**БЛОК 1: Основные понятия, формулы, правила**

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ**

Электромагнитная индукция – это явление возникновения ЭДС индукции в проводящем контуре, находящемся в изменяющемся магнитном поле. Если проводящий контур замкнут, то в нем возникает индукционный ток.

ЗАКОН ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ (ЗАКОН ФАРАДЕЯ): **ЭДС индукции равна по модулю скорости изменения магнитного потока.**

**** или , где  число витков в контуре,  магнитный поток.

Знак «минус» в законе отражает **правило Ленца: индукционный ток своим магнитным потоком препятствует изменению того магнитного потока, которым он вызван**.

, где площадь поверхности контура,  угол между вектором магнитной индукции и нормалью к плоскости контура.









, где  индуктивность проводника. 

Индуктивность зависит от формы, размеров проводника (индуктивность прямого проводника меньше индуктивности катушки), от магнитных свойств окружающей проводник среды.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Способы получения ЭДС индукции | Формула | Природа сторонних сил | Определение направления индукционного тока |
| Проводник находится в переменном магнитном поле | , где | Вихревое электрическое поле, которое порождается изменяющимся магнитным полем. | Алгоритм:  1) Определить направление внешнего магнитного поля.  2) Определить увеличивается или уменьшается магнитный поток.  3) Определить направление магнитного поля индукционного тока. Если >0,то , если  <0, то  4) По правилу буравчика (правой руки) по направлению определить  направление индукционного тока. |
| Изменяется площадь контура | , где |
| Изменяется положение контура в магнитном поле (изменяется угол ) | , где |
| Проводник движется в однородном магнитном поле | , ,  где угол между | Сила Лоренца | Правило правой руки: если ладонь расположить так, чтобы вектор магнитной индукции входил в ладонь, отставленный большой палец совпадал с направлением скорости проводника, то четыре вытянутых пальца укажут направление индукционного тока. |
| Самоиндук-ция – явление возникнове-ния ЭДС индукции в проводнике, по которому идет изменяющий-ся ток | или | Вихревое электрическое поле | Ток самоиндукции направлен в ту же сторону, что и ток созданный источником, если сила тока уменьшается, ток самоиндукции направлен против тока созданного источником, если сила тока увеличивается. |

Пример использования алгоритма:













При решении задач на электромагнитную индукцию используют закон Ома: , причем .

ЭНЕГРИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ



ВИХРЕВЫЕ И ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОЛЯ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Потенциальные поля:  гравитационное,  электростатическое | Вихревые (непотенциальные) поля | |
| магнитное | вихревое электрическое |
| Источник поля | Неподвижный электрический заряд | Движущийся заряд (электрический ток) | Изменяющее-ся магнитное поле |
| Индикатор поля (объект, на который поле действует с некоторой силой) | Электрический заряд | Движущийся заряд (электрический ток) | Электричес-кий заряд |
| Линии поля | **Незамкнутые линии** напряженности электрического поля, начинаются на положительных зарядах | **Замкнутые линии** магнитной индукции | **Замкнутые линии** напряженнос-ти        <0 |

**Свойства сил потенциальных полей:**

1) Работа сил потенциального поля не зависит от формы траектории, а определяется только начальным и конечным положением тела.

2) Работа сил потенциального поля при перемещении тела (заряда) по замкнутой траектории равна нулю.

3) Работа сил потенциального поля равна изменению потенциальной энергии тела (заряда), взятому со знаком «минус».

**БЛОК 2: ТС по теме: «Электромагнитная индукция.**

**Закон электромагнитной индукции»**

**Вариант 1**

**Часть 1. Задания с выбором ответа** (правильный только один вариант ответа)

**1)Сила индукционного тока, возникающего в замкнутом контуре, прямо пропорциональна**

А) сопротивлению проводника

Б) магнитной индукции

В) магнитному потоку

Г) скорости изменения магнитного потока

**2) Формула закона электромагнитной индукции**

А) ε=I(R+r) Б) ε= -ΔФ/Δt

В) ε=Вυl Г) ε=LΔI/Δt

**3) Магнитный поток через контур за 2с равномерно увеличился от 0 Вб до 10Вб. ЭДС индукции в контуре равна**

А) 20В Б) 5В

В) 10В Г) 0,2В

**4) За 4с магнитный поток изменяется на** А) 1Вб

ε, В Б) 16Вб

6 В) 4Вб

4 Г) не изменяется

2

0

2 4 6 t, с

**Часть 2. Необходимо указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу.**

5) Как будут изменяться магнитный поток, ЭДС индукции и сила индукционного тока при уменьшении площади контура, расположенного перпендикулярно линиям магнитного поля, в 2 раза?

**Физическая величина**  **Изменение величины**

А) магнитный поток 1) уменьшится

Б) ЭДС индукции 2) увеличится

В) сила тока 3) не изменится

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **А** | **Б** | **В** |
|  |  |  |

**Часть 3. Записать полное решение задачи.**

6) Какой заряд пройдёт через поперечное сечение витка сопротивлением 0,06 Ом при увеличении магнитного потока через этот виток на 12 мВб?

**ТС по теме: «Электромагнитная индукция. Магнитный поток»**

**Вариант 1**

**Часть 1. Задания с выбором ответа** (правильный только один вариант ответа)

**1) Магнитный поток вычисляется по формуле**

А) ВS Б) ВSCosα В) qυВSisα Г) qυВ

**2) Магнитный поток, пронизывающий виток, можно изменить за счёт**

А) изменения площади витка

Б) изменения индукции магнитного поля

В) поворота витка

Г) изменения площади витка, индукции магнитного поля и ориентации витка

**3) Рамка площадью 10см2 расположена вдоль магнитных линий поля индукцией 2Тл. Магнитный поток, пронизывающий рамку**

А) 0 Б) 0,2мВб 3) 2мВб 4) 20мВб

**4) Электромагнитная индукция – это явление**

А) возникновения тока в проводнике

Б) возникновения тока в проводнике, находящемся в магнитном поле

В) возникновения тока в замкнутом проводнике, находящемся в изменяющемся магнитном поле

Г) отклонение магнитной стрелки около проводника с током

**5) Индукционный ток возникает при**

А) вращении магнита внутри катушки

Б) движении катушки относительно магнита

В) протекании постоянного тока по катушке

Г) нахождении магнита внутри катушки

**6) Сила индукционного тока в проводнике зависит от**

А) величины магнитного потока

Б) скорости изменения магнитного потока

В) длины проводника

Г) формы проводника

**Часть 2. Необходимо указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу.**

7) Проволочный виток помещён в магнитное поле. Угол между нормалью к плоскости витка и вектором магнитной индукции 00 . Что произойдёт с магнитным потоком, модулем вектора магнитной индукции при повороте витка на 450?

**Физическая величина**  **Изменение величины**

А) магнитный поток 1) уменьшится

Б) модуль вектора магнитной 2) увеличится

индукции 3) не изменится

|  |  |
| --- | --- |
| **А** | **Б** |
|  |  |

**Часть 3. Записать полное решение задачи.**

8) В проводнике, движущемся под углом 300 к магнитным линиям со скоростью 15м/с в магнитном поле с индукцией 2Тл, возникает ЭДС индукции 3В. Определите длину проводника.

**БЛОК 3: Примеры решения задач**

1.Под каким углом к линиям магнитной индукции однородного магнитного поля индукцией 0,5Тл надо перемещать проводник длиной 0,4м со скоростью 15м/с, чтобы в нём возникла ЭДС 2,12В?

**Дано:** В = 0,5Тл – индукция магнитного поля, L = 0,4м – длина проводника, V= 15м/с – скорость движения проводника в магнитном поле, ε = 2,12В – ЭДС индукции.

**Найти:** α – угол под каким перемещается проводник в магнитном поле.

**Решение.**  ЭДС индукции, возникающая в проводнике, движущемся в магнитном поле определяется по формуле: **ε = ВVLSinα.** Из данной формулы выражаем **Sinα = ε/ВVL**,

Sinα = 2,12В/0,5Тл\*0,4Тл\*15м/с = 0,707, α = 450

2. Неподвижный виток, площадь которого 10см2, расположен перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля. Какая ЭДС индукции возникнет в этом витке, если магнитная индукция поля будет равномерно возрастать и в течении 0,01с увеличится от 0,2Тл до 0,7Тл?

**Дано:** S = 10см2 – площадь витка, В1 = 0,2Тл, В2 = 0,7Тл – модуль индукции магнитного поля, t = 0,01с – время изменения магнитной индукции.

**Найти:** ε – ЭДС индукции.

**Решение.** Закон Фарадея – Максвелла **ε = ΔФ/Δt = (В2 – В1)\*S/Δt.**

Подставляем числовые данные и вычисляем:

ε = (0,7Тл – 0,2Тл)\*0,001м2/0,01с = 0,05В

3. Проводник сопротивлением 2Ом принизывается магнитным потоком. Определить изменение магнитного потока, если за 0,4с в проводнике возник индукционный ток 0,5А.

**Дано:** R = 2Ом – сопротивление проводника, I = 0,5А – сила индукционного тока, Δt = 0,4с – время изменения магнитного потока.

**Найти:** ΔФ – изменение магнитного потока за время Δt.

**Решение.** Закон Фарадея – Максвелла **ε = ΔФ/Δt,** с другой стороны **ε = IR.** Приравняем правую и левую части и получим: **IR = ΔФ/Δt.** Выразим из последнего равенства **ΔФ = IRΔt = 0,5А\*2Ом\*0,4с = 0,4Вб**

4. Катушка сопротивлением 100Ом, состоящая из 1000 витков площадью 5см2 каждый, внесена в однородное магнитное поле. В течении некоторого времени индукция магнитного поля уменьшилась от 0,8Тл до 0,3Тл. Какой заряд индуцирован в проводнике за это время?

**Дано:** R = 100Ом – сопротивление катушки, S = 5см2 = 0,0005м2 – площадь одного витка, В1 =0,8Тл, В2 = 0,3Тл – индукция магнитного поля, N = 1000 – количество витков в катушке.

**Найти:** q - заряд индуцированный в проводнике.

**Решение.** Заряд определим по формуле **q = IΔt** (1).

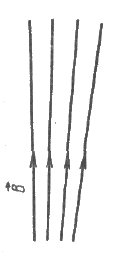
Сила индукционного тока определяется **I = ε/R** (2).

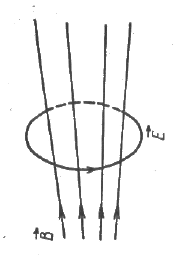
ЭДС индукции в N витках равна **ε = N(В1 – В2)\*S/Δt** (3).

Подставим выражение (3) в (2) и получим **I = N(В1 – В2)\*S/ΔtR** (4).

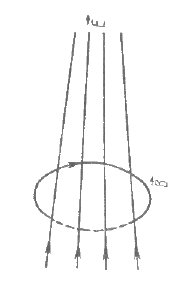
Выражение (4) подставим в (1) и получим окончательную формулу для расчёта: **q = N(В1 – В2)\*S/R**

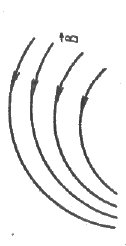
**q =** 1000\*(0,8Тл – 0,3Тл)\*0,0005м2/100Ом = 2,5\*10-3Кл

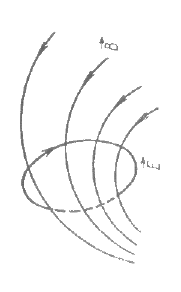
5. На рисунке изображены линии индукции магнитного поля. Определить направление линий напряжённости вихревого электрического поля.

**Решение.**  Так как индукция магнитного поля убывает, то для определения направления линий напряжённости вихревого электрического поля надо применить правило правого винта. На рисунке изображена линия напряжённости вихревого электрического поля.

6. На рисунке изображены линии напряжённости вихревого электрического поля. Определить направление линий индукции магнитного поля.

**Решение.**  Так как напряжённость вихревого электрического поля возрастает, то применим правило правого винта. На рисунке изображено направление вектора магнитной индукции.

7. На рисунке изображены линии индукции возрастающего магнитного поля. Определить направление линий напряжённости вихревого электрического поля.

**Решение.** Так как индукция магнитного поля возрастает, то для определения направления линий напряжённости вихревого электрического поля надо применить правило левого винта. На рисунке изображена линия напряжённости вихревого электрического поля.

**БЛОК 4: Задачи для самостоятельного решения**

1.Проводящая медная перемычка длиной 0,2м с поперечным сечением 0,017мм2 равномерно скользит со скоростью 3,2 м/с по проводам замкнутым на резистор сопротивлением 0,3 Ом . Найдите силу тока протекающего через резистор , если индукция магнитного поля , перпендикулярная плоскости движения перемычки , равна 0,1 Тл .

2. При равномерном возрастании индукции магнитного поля, перпендикулярного сечению проволочной катушки площадью 10см2от 0Тл до 0,2 Тл за 0,001 с на её концах возникло напряжение 100 В. Сколько витков имеет катушка?

3. Какой заряд пройдёт через поперечное сечение витка, сопротивление которого 0,03 Ом, при уменьшении магнитного потока внутри витка на 12мВб?

4. Найти индуктивность проводника , в котором равномерное изменение силы тока на 2 А в течении 0,25 с возбуждает ЭДС самоиндукции 20мВ .

5. Какая ЭДС самоиндукции возбуждается в обмотке электромагнита  
индуктивностью 0,4 Гн при равномерном изменении силы тока в ней на 5 А за 0,02 с ?

6. Первичная обмотка трансформатора содержит 100 витков. Сколько витков содержит вторичная обмотка трансформатора, если коэффициент трансформации равен 0,04?

7. Во сколько раз уменьшатся тепловые потери в линии электропередачи, если входное напряжение повышающего трансформатора

1. В, а выходное 110 кВ?

8. Если коэффициент трансформации равен 15, то какая обмотка - первичная или вторичная - должна иметь большее сечение проводов. Почему?

9. Первичная обмотка трансформатора имеет 900 ви­тков. Сколько витков имеет вторичная обмотка трансформатора, если коэффициент трансформации равен 4,5?

10. Сила тока в первичной обмотке трансформатора 15 000 А и напряжение на ее зажимах 11000 В. Сила тока во вторичной обмотке 1500 А. Определить напряжение на зажимах вто­ричной обмотки трансформатора, если его КПД равен 96%.

11. Если коэффициент трансформации равен 0,025, то какая обмотка - первичная или вторичная - должна иметь большее поперечное сечение проводов. Почему?

12. Определить энергию магнитного поля катушки, состоящей из 200 витков, если при силе тока 4 А в ней возникает магнитный поток, равный 0,01 Вб.

13. Определить энергию магнитного поля катушки индуктивностью 0,8 Гн, когда по ней проходит ток 4 А.

14. Определить индуктивность катушки, если в ней при прохождении тока 2А энергия магнитного поля была равна 1Дж.