

Κεφάλαιο 4 Περιοδικές Κινήσεις – Ταλαντώσεις

4.1 Ταλαντώσεις

1. Ποιες κινήσεις ονομάζονται περιοδικές; Αναφέρετε παραδείγματα περιοδικών κινήσεων.

Περιοδικές κινήσεις ονομάζονται οι κινήσεις που επαναλαμβάνονται με τον ίδιο τρόπο σε ίσα χρονικά διαστήματα. Παράδειγμα η κίνηση της κούνιας που ξεκινά από χαμηλά, έπειτα ανεβαίνει, μετά κατεβαίνει και συνεχίζει διαρκώς την ίδια κίνηση. Άλλο παράδειγμα περιοδικής κίνησης είναι η κίνηση της Γης γύρω από τον Ήλιο ή κίνηση της Σελήνης γύρω από τη Γη.

2. Ποιες κινήσεις ονομάζονται ταλαντώσεις;

Ταλαντώσεις ονομάζονται οι περιοδικές κινήσεις που γίνονται ανάμεσα σε δύο ακραίες θέσεις. Μια ταλάντωση πραγματοποιείται γύρω από μια θέση που ονομάζεται **θέση ισορροπίας** και στην οποία η συνολική δύναμη που ασκείται στο σώμα που ταλαντώνεται, είναι μηδέν. Όταν το ταλαντευόμενο σώμα δεν βρίσκεται στη θέση ισορροπίας του, τότε δέχεται δυνάμεις που τείνουν πάντοτε να το επαναφέρουν στη θέση ισορροπίας του και σε αυτές τις δυνάμεις οφείλεται η ταλάντωση. Η κίνηση της κούνιας είναι ταλάντωση όπως και η κίνηση που κάνει ένα σώμα δεμένο σε ένα ελατήριο, ενώ η κίνηση της Γης γύρω από τον Ήλιο ή η κινήσεις των δεικτών του ρολογιού ενώ είναι περιοδικές κινήσεις δεν είναι ταλαντώσεις αφού δεν γίνονται μεταξύ δύο ακραίων θέσεων.

4.2 Φυσικά μεγέθη που χαρακτηρίζουν μια ταλάντωση

3. Τι ονομάζεται περίοδος;

Περίοδος Τα μιας ταλάντωσης ή μιας περιοδικής κίνησης ονομάζεται ο χρόνος που απαιτείται για μια πλήρη επανάληψη της ταλάντωσης ή της περιοδικής κίνησης. Αφού η περίοδος T είναι χρόνος η μονάδα μέτρησης της είναι το 1s.

4. Πως ορίζεται η συχνότητα μιας ταλάντωσης ή μιας περιοδικής κίνησης;

Η συχνότητα μιας ταλάντωσης ή μιας περιοδικής κίνησης ορίζεται ως:

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

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

Η μονάδα μέτρησης της συχνότητας στο διεθνές σύστημα είναι το 1Hz (χέρτζ). Επίσης χρησιμοποιείται και το s^{-1} .

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

και προκύπτει από τη σχέση ορισμού της συχνότητας αν θέσουμε $N=1$ (μια επανάληψη) οπότε $t=T$ (T ο χρόνος της μίας επανάληψης)

Δηλαδή **συχνότητα και περίοδος είναι μεγέθη αντίστροφα.**

5. Τι εκφράζει η συχνότητα μιας ταλάντωσης ή μιας περιοδικής κίνησης; Τι σημαίνει ότι η συχνότητα μιας ταλάντωσης είναι π.χ. $f=12\text{Hz}$;

Η Συχνότητα f μιας ταλάντωσης ή μιας περιοδικής κίνησης εκφράζει τον αριθμό των ταλαντώσεων που πραγματοποιεί ένα σώμα στη μονάδα του χρόνου, σε ένα δευτερόλεπτο δηλαδή.

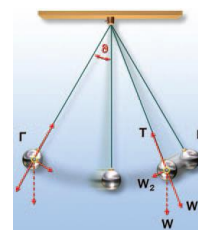
Επομένως, συχνότητα ταλάντωσης $f=12\text{Hz}$ σημαίνει ότι συμβαίνουν 12 ταλαντώσεις κάθε ένα δευτερόλεπτο.

6. Τι ονομάζεται πλάτος μιας ταλάντωσης;

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

7. Τι είναι το απλό εκκρεμές; Περιγράψτε σύντομα τη λειτουργία του.

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.

8. Από ποια μεγέθη εξαρτάται η περίοδος του εκκρεμούς και από ποια δεν εξαρτάται;

Η περίοδος ενός εκκρεμούς **εξαρτάται** από:

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

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. Αυτό συμβαίνει επειδή η επιτάχυνση της βαρύτητας αλλάζει από τόπο σε τόπο. **Επομένως η περίοδος εξαρτάται από την επιτάχυνση της βαρύτητας.**

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

Τη **μάζα** του σώματος.

Από το **πλάτος της ταλάντωσης**, για **μικρές τιμές της γωνίας**, κάτω από 10° .

9. Παράδειγμα

Ένα εκκρεμές εκτελεί 20 πλήρεις ταλαντώσεις σε 10s. Να βρείτε τη συχνότητα και την περίοδο του εκκρεμούς.

Λύση

Η συχνότητα δίνεται από τη σχέση: $f = \frac{N}{\Delta t} = \frac{20}{10} = 2\text{Hz}$ και η περίοδος: $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{2} = 0,5\text{s}$

4.3 Ενέργεια και ταλάντωση

10. Ποιες ενεργειακές μεταβολές συμβαίνουν κατά τη διάρκεια μιας ταλάντωσης.

Όταν ένα σώμα που κάνει ταλάντωση βρίσκεται στη θέση μέγιστης απομάκρυνσής του (πλάτος), στις ακραίες θέσεις δηλαδή 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 μετατρέπεται σε κινητική με αποτέλεσμα να 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.

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

θέση	δυναμική ενέργεια	κινητική ενέργεια
πλάτος	μέγιστη	μηδενική
θέση ισορροπίας	μηδενική	μέγιστη

Σε κάθε θέση της ταλάντωσης το άθροισμα της κινητικής ενέργειας K και της δυναμικής ενέργειας U παραμένει σταθερό εφόσον η ταλάντωση θεωρείται αμείωτη και ίσο με τη μηχανική ενέργεια της ταλάντωσης $E_{\text{μηχ}}$, δηλαδή σε κάθε θέση ισχύει: $E_{\text{μηχ}} = K + U$

Η μηχανική ενέργεια της ταλάντωσης ισούται με την ενέργεια που προσφέραμε στο σώμα που ταλαντώνεται όταν το εκτρέψαμε από τη θέση ισορροπίας του αρχικά.

11. Στην πραγματικότητα τα σώματα που κάνουν ταλάντωση τελικά σταματούν την κίνησή τους.

Στην ιδανική περίπτωση που δεν υπάρχουν δυνάμεις τριβής, η μηχανική ενέργεια της ταλάντωσης, δηλαδή το άθροισμα της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας, διατηρείται σταθερό και λέμε ότι η ταλάντωση σε αυτή την περίπτωση είναι αμείωτη. 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. Έτσι αναπληρώνεται η ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμική από τις τριβές κατά τη διάρκεια που αυτό ταλαντώνεται.

12. Άσκηση 1

Ένα εκκρεμές εκτελεί 240 ταλαντώσεις σε χρόνο 2 λεπτών. Να βρείτε τη συχνότητα και την περίοδο ταλάντωσης του εκκρεμούς.

Λύση

μετατροπή χρόνου $2\text{min}=120\text{s}$

Η συχνότητα δίνεται από τη σχέση $f = \frac{N}{\Delta t} = \frac{240}{120\text{ s}} = 2\text{Hz}$ και η περίοδος $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{2\text{Hz}} = 0,5\text{s}$

13. Άσκηση 2

Ένα εκκρεμές εκτελεί ταλάντωση με περίοδο 4s. Να βρείτε τη συχνότητα του εκκρεμούς και να υπολογίσετε το πόσες ταλαντώσεις εκτελεί σε χρόνο 4 λεπτών.

Λύση

μετατροπή χρόνου $4\text{min}=240\text{s}$

η συχνότητα είναι $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4\text{ s}} = 0,25\text{Hz}$

Η συχνότητα δίνεται από τη σχέση $f = \frac{N}{\Delta t} \Leftrightarrow N = f \cdot \Delta t = 0,25\text{ Hz} \cdot 240\text{ s} = 60$

14. Άσκηση 3

Οι δύο ακραίες θέσεις μιας ταλάντωσης απέχουν μεταξύ τους 40 cm και για να μεταβεί το σώμα από τη μία ακραία θέση στην άλλη χρειάζεται 0,25 s. α) Ποιο είναι το πλάτος της ταλάντωσης; β) Ποια είναι η συχνότητα της ταλάντωσης; γ) Ποια είναι η περίοδος της ταλάντωσης;

Λύση

α) το πλάτος ταλάντωσης είναι το μισό της απόστασης των δύο ακραίων θέσεων, $\text{πλάτος} = \frac{40\text{cm}}{2} = \frac{0,4\text{m}}{2} = 0,2\text{m}$

β) η περίοδος ταλάντωσης είναι το διπλάσιο του χρόνου μεταξύ των δύο ακραίων θέσεων, $T = 2 \cdot 0,25 = 0,5\text{s}$

γ) η συχνότητα ταλάντωσης είναι αντίστροφη της περιόδου, $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,5} = 2\text{Hz}$