

Φύλλο Εργασίας 2 Μετρήσεις Χρόνου – Η Ακρίβεια

α. Παρατηρώ, Πληροφορούμαι, Ενδιαφέρομαι

Συζήτησε με τους συμμαθητές σου, με τη βοήθεια του/της καθηγητή/τριας σου, τι εννοούμε όταν ζητάμε τη μέτρηση χρόνου. Μήπως ζητάμε τη χρονική διάρκεια που μεσολαβεί μεταξύ δύο γεγονότων ή μεταξύ της αρχής και του τέλους ενός γεγονότος; Πληροφορήσου και γράψε μερικούς τρόπους με τους οποίους μπορούμε να μετρήσουμε το χρόνο.

Η έννοια του χρόνου είναι άρρηκτα δεμένη με τις κάθε είδους μεταβολές. Αντιλαμβανόμαστε το χρόνο από τις μεταβολές που συμβαίνουν γύρω μας. Έτσι:

- Από την αλλαγή του καιρού καταλαβαίνουμε ότι πέρασε το καλοκαίρι και ήρθε το φθινόπωρο.
- Από την μεταβολή της θέσης του Ήλιου καταλαβαίνουμε ότι η μέρα περνάει και έρχεται η νύκτα.
- Από τις μεταβολές που συμβαίνουν στο σώμα ενός παιδιού αντιλαμβανόμαστε ότι έχουν περάσει κάποια χρόνια. Το ίδιο συμβαίνει και με τις μεταβολές στο σώμα των ενηλίκων όταν γερνούν.

Άρα τελικά όταν μιλάμε για χρόνο, στην ουσία μιλάμε για το πόσο απέχει μια κατάσταση από μια άλλη.

- π.χ.
- Πόσο απέχει η ανατολή από τη δύση του Ήλιου την εποχή των Χριστουγέννων; Απέχει 9 ώρες.
 - Πόσο απέχει η αρχή του καλοκαιριού από το τέλος του; Απέχει 3 μήνες.

Η απάντηση στο ερώτημα πόσο απέχει μια κατάσταση από μια άλλη λέγεται χρονική διάρκεια.

Πως μπορούμε να μετρήσουμε το χρόνο:

Αφού ο χρόνος σχετίζεται με μεταβολές, σκεφτόμαστε ότι μπορούμε να τον μετρήσουμε χρησιμοποιώντας ένα φαινόμενο (εδώ θυμίζουμε ότι φαινόμενο είναι μια μεταβολή). Για να είναι ακριβής όμως η μέτρησή μας, το φαινόμενο αυτό πρέπει να είναι επαναλαμβανόμενο σε ίσα χρονικά διαστήματα. Τέτοια φαινόμενα τα λέμε περιοδικά φαινόμενα.

Περιοδικό φαινόμενο: Είναι ένα φαινόμενο που επαναλαμβάνεται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο σε ίσα χρονικά διαστήματα.

Τέτοια φαινόμενα είναι:

- Η ταλάντωση ενός εκκρεμούς
- Η ταλάντωση ενός ελατηρίου
- Το παιχνίδι σε ένα τραμπολίνο
- Η περιστροφή της Γης γύρω από τον Ήλιο
- Οι κινήσεις των πλανητών και των άστρων

Η επιλογή του φαινομένου και τελικά της συσκευής που θα χρησιμοποιήσουμε για τη μέτρηση του χρόνου, εξαρτάται από τη χρονική διάρκεια που θέλουμε να μετρήσουμε (μικρή ή μεγάλη) και από την απαιτούμενη ακρίβεια.

Παρατηρώντας διάφορες συσκευές μέτρησης του χρόνου στις παρακάτω εικόνες, πληροφορήσου για την ακρίβειά τους στη μέτρηση του χρόνου. Ποιες ονομάζουμε "αναλογικές" και ποιες "ψηφιακές";



- Η πρώτη συσκευή είναι ένα ψηφιακό ρολόι. Όπως βλέπουμε μετράει το χρόνο με ακρίβεια εκατοστών του δευτερολέπτου. Τα ψηφιακά όργανα μέτρησης μας δίνουν πάντα **διακριτές** τιμές του χρόνου.
- Η δεύτερη συσκευή είναι ένα ηλιακό ρολόι. Η ακρίβειά του είναι περιορισμένη, καθώς και η δυνατότητά του να μετράει το χρόνο οποτεδήποτε (την νύκτα ή μια βροχερή μέρα).
- Η τρίτη συσκευή είναι ένα αναλογικό ρολόι. Μετράει το χρόνο με ακρίβεια ενός δευτερολέπτου. Στα αναλογικά ρολόγια η κίνηση των δεικτών είναι συνεχόμενη και γι' αυτό μας δίνουν **συνεχείς** τιμές του χρόνου.

Μονάδα μέτρησης του χρόνου

Στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων ο χρόνος μετριέται σε δευτερόλεπτα (s). Φυσικά υπάρχουν πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια του δευτερολέπτου.

Πολλαπλάσια

Λεπτά(min)=60s

Ώρες(h)=3600s

κ.α.

Υποπολλαπλάσια

Εκατοστά του δευτερολέπτου (cs)

Χιλιοστά του δευτερολέπτου (ms)

κ.α.

β. Συζητώ, Αναρωτιέμαι, Υποθέτω

Συζήτησε με τους συμμαθητές σου και γράψε τις υποθέσεις σου για την απαιτούμενη ακρίβεια στη μέτρηση του χρόνου:

- μεταξύ δύο επισκέψεών σου στον οφθαλμίατρο: **Ακρίβεια μήνα. Στον οφθαλμίατρο πηγαίνουμε συνήθως κάθε χρόνο.**

- σε αγώνα δρόμου 100 μέτρων: **Ακρίβεια εκατοστών του δευτερολέπτου. Οι αθλητές τερματίζουν πολύ κοντά ο ένας με τον άλλο.**

- μιας διδακτικής "ώρας": **Ακρίβεια λεπτού. Μια διδακτική ώρα διαρκεί 45 λεπτά (min).**

- δημιουργίας ενός γεωλογικού πετρώματος: **Ακρίβεια αιώνων. Τα πετρώματα δημιουργούνται μέσα σε εκατομμύρια χρόνια.**

Με ποιον τρόπο πρέπει να γίνονται οι μετρήσεις μικρών χρόνων για να έχουμε τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια; Γράψε τις υποθέσεις σου.

Κατ' αρχάς πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα ψηφιακό χρονόμετρο με μεγάλη ακρίβεια.

Όταν όμως ο χρόνος είναι πολύ μικρός, τότε είναι προτιμότερο να μετρήσουμε τη χρονική διάρκεια πολλών επαναλήψεων του φαινομένου και να διαιρέσουμε με το πλήθος των επαναλήψεων. Έτσι θα έχουμε μια ακριβέστερη μέτρηση.

Αυτό συμβαίνει γιατί μεσολαβεί κάποιος χρόνος (χρόνος αντίδρασης) από τη στιγμή που θα αποφασίσουμε να πατήσουμε το κουμπί του χρονομέτρου, μέχρι να το πατήσουμε τελικά. Έτσι αν ο χρόνος που μετράμε είναι μικρός, με μια μέτρηση θα έχουμε μεγάλο σφάλμα.

γ. Ενεργώ, Πειραματίζομαι

Έλεγξε τις υποθέσεις σου με το παρακάτω πείραμα 1 ή το εναλλακτικό πείραμα 2.

Υλικά / Όργανα:

λεπτό σχοινί, μικρό βαρύ αντικείμενο (πχ. μπάλα από πλαστελίνη, βαρίδι με γάντζο,...), ρολόγια ή χρονομέτρα (κάποια με ακρίβεια δευτερολέπτου και άλλα εκατοστού του δευτερολέπτου), ένα θρανίο, μπαλάκι.

Αντί του πειράματος 1, μπορεί να γίνει το πείραμα 2 (με την ίδια διαδικασία που περιγράφεται για το πείραμα 1) ή μερικοί μαθητές μπορούν να κάνουν πείραμα 1 και οι υπόλοιποι το πείραμα 2.

Πείραμα 1



Δέσε στο ένα άκρο ενός λεπτού σχοινιού (μήκους μισού μέτρου περίπου) ένα μικρό και βαρύ αντικείμενο (πχ. μπάλα από πλαστελίνη) και κρέμασέ το δένοντας το άλλο άκρο του σε ένα ψηλό σημείο, προσέχοντας να μην ακουμπάει πουθενά και να μπορεί να ταλαντώνεται. Άφησέ το να ηρεμήσει σε κατακόρυφη θέση, όπως στη διπλανή εικόνα.

Εσύ και οι συμμαθητές σου, ο καθένας με το ρολόι του ή χρονομέτρο ετοιμαζόσαστε να μετρήσετε χρόνο. Μερικοί έχετε αναλογικό ρολόι με δείκτη δευτερολέπτων, που μετρά με ακρίβεια δευτερολέπτου. Άλλοι έχετε ψηφιακό ρολόι με ένδειξη εκατοστού του δευτερολέπτου, που μετρά με αυτή την ακρίβεια το χρόνο.

Απομάκρυνε λίγο το αντικείμενο από τη θέση ηρεμίας του και άφησέ το, όπως στη διπλανή εικόνα. Το αντικείμενο αρχίζει να ταλαντώνεται αριστερά - δεξιά, ως "εκκρεμές".

Εσύ και οι συμμαθητές σου, ο καθένας με το ρολόι του ή το χρονομέτρό του, μετρήστε το χρόνο που πέρασε από την αρχή της ταλάντωσης έως τη στιγμή που ολοκληρώνονται 10 πλήρεις ταλαντώσεις. Λάβετε υπόψη σας ότι ένα εκκρεμές ολοκληρώνει μια πλήρη ταλάντωση όταν ξεκινάει από μια ακραία θέση και επιστρέφει σε αυτήν.

Γράψε το χρόνο που μέτρησες, καθώς και το χρόνο που μέτρησαν οι συμμαθητές σου, χωρίς όμως να έχετε δει ο ένας το χρόνο του άλλου. Όσοι έχουν αναλογικό ρολόι γράφουν την τιμή του χρόνου που μέτρησαν στη δεύτερη στήλη του παρακάτω πίνακα. Όσοι έχουν ψηφιακό ρολόι ή χρονομέτρο γράφουν την τιμή του χρόνου που μέτρησαν στην τέταρτη στήλη του.



	χρόνοι μέτρησης 10 ταλαντώσεων (δευτερόλεπτα)	μέση τιμή χρόνου (δευτερόλεπτα)	χρόνοι μέτρησης 10 ταλαντώσεων (εκατοστά του δευτερολέπτου)	μέση τιμή χρόνου (εκατοστά του δευτερόλεπτα)
1	15	15,7	15,63	15,87
2	16		15,85	
3	15		16,02	
4	17		15,89	
5	15		16,1	
6	16		15,92	
7	16		15,71	
8	15		16,01	
9	17		15,80	
10	15		15,78	
Άθροισμα χρόνων	157		158,71	

Σύγκρινε μεταξύ τους τις τιμές του χρόνου που έχεις γράψει στη δεύτερη στήλη. Τι παρατηρείς; Υπάρχουν διαφορές μεταξύ τους;

Υπάρχουν διαφορές μεταξύ των μετρήσεων. Αυτές μπορεί να οφείλονται:

- Στα διαφορετικά ρολόγια που χρησιμοποιήθηκαν
- Στη διαφορά έναρξης και λήξης της μέτρησης από πειραματιστή σε πειραματιστή (χρόνος αντίδρασης).

Σύγκρινε μεταξύ τους τις τιμές του χρόνου που έχεις γράψει στην τέταρτη στήλη. Τι παρατηρείς; Υπάρχουν διαφορές μεταξύ τους;

Υπάρχουν πάλι κάποιες διαφορές μεταξύ των μετρήσεων. Σε σύγκριση όμως με τις προηγούμενες είναι πολύ μικρότερες, λόγω της μεγαλύτερης ακρίβειας του οργάνου και του πιο συγκεκριμένου τρόπου έναρξης και λήξης (πάτημα κουμπιού). Οι διαφορές αυτές μπορεί να οφείλονται:

- Στα διαφορετικά χρονόμετρα που χρησιμοποιήθηκαν (διαφορετική ευαισθησία κουμπιού)
- Στη διαφορά έναρξης και λήξης της μέτρησης από πειραματιστή σε πειραματιστή (χρόνος αντίδρασης).

Αν παρατηρείς διαφορές μεταξύ των τιμών της δεύτερης και τέταρτης στήλης, πού νομίζεις ότι οφείλονται;

Υπάρχουν διαφορές και οφείλονται:

- στη μεγαλύτερη ακρίβεια του ψηφιακού χρονομέτρου
- στο γεγονός ότι το ψηφιακό χρονόμετρο αρχίζει και τελειώνει με το πάτημα ενός κουμπιού. Αυτό κάνει τη μέτρηση ακριβέστερη.

Άθροισε όλες τις τιμές του χρόνου που έχεις γράψει στη δεύτερη στήλη και γράψε το άθροισμα τους στο τελευταίο κελί της. Υπολόγισε τη μέση τιμή του χρόνου 10 ταλαντώσεων, διαιρώντας το άθροισμά τους με το πλήθος των τιμών. Γράψε τη μέση τιμή (με ακρίβεια ενός δευτερολέπτου, με όση δηλαδή ακρίβεια έγιναν αυτές οι μετρήσεις) στην αντίστοιχη στήλη του πίνακα.

Επανάλαβε τους υπολογισμούς για τις τιμές του χρόνου που έχει γράψει στην τέταρτη στήλη και γράψε τη μέση τιμή τους στην τελευταία στήλη (με ακρίβεια εκατοστού του δευτερολέπτου, με όση δηλαδή ακρίβεια έγιναν αυτές οι μετρήσεις).

δ. Συμπεραίνω, Καταγράφω

Γράψε τα συμπεράσματά σου από τις παρατηρήσεις, τις μετρήσεις και τους υπολογισμούς σου, επιβεβαιώνοντας ή διαψεύδοντας τις υποθέσεις σου:

Συμπεραίνουμε ότι:

- Για να μετρήσουμε μικρά χρονικά διαστήματα πρέπει να μετρήσουμε πολλές επαναλήψεις του φαινομένου για να μειώσουμε τα σφάλματα λόγω καθυστερημένης έναρξης και λήξης της μέτρησης.
- Εμφανίζονται πάντα διαφορές στις μετρήσεις μεταξύ πειραματιστών που οφείλονται:
 - Στο διαφορετικό χρόνο αντίδρασης του κάθε πειραματιστή
 - Σε σφάλματα στην ανάγνωση, στη περίπτωση των αναλογικών οργάνων.
- Τα ψηφιακά όργανα είναι πολύ πιο ακριβή από τα αναλογικά, ειδικά στη μέτρηση μικρών χρονικών διαστημάτων.

ε. Εφαρμόζω, Εξηγώ, Ερμηνεύω

Συγκέντρωσε εικόνες και πληροφορίες για τη μέτρηση του χρόνου με άλλους τρόπους και όργανα.

Η μέτρηση του χρόνου μπορεί να γίνει με οποιοδήποτε περιοδικό φαινόμενο, όπως το εκκρεμές.

Έτσι τα αναλογικά ρολόγια μετρούν το χρόνο μέσω της ταλάντωσης ενός κρυστάλλου που έχουν στο εσωτερικό τους.

Τα ψηφιακά ρολόγια λειτουργούν με βάση τη συχνότητα του ηλεκτρικού ρεύματος που τα διαρρέει.

Το ακριβέστερο όργανο μέτρησης του χρόνου στην εποχή μας είναι το "ατομικό ρολόι". Αναζήτησε πληροφορίες για τη λειτουργία του. Ποια είναι η ακρίβεια μέτρησης του χρόνου που επιτυγχάνουμε με αυτό;

Τα ατομικά ρολόγια βασίζονται στη μέτρηση των ταλαντώσεων ατόμων, όταν αυτά μεταπηδούν από μια ενεργειακή κατάσταση σε άλλη. Συνήθως χρησιμοποιούνται άτομα Καισίου 133 (Cs). Το πρώτο ατομικό ρολόι φτιάχτηκε το 1949 στην Αμερική και το πρώτο ακριβές ατομικό ρολόι Καισίου φτιάχτηκε στην Αγγλία το 1955.

Το ατομικό ρολόι έχει ακρίβεια 0,000000000000015 δευτερόλεπτα. Για τον καθορισμό του διεθνούς ατομικού χρόνου χρησιμοποιείται ένα παγκόσμιο δίκτυο από 200 ατομικά ρολόγια που βρίσκονται σε πάνω από 50 εθνικά εργαστήρια.

Ο χρόνος ζωής ενός ατομικού ρολογιού εξαρτάται από τα συστατικά του. Ατομικά ρολόγια που βασίζονται στις ταλαντώσεις Ρουβιδίου έχουν χρόνο ζωής 10 χρόνια, ενώ ατομικά ρολόγια Καισίου 133 έχουν διάρκεια ζωής 7 χρόνων. Πέρα από αυτά τα διαστήματα η σταθερότητα της δομής των ατόμων μεταβάλλεται με αποτέλεσμα τη μη ακριβή λειτουργία τους.



