

Φύλλο εργασίας 2

Μετρήσεις Χρόνου – Η Ακρίβεια

α. Παρατηρώ, Πληροφορούμαι, Ενδιαφέρομαι

Συζήτησε με τους συμμαθητές σου, με τη βοήθεια του καθηγητή 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 τον χρόνο.

Το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο ανατολών του Ήλιου για όλο τον χρόνο είναι σταθερό και ίσο με 24 ώρες (χρονική διάρκεια που μεσολαβεί μεταξύ δύο ανατολών), ενώ το χρονικό διάστημα μεταξύ ανατολής και δύσης του Ήλιου (αρχή ημέρας και τέλος ημέρας, αρχή και τέλος ενός γεγονότος) δεν είναι σταθερό. Στις 21 Μαρτίου και στις 21 Σεπτεμβρίου (ισημερίες) είναι 12 ώρες, ενώ στις 21 Ιουνίου που έχουμε τη μεγαλύτερη ημέρα είναι μεγαλύτερο από 12 ώρες.

Στις 8 κάθε πρωί χτυπάει το κουδούνι στο σχολείο. Η χρονική διάρκεια που μεσολαβεί από το προπό κουδούνι μιας μέρας στο πρώτο κουδούνι της επόμενης μέρας είναι 24 ώρες. Από τη στιγμή που χτυπάει το κουδούνι για να μπούμε στην τάξη μέχρι τη στιγμή που ξαναχτυπάει για να βγούμε από την τάξη για διάλειμμα μεσολαβούν 45 λεπτά. Εδώ έχουμε τη χρονική διάρκεια μεταξύ της αρχής και του τέλους ενός γεγονότος (δηλαδή τη διάρκεια ενός μαθήματος).

Για να μετρήσουμε τον χρόνο, χρησιμοποιούμε φαινόμενα τα οποία επαναλαμβάνονται με τον ίδιο τρόπο σε ίσα χρονικά διαστήματα (**περιοδικά φαινόμενα**). Τέτοια φαινόμενα είναι:

- Η περιφορά της Γης γύρω από τον Ήλιο: 1 έτος ή 365 ημέρες.
- Η περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονα της: 1 ημέρα ή 24 ώρες.
- Η κίνηση του εκκρεμούς, που σε κάθε πλήρη ταλάντωση ο χρόνος είναι ίδιος και εξαρτάται μόνο από το μήκος του νήματος και από τον τόπο όπου γίνεται η ταλάντωση.



Σήμερα, για να μετρήσουμε τον χρόνο, χρησιμοποιούμε ένα ρολόι ή ένα χρονόμετρο (αναλογικό ή ψηφιακό).

Παρατηρώντας διάφορες συσκευές μέτρησης του χρόνου στις εικόνες, πληροφορήσου για την ακρίβεια τους στη μέτρηση του χρόνου. Ποιες ονομάζουμε «αναλογικές» και ποιες «ψηφιακές»;

Η δεύτερη εικόνα μάς δείχνει ένα **ηλιακό ρολόι**. Το ηλιακό αυτό ρολόι αποτελείται από μια οριζόντια επιφάνεια με υποδιαίρέσεις που αντιστοιχούν στις ώρες της ημέρας και έναν μικρό στύλο. Ο στύλος φωτίζεται από τον Ήλιο και η σκιά του που σχηματίζεται στην ορι-

ζόντια επιφάνεια δείχνει κάθε φορά, την ώρα της ημέρας. Προφανώς το ηλιακό ρολόι δε μας δείχνει με ακρίβεια την ώρα.

Η τρίτη εικόνα μάς δείχνει ένα αναλογικό ρολόι. Το αναλογικό ρολόι μπορεί να είναι μηχανικό, οπότε η ενέργεια του παρέχεται από ελατήριο, ή ηλεκτρικό, οπότε η κίνηση του παράγεται και διατηρείται μέσω ηλεκτρικής συσκευής (μπαταρία), ή ηλεκτρονικό, με ολοκληρωμένα κυκλώματα χωρίς κανένα κινητό τμήμα, όπως είναι το ρολόι χαλαζία, που περιέχει ως συντονιστή έναν κρύσταλλο χαλαζία, οι ταλαντώσεις του οποίου συντηρούνται ηλεκτρονικά. Στο αναλογικό ρολόι μπορούμε να μετρήσουμε με ακρίβεια την ώρα μέσα σε ένα 12ωρο (δε μας δείχνει αν είναι μέρα ή νύχτα), τα λεπτά και τα δευτερόλεπτα.



Αναλογικό ρολόι

Η πρώτη εικόνα μάς δείχνει ένα ψηφιακό ρολόι. Το ψηφιακό ρολόι μας δίνει τον χρόνο με μεγαλύτερη ακρίβεια απ' ό,τι τα άλλα δύο. Μέσα σ' ένα 24ωρο μας δίνει με αριθμούς τα λεπτά, τα δευτερόλεπτα και τα εκατοστά του δευτερολέπτου.



Ψηφιακό ρολόι

Στην καθημερινή ζωή χρησιμοποιούμε και τον όρο βιολογικό ρολόι. Το βιολογικό ρολόι είναι ο εσωτερικός μηχανισμός των έμβιων όντων που ελέγχει τους βιολογικούς ρυθμούς (βιορυθμούς) του οργανισμού. Για παράδειγμα, στο πρώτο διάλειμμα αισθανόμαστε ότι πρέπει να πάρουμε τυρόπιτα ή κουλούρι ή κάτι άλλο να φάμε διότι πεινάμε.

β. Συζητώ, Αναρωτιέμαι, Υποθέτω

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

- **μεταξύ δύο επισκέψεων σου στον οφθαλμίατρο:**

Συνήθως, όταν πάμε σ' έναν γιατρό, μας προσδιορίζει την επόμενη επίσκεψη σε 2 ή 3 εβδομάδες είτε σε 3 ή 4 μήνες κ.λπ. Άρα δεν απαιτείται μεγάλη ακρίβεια.

- **σε αγώνα δρόμου 100 μέτρων:**

Στους αγώνες αυτούς απαιτείται πολύ μεγάλη ακρίβεια, μέχρι και εκατοστά του δευτερολέπτου (σκεφτείτε ότι υπάρχει και το φώτο φίνις για να αναδειχτεί ο νικητής).

- **μιας διδακτικής «ώρας»:**

Εδώ απαιτείται ακρίβεια σε λεπτά της ώρας.

- **δημιουργίας ενός γεωλογικού πετρώματος:**

Ακούμε τους γεωλόγους να υποστηρίζουν ότι ένα πέτρωμα μπορεί να δημιουργήθηκε στη λιθανθρακοφόρο περίοδο (πριν από 300 εκατομμύρια χρόνια περίπου) ή στον καινοζωικό αιώνα (άρχισε περίπου 65 εκατομμύρια χρόνια πριν). Κατά συνέπεια η απόκλιση στη μέτρηση του χρόνου μπορεί να είναι και πολλά εκατομμύρια χρόνια.

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

Όταν θέλουμε να μετρήσουμε μικρές χρονικές διάρκειες, για να έχουμε την όσο γίνεται καλύτερη ακρίβεια, χρησιμοποιούμε ψηφιακό ρολόι, το οποίο μετράει μέχρι και εκατοστά του δευτερολέπτου.

Η **ακρίβεια** των μετρήσεων του χρόνου εξαρτάται από:

- α) **αντικειμενικούς** παράγοντες, δηλαδή από τα όργανα μέτρησης και την ακρίβεια που παρέχουν (υπάρχουν ρολόγια που δεν είναι ακριβή).
- β) **υποκειμενικούς παράγοντες**, δηλαδή από την προσοχή που δίνουμε εμείς κατά τη μέτρηση του χρόνου.

γ. Ενεργώ, Πειραματίζομαι

Χρησιμοποιήσαμε το εκπαιδευτικό λογισμικό προσομοίωσης «**Εργαστήριο εκκρεμούς**» (<https://phet.colorado.edu/el/simulation/pendulum-lab>).

Τήραμε 10 μετρήσεις χρόνων 6 ταλαντώσεων του εκκρεμούς και τις καταχωρήσαμε σε πίνακα της μορφής

	χρόνος (δέκατα του δευτερολέπτου)	μέση τιμή χρόνου (δέκατα του δευτερολέπτου)	χρόνος (εκατοστά του δευτερολέπτου)	μέση τιμή χρόνου (εκατοστά του δευτερολέπτου)
1	10,3	10,3	10,31	10,29
2	10,2		10,26	
3	10,2		10,26	
4	10,3		10,30	
5	10,3		10,33	
6	10,2		10,20	
7	10,3		10,32	
8	10,2		10,21	
9	10,2		10,23	
10	10,4		10,43	
άθροισμα χρόνων	102,6		102,85	

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

Υπάρχουν κάποιες διαφορές οι οποίες οφείλονται στα σφάλματα κατά τη μέτρηση. Επειδή οι μετρήσεις γίνανε με ακρίβεια δέκατου δευτερολέπτου, τη μέση τιμή τη στρογγυλοποιούμε με ακρίβεια δέκατου δευτερολέπτου.

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

Οι διαφορές που υπάρχουν οφείλονται και εδώ στα σφάλματα κατά τη μέτρηση. Επειδή οι μετρήσεις γίνανε με ακρίβεια εκατοστού δευτερολέπτου, τη μέση τιμή τη στρογγυλοποιούμε με ακρίβεια εκατοστού δευτερολέπτου.

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

Οι μετρήσεις στη δεύτερη στήλη έγιναν με ακρίβεια δέκατου δευτερολέπτου, ενώ οι μετρήσεις της τέταρτης στήλης με ακρίβεια εκατοστού δευτερολέπτου. Οι διαφορές που παρατηρούνται οφείλονται στη διαφορά της ακρίβειας μεταξύ των μετρήσεων της δεύτερης και της τέταρτης στήλης.

δ. Συμπεραίνω, Καταγράφω

Γράψε τα συμπεράσματα σου από τις παρατηρήσεις, τις μετρήσεις και τους υπολογισμούς σου, επιβεβαιώνοντας ή διαψεύδοντας τις υποθέσεις σου.

Από τα πειράματα διαπιστώνουμε τα ακόλουθα:

- α) Η ακρίβεια στη μέτρηση του χρόνου εξαρτάται κυρίως από τα όργανα μέτρησης που χρησιμοποιούμε. Με ψηφιακά ρολόγια ή χρονόμετρα οι μετρήσεις είναι πολύ πιο ακριβείς σε σχέση με τα αναλογικά ρολόγια.
- β) Η ακρίβεια στη μέτρηση του χρόνου εξαρτάται και από το άτομο που παίρνει τις μετρήσεις. Για να είναι όσο γίνεται πιο ακριβείς οι μετρήσεις, απαιτείται: ακρίβεια, συνέπεια και προσοχή.

Ο υπολογισμός της μέσης τιμής των μετρήσεων εξομαλύνει τις διαφορές. Η μέση τιμή πολλών μετρήσεων που έχουν γίνει με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια πλησιάζει περισσότερο στη ζητούμενη «πραγματική» τιμή του χρόνου.

ε. Εφαρμόζω, Εξηγώ, Γενικεύω

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

Σήμερα τον χρόνο τον μετράμε:

- Με το **μηχανικό ρολόι**, που καθιερώθηκε από τον 17ο αιώνα και εκμεταλλεύεται την περιοδική κίνηση ενός εκκρεμούς.
- Με **ηλεκτρικά ή ηλεκτρονικά** ρολόγια, τα οποία είναι αναλογικά ή ψηφιακά.
- Με ρολόγια που περιέχουν **κρύσταλλο χαλαζία - (quartz)**, ο οποίος ταλαντώνεται. (<https://www.videoman.gr/74412>)
- Με **ατομικά ρολόγια** καισίου, τα οποία εξασφαλίζουν τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια.

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;

Ατομικό ρολόι ονομάζεται μια διάταξη μέτρησης χρόνου που προσφέρει την υψηλότερη μέχρι σήμερα διαθέσιμη ακρίβεια μέτρησης. Η ακρίβεια του είναι 0,0000000000000000001 δευτερόλεπτα ή $1 \cdot 10^{-19} \text{s}$. Επιστήμονες δημιούργησαν πρόσφατα ένα ατομικό ρολόι ακριβείας που χάνει μόνο ένα δευτερόλεπτο ανά 300 εκατομμύρια χρόνια!

Τα ατομικά ρολόγια χρησιμοποιούνται για τον συγχρονισμό ρολογιών σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο, τον έλεγχο συχνότητας τηλεοπτικών σταθμών και τη λειτουργία συστημάτων GPS (Global Positioning System).

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

Με βάση τα ατομικά ρολόγια, το 1967 η μονάδα μέτρησης του χρόνου στο **Διεθνές Σύστημα Μονάδων (S.I.)**, δηλαδή το 1 δευτερόλεπτο, ορίστηκε ίσο με 9192.631.770 ταλαντώσεις Καισίου 133 από μια ενεργειακή κατάσταση σε άλλη. Για τον καθορισμό του διεθνούς ατομικού χρόνου χρησιμοποιείται ένα παγκόσμιο δίκτυο από 200 ατομικά ρολόγια που βρίσκονται σε περισσότερα από 50 εθνικά εργαστήρια.

Ο χρόνος ζωής ενός ατομικού ρολογιού εξαρτάται από τα συστατικά του. Άλλο χρόνο ζωής έχουν τα ατομικά ρολόγια που βασίζονται στις ταλαντώσεις Ρουβιδίου, κόστους 40€ και άλλο χρόνο ζωής έχουν τα ατομικά ρολόγια Καισίου 133, κόστους 30.000€!

Ερωτήσεις Θεωρίας

1. Με ποιον τρόπο μετρούσαν τον χρόνο οι άνθρωποι στα αρχαία χρόνια;

απάντηση

Ο άνθρωπος από τους προϊστορικούς χρόνους είχε αντιληφθεί την έννοια του χρόνου παρακολουθώντας τις αλλαγές στο περιβάλλον του. όπως τις φάσεις της Σελήνης, τις εναλλαγές των εποχών, την ανατολή και τη δύση του Ήλιου κ.ά.

Για τη μέτρηση του χρόνου στα αρχαία χρόνια οι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν:

- Τα ηλιακά ρολόγια: τα οποία έδειχναν τον χρόνο (την ώρα) με τη βοήθεια της σκιάς μιας στήλης.
- Τις κλεψύδρες νερού ή άμμου: Η κλεψύδρα ήταν ένα αγγείο με στενό στόμιο και πλατιά βάση με μικρές οπές, το οποίο χρησιμοποιούσαν ως όργανο μέτρησης του χρόνου κυρίως κατά τις αγορεύσεις των ρητόρων στα δικαστήρια. Κάθε αγόρευση διαρκούσε όσο χρόνο χρειαζόταν για να εξαντληθεί το νερό με το οποίο ήταν γεμάτο το αγγείο, καθώς έσταζε αργά σε σταγόνες. Η κλεψύδρα χρησιμοποιείται κάποιες φορές και σήμερα, όπως π.χ. σε αγώνες σκάκι κ.α.



2. Με ποια όργανα μετράμε σήμερα τον χρόνο;

απάντηση

Σήμερα τον χρόνο τον μετράμε:

- Με το **μηχανικό ρολόι**, που καθιερώθηκε από τον 17ο αιώνα και εκμεταλλεύεται την περιοδική κίνηση ενός εκκρεμούς.
- Με **ηλεκτρικά ή ηλεκτρονικά ρολόγια**, τα οποία είναι αναλογικά ή ψηφιακά.
- Με ρολόγια που περιέχουν **κρύσταλλο χαλαζία - (quartz)**, ο οποίος ταλαντώνεται.
- Με **ατομικά ρολόγια** καισίου, τα οποία εξασφαλίζουν τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια.

3. Ποια είναι η θεμελιώδης μονάδα μέτρησης χρόνου; Ποιες άλλες μονάδες χρόνου γνωρίζετε;

απάντηση

Σήμερα για τη μέτρηση του χρόνου χρησιμοποιούμε τα ρολόγια και τα χρονόμετρα.

Ως μονάδα μέτρησης του χρόνου στη Φυσική χρησιμοποιούμε το δευτερόλεπτο (1s). Το δευτερόλεπτο ορίστηκε έτσι, ώστε το ημερονύκτιο να διαρκεί 86.400s.

Άλλες συνηθισμένες μονάδες μέτρησης χρόνου είναι το λεπτό (min) και η ώρα (h). Ισχύουν:

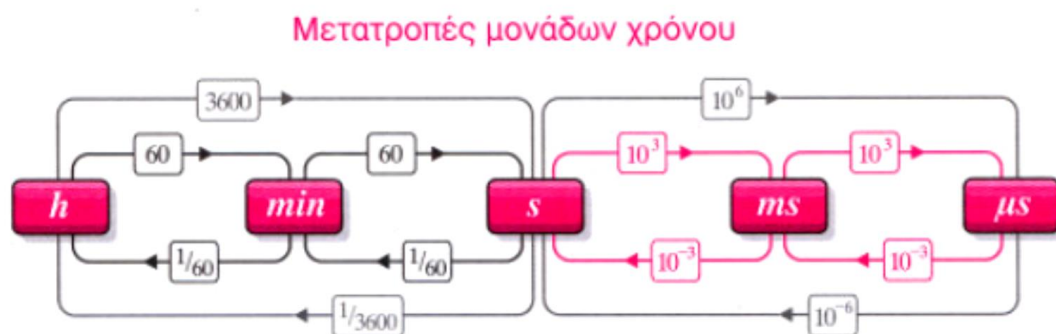
Για το λεπτό: $1 \text{ min} = 60 \text{ s}$, οπότε $1 \text{ s} = \frac{1}{60} \text{ min}$.

Για την ώρα: $1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 60 \cdot 60 \text{ s} = 3600 \text{ s}$, οπότε $1 \text{ s} = \frac{1}{3.600} \text{ h}$.



Υποπολλαπλάσια του δευτερολέπτου είναι:

- Το मिलिसेकॉन्ट (1 ms). Ισχύουν: $1 \text{ ms} = \frac{1}{1.000} \text{ s} = \frac{1}{10^3} \text{ s} = 10^{-3} \text{ s}$ και $1 \text{ s} = 1.000 \text{ ms} = 10^3 \text{ ms}$.
- Το μικροσεκόντ (1 μs). Ισχύουν: $1 \mu\text{s} = \frac{1}{1.000.000} \text{ s} = \frac{1}{10^6} \text{ s} = 10^{-6} \text{ s}$ και $1 \text{ s} = 1.000.000 \mu\text{s} = 10^6 \mu\text{s}$.

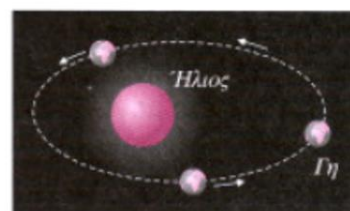


4. Ποια κίνηση ονομάζουμε περιοδική;
απάντηση

Περιοδική ονομάζουμε την κίνηση που επαναλαμβάνεται κατά τον ίδιο τρόπο σε ίσα χρονικά διαστήματα.

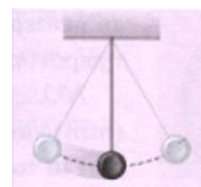
παραδείγματα

α) Η κίνηση της Γης γύρω από τον Ήλιο επαναλαμβάνεται κατά τον ίδιο τρόπο κάθε χρόνο.



β) Ο μυς της καρδιάς εκτελεί περιοδική κίνηση.

γ) Η κίνηση που κάνει ένα παιδί στην κούνια παιδικής χαράς.



δ) Η κίνηση του εκκρεμούς.



ε) Η κίνηση που κάνουν οι δείκτες του ρολογιού κ.ά.

5. Τι ονομάζουμε περίοδο σε μια περιοδική κίνηση;

απάντηση

Το χρονικό διάστημα στο οποίο επαναλαμβάνεται ένα περιοδικό φαινόμενο (περιοδική κίνηση) ονομάζεται **περίοδος T** του φαινομένου.

Η περίοδος της κίνησης της Γης γύρω από τον Ήλιο είναι **ένα έτος** (365 ημέρες).

Η περίοδος της περιστροφής της Γης γύρω από τον εαυτό της είναι **24 ώρες**.

Μονάδα μέτρησης της περιόδου είναι το ένα **δευτερόλεπτο** (1s).

Στο μηχανικό ρολόι χειρός ο δείκτης που δείχνει την ώρα (ωροδείκτης) έχει περίοδο **$T_{ωρ}=12\text{ώρες}$** , διότι μία πλήρη επαναλαμβανόμενη περιστροφή του διαρκεί 12 ώρες.

Ο λεπτοδείκτης κάνει μία πλήρη επαναλαμβανόμενη περιστροφή σε χρόνο μίας ώρας ή 60 λεπτών, συνεπώς η περίοδος του είναι **$T_{λ}=1\text{h}=60\text{min}=3600\text{s}$** .

Ο δείκτης που μας δείχνει τα δευτερόλεπτα, κάνει μία πλήρη επαναλαμβανόμενη περιστροφή σε χρόνο ενός λεπτού (1min) ή 60 δευτερολέπτων (60s), άρα η περίοδος του είναι **$T_{δ}=1\text{min}=60\text{s}$** .

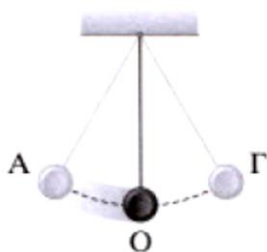
Συχνότητα f μιας περιοδικής κίνησης ονομάζεται ο αριθμός N των επαναλήψεων του περιοδικού φαινομένου σε χρόνο ενός δευτερολέπτου. Ισχύει:

$$f = \frac{1}{T}$$

δηλαδή η συχνότητα f και η περίοδος T είναι μεγέθη αντιστρόφως ανάλογα.

Μονάδα μέτρησης της συχνότητας είναι το 1Hz (1 Χερτζ). Ισχύει:

$$1\text{Hz} = \frac{1}{\text{s}}$$



Το εκκρεμές εκτελεί περιοδική κίνηση. Ο χρόνος μίας πλήρους ταλάντωσης ($A \rightarrow O \rightarrow \Gamma \rightarrow O \rightarrow A$) ονομάζεται περίοδος T του εκκρεμούς.



Το κοριτσάκι στην κούνια εκτελεί περιοδική κίνηση.

6. Τι γνωρίζετε για το απλό εκκρεμές;

απάντηση

Απλό (ή μαθηματικό) **εκκρεμές** ονομάζουμε τη διάταξη που αποτελείται από νήμα σταθερού μήκους ℓ και αμελητέου βάρους, του οποίου το ένα άκρο το δένουμε σε σταθερό σημείο O , ενώ στο άλλο άκρο είναι δεμένο σώμα μάζας τη μικρών διαστάσεων (συνήθως μικρό σφαιρίδιο).

Η **θέση ισορροπίας** του σώματος είναι η θέση O όπου το νήμα είναι κατακόρυφο. Αν το σώμα απομακρυνθεί λίγο από τη θέση ισορροπίας του και στη συνέχεια αφεθεί ελεύθερο, εκτελεί ταλάντωση ανάμεσα στις ακραίες θέσεις B και Γ .

Η **περίοδος T** της ταλάντωσης, δηλαδή η χρονική διάρκεια μίας πλήρους ταλάντωσης (από το B στο Γ και ξανά στο B):

- είναι ανεξάρτητη της μάζας του εκκρεμούς,
- δεν εξαρτάται από το πλάτος της ταλάντωσης, όταν το εκκρεμές εκτρέπεται κατά μικρή γωνία θ ($\theta < 10^\circ$), δηλαδή είναι ίδια είτε το εκτρέψουμε λίγο είτε περισσότερο,
- αυξάνεται όταν αυξάνεται το μήκος ℓ του εκκρεμούς (όταν το ℓ τετραπλασιάζεται, η T διπλασιάζεται).
- εξαρτάται από τον τόπο στον οποίο βρίσκεται το εκκρεμές. Για το ίδιο εκκρεμές (ίδιο μήκος νήματος), για την περίοδο του στον Ισημερινό και στους Πόλους ισχύει:

$$T_{\text{Ισημ.}} > T_{\text{Πολ.}}$$

Στον ίδιο τόπο ένα απλό εκκρεμές έχει μεγαλύτερη περίοδο T_h σε κάποιο ύψος h απ' ό,τι έχει στο ύψος της επιφάνειας της θάλασσας ($T_{\text{θαλ.}}$). $T_h > T_{\text{θαλ.}}$

Το ίδιο απλό εκκρεμές έχει μεγαλύτερη περίοδο στην επιφάνεια της Σελήνης ($T_{\text{σελ.}}$) απ' ό,τι έχει στην επιφάνεια της Γης ($T_{\text{Γης}}$).

$$T_{\text{σελ.}} > T_{\text{Γης}}$$

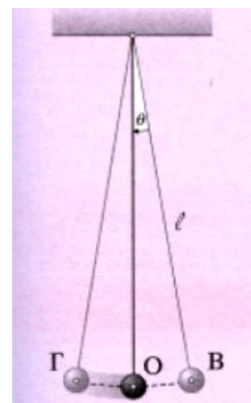
Ο τύπος που δίνει την περίοδο (T) ενός εκκρεμούς είναι:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

όπου ℓ το μήκος του νήματος και g η επιτάχυνση της βαρύτητας.

Στο ύψος της επιφάνειας της θάλασσας και σε γεωγραφικά πλάτη κοντά στον Ισημερινό είναι $g=9,8\text{m/s}^2$ (περίπου). Το g αλλάζει από τόπο σε τόπο και από ύψος σε ύψος. Έτσι δικαιολογούνται οι διαφορετικές περίοδοι του ίδιου εκκρεμούς σε διαφορετικούς τόπους.

Ένα ρολόι εκκρεμές στον Ισημερινό και στο ύψος της επιφάνειας της θάλασσας δείχνει κανονικά την ώρα, δηλαδή όταν το εκκρεμές περνάει από την κατακόρυφο, «κτυπάει» τα δευτερόλεπτα. Άρα έχει περίοδο $T=2\text{s}$. Αν μεταφερθεί στους Πόλους, θα έχει περίοδο π.χ. $1,98\text{s}$, δηλαδή σε $1,98\text{s}$ θα δείχνει λανθασμένα ότι πέρασαν 2s . Άρα το ρολόι θα πάει μπροστά.



Ασκήσεις Β' Ομάδας

1. Πόσα δευτερόλεπτα (s) είναι:
α) τα 5min; β) οι 2h; γ) τα 200ms; δ) τα $10^4\mu s$;
2. Να υπολογίσετε:
α) πόσα δευτερόλεπτα έχει μία ημέρα,
β) πόσα δευτερόλεπτα έχει ένα έτος (365 ημέρες),
γ) πόσα λεπτά έχει ένα έτος.
3. Ο μήνας Σεπτέμβριος έχει διάρκεια 30 ημέρες. Να βρείτε τη διάρκεια του σε ώρες (h), σε λεπτά (min) και σε δευτερόλεπτα (s).
4. Η κανονική διάρκεια ενός αγώνα ποδοσφαίρου είναι 90min. Να βρείτε την κανονική διάρκεια του αγώνα σε ώρες (h), σε δευτερόλεπτα (s), σε मिलिसेकंट (ms) και σε μικροσεκόντ (μs).

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

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

$$1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s}$$

$$1 \mu s = 10^{-6} \text{ s}$$

$$1 \text{ ημέρα} = 24 \text{ h}$$

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

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

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

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

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

$$1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s}$$

$$1 \mu s = 10^{-6} \text{ s}$$

$$1 \text{ s} = 10^3 \text{ ms}$$

$$1 \text{ s} = 10^6 \mu s$$

βιβλιογραφία

- Η Φυσική με Πειράματα Α' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ» 2013
- Η ΦΥΣΙΚΗ ΜΕ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ Α' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ ΑΓΓΕΛΟΣ & ΣΠΥΡΟΣ ΣΑΒΒΑΛΑΣ 2014