

Φύλλο εργασίας 2

Μετρήσεις Χρόνου - Η Ακρίβεια

Χρόνος ή χρονική στιγμή

Χρόνος ή χρονική στιγμή ονομάζεται το θεμελιώδες και μονόμετρο φυσικό μέγεθος που εκφράζει το πότε έγινε ένα γεγονός.

Χρονικό διάστημα

Είναι ο χρόνος μεταξύ δύο γεγονότων.

Μονάδα μέτρησης χρόνου

Στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων S.I, μονάδα μέτρησης του χρόνου είναι το ένα δευτερόλεπτο (second) ή (1s):

$$1 \text{ second} = 1s$$

Για παράδειγμα, όταν ένα γεγονός έγινε την χρονική στιγμή 5s, εννοούμε ότι μέχρι να γίνει, πέρασε χρόνος πέντε φορές μεγαλύτερος από αυτόν που έχουμε ορίσει ως ένα δευτερόλεπτο (1s). Γράφουμε:

$$t = 5s$$

όπου t είναι το σύμβολο του χρόνου, από το αρχικό γράμμα της αγγλικής λέξης *time*.

Το **χρονικό διάστημα** συμβολίζεται με Δt , όπου το Δ σημαίνει διαφορά. Το Δt είναι η διαφορά τελικής μείον αρχικής χρονικής στιγμής:

$$\Delta t = t_{\text{τελ.}} - t_{\text{αρχ.}}$$

Για παράδειγμα, αν ένα γεγονός ξεκίνησε την χρονική στιγμή $t_1 = 2s$ και τελείωσε την χρονική στιγμή $t_2 = 5s$ τότε διήρκησε τρία δευτερόλεπτα. Πράγματι:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 5s - 2s = 3s$$

Χρονική στιγμή και χρονικό διάστημα ταυτίζονται μόνο όταν θεωρήσουμε ως αρχικό γεγονός την στιγμή που ξεκινάμε την μέτρηση.

Όργανα μέτρησης χρόνου

Όπως και με το μήκος, ανάλογα με την ανάγκη για ακρίβεια, υπάρχουν διάφορα όργανα μέτρησης του χρόνου:



- Αναλογικό ρολόι: Προσφέρει ακρίβεια ωρών, λεπτών και δευτερολέπτων συνολικής διάρκειας ενός 12ωρου.
- Ψηφιακό ρολόι ή χρονόμετρο: Προσφέρει ακρίβεια ωρών, λεπτών, δευτερολέπτων και εκατοστών του δευτερολέπτου.

Όργανα μέτρησης του χρόνου στην αρχαιότητα

- Κλεψύδρα νερού ή άμμου.
- Ηλιακό ρολόι (θέση σκιάς σε μια στήλη).
- Υδραυλικό ρολόι.
- Αστερισμοί, θέσεις πλανητών.

Σφάλμα μέτρησης χρόνου

Καμία μέτρηση δεν είναι ελεύθερη σφάλματος. Το σφάλμα μπορεί να οφείλεται:

- Στον χρόνο αντίδρασης καταγραφής της μέτρησης.
- Σε λάθος επιλογή του οργάνου μέτρησης.

Ελαχιστοποίηση σφάλματος

Για την ελαχιστοποίηση του σφάλματος, όπως και στο μήκος:

- (α) Κάνουμε πολλές μετρήσεις.
- (β) Βρίσκουμε την μέση τιμή των μετρήσεων.

Η μέση τιμή είναι πιο κοντά στην πραγματική τιμή.

Μέτρηση χρόνου στο εργαστήριο

Η μέτρηση του χρόνου στο εργαστήριο μπορεί να γίνει μέσω κάποιου *περιοδικού φαινομένου*, όπως η *ταλάντωση* ενός *εκκρεμούς*:

Περιοδικό φαινόμενο: Είναι το φαινόμενο που επαναλαμβάνεται σε ίσα χρονικά διαστήματα, π.χ η κίνηση της γης γύρω από τον ήλιο.

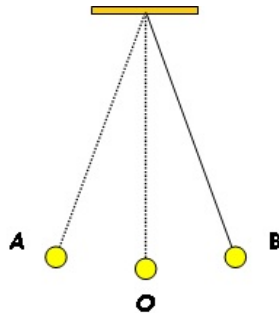
Περίοδος T: Είναι ο χρόνος ενός πλήρη κύκλου του περιοδικού φαινομένου και συμβολίζεται με T. Η περίοδος της γης γύρω από τον ήλιο είναι περίπου 365 μέρες, η περίοδος της γης γύρω από τον εαυτό της είναι 24 ώρες. Γράφουμε:

$$T = 24 \text{ hours}$$

Ταλάντωση: Είναι το περιοδικό φαινόμενο που εξελίσσεται μεταξύ δύο ακραίων θέσεων, π.χ κίνηση εκκρεμούς.

Μέτρηση χρόνου με εκκρεμές

Το εκκρεμές αποτελείται από ένα σώμα - για παράδειγμα μία πλαστελίνη- στο οποίο δένεται ένα νήμα. Η άλλη άκρη του νήματος είναι στερεωμένη σε ψηλό και σταθερό σημείο(π.χ τρίποδα) ώστε το εκκρεμές να μπορεί να αιωρείται, δηλαδή να κινείται ελεύθερα.



- Φτιάχνοντας το δικό μας χρονόμετρο:

- Εκτρέπουμε το σώμα από τη θέση ισορροπίας (θέση O) σε μια αρχική θέση A (ακραία θέση).
- Πατάμε το χρονόμετρο ακριβώς την χρονική στιγμή που αφήνουμε το σώμα ελεύθερο. Η κίνηση του σώματος ονομάζεται **ταλάντωση**.
- Το σώμα κινείται διαδοχικά στις θέσεις $A \rightarrow O \rightarrow B \rightarrow O \rightarrow A$. Ο χρόνος που κάνει το σώμα από την θέση A μέχρι να ξαναεπιστρέψει στην θέση A ονομάζεται χρόνος πλήρους ταλάντωσης ή **περίοδος ταλάντωσης T**. Μετράμε το χρόνο για 10 πλήρεις ταλαντώσεις,
- Διαιρούμε τον ολικό χρόνο των δέκα ταλαντώσεων με 10 και βρίσκουμε την περίοδο T μιας πλήρους ταλάντωσης σε δευτερόλεπτα. Μέχρι εδώ, η διαδικασία ονομάζεται **βαθμονόμηση εκκρεμούς**.
- Για ένα οποιοδήποτε φαινόμενο (π.χ τρέξιμο στα 100 m) μετράμε τον αριθμό ταλαντώσεων N μέχρι να ολοκληρωθεί. Ο χρόνος Δt που διήρκεσε το φαινόμενο θα είναι:

$$\Delta t = N \cdot T$$

Ατομικό ρολόι

Το ατομικό ρολόι αποτελεί το ακριβέστερο όργανο μέτρησης μέχρι σήμερα, παρέχοντας ακρίβεια της τάξεως $0,0000000000000015\text{ s}$. Η αρχή λειτουργίας στηρίζεται στην ιδιοσυχνότητα των ατόμων, καθώς μπορούν να απορροφούν και να εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σε σταθερές περιόδους ή συχνότητες.

Με βάση το ατομικό ρολόι ορίστηκε στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων S.I το 1967, το ένα δευτερόλεπτο, ως το χρονικό διάστημα $9.192.631.770$ περιόδων ακτινοβολίας που αντιστοιχούν στην μετάπτωση μεταξύ των δύο ενεργειακών σταθμών υπέρλεπτης υφής του ατόμου του καυσίου-133. Τα ατομικά ρολόγια χρησιμοποιούνται για τον παγκόσμιο συγχρονισμό των ρολογιών, έλεγχο συχνοτήτων, στα συστήματα GPS κλπ.

Πολλαπλάσια - υποπολλαπλάσια χρόνου

Για μεγάλους χρόνους χρησιμοποιούμε τα πολλαπλάσια της καθημερινότητας, όπως ώρα, λεπτά, μέρες, χρόνια. Για μικρούς χρόνους, χρησιμοποιούμε προθέματα μπροστά από το second s , όπως το χιλιοστό του δευτερολέπτου ms :

Πολλαπλάσια - Υποπολλαπλάσια χρόνου		
Λεπτό	minute	$1\text{ min} = 60\text{ s}$
Ώρα	hour	$1\text{ h} = 60\text{ min}$
Μέρα	day	$1\text{ d} = 24\text{ h}$
Χρόνος	year	$1\text{ y} = 365,25\text{ d}$
Χιλιοστό δευτερολέπτου	millisecond	$1\text{ ms} = \frac{1}{1000}\text{ s} = 0,001\text{ s}$

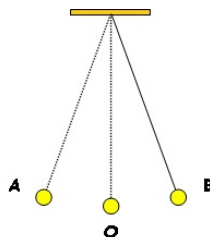
$$1\text{ h} = 60\text{ min} = 3600\text{ s}$$

- $1\text{ h} = 1 \cdot 60 \cdot 60\text{ s} = 3600\text{ s}$
- $120\text{ min} = \frac{120}{60}\text{ h} = 2\text{ h}$
- $4\text{ y} = 4 \cdot 365 \cdot 24\text{ h} = 35040\text{ h}$
- $720\text{ h} = \frac{720}{24}\text{ d} = 30\text{ d}$
- $6\text{ h} = 6 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 1000\text{ ms} = 21.600.000\text{ ms}$

Ασκήσεις

- Ποια μονάδα μέτρησης θα χρησιμοποιήσετε για να μετρήσετε την χρονική διάρκεια
 - των καλοκαιρινών διακοπών.
 - ενός αγώνα δρόμου των 100 m .
 - της ηλικίας της Γης.
 - της ηλικίας ενός ανθρώπου.
 - της διάρκειας ενός ποδοσφαιρικού αγώνα.
 - μεταξύ δύο επισκέψεων σε οδοντίατρο.
- Ένα αυτοκίνητο περνάει την χρονική στιγμή $t_1 = 3\text{ s}$ από ένα σημείο Α και βρίσκεται στο σημείο Β μετά από 5 δευτερόλεπτα. Ακολουθώς κατευθύνεται προς ένα σημείο Γ φτάνοντας την χρονική στιγμή $t = 15\text{ s}$.
 - Ποια είναι η χρονική στιγμή t_2 που το αυτοκίνητο βρίσκεται στο σημείο Β;
 - Ποιο είναι το χρονικό διάστημα μεταξύ των σημείων Α,Β;
 - Ποιο είναι το χρονικό διάστημα μεταξύ των σημείων Β,Γ;
 - Ποιο είναι το χρονικό διάστημα μεταξύ των σημείων Α,Γ;

Να απαντήσετε στα ερωτήματα κάνοντας χρήση συμβόλων.
- Να υπολογίσετε την ηλικίας σας σε δευτερόλεπτα με τη βοήθεια υπολογιστή τσέπης.
- Να γίνουν οι παρακάτω μετατροπές μονάδων:
 - $4\text{ h} = ;\text{ s}$.
 - $60\text{ min} = ;\text{ h}$.
 - $72\text{ ms} = ;\text{ min}$.
 - $2\text{ y} = ;\text{ h}$.
 - $6,03\text{ s} = ;\text{ ms}$.
 - $864\text{ s} = ;\text{ d}$.
- Χαρακτηρίστε τις επόμενες προτάσεις με σωστό(Σ) ή λάθος(Λ):
 - Ο χρόνος είναι παράγωγο μέγεθος.
 - Το ψηφιακό ρολόι έχει μικρότερη ακρίβεια από το αναλογικό ρολόι.
 - Μία ώρα ισούται με 3600 δευτερόλεπτα.
 - Ο υπολογισμός της μέσης τιμής σε μετρήσεις χρόνου δεν έχει νόημα.
 - Η ηλικία των πετρωμάτων μετριέται σε εκατομμύρια χρόνια.
 - Ισχύει $5\text{ min} = 300\text{ s}$.
- Το εκκρεμές του σχήματος ταλαντώνεται διανύοντας την απόσταση $A \rightarrow O$ σε χρόνο 3 s . Να υπολογίσετε την περίοδο της ταλάντωσης και τον αριθμό ταλαντώσεων σε χρόνο 2 λεπτών.



- Δέκα μαθητές μέτρησαν με ψηφιακό ρολόι τον χρόνο 10 πλήρη ταλαντώσεων ενός εκκρεμούς. Οι μετρήσεις τους δίνονται σε δευτερόλεπτα στον παρακάτω πίνακα:

11,6	12,5	11,5	11,9	12	12,3	11,4	10,9	11,6	11,9
------	------	------	------	----	------	------	------	------	------

- Να εξηγήσετε που μπορεί να οφείλονται οι διαφορετικές μετρήσεις.
- Να υπολογίσετε την μέση τιμή των μετρήσεων.
- Πόσο ισούται ο χρόνος μίας ταλάντωσης του εκκρεμούς.

Κριτήριο αξιολόγησης

Ζήτημα 1ο

Από τις παρακάτω ημιτελείς προτάσεις να επιλέξετε την σωστή απάντηση:

- Ο χρόνος είναι μέγεθος
 - διανυσματικό.
 - παράγωγο.
 - μονόμετρο.
- Σε έναν αγώνα δρόμου 100 m , για την μέτρηση του χρόνου τερματισμού των αθλητών, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε
 - κλειψύδρα.
 - αναλογικό ρολόι.
 - ψηφιακό χρονόμετρο.
- Το σφάλμα στη μέτρηση ενός χρόνου μπορεί να οφείλεται
 - σε λάθος οπτική γωνία.
 - στον χρόνο αντίδρασης.
 - σε λάθος αρχή.
- Ο χρόνος πτώσης ενός σώματος t_1 είναι μικρότερος από τον χρόνο πτώσης t_2 ενός άλλου σώματος. Ισχύει
 - $t_1 > t_2$.
 - $t_1 = t_2$.
 - $t_1 < t_2$.
- Το ένα δευτερόλεπτο ισούται με το
 - $1/60$ του λεπτού.
 - $1/2$ του λεπτού.
 - $1/30$ του λεπτού.

Μονάδες 5

Ζήτημα 2ο

Σε ένα εκκρεμές, ο χρόνος μεταξύ των δύο ακραίων θέσεων είναι πέντε δευτερόλεπτα. Να βρείτε

- την περίοδο της ταλάντωσης.
- τον αριθμό ταλαντώσεων σε χρόνο 40 s .

Μονάδες 5

Ζήτημα 3ο

Χαρακτηρίστε τις επόμενες προτάσεις με σωστό (Σ) ή λάθος (Λ):

- Τα 30 s έχουν μεγαλύτερη διάρκεια από τις 0.5 h .
- Η χρήση του εκκρεμούς ως όργανο μέτρησης του χρόνου παρέχει μεγάλη ακρίβεια.
- Μονάδα μέτρησης του χρόνου στο S.I είναι το 1 s .
- Ισχύει $3\text{ h} = 180\text{ min}$
- Η διάρκεια ενός αγώνα μπάσκετ μετρίεται σε ώρες.

Μονάδες 5

Ζήτημα 4ο

Πέντε μαθητές μέτρησαν τον χρόνο πτώσης ενός σώματος σε δευτερόλεπτα. Οι τέσσερις χρησιμοποίησαν αναλογικό ρολόι και ένας χρησιμοποίησε ένα εκκρεμές:

1,3	2,0	1,4	1,2	1,1
-----	-----	-----	-----	-----

- Που πιστεύετε ότι οφείλονται οι διαφορετικές μετρήσεις και ποιος θεωρείται είναι ο μαθητής που μέτρησε τον χρόνο με το εκκρεμές;
- Να υπολογίσετε την μέση τιμή των μετρήσεων. Γιατί είναι σημαντικός ο υπολογισμός της;
- Πόσο ισούται ο χρόνος μιας πλήρους ταλάντωσης του εκκρεμούς, αν γνωρίζουμε ότι ο χρόνος πτώσης του σώματος με το το εκκρεμές αντιστοιχεί σε 3 πλήρεις ταλαντώσεις.

Μονάδες 5