Урок 37 Види механічних коливань

Мета уроку:

Навчальна: Формувати знання учнів про коливальний рух, вільні та вимушені коливання, рівняння гармонічних коливань; формувати вміння учнів пояснювати фізичні явища та процеси, розв'язувати задачі на коливальний рух, вільні та вимушені коливання.

Розвивальна. Розвивати пізнавальні навички учнів.

Виховна. Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Тип уроку: урок засвоєння нових знань.

Наочність і обладнання: навчальна презентація, комп'ютер, підручник.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Механічні коливання оточують нас усюди: погойдування гілля дерев, вібрація струн музичних інструментів, коливання поплавця на хвилі, рух маятника в годиннику, биття серця.

Що таке механічні коливання?

Як їх охарактеризувати?

III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

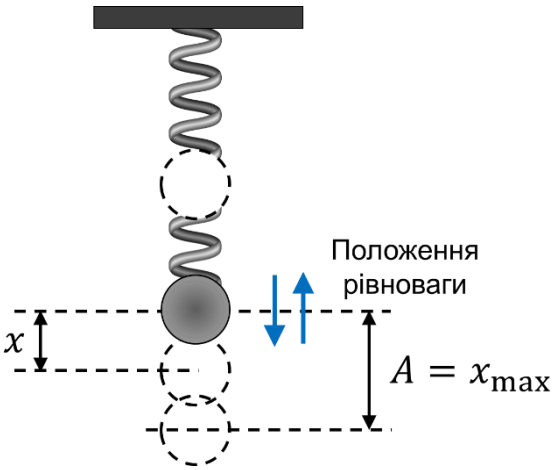
1. Механічні коливання

Механічні коливання – це рухи тіла (або системи тіл), які відбуваються біля певного положення рівноваги та які точно або приблизно повторюються через рівні інтервали часу.

Зміщення x – це відстань від положення рівноваги до точки, в якій у даний момент часу перебуває тіло, що коливається.

Амплітуда коливань – максимальна відстань, на яку відхиляється тіло від положення рівноваги.

$$A = x_{max} \qquad [A] = \text{м}$$



Період коливань – час одного повного коливання.

$$T = \frac{t}{N} \qquad [T] = \text{с}$$

Частота коливань – кількість коливань за одиницю часу.

$$\nu = \frac{N}{t} \qquad [\nu] = \text{Гц}$$

2. Незатухаючі та затухаючі коливання

Незатухаючі коливання – коливання, амплітуда яких із часом не змінюється.

Затухаючі коливання – це коливання, амплітуда яких із часом зменшується.

3. Вільні та вимушені коливання, автоколивання

Вільні коливання – це коливання, які відбуваються під дією внутрішніх сил системи після того, як її було виведено з положення рівноваги.

Коливальна система – це система тіл, у якій можуть виникати вільні коливання.

Вільні коливання – це завжди затухаючі коливання.

Вимушені коливання – це коливання, які відбуваються в системі внаслідок дії зовнішньої сили, що періодично змінюється.

Вимушені коливання – це зазвичай незатухаючі коливання, частота яких дорівнює частоті зміни зовнішньої сили, що змушує тіло коливатися.

Автоколивання – це незатухаючі коливання, які відбуваються в системі за рахунок надходження енергії від постійного джерела, що регулюється самою системою.

4. Гармонічні коливання

Гармонічні коливання – це коливання, під час яких координата x тіла, що коливається, змінюється з часом t за законом косинуса (або синуса).

$$x = A\cos cos\left(\omega t + \varphi_0\right) \qquad \text{або} \qquad x = A\sin sin\left(\omega t + \varphi_0\right)$$

A – ***амплітуда коливань:*** $x_{max} = A$ (оскільки найбільше значення косинуса та синуса дорівнює 1).

$\omega t + \varphi_0$ – ***фаза коливань:*** $\varphi = \omega t + \varphi_0$ – величина, що однозначно визначає механічний стан тіла в даний момент часу.

φ_0 – ***початкова фаза коливань*** – фаза коливань у момент початку відліку часу (якщо $t = 0$, то $\varphi = \omega t + \varphi_0 = \varphi_0$).

ω – ***циклічна частота коливань:*** $\omega = \frac{2\pi}{T}$

Можна довести: коли координата тіла змінюється за гармонічним законом (за законом косинуса або синуса), швидкість і прискорення руху тіла теж змінюються гармонічно.

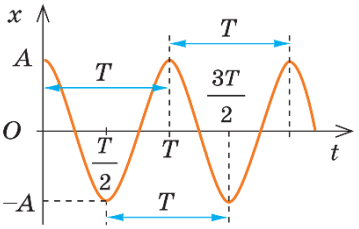
$$x(t) = A\cos cos\left(\omega t + \varphi_0\right)$$

Перша похідна від переміщення – то швидкість, друга похідна, тобто похідна від швидкості – то прискорення.

$$v(t) = x'(t) = \left(A\cos cos\left(\omega t + \varphi_0\right)\right)' = -A\omega\sin sin\left(\omega t + \varphi_0\right)$$

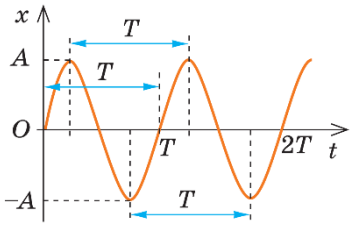
$$a(t) = x''(t) = v'(t) = \left(-A\omega\sin sin\left(\omega t + \varphi_0\right)\right)' = -A\omega^2\cos cos\left(\omega t + \varphi_0\right)$$

$$x_{max} = A \qquad v_{max} = -A\omega \qquad a_{max} = -A\omega^2$$



Зверніть увагу!

Якщо початок відліку часу $(t = 0)$ збігається з моментом максимального відхилення тіла від положення рівноваги $\left(x_0 = x_{max} = A\right)$, то рівняння коливань зручніше записувати у вигляді: $x = A\cos cos\,\omega t$



Якщо початок відліку часу $(t = 0)$ збігається з моментом проходження тілом положення рівноваги $\left(x_0 = 0\right)$, то рівняння коливань зручніше записувати у вигляді: $x = A\sin sin\,\omega t$

IV. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАНЬ І ВМІНЬ

1. Човен, який гойдається на морських хвилях, за 25 с здійснив 10 повних коливань. Визначте період і частоту коливань човна.

Дано:

$t = 25$ с

$N = 10$

$T - ?$

$\nu - ?$

Розв'язання

$$T = \frac{t}{N} \qquad [T] = \frac{\text{с}}{1} = \text{с} \qquad T = \frac{25}{10} = 2,5\ (\text{с})$$

1 спосіб

$$\nu = \frac{N}{t} \qquad [\nu] = \frac{1}{\text{с}} = \text{Гц} \qquad \nu = \frac{10}{25} = 0,4\ (\text{Гц})$$

2 спосіб

$$\nu = \frac{1}{T} \qquad [\nu] = \frac{1}{\text{с}} = \text{Гц} \qquad \nu = \frac{1}{2,5} = 0,4\ (\text{Гц})$$

Відповідь: $T = 2,5$ с; $\nu = 0,4$ Гц.

2. Рівняння гармонічних коливань має вигляд: $x = 0,05\sin sin\left(0,01\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (м). Визначте амплітуду, початкову фазу, циклічну частоту та період цих коливань.

Дано:

$x = 0,05\sin sin\left(0,01\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$

$A - ?$

$\varphi_0 - ?$

$\omega - ?$

$T - ?$

Розв'язання

$$x = 0,05\sin sin\left(0,01\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$x = A\sin sin\left(\omega t + \varphi_0\right)$$

$A = 0,05$ м $\qquad \varphi_0 = \frac{\pi}{2}$ рад $\qquad \omega = 0,01\pi$ с$^{-}$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad => \quad T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$[T] = \frac{1}{\text{с}^{-1}} = \text{с}$ $\quad T = \frac{2\pi}{0{,}01\pi} = 200\ (\text{с})$

Відповідь: $A = 0{,}05$ м; $\varphi_0 = \frac{\pi}{2}$ рад;
$\omega = 0{,}01\pi\ \text{с}^{-1}$; $T = 200$ с.

3. Запишіть рівняння гармонічних коливань, що здійснюються за законом косинуса, якщо період коливань становить 0,25 с, амплітуда – 6 см, а початкова фаза коливань – 0,5π рад.

Дано:
$T = 0{,}25$ с
$A = 6$ см $= 0{,}06$ м
$\varphi_0 = \frac{\pi}{2}$ рад

$x(t) - \ ?$

Розв'язання

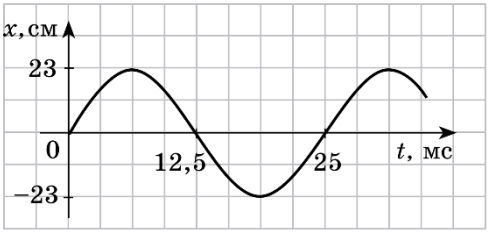
$$x = A\cos cos\left(\omega t + \varphi_0\right)$$

$\omega = \frac{2\pi}{T}$ $\quad [\omega] = \frac{1}{\text{с}} = \text{с}^{-1}$ $\quad \omega = \frac{2\pi}{0{,}25} = 8\pi\left(\text{с}^{-1}\right)$

$$x = 0{,}06\cos cos\left(8\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$$

Відповідь: $x = 0{,}06\cos cos\left(8\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$.

4. За графіком, наведеним на рисунку, визначте амплітуду та період коливань тіла. Обчисліть частоту та циклічну частоту коливань тіла; запишіть рівняння коливань; знайдіть зміщення тіла у фазі π/2 рад.



Дано:
$\varphi = \frac{\pi}{2}$ рад

$A - \ ?$
$T - \ ?$
$\nu - \ ?$
$\omega - \ ?$
$x(t) - \ ?$
$x(\varphi') - \ ?$

Розв'язання

У момент початку спостереження $(t = 0)$ тіло перебувало в положенні рівноваги $\left(x_0 = 0\right)$, тому рівняння коливань має вигляд:

$$x = A\sin sin\,\omega t$$

З графіка бачимо:

$$A = x_{max} = 23\text{ см} = 0{,}23\text{ м}$$

$$T = 25\text{ мс} = 25{\cdot}10^{-3}\text{с}$$

$\nu = \frac{1}{T}$ $\quad [\nu] = \frac{1}{\text{с}} = \text{Гц}$ $\quad \nu = \frac{1}{25{\cdot}10^{-3}} = 40\ (\text{Гц})$

$\omega = 2\pi\nu$ $\quad [\omega] = \text{Гц} = \text{с}^{-1}$ $\quad \omega = 2\pi{\cdot}40 = 80\pi\left(\text{с}^{-1}\right)$

$$x = 0{,}23\sin sin\,80\pi t$$

$$x(\varphi) = A \sin sin\, \varphi$$

$$x = 0,23 \sin sin \frac{\pi}{2} = 0,23(\text{м})$$

Відповідь: $A = 23$ см; $T = 25$ мс; $\nu = 40$ Гц;
$\omega = 80\pi\ \text{с}^{-1}$; $x = 0,23 \sin sin\, 80\pi t$; $x = 23$ см.

V. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

Бесіда за питаннями

1. Назвіть основні фізичні величини, які характеризують коливальний рух. Дайте їх означення.

2. Чому за наявності тертя амплітуда вільних коливань поступово зменшується? Як називають такі коливання?

3. Які коливання називають вільними? вимушеними? Наведіть приклади.

4. Які умови необхідні для виникнення вільних коливань?

5. Назвіть характерні елементи автоколивальної системи.

6. У чому подібність вільних коливань і автоколивань? автоколивань і вимушених коливань? Чим вони відрізняються?

7. Які коливання називають гармонічними? Запишіть рівняння гармонічних коливань.

8. Який вигляд має графік гармонічних коливань?

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати § 19, Вправа № 19 (2, 3)