

# ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

## Ενότητα 2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Ταλαντώσεις  
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : Μηχανικά κύματα



Ο άνθρωπος από αρχαιοτάτων χρόνων παρατήρησε στο φυσικό του περιβάλλον κινήσεις που επαναλαμβάνονται σε ίσα χρονικά διαστήματα και τις χρησιμοποίησε για να μετρήσει το χρόνο. Παρατήρησε τον κυματισμό της θάλασσας ή των λιμνών και τον εκμεταλλεύτηκε για να κινείται γρήγορα στο νερό.

Στην ενότητα αυτή θα μελετήσουμε τις ταλαντώσεις και θα εισάγουμε τα βασικά μεγέθη για τη περιγραφή τους: περίοδο, συχνότητα και πλάτος.

Θα μάθουμε να περιγράφουμε τις ενεργειακές μετατροπές που συμβαίνουν σε μια ταλάντωση.

Θα γνωρίσουμε ότι τα κύματα μεταφέρουν ενέργεια κι θα εισάγουμε τα βασικά μεγέθη που τα περιγράφουν καθώς και τις σχέσεις που τα συνδέουν.

Τέλος θα δούμε ότι ο ήχος είναι μηχανικό κύμα και θα εξοικειωθούμε με τα χαρακτηριστικά του.

## ο μια μικρή ιστορία

Μια Κυριακή του 1581 ο 17χρονος Γαλιλαίος πήγε στον καθεδρικό ναό της Πίζας για να παρακολουθήσει τη θεία λειτουργία. Όμως η προσοχή του αποσπάστηκε από την κίνηση ενός πολυέλαιου ο οποίος σπρωγμένος από τα ρεύματα του αέρα πηγαινοέρχονταν διανύοντας άλλοτε μεγαλύτερο και άλλοτε μικρότερο τόξο.

Ο Γαλιλαίος χρονομετρώντας με το σφυγμό του, παρατήρησε ότι απαιτούνταν πάντα το ίδιο χρονικό διάστημα για την κίνηση του πολυέλαιου από το ένα άκρο του τόξου το άλλο. Αναρωτήθηκε ποιοι νόμοι διέπουν την κίνηση του πολυέλαιου.

Οι παρατηρήσεις του τον οδήγησαν στην μελέτη της κίνησης του εκκρεμούς. Περίπου εβδομήντα χρόνια αργότερα το εκκρεμές χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή επιβλητικά μεγάλων ρολογιών - επίπλων.

Αυτά ήταν τα πρώτα ρολόγια ακριβείας που εφευρέθηκαν.

Τι είδους κίνηση εκτελούσε ο πολυέλαιος που παρατήρησε ο Γαλιλαίος;



Στο κεφάλαιο αυτό:

- Θα μελετήσεις κινήσεις σαν αυτές του εκκρεμούς: τις ταλαντώσεις.
- Θα μάθεις να περιγράφεις τις ταλαντώσεις στη γλώσσα της φυσικής και να διατυπώσεις τους νόμους που τις χαρακτηρίζουν.
- Θα γνωρίσεις τις ενεργειακές μεταβολές που πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια μιας ταλάντωσης.

# ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

## ΠΕΡΙΟΔΙΚΕΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ

Όταν ήσουν μικρός πολλές φορές θα είχες ανέβει στην κούνια ή θα παρατήρησες άλλα παιδιά να παίζουν με αυτή. Η κούνια ξεκινά από ψηλά, κατεβαίνει, ανεβαίνει πάλι ψηλά, κατεβαίνει χαμηλά και επιστρέφει πάλι ψηλά στη θέση απ' όπου ξεκίνησε και συνεχίζει την κίνησή της ακριβώς με τον ίδιο τρόπο. Το γιο-γιο είναι ένα δημοφιλές παιχνίδι, διαδεδομένο σε πολλές χώρες του κόσμου (πιθανόν να έχεις παίξει πολλές φορές με αυτό). Κρατάς το σπάγκο από την ελεύθερη άκρη και αφήνεις το δίσκο να κινηθεί. Ο σπάγκος τυλίγεται και ξετυλίγεται γύρω από την αύλακα πολλές φορές με τον ίδιο ακριβώς τρόπο (εικόνα 4.1).

Η κίνηση της κούνιας ή του γιο-γιο είναι παραδείγματα **περιοδικών κινήσεων**, δηλαδή **κινήσεων που επαναλαμβάνονται σε ίσα χρονικά διαστήματα**.

Περιοδική κίνηση είναι και η ομαλή κυκλική κίνηση, καθώς και η κίνηση της Γης γύρω από τον Ήλιο που επαναλαμβάνεται κάθε έτος. Ο μυς της καρδιάς επίσης εκτελεί περιοδική κίνηση, όπως δείχνει και το ηλεκτροκαρδιογράφημα (εικόνα 4.2).

### 4.1 Ταλαντώσεις

*Είναι όμως όλες οι περιοδικές κινήσεις όμοιες; Ποιες είναι οι πιο χαρακτηριστικές διαφορές της περιοδικής κίνησης του γιο-γιο και της περιφοράς της Γης γύρω από τον Ήλιο;*

Η τροχιά της Γης είναι κλειστή, σχεδόν κυκλική. Δεν έχει ακραία σημεία. Αντίθετα το γιο-γιο κινείται μεταξύ δύο ακραίων θέσεων. Η τροχιά του δεν είναι μια κλειστή γραμμή όπως ο κύκλος. Τέτοιου είδους περιοδικές κινήσεις ανάμεσα σε δύο ακραία σημεία της τροχιάς ονομάζονται **ταλαντώσεις**.

Ταλάντωση μπορεί να εκτελέσει μια κούνια, η ράβδος σ' ένα παλιό ρολόι τοίχου, η χορδή μιας κιθάρας, ένα σώμα συνδεδεμένο με ελατήριο, η στήλη του αέρα μέσα στη φλογέρα, το έμβολο μιας μηχανής αυτοκινήτου, αλλά και ένας κρύσταλλος χαλαζία σ' ένα μοντέρνο ρολόι χειριού.

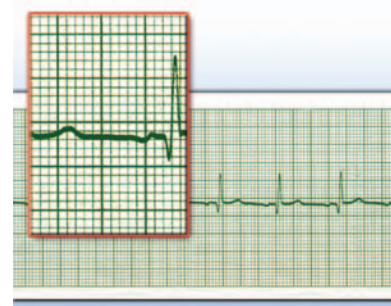
*Ποιες είναι οι προϋποθέσεις ώστε ένα σώμα να κάνει ταλάντωση;*



Εικόνα 4.1

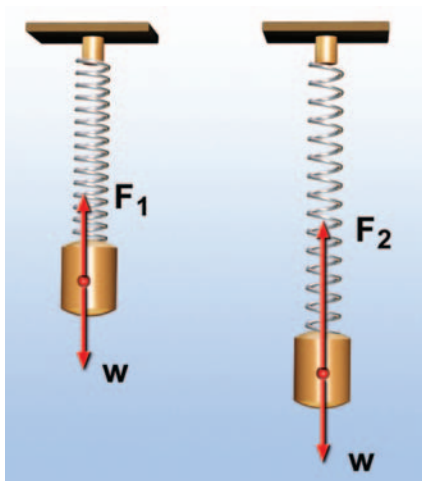
Ο δίσκος του γιο-γιο κινείται μεταξύ δύο ακραίων θέσεων.

### Φυσική και Ιατρική



Εικόνα 4.2

Η περιοδική κίνηση του καρδιακού μύος καταγράφεται με τη βοήθεια κατάλληλης συσκευής, του ηλεκτροκαρδιογράφου.



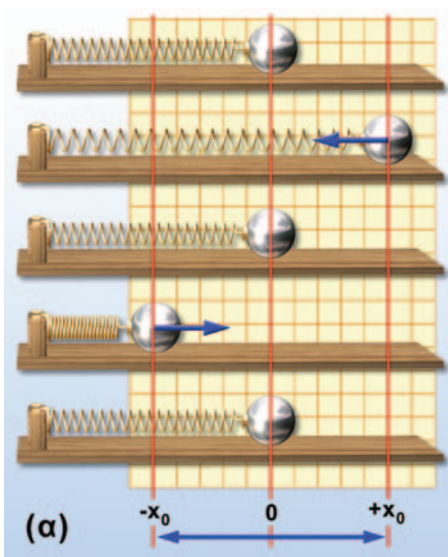
Εικόνα 4.3

(α) Θέση ισορροπίας: Η δύναμη  $F_1$  είναι ίση με το βάρος  $W$ . (β) Τυχαία θέση: Η δύναμη  $F_2$  είναι μεγαλύτερη από το βάρος  $W$ .



Εικόνα 4.4

Τα ηλεκτρόνια στην κεραία ενός ραδιοφωνικού σταθμού εκτελούν ταλαντώσεις.



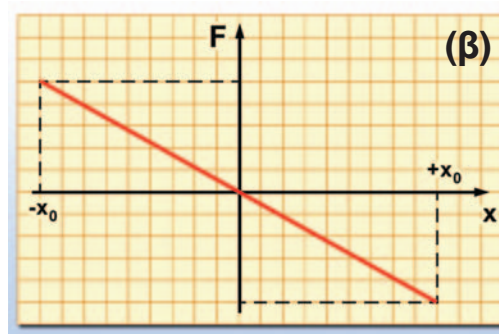
Όπως φαίνεται στην εικόνα 4.3 το σώμα που είναι δεμένο στην άκρη του ελατηρίου ταλαντώνεται. Η κίνησή του είναι μεταβαλλόμενη. Στο σώμα ασκείται το βάρος του και η δύναμη του ελατηρίου. Η δύναμη που ασκεί το ελατήριο κατά τη διάρκεια της κίνησης μεταβάλλεται συνεχώς, ενώ το βάρος παραμένει σταθερό. Έτσι κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης η συνισταμένη δύναμη μεταβάλλεται. Κατά την κίνησή του, ωστόσο, το σώμα περνά από μια θέση στην οποία η συνισταμένη δύναμη που ασκείται σ' αυτό μηδενίζεται. Η θέση αυτή ονομάζεται θέση ισορροπίας του σώματος. Κάθε ταλάντωση πραγματοποιείται γύρω από τη θέση **ισορροπίας** του ταλαντούμενου σώματος. Καθώς το σώμα απομακρύνεται από τη θέση ισορροπίας, η δύναμη τείνει να το επαναφέρει προς αυτήν.

Ποιες δυνάμεις μπορούν να προκαλέσουν ταλάντωση; Στη συνέχεια αναφέρονται μερικές περιπτώσεις δυνάμεων που μπορούν να προκαλέσουν ταλάντωση, όπως η βαρυτική στην περίπτωση της κούνιας ή του εκκρεμούς. Μπορεί όμως να είναι η δύναμη που ασκεί μια τεντωμένη χορδή, η συνισταμένη του βάρους και της δύναμης που ασκεί ένα παραμορφωμένο ελατήριο (εικόνα 4.3). Επίσης στους αγωγούς του ηλεκτρικού ρεύματος μπορεί να είναι η δύναμη που ασκεί το ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργείται από μια ηλεκτρική πηγή που δημιουργεί ηλεκτρικό ρεύμα μεταβαλλόμενης έντασης (εικόνα 4.4).

**Δύναμη στην απλή αρμονική ταλάντωση**

Στερεώνουμε το ένα άκρο οριζόντιου ελατηρίου και συνδέουμε στο άλλο άκρο μια μικρή σφαίρα. Απομακρύνουμε τη σφαίρα από τη θέση που ισορροπεί και την αφήνουμε ελεύθερη, οπότε εκτελεί ταλάντωση.

Σύμφωνα με το νόμο του Χουκ, το μέτρο της δύναμης που ασκεί το ελατήριο είναι ανάλογο με τη μεταβολή του μήκους του, δηλαδή με την απομάκρυνση της σφαίρας από τη θέση ισορροπίας. Η δύναμη αυτή τείνει να επαναφέρει τη σφαίρα στη θέση ισορροπίας. Γι' αυτό και την αποκαλούμε δύναμη επαναφοράς (εικόνα 4.5). Όταν η **δύναμη επαναφοράς είναι ανάλογη με την απομάκρυνση του σώματος από τη θέση ισορροπίας**, τότε η κίνηση που κάνει το σώμα ονομάζεται απλή αρμονική ταλάντωση.



Εικόνα 4.5  
Αρμονική ταλάντωση και δύναμη.

## 4.2 Μεγέθη που χαρακτηρίζουν μια ταλάντωση

Για να περιγράψουμε μια ταλάντωση χρησιμοποιούμε ορισμένα φυσικά μεγέθη: την **περίοδο**, τη **συχνότητα** και το **πλάτος** της ταλάντωσης.

Στην εικόνα του σχήματος 4.6 τραβάμε το ελατήριο στη θέση A και το αφήνουμε ελεύθερο. Το σώμα από τη θέση A φθάνει στη θέση O (θέση όπου αρχικά ισορροπούσε), στη συνέχεια στη θέση B και μετά επιστρέφει στην O και ακολούθως ξανά στην A. Ο χρόνος που χρειάζεται για να κινηθεί το σώμα από το A στο O, μετά στο B και στη συνέχεια να επιστρέψει πάλι στο A, δηλαδή ο **χρόνος μιας πλήρους ταλάντωσης**, ονομάζεται **περίοδος της ταλάντωσης (T)**.

Σε χρόνο μιας περιόδου το έμβολο μιας μηχανής (εικόνα 4.7) ή το βαράκι του εκκρεμούς, καθώς και η κούνια επιστρέφουν στη θέση από όπου ξεκίνησαν (A) για να αρχίσουν μια νέα ίδια ταλάντωση. Το εκκρεμές του ρολογιού της εικόνας 4.8 σε χρόνο ενός λεπτού πραγματοποιεί 30 πλήρεις ταλαντώσεις. Λέμε ότι η συχνότητα ταλάντωσης του εκκρεμούς είναι 30 ταλαντώσεις το λεπτό ή μισή ταλάντωση το δευτερόλεπτο. Η κούνια εκτελεί σε ένα λεπτό 15 ταλαντώσεις. Η συχνότητα της ταλάντωσης της κούνιας είναι 15 ταλαντώσεις το λεπτό ή ένα τέταρτο της ταλάντωσης το δευτερόλεπτο. Δηλαδή **συχνότητα (f) ονομάζεται ο αριθμός των πλήρων ταλαντώσεων (N) που εκτελεί το σώμα σε χρονικό διάστημα Δt προς το αντίστοιχο χρονικό διάστημα**. Για να βρούμε τη συχνότητα μιας ταλάντωσης μετράμε τον αριθμό των ταλαντώσεων που εκτελεί το σώμα σε ορισμένο χρόνο και στη συνέχεια διαιρούμε αυτό τον αριθμό με το αντίστοιχο χρονικό διάστημα.

$$\text{συχνότητα} = \frac{\text{αριθμός ταλαντώσεων}}{\text{χρονικό διάστημα}} \quad \text{ή} \quad f = \frac{N}{\Delta t} \quad (4.1)$$

Επειδή σε χρόνο μιας περιόδου το σώμα εκτελεί μια πλήρη ταλάντωση, αν στη σχέση (4.1) θέσουμε  $\Delta t = T$ , τότε  $N = 1$  και επομένως προκύπτει:

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

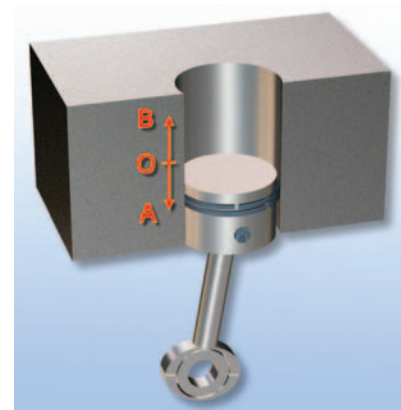
δηλαδή η συχνότητα ισούται με το αντίστροφο της περιόδου. Μονάδα συχνότητας είναι το Χερτζ (Hertz). Η συχνότητα ταλάντωσης ενός σώματος είναι  $\frac{1}{s} = 1 \text{ Hz}$  όταν εκτελεί μια πλήρη ταλάντωση σε χρονικό διάστημα 1 δευτερόλεπτο.

Συναρμολογούμε τη διάταξη που παριστάνεται στην εικόνα 4.6 και απομακρύνουμε το σώμα από την αρχική θέση ισορροπίας επιμηκύνοντας το ελατήριο κατά OA. Καθώς το σώμα ταλαντώνεται, παρατηρούμε ότι δεν ξεπερνά τη θέση A. Δηλαδή η αρχική απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας είναι και η μεγαλύτερη απομάκρυνση στην οποία μπορεί να βρεθεί το σώμα κατά την ταλάντωσή του. Η μέγιστη απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας ονομάζεται και **πλάτος της ταλάντωσης**.



Εικόνα 4.6

Το σώμα κινείται από το A προς το B και ξανά προς το A.



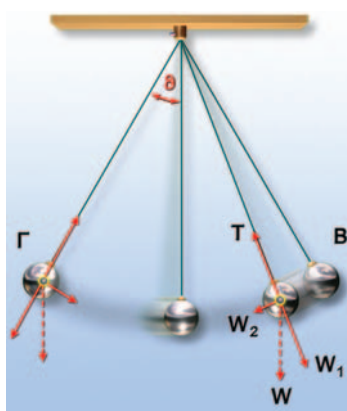
Εικόνα 4.7

Έμβολο μηχανής κινείται μεταξύ των ακραίων θέσεων A και B, περνώντας από τη θέση ισορροπίας O.



Εικόνα 4.8

Ρολόι με εκκρεμές.



Εικόνα 4.9

Σε κάθε θέση η συνιστώσα του βάρους  $W_2$  τραβά το σώμα προς τη θέση ισορροπίας. Το πλάτος της ταλάντωσης προσδιορίζεται από τη μέγιστη τιμή της γωνίας  $\theta$ .



Εικόνα 4.10

Το ίδιο εκκρεμές εκτελεί μια πλήρη ταλάντωση σε μικρότερο χρόνο, όταν είναι στους πόλους απ' ό,τι όταν βρίσκεται στον ισημερινό.

#### Δραστηριότητα

##### Σύστημα ελατήριου-σώμα

- ▶ Στερέωσε το ένα άκρο ελατηρίου και κρέμασε από το άλλο άκρο του ένα σώμα. Αφού το σύστημα ισορροπήσει, απομάκρυνε το σώμα από τη θέση ισορροπίας και άφησέ το ελεύθερο.

Τι είδους κίνηση εκτελεί το σώμα; Το πλάτος της ταλάντωσης διατηρείται σταθερό; Η μηχανική ενέργεια του συστήματος παραμένει σταθερή;

- ▶ Μέτρησε το χρόνο που χρειάζεται το σώμα για να εκτελέσει 10 πλήρεις ταλαντώσεις και υπολόγισε την περίοδο της ταλάντωσης.

Το **απλό εκκρεμές** αποτελείται από ένα μικρό σώμα κρεμασμένο από νήμα μήκους  $\ell$  που το άλλο άκρο του είναι στερεωμένο σ' ένα σταθερό σημείο. Όταν το σώμα ισορροπεί, το νήμα είναι κατακόρυφο. Αν το σώμα απομακρυνθεί από τη θέση ισορροπίας, εκτελεί ταλάντωση ανάμεσα στις δύο ακραίες θέσεις Β και Γ. Οι δυνάμεις που καθορίζουν την κίνησή του είναι το βάρος ( $W$ ) και η δύναμη που ασκεί το νήμα (Τάση,  $T$ ) (εικόνα 4.9). Εφόσον το εκκρεμές εκτελεί ταλάντωση, η κίνησή του περιγράφεται από τα χαρακτηριστικά μεγέθη της ταλάντωσης, δηλαδή την περίοδο, τη συχνότητα και το πλάτος.

Από ποια μεγέθη εξαρτάται η περίοδος της ταλάντωσης ενός απλού εκκρεμούς;

Πειραματικά προκύπτει ότι η περίοδος του εκκρεμούς:

- Είναι ανεξάρτητη της μάζας του.
- Δεν εξαρτάται από το πλάτος, όταν εκτρέπεται κατά μικρή γωνία  $\theta$  (μικρότερη από 10 μοίρες) (εικόνα 4.9).
- Αυξάνεται όταν μεγαλώσουμε το μήκος του νήματος. Ένα εκκρεμές που έχει μεγάλο μήκος έχει μεγαλύτερη περίοδο από ένα άλλο μικρότερου μήκους. Όλα τα εκκρεμή που έχουν το ίδιο μήκος έχουν την ίδια περίοδο ταλάντωσης (ανεξάρτητα από το πλάτος και τη μάζα). Επομένως το εκκρεμές μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως χρονόμετρο. Γι' αυτό η πιο γνωστή εφαρμογή του εκκρεμούς αφορά τη μέτρηση του χρόνου.
- Εξαρτάται από τον τόπο στον οποίο βρίσκεται. Έτσι αν βρισκόμαστε στον Ισημερινό το ίδιο εκκρεμές ταλαντώνεται με μεγαλύτερη περίοδο απ' ό,τι στους πόλους (εικόνα 4.10). Στη Σελήνη η περίοδός του αυξάνεται κατά 2,5 φορές περίπου.

#### Δραστηριότητα

##### Απλό εκκρεμές

Πάρε ένα κομμάτι σπάγκου μήκους 1 m. Δέσε στην άκρη του ένα βαράκι. Μέτρησε το χρόνο που απαιτείται για να εκτελέσει το εκκρεμές 30 ταλαντώσεις. Υπολόγισε την περίοδο του εκκρεμούς.

## 4.3

### Ενέργεια και ταλάντωση

Είδαμε ότι, για να εκτελέσει ένα σώμα ταλάντωση, θα πρέπει σ' αυτό να ασκηθεί αρχικά μια δύναμη που θα το απομακρύνει από τη θέση ισορροπίας του. Η δύναμη αυτή, μέσω του έργου που παράγει, προσφέρει ενέργεια στο σώμα, η οποία αποθηκεύεται με τη μορφή δυναμικής ενέργειας.

Ποιες ενεργειακές μεταβολές συμβαίνουν κατά την ταλάντωση; Στην εικόνα 4.11 παριστάνονται διαδοχικά στιγμιότυπα της ταλάντωσης ενός σώματος. Στη θέση της μέγιστης απομάκρυνσης (1) το σώμα έχει τη μέγιστη δυναμική ενέργεια και δεν έχει κινητική. Καθώς αυτό κινείται προς τη θέση ισορροπίας (2) η παραμόρφωση του ελατηρίου μικραίνει και επομένως η δυναμική ενέργεια

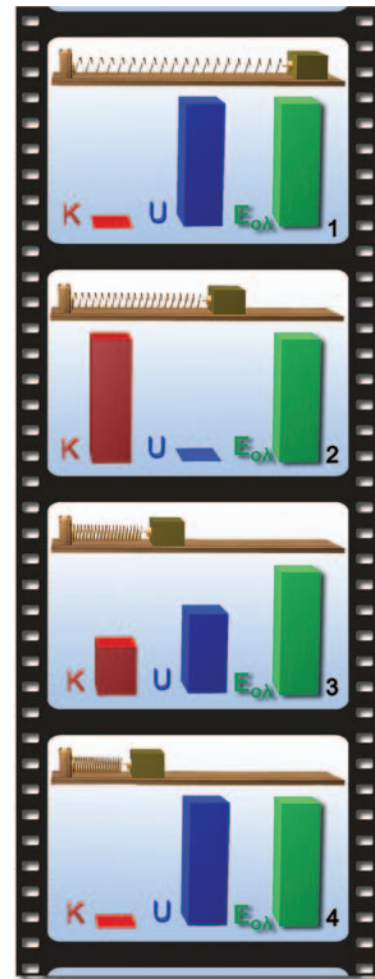
γεια του σώματος μειώνεται. Η ταχύτητα του σώματος αυξάνεται, άρα και η κινητική ενέργειά του. Στη θέση ισορροπίας (2) η κινητική ενέργεια γίνεται μέγιστη, ενώ η δυναμική του μηδενίζεται. Καθώς το σώμα απομακρύνεται από τη θέση ισορροπίας και κατευθύνεται προς τη θέση της μέγιστης απομάκρυνσης (3) αυξάνεται η δυναμική του ενέργεια και ελαττώνεται η κινητική. Στη θέση της μέγιστης απομάκρυνσης (4) μηδενίζεται η κινητική ενέργεια και η δυναμική γίνεται μέγιστη. **Κατά τη διάρκεια, λοιπόν, μιας ταλάντωσης πραγματοποιείται περιοδικά μετατροπή της δυναμικής ενέργειας σε κινητική και αντίστροφα.**

*Πώς εξηγείς ότι, όταν αφήσουμε ελεύθερη την κούνια, μετά από λίγο χρόνο αυτή σταματά;*

Στην ιδανική περίπτωση που δεν υπάρχουν δυνάμεις τριβής, η **μηχανική ενέργεια της ταλάντωσης, δηλαδή το άθροισμα της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας, διατηρείται σταθερό.** Σε πραγματικά όμως συστήματα όπως η κούνια, λόγω τριβών ή αντιστάσεων του αέρα η μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σταδιακά σε θερμική. Επομένως το πλάτος της ταλάντωσης μειώνεται και η κούνια τελικά σταματά. Η ταλάντωση μπορεί να διατηρηθεί μόνο αν με κάποιο μηχανισμό προσφέρουμε διαρκώς ενέργεια στο σώμα (και αναπληρώνουμε την ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμική από τις τριβές) κατά τη διάρκεια που αυτό ταλαντώνεται.

Εικόνα 4.11 ▶

**Σημείωση 1:** Το σώμα βρίσκεται στη μέγιστη απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας. Έχει μόνο δυναμική ενέργεια. **Σημείωση 2:** Το σώμα βρίσκεται στη θέση ισορροπίας, η δυναμική ενέργεια έχει μετατραπεί εξ ολοκλήρου σε κινητική. **Σημείωση 3:** Το σώμα βρίσκεται σε μια ενδιάμεση θέση, έχει δυναμική και κινητική ενέργεια. **Σημείωση 4:** Στην ακραία θέση 4, η κινητική ενέργεια του σώματος μετατρέπεται σε δυναμική.



Φυσική  
και Πολιτισμός

#### Τι είναι ο χρόνος; Τι μετράει το ρολόι μας;

Σ' αυτό το ερώτημα δίνονται διαφορετικές απαντήσεις από τη σκοπιά της Φυσικής των Μαθηματικών, της Φιλοσοφίας, της Βιολογίας, της Ιστορίας ή της Τεχνολογίας.

#### Ο χρόνος στη Φυσική

Για έναν Φυσικό χρόνος είναι ό,τι μετράει ένα «ακριβές ρολόι». Σύμφωνα με τις αισθήσεις μας ο χρόνος ρέει προς μια ορισμένη κατεύθυνση. Συγκεκριμένα το παρελθόν είναι ορισμένο, το μέλλον είναι ακαθόριστο, ενώ η πραγματικότητα βιώνεται στο παρόν.

Αυτή όμως η αντίληψη που εκφράζει την κοινή λογική έρχεται σε αντίθεση με κάποιες απόψεις της σύγχρονης Φυσικής.

#### Θεωρία σχετικότητας και χρόνος

Σύμφωνα με τη θεωρία της σχετικότητας το χρονικό διάστημα ανάμεσα σε δύο γεγονότα είναι διαφορετικό για έναν ακίνητο και ένα κινούμενο παρατηρητή.

#### Ο χρόνος στα Μαθηματικά

Οι μαθηματικοί θεωρούν ότι ο χρόνος είναι μια άλλη διάσταση, όπως το μήκος: **Η τέταρτη διάσταση.**

#### Ο χρόνος στην Ιστορία

Η Ιστορία εξελίσσεται από το παρελθόν προς το παρόν. Προηγείται χρονικά η ιστορία της Αρχαίας Ελλάδας, Ακολουθεί η Βυζαντινή περίοδος και έπεται η Επανάσταση του 1821 και η πορεία της νεότερης Ελλάδας.



Ο Αϊνστάιν παρατηρεί το ρολόι που κρατά ο ίδιος και το ρολόι που κρατά ο επιβάτης ενός τρένου που κινείται με μεγάλη ταχύτητα. Ο χρόνος στο δικό του ρολόι δείχνει να κυλά πιο γρήγορα.

**Ο χρόνος στη Βιολογία**

Αν παρατηρήσουμε τη φύση γύρω μας θα διαπιστώσουμε ότι ο χρόνος αποτελεί το πρωταρχικό πλαίσιο της ζωής που γίνεται αντιληπτό από όλους τους οργανισμούς. Το άνθος ανοίγει τα πέταλα του την αυγή, τα αποδημητικά πουλιά μεταναστεύουν νότια το φθινόπωρο, οι ακριδές εμφανίζονται κατά σμήνη κάθε 17 χρόνια. Στον ανθρώπινο εγκέφαλο βιολογικά χρονόμετρα καταγράφουν τα δευτερόλεπτα, τα λεπτά, τις ώρες. Κέντρο στον ανθρώπινο εγκέφαλο συντονίζει πολλές σωματικές λειτουργίες με την εναλλαγή **ημέρας και νύχτας**.

Στο παρακάτω διάγραμμα δείχνονται σχηματικά οι ώρες της ημέρας και οι αντίστοιχες λειτουργίες του ανθρώπινου οργανισμού που βρίσκονται σε συντονισμό.



Πηγές: Times of our lives by Karen Wright, *Scientific American*, σελ. 45, Σεπτέμβριος 2002  
 The Tick-Tock of the Biological Clock by Michael W. Young, *Scientific American*, σελ. 48, Μάρτιος 2000.

**Ερωτήσεις**

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

► Χρησιμοποίησε και εφάρμοσε τις έννοιες που έμαθες:

1. Συμπλήρωσε τις λέξεις που λείπουν από το παρακάτω κείμενο έτσι ώστε οι προτάσεις που προκύπτουν να είναι επιστημονικά ορθές:
  - α. Οι κινήσεις που επαναλαμβάνονται σε ίσα χρονικά διαστήματα ονομάζονται .....
  - β. Οι περιοδικές κινήσεις που πραγματοποιούνται ανάμεσα σε δύο ακραία σημεία της τροχιάς ονομάζονται .....
  - γ. Η μέγιστη απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας ονομάζεται ..... της ταλάντωσης.
  - δ. Ο χρόνος μιας πλήρους ..... ονομάζεται ..... της ταλάντωσης (T). Ο αριθμός των πλήρων ..... (N) που εκτελεί το σώμα σε χρονικό διάστημα Δt προς το αντίστοιχο χρονικό διάστημα ονομάζεται ..... (f).
  - ε. Στη διάρκεια μιας ταλάντωσης πραγματοποιείται μετατροπή της ..... ενέργειας σε ..... και αντίστροφα και όταν δεν υπάρχουν ..... η ..... ενέργεια της ταλάντωσης διατηρείται σταθερή.



2. Στην εικόνα 4.7 σελίδα 91 απεικονίζεται το έμβολο μιας μηχανής. Κατά τη λειτουργία της αυτό εκτελεί ταλάντωση μεταξύ των A, B. Να χαρακτηρίσεις με Σ τις προτάσεις των οποίων το περιεχόμενο είναι επιστημονικά ορθό και με Λ αυτές που το περιεχόμενό τους είναι επιστημονικά λανθασμένο.

Σε χρόνο μιας περιόδου το έμβολο κινείται

- από το A στο O στο B,
  - από το A στο O στο B στο O μέχρι το A,
  - από το A στο O,
  - από το A στο O στο A στο O στο B στο O,
  - από το A στο B στο O στο A στο O στο B.
3. Να χαρακτηρίσεις με Σ τις προτάσεις των οποίων το περιεχόμενο είναι επιστημονικά ορθό και με Λ αυτές που το περιεχόμενό τους είναι επιστημονικά λανθασμένο.
- Κάθε ταλάντωση είναι περιοδική κίνηση.
  - Όταν αυξάνεται η περίοδος μιας ταλάντωσης αυξάνεται και η συχνότητά της.
  - Η μηχανική ενέργεια της ταλάντωσης διατηρείται σταθερή ανεξάρτητα από το ποιες δυνάμεις ασκούνται στο σώμα που ταλαντώνεται.
  - Η περίοδος ενός απλού εκκρεμούς είναι ανεξάρτητη της μάζας και του πλάτους της ταλάντωσης, εφόσον αυτό είναι μικρό.

► **Εφάρμοσε τις γνώσεις σου και γράψε τεκμηριωμένες απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν:**

4. Στη διπλανή εικόνα εικονίζονται δύο παιδιά που κάνουν κούνια. Σε ποια θέση το κάθε παιδί έχει: α) Τη μέγιστη δυναμική ενέργεια και σε ποια τη μέγιστη κινητική; β) Τη μέγιστη ταχύτητα;

Να δικαιολογήσεις τις απαντήσεις σου.

Μπορείς να εξηγήσεις το γεγονός ότι η αιώρηση τελικά σταματά;

5. Ένας ερευνητής από τον Ισημερινό πρόκειται να εγκατασταθεί σε μια επιστημονική βάση στην Ανταρκτική προκειμένου να μελετήσει μια σειρά από φαινόμενα που αφορούν την τήξη των πάγων. Μαζί του μεταφέρει και ένα ρολόι εκκρεμές, δώρο της γιαγιάς του, το οποίο είναι ρυθμισμένο έτσι ώστε η ράβδος του να εκτελεί 1 πλήρη ταλάντωση σε 1 s.

Στις παρακάτω ερωτήσεις να κυκλώσεις το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

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.

Να αιτιολογήσεις την επιλογή σου, λαμβάνοντας υπόψη ότι το μήκος της ράβδου του ρολογιού παραμένει σταθερό.

6. Ποιες δυνάμεις ασκούνται στο σφαιρίδιο ενός απλού εκκρεμούς; Γιατί όταν απομακρύνουμε το εκκρεμές από τη θέση ισορροπίας τείνει να επανέλθει σ' αυτή;
7. Πώς μεταβάλλεται η περίοδος ενός εκκρεμούς όταν: α) αυξηθεί το μήκος του εκκρεμούς; β) αν ελαττωθεί το πλάτος της ταλάντωσής του; γ) αυξηθεί η μάζα του;
8. Να περιγράψεις τις μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν σ' ένα απλό εκκρεμές σε μια περίοδο αν αγνοηθούν η τριβή και η αντίσταση του αέρα.
9. Στην εικόνα 4.9 σελίδα 92 σε ποιες θέσεις το εκκρεμές έχει:
  - α. μέγιστη δυναμική ενέργεια;
  - β. μέγιστη κινητική ενέργεια;
  - γ. μηδενική δυναμική ενέργεια;
  - δ. μηδενική κινητική ενέργεια;



## Ασκήσεις

## ασκήσεις

1. Ένα εκκρεμές εκτελεί 60 πλήρεις ταλαντώσεις σε 2 λεπτά. Να βρεις την περίοδο και τη συχνότητα του εκκρεμούς.
2. Τα φτερά της μέλισσας, όταν αυτή πετάει, εκτελούν ταλάντωση με συχνότητα 225 Hz. Να υπολογίσεις πόσες φορές ανεβοκατεβαίνουν τα φτερά της στο 1 s καθώς και την περίοδο ταλάντωσης.

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

- ❑ Περιοδικές ονομάζονται οι κινήσεις που επαναλαμβάνονται σε ίσα χρονικά διαστήματα.
- ❑ Περιοδικές κινήσεις ανάμεσα σε δύο ακραία σημεία της τροχιάς ονομάζονται ταλαντώσεις.
- ❑ Ο χρόνος μιας πλήρους ταλάντωσης ονομάζεται περίοδος της ταλάντωσης (T).
- ❑ Συχνότητα (f) ονομάζεται ο αριθμός των πλήρων ταλαντώσεων (N) που εκτελεί το σώμα σε χρονικό διάστημα  $\Delta t$  προς το αντίστοιχο χρονικό διάστημα και ισούται με το αντίστροφο της περιόδου.
- ❑ Πλάτος της ταλάντωσης ονομάζεται η μέγιστη απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας.
- ❑ Το απλό εκκρεμές αποτελείται από ένα μικρό σώμα κρεμασμένο από νήμα σταθερού μήκους.
- ❑ Η περίοδος του απλού εκκρεμούς, όταν εκτελεί ταλάντωση μικρού πλάτους, είναι ανεξάρτητη της μάζας του, αυξάνεται όταν αυξάνεται το μήκος του νήματος και εξαρτάται από τον τόπο στον οποίο βρίσκεται.
- ❑ Σε μια ταλάντωση η δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική και αντίστροφα και αν δεν υπάρχουν τριβές η μηχανική ενέργεια διατηρείται σταθερή και επομένως και το πλάτος της ταλάντωσης.

### ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΟΙ

Περιοδική κίνηση

Περίοδος

Εκκρεμές

Ταλάντωση

Συχνότητα

Μέτρηση χρόνου

Δύναμη επαναφοράς

Πλάτος