

## Сучасні технології навчання

### Технологія модульного навчання

#### Тема: Механічні коливання і хвилі (11 клас)

**Ірина Іванівна Задніпрянець,**  
методист НМЦ природничо-математичної освіти  
ШПО Київського університету імені Б.Грінченка,

**Ірина Адольфівна Бойко,**  
учитель фізики ліцею № 293 м. Києва

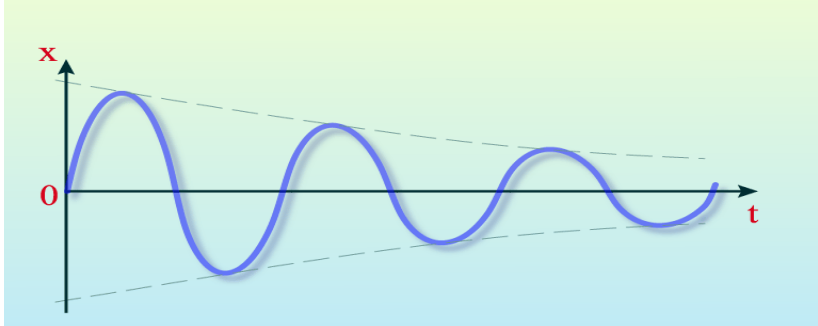
**Аліна Григорівна Горловська,**  
учитель фізики ТЛ Шевченківського р-ну м. Києва,

**Наталія Володимирівна Стоянова,**  
учитель фізики ліцею № 208 м. Києва

### Модуль 3. Перетворення енергії в коливальному русі. Розв'язування задач (90 хв)

УЕ	Навчальний матеріал, мета, завдання	Коментарі для учнів												
УЕ0	<b>Мета:</b> закріпити знання вивченого раніше матеріалу; навчити учнів застосовувати набуті знання під час розв'язування задач; сформулювати в учнів вміння застосовувати закон збереження енергії для гармонічних коливань.													
УЕ1	<b>Фізичний диктант</b> 1. Коливаннями називаються фізичні процеси, які... 2. Вільні коливання – це ... 3. Умови виникнення вільних коливань ... 4. Коливання, під час яких зміни фізичних величин з часом відбуваються за законами синуса або косинуса називають ... 5. Рівняння гармонічного коливального руху має вигляд ... 6. Максимальне значення величини, що зазнає коливань за гармонічним законом, називають ... 7. Період коливань – це ... 8. Кількість повних коливань, які тіло здійснює за 1 с, називають ... 9. Циклічною частотою коливань називають ... 10. Математичний маятник – це ... 11. Період коливань математичного маятника визначається як ... 12. Період коливань тягарця на пружині визначається як ...	Всі завдання оцінюються в 1 бал.  Дати відповіді на окремих листах (1 бал за 1 відповідь).  Здати листи на перевірку вчителю.												
УЕ2	<b>Повторення основних величин, співвідношень.</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Основні величини</th> <th style="width: 50%;">Основні співвідношення</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Т (м) - період</td> <td><math>T = \frac{t}{N}</math></td> </tr> <tr> <td><math>T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}</math></td> </tr> <tr> <td><math>T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}</math></td> </tr> <tr> <td>V (Гц) - частота</td> <td><math>\nu = \frac{1}{T}</math></td> </tr> <tr> <td><math>\omega</math> (Гц) – циклічна частота</td> <td><math>\omega = 2\pi\nu</math></td> </tr> <tr> <td>Рівняння гармонічних коливань</td> <td><math>x = x_{\max} \cos(\omega t + \alpha)</math>.</td> </tr> </tbody> </table>	Основні величини	Основні співвідношення	Т (м) - період	$T = \frac{t}{N}$	$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$	$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	V (Гц) - частота	$\nu = \frac{1}{T}$	$\omega$ (Гц) – циклічна частота	$\omega = 2\pi\nu$	Рівняння гармонічних коливань	$x = x_{\max} \cos(\omega t + \alpha)$ .	Таблицю записати в зошиті.
Основні величини	Основні співвідношення													
Т (м) - період	$T = \frac{t}{N}$													
	$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$													
	$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$													
V (Гц) - частота	$\nu = \frac{1}{T}$													
$\omega$ (Гц) – циклічна частота	$\omega = 2\pi\nu$													
Рівняння гармонічних коливань	$x = x_{\max} \cos(\omega t + \alpha)$ .													
УЕ3	<b>Розв'язування задач</b>													

	<p><b>Якісні задачі</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>У скільки разів зміниться період коливань банки з піском, якщо в результаті висипання піску повна маса банки зменшиться в 2 рази? Банка підвішена: а) на довгій нитці; б) на пружині (коливання вертикальні).</li> <li>Куди треба пересунути сочку маятника (тягарець на стрижні), якщо годинник поспішає?</li> <li>Чи зміниться період коливань гойдалки, якщо замість однієї людини на гойдалку сядуть двоє?</li> <li>Космонавт узяв із собою на Місяць наручний механічний годинник і маятниковий годинник. Який з них іде на Місяці так само, як на Землі?</li> </ol> <p><b>Розрахункові задачі</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Рівняння руху гармонічного коливання <math>x = 0,05 \cos(100\pi t + \pi/2)</math>. Визначити амплітуду, частоту, циклічну частоту, період, початкову фазу коливання.</li> <li>За графіком гармонічного коливання <i>Графіки можуть бути визначити амплітуду, період, частоту різними (за варіантами, коливань. Написати рівняння залежності <math>x(t)</math>.</i></li> <li>Гармонічні коливання матеріальної точки описуються рівнянням <math>x = 0,2 \cos 50\pi t</math>. Написати рівняння залежності швидкості і прискорення точки від часу.</li> <li>Тягарець масою 100 г здійснює коливання частотою 2 Гц під дією пружини. Визначити жорсткість пружини.</li> <li>За деякий час один математичний маятник робить 50 коливань, а другий – 30. Визначити довжини маятників, якщо відомо, що один з них на 22 см коротший від іншого.</li> </ol>	<p>Розв'язати задачі (усно).</p> <p>Розв'язати задачі біля дошки та письмово в зошиті.</p>
<p>УЕ4</p>	<p><b>Перетворення енергії в коливальному русі</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><u>Математичний маятник</u></li> <li><u>Пружинний маятник</u></li> </ol>  	
	<p>Під час коливань відбуваються взаємні періодичні перетворення потенціальної і кінетичної енергії.</p> <p>Кінетична енергія в довільний момент часу:</p> $E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{kx_0^2}{2} \cos^2 \alpha$ <p>Потенціальна енергія деформованої пружини у цей самий момент часу:</p> $E_n = \frac{kx^2}{2} = \frac{kx_0^2}{2} \sin^2 \alpha$ <p><u>Повна енергія маятника:</u> <math>E = E_k + E_n = \frac{kx_0^2}{2}</math> - повна енергія коливальної системи пропорційна квадрату амплітуди коливань і</p>	<p>Записати в зошит, знати.</p> <p>Формулу записати в</p>

	не залежить від часу.	зошит.
УЕ5	<p><b>Перетворення енергії за наявності тертя</b></p> <p>Якщо сили тертя можна порівняти із силами пружності і тяжіння, що діють в системі, то повна енергія системи буде зменшуватись з часом. <i>Оскільки механічна енергія пропорційна квадрату амплітуди, то у разі зменшення енергії буде зменшуватися й амплітуда коливань.</i></p> <p>Колівання, енергія яких зменшується з часом, називаються <b>затухаючими</b>.</p> <p>Графік залежності <math>x(t)</math> для затухаючих коливань</p>  <p>Сили тертя (або опору в рідинах і газах) можуть бути настільки великими, що коливання навіть не виникнуть. Наприклад, якщо підвішений на нитці тягарець занурити у в'язку рідину, то після відхилення його від положення рівноваги він плавно повернеться в це положення і зупиниться.</p>	Записати в зошит, знати. Графік виконати в зошиті.
УЕ6	Затухаючі коливання проявляються у транспорті: посилюються за допомогою амортизаторів, що гасять коливання, які виникають внаслідок нерівностей дороги.	Обговорити, навести приклади.
УЕ7	<p><b>Обрати правильні відповіді – продовжити речення.</b></p> <p>1. Затухаючі коливання пружинного маятника відбуваються під дією...</p> <p>А) сили тертя; Б) сили Архімеда; В) сили пружності.</p> <p>2. Гармонічними називаються коливання, які...</p> <p>А) відбуваються під дією зовнішньої сили; Б) відбуваються за законом синуса або косинуса; В) не затухають з часом.</p> <p>3. Як зміниться частота коливань пружинного маятника, якщо жорсткість пружини збільшити у 16 разів?</p> <p>А) зменшиться у 4 рази; Б) збільшиться у 4 рази; В) збільшиться у 8 разів.</p>	Розв'язати усно, обговорити правильні відповіді.
УЕ8	<b>Домашнє завдання</b>	

### Картка вчителя

УЕ	Зміст	Методичні зауваження
УЕ0	<p><b>Мета:</b> 1. закріпити знання вивченого раніше матеріалу; навчити учнів застосовувати набуті знання під час розв'язування задач; 2. сформувати в учнів уміння застосовувати закон збереження енергії для гармонічних коливань.</p> <p><b>Тип уроку:</b> урок комбінований: контроль знань, відпрацювання навичок застосування знань на практиці під час розв'язування задач різних типів.</p> <p><b>План уроку:</b> 1. вступне слово – план роботи на уроці;</p>	

	<p>2. контроль знань – фізичний диктант – перевірка теоретичних знань, розуміння матеріалу, що вивчався на попередніх уроках;</p> <p>3. розв’язування задач на визначення величин, що характеризують гармонічні коливання та коливання вантажу на пружині;</p> <p>4. пояснення перетворення енергії в коливальному русі; введення поняття згасаючих коливань.</p>	
УЕ2	<p><b>Фізичний диктант</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. .. точно або наближено повторюються через однакові інтервали часу.</li> <li>2. ...коливання, які відбуваються в механічній системі під дією внутрішніх сил системи після короткочасного впливу зовнішньої сили.</li> <li>3. Система повинна перебувати біля положення стійкої рівноваги.</li> <li>4. ...гармонічними коливаннями.</li> <li>5. <math>x = x_{\max} \cos(\omega t + \alpha)</math>.</li> <li>6...амплітудою коливання.</li> <li>7...час, протягом якого виконується одне повне коливання.</li> <li>8...частотою коливань.</li> <li>9... кількість повних коливань, що здійснюються за <math>2\pi</math> с.</li> <li>10... ідеалізована коливальна система без тертя, що складається з невагомої нерозтяжної нитки, на якій підвішена матеріальна точка.</li> <li>11. <math>T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}</math>.</li> <li>12. <math>T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}</math>.</li> </ol>	
УЕ3	<p><b>Розв’язування задач</b></p> <p><b>Якісні задачі</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. а) не зміниться; б) в <math>\sqrt{2}</math> разів.</li> <li>2. Униз.</li> <li>3. Не зміниться.</li> <li>4. Наручний механічний годинник.</li> </ol> <p><b>Розрахункові задачі</b></p> <p><b>1. Дано:</b></p> $x = 0,05 \cos(100\pi t + \pi/2)$ <hr/> $x_m$ - ? $T$ - ? $V$ - ? $\omega$ - ? <p style="margin-left: 400px;"> <math>x = 0,05 \cos(100\pi t + \pi/2)</math>  <math>x = x_m \cos(\omega t + \varphi)</math>  <math>x_m = 0,05</math> м  <math>\omega = 100\pi</math> с<sup>-1</sup>  <math>V = 50</math> Гц  <math>T = \frac{1}{V} = 0,02</math> с  <math>\varphi = \pi/2</math> рад </p> <p><b>2. Дано:</b> Графік</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-end;"> <div style="width: 45%;"> <hr/> <math>x_m</math> - ? <math>T</math> - ? <math>V</math> - ? <math>\omega</math> - ? <math>x = x(t)</math> - ? </div> <div style="width: 45%; text-align: right;"> <math>x_m = \dots</math> см  <math>T = \dots</math> с  <math>V = \frac{1}{T}</math> (Гц)  <math>\omega = 2\pi V</math> (с<sup>-1</sup>)  <math>x = x_m \cos \omega t</math> </div> </div>	

	<p><b>3. Дано:</b>  <math>x = 0,2 \cos 50\pi t</math>  <math>V(t) - ?</math> <math>a(t) - ?</math></p> <p><b>4. Дано:</b>  <math>m = 100 \text{ г}</math>  <math>V = 2 \text{ Гц}</math>  <math>k - ?</math></p> <p><b>5. Дано:</b>  <math>N_1 = 50</math>  <math>N_2 = 30</math>  <math>l_2 - l_1 = 0,32 \text{ м}</math>  <math>g = 10 \text{ м/с}^2</math>  <math>l_2 - ?</math> <math>l_1 - ?</math></p> $x = 0,2 \cos 50\pi t$ $V = x' = -10 \pi \sin 50 \pi t$ $a = v' = x''$ $a = -500 \pi^2 \cos 50 \pi t.$ $V = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad k = 16 \text{ Н/м.}$ $v^2 = \frac{k}{4\pi^2 m}$ $k = 4\pi^2 m v^2$ $T_1 = \frac{t}{N_1}, T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}}; \quad T_2 = \frac{t}{N_2}, T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}}$ $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}}, \frac{N_2}{N_1} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} \text{ або } \frac{l_1}{l_2} = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2.$ <p>Оскільки <math>N_1 = 50, N_2 = 30</math>, то <math>\frac{l_1}{l_2} = \frac{9}{25}</math>.</p> <p>За умовою задачі <math>l_2 - l_1 = 0,32</math>; маємо систему рівнянь:</p> $l_1 = 0,36l_2 \quad l_1 = 0,36l_2 \quad l_2 = 0,50 \text{ м}$ $l_2 - l_1 = 0,32 \quad l_2 - 0,36l_2 = 0,32 \quad l_1 = 0,18 \text{ м}$	
УЕ8	Домашнє завдання	