ο χρόνος στην αστρονομία. Εκδόσεις Δίαυλος, Αθήνα.

<http://bit.ly/2fuaJ2R>