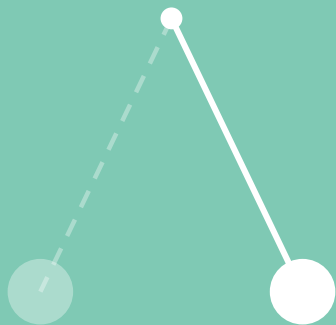




ΦΥΣΙΚΗ • ΓΥΜΝΑΣΙΟ

Περιοδικές Κινήσεις

Κινήσεις που επαναλαμβάνονται ξανά και ξανά — από την κούνια και το γιο-γιο μέχρι τη Γη και την καρδιά μας.



Ο Γαλιλαίος και ο πολυέλαιος

Ένας μύθος της επιστήμης: μια παρατήρηση στον Καθεδρικό Ναό της Πίζας.

Η παρατήρηση

Ο νεαρός Γαλιλαίος βλέπει έναν πολυέλαιο να ταλαντώνεται πέρα-δώθε.

Η έκπληξη

Το πλάτος μικραίνει, ο χρόνος κάθε αιώρησης όμως έμενε ο ίδιος.

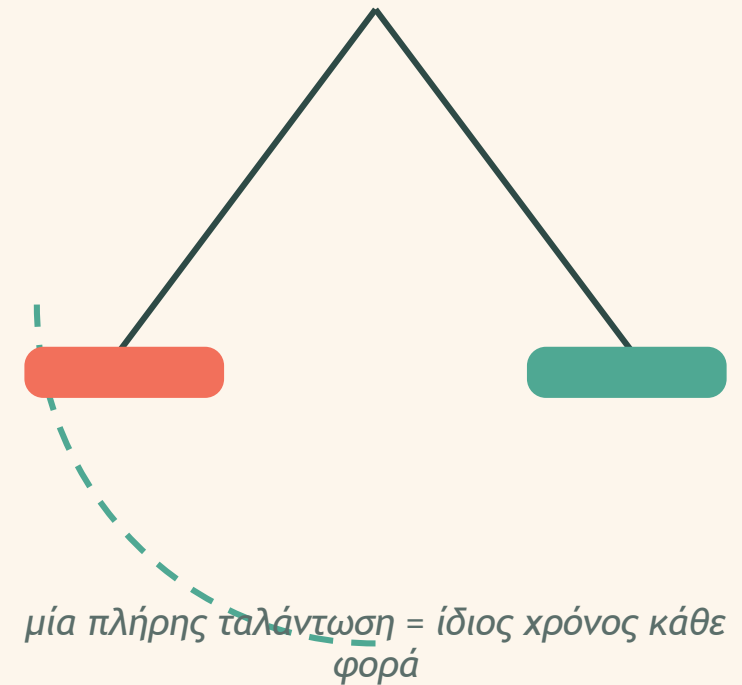
Η σημασία

Οδήγησε στη μελέτη του εκκρεμούς και στα πρώτα ρολόγια ακριβείας.

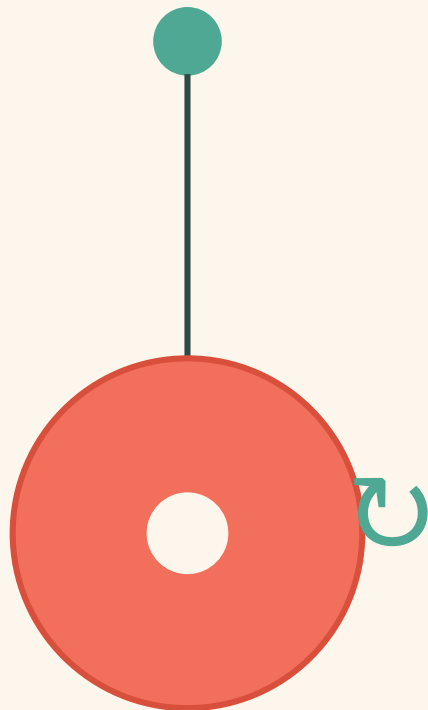


Η κούνια: πάει κι έρχεται

- Ξεκινάει ψηλά.
- Κατεβαίνει χαμηλά.
- Ανεβαίνει ψηλά από την άλλη πλευρά.
- Επιστρέφει στη θέση που ξεκίνησε.
- ...και συνεχίζει ακριβώς με τον ίδιο τρόπο!



Το γιο-γιο: τυλίγεται και ξετυλίγεται



- Κρατάς τον σπάγκο από την ελεύθερη άκρη.
- Αφήνεις τον δίσκο να κινηθεί προς τα κάτω.
- Ο σπάγκος ξετυλίγεται και ξανατυλίγεται γύρω από την αύλακα.
- **Η ίδια κίνηση επαναλαμβάνεται πολλές φορές, με τον ίδιο ακριβώς τρόπο.**



Τι είναι η περιοδική κίνηση;

Περιοδική λέγεται η κίνηση που επαναλαμβάνεται σε ίσα χρονικά διαστήματα.

Ίδια διαδρομή

Το σώμα ξαναπερνά από τα ίδια σημεία.

Ίδιος χρόνος

Κάθε επανάληψη διαρκεί το ίδιο.

Χωρίς τέλος

Η κίνηση συνεχίζεται με τον ίδιο τρόπο.



Περιοδικές κινήσεις γύρω μας



Ομαλή κυκλική κίνηση

Ένα σώμα γυρίζει σε κύκλο και ξαναπερνά συνέχεια από το ίδιο σημείο.



Η Γη γύρω από τον Ήλιο

Ολοκληρώνει μία πλήρη περιφορά κάθε έτος – και ξαναρχίζει.



Ο μυς της καρδιάς

Χτυπά ρυθμικά· το ηλεκτροκαρδιογράφημα δείχνει το μοτίβο να επαναλαμβάνεται.



Είναι όλες οι περιοδικές κινήσεις όμοιες;

Όχι. Άλλες γίνονται σε κλειστή τροχιά και άλλες ανάμεσα σε δύο ακραίες θέσεις.

Η Γη

Κλειστή, σχεδόν κυκλική τροχιά. Δεν έχει ακραία σημεία.

Το γιο-γιο

Κινείται ανάμεσα σε δύο ακραίες θέσεις. Η τροχιά του δεν είναι κλειστή.

Ταλάντωση

Έτσι λέγεται η περιοδική κίνηση ανάμεσα σε δύο ακραία σημεία.



Πού συναντάμε ταλαντώσεις;

Ταλάντωση κάνει κάθε σώμα που πηγαινοέρχεται ανάμεσα σε δύο ακραίες θέσεις.

Στο παιχνίδι

Η κούνια και το γιο-γιο.

Στη μουσική

Η χορδή της κιθάρας, η στήλη του αέρα μέσα στη φλογέρα.

Στις μηχανές

Η ράβδος στο ρολόι τοίχου, το έμβολο της μηχανής, ο κρύσταλλος χαλαζία.



Πότε ένα σώμα κάνει ταλάντωση;

Χρειάζονται τρεις προϋποθέσεις.

Θέση ισορροπίας

Μια θέση στην οποία το σώμα ηρεμεί.

Δύναμη επαναφοράς

Το σπρώχνει πάντα πίσω προς τη θέση ισορροπίας.

Αρχική απομάκρυνση

Πρέπει πρώτα να βγει από τη θέση ισορροπίας.



Το σώμα στο ελατήριο

Στο σώμα ασκούνται δύο δυνάμεις: το βάρος του και η δύναμη του ελατηρίου.

Σταθερό βάρος

Το βάρος του σώματος παραμένει ίδιο σε όλη την κίνηση.

Δύναμη ελατηρίου

Η δύναμη του ελατηρίου αλλάζει συνεχώς κατά την κίνηση.

Συνισταμένη δύναμη

Έτσι και η συνισταμένη δύναμη μεταβάλλεται συνεχώς.



Η θέση ισορροπίας

Θέση ισορροπίας είναι εκεί όπου η συνισταμένη δύναμη στο σώμα μηδενίζεται.

Το κέντρο

Κάθε ταλάντωση γίνεται γύρω από τη θέση ισορροπίας.

Δύναμη επαναφοράς

Όσο το σώμα απομακρύνεται, η δύναμη το τραβά πίσω προς αυτήν.

Πηγαινοέρχεται

Το σώμα περνά ξανά και ξανά από τη θέση ισορροπίας.



Ποιες δυνάμεις προκαλούν ταλάντωση;

Κάθε δύναμη που επαναφέρει το σώμα προς τη θέση ισορροπίας.

Βαρυτική

Στην κούνια και στο εκκρεμές, το βάρος επαναφέρει το σώμα.

Ελαστική

Η τεντωμένη χορδή ή η συνισταμένη βάρους και δύναμης ελατηρίου.

Ηλεκτρική

Στους αγωγούς, η δύναμη του ηλεκτρικού πεδίου μιας πηγής.



Πείραμα με οριζόντιο ελατήριο

Αφήνουμε τη σφαίρα ελεύθερη μακριά από τη θέση ισορροπίας – και ταλαντώνεται.

Η διάταξη

Οριζόντιο ελατήριο στερεωμένο στο ένα άκρο, σφαίρα στο άλλο.

Νόμος του Χουκ

Η δύναμη του ελατηρίου είναι ανάλογη με τη μεταβολή του μήκους του.

Δύναμη επαναφοράς

Τείνει πάντα να επαναφέρει τη σφαίρα στη θέση ισορροπίας.



Απλή αρμονική ταλάντωση

Όταν η δύναμη επαναφοράς είναι ανάλογη με την απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας.

Η προϋπόθεση

Η δύναμη είναι ανάλογη της απομάκρυνσης από τη θέση ισορροπίας.

Το παράδειγμα

Η σφαίρα στο οριζόντιο ελατήριο (εικόνα 4.5).

Γιατί μετράει

Είναι η πιο απλή και πιο βασική μορφή ταλάντωσης.



Πώς περιγράφουμε μια ταλάντωση;

Χρησιμοποιούμε τρία φυσικά μεγέθη: περίοδο, συχνότητα και πλάτος.

Περίοδος (T)

Ο χρόνος που διαρκεί μία πλήρης ταλάντωση.

Συχνότητα (f)

Πόσες ταλαντώσεις γίνονται σε ένα δευτερόλεπτο.

Πλάτος

Η μέγιστη απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας.



Η περίοδος της ταλάντωσης (T)

Περίοδος είναι ο χρόνος μιας πλήρους ταλάντωσης.

Η διαδρομή

$A \rightarrow O \rightarrow B \rightarrow O \rightarrow A$:
αυτή είναι μία πλήρης ταλάντωση.

Η θέση O

Η θέση στην οποία το σώμα αρχικά ισορροπούσε (σχήμα 4.6).

Πάντα ίδια

Κάθε πλήρης ταλάντωση διαρκεί τον ίδιο χρόνο T.



Η συχνότητα της ταλάντωσης (f)

Συχνότητα είναι ο αριθμός των πλήρων ταλαντώσεων N σε χρόνο Δt : $f = N / \Delta t$

Τι μετράει

Πόσες πλήρεις ταλαντώσεις γίνονται σε ορισμένο χρόνο.

Πώς τη βρίσκουμε

Μετράμε τις ταλαντώσεις και διαιρούμε με τον χρόνο.

Μονάδα

Ταλαντώσεις ανά δευτερόλεπτο.



Ο τύπος της συχνότητας

$$f = N / \Delta t$$

f

Η συχνότητα της
ταλάντωσης.

N

Ο αριθμός των πλήρων
ταλαντώσεων.

Δt

Το χρονικό διάστημα στο
οποίο μετρήσαμε.



Συχνότητα και περίοδος

$$f = 1 / T$$

Πώς προκύπτει

Στη σχέση (4.1) θέτουμε $\Delta t = T$, οπότε $N = 1$.

Τι σημαίνει

Η συχνότητα ισούται με το αντίστροφο της περιόδου.

Μονάδα: Hertz

1 Hz = 1/s: μία πλήρης ταλάντωση σε ένα δευτερόλεπτο.



Το πλάτος της ταλάντωσης

Πλάτος είναι η μέγιστη απομάκρυνση του σώματος από τη θέση ισορροπίας.

Πού το βρίσκουμε

Στα δύο ακραία σημεία της τροχιάς, Α και Β.

Τι δείχνει

Πόσο μεγάλη είναι η ταλάντωση του σώματος.

Μονάδα

Μετριέται σε μονάδες μήκους, π.χ. σε μέτρα.



Το απλό εκκρεμές

Μικρό σώμα κρεμασμένο από νήμα μήκους l , στερεωμένο σε σταθερό σημείο.

Θέση ισορροπίας

Όταν το σώμα ισορροπεί, το νήμα είναι κατακόρυφο.

Η ταλάντωση

Γίνεται ανάμεσα στις δύο ακραίες θέσεις Β και Γ.

Οι δυνάμεις

Το βάρος W και η τάση του νήματος T (εικόνα 4.9).



Η δύναμη επαναφοράς στο εκκρεμές

Σε κάθε θέση η συνιστώσα του βάρους W_2 τραβά το σώμα προς τη θέση ισορροπίας.

Η συνιστώσα W_2

Είναι η δύναμη επαναφοράς του εκκρεμούς.

Πάντα προς το O

Σε κάθε θέση δείχνει προς τη θέση ισορροπίας.

Το πλάτος

Καθορίζεται από τη μέγιστη τιμή της γωνίας θ .



Από τι εξαρτάται η περίοδος;

Τρία συμπεράσματα που προκύπτουν πειραματικά.

Ούτε η μάζα

Η περίοδος είναι ανεξάρτητη από τη μάζα του σώματος.

Ούτε το πλάτος

Για μικρές εκτροπές, με γωνία θ μικρότερη από 10 μοίρες.

Το μήκος ναι

Όσο μεγαλώνει το νήμα, τόσο μεγαλώνει και η περίοδος.



Το εκκρεμές ως χρονόμετρο

Όλα τα εκκρεμή με το ίδιο μήκος έχουν την ίδια περίοδο ταλάντωσης.

Μέτρηση χρόνου

Γι' αυτό το εκκρεμές χρησιμοποιείται στα ρολόγια.

Ο τόπος μετράει

Στον Ισημερινό η περίοδος είναι μεγαλύτερη απ' ό,τι στους πόλους.

Στη Σελήνη

Η περίοδος του ίδιου εκκρεμούς αυξάνεται περίπου 2,5 φορές.



Παραδείγματα συχνότητας

Σε χρόνο μιας περιόδου το σώμα επιστρέφει στη θέση Α και αρχίζει νέα ταλάντωση.

Το εκκρεμές

30 ταλαντώσεις το λεπτό,
δηλαδή μισή ταλάντωση το
δευτερόλεπτο.

Η κούνια

15 ταλαντώσεις το λεπτό,
δηλαδή ένα τέταρτο το
δευτερόλεπτο.

Το έμβολο

Επιστρέφει στην αρχική
θέση σε χρόνο μιας
περιόδου.



Πόλοι ή Ισημερινός;

Το ίδιο εκκρεμές κάνει μια πλήρη ταλάντωση σε μικρότερο χρόνο στους πόλους.

Στους πόλους

Μικρότερη περίοδος: η ταλάντωση ολοκληρώνεται πιο γρήγορα.

Στον Ισημερινό

Μεγαλύτερη περίοδος: η ίδια ταλάντωση αργεί περισσότερο.

Γιατί;

Η βαρύτητα δεν είναι ίδια σε κάθε τόπο της Γης.



Η ενέργεια της ταλάντωσης

Για να ξεκινήσει η ταλάντωση, μια δύναμη απομακρύνει το σώμα από τη θέση ισορροπίας.

Η αρχική δύναμη

Εμείς τραβάμε ή σπρώχνουμε το σώμα μακριά από το Ο.

Παράγει έργο

Μέσω του έργου της προσφέρει ενέργεια στο σώμα.

Δυναμική ενέργεια

Η ενέργεια αυτή αποθηκεύεται στο σώμα.



Ενέργεια κατά την ταλάντωση

Στα στιγμιότυπα της εικόνας 4.11 η ενέργεια αλλάζει συνεχώς μορφή.

Θέση 1

Μέγιστη απομάκρυνση:
μέγιστη δυναμική,
μηδενική κινητική.

Από το 1 στο 2

Η δυναμική μειώνεται, η
ταχύτητα και η κινητική
αυξάνονται.

Θέση 2

Θέση ισορροπίας: μέγιστη
κινητική, μηδενική
δυναμική.



Και πάλι από την αρχή

Κατά την ταλάντωση η ενέργεια μετατρέπεται συνεχώς από τη μια μορφή στην άλλη.

Από το 2 στο 3

Η δυναμική ενέργεια αυξάνεται και η κινητική μειώνεται.

Θέση 4

Μέγιστη απομάκρυνση: κινητική μηδέν, δυναμική μέγιστη.

Το συμπέρασμα

Περιοδική μετατροπή δυναμικής σε κινητική και αντίστροφα.



Γιατί σταματά η κούνια;

Οι τριβές και η αντίσταση του αέρα μετατρέπουν τη μηχανική ενέργεια σε θερμική.

Ιδανική περίπτωση

Χωρίς τριβές η μηχανική ενέργεια διατηρείται σταθερή.

Στην πράξη

Η ενέργεια χάνεται σταδιακά ως θερμότητα.

Το αποτέλεσμα

Το πλάτος μικραίνει και η κούνια τελικά σταματά.



Πώς διατηρείται η ταλάντωση;

Πρέπει να προσφέρουμε συνεχώς ενέργεια στο σώμα όσο αυτό ταλαντώνεται.

Η ανάγκη

Να αναπληρώνουμε την ενέργεια που χάνεται από τις τριβές.

Στην κούνια

Κάποιος τη σπρώχνει ξανά σε κάθε ταλάντωση.

Στα ρολόγια

Ένα ελατήριο ή μια μπαταρία δίνει συνεχώς ενέργεια.



Τα τέσσερα στιγμιότυπα

Πώς αλλάζει η ενέργεια σε κάθε στιγμιότυπο της ταλάντωσης.

1. Άκρο

Μόνο δυναμική ενέργεια.

2. Ισορροπία

Η δυναμική έγινε
εξ ολοκλήρου
κινητική.

3. Ενδιάμεσα

Έχει και δυναμική
και κινητική
ενέργεια.

4. Άκρο

Η κινητική
μετατρέπεται σε
δυναμική.



Δυνάμεις στο κατακόρυφο ελατήριο

Συγκρίνουμε τη δύναμη του ελατηρίου με το βάρος του σώματος.

(α) Ισορροπία

Η δύναμη F_1 είναι ίση με το βάρος W .

(β) Τυχαία θέση

Η δύναμη F_2 είναι μεγαλύτερη από το βάρος W .

Τι σημαίνει

Η συνισταμένη δεν μηδενίζεται και επαναφέρει το σώμα.



Βασικοί όροι (1/3)

Οι τρεις όροι που περιγράφουν το είδος της κίνησης.

Περιοδική κίνηση

Κίνηση που επαναλαμβάνεται σε ίσα χρονικά διαστήματα.

Ταλάντωση

Περιοδική κίνηση ανάμεσα σε δύο ακραία σημεία.

Δύναμη επαναφοράς

Η δύναμη που σπρώχνει πάντα προς τη θέση ισορροπίας.



Βασικοί όροι (2/3)

Τα τρία μεγέθη με τα οποία περιγράφουμε μια ταλάντωση.

Περίοδος (T)

Ο χρόνος για μία πλήρη ταλάντωση. Μονάδα: 1 s.

Συχνότητα (f)

Ταλαντώσεις σε ένα δευτερόλεπτο: $f = N/\Delta t = 1/T$. Μονάδα: 1 Hz.

Πλάτος

Η μέγιστη απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας.



Βασικοί όροι (3/3)

Το εκκρεμές και δύο έννοιες που το συνοδεύουν.

Εκκρεμές

Μικρό σώμα κρεμασμένο από νήμα που ταλαντώνεται.

Θέση ισορροπίας

Η θέση όπου η συνισταμένη δύναμη είναι μηδέν.

Περίοδος εκκρεμούς

Εξαρτάται από το μήκος και τον τόπο, όχι από τη μάζα.



Περίληψη (1/3)

Τι είναι η περιοδική κίνηση και τι η ταλάντωση.

Περιοδική κίνηση

Κίνηση που επαναλαμβάνεται σε ίσα χρονικά διαστήματα.

Ταλάντωση

Περιοδική κίνηση ανάμεσα σε δύο ακραία σημεία της τροχιάς.

Περίοδος (T)

Ο χρόνος μιας πλήρους ταλάντωσης.



Περίληψη (2/3)

Τα μεγέθη που περιγράφουν την ταλάντωση.

Συχνότητα (f)

Πλήρεις ταλαντώσεις N σε χρόνο Δt : $f = N/\Delta t$.

Σχέση με την περίοδο

Η συχνότητα ισούται με το αντίστροφο της περιόδου:
 $f = 1/T$.

Πλάτος

Η μέγιστη απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας.



Περίληψη (3/3)

Το απλό εκκρεμές και η ενέργεια της ταλάντωσης.

Απλό εκκρεμές

Μικρό σώμα κρεμασμένο από νήμα σταθερού μήκους.

Περίοδος εκκρεμούς

Δεν εξαρτάται από τη μάζα· αυξάνεται με το μήκος και αλλάζει με τον τόπο.

Ενέργεια

Δυναμική σε κινητική και αντίστροφα· χωρίς τριβές το πλάτος μένει σταθερό.



Άσκηση: συμπλήρωση (1/2)

Συμπλήρωσε τις λέξεις που λείπουν, ώστε οι προτάσεις να είναι σωστές.

α.

Οι κινήσεις που επαναλαμβάνονται σε ίσα χρονικά διαστήματα ονομάζονται

β.

Οι περιοδικές κινήσεις ανάμεσα σε δύο ακραία σημεία της τροχιάς ονομάζονται

γ.

Η μέγιστη απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας ονομάζεται της ταλάντωσης.



Άσκηση: συμπλήρωσε (2/2)

Συνέχισε με τα μεγέθη της ταλάντωσης και την ενέργεια.

δ. (i)

Ο χρόνος μιας πλήρους ονομάζεται της ταλάντωσης (T).

δ. (ii)

Οι πλήρεις (N) σε χρόνο Δt προς τον χρόνο αυτόν ονομάζονται (f).

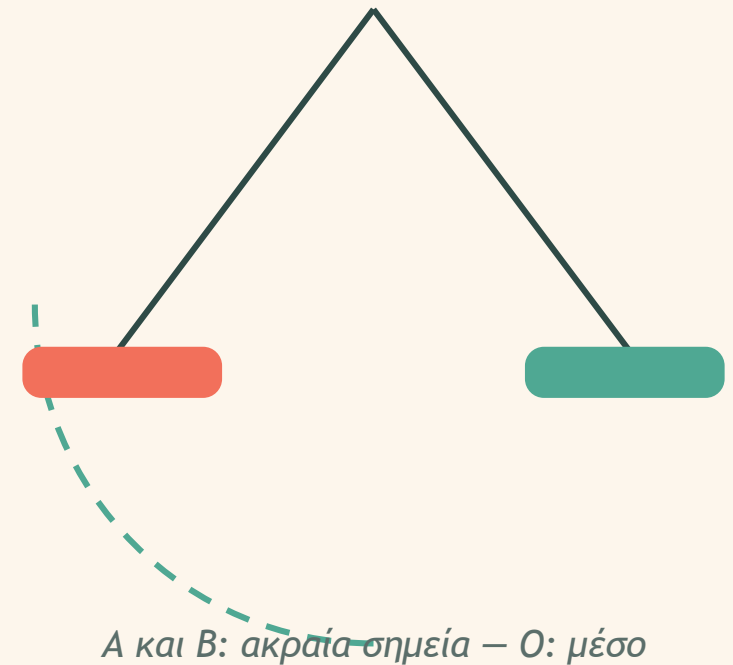
ε.

Μετατροπή της ενέργειας σε και αντίστροφα. Χωρίς η ενέργεια μένει σταθερή.



Άσκηση: Σωστό ή Λάθος;

- α) από το Α στο Ο στο Β
- β) από το Α στο Ο στο Β στο Ο μέχρι το Α
- γ) από το Α στο Ο
- δ) από το Α στο Ο στο Α στο Ο στο Β στο Ο
- **ε) από το Α στο Β στο Ο στο Α στο Ο στο Β**



Άσκηση: Σωστό ή Λάθος;

- α. Κάθε ταλάντωση είναι περιοδική κίνηση.
- β. Όταν αυξάνεται η περίοδος μιας ταλάντωσης, αυξάνεται και η συχνότητά της.
- γ. Η μηχανική ενέργεια της ταλάντωσης διατηρείται σταθερή, ανεξάρτητα από τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα.
- δ. Η περίοδος ενός απλού εκκρεμούς είναι ανεξάρτητη της μάζας και του πλάτους, εφόσον αυτό είναι μικρό.
- **Χαρακτήρισε κάθε πρόταση με Σ ή Λ.**



Άσκηση: Η κούνια και η ενέργεια

- Δύο παιδιά κάνουν κούνια και αιωρούνται ανάμεσα σε δύο ακραίες θέσεις.
- α) Σε ποια θέση έχει κάθε παιδί τη μέγιστη δυναμική ενέργεια και σε ποια τη μέγιστη κινητική;
- β) Σε ποια θέση έχει τη μέγιστη ταχύτητα;
- γ) Πώς εξηγείς ότι η αιώρηση τελικά σταματά;
- **Να δικαιολογήσεις τις απαντήσεις σου.**



Άσκηση: Το ρολόι-εκκρεμές

- Ρολόι-εκκρεμές ρυθμισμένο στον Ισημερινό (1 πλήρης ταλάντωση σε 1 s) μεταφέρεται στην Ανταρκτική. Όταν ο ερευνητής φθάνει στη βάση:
- α) πρέπει να ρυθμίσει το ρολόι γιατί πηγαίνει μπροστά
- β) πρέπει να ρυθμίσει το ρολόι γιατί πηγαίνει πίσω
- γ) λόγω της πολύ χαμηλής θερμοκρασίας το ρολόι δεν λειτουργεί
- **δ) το ρολόι δεν χρειάζεται καμία ρύθμιση**



Αιτιολόγηση: γιατί πάει μπροστά

Το μήκος της ράβδου μένει σταθερό, αλλάζει μόνο ο τόπος.

Αλλάζει ο τόπος

Στους πόλους η βαρύτητα είναι ισχυρότερη απ' ό,τι στον Ισημερινό.

Μικρότερη περίοδος

Ίδιο μήκος, ισχυρότερη βαρύτητα: η ταλάντωση γίνεται πιο γρήγορα, T μικρότερη από 1 s.

Πάει μπροστά

Σε 1 s μετράει πάνω από μία ταλάντωση, άρα δείχνει ώρα μεγαλύτερη.



Άσκηση: Δυνάμεις στο εκκρεμές

Απάντησε στις δύο ερωτήσεις και δικαιολόγησε την απάντησή σου.

Ερώτηση 1

Ποιες δυνάμεις ασκούνται στο σφαιρίδιο ενός απλού εκκρεμούς;

Ερώτηση 2

Γιατί, όταν το απομακρύνουμε από τη θέση ισορροπίας, τείνει να επανέλθει σε αυτήν;

Βοήθεια

Σκέψου το βάρος, την τάση του νήματος και τις συνιστώσες του βάρους.



Άσκηση: Πώς αλλάζει η περίοδος;

Πώς μεταβάλλεται η περίοδος ενός εκκρεμούς σε κάθε περίπτωση;

α)

Αν αυξηθεί το μήκος του εκκρεμούς.

β)

Αν ελαττωθεί το πλάτος της ταλάντωσής του.

γ)

Αν αυξηθεί η μάζα του σφαιριδίου.



Άσκηση: Ενέργεια σε μια περίοδο

Περίγραψε τις μετατροπές ενέργειας σε μια περίοδο, χωρίς τριβές και αντίσταση αέρα.

Τι ζητείται

Ποια ενέργεια έχει το σφαιρίδιο σε κάθε θέση της διαδρομής;

Πού να εστιάσεις

Στις ακραίες θέσεις και στη θέση ισορροπίας.

Σκέψου

Τι συμβαίνει με τη μηχανική ενέργεια, αν δεν υπάρχουν τριβές;



Άσκηση: Ενέργεια και θέσεις

- Σε ποιες θέσεις της τροχιάς του το εκκρεμές έχει:
- α. μέγιστη δυναμική ενέργεια;
- β. μέγιστη κινητική ενέργεια;
- γ. μηδενική δυναμική ενέργεια;
- δ. μηδενική κινητική ενέργεια;



Πρόβλημα: περίοδος και συχνότητα

Ένα εκκρεμές εκτελεί 60 πλήρεις ταλαντώσεις σε 2 λεπτά.

Δεδομένα

$N = 60$ ταλαντώσεις, $\Delta t = 2$ min = 120 s.

Ζητούμενα

Η περίοδος T και η συχνότητα f του εκκρεμούς.

Τύποι

$T = \Delta t / N$ και $f = N / \Delta t = 1 / T$.



Πρόβλημα: τα φτερά της μέλισσας

Τα φτερά της μέλισσας ταλαντώνονται με συχνότητα 225 Hz.

Δεδομένα

$f = 225 \text{ Hz}$, δηλαδή 225 ταλαντώσεις κάθε δευτερόλεπτο.

Ζητούμενα

Πόσες φορές ανεβοκατεβαίνουν τα φτερά σε 1 s και ποια η περίοδος T.

Τύποι

$$N = f \cdot \Delta t \text{ και } T = 1 / f.$$



Τι είναι ο χρόνος;

Στο ίδιο ερώτημα απαντούν διαφορετικά η Φυσική, τα Μαθηματικά, η Φιλοσοφία, η Βιολογία και η Ιστορία.

Στη Φυσική

Χρόνος είναι ό,τι μετράει ένα ακριβές ρολόι.

Σχετικότητα

Το χρονικό διάστημα δύο γεγονότων διαφέρει για ακίνητο και κινούμενο παρατηρητή.

Στα Μαθηματικά

Ο χρόνος είναι μια ακόμη διάσταση, όπως το μήκος: η τέταρτη διάσταση.



Ένα ερώτημα που μένει ανοιχτό

Μετράμε τον χρόνο με ακρίβεια, αλλά
δυσκολευόμαστε να τον ορίσουμε.

Στην Ιστορία

Από την Αρχαία Ελλάδα
στο Βυζάντιο, στο 1821 και
στη νεότερη Ελλάδα.

Η αίσθησή μας

Το παρελθόν είναι
ορισμένο, το μέλλον
ακαθόριστο, ζούμε στο
παρόν.

Η έκπληξη

Η κοινή λογική έρχεται σε
αντίθεση με τη σύγχρονη
Φυσική.



Ο χρόνος στη φύση

Ο χρόνος είναι το πλαίσιο της ζωής και όλοι οι οργανισμοί τον αντιλαμβάνονται.

Ρυθμοί στη φύση

Το άνθος ανοίγει την αυγή, τα πουλιά αποδημούν το φθινόπωρο.

Μεγάλοι κύκλοι

Οι ακρίδες εμφανίζονται κατά σμήνη κάθε 17 χρόνια.

Βιολογικά ρολόγια

Στον εγκέφαλο, ένα κέντρο συντονίζει τις λειτουργίες μας με μέρα και νύχτα.



Πόσα δευτερόλεπτα (s) είναι;

1 min = s

1 εβδομάδα = s

1 h = s

1 μήνας = s

1 ημέρα = s

1 έτος = s

Για την άσκηση, θεώρησε μήνα 30 ημερών
και έτος 365 ημερών.



Ερώτηση κατανόησης

Ποια είναι η διαφορά ανάμεσα σε ένα επαναλαμβανόμενο φαινόμενο και σε ένα περιοδικό φαινόμενο;

Δώσε ένα παράδειγμα για το καθένα.



Απάντηση: η διαφορά είναι στον χρόνο

Επαναλαμβανόμενο

Συμβαίνει ξανά και ξανά, χωρίς απαραίτητα ίσα χρονικά διαστήματα.

Παράδειγμα: χτυπάμε παλαμάκια σε ακανόνιστα χρονικά διαστήματα.

Περιοδικό

Επαναλαμβάνεται με τον ίδιο τρόπο σε ίσα χρονικά διαστήματα.

Παράδειγμα: χτυπάμε παλαμάκια σε ίσα χρονικά διαστήματα (ρυθμικά).

Κάθε περιοδικό φαινόμενο επαναλαμβάνεται, αλλά κάθε επαναλαμβανόμενο δεν είναι απαραίτητα περιοδικό.



Θυμήσου!

Περιοδική είναι κάθε κίνηση που επαναλαμβάνεται σε ίσα χρονικά διαστήματα.

Κούνια · γιο-γιο · ομαλή κυκλική κίνηση · η Γη γύρω από τον Ήλιο · οι παλμοί της καρδιάς

Σκέψου: ποια άλλη περιοδική κίνηση συναντάς στην καθημερινή σου ζωή;



Ερώτηση: συχνότητα και περίοδος

Ποια είναι η σχέση της συχνότητας f
με την περίοδο T ;

Ποια είναι η μονάδα μέτρησης της συχνότητας
και πώς ορίζεται;



Ερώτηση κατανόησης

Τι είναι ταλάντωση;



Ερώτηση κατανόησης

Ποια είναι τα χαρακτηριστικά
μεγέθη της ταλάντωσης;



Θέσεις και πλάτος της ταλάντωσης

Ποιες είναι οι χαρακτηριστικές θέσεις μιας ταλάντωσης;

Πώς ορίζονται η θέση ισορροπίας και οι ακραίες θέσεις;

Τι ονομάζουμε πλάτος ταλάντωσης;



Ερώτηση κατανόησης

Ποια ταλάντωση ονομάζεται
απλή αρμονική;



Ερώτηση κατανόησης

Τι ονομάζουμε δύναμη επαναφοράς F
σε μια απλή αρμονική ταλάντωση;



Ερώτηση κατανόησης

Σε πόσο χρόνο φτάνει ένας αρμονικός ταλαντωτής από τη θέση ισορροπίας στην ακραία θέση $+A$, όταν κινείται προς αυτήν;



Μία πλήρης ταλάντωση ελατηρίου

Σώμα μάζας m συνδέεται με ιδανικό οριζόντιο ελατήριο. Το απομακρύνουμε στη θέση $x = +A$ και το αφήνουμε ελεύθερο, χωρίς αρχική ταχύτητα. Οι τριβές είναι αμελητέες.

Από ποια διαδοχικά στάδια περνά το σύστημα μέχρι να ολοκληρώσει μία πλήρη ταλάντωση;



Ερώτηση κατανόησης

Γιατί η κίνηση του απλού εκκρεμούς είναι
ταλάντωση, αλλά δεν είναι ακριβώς απλή
αρμονική;
Τι ισχύει για μικρές γωνίες;



Ερώτηση κατανόησης

Τι ονομάζουμε πλάτος ταλάντωσης του
απλού εκκρεμούς;
Τι ισχύει όταν το γωνιακό πλάτος είναι
μικρότερο από 5° ;



Ερώτηση κατανόησης

Από ποια μεγέθη δεν εξαρτάται
η περίοδος του απλού εκκρεμούς
για μικρές γωνίες ταλάντωσης;



Ερώτηση κατανόησης

Από ποια μεγέθη εξαρτάται
η περίοδος του απλού εκκρεμούς
για μικρές γωνίες ταλάντωσης;



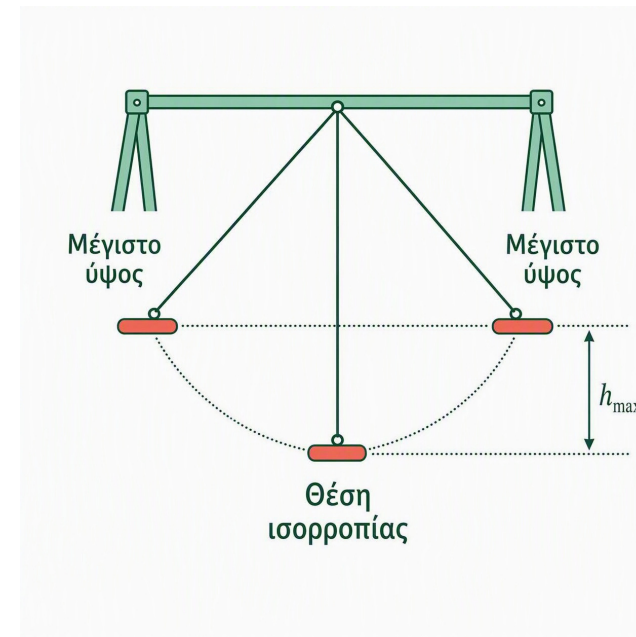
Ερώτηση κατανόησης

**Πώς χρησιμοποιούμε το εκκρεμές
για να μετράμε τον χρόνο;**



Ερώτηση κατανόησης

Πώς περιγράφουμε
ενεργειακά το
«κάνω κούνια»;



Συμπλήρωση κενών

Σε μια ταλάντωση η
μετατρέπεται σε
και •



Ερώτηση κατανόησης

Σε μια ιδανική ταλάντωση χωρίς τριβές, η μηχανική ενέργεια παραμένει σταθερή.

Γιατί στην πράξη μειώνεται, αν δεν προσφέρουμε ενέργεια στο σύστημα;



Ερώτηση κατανόησης

Σε ποιες θέσεις του κατακόρυφου
άλματος
το παιδί στο τραμπολίνο έχει
μηδενική ταχύτητα και
μηδενική κινητική ενέργεια;



Ερώτηση κατανόησης

Σε ποια θέση το παιδί στο τραμπολίνο
έχει μέγιστη κινητική ενέργεια
και μέγιστο μέτρο ταχύτητας;

Θεωρούμε ιδανική κίνηση χωρίς απώλειες.



Ερώτηση κατανόησης

Όταν ένα παιδί κάνει τραμπολίνο, ποιες μορφές ενέργειας εμφανίζονται στο ψηλότερο σημείο, κατά την κίνηση και στο χαμηλότερο σημείο του άλματος;



Άσκηση: οι δείκτες του ρολογιού

Σε ένα αναλογικό ρολόι 12 ωρών,
να υπολογίσετε την περίοδο T σε s
και τη συχνότητα f σε Hz :

- α) του δείκτη των δευτερολέπτων
- β) του λεπτοδείκτη
- γ) του ωροδείκτη



Άσκηση: το απλό εκκρεμές

Ένα απλό εκκρεμές χωρίς τριβές εκτελεί 15 πλήρεις ταλαντώσεις σε 1 λεπτό.

Να υπολογίσετε:

α) τη συχνότητα f σε Hz

β) την περίοδο T σε s

γ) πόσες πλήρεις ταλαντώσεις εκτελεί σε 40 s.



Άσκηση: το στροφόμετρο

Το στροφόμετρο ενός αυτοκινήτου δείχνει 3 600 στροφές ανά λεπτό.

Με σταθερό ρυθμό για 15 s, να υπολογίσετε:

α) τη συχνότητα f σε Hz

β) την περίοδο T σε s

γ) τον αριθμό των στροφών σε αυτά τα 15 s.



Άσκηση: ενέργεια εκκρεμούς

Ιδανικό απλό εκκρεμές έχει μηχανική ενέργεια 18 J στη χαμηλότερη θέση του.

Θεωρούμε $U = 0$ στο οριζόντιο επίπεδο που περνά από τη χαμηλότερη θέση.

Να βρείτε: α) τη μέγιστη κινητική ενέργεια,
β) τη μέγιστη δυναμική ενέργεια,
γ) την κινητική ενέργεια όταν $U = 8 \text{ J}$.



Το εκκρεμές του Φουκό

1851 · Πάνθεον του Παρισιού

Ο Λεόν Φουκό κρέμασε μια σφαίρα 28 kg από σύρμα μήκους 67 m κάτω από τον θόλο.

Καθώς το εκκρεμές ταλαντωνόταν, η διεύθυνση της ταλάντωσης άλλαζε σταδιακά ως προς το δάπεδο.

Το πείραμα έκανε ορατή την περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της.



Πώς ο Φουκό έδειξε ότι η Γη γυρίζει

1. Μια ακίδα στη σφαίρα χάραζε την άμμο, καθώς το εκκρεμές κινούνταν μπρος-πίσω.
 2. Τα ίχνη άλλαζαν αργά διεύθυνση σε σχέση με το δάπεδο.
 3. Το δάπεδο γύριζε μαζί με τη Γη. Το ελεύθερο εκκρεμές δεν διατηρούσε σταθερή διεύθυνση ως προς το κτίριο.
- Αυτή η σχετική αλλαγή έκανε ορατή την περιστροφή της Γης.**



Η παλίρροια

Ένα περιοδικό φυσικό φαινόμενο

Η στάθμη της θάλασσας ανεβαίνει και κατεβαίνει με επαναλαμβανόμενο ρυθμό.

Πλημμυρίδα: άνοδος της στάθμης.

Άμπωτη: υποχώρηση της στάθμης.

Η βαρυτική επίδραση της Σελήνης και του Ήλιου προκαλεί αυτόν τον κύκλο.



Πλημμυρίδα, άμπωτη και Σελήνη

Πλημμυρίδα: η στάθμη ανεβαίνει.

Άμπωτη: η στάθμη κατεβαίνει.

Νέα Σελήνη και πανσέληνος: σχεδόν ευθυγράμμιση Ήλιου, Γης και Σελήνης. Μεγαλύτερη διαφορά στάθμης (πλημμυρίδα).

Πρώτο και τελευταίο τέταρτο: Ήλιος και Σελήνη σε ορθή γωνία ως προς τη Γη. Μικρότερη διαφορά στάθμης (άμπωτη).

Και οι δύο εναλλάσσονται σε όλες τις σεληνιακές φάσεις.



GPS και περιοδικά φαινόμενα

Τα ατομικά ρολόγια των δορυφόρων μετρούν τον χρόνο με εξαιρετικά σταθερές ταλαντώσεις.

Τα σήματα μεταφέρουν την ώρα εκπομπής τους και πληροφορίες για τη θέση του δορυφόρου.

Ο δέκτης χρησιμοποιεί τον χρόνο διαδρομής των σημάτων για να υπολογίσει αποστάσεις και τη θέση του.

Σταθερή περιοδικότητα σημαίνει ακριβή χρόνο και αξιόπιστο εντοπισμό θέσης.



Το ατομικό ρολόι

Χρησιμοποιεί μια σταθερή ατομική συχνότητα ως αναφορά για τη μέτρηση του χρόνου.

Τα άτομα βοηθούν να ρυθμίζεται με ακρίβεια η συχνότητα ενός ταλαντωτή.

Το ρολόι μετρά τους κύκλους της ταλάντωσης. Με γνωστή συχνότητα, υπολογίζει τον χρόνο που πέρασε.

Σταθερός ρυθμός και συνεχής έλεγχος περιορίζουν τα σφάλματα του ρολογιού.



Στοιχεία στα ατομικά ρολόγια

Καίσιο (Cs): το καίσιο-133 αποτελεί τη βάση για τον ορισμό του δευτερολέπτου.

Ρουβίδιο (Rb): χρησιμοποιείται σε μικρότερα ατομικά ρολόγια, ακόμη και σε δορυφόρους GPS.

Υδρογόνο (H): χρησιμοποιείται σε ειδικά ατομικά ρολόγια, τα μείζερ υδρογόνου.

Κάθε τύπος αξιοποιεί μια συγκεκριμένη ατομική μετάβαση ως συχνότητα αναφοράς.

