

Ατομικό ρολόι

Ατομικό ρολόι ονομάζεται διάταξη μέτρησης χρόνου που προσφέρει την υψηλότερη μέχρι σήμερα διαθέσιμη ακρίβεια μέτρησης. Η ακρίβεια του είναι 0,00000000000000000001 δευτερόλεπτα . Η αρχή λειτουργίας του βασίζεται στην << ταλάντωση >> ατόμων καισίου όταν σε αυτά προσπίπτει ακτινοβολία μικροκυμάτων (μετρά το χρόνο που κάνουν τα ηλεκτρόνια των ατόμων καισίου για να αλλάξουν επίπεδα ενέργειας όταν προσπίπτει σε αυτά ακτινοβολία μικροκυμάτων). Σε αυτή τη διαδικασία βασίζεται και ο ορισμός του (δευτερόλεπτο ορίζεται ως ο χρόνος 9.192.631.770 περιόδων ακτινοβολίας από μετάπτωση μεταξύ των δύο επιπέδων ενέργειας του ατόμου του Καισίου-133.)

Τα ατομικά ρολόγια χρησιμοποιούνται από εθνικούς οργανισμούς προτύπων ως πρωτογενή πρότυπα για τον καθορισμό του Διεθνούς ατομικού χρόνου και τον συγχρονισμό ρολογιών σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο.

Γιώργος Οκτάρας

Χρήστος Κουτρουμάνης

Τάκης Παπαλάμπρου

1^η Εργασία στην Φυσική

Όργανα μέτρησης του χρόνου από την αρχαιότητα
μέχρι σήμερα

Σχολικό έτος:2023-2024

Οι μαθήτριες:

Ακριβή Γιωτοπούλου

Σταυρούλα Κοντογεωργοπούλου

Οι αρχαίοι Έλληνες

Οι αρχαίοι Έλληνες αστρονόμοι μέτρησαν τον χρόνο για πρώτη φορά χρησιμοποιώντας τον γνώμονα και την κλεψύδρα. Ο γνώμονας τους ήταν γνωστός από τους Χαλδαίους αστρονόμους και έτσι κατασκεύασαν τελειοποιημένους γνώμονες με τη βοήθεια των μαθηματικών τους γνώσεων.

Ο γνώμονας

Ο γνώμονας ήταν ένας κατακόρυφος στύλος μεγάλου ύψους που μετρούσε τον χρόνο κατά τη διάρκεια των ηλιόλουστων ημερών. Η κίνηση της σκιάς του γνώμονα έδινε πληροφορίες για τη χρονική διάρκεια της μέρας καθώς και για τον υπολογισμό των ωρών της. Η κίνηση της σκιάς ήταν ουσιαστικά η φαινόμενη κίνηση του Ηλίου στην Ουράνια σφαίρα και ο χρόνος προσδιοριζόταν μέσω των ουρανογραφικών συντεταγμένων του Ηλίου, δηλαδή το αζιμούθιο και το ύψος του. Πρώτος εισήγαγε τον γνώμονα στην αρχαία Ελλάδα ο Αναξίμανδρος ο Μιλήσιος (610-540 π.Χ) και τον εγκατέστησε στη Σπάρτη. Εξέλιξη του γνώμονα αποτέλεσαν τα ηλιακά ρολόγια. Μετρούσαν τον αληθινό ηλιακό χρόνο και διακρινόταν σε οριζόντια, κατακόρυφα και ισημερινά ανάλογα με την κατεύθυνση του γνώμονα, την μορφή των χαραγών και την κλίση της ωρολογόπλακας. Ο γνώμονας έδειχνε την ημερήσια ώρα αρκετά ικανοποιητικά και το σφάλμα της μέτρησης προερχόταν λόγω της παρασκιάς του τμήματος της κορυφής του οργάνου.

Η κλεψύδρα

Η κλεψύδρα χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση του χρόνου κατά τη διάρκεια των μη ηλιόλουστων ημερών και κατά τη διάρκεια της νύκτας. Η αρχή λειτουργίας του οργάνου στηριζόταν στη συνεχή ροή ύδατος από ένα δοχείο υψηλότερης στάθμης σε ένα άλλο δοχείο χαμηλότερης στάθμης. Η σπουδαιότητα του οργάνου στη μέτρηση του χρόνου έγκειται στο ότι η λειτουργία της ήταν ανεξάρτητη της κίνησης των ουρανίων σωμάτων και έτσι ο χρόνος μπορούσε να προσδιοριστεί με σημαντική ακρίβεια, της τάξης ακόμα και κάποιων δευτερολέπτων. Η κλεψύδρα χρησιμοποιήθηκε ευρέως στα αρχαία αθηναϊκά δικαστήρια (6ος π.Χ. αιώνας) για τη μέτρηση της χρονικής διάρκειας της δίκης.

η ουράνια σφαίρα

Σημαντικό όργανο για τον υπολογισμό του χρόνου, μέσω της κίνησης των άστρων, ήταν **η ουράνια σφαίρα**. Η ουράνια σφαίρα ήταν μια μικρογραφία της Ουράνιας σφαίρας όπου οι κινητοί και ακίνητοι κύκλοι της αντιστοιχούσαν στους κύριους κύκλους της Ουράνιας σφαίρας. Κατασκευαστές της θεωρούνταν ο Χείρων και ο Θαλής ο Μιλήσιος (636-546 π.Χ.). Βελτιωμένες ουράνιες σφαίρες κατασκεύασαν ο Εύδοξος ο Κνίδιος (409-356 π.Χ.) προσθέτοντας γνωστούς αστερισμούς και λαμπρά άστρα σε αυτήν (κρικωτή σφαίρα) και ο Ίππαρχος (2ος π.Χ. αιώνας), λαμβάνοντας υπόψη τη μετατόπιση της θέσης των πόλων του Ουρανού κατά 1ο ανά 73 έτη (μεταπτωσηκή σφαίρα).

Ο αστρολάβος

Ο αστρολάβος (άστρο+ λαμβάνω) ήταν ένα άλλο σημαντικό όργανο που προσδιόριζε το χρόνο μέσω του ύψους των αστερών από τον ορίζοντα και της θέσης τους (σε εκλειπτικές συντεταγμένες). Επινοήθηκε από τον Ίππαρχο το 150 π.Χ. ή από τον Απολλώνιο τον Περγαίο (261-190/179 π.Χ.) και χρησιμοποιήθηκε ευρέως από τον Ίππαρχο. Η ακρίβεια του

αστρολάβου ήταν πολύ ικανοποιητική και το σφάλμα στη μέτρηση της ώρας ήταν μικρότερο του ενός λεπτού.

η δίοπτρα

Σημαντικό αστρονομικό όργανο ήταν και η **δίοπτρα**, μια ξύλινη ράβδος κατά μήκος της οποίας γινόταν η σκόπευση των άστρων στο ουράνιο στερέωμα με έναν κύλινδρο που ήταν προσαρτημένος στο πάνω μέρος της ράβδου και είχε τη μορφή στοχάστρου. Επινοήθηκε από τους Ήρωνα (90 π.Χ-80 μ.Χ. περίπου), Αρχιμήδη (287-212 π.Χ.), Δικαίαρχο τον Μεσσήνιο (350-290 π.Χ.) και Ίππαρχο (190-120 π.Χ.). Με τη βοήθεια της δίοπτρας υπολογιζόταν η ώρα από το ύψος των λαμπρών άστρων, δεδομένης της θέσης των άστρων στην Ουράνια σφαίρα.

Κλειψύδρα ή κλέφτης του νερού Επειδή ο ρυθμός εκροής του νερού εξαρτάται από το ύψος του νερού στο δοχείο που βρίσκεται, φανερό είναι ότι στην κλειψύδρα δεν παραμένει σταθερός καθώς το δοχείο με το νερό αδειάζει. Ο Έλληνας μηχανικός Κτησίβιος (3ος αιώνας π.Χ.) έλυσε το πρόβλημα, παρεμβάλλοντας ένα τρίτο δοχείο με ένα δεύτερο σωλήνα εκροής (υπερχειλιστήρα) έτσι τοποθετημένο, ώστε η στάθμη του νερού στο δοχείο αυτό να παραμένει συνεχώς στο ίδιο ύψος. Η στάθμη του νερού συνεχώς ελαττώνεται Η στάθμη του νερού παραμένει σταθερή δοχείο παροχής νερού δοχείο εκροής νερού βαθμονομημένο δοχείο νερού υπερχειλιστήρας Ρολόγια νερού ή υδροχρονόμετρα Τα ηλιακά ρολόγια δεν μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν το βράδυ και με αυτά δεν ήταν δυνατό να μετρηθούν μικρά χρονικά διαστήματα. Για το σκοπό αυτό είχε επινοηθεί το ρολόι νερού, πιθανόν 14ο αιώνα π.Χ. στην Αίγυπτο. Η λειτουργία της συσκευής στηρίζεται στη σχεδόν ισόχρονη ροή του νερού είτε από ένα δοχείο σε νερό. Το εκκρεμές στην πιο απλή μορφή του αποτελείται από ένα μικρό βαρίδι κρεμασμένο στην άκρη μιας κλωστής. Όταν μετακινούμε το βαρίδι προς τη μια πλευρά από την κατακόρυφη θέση ισορροπίας και το αφήνουμε ελεύθερο, τότε αυτό αιωρείται πέρα-δώθε (ταλαντώνεται) από την επίδραση της βαρυτικής δύναμης. Εκκρεμή με το ίδιο μήκος στον ίδιο τόπο κάνουν ισόχρονες ταλαντώσεις, δηλαδή, έχουν την ίδια περίοδο. Περίοδος είναι ο χρόνος που χρειάζεται ένα εκκρεμές να κάνει μια πλήρη αιώρηση. δευτερολεπτοδείκτης ωροδείκτης δευτερολε-πτοδείκτης κύριο ελατήριο κουρντιστήρι τροχός διαφυγής λικνοτροχός Ρολόγια με ελατήριο τρίχα Ο Γερμανός κλειδαράς Peter Henlein, λίγο μετά το 1500, αντικατέστησε με μια χαλύβδινη ταινιωτή ταινία (ελατήριο) το αντίβαρο στο μηχανισμό κίνησης των ρολογιών. Έτσι, όταν το ρολόι κουρντίζεται, αυξάνεται η δυναμική ενέργεια του ελατηρίου, που μετατρέπεται σε κινητική καθώς εκτυλίσσεται. Ο Huygens, στο τέλος του 17ου αιώνα, σχεδίασε το λικνοτροχό (μπαλανσιέ) με τη ρυθμιστική σπείρα (τρίχα), που κινείται πέρα-δώθε από το ελατήριο διαμέσου του συστήματος των οδοντωτών τροχών και του τροχού διαφυγής. ρυθμιστικός όνυχας 8 Ρολόγια με χαλαζία Το πρώτο ρολόι με κρύσταλλο χαλαζία (quartz) κατασκευάστηκε από τον Αμερικανό ωρολογοποιό W. A. Morrison το 1928. Σήμερα, τα ρολόγια χαλαζία είναι παντού και έχουν αντικαταστήσει τα ρολόγια με εκκρεμές. Οι μηχανισμοί χαλαζία είναι ιδιαίτερα ακριβείς. Ένα ρολόι χαλαζία, ανάλογα με το μέγεθος, τη μορφή και τη συχνότητα δόνησης του κρυστάλλου του, μπορεί να «χάνει», δηλαδή να έχει σφάλμα, ένα δευτερόλεπτο κάθε δέκα χρόνια! QUARTZ

Πηγές:

<https://www.pemptousia.gr/2020/09/i-metrisi-tou-chronou-stin-archea-ellad/>

<https://www.slideshare.net/kanakidi/ss-250621141>

ΜΑΘΗΜΑ : ΦΥΣΙΚΗ ΜΑΘΗΤΕΣ : Αλέξανδρος Λιούρδης

Ανδρέας Νικολετόπουλος

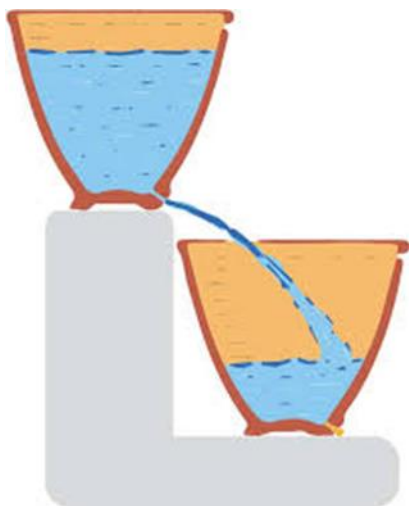
ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΓΙΑ ΝΑ ΜΕΤΡΗΣΟΥΜΕ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ

Στην προσπάθεια, ο άνθρωπος να ρυθμίσει και να οργανώσει τη ζωή του, χρησιμοποίησε την έννοια του χρόνου και εφηύρε τα πρώτα όργανα μέτρησης και προσδιορισμού του.

Α) ΚΛΕΨΥΔΡΕΣ

Ένα είδος από τα αρχαιότερα όργανα μέτρησης του χρόνου είναι οι κλεψύδρες.

Στην Αρχαία Αθήνα ο χρόνος που αγόρευαν οι ομιλητές στην Εκκλησία του Δήμου ή στα Δικαστήρια ήταν σημαντικός και είχε περιορισμένη διάρκεια. Αυτός ο χρόνος ήταν αυστηρά προσδιορισμένος και τον μετρούσαν με υδραυλικά χρονόμετρα, τις «κλεψύδρες». Ένας τύπος από αυτές αποτελούνταν από δύο αγγεία και μόλις ο ομιλητής άρχιζε την αγόρευσή του, αφαιρούσαν το πώμα και το νερό χύνονταν από το πάνω στο κάτω αγγείο, μέχρι να αδειάσει.



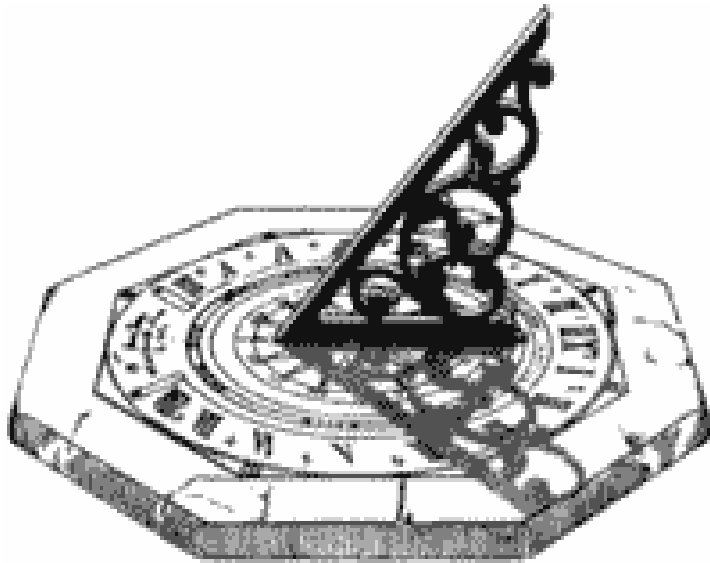
Η κλεψύδρα με άμμο ή το αμμομετρικό ρολόι αποτελείται από δυο πανομοιότυπα σφαιρικά γυάλινα δοχεία που επικοινωνούν

μεταξύ τους με λεπτό σωλήνα. Όταν τα δοχεία βρίσκονταν σε κατακόρυφη διάταξη, από το πάνω δοχείο πέφτει στο κάτω λεπτή ξερή άμμος και το γεμίζει σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα . Επινοήθηκε στη Γαλλία τον 8ο αιώνα μ.Χ. και χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα.



Β) ΗΛΙΑΚΟ ΡΟΛΟΙ

Το βασικό χρονομετρικό όργανο όμως από την αρχαιότητα μέχρι τον 16ο αιώνα ήταν το ηλιακό ρολόι διαφόρων μάλιστα τύπων, που έδειχνε την ώρα με την βοήθεια της σκιάς του βασικού του εξαρτήματος (γνώμων) που δημιουργούσε ο ήλιος. Ο γνώμων ήταν ειδικό ορθογώνιο τρίγωνο του οποίου η μία από τις οξείες γωνίες ήταν ίση με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου στον οποίο χρησιμοποιείτο.



Γ) ΡΟΛΟΓΙΑ ΚΕΡΙΟΥ

Μία διαφορετική μέθοδος μέτρησης μικρών χρονικών διαστημάτων σε κλειστούς χώρους, από τον 9ο αιώνα μ.Χ., ήταν με το κάψιμο ενός κεριού. Λόγου χάρη ένας ομιλητής έπρεπε να τελειώσει τον λόγο του μέχρι να καεί και να σβήσει το κεριό. Για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα τα λυχνάρια λαδιού.

Το ατομικό ρολόι

Ατομικό ρολόι ονομάζεται η διάταξη μέτρησης [χρόνου](#) που προσφέρει την υψηλότερη μέχρι σήμερα διαθέσιμη ακρίβεια μέτρησης. Τα ατομικά [ρολόγια](#) χρησιμοποιούνται από εθνικούς οργανισμούς προτύπων ως [πρωτογενή πρότυπα](#) για τον καθορισμό του [Διεθνούς ατομικού χρόνου](#) και τον συγχρονισμό ρολογιών σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο, τον έλεγχο συχνότητας τηλεοπτικών σταθμών. Κατασκευάστηκε το 1949 στην Αμερική και το πρώτο ακριβές ατομικό ρολόι Καισίου κατασκευάστηκε στην Αγγλία το 1955. Ο δημιουργός του πρώτου ατομικού ρολογιού στον κόσμο ήταν ο [Λούις Έσσεν](#).

Τα ατομικά ρολόγια βασίζονται στη μέτρηση των ταλαντώσεων ατόμων, όταν αυτά μεταπηδούν από μια ενεργειακή κατάσταση σε άλλη. Συνήθως χρησιμοποιούνται άτομα Καισίου 133 (Cs).

Ονόματα ομάδας:

Αθανασοπούλου Χριστέλλα

Θεοδοπούλου Όλγα

Κουτρουμάνη Ιωάννα

Αγγελοπούλου Ανδρομάχη

Βράπη Βαλεντίνα

Ρέγγλη Αδαμαντία

9/12/23

ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΗΝ ΦΥΣΙΚΗ



Αθηνά Γεωργαντζά

Μαριάννα Κουλούρη

A1 2023-24

Για αιώνες η Γη ήταν ο χρονομέτρης μας. Η ημέρα χωριζόταν σε ώρες, λεπτά και δευτερόλεπτα με βάση την περιστροφή της Γης και γι' αυτό είχε ανατεθεί από τα κράτη η ευθύνη της μέτρησης του χρόνου στα αστροσκοπεία, όπως αυτό του Γκρίνουιτς στην Αγγλία.

Μέχρι περίπου τα μέσα του 20ού αιώνα, τα εκκρεμή ρολόγια ρυθμιζόνταν με βάση τον αστρονομικό χρόνο. Καθώς, όμως, τα ρολόγια γίνονταν όλο και πιο ακριβή, άρχισαν να φανερώνουν τις «παραξενιές» του πλανήτη μας. Η κίνηση της Γης είναι το αποτέλεσμα πολλών επιμέρους κινήσεων που επηρεάζουν και την περιστροφή γύρω από τον εαυτό της.

Έτσι στις δεκαετίες του 1940 και του 1950 η Γη παρέδωσε το ρόλο του χρονομέτρη αρχικά στα εκκρεμή (φωτ.1), μετά στα ρολόγια με κρύσταλλο χαλαζία, γνωστά και ως quartz(φωτ.2) και τέλος στα ατομικά ρολόγια.



Φωτογραφία 1



Φωτογραφία 2

Ας προσπαθήσουμε λοιπόν να καταλάβουμε τι ακριβώς είναι τα ατομικά ρολόγια και τον τρόπο που λειτουργούν.

Τα ατομικά ρολόγια είναι οι ακριβέστεροι χρονομέτρεις που διαθέτει σήμερα ο άνθρωπος.

Όλα τα ρολόγια στηρίζονται στην ταλάντωση ενός φυσικού συστήματος. Είτε αυτή είναι η περιστροφή της Γης γύρω από τον εαυτό της, είτε η ταλάντωση ενός κρυστάλλου χαλαζία ή ακόμα ενός εκκρεμούς.

Σε ένα άτομο τα ηλεκτρόνια διατάσσονται σε τροχιές γύρω από τον θετικά φορτισμένο πυρήνα. Ένα ηλεκτρόνιο που βρίσκεται σε μια τροχιά μπορεί απορροφώντας ένα φωτόνιο συγκεκριμένης συχνότητας, να μεταβεί σε μια υψηλότερη ενεργειακή τροχιά και από εκεί εκπέμποντας ένα φωτόνιο της ίδιας συχνότητας να επιστρέψει πάλι στην αρχική του θέση.

Αυτή η μετάβαση του ηλεκτρονίου διαρκεί έναν συγκεκριμένο χρόνο. Εάν όμως εμείς διεγείρουμε διαρκώς το άτομο εξωτερικά με κατάλληλα ηλεκτρομαγνητικά πεδία, δημιουργούμε ένα κατάλληλο περιοδικό φαινόμενο που απαιτείται για τη λειτουργία του ατομικού Ρολογιού.

Η χρήση των ατόμων ως προτύπων συχνοτήτων και χρόνου μας δίνει σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τη χρήση μακροσκοπικών ταλαντωτών, όπως πχ του εκκρεμούς ρολογιού.

Οι μεταβάσεις ηλεκτρονίων μεταξύ ατομικών σταθμών είναι ταυτόσημες (ίδιες) από άτομο σε άτομο, ενώ τα άτομα δεν υφίστανται βλάβες όπως μία μηχανική κατασκευή, και τέλος δεν αλλάζουν οι ιδιότητές τους με την πάροδο του χρόνου.

Υπάρχουν τρεις τύποι ατομικών ρολογιών

- Τα ατομικά ρολόγια ρουβιδίου.
- Τα ρολόγια μείζερ υδρογόνου
- Τα ατομικά ρολόγια καισίου.

Στο Μπόλντερ του Κολοράντο, στα εργαστήρια του Εθνικού Ινστιτούτου Προτύπων και Τεχνολογίας των ΗΠΑ (NIST), βρίσκεται το ακριβέστερο ρολόι καισίου (φωτ. 3), διάκριση που μοιράζεται με μια αντίστοιχη συσκευή στο Διεθνές Γραφείο Μέτρων και Σταθμών. Αν και η όψη του δεν το κολακεύει, το ρολόι αυτό έχει ακρίβεια 0,0000000000000015 δευτερολέπτων! Αυτό σημαίνει ότι θα μπορούσε θεωρητικά να λειτουργήσει επί 20 εκατομμύρια χρόνια χωρίς να χάσει (ή να κερδίσει) ούτε ένα δευτερόλεπτο!



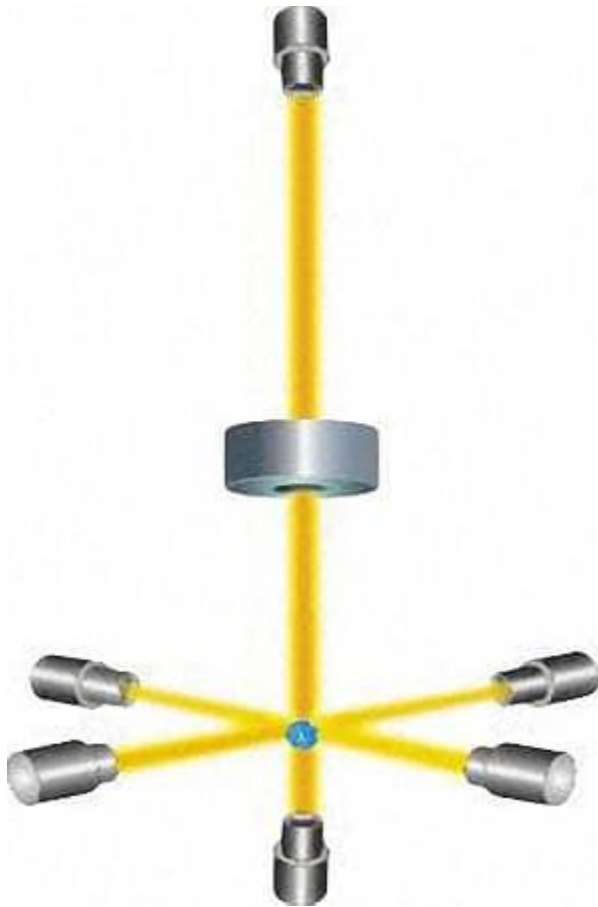
Φωτογραφία 3

Η κατά ένα δευτερόλεπτο λάθος ώρα δε φαίνεται να έχει μεγάλη σημασία στην καθημερινή μας ζωή. Τα πράγματα όμως δεν είναι καθόλου έτσι σε επίπεδο κοινωνίας. Η σύγχρονη βιομηχανία και κατ' επέκταση η οικονομία στηρίζεται στην ικανότητά μας να μετράμε με μεγάλη ακρίβεια το χρόνο. Το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού (GPS), που για να υπολογίσει την ακριβή θέση, απαιτεί ακριβή γνώση του χρόνου που χρειάζεται για να φτάσουν στο συγκεκριμένο σημείο τα σήματα των ειδικών δορυφόρων GPS.

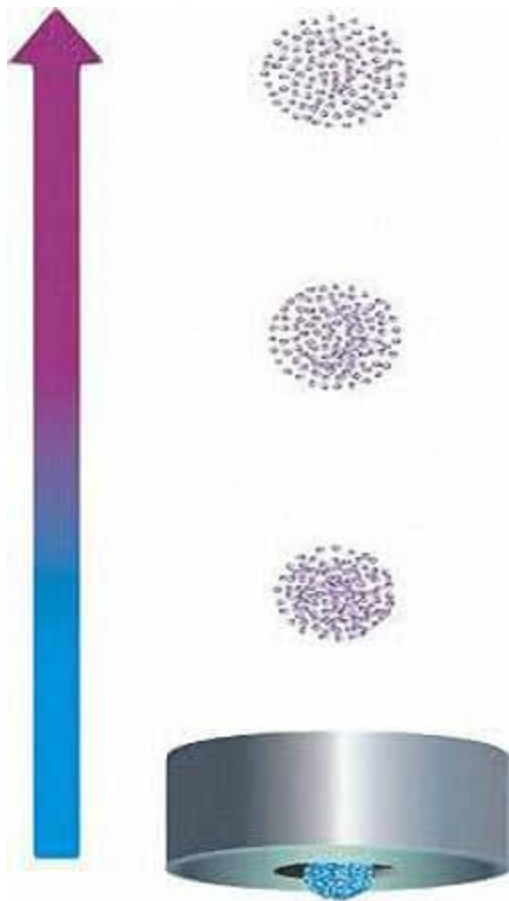
Κι αν κάποιος μπορεί να ζήσει χωρίς το GPS, σίγουρα τον ενδιαφέρουν περισσότερο τα δίκτυα μηχανών και συστημάτων (δορυφόρων, κόμβων Internet, δικτύων διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, τηλεπικοινωνιών κτλ.), που ανέπτυξε ο άνθρωπος κατά τη διάρκεια του 20ού αιώνα. Για να πραγματοποιήσουν τα δίκτυα αυτά τις συντονισμένες ενέργειες που απαιτούνται, πρέπει να συμφωνούν με ακρίβεια στην ώρα.

Ακόμα κι ένας ελάχιστος προσωρινός αποσυγχρονισμός των ρολογιών θα έκανε αισθητή την εμφάνισή του. Ξαφνικά, μέσα σε μια στιγμή θα νιώθαμε πόσο οι ζωές μας επηρεάζονται από τη συμφωνία μας για το μικρότερο μέρος της ώρας, το ένα δευτερόλεπτο! Ο χρόνος δεν είναι πια απλά η τέταρτη διάσταση του σύμπαντος. Παίζει καθοριστικό ρόλο στη σύγχρονη οικονομία. Γι' αυτό, η ακριβής μέτρηση και διανομή του (παγκόσμιος συγχρονισμός των ρολογιών) είναι αντικείμενο λεπτομερών διεθνών συμφωνιών και της Συνθήκης για το Μέτρο, που ισχύει από το 187

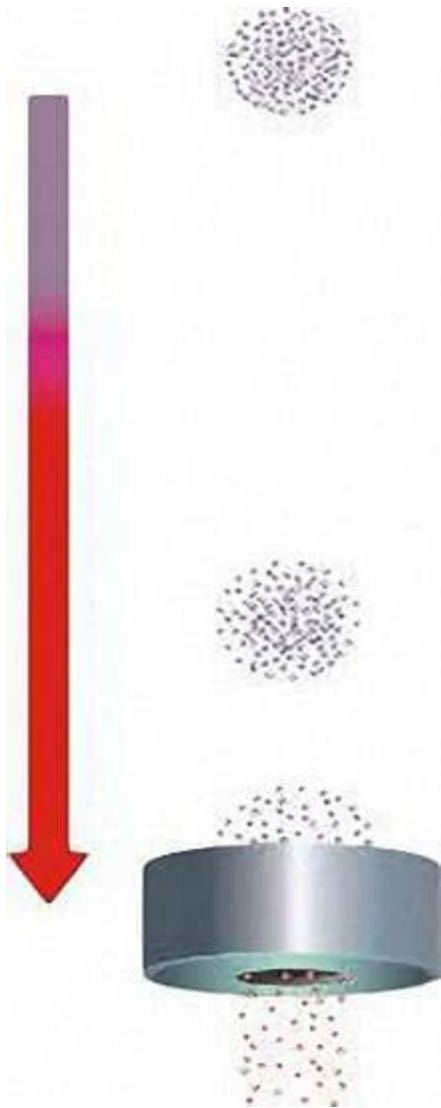
Πως λειτουργεί το ατομικό ρολόι καισίου.



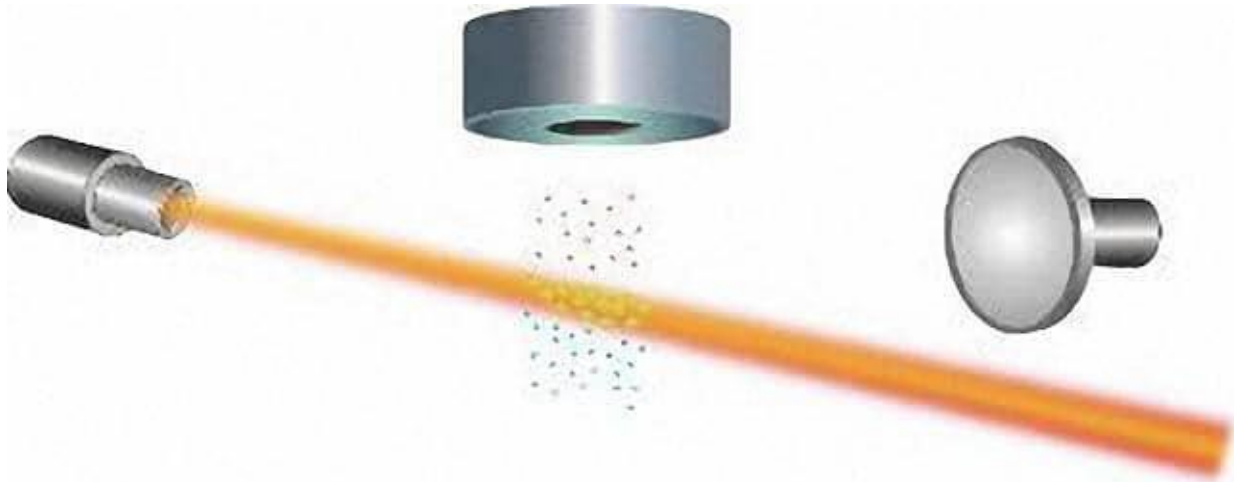
- **ΦΑΣΗ 1:** Ένα αέριο ατόμων του καισίου εισέρχεται στο θάλαμο κενού του ρολογιού. Έξι λέιζερ επιβραδύνουν την κίνηση των ατόμων, ψύχοντάς τα κοντά στο απόλυτο μηδέν (-273 βαθμοί Κελσίου), και τα αναγκάζουν να πάρουν ένα σχήμα σφαιρικού νέφους στη διασταύρωση των ακτίνων λέιζερ.



- **ΦΑΣΗ 2:** Η σφαίρα των ατόμων ωθείται προς τα πάνω με δύο λέιζερ, μέσα από μια κοιλότητα γεμάτη με μικροκύματα. Όλα τα λέιζερ στην συνέχεια απενεργοποιούνται.



- **ΦΑΣΗ 3:** Η βαρύτητα τραβάει τη σφαίρα των ατόμων κασίου πίσω από την κοιλότητα των μικροκυμάτων. Τα μικροκύματα μερικώς μεταβάλλουν τις ατομικές καταστάσεις των ατόμων του κασίου.



- **ΦΑΣΗ 4:** Τα άτομα του καϊσίου που μεταβλήθηκαν στην κοιλότητα μικροκυμάτων εκπέμπουν φως όταν τα ακτινοβολήσει μια δέσμη λέιζερ. Αυτός ο φθορισμός μετριέται με έναν ανιχνευτή. Η όλη διαδικασία επαναλαμβάνεται έως ότου προσδιοριστεί ο μέγιστος φθορισμός των ατόμων καϊσίου. Αυτό το σημείο ορίζει τη συχνότητα φυσικού συντονισμού του καϊσίου, που χρησιμοποιείται για τον ορισμό του δευτερολέπτου.

Στην Ελλάδα ο Εθνικός Χρόνος, UTC(EIM), παράγεται στο Εργαστήριο Χρόνου και Συχνότητας του Εθνικού Ινστιτούτου Μετρολογίας (EIM) από τα τρία πρότυπα ατομικά ρολόγια καϊσίου.

Το EIM διαθέτει μια υψηλής τεχνολογίας και ακρίβειας συστοιχία πρότυπων ατομικών ρολογιών, που μπορεί να παράγει και να τηρήσει τον εθνικό χρόνο με μεγάλη αξιοπιστία.

Πηγές πληροφοριών:

<https://www.universesun.com/atomiko-roloi-kaisiou-pos-leitourgoun-ta-atomika-rologia/>

http://users.uoa.gr/~nektar/science/physics/atomic_clock.htm

<http://time.eim.gr>