

## ΕΝΟΤΗΤΑ 4 ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

### 4.1 Ταλαντώσεις

#### 1. Ποιες κινήσεις ονομάζονται περιοδικές; Αναφέρετε μερικές περιοδικές κινήσεις που γνωρίζετε.

Γενικά περιοδικές ονομάζονται οι κινήσεις που επαναλαμβάνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Τέτοια είναι η κίνηση της κούνιας που ξεκινά από χαμηλά, έπειτα ανεβαίνει, μετά κατεβαίνει και συνεχίζει διαρκώς την ίδια κίνηση.

Άλλη περιοδική κίνηση είναι η κίνηση της Γης γύρω από τον Ήλιο. Αν και είναι ομαλή κυκλική κίνηση, είναι και περιοδική γιατί επαναλαμβάνεται συνεχώς η ίδια κίνηση.

#### 2. Ποιες κινήσεις ονομάζονται ταλαντώσεις; Αναφέρετε παραδείγματα ταλαντώσεων και περιοδικών κινήσεων που δεν είναι ταλαντώσεις.

Ταλαντώσεις είναι οι κινήσεις που ανήκουν σε μια κατηγορία των περιοδικών κινήσεων, δηλαδή αρχικά είναι κινήσεις που επαναλαμβάνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Αυτές όμως οι περιοδικές κινήσεις συμβαίνουν μεταξύ δύο ακραίων σημείων. Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε ότι ταλαντώσεις είναι οι περιοδικές κινήσεις που γίνονται μεταξύ δύο ακραίων σημείων.

Η κίνηση της κούνιας που αναφέρθηκε παραπάνω δεν είναι απλώς μια περιοδική κίνηση αλλά είναι μια ταλάντωση.

Ένα ρολόι τοίχου, το οποίο κάνει μια επαναλαμβανόμενη κίνηση μεταξύ δύο ακραίων θέσεων, κάνει επίσης ταλάντωση.

#### 3. Περιγράψτε τι συμβαίνει όσον αφορά τις δυνάμεις που ασκούνται σε ένα σώμα που εκτελεί ταλάντωση. Τι ονομάζεται θέση ισορροπίας;

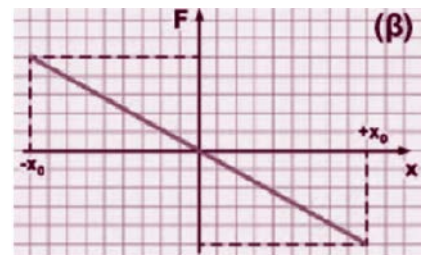
Ένα σώμα που εκτελεί ταλάντωση δέχεται κάποιες δυνάμεις έτσι ώστε να μπορεί να συνεχίζει αυτή την επαναλαμβανόμενη κίνηση. Οι δυνάμεις ή η δύναμη αυτή μεταβάλλεται συνεχώς και είναι τέτοια ώστε να αναγκάζει το σώμα που εκτελεί ταλάντωση να επιστρέφει στη θέση από την οποία είναι περάσει και πιο πριν. Η θέση γύρω από την οποία γίνεται μια ταλάντωση ονομάζεται θέση ισορροπίας της ταλάντωσης.

#### 4. Ποια ταλάντωση αναφέρεται ως απλή αρμονική; Τι γνωρίζετε για αυτήν;

Απλή αρμονική ταλάντωση είναι μια ιδιαίτερη περίπτωση ταλάντωσης στην οποία η δύναμη επαναφοράς είναι ανάλογη με την απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας. Δηλαδή όσο το σώμα πλησιάζει στη μέγιστη απομάκρυνση της ταλάντωσης τόσο μεγαλύτερη γίνεται η δύναμη επαναφοράς και γίνεται μέγιστη όταν φτάσει στις ακραίες θέσεις της ταλάντωσης.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα μιας δύναμης που είναι ανάλογη με την απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας αποτελεί η δύναμη του ελατηρίου που δίνεται από το νόμο του Hook που μάθαμε πέρυσι. Σύμφωνα με αυτήν, η δύναμη του ελατηρίου είναι ανάλογη με την επιμήκυνση ή τη συμπίεση του ελατηρίου.

Οι αρνητικές τιμές της δύναμης και της απομάκρυνσης οφείλονται στο γεγονός ότι και οι δύο παραπάνω είναι διανυσματικά μεγέθη.



### 4.2 Μεγέθη που χαρακτηρίζουν μια ταλάντωση

#### 1. Ποια φυσικά μεγέθη χαρακτηρίζουν μια ταλάντωση; Περιγράψτε συνοπτικά το κάθε μέγεθος.

Τα φυσικά μεγέθη που χαρακτηρίζουν μια ταλάντωση είναι η **περίοδος T**, η **συχνότητα f** και το **πλάτος** της ταλάντωσης.

Περίοδος T είναι ο χρόνος που χρειάζεται ένα σώμα που εκτελεί ταλαντώσεις για να κάνει μια πλήρη ταλάντωση. Η μονάδα μέτρησης της περιόδου είναι το 1 sec.

Συχνότητα f μιας ταλάντωσης είναι ο αριθμός των ταλαντώσεων που πραγματοποιεί ένα σώμα σε ορισμένο χρόνο προς το χρόνο αυτό. Η μονάδα μέτρησης της συχνότητας είναι το Hz (χερτζ).

Το πλάτος της ταλάντωσης είναι η μέγιστη απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας ενός σώματος που κάνει ταλάντωση. Το πλάτος δηλώνει απόσταση και η θεμελιώδης μονάδα μέτρησης του είναι το 1 m.

Μια επιπλέον μονάδα μέτρησης για τη συχνότητα ταλάντωσης είναι το  $s^{-1}$ .

**2. Ποια είναι η σχέση που μας δίνει τη συχνότητα μιας ταλάντωσης; Πώς συνδέεται με την περίοδο T;**  
Σύμφωνα με τα παραπάνω, η μαθηματική σχέση που μας δίνει τη συχνότητα μιας ταλάντωσης είναι:

$$\text{συχνότητα} = \frac{\text{αριθμός ταλαντώσεων}}{\text{χρονικό διάστημα}} \Leftrightarrow f = \frac{N}{\Delta t}$$

Όπου N ο αριθμός των ταλαντώσεων που πραγματοποιεί ένα σώμα και Δt το χρονικό διάστημα που γίνονται οι N ταλαντώσεις.

Έτσι το 1 Hz είναι η συχνότητα ταλάντωσης ενός σώματος όταν εκτελεί μια ταλάντωση σε χρονικό διάστημα 1 δευτερολέπτου.

Η σχέση που συνδέει τη συχνότητα με την περίοδο της ταλάντωσης είναι:  $f = \frac{1}{T}$

### 3. Περιγράψτε τη λειτουργία του απλού εκκρεμούς.

Το απλό εκκρεμές είναι μια διάταξη που αποτελείται από ένα σώμα που είναι κρεμασμένο από ένα σημείο μέσω ενός νήματος ή ενός σχοινιού. Η κίνηση που κάνει το σώμα αν το αφήσουμε από κάποιο σημείο διαφορετικό από την κατακόρυφη θέση του νήματος είναι ταλάντωση. Η θέση ισορροπίας της ταλάντωσης του εκκρεμούς είναι όταν το νήμα είναι στην κατακόρυφη θέση του. Οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα (και άρα καθορίζουν την κίνηση του εκκρεμούς) είναι η τάση (T) του νήματος και το βάρος (w) του σώματος.

Όπως όλες οι ταλαντώσεις, έτσι και η κίνηση του απλού εκκρεμούς έχει χαρακτηριστικά κίνησης όπως περίοδο, συχνότητα και πλάτος της ταλάντωσης. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται ένα απλό εκκρεμές.



### 4. Από ποια μεγέθη εξαρτάται η περίοδος του εκκρεμούς;

Η περίοδος ενός εκκρεμούς **εξαρτάται** από:

α) **Το μήκος του νήματος** από το οποίο είναι κρεμασμένο το σώμα.

β) **Τον τόπο** στον οποίο βρίσκεται το σώμα. Δηλαδή μια ταλάντωση έχει διαφορετική τιμή της περιόδου αν συμβαίνει στον Ισημερινό της Γης και διαφορετική αν συμβαίνει στους πόλους.

Θα περίμενε κάποιος η περίοδος να εξαρτάται από το πλάτος της ταλάντωσης και από τη μάζα του σώματος. Έχει όμως αποδειχτεί ότι η περίοδος ενός εκκρεμούς είναι **ανεξάρτητη** από:

α) **Τη μάζα του σώματος.**

β) **Από το πλάτος της ταλάντωσης**, όταν όμως πρόκειται για **μικρές τιμές της γωνίας** (κάτω από 10°).

Η εξάρτηση της περιόδου από τον τόπο οφείλεται στο γεγονός ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας αλλάζει από τόπο σε τόπο, οπότε η περίοδος εξαρτάται από την επιτάχυνση της βαρύτητας.

## 4.3 Ενέργεια και ταλάντωση

### 1. Ποιες ενεργειακές μεταβολές συμβαίνουν κατά τη διάρκεια μιας ταλάντωσης;

Όταν ένα σώμα που κάνει ταλάντωση βρίσκεται στη θέση μέγιστης απομάκρυνσης του, η μοναδική ενέργεια που έχει είναι η δυναμική ενέργεια. Καθώς το σώμα πλησιάζει προς τη θέση ισορροπίας, μειώνεται σταδιακά η δυναμική του ενέργεια και ταυτόχρονα αυξάνει η κινητική ενέργεια του σώματος. Όταν φτάσει στη θέση ισορροπίας η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης του σώματος είναι μηδέν, ενώ η κινητική είναι μέγιστη. Όταν συνεχίζει προς την άλλη ακραία θέση της ταλάντωσης συμβαίνει το αντίθετο. Δηλαδή αυξάνει η δυναμική του ενέργεια και μειώνεται η κινητική μέχρις ότου να φτάσει στη θέση πλάτους όπου η δυναμική ενέργεια γίνεται μέγιστη και η κινητική ενέργεια μηδενική.

Κατά τη διάρκεια μιας ταλάντωσης δηλαδή, θα συμβαίνει περιοδική μετατροπή της δυναμικής σε κινητική ενέργεια και το αντίστροφο.

Συνοψίζοντας κάνουμε τον παρακάτω πίνακα

	Δυναμική ενέργεια	Κινητική ενέργεια
Πλάτος	Μέγιστη	Μηδενική
Θέση ισορροπίας	Μηδενική	Μέγιστη

## **2. Υπάρχουν στην πραγματικότητα απλές αρμονικές ταλαντώσεις; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.**

Η απλή αρμονική ταλάντωση αποτελεί την κίνηση ενός σώματος όταν δεν υπάρχουν τριβές. Στην πραγματικότητα όμως δεν υπάρχει απλή αρμονική ταλάντωση, δηλαδή η μέγιστη απομάκρυνση του σώματος από τη θέση ισορροπίας δεν μπορεί να είναι αμετάβλητη όσο περνάει ο χρόνος λόγω των τριβών. Η μοναδική περίπτωση να υπάρχει ταλάντωση με σταθερό πλάτος είναι να εξαλειφθούν εντελώς οι τριβές του σώματος που κάνει ταλάντωση με τον αέρα ή με οποιοδήποτε άλλο αντικείμενο έρχεται σε επαφή. Μια τέτοια ταλάντωση θα ονομάζεται αμείωτη ταλάντωση.

Στις ταλαντώσεις όμως που συμβαίνουν στην πραγματικότητα μειώνεται το πλάτος τους, οπότε ονομάζονται φθίνουσες ταλαντώσεις.

## **3. Στην περίπτωση που σε μια ταλάντωση δεν υπάρχουν τριβές, πόση είναι η συνολική ενέργεια μιας ταλάντωσης; Μεταβάλλεται ή παραμένει σταθερή;**

Σε μια ταλάντωση που δεν υπάρχουν τριβές, το πλάτος της ταλάντωσης θα παραμένει σταθερό οπότε και η μέγιστη δυναμική ενέργεια θα παραμένει σταθερή. Επίσης η μέγιστη κινητική ενέργεια θα παραμένει σταθερή. Είδαμε ότι όταν αυξάνεται η δυναμική μειώνεται η κινητική ενέργεια και το αντίστροφο. Αυτό που είναι σημαντικό όμως είναι ότι το άθροισμα τους παραμένει πάντα σταθερό στις ταλαντώσεις όπου δεν υπάρχουν τριβές.

Μάθαμε ότι το άθροισμα της δυναμικής και της κινητικής ενέργειας αποτελούν τη μηχανική ενέργεια.

Καταλήγοντας θα γνωρίζουμε ότι η μηχανική ενέργεια μιας ταλάντωσης που δεν έχει τριβές παραμένει σταθερή και ισούται με το άθροισμα της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας της ταλάντωσης.

**Σημαντικό!** Το άθροισμα της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας σε μια απλή αρμονική ταλάντωση είναι σταθερό!