

**Решение задач по теме «Электромагнитная индукция»  
10 -й физико-математический класс**

**Скачко Жанна Ивановна**

**Государственное учреждение образования «Несвижская гимназия»**

Урок разработан и проведён с учащимися 10 класса физико-математического направления. Уровень сформированных учебных умений и навыков по предмету – достаточный, что подтверждается средним по итогам третьей четверти - 8,7. При этом в классе обучается учащийся, являющийся участником третьего этапа республиканской олимпиады по физике (отметка за третью четверть -10) и два учащихся уровень учебных достижений, которых является средним (отметки за третью четверть – 5). С учащимися класса систематически ведётся работа по формированию вычислительных навыков и навыков рационального решения задач в случаях необходимости записи физического закона для двух различных ситуаций и необходимости определения одной и той же физической величины на основании двух законов. Материал данного урока является весьма привлекательным при решении названных задач.

Требования учебной программы при изучении явления электромагнитной индукции следующие: учащиеся должны: знать и понимать смысл физических понятий электромагнитная индукция, ЭДС индукции; знать смысл закона электромагнитной индукции и правила Ленца; владеть практическими умениями решать качественные, графические и расчётные задачи на определение магнитного потока, ЭДС индукции с применением формул магнитного потока и закона электромагнитной индукции.

В разделе электромагнитная индукция данный урок является третьим по счёту. При этом учащиеся могут определять величину магнитного потока через поверхность ограниченную контуром известной площади. Умеют рассчитывать ЭДС индукции в соответствии с законом Фарадея в следующих случаях:

- указано изменение магнитного потока за определённое время,
- изменение магнитного потока представлено как изменение вектора магнитной индукции либо как поворот контура на некоторый угол,
- изменение магнитного потока связано с изменением площади контура.

Успешно решают качественные и графические задачи с применением закона Фарадея и правила Ленца. Однако при этом не рассматривались вопросы, связанные с применением закона Ома для ЭДС индукции.

Идея данного урока основа на следующем: навык решения задач по данной теме у учащихся будет устойчивым, если они будут знать и применять блок-схему связи между основными величинами, которые могут характеризовать ЭДС индукции либо индукционный ток, возникающий в контуре. (Рис.1)

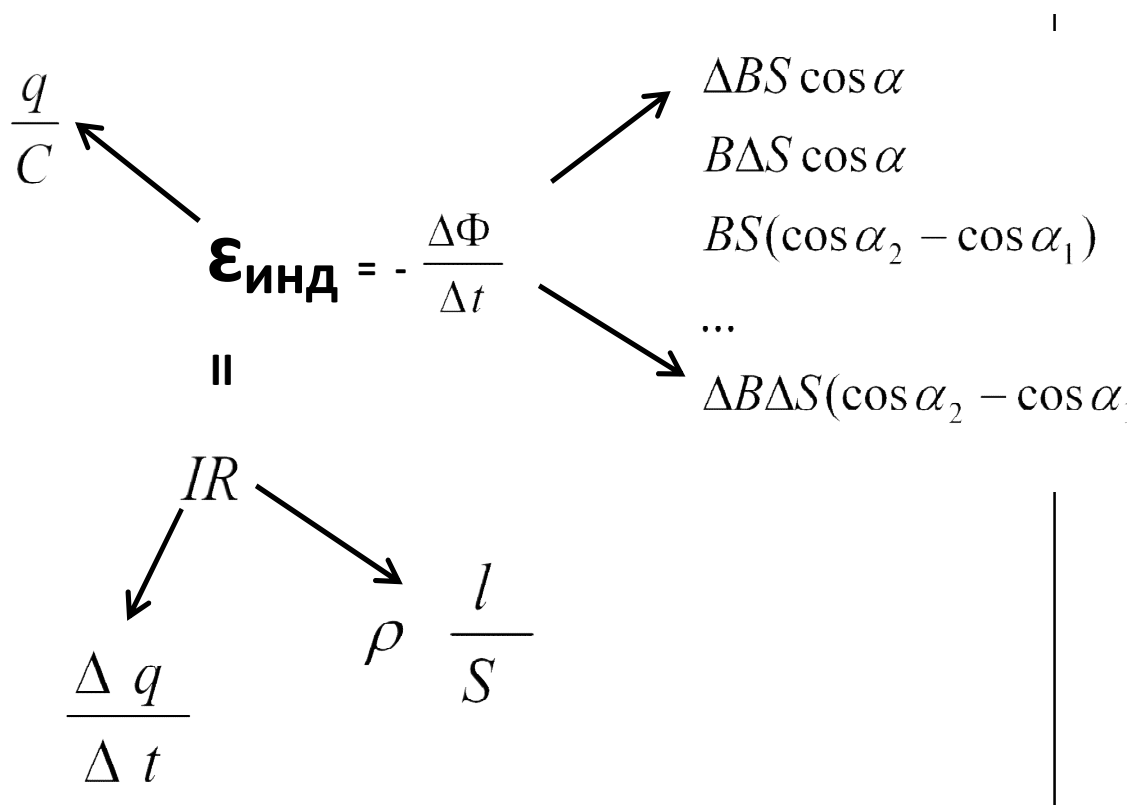


Рис.1 Блок-схема решения задач

Данную блок - схему можно предложить учащимся, как в готовом виде, так и как продукт, полученный учащимися в ходе проведения урока. Поскольку уровень усвоения учебного материала основной частью учащихся класса достаточен, то при проведении урока считаю возможным представить выходной контроль как самостоятельное воспроизведение учащимися блок-схемы, с последующим её анализом и применением при решении задач. Тогда домашнее задание, может быть определено как необходимость решения задачи (задач) по тому пути в блок-схеме, который не представлен учащимся. Учащемуся, имеющему отметку «10», предлагается до начала решения задач самостоятельно составить данную схему (Лист 2), а затем в случае необходимости её корректировать. Учащимся, имеющим отметки «5», данная схема предоставляется в готовом виде, поскольку позволяет выполнять решение задач в одинаковом темпе со всеми учащимися класса (Лист 1).

**Учебная цель на данный урок следующая:** по окончании урока учащиеся будут владеть навыками решения задач, содержание которых вписывается в данную схему, за исключением задач на движение проводника в магнитном поле, обучение решению которых предусмотрено материалом следующего урока.

Предполагается, что проведение данного урока будет способствовать **развитию навыков** анализа, сравнения, систематизации и построения логических моделей, а так же **воспитывать** понимание возможностей описания процессов, происходящих в природе через построение математических моделей.

Урок проведён в классе, оборудованном интерактивной доской, имеется видеокамера, позволяющая показывать необходимые записи, выполненные учителем предварительно при подготовке к уроку, либо записи выполненные учащимися в ходе урока. Интерактивная доска позволяет сохранять записи материала урока на всём его протяжении, обращаться к ним в случае необходимости, добавлять и корректировать их. При описании хода урока такие записи на интерактивной доске будут представлены под названием «Запись на доске №...»

Предполагается, что учащиеся знают нормы выставления отметок по предмету и обучены адекватно оценивать уровень своих учебных достижений на уроке.

Урок физики в 10 классе физико-математического направления  
«Решение задач по теме «Электромагнитная индукция»

**Тема урока: Решение задач по теме «Электромагнитная индукция»**

**Цель урока:**

*учебная* – учащиеся будут владеть умением решать задачи, условия которых вписываются в блок-схему, представленную на рисунке 1.

*развивающая* – данный урок способствует дальнейшему формированию умений анализа, сравнения, систематизации и построения логических моделей

*воспитывающая* – расширяет понимание учащимися возможностей описания процессов, происходящих в природе через построение математических зависимостей между физическими величинами.

**Цель урока для учащихся:** до окончания урока учащиеся смогут дать ответ на вопрос «Как решаются приведённые ниже задачи и аналогичные им?»

1. Квадратную рамку со стороной 20 см изготовили из проволоки сопротивлением 0,01 Ом и поместили в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Определите среднюю силу тока в рамке, если за время 0,10 с рамку повернули вокруг одной из сторон на угол  $180^\circ$ . Модуль вектора магнитной индукции 5,0 мТл.
2. Соленоид диаметром 10 см помещен в однородное магнитное поле, параллельное его оси. Соленоид содержит 100 витков медной проволоки площадью поперечного сечения  $0,10 \text{ мм}^2$ . Модуль индукции равномерно изменяется со скоростью  $-2 \cdot 10^{-2} \text{ Тл/с}$ . Определите заряд на конденсаторе емкостью 40 мкФ, подключённом к концам соленоида.
3. Круговой виток диаметром 20 см из медного провода, площадь поперечного сечения которого  $1,2 \text{ мм}^2$ , расположен в однородном магнитном поле, модуль индукции которого 40 мТл, перпендикулярно линиям магнитной индукции. Определите, какой заряд пройдёт по витку, если виток вытянуть в сложенный вдвое отрезок прямой.

**Тип урока:** урок решения задач.

**Оборудование:** наличие интерактивной доски, листы с заданиями для учащихся, успевающих на 10 и 5 баллов, учебник, контрольное задание.

## Ход урока

### 1. Организационный момент

**Цель этапа:** подготовка учащихся к восприятию материала урока.

- приветствие учащихся,
- выявление отсутствующих учащихся
- сообщение темы урока

Запись на доске 1

«Решение задач по теме «Электромагнитная индукция»

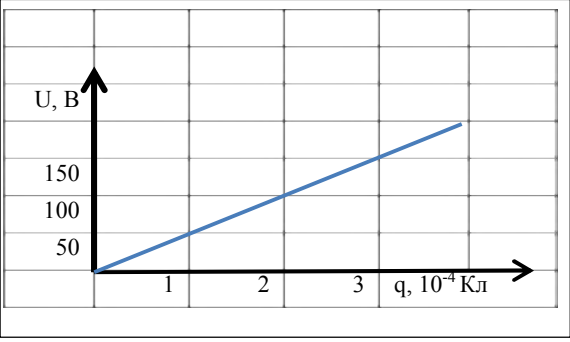
**Время этапа: 1 минута**

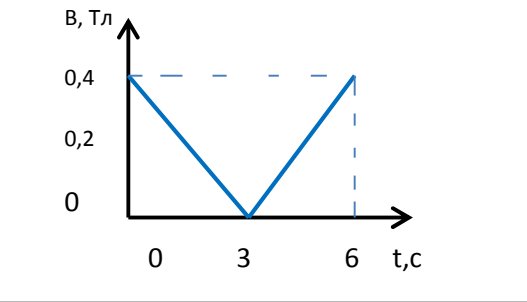
### 2. Актуализация опорных знаний учащихся

**Цель этапа:** возобновление в памяти учащихся следующих элементов: закона электромагнитной индукции Фарадея, понятия изменение скалярной физической величины, закона Ома для полной цепи, формулы для определения сопротивления проводника через его геометрические размеры, формулы для определения силы тока через проходящий по проводнику заряд, связи ёмкости конденсатора и заряда на его обкладках, развитие умения анализировать и делать выводы, воспитывать уверенность в своих знаниях.

**Форма проведения:** выполнение открытого тестового задания

#### 1. Выполнение теста – 5 минут

<p>1. График зависимости напряжения на конденсаторе от его заряда приведён на рисунке. Чему равна ёмкость конденсатора?</p> 	Ответ: 2 мкФ
<p>2. Проволочное кольцо площадью <math>1\text{ м}^2</math> находится в однородном магнитном поле так, что линии индукции перпендикулярны его плоскости. Индукция магнитного поля <math>20\text{ мТл}</math>. На сколько изменится магнитный поток, пронизывающий кольцо, если его повернуть на угол равный <math>180^\circ</math></p>	Ответ: $-40\text{ мВб}$
<p>3. Проводящий виток радиусом <math>5,0\text{ см}</math> расположен перпендикулярно силовым линиям поля, модуль индукции которого изменяется согласно графику. Чему равна ЭДС индукции в витке в момент времени <math>4\text{ с}</math>?</p>	Ответ: $1\text{ мВ}$

		
<p>4. Чему равно удельное сопротивление проводника, если при подключении к идеальному источнику напряжения с ЭДС 1,2 В амперметр показал 1 А. Диаметр проволоки проводника 0,5 мм, её длина 47 мм.</p>		<p>Ответ: 5,1 * 10<sup>-6</sup> Ом*м</p>
<p>5. Определите заряд, который прошёл через поперечное сечение проводника в течении времени 10 с при равномерном возрастании тока в проводнике за это время от 0 до 3 А</p>		<p>Ответ: 15 Кл</p>

2. Самопроверка выполненного теста – 1 минута

3. Ответы на вопросы учащихся – 0,5 минуты

Запись на доске 2: Тестовое задание без ответов

Запись на доске 3: Тестовое задание с ответами

Запись на доске 4: Решение тестовых задач (используется при возникновении у учащихся сложностей в решении задач)

**Время этапа: 6,5 минуты**

### 3. Постановка целей урока

**Цель этапа:** формирование у учащихся потребности в осознанном восприятии учебного материала

**Форма проведения:** беседа учащихся и педагога

- предъявление списка задач, решение которых необходимо выполнить в течение урока (цели урока на языке учащихся)

- определение способа организации работы на уроке (на этом этапе учащиеся, отнесенные к отдельным группам, при их желании получают другие задания)

Предположительно согласование следующего способа организации работы учащихся на уроке: в течении 15 минут учащиеся самостоятельно (возможно в парах) решают предъявленные задачи, при этом у них в тетради имеются следующие записи: номер задачи, краткая запись условия задачи, предполагаемый ход решения, рекомендации к составлению блок-схемы.

Запись на доске № 5: формулировка цели урока для учащихся

**Время этапа: 1,5 минут**

#### 4. Решение задач с поэтапным формированием блок-схемы

**Цель этапа:** формирование навыков самостоятельного поиска способов решения задач по данной теме, развитие умений анализировать, сравнивать и строить логические модели

**Форма проведения:** самостоятельная работа учащихся (возможно работа в парах)

Внимание!

Текст §34 учебника физики, стр. 238, может оказать Вам существенную помощь.

Предполагаемые записи в тетрадях учащихся

#### Задача №1

Дано:

$a=20$  см,  
 $R=0,01$  Ом,  
 $\Delta t=0,10$  с,  
 $\alpha_1=0^\circ$ ,  
 $\alpha_2=180^\circ$ ,  
 $B=5$  мТл

$I=?$

Решение.

$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{BS(\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1)}{\Delta t} = - \frac{Ba^2(\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1)}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E} = IR$$

$$- \frac{Ba^2(\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1)}{\Delta t} = IR$$

$$I = - \frac{Ba^2(\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1)}{R\Delta t}$$

$$I = - \frac{5 \cdot 10^{-3} \text{ Тл} \cdot (20 \cdot 10^{-2} \text{ м})^2 \cdot (\cos 180^\circ - \cos 0^\circ)}{0,01 \text{ Ом} \cdot 0,10 \text{ с}} = 0,4 \text{ А}$$

Ответ: 0,4 А

$IR$

$$\leftarrow \mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{BS(\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1)}{\Delta t}$$

#### Задача №2

Дано:

$D=10$  см,  
 $N=100$ ,  
 $S_1=0,01$  мм<sup>2</sup>,  
 $\frac{\Delta B}{\Delta t} = -2 \cdot 10^{-2}$  Тл/с,  
 $C=40$  мкФ,  
 $\rho=17 \cdot 10^{-8}$  Ом\*м

$q=?$

Решение.

$$\mathcal{E} = - N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - N \frac{\Delta BS}{\Delta t} = - N \frac{\Delta B \pi D^2}{4 \Delta t}$$

$$C = \frac{q}{U}, U = \mathcal{E}, \mathcal{E} = \frac{q}{C}$$

$$\frac{q}{C} = - N \frac{\Delta B \pi D^2}{4 \Delta t}$$

$$q = - N \frac{\Delta B \pi C D^2}{4 \Delta t}$$

$$\varepsilon = \frac{q}{C} \rightarrow \varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta BS}{\Delta t}$$

### Задача №3

Дано:

$$D=20 \text{ см,}$$

$$S=1,2 \text{ м}^2,$$

$$B=40 \text{ мТл,}$$

$$\alpha=0^\circ$$

$$S_2=0$$

$$\rho=1,68 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$\Delta q=?$$

Решение.

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{B\Delta S}{\Delta t} = -\frac{B(S_2 - S_1)}{\Delta t}.$$

$$\varepsilon = IR = \frac{\Delta q}{\Delta t} \rho \frac{l}{S}.$$

$$\frac{\Delta q}{\Delta t} \rho \frac{l}{S} = -\frac{B(S_2 - S_1)}{\Delta t},$$

$$\Delta q \rho \frac{4l}{\pi D^2} = -B(S_2 - S_1),$$

$$\Delta q = \frac{-\pi B D^2 (S_2 - S_1)}{4 \rho l}.$$

Ответ: 0,14 Кл

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{B\Delta S}{\Delta t}$$

↓

$$IR$$

↙      ↘

$$\frac{\Delta q}{\Delta t} \quad \rho \frac{l}{S}$$

Действия педагога во время данного этапа: оказание помощи учащимся в затруднительных ситуациях, выявление ошибок допускаемых учащимися с целью их последующего анализа, контроль и помощь учащимся, работающими индивидуально, организация составления блок-схемы на доске (запись ведут учащиеся, правильно предложившие пути связей между величинами)

Запись на доске №6: блок-схема решения задач по теме

**Время этапа: 15 минут**



## 5. Физкультминутка

### Время этапа: 2 минуты

Выполнение упражнений для расслабления зрительного аппарата при помощи схемы офтальмотренажёра

## 6. Анализ основных элементов схемы

**Цель этапа:** анализ правильности решения предъявленных задач, изучение блок-схемы решения задач по теме, развитие умений систематизации и построения логических моделей, воспитание понимания учащимися возможностей описания процессов, происходящих в природе через построение математических зависимостей между физическими величинами.

**Форма проведения:** фронтальная беседа, показ работ учащихся через видеокамеру.

Предполагаемые вопросы для организации беседы:

1. Правильно ли решена задача №1?
2. Каков путь решения данной задачи на блок-схеме? Обведите его.
3. Правильно ли решена задача №2?
4. Каков путь решения данной задачи на блок-схеме? Обведите его.
5. Правильно ли решена задача №3?
6. Каков путь решения данной задачи на блок-схеме? Обведите его.
7. Какова связь между величинами оказалась непонятной?
8. Приведите использования данной блок-схемы при решении задач технического характера.

Запись на доске №6: блок-схема решения задач по теме

### Время этап: 9 минут

## 7. Контрольно-оценочный этап

**Цель этапа:** анализ уровня, понимая учащимися способов решения задач по данной теме

**Форма проведения:** самостоятельная работа

Задание:

1. Воспроизвести блок-схему решения задач.
2. Прочертить возможный путь решения задач.

Задача 1 (чертить карандашом, штриховой линией, величину которую необходимо определить обвести в кружок)

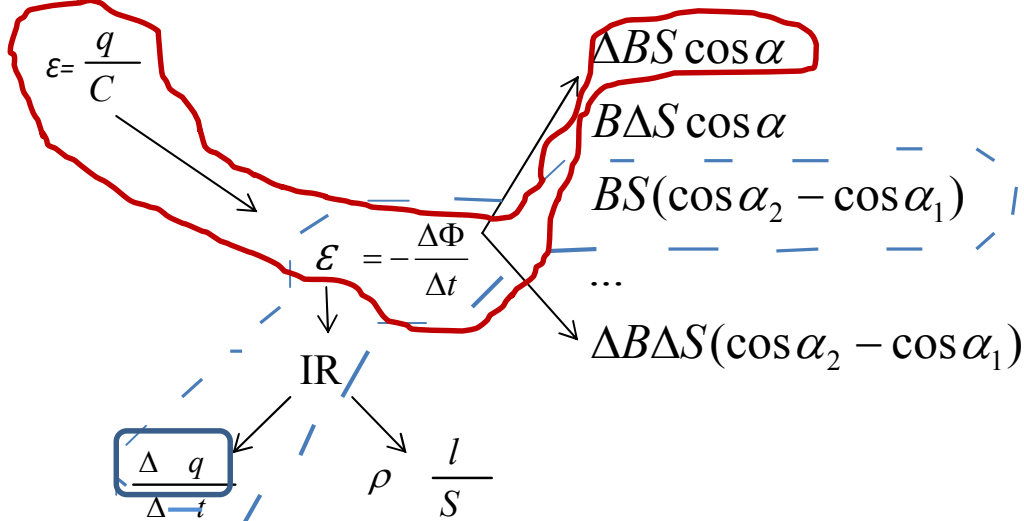
*Проволочное кольцо радиусом 0,20 м лежит на столе. Какой заряд пройдёт по кольцу, если его перевернуть с одной стороны на другую? Сопротивление кольца 4 Ом, модуль вертикальной составляющей индукции магнитного поля Земли  $5 \cdot 10^5$  Тл.*

Задача 2 (чертить карандашом, волнистой линией, величину которую необходимо определить прописать отдельно)

*Виток провода, образующий контур площадью  $40 \text{ см}^2$  замкнут на незаряжённый конденсатор 10мкФ. Силовые линии однородного магнитного поля перпендикулярны*

плоскости витка. Если в результате изменения индукции магнитного поля на обкладках конденсатора появился заряд 1 мКл. То чему равна скорость изменения индукции магнитного поля?

Запись на доске №7:



Время этап

8. Подведе

Цель этапа

1. **Рефлексия:** Ответы на вопросы учащихся, которые формулируются в виде:

- Правильно ли я вас понял (ла)...

Предполагаемый вопрос:

...что если контур, который пронизывает магнитный поток, представлен в виде прямой, сложенной вдвое, то его площадь равна нулю?

- Уточните, пожалуйста,...

Предполагаемый вопрос:

... почему в одних случаях мы писали величину  $q$ , а в других –  $\Delta q$ ?

... почему можно применять закон Ома для полной цепи в случае нахождения ЭДС индукции?

- Я могу ошибаться, но в ходе решения задачи мы..?

- Можно ли ...?

Предполагаемый вопрос:

... данную блок схему использовать для решения других видов задач?

## 2. Выставление отметок

Учащимся предлагается самостоятельно оценить уровень учебных достижений на уроке, подняв карточку с соответствующей отметкой, если мнение педагога совпадает с мнением учащихся, отметка, после соответствующих комментариев выставляется в журнал. Комментируются случаи несогласия педагога.

### 3. Определение домашнего задания

Запись на доске №8:

1. Если вы испытывали затруднения с воспроизведением блок-схемы, сделайте это несколько раз, добиваясь полного её запоминания.

2. Решите задачу № 6 из упражнения 24, страница 242, при возможности дополните полученную на уроке блок-схему.

3. В случае затруднения с решением задач во время классной работы решите следующие задачи:

- Квадратная рамка со стороной 6,8 мм, сделанная из медной проволоки с площадью поперечного сечения  $1\text{мм}^2$ , помещена в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Модуль индукции магнитного поля равномерно изменяется на 2 Тл за промежуток времени 0,1 с. Определите силу тока в рамке, если удельное сопротивление меди  $1,7 \cdot 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ .

- Проволочный виток, площадь которого  $100 \text{ см}^2$ , имеет узкий разрез. В который включён незаряжённый конденсатор ёмкостью 40 мкФ. Виток помещен в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости витка. Модуль индукции магнитного поля равномерно изменяется со скоростью  $-5 \text{ м Тл/с}$ . Определите заряд конденсатора. **Время этап: 5 минут**

#### Лист 1

1. Квадратную рамку со стороной 20 см изготовили из проволоки сопротивлением 0,01 Ом и поместили в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Определите среднюю силу тока в рамке, если за время 0,10 с рамку повернули вокруг одной из сторон на угол  $180^\circ$ . Модуль вектора магнитной индукции 5,0 мТл.

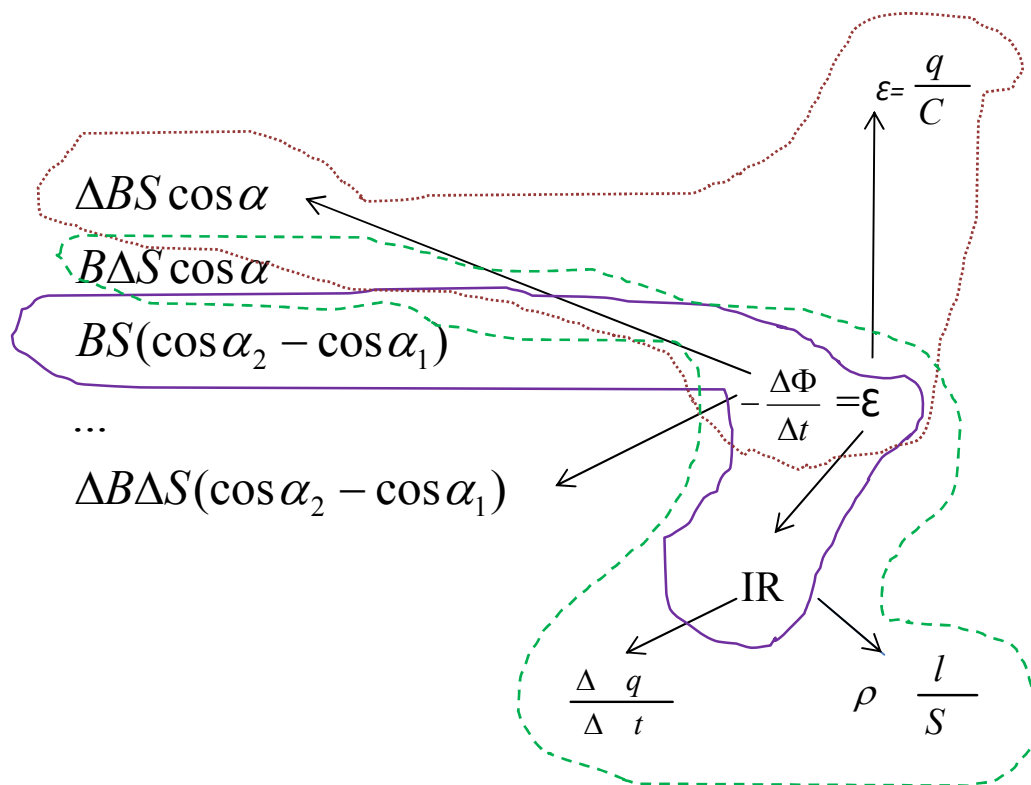
(Фиолетовая линия)

2. Соленоид диаметром 10 см помещен в однородное магнитное поле, параллельное его оси. Соленоид содержит 100 витков медной проволоки площадью поперечного сечения  $0,10 \text{ мм}^2$ . Модуль индукции равномерно изменяется со скоростью  $-2 \cdot 10^{-2} \text{ Тл/с}$ . Определите заряд на конденсаторе ёмкостью 40 мкФ, подключённом к концам соленоида.

(Красная линия)

3. Круговой виток диаметром 20 см из медного провода, площадь поперечного сечения которого  $1,2 \text{ мм}^2$ , расположен в однородном магнитном поле, модуль индукции которого 40 мТл, перпендикулярно линиям магнитной индукции. Определите, какой заряд пройдёт по витку, если виток вытянуть в сложенный вдвое отрезок прямой.

(Зелёная линия)



## Лист 2

Используя текст §34 учебника физики, стр. 238, составь предполагаемую схему решения задач по данной теме, включив в её всевозможные способы создания ЭДС. Прочти предложенные для решения задачи, убедись, что их решение вписывается в составленную схему, при необходимости откорректируй её.

1. Квадратную рамку со стороной 20 см изготовили из проволоки сопротивлением 0,01 Ом и поместили в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Определите среднюю силу тока в рамке, если за время 0,10 с рамку повернули вокруг одной из сторон на угол  $180^\circ$ . Модуль вектора магнитной индукции 5,0 мТл.

2. Соленоид диаметром 10 см помещен в однородное магнитное поле, параллельное его оси. Соленоид содержит 100 витков медной проволоки площадью поперечного сечения  $0,10 \text{ мм}^2$ . Модуль индукции равномерно изменяется со скоростью  $-2 \cdot 10^{-2} \text{ Тл/с}$ . Определите заряд на конденсаторе емкостью 40 мкФ, подключённом к концам соленоида.

3. Круговой виток диаметром 20 см из медного провода, площадь поперечного сечения которого  $1,2 \text{ мм}^2$ , расположен в однородном магнитном

поле, модуль индукции которого 40 мТл, перпендикулярно линиям магнитной индукции. Определите, какой заряд пройдёт по витку, если виток вытянуть в сложенный вдвое отрезок прямой.

Дополнительная задача.

*Плоская квадратная рамка из медной проволоки со стороной 62,8 см помещена в однородное магнитное поле с индукцией 0,2 Тл так, что линии индукции перпендикулярны плоскости рамки. Определите количество теплоты, которое выделится в рамке, если её преобразовать в кольцо. Площадь сечения проволоки  $2 \text{ мм}^2$ . Считать, что за время преобразования рамки, равное 2 с, количество теплоты выделялось равномерно.*

*Ответ: 27,7 мДж*

### **Самоанализ проведённого урока**

Готовясь к занятию, я поставила перед собой цель: создать условия, пробуждающие самообразовательную активность учащихся, для этого основным методом работы учащихся на уроке был избран метод организации самостоятельной работы. Необходимо было направить учебный материал не только на поиск знаний в «чистом виде», но и на овладение способами познавательной деятельности значимыми за пределами конкретного содержания урока.

Как и предполагалось урок по теме «Решение задач по теме «Электромагнитная индукция» проведён в строгом соответствии с предложенным планом. Все поставленные цели урока – достигнуты. Об этом свидетельствовали следующие факты:

По ходу урока не требовалось изменять структуру урока и продолжительность его отдельных этапов.

Предложенная в таком виде цель урока способствовала мотивированной целенаправленной работе учащихся по её достижению

Все учащиеся справились с выполнением контрольно-оценочного задания не менее чем на 75%

Предложенные отметки учащихся и педагога совпали на 90%.

Учащиеся задавали, достаточное количество вопросов, содержание которых свидетельствовало о понимании учащимися предложенных подходов к решению данной группы задач.

В ходе урока удалось обеспечить эмоциональную поддержку и комфортные условия для работы, обеспечив возможность каждому учащемуся получать знания в зоне его ближайшего развития.

На уроке использовались методы словесной передачи информации и слухового восприятия (прием: беседа, рассказ, обсуждение). Но наиболее эффективным было использование метода наглядной передачи информации и зрительного восприятия информации (приемы: организации записей на интерактивной доске с использованием различных цветов)

Для поддержания активности учащихся на протяжении урока я использовала методы организации проблемного обучения на уровне создания блок-схемы и ее последующего анализа, что так же способствовало развитию умений анализа, сравнения, систематизации и построения логических моделей, умения выражать речью и знаками результаты собственной мыслительной деятельности.

В ходе проведения рефлексии учащиеся задавали вопрос о дальнейших возможностях применения данной схемы решения задач, что свидетельствует об одобрении со стороны учащихся такого подхода к обучению.

Считаю проведённый урок эффективным. Анализ результатов занятия дает возможность сделать вывод, что применение активных методов обучения привело к полному усвоению материала на уроке, что и являлось основной целью.

При этом незначительной доработки требует воспитательный момент урока, поскольку лишь косвенно свидетельствует о возможности описания процессов, происходящих в природе через построение математических зависимостей между физическими величинами. В ходе урока, в очередной раз выявлены проблемы с умением производить математические расчёты, что в будущем требует организации специальной работы по формированию данных умений.