

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

Строительно-политехнический колледж

## **ФИЗИКА ЭЛЕКТРОДИНАМИКА**

к выполнению практических работ  
для студентов всех специальностей среднего профессионального  
образования, всех форм обучения

Воронеж 2021

УДК 53 (07)

ББК Ф 503

**Составитель** А. С. Головченко

**Физика:** методические указания к выполнению практических работ для студентов всех специальностей среднего профессионального образования, всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: А. В. Иванова. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 19 с.

Методические указания содержат теоретический материал, необходимый для выполнения практических работ по дисциплине «Физика». Разработано на основе требований ФГОС СПО с опорой на научные принципы формирования содержания образования.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ\_ПР\_Физика.

**УДК 53 (07)**

**ББК Ф 503**

**Рецензент** – А. В. Абрамов, канд. техн. наук, доц. кафедры физики Воронежского государственного технического университета

*Издается по решению редакционно-издательского совета  
Воронежского государственного технического университета*

## Содержание

	<b>Предисловие</b>	4
	<b>Электродинамика</b>	5
<b>1</b>	<b>Электрическое поле</b>	5
	<i>Учебные задания для решения на практических занятиях.</i>	6
<b>2</b>	<b>Законы постоянного тока</b>	10
	<i>Учебные задания для решения на практических занятиях.</i>	12
<b>3</b>	<b>Электрический ток в полупроводниках</b>	18
	<i>Учебные задания для решения на практических занятиях.</i>	18
<b>4</b>	<b>Магнитное поле</b>	19
	<i>Учебные задания для решения на практических занятиях.</i>	20
<b>5</b>	<b>Электромагнитная индукция</b>	23
	<i>Учебные задания для решения на практических занятиях.</i>	24
	<b>Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины</b>	29

## Предисловие

Учебная дисциплина «Физика» является учебным предметом обязательной предметной области «Естественные науки» ФГОС среднего общего образования. Учебная дисциплина «Физика» изучается на углубленном уровне ФГОС среднего общего образования.

В методических рекомендациях представлены практические задания по разделу физики «Электродинамика» — раздел физики, изучающий электромагнитное поле в наиболее общем случае и его взаимодействие с телами, имеющими электрический заряд.

Предмет электродинамики включает связь электрических и магнитных явлений, электромагнитное излучение (в разных условиях, как свободное, так и в разнообразных случаях взаимодействия с веществом), электрический ток и его взаимодействие с электромагнитным полем. Любое электрическое и магнитное взаимодействие между заряженными телами рассматривается в современной физике как осуществляющееся посредством электромагнитного поля, и, следовательно, также является предметом электродинамики.

Пособие содержит подробные справочные материалы, которые помогут при выполнении учебных действий обучающихся.

# Электродинамика

## 1 Электрическое поле

Электрические заряды. Закон сохранения заряда. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции полей. Работа сил электростатического поля. Потенциал. Разность потенциалов. Эквипотенциальные поверхности. Связь между напряженностью и разностью потенциалов электрического поля. Диэлектрики в электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Проводники в электрическом поле. Конденсаторы. Соединение конденсаторов в батарею. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля.

*Алгоритм решения задач на тему «Электрическое поле».*

1. указать все силы, действующие на точечный заряд, помещенный в электрическое поле, и записать для него уравнение равновесия или основное уравнение динамики материальной точки;

2. выразить силы электрического взаимодействия через электрические заряды и характеристики поля и подставить эти выражения в исходное уравнение;

3. если при взаимодействии заряженных тел между ними происходит перераспределение зарядов, к составленному уравнению добавляют уравнение закона сохранения заряда;

4. составить систему уравнений, добавляя в нее, если необходимо, вспомогательные формулы, записать в проекциях на выбранные оси и решить относительно искомых величин.

При решении задач часто помогает соображения симметрии, позволяющие определить значения некоторых величин (зарядов, составляющих сил или полей) без детального рассмотрения взаимодействия.

**Закон Кулона:**

$$F_k = k \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{\varepsilon \cdot r^2}, \text{ где } \varepsilon - \text{диэлектрическая проницаемость среды } k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$$

**Напряжённость электрического поля:**

$$E = \frac{F_k}{q},$$
$$E = k \cdot \frac{|q_0|}{\varepsilon \cdot r^2}$$

**Напряжённость электрического поля плоского конденсатора:**  $E = \frac{\sigma}{\varepsilon \cdot \varepsilon_0}$ , где  $\sigma = \frac{|q|}{S}$  – плотность заряда,  
 $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м – электрическая постоянная.

**Напряжённость электрического поля тонкой проволоки:**  
 $E = \frac{\tau}{2 \cdot \pi \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot \rho}$ , где  $\tau = \frac{|q|}{\ell}$  – линейная плотность заряда.

**Напряжённость электрического поля сферы:**

$$E = \frac{|q_0|}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot r^2}$$

**Потенциал:**

$$\varphi = \frac{W_p}{q}$$

**Потенциал сферы:**

$$\varphi = \frac{|q|}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot r}, \quad \varphi = k \cdot \frac{|q|}{r}$$

**Напряжение (разность потенциалов):**

$$U = \varphi_1 - \varphi_2, \quad U = \frac{A}{q}$$

**Связь между напряжённостью и напряжением:**

$$U = E \cdot d.$$

**Ёмкость плоского конденсатора:**

$$C = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot S}{d}, \quad C = \frac{q}{U}$$

**Энергия электрического поля конденсатора:**

$$W_э = \frac{C \cdot U^2}{2}, \quad W_э = \frac{q^2}{2 \cdot C}, \quad W_э = \frac{q \cdot U}{2}$$

Учебные задания для решения на практических занятиях.

1.1. На заряд  $2 \cdot 10^{-7}$  Кл в некоторой точке электрического поля действует сила 15 мН. Определите напряжённость поля в этой точке.

1.2. Напряжённость поля в некоторой точке  $0,4 \cdot 10^6$  Н/Кл. Найдите величину силы, с которой поле в этой точке будет действовать на заряд 4,5 мкКл.

1.3. Определите величину заряда, если известно, что в электрическом поле напряженностью 5 кВ/м на заряд действует сила 30 Н.

1.4. Найдите напряженность электрического поля, создаваемого точечным зарядом 36 мкКл, на расстоянии 6 м от него.

1.5. Чему равна величина точечного заряда, образующего поле в вакууме, если на расстоянии 9 см от него напряженность составляет  $4 \cdot 10^5$  Н/Кл?

1.6. На каком расстоянии от точечного заряда величиной  $10^{-8}$  Кл, находящегося в воздухе, напряженность электрического поля окажется равной  $10^9$  Н/Кл?

1.7. На точечный заряд величиной 1,5 мкКл, помещенный в некоторую точку электрического поля, действует сила 3 мН. Какая сила будет действовать на заряд 2 мкКл, помещенный в эту же точку вместо первого?

1.8. Напряженность поля, создаваемого небольшим зарядом на расстоянии 10 см от него, равна 800 Н/Кл. Найдите напряженность поля в точке на расстоянии 20 см от заряда.

1.9. Напряженность поля, создаваемого точечным электрическим зарядом, равна 10 Н/Кл на расстоянии 1 м от заряда. На каком расстоянии от заряда напряженность электрического поля равна 1 кН/Кл?

1.10. Поверхность Земли обладает избыточным отрицательным зарядом, так что вблизи нее возникает электрическое поле напряженностью 130 Н/Кл. Какой заряд необходимо сообщить шарiku массой 0,3 г, чтобы он находился в равновесии?

1.11. В однородном электрическом поле электрон движется с ускорением  $3,2 \cdot 10^{13}$  м/с<sup>2</sup>. Определите напряженность поля, если масса электрона  $9,3 \cdot 10^{-31}$  кг, модуль заряда  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

1.12. Два заряда 10 мкКл и 6 мкКл находятся на расстоянии 2 м. Найдите модуль напряженности электрического поля в середине отрезка, соединяющего эти заряды.

1.13. Между двумя точечными зарядами +4 нКл и -5 нКл расстояние 0,6 м. Чему будет равна напряженность поля в средней точке между зарядами?

1.14. Найдите расстояние между зарядами +8 мкКл и -3 мкКл, если известно, что в середине отрезка, соединяющего заряды, величина напряженности электрического поля составляет 5,5 кН/Кл.

1.15. Два точечных заряда  $+5q$  и  $-2q$  находятся на расстоянии 10 см друг от друга. В какой точке прямой, проходящей через эти заряды, напряженность электрического поля равна нулю?

1.16. Найдите силу взаимодействия двух одинаковых маленьких шариков, имеющих заряды  $+6$  нКл и  $-5$  нКл. Шарики расположены в вакууме на расстоянии 2 см друг от друга.

1.17. С какой силой взаимодействуют два заряда  $6,6$  мкКл и  $11$  мкКл в воде на расстоянии  $3,3$  см, если диэлектрическая проницаемость воды равна  $81$ ?

1.18. Точечный заряд в  $1$  мкКл в вакууме взаимодействует со вторым зарядом, находящимся на расстоянии 10 см, с силой  $3,6$  Н. Какова величина второго заряда?

1.19. Два одинаковых точечных заряда взаимодействуют в вакууме с силой  $0,1$  Н. Расстояние между зарядами 6 см. Найдите величины этих зарядов.

1.20. На каком расстоянии в воздухе два точечных заряда  $2$  нКл и  $5$  нКл будут взаимодействовать друг с другом с силой  $9$  мН?

1.21. Два заряда, один из которых в 3 раза больше другого, находясь в вакууме на расстоянии 30 см, взаимодействуют с силой  $30$  Н. Определите величины этих зарядов.

1.22. Определите диэлектрическую проницаемость трансформаторного масла, если два одинаковых заряда в вакууме на расстоянии 20 см взаимодействуют с той же силой, что и в масле на расстоянии 14 см.

1.23. Два заряженных тела взаимодействуют с силой  $500$  мН. С какой силой они будут взаимодействовать друг с другом, если расстояние между ними уменьшить в 8 раз?

1.24. Два одинаковых маленьких шарика, имеющие заряды  $+8$  мкКл и  $-2$  мкКл, приведены в соприкосновение и затем раздвинуты на  $0,3$  м. Определите силу взаимодействия шариков, если они расположены в воздухе.

1.25. Два одинаковых маленьких металлических шарика находятся на расстоянии 1 м друг от друга. Заряд одного шарика в 4 раза больше другого. Шарики привели в соприкосновение и развели на некоторое расстояние. Найдите это расстояние, если сила взаимодействия шариков осталась прежней.

1.26. Каждый из двух маленьких шариков положительно заряжен так, что их общий заряд равен  $5 \cdot 10^5$  Кл. Определите заряды обо-



их шариков, если они, находясь на расстоянии 2 м, отталкиваются с силой 1 Н.

1.27. Работа по переносу заряда  $2 \cdot 10^{-7}$  Кл из бесконечности в некоторую точку электрического поля равна  $8 \cdot 10^{-4}$  Дж. Найдите потенциал электрического поля в этой точке.

1.28. Определите работу поля по перемещению заряда 6 мкКл из точки с потенциалом 20 В в другую точку с потенциалом 12 В.

1.29. Металлический шар радиусом 18 см заряжен до потенциала 40 В. Чему равен заряд шара?

1.30. Определите кинетическую энергию заряда 2 мкКл, который из состояния покоя прошел разность потенциалов 500 В.

1.31. Заряды 10 мкКл и 1 мкКл находятся на расстоянии 10 см друг от друга. Какова потенциальная энергия этой системы?

1.32. Два точечных заряда 10 мкКл и 6 мкКл находятся в воздухе на расстоянии 20 см один от другого. Найдите потенциал в точке, находящейся посередине между этими зарядами.

1.33. В двух противоположных вершинах квадрата со стороной 0,3 м находятся одинаковые положительные заряды. Определите значение этих зарядов, если в двух других противоположных вершинах квадрата они создают потенциал 12 кВ.

1.34. Два точечных заряда 1,5 нКл и -2 нКл расположены на расстоянии 5 см друг от друга. Найдите потенциал поля этих зарядов в точке, удаленной на 3 см от первого заряда и на 4 см от второго.

1.35. В вершинах квадрата расположены точечные заряды: +1 нКл, -2 нКл, +3 нКл, -4 нКл. Чему равен потенциал электрического поля в центре квадрата, если его диагональ равна 20 см?

1.36. Расстояние между точечными зарядами 10 нКл и -1 нКл равно 1,1 м. Найдите расстояние между первым зарядом и точкой, расположенной на линии, соединяющей заряды, в которой потенциал равен нулю.

1.37. В первой точке электрического поля, создаваемого точечным положительным зарядом, потенциал электрического поля в 3 раза больше, чем во второй. Во сколько раз модуль напряженности электрического поля в первой точке больше, чем во второй?

1.38. Проводящий шар диаметром 30 см получил заряд  $9 \cdot 10^8$  Кл. Определите потенциал шара на расстоянии 15 см от его поверхности в воздухе.

1.39. Найдите потенциал проводящего шара радиусом 0,1 м, если на расстоянии 10 м от его поверхности потенциал равен 20 В.

1.40. Электрическое поле создано точечным зарядом 10 мкКл. Какую работу совершают силы электрического поля, перемещая заряд 0,2 мкКл из точки, находящейся от заряда, создающего поле, на расстоянии 15 см, в точку, находящуюся от него на расстоянии 25 см?

1.41. Две параллельные пластины, находящиеся на расстоянии 10 см друг от друга, заряжены до разности потенциалов 1 кВ. Какая сила будет действовать на заряд 100 мкКл, помещенный между пластинами, со стороны электрического поля?

1.42. Какую скорость приобретет электрон под действием сил электрического поля, перемещаясь между точками с разностью потенциалов 10 кВ? Масса электрона  $9,1 \cdot 10^{-31}$  кг, заряд электрона  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

1.43. Какую работу надо совершить, чтобы два точечных заряда 2 мкКл и 3 мкКл, находящиеся в воздухе на расстоянии 60 см друг от друга, сблизилась до расстояния 30 см?

1.44. Найдите разность потенциалов двух больших параллельных пластин, несущих заряды одного знака, если одна из них имеет поверхностную плотность заряда  $1,77 \cdot 10^{-8}$  Кл/м<sup>2</sup>, а другая - в 2 раза большую. Расстояние между пластинами 1 см.

## 2 Законы постоянного тока

Условия, необходимые для возникновения и поддержания электрического тока. Сила тока и плотность тока. Закон Ома для участка цепи без ЭДС. Зависимость электрического сопротивления от материала, длины и площади поперечного сечения проводника. Зависимость электрического сопротивления проводников от температуры. Электродвижущая сила источника тока. Закон Ома для полной цепи. Соединение проводников. Соединение источников электрической энергии в батарею. Закон Джоуля—Ленца. Работа и мощность электрического тока. Тепловое действие тока.

### *Алгоритм решения задач на тему «Постоянный ток»*

Задачи на определение силы тока, напряжения или сопротивления на участке цепи.

1. Начертить схему и указать на ней все элементы.

2. Установить, какие элементы цепи включены последовательно, какие – параллельно.

3. Расставить токи и напряжения на каждом участке цепи и записать для каждой точки разветвления (если они есть) уравнения токов и уравнения, связывающие напряжения на участках цепи.

4. Используя закон Ома, установить связь между токами, напряжениями и ЭДС ( $\varepsilon$ ).

5. Если в схеме делают какие-либо переключения сопротивлений или источников, уравнения составляют для каждого режима работы цепи.

6. Решить полученную систему уравнений относительно неизвестной величины.

7. Решение проверить и оценить критически.

### **Сила тока**

$$I = \frac{q}{t},$$

$$I = |q| \cdot n \cdot S \cdot v.$$

### **Сопротивление проводника,**

$$R = \frac{\rho \cdot \ell}{S}, \text{ где } \rho \text{ – удельное сопротивление проводника,}$$

$\ell$  – длина проводника,

$S$  – площадь поперечного сечения.

### **Закон Ома для участка цепи**

$$I = \frac{U}{R}$$

<b>Последовательное соединение:</b>	<b>Параллельное соединение:</b>
$I_{\text{общ}} = I_1 = I_2$	$I_{\text{общ}} = I_1 + I_2$
$U_{\text{общ}} = U_1 + U_2$	$U_{\text{общ}} = U_1 = U_2$
$R_{\text{общ}} = R_1 + R_2$	$\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$
$R_{\text{общ}} = R_1 \cdot n$	$R_{\text{общ}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$
$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$	$R_{\text{общ}} = \frac{R_1}{n}$
$\frac{1}{C_{\text{общ}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$	$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$
	$C_{\text{общ}} = C_1 + C_2$

### **Закон Джоуля – Ленца**

$$Q = I^2 \cdot R \cdot \Delta t .$$

### **ЭДС источника тока**

$$\varepsilon = I R + I r .$$

### **Закон Ома для полной цепи**

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} ,$$

где  $r$  – внутреннее сопротивление,  $R$  – внешнее сопротивление

### **Мощность тока**

$$P = I \cdot U .$$

### Учебные задания для решения на практических занятиях.

Модуль заряда электрона  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

2.1 За 2 мин через поперечное сечение проводника прошел заряд величиной 360 Кл. Определите силу тока в проводнике.

2.2 Определите концентрацию электронов проводимости в проводнике сечением  $5 \text{ мм}^2$ , если по нему протекает ток 12 А, а скорость упорядоченного движения электронов составляет 0,3 мм/с.

2.3 Серебряная проволока площадью поперечного сечения  $1 \text{ мм}^2$  используется для изготовления проводника сопротивлением 10 мОм. Какой длины должна быть проволока

2.4 По графику зависимости силы тока от напряжения на некотором участке цепи (рисунок 1) определите сопротивление этого участка.

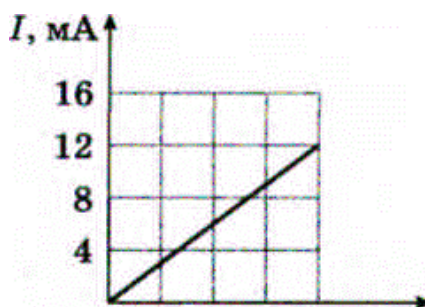


Рисунок 1

2.5 Определите число электронов, проходящих через поперечное сечение провода при силе тока 0,5 А за 2 с.

2.6 При напряжении 120 В через реостат проходит ток 1,5 А. При увеличении сопротивления реостата ток стал равен 1,0 А при напряжении 100 В. Во сколько раз возросло сопротивление реостата?

2.7 Сколько электронов проходит за 5 мин через поперечное сечение проводника площадью 0,5 мм<sup>2</sup> при плотности тока 3,2 А/мм<sup>2</sup>?

2.8 Сила тока в проводнике 10 А. Определите массу электронов, проходящих через поперечное сечение этого проводника за 1 ч.

2.9 По двум медным проводам разного диаметра: 2 мм и 3 мм - протекает одинаковый ток. Во сколько раз скорость упорядоченного движения электронов в первом проводе больше, чем во втором?

2.10 Каково сопротивление реостата, в обмотке которого имеется 80 витков никелинового провода диаметром 0,8 мм? Диаметр витка 3 см.

2.11 Провод длиной 20 м и диаметром 1,5 мм обладает сопротивлением 2,5 Ом. Найдите сопротивление провода из того же материала длиной 35 м и диаметром 3 мм.

2.12 Найдите падение напряжения на медном проводе длиной 300 м и диаметром 3 мм, если сила тока в нем 2 А.

2.13 Определите плотность тока в проводнике, диаметр которого 1,3 мм, если за 10 с по проводнику прошел заряд 200 Кл.

2.14 Определите общее сопротивление участка цепи (рисунок 2), если  $R_1 = 1,6$  Ом;  $R_2 = 4$  Ом;  $R_3 = 6$  Ом;  $R_4 = 12$  Ом.

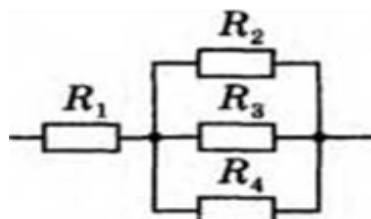


Рисунок 2

2.15 Найдите общее сопротивление цепи (рисунок 3), если сопротивления резисторов соответственно равны:  $R_1 = 8$  Ом;  $R_2 = 44$  Ом;  $R_3 = 8$  Ом;  $R_4 = 36$  Ом;  $R_5 = 14$  Ом;  $R_6 = 2$  Ом;  $R_7 = 12$  Ом;  $R_8 = 23$  Ом.

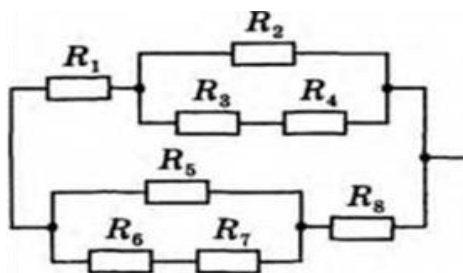


Рисунок 3

2.16 Четыре одинаковых резистора сопротивлением 8 Ом каждый соединены в цепь, изображенную на рисунке 4. Напряжение на концах цепи 24 В. Определите токи, идущие через каждый резистор.

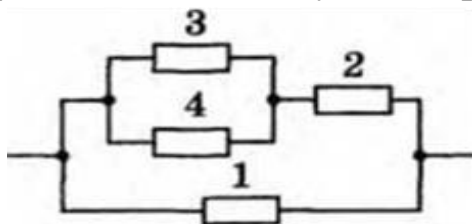


Рисунок 4

2.17 Определите полное сопротивление цепи (рисунок 5) и силу тока, идущего через каждый резистор, если к цепи приложено напряжение 36 В, а резисторы имеют сопротивления:  $R_1 = R_2 = R_5 = R_6 = 3$  Ом;  $R_3 = 20$  Ом;  $R_4 = 24$  Ом.

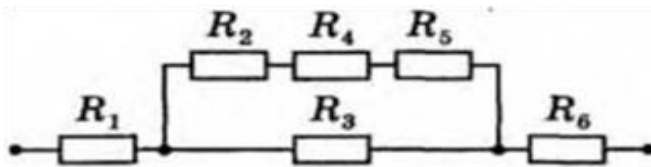


Рисунок 5

2.18 Резистор сопротивлением 18 кОм и резистор неизвестного сопротивления соединены последовательно и подключены к источнику постоянного напряжения 24 В. Определите сопротивление второго резистора, если падение напряжения на нем составляет 20 В.

2.19 Два проводника при последовательном соединении имеют сопротивление 27 Ом, а при параллельном — 6 Ом. Определите сопротивления проводников.

2.20 Медный и нихромовый проводники длиной по 1 м и диаметром 1 мм каждый соединили последовательно. Определите падение напряжения на каждом из них, если по ним идет ток 2 А. Удельное сопротивление меди  $1,7 \cdot 10^8$  Ом·м, нихрома  $1,1 \cdot 10^{10}$  Ом·м.

2.21 Если первый резистор присоединить к источнику тока, то по нему будет проходить ток в 3 А. При подключении второго резистора к этому же источнику ток будет равен 6 А. Найдите величину тока, проходящего через резисторы, при их последовательном соединении и подключении к этому же источнику.

2.22 Аккумулятор, внутреннее сопротивление которого 0,1 Ом, замкнут проводником с сопротивлением 4 Ом. Сила тока в цепи 1,5 А. Найдите ЭДС аккумулятора.

2.23 Когда к источнику тока с ЭДС 1,5 В присоединили катушку сопротивлением 2,1 Ом, сила тока в цепи оказалась равной 0,5 А. Определите внутреннее сопротивление источника тока.

2.24 К источнику тока с ЭДС 18 В и внутренним сопротивлением 1 Ом подключили схему, состоящую из двух сопротивлений 40 Ом и 10 Ом, соединенных параллельно. Каким будет ток в цепи?

2.25 В цепи источника тока с ЭДС 30 В идет ток 3 А. Напряжение на зажимах источника 18 В. Найдите внешнее сопротивление цепи и сопротивление источника тока.

2.26 Гальванический элемент с ЭДС 1,5 В и внутренним сопротивлением 1 Ом замкнут на внешнее сопротивление 4 Ом. Определите падение напряжения на внешней части цепи.

2.27 Определите напряжение на полюсах источника тока с ЭДС 12 В, если сопротивление внешней части цепи равно внутреннему сопротивлению источника.

2.28 При подключении некоторого сопротивления к источнику с ЭДС 30 В и внутренним сопротивлением 2 Ом напряжение на зажимах источника 28 В. Чему равна сила тока в цепи?

2.29 Определите ток короткого замыкания батареи с ЭДС 12 В, если при подключении к ней сопротивления 2 Ом ток в батарее 5 А.

2.30 Вольтметр, подсоединенный к источнику с ЭДС 120 В и внутренним сопротивлением 5 Ом, показал 118 В. Каково сопротивление вольтметра?

2.31 Определите внутреннее сопротивление аккумулятора, если известно, что при замыкании его на внешнее сопротивление 1 Ом напряжение на зажимах аккумулятора 2 В, а при замыкании на сопротивление 2 Ом напряжение на зажимах аккумулятора 2,4 В.

2.32 Найдите ЭДС и внутреннее сопротивление гальванического элемента, если при сопротивлении внешней цепи 2 Ом ток равен 0,6 А, а при сопротивлении 9 Ом - 0,2 А.

2.33 Определите ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока, если при одном положении движка реостата ток в цепи 1,2 А и напряжение на клеммах источника 1,2 В, а при другом положении – соответственно 2 А и 0,8 В.

2.34 Источник тока с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 1 Ом при замыкании никелиновой проволокой диаметром 0,5 мм дает ток 0,8 А. Найдите длину проволоки

2.35 Если клеммы источника с ЭДС 6 В замкнуть проводами с пренебрежимо малым сопротивлением (короткое замыкание), то сила тока через источник составит 300 А. Чему будет равно напряжение на клеммах источника при подсоединении к нему сопротивления 0,04 Ом?

2.36 Когда к клеммам аккумулятора присоединили сопротивление 3,5 Ом, ток в цепи стал равен 0,5 А. Если же клеммы аккумулятора замкнуть накоротко, ток станет 4 А. Определите ЭДС и внутреннее сопротивление аккумулятора.

2.37 Замкнутая цепь состоит из источника и реостата. В цепи течет ток 0,5 А. Если сопротивление реостата уменьшить в 4 раза, ток возрастет в 2 раза. Какой ток будет течь в цепи, если сопротивление реостата уменьшить до нуля?

2.38 При замыкании источника тока на сопротивление 6 Ом, ток в цепи равен 0,3 А, а при замыкании на сопротивление 14 Ом - ток 0,15 А. Определите ток короткого замыкания.

2.39 Электромагнит подключен к источнику с ЭДС 30 В и внутренним сопротивлением 2 Ом. Напряжение на зажимах источника равно 28 В. Найдите работу сторонних сил в источнике за 5 мин.

2.40 К источнику с ЭДС 11В подключают последовательно три куска провода одинаковой длины, сделанные из одного материала и имеющие площади поперечного сечения 1 мм<sup>2</sup>, 2 мм<sup>2</sup>, 3 мм<sup>2</sup> соответственно. Определите напряжение на каждом проводе. Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

2.41 Четыре лампы, рассчитанные на напряжение 3 В и величину тока 0,3 А каждая, необходимо соединить параллельно и подключить к источнику с ЭДС 5,4 В. Какое сопротивление необходимо для этого подключить последовательно лампам? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

2.42 ЭДС источника тока 20 В, сопротивление резистора 20 Ом, сопротивление амперметра 10 Ом (рисунок 6). Определите показания амперметра. Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.



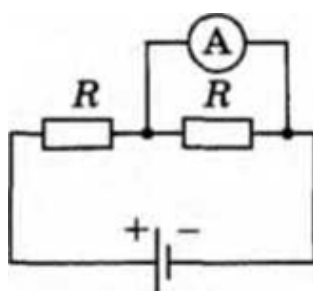


Рисунок 6

2.43 В схеме, изображенной на рисунке 7, резисторы имеют одинаковое сопротивление  $4,5 \text{ Ом}$ . При переводе ключа из положения 1 в положение 2 ток через источник изменился от  $200 \text{ мА}$  до  $110 \text{ мА}$ . Найдите внутреннее сопротивление источника тока.

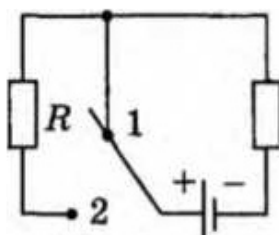


Рисунок 7

2.44 По проводнику с сопротивлением  $6 \text{ Ом}$  пропускали постоянный ток в течение  $9 \text{ с}$ . Определите количество теплоты, выделившееся в проводнике за это время, если через его сечение прошел заряд  $3 \text{ Кл}$ .

2.45 При напряжении на концах цепи  $220 \text{ В}$  мощность тока составляет  $1,1 \text{ кВт}$ . Определите силу тока в цепи.

2.46 Найдите количество теплоты, выделившееся в проводнике сопротивлением  $0,3 \text{ кОм}$  при протекании по нему тока  $2 \text{ А}$  в течение  $5 \text{ мин}$ .

2.47 Каким сопротивлением должен обладать проводник, включенный в сеть с напряжением  $120 \text{ В}$ , чтобы за  $10 \text{ мин}$  на нем выделилось  $60 \text{ кДж}$  тепла?

2.48 При какой силе тока в цепи напряжением  $42 \text{ В}$  на внешней нагрузке будет выделяться  $2880 \text{ Дж}$  тепла за  $2 \text{ мин}$ ?

2.49 Две проволоки одинаковых размеров, одна из которых железная, а другая медная, соединены последовательно и включены в сеть. Найдите отношение количества теплоты, выделившегося в железной проволоке, к количеству теплоты, выделившемуся в медной за одно и то же время. Удельное сопротивление железа  $0,09 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$ , меди -  $0,017 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$ .

2.50 Каким должен быть диаметр медного провода, если проводка рассчитана на максимальную величину тока 40 А и в расчете на каждый метр провода не должно выделяться более 1,8 Дж тепла в 1 с? Удельное сопротивление меди  $1,7 \cdot 10^8$  Ом • м.

2.51 К источнику с внутренним сопротивлением 2 Ом подключен резистор с сопротивлением 4 Ом. Напряжение на зажимах 6 В. Определите полную тепловую мощность, выделяющуюся в цепи.

2.52 На одной лампочке написано «220 В, 60 Вт», на другой - «220 В, 40 Вт». Лампочки соединяют последовательно и включают в сеть с напряжением 220 В. Найдите полную потребляемую мощность лампочек при таком включении.

2.53 Лампочка рассчитана на напряжение 120 В и мощность 40 Вт. Какое добавочное сопротивление следует включить последовательно с лампочкой, чтобы она горела нормальным накалом при напряжении в сети 200 В?

2.54 К источнику постоянного напряжения подключают сопротивления R1 и R2 один раз последовательно, другой раз параллельно. Выделяемая на сопротивлениях мощность во втором случае в 4 раза больше, чем в первом. Определите отношение сопротивлений.

2.55 При силе тока 3 А во внешней цепи источника постоянного тока выделяется мощность 18 Вт, при силе тока 1 А - 10 Вт. Определите ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.

2.56 На сопротивлении 2 Ом, подключенном к аккумулятору с внутренним сопротивлением 0,2 Ом, выделяется тепловая мощность 8 Вт. Какая мощность будет выделяться на сопротивлении 10 Ом, если его подключить вместо предыдущего к аккумулятору?

2.57 ЭДС батареи 16 В, внутреннее сопротивление 3 Ом. Найдите сопротивление внешней цепи, если известно, что выделяющаяся в ней мощность 16 Вт.

2.58 ЭДС источника 1,6 В, внутреннее сопротивление 0,5 Ом. Чему равен КПД источника при силе тока 2,4 А?

### 3 Электрический ток в полупроводниках

Собственная проводимость полупроводников. Полупроводниковые приборы. Закон электролиза.

#### *Закон электролиза (закон Фарадея)*

*$m = k \cdot I \cdot t$ , где  $k$  – электрохимический эквивалент*

Учебные задания для решения на практических занятиях.

3.1 Электрохимический эквивалент водорода  $10^{-8}$  кг/Кл. Сколько времени потребуется для выделения 9 г воды из раствора серной кислоты при силе тока 2 А?

3.2 Скорость направленного дрейфа электронов в проводнике увеличилась в 2 раза. Как при этом изменилась сила тока?

3.3 При электролизе некоторого вещества с электрохимическим эквивалентом  $0,34 \cdot 10^6$  кг/Кл была совершена работа 3,6 МДж. Определите массу выделившегося вещества, если рабочее напряжение составляло 4 В.

3.4 Как изменится скорость дрейфа электронов в проводнике при постоянной силе тока, если площадь поперечного сечения этого проводника уменьшить в два раза? (Концентрация электронов остаётся постоянной.)

3.5 В процессе электролиза определённого вещества при силе тока 1 А за некоторое время на катоде выделилось 20 г этого вещества. Сколько выделится вещества, если силу тока увеличить до 2 А и удвоить время?

3.6 Как изменяется удельное сопротивление металлического проводника при нагревании?

3.7 В процессе электролиза положительные ионы перенесли заряд 8 Кл и отрицательные ионы — также 8 Кл. Сколько времени был включён электрический ток, если сила тока была равна 2 А?

3.8 Как изменяется удельное сопротивление полупроводникового элемента электрической цепи при его нагревании?

3.9 Как изменяется удельное сопротивление металлического проводника при его охлаждении?

## 4 Магнитное поле

Вектор индукции магнитного поля. Действие магнитного поля на прямолинейный проводник с током. Закон Ампера. Взаимодействие токов. Магнитный поток. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца. Определение удельного заряда. Ускорители заряженных частиц.

### **Алгоритм решения задач на тему «Магнитное поле»**

Задачи о силовом действии магнитного поля на проводники с током

1. Сделать схематический чертеж, на котором указать контур с током и направление силовых линий поля.
2. Отметить углы между направлением поля и отдельными элементами контура.
3. Используя правило левой руки, определить направление сил поля (сила Ампера), действующих на каждый элемент контура, и проставить векторы этих сил на чертеже.
4. Указать все остальные силы, действующие на контур.
5. Исходя из физической природы сил, выразить силы через величины, от которых они зависят.
6. Решить полученную систему уравнений относительно неизвестной величины.
7. Решение проверить и оценить критически.

### **Магнитная индукция внутри соленоида**

$B = \mu_0 \cdot n \cdot I$ , где  $n = \frac{N}{\ell}$  – число витков соленоида на единицу длины

### **Индуктивность соленоида**

$L = \mu_0 \cdot n^2 \cdot V$ , где  $V$  – объём соленоида

### **Сила Ампера**

$F_A = I \cdot B \cdot \ell \cdot \sin \alpha$ , где  $\alpha = \widehat{(\vec{B}, I)}$ .

### **Сила Лоренца**

$F_L = |q_0| \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$ , где  $\alpha = \widehat{(\vec{B}, \vec{v})}$ .

*Направление  $\vec{F}_a$  и  $\vec{F}_L$  определяется по правилу левой руки!!!*

*Направление  $I$  (или  $\vec{B}$ ) определяется по правилу буравчика (правило правой руки)!!!*

### **Учебные задания для решения на практических занятиях.**

4.1. Какая сила действует на проводник длиной 8 см в однородном магнитном поле с индукцией 2 Тл, если сила тока в провод-

нике 4 А, а угол между вектором магнитной индукции и направлением тока  $30^\circ$ ?

4.2. На проводник с активной частью длиной 0,4 м, помещенный в однородное магнитное поле индукцией 0,8 Тл, действует сила 1,6 Н. Определите силу тока в проводнике, если он расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции.

4.3. Определите индукцию магнитного поля, в котором на прямой провод длиной 10 см, расположенный под углом  $45^\circ$  к линиям магнитной индукции, действует сила 0,2 Н, когда по проводнику проходит ток 8 А.

4.4. На проводник длиной 5 см, по которому идет ток 20 А со стороны магнитного поля с индукцией 0,1 Тл, действует сила 0,05 Н. Определите угол между направлением тока и вектором магнитной индукции.

4.5. Найдите длину активной части проводника, помещенного в однородное магнитное поле с индукцией 1,2 Тл под углом  $60^\circ$  к линиям магнитной индукции, если при силе тока 6 А на проводник действует сила 0,9 Н.

4.6. На проводник с током со стороны однородного магнитного поля с индукцией 0,1 Тл действует сила Ампера, равная 3 Н. Чему будет равна сила Ампера, если индукцию магнитного поля увеличить на 0,2 Тл, а силу тока в проводнике и его расположение в магнитном поле оставить без изменений?

4.7. Магнитное поле образовано наложением двух однородных полей с индукциями 0,3 Тл и 0,4 Тл, силовые линии которых перпендикулярны. Перпендикулярно полям расположен проводник с током в 5 А и длиной 10 см. Определите силу, действующую на проводник со стороны полей.

4.8. Плоская прямоугольная рамка с числом витков 200 и со сторонами 10 см и 5 см находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,05 Тл. Какой максимальный вращающий момент может действовать на рамку в этом поле, если сила тока в ней 2 А?

4.9. Рамка площадью  $25 \text{ см}^2$ , содержащая 100 витков провода, помещена в однородное магнитное поле так, что линии магнитной индукции параллельны плоскости рамки. При величине тока в каждой витке 1 А на рамку со стороны магнитного поля действует момент силы  $5 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}$ . Определите величину вектора индукции магнитного поля.

4.10. Проводник длиной 10 см с током силой 5 А находится в однородном магнитном поле с индукцией 1 Тл. Угол между направлением тока и вектором магнитной индукции  $60^\circ$ . Определите работу силы Ампера при перемещении проводника на 10 см в направлении действия силы.

4.11. Прямой проводник, по которому течет ток 5 А, расположен в однородном магнитном поле с индукцией 2 Тл так, что образует угол  $30^\circ$  с линиями индукции. Под действием магнитного поля проводник переместился поступательно в направлении силы Ампера на 0,5 м, и при этом силой Ампера была совершена работа 1 Дж. Найдите длину проводника.

4.12. На проводник с током со стороны однородного магнитного поля действует сила в 2 раза меньше максимальной. Определите угол между проводником и вектором магнитной индукции.

4.13. По горизонтально расположенному проводнику длиной 20 см и массой 40 г течет ток 5 А. Найдите минимальную величину индукции магнитного поля, в которое нужно поместить проводник, чтобы сила тяжести уравнивалась силой Ампера.

4.14. На тонких нитях висит горизонтально расположенный стержень длиной 2 м и массой 0,5 кг. Стержень находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,5 Тл, силовые линии которого направлены вертикально вниз. На какой угол отклонятся нити от вертикали, если по стержню пропустить ток 5 А?

4.15. Электрон влетает перпендикулярно линиям индукции магнитного поля со скоростью  $10^7$  м/с. С какой силой поле действует на электрон? Индукция магнитного поля 5 мТл, заряд электрона  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

4.16. На заряженную частицу, влетевшую в однородное магнитное поле с индукцией 0,25 Тл, перпендикулярно силовым линиям, действует сила Лоренца 1,5 мкН. Определите скорость частицы, если ее заряд 1 мкКл.

4.17. На частицу с зарядом 1 мкКл, влетающую в однородное магнитное поле со скоростью 10 м/с под углом  $30^\circ$  к линиям магнитной индукции, действует сила Лоренца 1,2 мкН. Определите величину индукции поля.

4.18. Найдите ускорение протона, который движется со скоростью 2 м/с в магнитном поле с индукцией 3 мТл перпендикулярно

линиям поля. Отношение заряда протона к его массе (удельный заряд) 108 Кл/кг.

4.19. Протон описал окружность радиусом 5 см в однородном магнитном поле с индукцией 20 мТл. Определите импульс протона, если его заряд равен  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

4.20. Заряженная частица движется в однородном магнитном поле по окружности со скоростью  $10^6$  м/с. Индукция магнитного поля равна 0,312 Тл. Радиус окружности 4 см. Определите заряд частицы, если ее кинетическая энергия  $2 \cdot 10^{15}$  Дж.

4.21. Электрон влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Через 1,8 нс направление вектора скорости электрона изменилось на противоположное. Определите величину индукции магнитного поля.

4.22. Электрон влетает в магнитное поле перпендикулярно ему и движется по окружности радиусом 1 см. Индукция магнитного поля 0,01 Тл. Найдите силу, действующую на электрон со стороны магнитного поля. Масса электрона  $9,1 \cdot 10^{-31}$  кг, заряд  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

4.23. В некоторой области пространства созданы однородные магнитное и электрическое поля. Перпендикулярно обоим полям движется по прямой положительно заряженная частица с постоянной скоростью. Найдите величину скорости, если вектор магнитной индукции составляет 0,3 Тл, а напряженность электрического поля 300кВ/м.

## 5 Электромагнитная индукция

Электромагнитная индукция. Вихревое электрическое поле. Самоиндукция. Энергия магнитного поля.

*Алгоритм решения задач на тему «Закон электромагнитной индукции»*

1. Установить причины изменения магнитного потока, связанного с контуром, и определить какая из величин  $B$ ,  $S$  или, входящих в выражение для  $\Phi$ , изменяется с течением времени.

2. Записать формулу закона электромагнитной индукции:  
$$\varepsilon = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

3. Выражение для  $\Delta \Phi$  представить в развернутом виде ( $\Phi$ ) и подставить в исходную формулу закона электромагнитной индукции.

4. Записать математически все вспомогательные условия.
5. Полученную систему уравнений решить относительно искомой величины.
6. Решение проверить и оценить критически.

### **Магнитный поток**

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha, \text{ где } \alpha = \widehat{(\vec{B}, \vec{n})}$$

$$\Phi = L \cdot I, \text{ где } L - \text{индуктивность.}$$

### **Закон электромагнитной индукции**

$$\varepsilon_i = -N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}, \text{ где } N - \text{число витков (контуров).}$$

### **ЭДС индукции в движущемся проводнике**

$$\varepsilon_i = \ell \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha, \text{ где } \alpha = \widehat{(\vec{B}, \vec{v})}.$$

### **Закон самоиндукции**

$$\varepsilon_{si} = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

### **Энергия магнитного поля**

$$W_M = \frac{L \cdot I^2}{2}.$$

### Учебные задания для решения на практических занятиях.

5.1. Замкнутый контур площадью 12 см<sup>2</sup> находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,3 Тл. Вектор магнитной индукции перпендикулярен плоскости контура. Чему равен магнитный поток, пронизывающий контур?

5.2. Определите магнитный поток через плоскость прямоугольной рамки со сторонами 0,2 м и 0,5 м, если вектор магнитной индукции образует с нормалью к плоскости рамки угол 60°, а модуль вектора магнитной индукции 0,1 Тл.

5.3. Магнитный поток, пронизывающий проводящий контур, изменился на 0,1 Вб за 0,5 с. Какова ЭДС индукции в контуре?

5.4. Найдите скорость изменения магнитного потока в соленоиде, состоящем из 100 витков, если в нем возникает ЭДС индукции 40В.



5.5. Магнитный поток, пронизывающий контур проводника, изменился от  $0,25 \text{ Вб}$  до  $1 \text{ Вб}$ , при этом ЭДС индукции оказалась равной  $2,5 \text{ В}$ . Найдите время изменения магнитного потока.

5.6. В однородном магнитном поле, индукция которого  $0,01 \text{ Тл}$ , находится квадратная рамка, ее плоскость составляет с направлением магнитного поля угол  $30^\circ$ . Длина стороны рамки  $4 \text{ см}$ . Определите магнитный поток, пронизывающий эту рамку.

5.7. Неподвижный виток площадью  $10 \text{ см}^2$  расположен перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля. Какая ЭДС индукции возникает в этом витке, если магнитная индукция будет равномерно возрастать с  $0,2 \text{ Тл}$  до  $0,7 \text{ Тл}$  в течение  $0,01 \text{ с}$ ?

5.8. За  $5 \text{ мс}$  в соленоиде, содержащем  $500$  витков провода, магнитный поток, направленный перпендикулярно плоскости витков, равномерно убывает с  $7 \text{ Вб}$  до  $1 \text{ Вб}$ . Найдите силу индукционного тока, возникающего при этом в соленоиде, если сопротивление его проводника  $100 \text{ Ом}$ .

5.9. Сколько витков надо намотать на стальной сердечник сечением  $25 \text{ см}^2$ , чтобы в этой обмотке при равномерном изменении индукции магнитного поля от  $0$  до  $1 \text{ Тл}$  в течение  $5 \text{ мс}$  возникла ЭДС индукции  $50 \text{ В}$ ? Поле направлено перпендикулярно плоскости витков.

5.10. Металлическое кольцо радиусом  $4,8 \text{ см}$  расположено в магнитном поле с индукцией  $12 \text{ мТл}$  перпендикулярно полю. На его удаление из поля затрачивается  $25 \text{ мс}$ . Какая средняя ЭДС возникает в кольце?

5.11. Магнитный поток через контур из провода с электрическим сопротивлением  $2 \text{ Ом}$  равномерно увеличивается от  $0$  до  $3 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}$ . Какой заряд в результате этого прошел через поперечное сечение проводника?

5.12. Вектор индукции однородного магнитного поля перпендикулярен плоскости проводящего квадратного контура со стороной  $10 \text{ см}$  и сопротивлением  $0,1 \text{ Ом}$ . С какой скоростью должна изменяться индукция магнитного поля, чтобы ток в катушке был равен  $1 \text{ мА}$ ?

5.13. В однородном магнитном поле расположен виток площадью  $100 \text{ см}^2$ . Сопротивление витка  $1 \text{ Ом}$ . Нормаль к плоскости витка образует с направлением вектора магнитной индукции угол  $120^\circ$ . Определите силу индукционного тока, возникающего в витке, при

равномерном увеличении индукции магнитного поля от 0,2Тл до 0,6Тл за 0,01 с.

5.14. Проволочная рамка, содержащая 40 витков, охватывает площадь 240 см<sup>2</sup>. Вокруг нее создается однородное магнитное поле, перпендикулярное ее плоскости.

5.15. Магнитный поток, проходящий сквозь поверхность некоторого контура, меняется с течением времени так, как показано на рисунке 8. Постройте график зависимости ЭДС индукции, возникающей в контуре, от времени.

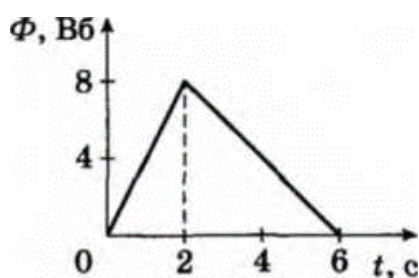


Рисунок 8

5.16. Магнитный поток, пронизывающий неподвижное проволочное кольцо сопротивлением 5 Ом, изменяется с течением времени по закону, показанному на рисунке 9. Определите силу индукционного тока на каждом из трех участков.

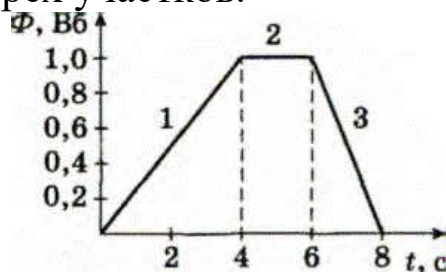


Рисунок 9

5.17. Прямолинейный проводник длиной 35 см движется со скоростью 8 м/с в магнитном поле с индукцией 0,02 Тл. Угол между вектором индукции и скоростью проводника 45°. Какая ЭДС индуцируется в проводнике?

5.18. Какую длину активной части должен иметь проводник, чтобы при перемещении его со скоростью 15 м/с перпендикулярно линиям индукции поля в нем возникла ЭДС индукции 3 В? Магнитная индукция поля 0,4 Тл.

5.19. С какой скоростью движется проводник в магнитном поле с индукцией 0,1 Тл перпендикулярно линиям индукции, если между

концами проводника возникла разность потенциалов, равная 0,2 В? Длина активной части проводника 50 см.

5.20. Проводник, активная длина которого 0,4 м, движется со скоростью 10 м/с, направленной под углом  $30^\circ$  к линиям индукции однородного магнитного поля. Определите индукцию магнитного поля, если на концах проводника возникает ЭДС индукции 2 В.

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

5.22. Определите индуктивность витка проволоки, если при силе тока 6 А создается магнитный поток, равный 0,3 Вб.

5.23. Чему равна сила тока в катушке индуктивностью 0,3 Гн, если ток создает в ней результирующий магнитный поток 1,5 Вб?

5.24. Чему равна энергия магнитного поля катушки индуктивностью 0,7 Гн, когда по ней проходит ток 2 А?

5.25. При помощи реостата равномерно увеличивают ток в катушке индуктивностью 2 Гн со скоростью 10 А/с. Определите возникающую в катушке ЭДС самоиндукции.

5.26. Чему равна индуктивность катушки, если за 0,5 с ток в цепи изменился на 5 А, а ЭДС самоиндукции на концах катушки составляет 25 В?

5.27. Определите скорость изменения силы тока в обмотке электромагнита индуктивностью 4 Гн, если в ней возникает ЭДС самоиндукции, равная 100 В.

5.28. На катушке с сопротивлением 8,2 Ом и индуктивностью 25 мГн поддерживается постоянное напряжение 55 В. Определите энергию магнитного поля.

5.29. Катушка площадью 20 см<sup>2</sup> имеет индуктивность 0,02 Гн. Какой должна быть сила тока в катушке, чтобы индукция магнитного поля внутри катушки была 1 мТл, если катушка содержит 1000 витков?

5.30. Поток магнитной индукции через площадь поперечного сечения катушки с 1000 витками изменился на 2 мВб в результате изменения тока с 4 А до 20 А. Найдите индуктивность контура.

5.31. Найдите индуктивность соленоида, если за 0,5 с ток в нем уменьшился в 4 раза и при этом в соленоиде возникла ЭДС самоиндукции 12 В. Начальное значение тока 8 А.

5.32. По катушке индуктивностью  $0,2$  Гн течет равномерно убывающий ток, в результате чего в ней возникает ЭДС самоиндукции  $5$  В. За какое время сила тока в катушке уменьшится вдвое, если в начальный момент времени она была  $2$  А?

5.33. По катушке протекает постоянный ток, создающий магнитное поле. Энергия этого поля  $0,5$  Дж, а магнитный поток, проходящий через катушку, равен  $0,1$  Вб. Определите величину тока в катушке.

5.34. Энергия магнитного поля катушки электромагнита с индуктивностью  $0,2$  Гн составляет  $5$  Дж. Определите ЭДС самоиндукции, возникающую в катушке, при равномерном уменьшении силы тока до нуля за  $0,1$  с.

5.35. Индуктивность катушки  $0,1$  Гн. Чему равен диаметр проводника, который намотан на катушку, если плотность тока в ней  $1$  А/мм<sup>2</sup>, а энергия магнитного поля  $0,1$  Дж?

5.36. На катушке с активным сопротивлением  $10$  Ом поддерживается напряжение  $50$  В. Определите величину полного магнитного потока через катушку, если энергия магнитного поля в ней  $250$  мДж.

## Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

### а) основная литература:

1. Дмитриева В. Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля: учебник для СПО / В. Ф. Дмитриева. - 4-е изд., стер. - Москва: Академия, 2017. - 448 с. : ил. - (Профессиональное образование).

2. Дмитриева, В. Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля: учебник для СПО / В. Ф. Дмитриева. - 3-е изд., стер. - Москва: Академия, 2017. - 448 с. - URL: <http://www.academia-moscow.ru/reader/?id=294470>

### б) дополнительная литература:

1 Физика. Задачи, качественные вопросы, тесты. : учебное пособие. В 2 ч. Ч. 1 / А. В. Славов [и др.] ; под ред. А. В. Славова. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2016. - URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010044.html>

2 Физика. Задачи, качественные вопросы, тесты. : учебное пособие. В 2 ч. Ч. 2 / В. Л. Чудов, [и др.] ; под ред. В.Л. Чудова. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2016. - URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010082.html>

3 Бордовский Г. А. Общая физика. В 2 т. Т. 1 : учебное пособие для СПО / Г. А. Бордовский, Э. В. Бурсиан. — 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2018. — 242 с. — (Профессиональное образование). — URL: [www.biblio-online.ru/book/6F75BAA2-0360-4A74-8744-FBBC28C8FDC2](http://www.biblio-online.ru/book/6F75BAA2-0360-4A74-8744-FBBC28C8FDC2).

4 Бордовский Г. А. Общая физика. В 2 т. Т. 1 : учебное пособие для СПО / Г. А. Бордовский, Э. В. Бурсиан. — 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2018. — 299 с. — (Профессиональное образование). — URL: [www.biblio-online.ru/book/FC1465B9-FE4C-423D-BDB7-A69F86CC12A9](http://www.biblio-online.ru/book/FC1465B9-FE4C-423D-BDB7-A69F86CC12A9).

5 Трофимова Т. И. Руководство к решению задач по физике : учебное пособие для СПО / Т. И. Трофимова. — 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2017. — 265 с. — (Профессиональное образование). — URL:

[www.biblio-online.ru/book/65C1CD78-22C0-4A48-B45E-0FF2AC9E3A7A](http://www.biblio-online.ru/book/65C1CD78-22C0-4A48-B45E-0FF2AC9E3A7A) (дата обращения: 10.04.2019).

**в) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. - Новокузнецк, [199 - ]. - URL:<http://libr.sibsiu.ru>.

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. - Новокузнецк, [200 - ]. - URL:<http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>. - Режим доступа: для авторизир. пользователей.

3 Академия, изд. центр (Москва). Электронные учебники / ООО «Образовательно-издательский центр «Академия». - Москва, [200 - ]. - URL:<http://www.academia-moscow.ru>. - Режим доступа: для авторизир. пользователей.

4 Университетская библиотека ONLINE : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». - Москва, [200 - ]. - URL: <http://www.biblioclub.ru>. - Режим доступа: для авторизир. пользователей.

5 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система / ООО «ЭБС ЛАНЬ». - Санкт-Петербург, [200 - ]. - URL:<http://e.lanbook.com>. - Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6 Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа : электронно-библиотечная система /ООО «Политехресурс». - Москва, [200 - ]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru>. - Режим доступа: для авторизир. пользователей.

7 ЭБС ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система / ООО «Электронное издательство Юрайт». - Москва, [200 - ]. - URL: <http://www.biblio-online.ru>. - Режим доступа: для авторизир. пользователей.

8 Электронно-библиотечная система eibrary / ООО «РУНЭБ». - Москва, [200 - ]. -URL:<http://elibrary.ru>. - Режим доступа: по подписке.

**г) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:** ABBYY FineReader 11, Kaspersky Endpoint Security, «Программное обеспечение «Рукопункт», 7-Zip, Microsoft Office 2010, Microsoft Office 2007, Microsoft Windows 7.

**д) базы данных и информационно-справочные системы:**

1 Техэксперт: информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». - Кемерово, [200 - ]. - Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

2 КонсультантПлюс: справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». - Новокузнецк, [199 - ]. - Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

3 Система ГАРАНТ : электронный периодический справочник / ООО «Правовой центр «Гарант». - Кемерово, [200 - ]. - Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

4 Электронный реферативный журнал (ЭлРЖ) : база данных / ВИНТИ РАН. - Москва, [200 - ]. - Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.