

## Сторінка методиста

### Технологія модульного навчання

### Модульна програма теми «Електромагнітна індукція» (11 клас)

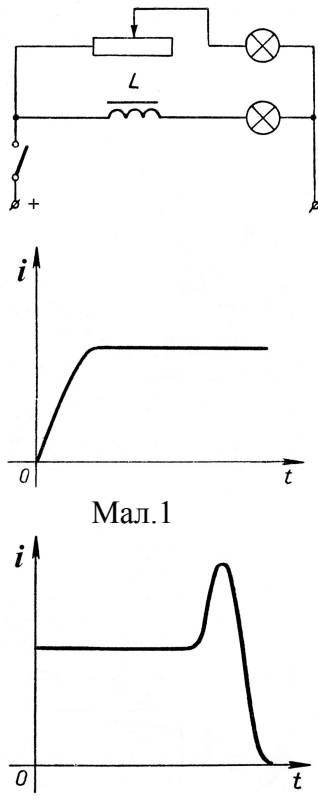
Продовження, початок у № 7 -9.

**Ірина Іванівна Задніпрянець,**  
методист НМЦ природничо-математичної  
освіти ІІПО КУ імені Бориса Грінченка

**Аліна Григорівна Горловська,**  
учитель фізики Технічного ліцею

Шевченківського р-ну м. Києва  
**Наталія Володимирівна Стоянова,**  
учитель фізики ліцею № 208 м. Києва

#### Модуль 4. Самоіндукція. Індуктивність (90 хв)

УЕ	Навчальний матеріал, мета, завдання	Коментарі для учнів
УЕ0	<p><b>Мета:</b> розширити уявлення про явище електромагнітної індукції; ознайомити з явищем самоіндукції та характеристикою провідника – індуктивністю; з'ясувати, як розраховується енергія магнітного поля струму.</p>	
УЕ1	<p><b>Питання для самоперевірки</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чому полягає правило Ленца?</li> <li>2. Наведіть приклади застосування правила Ленца.</li> <li>3. Чому правило Ленца є наслідком закону збереження енергії. Поясніть відповідь.</li> </ol>	Обговорити в малих групах; дати усні відповіді
УЕ2	<p><b>Правило Ленца:</b> замкнений контур виявляє «інертні» властивості, тобто протидію магнітному потоку, що його пронизує.</p> <p>Розглянемо дослід: під час замикання ключа лампа 1 (верхня) спалахне майже одразу, а лампа 2 (нижня) – із запізненням (її розжарення буде поступовим).</p> <p>Тобто та сама властивість «інертності» виявляється під час зміни сили струму в замкнутому контурі: при зростанні струму в цьому контурі виникає ЕРС індукції, що протидіє зміні струму. Значення сили струму <math>I_0</math> встановлюється поступово (мал. 1).</p> <p>При розмиканні кола лампа 2 продовжує горіти довше, ніж лампа 1 (мал. 2).</p> <p>В даних дослідах спостерігається явище виникнення ЕРС індукції під час зміни власного магнітного потоку, пов'язане із зміною струму в</p>	<p>Проаналізувати графіки, зробити висновок.</p> <div style="text-align: center;">  <p>Мал. 1</p> <p>Мал. 2</p> </div>

	<p>провідниках.</p> <p><b>Самоіндукція</b> – це явище виникнення ЕРС індукції в провідному контурі під час зміни магнітного поля, що створене змінним струмом в цьому ж провіднику.</p> <p>Отже, самоіндукція – це окремий випадок загального явища електромагнітної індукції.</p>	Записати означення в зошит, знати.								
УЕ3	<p>Згідно закону електромагнітної індукції ЕРС самоіндукції:</p> $\varepsilon_{si} = -\Delta\Phi/\Delta t$ , де $\Phi$ – магнітний потік, створений магнітним полем індукційного струму в контурі; цей магнітний потік $\Phi$ пропорційний силі струму $I$ в контурі: $\Phi = LI$ . <p>Величину <math>L</math> називають <b>коефіцієнтом самоіндукції</b> або <b>індуктивністю</b> даного контуру.</p> <p>Тоді <math>\varepsilon_{si} = -L\Delta I/\Delta t</math> – ЕРС самоіндукції в колі пропорційна швидкості зміни сили струму в цьому колі.</p> <p><b>Фізичний зміст індуктивності:</b>  <i>індуктивність – це фізична величина, яка чисельно дорівнює ЕРС самоіндукції, що виникає в контурі під час зміни сили струму на 1 А за 1 с.</i></p>	Формули і означення записати в зошит, знати.								
УЕ4	<p><b>Одиниці вимірювання індуктивності.</b></p> <p>СІ: 1 Гн (Генрі – на честь Дж. Генрі, амер. фізика, який вперше спостерігав явище самоіндукції в 1832 р.)</p> <p><b>1 Гн = 1 В·с/А</b> Індуктивність контура дорівнює 1 Гн, якщо при або  зміні сили струму в контурі на 1 А за 1 с в  <b>1 Гн = 1Вб/1А</b> ньому виникає ЕРС самоіндукції 1 В.</p>	Записати в зошит, знати.								
УЕ5	<p><b>Індуктивність залежить</b> від:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• кількості витків котушки <math>N</math>;</li> <li>• розмірів і форми котушки;</li> <li>• магнітної проникності середовища.</li> </ul>	Записати в зошит, знати.								
УЕ6	<p><u>Застосування і врахування самоіндукції в техніці.</u> Для запобігання небезпечних наслідків ЕРС самоіндукції використовують спеціальні масляні вимикачі, реостати. Наприклад, коли штанга тролейбуса від'єднується від контактної мережі і коло живлення електродвигуна, який має значну індуктивність, розривається, з'являється електричний розряд у газі. Особливо сильний розряд може виникнути під час розмикання кіл, що містять котушки зі сталевими осерддями – електромагніти, трансформатори, двигуни.</p>									
УЕ7	<p><u>Енергія магнітного поля провідника зі струмом.</u></p> <p>Для створення струму в контурі необхідно виконати роботу з подолання ЕРС самоіндукції, тобто витратити певну енергію. Ця енергія «запасується» в магнітному полі контуру зі струмом. Вона виділяється після розмикання кола та виявляється, наприклад, через потужну іскру. Тобто, згідно закону збереження енергії, енергія струму дорівнює енергії, яку повинно витратити джерело струму на утворення струму. З припиненням струму ця енергія виділяється в тій чи іншій формі.</p>									
УЕ8	<p>Математичний вираз для енергії магнітного поля можна вивести, користуючись методом аналогій:</p> <table border="1" data-bbox="311 1892 1241 2080"> <thead> <tr> <th>Механіка</th> <th>Електродинаміка</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Маса, <math>m</math></td> <td>Індуктивність, <math>L</math></td> </tr> <tr> <td>Швидкість, <math>v</math></td> <td>Сила струму, <math>I</math></td> </tr> <tr> <td>Кінетична енергія</td> <td>Енергія магнітного поля струму</td> </tr> </tbody> </table>	Механіка	Електродинаміка	Маса, $m$	Індуктивність, $L$	Швидкість, $v$	Сила струму, $I$	Кінетична енергія	Енергія магнітного поля струму	Записати в зошит, знати.
Механіка	Електродинаміка									
Маса, $m$	Індуктивність, $L$									
Швидкість, $v$	Сила струму, $I$									
Кінетична енергія	Енергія магнітного поля струму									

	$E = mv^2/2$	$W = LI^2/2$	
УЕ10	<b>Висновки:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>самоіндукція – частковий випадок електромагнітної індукції;</li> <li>явище самоіндукції – аналог явища інерції в механіці;</li> <li>індуктивність контуру є характеристикою контуру;</li> <li>індуктивність контуру є аналогом інертної маси в механіці.</li> </ul>		Записати в зошит, знати.
УЕ11	<b>Вихідний контроль</b> <b>1(СР).</b> У котушці з індуктивністю 400 мГн сила струму 15 А. Яка енергія магнітного поля котушки? Як зміниться енергія, якщо сила струму зросте в 3 рази? <b>2 (ДР).</b> Котушку з індуктивністю 0,6 Гн, якою проходить струм 1 А, замкнули накоротко. Через 20 мс струм зменшився до 0,5 А. Яка кількість теплоти виділилась у котушці за цей час? <b>3 (ВР).</b> В соленоїді, індуктивність якого 0,4 Гн та площа перерізу 10 см <sup>2</sup> , сила струму дорівнює 0,5 А. Яка індукція поля всередині соленоїду, якщо він має 100 витків. Поле вважати однорідним.		Розв'язати задачі на дошці, записати в зошит.
УЕ12	<b>Домашнє завдання</b> Задачі, які не встигли розв'язати в класі. § підручника.		

### Картка вчителя

УЕ	Зміст	Методичні зауваження																		
УЕ0	<b>Мета:</b> 1. розширити уявлення про явище електромагнітної індукції; ознайомити учнів з явищем самоіндукції та характеристикою провідника – індуктивністю; 2. з'ясувати, як розраховується енергія магнітного поля струму. <b>Тип уроку:</b> комбінований урок. <b>План уроку</b> 1. Повторення основних понять теми: правило Ленца, його застосування; закон збереження енергії для різних фізичних процесів. 2. Введення поняття явища самоіндукції, коефіцієнта самоіндукції – індуктивності; розкриття фізичного змісту індуктивності; одиниць вимірювання, застосування в техніці. 3. Введення поняття енергії магнітного поля провідника зі струмом за методом аналогії. 4. Розв'язування задач з теми.																			
УЕ11	<b>Вихідний контроль</b> <b>1. Дано:</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;"><math>L = 400 \text{ мГн}</math></td> <td style="padding: 5px;"><math>0, 4 \text{ Гн}</math></td> <td style="padding: 5px;"><math>W_1 = LI_1^2/2</math></td> <td style="padding: 5px;"><math>W_1 = 45 \text{ Дж}</math></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"><math>I_1 = 15 \text{ А}</math></td> <td></td> <td style="padding: 5px;"><math>W_2 = LI_2^2/2</math></td> <td style="padding: 5px;"><math>W_2 = 405 \text{ Дж}</math></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"><math>I_2 = 3I_1</math></td> <td></td> <td style="padding: 5px;"><math>W_2 = 9LI_1^2/2</math></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"><math>W - ?</math></td> <td></td> <td style="padding: 5px;"><math>W_2 = 9W_1</math></td> <td></td> </tr> </table> <b>2. Дано:</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;"><math>L = 0,6 \text{ Гн}</math></td> <td style="padding: 5px;"><math>Q = - \Delta W</math></td> </tr> </table>	$L = 400 \text{ мГн}$	$0, 4 \text{ Гн}$	$W_1 = LI_1^2/2$	$W_1 = 45 \text{ Дж}$	$I_1 = 15 \text{ А}$		$W_2 = LI_2^2/2$	$W_2 = 405 \text{ Дж}$	$I_2 = 3I_1$		$W_2 = 9LI_1^2/2$		$W - ?$		$W_2 = 9W_1$		$L = 0,6 \text{ Гн}$	$Q = - \Delta W$	
$L = 400 \text{ мГн}$	$0, 4 \text{ Гн}$	$W_1 = LI_1^2/2$	$W_1 = 45 \text{ Дж}$																	
$I_1 = 15 \text{ А}$		$W_2 = LI_2^2/2$	$W_2 = 405 \text{ Дж}$																	
$I_2 = 3I_1$		$W_2 = 9LI_1^2/2$																		
$W - ?$		$W_2 = 9W_1$																		
$L = 0,6 \text{ Гн}$	$Q = - \Delta W$																			

$I_1 = 1 \text{ A}$ $I_2 = 0,5 \text{ A}$ $t = 0,02 \text{ c}$ $Q - ?$	$\Delta W = -[(LI_2^2/2) - (LI_1^2/2)]$ $Q = 0,225 \text{ Дж}$			
<b>3. Дано:</b>				
$L = 0,4 \text{ Гн}$ $S = 10 \text{ см}^2$ $I = 0,5 \text{ A}$ $N = 100$	$0,001 \text{ м}^2$	$\Phi = NBS$ $\Phi = LI$ $B = LI/NS$	$B = 2 \text{ Тл}$	
$B - ?$				