

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет»

Л. В. Андриевская

Г. М. Макаренко

О. Н. Петрович

**ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ.
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ**

Вопросы и задания для проведения практических
и лабораторных занятий по физике
для студентов технических специальностей

Новополоцк
ПГУ
2013

УДК 53(075.8)
ББК 22.3я73

Одобрено и рекомендовано к изданию
учебно-методической комиссией геодезического факультета
(протокол № 5 от 11.01.2013)

Кафедра физики

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

канд. пед. наук, доц., зав. каф. общей физики и астрономии УО «Витебский государственный университет им. П. М. Машерова» И. В. ГАЛУЗО;
канд. техн. наук., доц. каф. физики УО «Полоцкий государственный университет»
Д. А. АНТОНОВИЧ

ВВЕДЕНИЕ

Курс физики в вузе относится к циклу фундаментальных дисциплин, цель изучения которых – глубокое познание объективных свойств и законов движения материи, формирование у студентов научного мировоззрения, создание базы для усвоения основ общеинженерных и профилирующих дисциплин. Курс физики совместно с курсом высшей математики составляет основу теоретической подготовки инженера любой специальности. При изучении курса физики студент должен хорошо освоить классическую физику, составляющую в настоящее время универсальную базу техники, а также ее новейшие открытия и достижения.

Прослушивание и конспектирование лекций недостаточно для глубокого усвоения теоретических основ курса. Студент должен в течение семестра самостоятельно работать, закрепляя и углубляя знания, полученные при прослушивании лекций. Проверка знаний студентов проводится на практических и лабораторных занятиях в виде тестовых карточек и является контролем прочности знаний, умений и навыков.

Проверка и оценка знаний – обязательное условие результативности учебного процесса. Тестовый тематический контроль достаточно объективен, экономичен по времени и обеспечивает индивидуальный подход.

Пособие поможет студентам в их самостоятельной работе и может быть использовано ими при подготовке к текущим занятиям – решению задач и лабораторному практикуму, а также при подготовке к коллоквиумам и экзаменам.

Рекомендуется следующая методика проведения практических и лабораторных занятий: каждому студенту выдается карта с вопросами программированного контроля из данного сборника. Время подготовки 10-15 минут. Затем письменные ответы при необходимости устно обсуждаются со студентами. При проведении практических занятий результаты проверки письменных работ преподаватель может сообщать студентам на следующем занятии и выставлять оценки в свой журнал учета занятий. Затем можно устно разобрать с группой ответы на наиболее трудные и существенные вопросы. При проведении лабораторных занятий данное пособие можно использовать как для проверки достаточности теоретической подготовки студентов к выполнению работы, так и для закрепления связи теоретических знаний с практическими навыками, полученными в результате выполнения лабораторной работы.

Примечание. Контроль по карточкам можно проводить как в начале, так и в конце занятия.

Такой контроль знаний студентов на практических и лабораторных занятиях позволяет проверить конкретные знания фактического материала (формул, правил, единиц измерения физических величин и т.п.) и понимание взаимосвязи между отдельными фактическими знаниями, а также проверить умение применять законы и формулы для конкретных расчетов, умение использовать физические законы для объяснения различных явлений.

Предлагаемые задания могут быть применены не только для контроля, но и в качестве упражнений для закрепления изученного материала.

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ГОТОВНОСТИ К ЗАНЯТИЯМ

№ 1. Электростатика

1. О чем говорит закон сохранения электрического заряда?
2. Сформулируйте и запишите закон Кулона в скалярной и векторной форме.
3. Что называется напряженностью электрического поля?
4. Какое электрическое поле называют однородным?
5. Что называют электрическим диполем?
6. Чему равна электрическая постоянная?

№ 2. Электростатика

1. Что называют электрическим взаимодействием?
2. Какую величину называют электрической постоянной?
3. Силовыми линиями или линиями напряженности поля называют
4. В чем состоит принцип суперпозиции полей?
5. Чему равен дипольный момент?
6. Куда направлен дипольный момент?

№ 3. Электростатика

1. Что определяет поток вектора напряженности?
2. Какие вы знаете плотности распределенных зарядов? Чему они равны?
3. Как выражается напряженность поля, создаваемого равномерно заряженным бесконечно длинным цилиндром?
4. Чему равна работа сил электрического поля?
5. Какую величину называют электрическим потенциалом?
6. Как направлен вектор напряженности электростатического поля относительно поверхности равного потенциала?

№ 4. Электростатика

1. О чем говорит теорема Гаусса?
2. Как выражается напряженность электростатического поля равномерно заряженной сферы?
3. Как выражается напряженность поля, создаваемого бесконечной равномерно заряженной плоскостью и двумя разноименно равномерно заряженными параллельными плоскостями?
4. Чему равна работа, совершаемая в электрическом поле по замкнутому контуру?
5. Эквипотенциальные поверхности – это
6. Какая величина называется градиентом потенциала?

№ 5. Электростатика

1. Какой заряд называют элементарным?
2. По какой формуле рассчитывается напряженность поля заряженного шара?
3. Какова картина линий напряженности однородного поля?
4. Куда будет двигаться пробный заряд, помещенный между двумя равными положительными зарядами на одинаковом расстоянии от них?
5. Два одинаковых заряда, находящихся на расстоянии 10 см друг от друга, взаимодействуют с силой $9,8 \cdot 10^{-5}$ Н. Определить величину зарядов.
6. В некоторой точке поля на заряд 2 нКл действует сила 0,4 мкН. Найти напряженность поля в этой точке.

№ 6. Электростатика

1. Что принято за единицу заряда в СИ?
2. Как изображается с помощью линий напряженности поле заряженной плоскости?
3. Как изменилась сила взаимодействия между двумя точечными зарядами, если расстояние между ними уменьшилось в два раза, а величина каждого заряда увеличилась в три раза?
4. Напряженность поля в некоторой точке $0,4 \cdot 10^3$ В/м. Определить величину силы, с которой поле в этой точке будет действовать на заряд $4,5 \cdot 10^{-6}$ Кл.

5. На расстоянии 3 см от заряда 4 нКл, находящегося в жидком диэлектрике, напряженность поля равна 20 кВ/м. Какова диэлектрическая проницаемость диэлектрика?

6. Точечный заряд 10 нКл, находясь в некоторой точке поля, обладает потенциальной энергией 1 мкДж. Найти потенциал этой точки поля.

№ 7. Электростатика

1. Как по густоте линий напряженности можно судить о напряженности поля?

2. Как изображается с помощью линий напряженности поле двух параллельных пластин, заряды которых равны по модулю и противоположны по знаку?

3. Как изменится сила взаимодействия между двумя точечными зарядами, если расстояние между ними увеличилось в 3 раза, а величина каждого заряда осталась неизменной?

4. На заряд $2 \cdot 10^{-7}$ Кл в некоторой точке электрического поля действует сила 0,015 Н. Определить напряженность поля в этой точке.

5. Какую работу требуется совершить для того, чтобы два заряда по $3 \cdot 10^{-6}$ Кл, находящиеся в воздухе на расстоянии 0,6 м друг от друга, сблизить до 0,2 м?

6. Вычислить потенциальную энергию системы двух точечных зарядов 100 нКл и 10 нКл, находящихся на расстоянии 10 см друг от друга.

№ 8. Электростатика

1. Какова картина линий напряженности точечного заряда?

2. Какое поле называют стационарным?

3. Два точечных электрических заряда q и $2q$ на расстоянии r друг от друга притягиваются с силой F . С какой силой будут притягиваться заряды q и q на расстоянии $2r$?

4. Напряженность электрического поля вблизи Земли перед разрядом молнии достигает $2 \cdot 10^5$ В/м. Какая сила будет действовать на электрон, находящийся в этом поле?

5. Насколько изменится потенциальная энергия взаимодействия зарядов 25 нКл и -4 нКл при изменении расстояния между ними с 10 до 20 см?

6. С какой силой взаимодействуют два электрона, находящиеся на расстоянии $2 \cdot 10^{-7}$ м?

№ 9. Диэлектрики

1. Диэлектриками называют вещества
2. Что представляет собой электронная поляризация?
3. Какую величину называют относительной диэлектрической проницаемостью?
4. Емкость проводника – это
5. По форме исполнения различают конденсаторы
6. Какие силы называют пондеромоторными и чему они равны при $q = \text{const}$?

№ 10. Диэлектрики

1. Электрической поляризацией называют... .
2. Что представляет собой дипольная поляризация?
3. Для чего вводится понятие электрического смещения и как оно связано с напряженностью поля?
4. Пьезоэлектрический эффект – это
5. Конденсаторы – это
6. Как выражается энергия заряженного конденсатора?

№ 11. Диэлектрики

1. Какие вещества относятся к проводникам?
2. Как можно зарядить изолированный проводник, не прикасаясь к нему заряженным телом?
3. Как изменится емкость воздушного конденсатора, если площадь пластин уменьшить в 4 раза, а расстояние между ними заполнить парафином ($\epsilon = 2$)?
4. Расстояние между обкладками плоского заряженного конденсатора уменьшили вдвое, причем конденсатор отключен от источника тока. Как изменится энергия электростатического поля?
5. Запишите формулу для расчета плотности энергии электростатического поля.
6. Какова картина эквипотенциальных поверхностей поля точечного заряда?

№ 12. Диэлектрики

1. Чем объясняется изменение электростатического поля при внесении в него диэлектрика?
2. Какая величина является единицей емкости?
3. Какова формула емкости конденсаторов, соединенных параллельно?
4. Чему равно напряжение всей батареи конденсаторов, соединенных последовательно?
5. Как изменится энергия заряженного конденсатора, если пространство между его обкладками заполнить маслом ($\epsilon = 2,5$)? При этом конденсатор отключен от источника тока.
6. От чего зависит величина работы по перемещению заряда в электростатическом поле?

№ 13. Диэлектрики

1. Как распределяются заряды в проводнике в состоянии равновесия?
2. От чего зависит емкость плоского конденсатора?
3. Чему равно напряжение всей батареи конденсаторов, соединенных параллельно?
4. Как изменится энергия электрического поля в конденсаторе, если его заряд увеличить в 3 раза?
5. Площадь каждой пластины плоского конденсатора 1 м^2 , расстояние между пластинами 1,5 мм. Диэлектриком является стекло ($\epsilon = 7$). Найти емкость конденсатора.
6. Три конденсатора, емкости которых соответственно равны 1 мкФ, 4 мкФ и 6 мкФ, соединены в батарею последовательно. Напряжение батареи 110 кВ. Какое напряжение на каждом конденсаторе?

№ 14. Диэлектрики

1. Почему напряженность электростатического поля внутри проводника равна нулю?
2. Как изменится емкость конденсатора при уменьшении площади пластин в два раза и уменьшении расстояния между ними в три раза?
3. Для чего применяют параллельное соединение конденсаторов?

4. Какова формула емкости конденсаторов, соединенных последовательно?

5. Два конденсатора емкостью 4 мкФ и 2 мкФ заряжены до напряжений 300 В и 600 В соответственно. Найти напряжение на обкладках конденсаторов, если их соединить параллельно.

6. Конденсатору с электроемкостью 10 пФ сообщен заряд 1 пКл. Определить энергию конденсатора.

№ 15. Постоянный ток

1. Что называют электрическим током?
2. Что такое сила тока?
3. Плотность тока – это
4. Закон Ома для участка цепи.
5. Как определяется сопротивление однородного цилиндрического проводника?
6. Какой ток называется током проводимости?

№ 16. Постоянный ток

1. Какой ток называют постоянным?
2. Плотность тока в проводнике пропорциональна
3. Закон Ома в дифференциальной форме.
4. Что называют удельной электрической проводимостью проводника?
5. Что называют источниками тока?
6. Закон Ома для полной цепи.

№ 17. Постоянный ток

1. Как выражается работа электрического тока за время t ?
2. Закон Джоуля – Ленца в дифференциальной форме.
3. Какая работа называется работой выхода?
4. Что называется контактной разностью потенциалов?
5. В чем заключаются явления Зеебека и Пельтье?
6. Что называют ЭДС источника тока?

№ 18. Постоянный ток

1. Закон Джоуля – Ленца.
2. Мощность электрического тока – это... .
3. Чему равна работа выхода?
4. К термоэлектрическим явлениям относятся
5. В чем заключается явление Томсона?
6. О чем говорит закон Видемана – Франца?

№ 19. Постоянный ток

1. Коэффициент полезного действия источника тока.
2. Первое правило Кирхгофа.
3. Определить напряжение в проводнике, если его сопротивление 0,5 Ом, а сила тока в нем 5 А.
4. Плотность тока на электроде, площадь которого 18 см², равна 2 А/м². Какова сила тока в подводящем проводе?
5. Цепь освещения трамвайного вагона состоит из двух параллельных групп по пять ламп в каждой. Сопротивление каждой лампы 220 Ом, а напряжение в сети 550 В. Найти общую силу тока в цепи.
6. Мощность электрического паяльника 60 Вт. Сила тока в цепи 0,5 А. На какое напряжение рассчитан паяльник?

№ 20. Постоянный ток

1. Сопротивление при последовательном соединении проводников.
2. Второе правило Кирхгофа.
3. Лампы мощностью 40 Вт и 100 Вт рассчитаны на напряжение 220 В. Больше сопротивление имеет лампа
4. Электродвижущая сила батарейки 1,5 В, ее внутреннее сопротивление 0,5 Ом. Найти КПД батарейки при силе тока в цепи 0,75 А.
5. Рассчитать напряжение в цепи, если три сопротивления по 3 Ом соединены последовательно и сила тока равна 1,3 А.
6. На электрической лампе указано: 220 В, 60 Вт. Какова сила тока в лампе, если она включена в сеть напряжением 220 В?

№ 21. Постоянный ток

1. Сопротивление при параллельном соединении проводников.
2. Что принимают за направление электрического тока?
3. Как изменится сопротивление проводника, если его длину и площадь поперечного сечения увеличить в два раза?
4. Батарея с ЭДС 6 В и внутренним сопротивлением 1 Ом подключена в цепь с общим сопротивлением 15 Ом. Чему равно напряжение на клеммах батареи?
5. В паспорте утюга написано 660 Вт, 220 В. Каково сопротивление спирали утюга?
6. Какое количество теплоты выделится в проволочной спирали сопротивлением 20 Ом при силе тока 5 А за 100 с?

№ 22. Постоянный ток

1. Мощность, развиваемая источником ЭДС.
2. Что такое сторонние силы?
3. Как изменяется сопротивление проводника при изменении температуры?
4. Определить внутреннее сопротивление батареи с ЭДС 12 В, если при силе тока 1,5 А внешнее сопротивление составляет 7 Ом.
5. Электрическая лампа сопротивлением 10 Ом и реостат сопротивлением 5 Ом соединены последовательно и включены в цепь напряжением 4,5 В. Чему равна сила тока в этой цепи?
6. Десять параллельно соединенных ламп сопротивлением по 0,5 кОм, рассчитанных на напряжение 120 В каждая, питаются через реостат от сети напряжением 220 В. Какова мощность электрического тока в реостате?

№ 23. Постоянный ток

1. Назовите единицу силы тока.
2. От чего зависит электрическое сопротивление проводника?
3. Пять элементов по 1,5 В соединены последовательно. Определите напряжение полученной батареи.
4. Две лампы с одинаковым сопротивлением 0,5 Ом каждая включены последовательно в сеть с напряжением 12 В. Какова электрическая мощность одной лампы?

5. Генератор имеет внутреннее сопротивление 0,8 Ом, во внешнюю цепь включено параллельно 100 ламп сопротивлением 320 Ом каждая, находящихся под напряжением 120 В. Какова ЭДС генератора?

6. Сила тока в спирали электроплитки 5 А, мощность 600 Вт. Определить сопротивление спирали.

№ 24. Магнитное поле

1. Какую величину называют магнитным моментом контура?
2. Линии магнитной индукции – это линии
3. Что представляют собой линии магнитной индукции прямого проводника с током?
4. О чем говорит теорема Гаусса для магнитного поля?
5. Как определяют направление силы, действующей на проводник с током, помещенный в магнитное поле?
6. Магнитная индукция – это

№ 25. Магнитное поле

1. Как определяется направление силовых линий магнитного поля?
2. Какие поля называют соленоидальными или вихревыми?
3. Какую величину называют магнитным потоком?
4. О чем говорит закон Ампера?
5. Как ведет себя контур с током в магнитном поле?
6. Как связаны между собой магнитная индукция и напряженность магнитного поля?

№ 26. Магнитное поле

1. Как выражается напряженность магнитного поля, создаваемого бесконечно длинным прямолинейным проводником с током?
2. О чем говорит закон полного тока?
3. Чему равна работа, совершаемая при перемещении проводника с током в магнитном поле?
4. Какая сила называется силой Лоренца?
5. Какая величина называется относительной магнитной проницаемостью среды?
6. О чем говорит закон Био – Савара – Лапласа?

№ 27. Магнитное поле

1. Как выражается напряженность магнитного поля в центре кругового проводника с током?
2. Если по параллельным проводникам текут токи в одинаковых направлениях, то проводники
3. Если по параллельным проводникам текут токи в противоположных направлениях, то проводники
4. Как действует магнитное поле на движущийся заряд?
5. В чем заключается эффект Холла?
6. Что является источником магнитного поля?

№ 28. Магнитное поле

1. Назовите свойства магнитного поля.
2. От чего зависит сила Ампера?
3. Частица с электрическим зарядом $8 \cdot 10^{-19}$ Кл движется со скоростью 500 км/с в магнитном поле с индукцией 5 Тл. Угол между векторами скорости и индукции 30° . Каково значение силы Лоренца?
4. Найти магнитную индукцию в центре тонкого кольца, по которому идет ток силой 10 А. Радиус кольца равен 5 см.
5. Вычислить напряженность магнитного поля, если его индукция в вакууме равна 0,05 Тл.
6. Максимальный вращающий момент, действующий на рамку площадью 1 см^2 , находящуюся в магнитном поле, равен 2 мкН·м. Найти индукцию магнитного поля, если сила тока в рамке 0,5 А.

№ 29. Магнитное поле

1. От чего зависит модуль вектора магнитной индукции? Какие вещества называют диамагнетиками?
2. Если ток идет по прямому проводнику на наблюдателя, силовые линии магнитного поля направлены
3. По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток силой 5 А. Определить магнитную индукцию в точке, удаленной на 5 см от проводника.
4. Определение магнетиков.

5. Индукция вещества в магнитном поле равна 6594 Тл, напряженность вещества равна 3 А/м. Найти магнитную проницаемость этого вещества.

6. Какова индукция магнитного поля, в котором на проводник с током силой 25 А действует сила 50 мН? Поле и ток взаимно перпендикулярны, длина проводника 5 см.

№ 30. Магнитное поле

1. Какие вещества называют парамагнетиками?
2. Почему магнитная проницаемость ферромагнетиков очень велика?
3. Прямолинейный проводник длиной 10 см расположен под углом 30° к вектору магнитной индукции однородного магнитного поля. Какова сила Ампера, действующая на проводник, при силе тока в проводнике 200 мА и модуле индукции магнитного поля 0,5 Тл?

4. По витку радиусом 5 см течет ток силой 10 А. Определить магнитный момент кругового тока.

5. Индукция магнитного поля проводника в воздухе 15,8 мкТл. Найти напряженность этого магнитного поля.

6. Электрон движется в вакууме в однородном магнитном поле с индукцией 5 мТл со скоростью 100 м/с, направленной перпендикулярно к линиям индукции. Определить силу, действующую на электрон.

№ 31. Магнитное поле

1. Определение стационарного магнитного поля.
2. Чем создается магнитное поле?
3. Напряженность магнитного поля равна 79,6 кА/м. Определить магнитную индукцию этого поля в вакууме.

4. Магнитный момент витка равен 0,2 Дж/Тл. Определить силу тока в витке, если его диаметр 10 см.

5. Напряженность магнитного поля, создаваемого проводником с током, 159 А/м, индукция этого поля $2 \cdot 10^{-4}$ Тл. Найти магнитную проницаемость среды, в которой находится проводник.

6. С какой силой действует магнитное поле с индукцией 10 мТл на проводник, в котором сила тока 50 А, если длина проводника 0,1 м? Поле и ток взаимно перпендикулярны.

№ 32. Электромагнитная индукция

1. Какое явление названо электромагнитной индукцией?
2. В чем заключается закон электромагнитной индукции (закон Фарадея)?
3. Потокосцепление – это
4. Чему равна индуктивность соленоида?
5. Чему равен орбитальный магнитный момент электрона?
6. Что характеризует площадь петли гистерезиса?

№ 33. Электромагнитная индукция

1. Какой ток называют индукционным?
2. О чем говорит правило Ленца?
3. Что называют коэффициентом самоиндукции (индуктивностью контура)?
4. Как выражается энергия магнитного поля?
5. Что называется магнитной индукцией?
6. Как по петле гистерезиса можно определить, мягкий или жесткий ферромагнетик?

№ 34. Электромагнитная индукция

1. Причины возникновения индукционного тока.
2. По какой формуле определяют энергию магнитного поля проводника с током?
3. Сила тока 1 А создает в контуре магнитный поток в 1 Вб. Какова индуктивность контура?
4. По катушке течет ток силой 0,5 А. При какой индуктивности энергия катушки будет равна 0,5 Дж?
5. Какая ЭДС самоиндукции возбуждается в обмотке электромагнита с индуктивностью 0,4 Гн при равномерном изменении силы тока в ней на 5 А за 0,02 с?
6. Перпендикулярно к линиям индукции перемещается проводник длиной 1,8 м со скоростью 6 м/с. ЭДС индукции 1,44 В. Найти индукцию магнитного поля.

№ 35. Электромагнитная индукция

1. От чего зависит знак магнитного потока ($\Phi > 0$ или $\Phi < 0$)?
2. Запишите формулу для плотности энергии магнитного поля.
3. Чему равен магнитный поток через контур площадью 100 см^2 в однородном магнитном поле с индукцией 2 Тл , если угол между вектором индукции и нормалью к плоскости контура равен 60° ?
4. Какова энергия магнитного поля катушки индуктивностью 200 мГн при силе тока в ней 2 А ?
5. Какова индуктивность соленоида, если при силе тока 5 А через него проходит магнитный поток в 50 мВб ?
6. С какой скоростью надо перемещать проводник длиной 50 см в однородном магнитном поле с индукцией $0,4 \text{ Тл}$ под углом 60° к силовым линиям, чтобы в проводнике возникала ЭДС 1 В ?

№ 36. Электромагнитная индукция

1. От чего зависит индуктивность контура?
2. Какой магнитный поток создается в контуре индуктивностью 2 Гн при силе тока 4 А ?
3. За какое время магнитный поток в катушке увеличится на $2,2 \text{ мВб}$, если ЭДС индукции равна $1,1 \text{ В}$?
4. Какой магнитный поток пронизывает плоскую поверхность площадью 50 см^2 при индукции поля $0,4 \text{ Тл}$, если эта поверхность перпендикулярна к вектору индукции поля?
5. Какой должна быть сила тока в обмотке дросселя с индуктивностью $0,5 \text{ Гн}$, чтобы энергия поля оказалась равной 1 Дж ?
6. По катушке с индуктивностью 80 мГн проходит постоянный ток 2 А . Определить время убывания тока при размыкании цепи, если ЭДС самоиндукции 16 В .

№ 37. Электромагнитная индукция

1. Магнитный поток через поверхность увеличился в 2 раза. Это произошло за счет
2. Сила тока в катушке с индуктивностью 3 Гн равномерно спадает за $0,1 \text{ с}$ от 4 А до нуля. Какая при этом возникает ЭДС индукции?

3. Какова ЭДС самоиндукции, возникающая в катушке индуктивностью $1,2 \text{ Гн}$, если сила тока в ней за $0,1 \text{ с}$ равномерно спадает от 3 А до нуля?

4. По катушке индуктивностью L проходит ток силой I . Как изменится энергия магнитного поля, если силу тока увеличить вдвое, а индуктивность уменьшить вдвое?

5. В магнитном поле с индукцией $0,25 \text{ Тл}$ перпендикулярно к линиям индукции со скоростью $0,5 \text{ м/с}$ движется проводник длиной $1,2 \text{ м}$. Найти ЭДС индукции в проводнике.

6. Какой формы должны быть катушки для получения большой индуктивности?

№ 38. Электромагнитные колебания и волны

1. Из каких элементов состоит колебательный контур?

2. От чего зависит период электромагнитных колебаний в контуре?

3. Как рассчитывается резонансная частота переменного тока?

4. Катушку какой индуктивности надо включить в колебательный контур, чтобы при емкости конденсатора 50 пФ получить колебания частотой 10 МГц ?

5. Идеальный колебательный контур состоит из катушки индуктивности и двух одинаковых конденсаторов, включенных параллельно. Чему равен период колебаний?

6. Индуктивность колебательного контура 500 мкГн . Требуется настроить этот контур на частоту 1 МГц . Какую емкость следует выбрать?

№ 39. Электромагнитные колебания и волны

1. Какие системы называют колебательным контуром?
2. Как выражается период колебаний идеального контура ($R = 0$)?
3. Как происходит превращение энергии в колебательном контуре?
4. Что представляет собой электромагнитная волна?
5. Что характеризует вектор Умова – Пойнтинга?
6. Что называют генератором?

№ 40. Электромагнитные колебания и волны

1. Может ли период колебаний оставаться постоянным при изменении индуктивности и емкости?
2. Как изменится период электромагнитных колебаний в контуре, если увеличить число витков катушки?
3. Как рассчитывается средняя мощность, выделяемая в цепи переменного тока?
4. Какова резонансная частота в цепи из катушки индуктивностью 4 Гн и конденсатора электроемкостью 9 Ф?
5. Определить частоту колебаний в контуре с катушкой индуктивностью 1,5 мГн и конденсатором емкостью 450 пФ.
6. Амплитуда колебаний тока в контуре 2 А, а индуктивность катушки 2 мГн. Определить полную энергию контура.

41. Электромагнитные колебания и волны

1. Как действующее значение силы тока связано с амплитудным значением?
2. Для чего служит трансформатор?
3. Каков период колебаний в контуре из катушки индуктивностью 9 Гн и конденсатора электроемкостью 4 Ф?
4. Во сколько раз изменится частота собственных колебаний, если емкость конденсатора увеличилась в 25 раз, а индуктивность уменьшилась в 16 раз?
5. Как изменятся период и частота колебаний в контуре при увеличении расстояния между пластинами конденсатора?
6. Как изменятся период и частота колебаний в контуре при введении в катушку индуктивности железного сердечника?

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Электростатическое взаимодействие заряженных тел

1. Два шарика массой 0,1 г каждый подвешены в одной точке на нитях длиной 20 см каждая. Получив одинаковый заряд, шарики разошлись так, что нити образовали между собой угол 60° . Найти заряд каждого шарика.

2. Какой заряд надо сообщить каждому шарiku, чтобы сила взаимного отталкивания двух шариков уравновесила силу взаимного притяжения их по закону тяготения Ньютона? Массы шариков 1 г.

3. Два одинаковых заряженных шарика подвешены в одной точке на нитях одинаковой длины. При этом нити разошлись на угол α . Шарики погружают в масло плотностью 800 кг/м^3 . Определить диэлектрическую проницаемость масла, если угол расхождения нитей не изменился. Плотность шариков 1600 кг/м^3 .

4. Расстояние между двумя точечными зарядами 1 мкКл и -1 мкКл равно 10 см. Определить силу, действующую на заряд величиной 0,1 мкКл, удаленный на расстояние 6 см от первого заряда и на расстояние 8 см от второго.

5. Каков должен быть заряд частицы массой 2 мг, чтобы она удерживалась в равновесии в электрическом поле с напряженностью 500 В/м, направленном вертикально вниз?

6. Три точечных заряда величиной 1 нКл каждый расположены в вершинах равностороннего треугольника со стороной a . Какой заряд нужно поместить в центре треугольника, чтобы указанная система зарядов находилась в равновесии?

7. На расстоянии 2 м друг от друга расположены шары, несущие по заряду 1,1 мкКл каждый. С какой силой они будут действовать на заряд, равный 1 нКл, находящийся на расстоянии 2 м от каждого из них?

8. Маленький шарик весом 3 мН, подвешенный на тонкой шелковой нити, несет на себе заряд 10 нКл. Под ним на расстоянии 3 см устанавливают заряженный шарик, причем натяжение нити уменьшается в два раза. Определить заряд второго шарика.

9. В вершинах правильного шестиугольника со стороной 10 см расположены точечные заряды 1, 2, 3, 4, 5 и 6 мкКл соответственно. Найти силу, действующую на точечный заряд величиной 1 мкКл, лежащий в плоскости шестиугольника и равноудаленный от его вершин.

10. Вычислить силу электростатического отталкивания между ядром атома натрия и протоном, считая, что протон подошел к ядру на расстояние $6 \cdot 10^{-12}$ см. Заряд ядра натрия в 11 раз больше заряда протона.

11. В центре квадрата, в вершинах которого помещены заряды величиной 2,33 нКл, помещен отрицательный заряд. Найти величину этого заряда, если результирующая сила, действующая на каждый заряд, равна нулю.

12. Два точечных заряда +10 нКл и +40 нКл закреплены на расстоянии 60 см друг от друга. Определить, в какой точке на прямой, соединяющей заряды, надо поместить третий заряд, чтобы он находился в равновесии. Определить знак заряда для устойчивого равновесия.

13. Тонкая бесконечная нить согнута под углом 90° . Нить равномерно заряжена. На расстоянии 50 см от угла на продолжении одной из сторон расположен точечный заряд величиной 0,1 мкКл, на который со стороны нити действует сила 4,03 мН. Определить линейную плотность заряда нити.

14. Тонкий длинный стержень равномерно заряжен. На продолжении оси стержня находится точечный заряд 10 нКл. Расстояние от заряда до стержня равно 20 см. Сила взаимодействия стержня и заряда равна 4,5 мН. Определить линейную плотность заряда.

15. Тонкий очень длинный стержень равномерно заряжен с линейной плотностью 10 мкКл/м. На перпендикуляре к оси стержня, восстановленном из его конца, находится точечный заряд 10 нКл. Найти силу взаимодействия стержня и заряда, если расстояние от конца стержня до заряда 20 см.

2. Напряженность электростатического поля

1. Расстояние между двумя точечными зарядами $+8$ нКл и $-5,3$ нКл равно 40 см. Вычислить напряженность поля в точке, лежащей посередине между зарядами.

2. Расстояние между двумя точечными зарядами величиной 9 мкКл и 1 мкКл равно 8 см. На каком расстоянии от первого заряда находится точка, в которой напряженность электрического поля равна нулю?

3. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами 10 нКл и -20 нКл. Расстояние между зарядами 20 см. Определить напряженность поля в точке, удаленной от первого заряда на 30 см и от второго на 50 см.

4. Три одинаковых заряда 1 нКл каждый расположены в вершинах прямоугольного треугольника с катетами 40 см и 30 см. Найти напряженность электрического поля, создаваемого всеми зарядами в точке пересечения гипотенузы с перпендикуляром, опущенным из вершины прямого угла.

5. Четыре одноименных заряда по 20 нКл расположены в вершинах квадрата со стороной 10 см. Определить напряженность электрического поля на расстоянии 20 см от центра квадрата на продолжении диагонали.

6. На отрезке тонкого прямого проводника длиной 10 см равномерно распределен заряд с линейной плотностью 3 мкКл/м. Вычислить напряженность поля, создаваемого этим зарядом, в точке, расположенной на оси проводника и удаленной на 10 см от ближайшего конца отрезка.

7. Тонкое кольцо радиусом 8 см несет заряд, равномерно распределенный с линейной плотностью 10 нКл/м. Определить напряженность электрического поля в точке, равноудаленной от всех точек кольца на расстоянии 10 см.

8. Тонкий стержень длиной 10 см заряжен с линейной плотностью 400 нКл/м. Найти напряженность электрического поля в точке, расположенной на перпендикуляре к стержню, проведенному через один из его концов, на расстоянии 8 см от этого конца.

9. Тонкий стержень длиной 12 см заряжен с линейной плотностью 200 нКл/м. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии 5 см от стержня, напротив его середины.

10. Бесконечно длинная тонкостенная металлическая труба радиусом 2 см равномерно заряжена с поверхностной плотностью 1 нКл/м^2 . Определить напряженность поля в точках, отстоящих от оси трубы на расстояниях 1 см и 3 см.

11. Эбонитовый шар радиусом 5 см несет заряд, равномерно распределенный с объемной плотностью 10 нКл/м^3 . Определить напряженность поля на расстоянии 3 см от центра шара. Диэлектрическая проницаемость $\epsilon = 3$. Результат округлить до сотых.

12. Лист стекла толщиной 2 см равномерно заряжен с объемной плотностью 1 мкКл/м^3 . Определить напряженность поля на поверхности стекла. Диэлектрическая проницаемость $\epsilon = 7$.

13. Бесконечно длинная нить заряжена с линейной плотностью 1667 мкКл/м . Определить напряженность поля на расстоянии 5 см от нити.

14. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями 1 нКл/м^2 и 3 нКл/м^2 . Определить напряженность поля между пластинами и вне их. Построить график изменения напряженности вдоль линии, перпендикулярной к пластинам.

15. Две концентрические металлические сферы радиусами 6 см и 10 см несут соответственно заряды $+1 \text{ нКл}$ и $-0,5 \text{ нКл}$. Найти напряженность поля в точке на расстоянии 9 см от центра сфер.

3. Потенциал электростатического поля. Работа. Энергия

1. Заряды диполя $-q$ и $+q$ помещены соответственно в точках А и В. На каком расстоянии ОС от центра диполя О потенциал поля диполя будет такой же, как потенциал поля, создаваемого зарядом $+q$, помещенным в точке О?

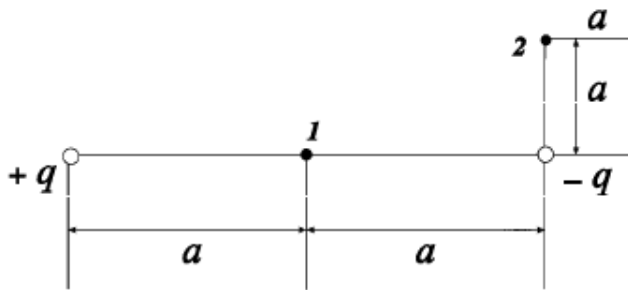
2. Какую работу надо совершить, чтобы развести точечные заряды, находящиеся в вершинах треугольника АВС ($q_A = 3 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$, $q_B = 5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$, $q_C = -6 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$, $AB = 0,3 \text{ м}$, $BC = 0,5 \text{ м}$, $AC = 0,6 \text{ м}$), на такое расстояние, чтобы силы их взаимодействия можно было считать равными нулю? Заряды находятся в керосине.

3. Вычислить потенциал, создаваемый тонким равномерно заряженным стержнем с линейной плотностью заряда $\tau = 10 \text{ нКл/м}$ в точке, расположенной на оси стержня и удаленной от ближайшего конца стержня на расстояние, равное длине стержня.

4. Электрическое поле создано тонким стержнем длиной $l = 10$ см, несущим равномерно распределенный заряд $q = 1$ нКл. Определить потенциал поля в точке, удаленной от концов стержня на расстояние, равное длине стержня.

5. Какую работу надо совершить, чтобы перенести заряд $q = 5$ нКл из центра равномерно заряженного кольца радиусом $R = 10$ см с линейной плотностью $\tau = 200$ нКл/м в точку, расположенную на оси кольца на расстоянии 20 см от его центра?

6. Электрическое поле создано равномерно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда $\sigma = 1$ мкКл/м². В этом поле вдоль прямой, составляющей угол $\alpha = 60^\circ$ с плоскостью, из точки 1 в точку 2 перемещается точечный заряд $q = 10$ нКл. Расстояние между точками $l = 10$ см. Определить работу сил поля по перемещению заряда.



7. Определить работу по перемещению заряда $q = 50$ нКл из точки 1 в точку 2 (см. рис.) в поле, созданном двумя зарядами, модуль которых равен 1 мкКл и $a = 0,1$ м.

8. Тонкие стержни образуют квадрат со стороной длиной 5 см. Стержни заряжены с линейной плотностью $\tau = 1,33$ нКл/м. Найти потенциал в центре квадрата.

9. Определить потенциальную энергию системы из четырех точечных зарядов, расположенных в вершинах квадрата со стороной 10 см. Заряды одинаковы по абсолютному значению, $q = 10$ нКл, но два из них отрицательны. Рассмотреть все возможные случаи.

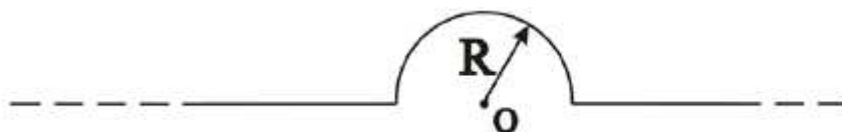
10. Тонкий стержень согнут в полукольцо. Стержень заряжен с линейной плотностью $\tau = 133$ нКл/м. Какую работу надо совершить, чтобы перенести заряд $q = 6,7$ нКл из центра полукольца в бесконечность?

11. Имеется бесконечно длинная прямая нить, заряженная равномерно с линейной плотностью $\tau = 0,4$ мкКл/м. Вычислить работу по перемещению заряда $q = 1$ мКл из точки 1 в точку 2, если точка 2 находится в два раза дальше от нити, чем точка 1.

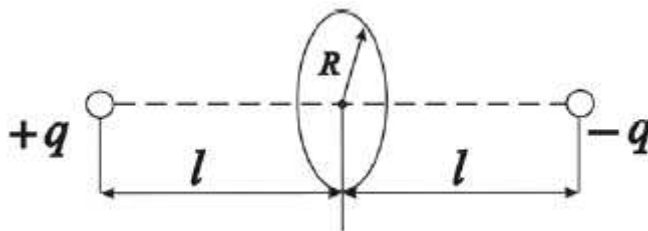
12. Найти объемную плотность энергии электростатического поля в точке, находящейся на расстоянии 2 см от бесконечно длинной заряженной нити. Линейная плотность заряда на нити равна $1,67 \cdot 10^{-7}$ Кл/м.

13. Сплошной парафиновый шар радиусом $R = 10$ см заряжен равномерно по объему с объемной плотностью $\rho = 10$ нКл/м³. Определить энергию электрического поля, сосредоточенную в самом шаре.

14. Равномерно заряженная бесконечно длинная нить, на единицу длины которой приходится заряд τ , имеет конфигурацию, показанную на рисунке. Найти выражение для потенциала в точке O . Радиус закругления R .



15. Два точечных заряда, q и $-q$, заряженное кольцо радиусом R с линейной плотностью τ расположены так, как показано на рисунке. Определить потенциал в центре кольца.



4. Конденсаторы. Диэлектрики

1. К батарее с ЭДС 700 В подключены два конденсатора емкостью 60 пФ и 8 пФ. Определить заряд на обкладках конденсаторов при их последовательном соединении.

2. Расстояние между обкладками плоского конденсатора заполнено двумя слоями диэлектриков. Толщина каждого слоя соответственно равна 400 мм и 700 мм, а относительные диэлектрические проницаемости 40 и 30. Площадь каждой обкладки 720 см^2 . Найти емкость конденсатора.

3. Конденсатор емкостью 17 мкФ, заряженный до разности потенциалов 626 В, соединили параллельно с заряженным до 24 В конденсатором неизвестной емкости. В результате соединения разность потенциалов на батарее конденсаторов стала равной 450 В. Определить емкость второго конденсатора.

4. Какую работу необходимо совершить, чтобы увеличить расстояние между пластинами плоского вакуумного конденсатора площадью 100 см^2 от $0,03$ до $0,1$ м? Напряжение между пластинами конденсатора постоянно и равно 220 В .

5. Расстояние между пластинами плоского конденсатора равно $2,5 \text{ см}$, разность потенциалов $U = 5 \text{ кВ}$. Заряд каждой пластины равен 10 нКл . Определить энергию поля конденсатора.

6. Какое количество теплоты выделится при разряде плоского конденсатора, если разность потенциалов между пластинами равна 15 кВ , расстояние $d = 1 \text{ мм}$, диэлектрик – слюда и площадь каждой пластины равна 200 см^2 ?

7. Сила притяжения между пластинами плоского воздушного конденсатора равна 50 мН . Площадь каждой пластины равна 200 см^2 . Найти плотность энергии поля конденсатора.

8. В центре диэлектрического шара радиусом 56 см , относительная диэлектрическая проницаемость материала которого равна 46 , помещен заряд 54 нКл . Шар окружен безграничным диэлектриком с относительной диэлектрической проницаемостью 12 . Определить поверхностную плотность поляризованных зарядов.

9. Находящаяся в вакууме изолирующая пластина с относительной диэлектрической проницаемостью 26 внесена в однородное электрическое поле с напряженностью 274 В/м так, что угол между нормалью к пластине и направлением внешнего поля составляет 58° . Найти плотность связанных зарядов, возникающих на поверхности пластины.

10. Насколько отличается от единицы относительная диэлектрическая проницаемость «идеального газа», состоящего из большого числа проводящих шариков радиусом 866 мкм ? Концентрация шариков 1797 м^{-3} . Шарик рассматривать как индуцированный диэлектрический диполь.

11. Обкладки плоского конденсатора имеют разноименные заряды по 878 нКл . Между обкладками находится диэлектрик. Его относительная диэлектрическая проницаемость изменяется от 49 у положительной обкладки до 23 у отрицательной обкладки. Определить суммарный связанный заряд, возникающий во всем объеме диэлектрика.

12. Лейденская банка емкостью 24 нФ заряжена до 76 кВ . Предполагая, что при зарядке 10% энергии расходуется в виде звуковых и электромагнитных волн, определить количество энергии, расходуемой на теплоту.

13. Площадь каждой пластины плоского воздушного конденсатора 711 см^2 , а расстояние между ними 11 мм . К пластинам приложена разность потенциалов 12 кВ . Конденсатор отключают от источника и пластины раздвигают до расстояния 49 мм . Определить, насколько при этом изменится энергия конденсатора.

14. Плоский воздушный конденсатор, пластины которого расположены горизонтально, наполовину залит диэлектрической жидкостью с относительной диэлектрической проницаемостью 48 . Какую часть конденсатора нужно залить этой же жидкостью при вертикальном расположении пластин, чтобы емкости в обоих случаях были одинаковыми?

15. На одной из пластин плоского воздушного конденсатора емкостью 73 пФ находится заряд 185 нКл , а на другой пластине – в 4 раза больший заряд. Заряды имеют одинаковый знак. Определить разность потенциалов между пластинами конденсатора.

5. Цепи постоянного тока

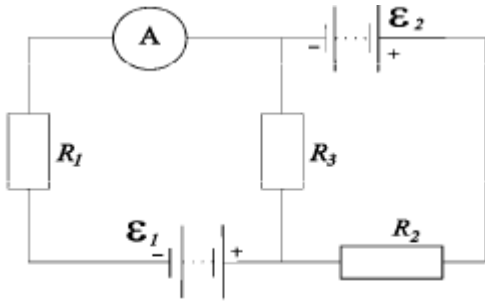
1. Сила тока в проводнике равномерно нарастает от 0 до 3 А в течение 10 с . Определить заряд, прошедший в проводнике за это время.

2. Три батареи аккумуляторов с ЭДС 12 В , 5 В и 10 В и одинаковыми внутренними сопротивлениями в 1 Ом соединены между собой одноименными полюсами. Сопротивление соединительных проводов ничтожно мало. Определить силы токов, идущих через каждую батарею.

3. ЭДС батареи аккумуляторов 12 В , сила тока короткого замыкания равна 5 А . Какую наибольшую мощность можно получить во внешней цепи, соединенной с такой батареей?

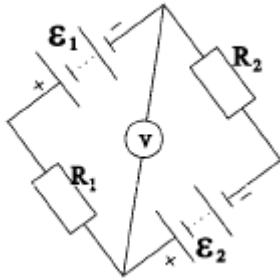
4. Обмотка электрического кипятильника имеет две секции. Если включена одна секция, вода закипает через 10 минут, если другая, то через 20 минут. Через сколько минут закипит вода, если обе секции включить последовательно? Напряжение и КПД постоянны.

5. Сколько витков нихромовой проволоки надо намотать на фарфоровый цилиндр радиусом $2,5 \text{ см}$, чтобы получить нагревательный элемент сопротивлением 40 Ом ? Диаметр проволоки 1 мм .

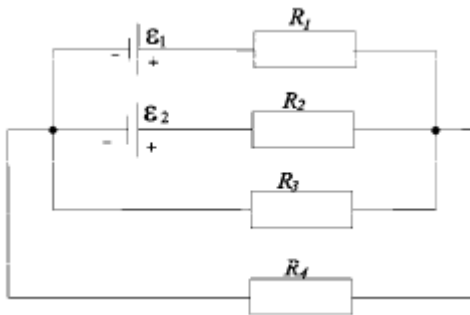


6. На схеме (см. рис.) $\varepsilon_1 = 110$ В, $\varepsilon_2 = 220$ В, $R_1 = R_2 = 100$ Ом и $R_3 = 500$ Ом. Найти показание амперметра.

7. При нагревании 4,5 л воды от 23° С до кипения нагреватель потребляет 0,5 кВт-час электрической энергии. Определить КПД нагревателя.



8. Во сколько раз ток, текущий через вольтметр, больше тока, текущего через сопротивление R_2 ? ЭДС источников тока одинаковы (см. рис.) и $R_2 = 2R_1$. Сопротивлением источника тока пренебречь.



9. Определить напряжение на сопротивлениях $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = R_3 = 4$ Ом и $R_4 = 2$ Ом, если $\varepsilon_1 = 10$ В, $\varepsilon_2 = 4$ В (см. рис.).

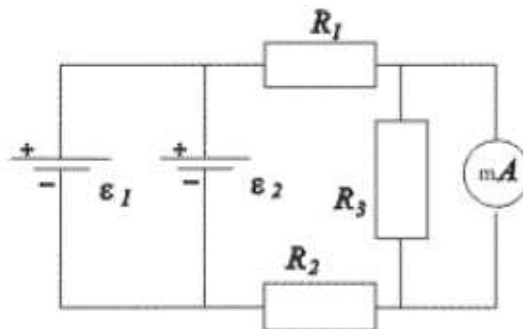
10. ЭДС элемента равна 6 В. При внешнем сопротивлении 1,1 Ом сила тока в цепи равна 3 А. Найти падение потенциала внутри элемента и его внутреннее сопротивление.

11. Сила тока в проводнике сопротивлением 12 Ом равномерно убывает от 5 А до 0 в течение 10 секунд. Определить количество теплоты, выделившееся в проводнике за это время.

12. Две группы из трех последовательно соединенных элементов соединены параллельно одноименными полюсами. ЭДС каждого элемента 1,2 В и внутреннее сопротивление 0,2 Ом. Полученная батарея замкнута на внешнее сопротивление 1,5 Ом. Найти силу тока во внешней цепи.

13. Когда к источнику тока с ЭДС 1,5 В присоединили сопротивление 0,1 Ом, амперметр показал силу тока в 0,5 А. Когда к источнику тока присоединили последовательно еще источник тока с такой же ЭДС, сила тока в сопротивлении стала 0,4 А. Определить внутреннее сопротивление источников тока.

14. Найти показание миллиамперметра, если $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 1,5 \text{ В}$, $r_1 = r_2 = 0,5 \text{ Ом}$, $R_1 = R_2 = 2 \text{ Ом}$, $R_3 = 1 \text{ Ом}$ (см. рис.) и сопротивление миллиамперметра 3 Ом .



15. От генератора с ЭДС 110 В передается энергия на расстояние 250 м . Потребляемая мощность 1 кВт . Найти сечение медных проводов (потери мощности в сети не должны превышать 1%).

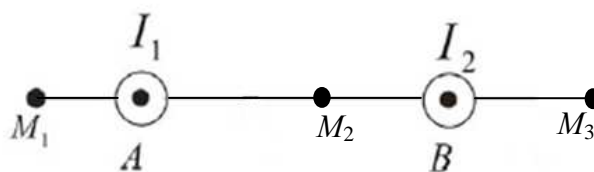
6. Магнитное поле

1. Ток 20 А идет по длинному проводнику, согнутому под прямым углом. Найти магнитную индукцию поля в точке, лежащей на биссектрисе этого угла и отстоящей от вершины угла на расстоянии 10 см .

2. Два круговых витка радиусом 4 см каждый расположены в параллельных плоскостях на расстоянии 5 см друг от друга. Магнитная индукция в центре одного из витков при условии, что токи в витках одинаковы и текут в одном направлении, $B = 78 \text{ мкТл}$. Найти значения тока в витках.

3. Требуется получить индукцию магнитного поля $1,25 \text{ мТл}$ в соленоиде длиной 20 см и диаметром 5 см . Обмотка соленоида изготовлена из медной проволоки диаметром $0,5 \text{ мм}$. Найти ток, проходящий через обмотку, и разность потенциалов, прикладываемую к концам обмотки. Считать поле соленоида однородным.

4. Расстояние AB между проводниками равно 10 см , $I_1 = 20 \text{ А}$, $I_2 = 30 \text{ А}$ (см. рис.). Найти магнитную индукцию, создаваемую токами I_1 и I_2 в точках M_1 , M_2 и M_3 . Расстояние $M_1A = 2 \text{ см}$, $AM_2 = 4 \text{ см}$, $BM_3 = 3 \text{ см}$.



5. По контуру в виде равностороннего треугольника идет ток с силой 40 А . Магнитная индукция в точке пересечения высот треугольника $B = 240 \text{ мкТл}$. Найти длину проводника, из которого сделан контур.

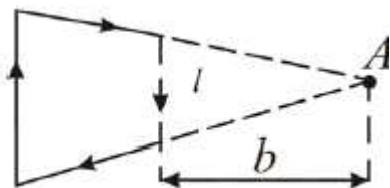
6. По тонкому проводу, изогнутому в виде прямоугольника, течет ток силой 60 А . Длины сторон прямоугольника равны 30 см и 40 см . Определить магнитную индукцию B в точке пересечения диагоналей.

7. Тонкое кольцо радиусом 10 см несет на себе равномерно распределенный заряд. Кольцо равномерно вращается с частотой 1200 об/мин вокруг оси, проходящей через центр кольца перпендикулярно к его плоскости. Определить заряд на кольце, если индукция магнитного поля в его центре равна $3,8 \cdot 10^{-9}$ Тл.

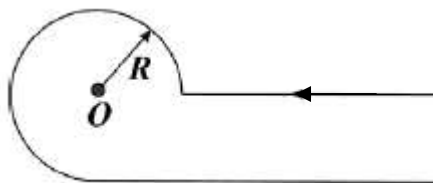
8. Два прямолинейных длинных проводника расположены параллельно на расстоянии 10 см друг от друга. По проводникам текут токи 5 А в противоположных направлениях. Найти индукцию магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии 10 см от каждого проводника.

9. Напряженность магнитного поля в центре кругового витка радиусом 11 см равна 64 А/м. Найти индукцию магнитного поля на оси витка на расстоянии 10 см от его плоскости.

10. Два бесконечно длинных провода скрещены под прямым углом. По проводам текут токи силой $I_1 = 80$ А и $I_2 = 60$ А. Расстояние между проводниками равно 10 см. Определить магнитную индукцию B в точке А, одинаково удаленной от обоих проводников.

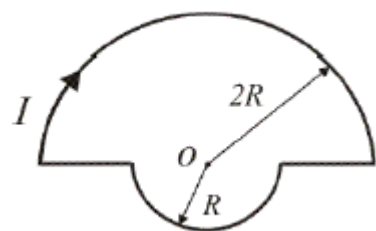


11. Ток силой 6,28 А циркулирует в контуре, имеющем форму равнобокой трапеции (см. рис.). Отношение оснований трапеции равно 2. Найти магнитную индукцию в точке А, лежащей в плоскости трапеции. Меньшее основание трапеции $l = 10$ см, расстояние $b = 50$ мм.



12. Бесконечно длинный тонкий проводник с током силой 50 А имеет плоскую петлю радиусом $R = 10$ см (см. рис.). Определить в точке О магнитную индукцию B поля, создаваемого этим током.

13. Бесконечно длинный провод образует круговую петлю, касательную к проводу. По проводу течет ток силой 5 А. Найти радиус петли, если известно, что индукция магнитного поля в центре петли равна 51,2 мкТл.



14. По плоскому контуру из тонкого провода течет ток силой $I = 100$ А. Определить магнитную индукцию B поля, создаваемого этим током в точке О (см. рис.). Радиус $R = 20$ см.

15. Тонкий провод изогнут в виде правильного шестиугольника. Длина стороны шестиугольника равна 10 см. Определить магнитную индукцию B в центре шестиугольника, если по проводу течет ток силой $I = 25$ А.

7. Сила Лоренца и сила Ампера

1. Рамка гальванометра длиной 4 см и шириной 1,5 см содержит 200 витков тонкого провода. Рамка помещена в магнитное поле с индукцией 0,1 Тл так, что плоскость рамки параллельна линиям индукции. Найти магнитный момент рамки, если по ней течет ток 1 мА.

2. Рамка гальванометра площадью 1 см^2 , содержащая 200 витков тонкого провода, подвешена на упругой нити в магнитном поле с индукцией 5 мТл так, что нормаль к плоскости рамки перпендикулярна к линиям магнитной индукции. Найти постоянную кручения нити, если при пропускании по рамке тока 2 мкА она поворачивается на угол 30° .

3. Определить силу отталкивания двух параллельных проводов, находящихся на расстоянии 20 см друг от друга, если их длина 2 м и по ним текут токи 10 кА.

4. Три параллельных прямых провода расположены на одинаковом расстоянии 10 см друг от друга. Определить силу, действующую на отрезки длиной 1 м каждого провода, если по ним текут одинаковые токи 100 А, причем направления токов в двух проводах совпадают.

5. Прямой длинный провод расположен в одной плоскости с квадратной рамкой так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу течет ток 1 кА. Определить силу, действующую на рамку, если ближайшая сторона рамки находится от провода на расстоянии, равном ее длине.

6. Короткая катушка содержит 200 витков провода, по которому течет ток 4 А. Площадь поперечного сечения катушки 150 см^2 . Катушка помещена в однородное магнитное поле напряженностью 8 кА/м так, что ее ось составляет угол 60° с линиями индукции. Определить магнитный момент катушки.

7. Определить силу, действующую на тонкий провод в виде дуги, составляющей треть кольца радиусом 15 см, если по проводу течет ток 30 А и провод находится в магнитном поле индукцией 20 мТл. Плоскость, в которой лежит дуга, перпендикулярна к линиям магнитной индукции.

8. По тонкому проводу в виде кольца радиусом 20 см течет ток 200 А. Перпендикулярно к плоскости кольца возбуждено магнитное поле с индукцией 20 мТл. Определить силу, растягивающую кольцо.

9. Вычислить скорость и энергию α -частиц, вылетающих из циклотрона, если перед выходом они движутся по окружности радиусом 50 см. Индукция магнитного поля 1,7 Тл.

10. Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле со скоростью $0,8c$ ($c = 3 \cdot 10^8$ м/с). Индукция магнитного поля равна $0,01$ Тл. Определить радиус окружности, учитывая увеличение массы электрона со скоростью и без учета этого эффекта.

11. Определить период вращения и скорость электрона при его движении по винтовой линии в однородном магнитном поле с индукцией 9 мТл. Радиус винтовой линии 1 см и ее шаг $7,8$ см.

12. Определить скорость и энергию протона, сделавшего 40 оборотов в циклотроне, если максимальное значение разности потенциалов между дуантами равно 60 кВ.

13. Кольцо радиусом 10 см находится в однородном магнитном поле с индукцией $0,32$ Тл. Плоскость кольца составляет угол 30° с линиями индукции. Найти магнитный поток.

14. Протон и электрон, ускоренные одинаковой разностью потенциалов, влетают в однородное магнитное поле. Во сколько раз радиус кривизны траектории протона больше радиуса кривизны траектории электрона?

15. Протон и электрон, двигаясь с одинаковой скоростью, влетают в однородное магнитное поле. Во сколько раз радиус кривизны траектории протона больше радиуса кривизны траектории электрона?

8. Электромагнитная индукция

1. Определить среднее значение ЭДС индукции в контуре, если магнитный поток, пронизывающий контур, изменяется от 0 до 40 мВб за время 2 мс.

2. На картонный каркас длиной 50 см и площадью поперечного сечения 8 см² намотан тонкий провод в один слой так, что витки плотно прилегают друг к другу. Индуктивность соленоида равна $12,56$ мГн. Каков диаметр провода?

3. Кольцо из проволоки сопротивлением 1 мОм находится в однородном магнитном поле с индукцией $0,4$ Тл. Плоскость кольца перпендикулярна к линиям индукции. Определить заряд, который протечет по кольцу, если его выдернуть из поля. Площадь кольца 10 см².

4. Определить мощность, которую необходимо затратить для движения прямого провода длиной 10 см в магнитном поле с индукцией 1 Тл со скоростью 20 м/с перпендикулярно к силовым линиям. Сопротивление всей цепи равно $0,4$ Ом.

5. По двум параллельным стержням, расположенным горизонтально и находящимся на расстоянии 20 см друг от друга, скользит перемычка со скоростью 1 м/с, так как стержни находятся в вертикальном магнитном поле с индукцией 1,5 Тл и к стержням приложена ЭДС, равная 0,5 В. Сопротивление перемычки 0,02 Ом. Определить ЭДС индукции, возникающей в перемычке.

6. Определить индуктивность двухпроводной линии на участке длиной 1 км, если радиус провода равен 1 мм и расстояние между осевыми линиями проводов равно 0,4 м. (Учесть только поток, пронизывающий контур, ограниченный проводами).

7. Стержень длиной 10 см вращается относительно оси, проходящей через один из его концов, в однородном магнитном поле с индукцией 0,4 Тл. Плоскость вращения перпендикулярна к силовым линиям поля. Определить разность потенциалов на концах стержня при частоте вращения 16 об/с.

8. Рамка площадью 50 см^2 , содержащая 100 витков, равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией 40 мТл. Определить максимальное значение ЭДС индукции, если рамка вращается с частотой 96 об/с и ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна к линиям индукции.

9. Соленоид содержит 4000 витков провода, по которому течет ток силой 20 А. Определить магнитный поток и потокосцепление, если индуктивность соленоида равна 0,4 Гн.

10. Найти зависимость ЭДС в катушке от времени и зависимость энергии магнитного поля от времени, если через катушку индуктивностью 0,021 Гн течет ток, изменяющийся со временем по закону $I = I_0 \sin \omega t$, где $I_0 = 5 \text{ А}$ и период колебаний тока $T = 0,02 \text{ с}$.

11. Две катушки имеют взаимную индуктивность 5 мГн. В первой катушке сила тока меняется по закону $I = I_0 \sin \omega t$, где $I_0 = 10 \text{ А}$, $\omega = 100\pi \text{ рад/с}$. Найти зависимость от времени ЭДС, индуцируемой во второй катушке, и максимальное значение этой ЭДС.

12. По проводу, согнутому в виде квадрата со стороной 10 см, течет ток силой 20 А. Плоскость квадрата составляет угол 20° с линиями индукции магнитного поля $B = 0,1 \text{ Тл}$. Найти работу, которую надо совершить для удаления провода за пределы поля.

13. Контур, состоящий из сопротивления 10 Ом и индуктивности 1 Гн, отключили от источника тока. Определить время, через которое сила тока уменьшится до 0,1 % от первоначального значения.

14. Определить время, через которое в катушке установится ток, равный половине максимального, если катушка имеет сопротивление 10 Ом и индуктивность 0,144 Гн после включения ее в цепи питания.

15. Соленоид длиной 20 см и диаметром 2 см содержит 200 витков медной проволоки сечением 1 мм². Через какое время ток в соленоиде уменьшится в два раза после его отключения от источника питания и замыкания накоротко?

9. Электромагнитные колебания и волны

1. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 2,22 нФ и катушки, намотанной из медной проволоки диаметром 0,5 мм. Длина катушки 20 см, площадь поперечного сечения 3 см². Найти логарифмический декремент затухания колебаний и добротность контура. Округлить до тысячных.

2. Два конденсатора емкостью 0,2 мкФ и 0,1 мкФ включены последовательно в цепь переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц. Найти: 1) силу тока в цепи; 2) падение потенциала на первом и втором конденсаторах.

3. Колебательный контур состоит из катушки с индуктивностью 1,2 мГн и конденсатора переменной емкости от 12 нФ до 80 нФ. Определить диапазон длин электромагнитных волн, которые могут вызвать резонанс в этом контуре. Активное сопротивление контура принять равным нулю.

4. Обмотка катушки состоит из 500 витков медного провода площадью поперечного сечения 1 мм². Длина катушки 50 см и ее диаметр 5 см. При какой частоте переменного тока полное сопротивление катушки вдвое больше ее активного сопротивления?

5. В цепь переменного тока напряжением 220 В включены последовательно емкость, активное сопротивление и индуктивность. Найти падение напряжения на омическом сопротивлении U_R , если известно, что падение напряжения на конденсаторе $U_C = 2U_R$ и падение напряжения на индуктивности $U_L = 3U_R$.

6. Определить отношение энергии магнитного поля колебательного контура к энергии его электрического поля для момента времени $T/8$.

7. Конденсатор емкостью 1 мкФ и реостат с активным сопротивлением 3 кОм включены в цепь переменного тока частотой 50 Гц. Индуктивность реостата ничтожно мала. Найти полное сопротивление цепи, если конденсатор и реостат соединены последовательно.

8. Активное сопротивление колебательного контура 0,33 Ом. Какую мощность в мкВт потребляет контур при поддержании в нем незатухающих колебаний с амплитудой силы тока 30 мА?

9. В среде с $\epsilon = 4$ и $\mu = 1$ распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности электрического поля волны 200 В/м. На пути волны, перпендикулярно к ее распространению располагается поглощающая поверхность в виде круга радиусом 300 мм. Какую энергию поглощает эта поверхность за время 1 мин? Считать $t \gg T$, где T – период волны.

10. Уравнение изменения силы тока в колебательном контуре со временем имеет вид $I = -0,02\sin 400\pi t$ (А). Индуктивность контура 1 Гн. Найти: 1) период колебаний; 2) емкость конденсатора контура; 3) максимальную разность потенциалов на обкладках конденсатора; 4) максимальную энергию магнитного поля; 5) максимальную энергию электрического поля.

11. В цепи, состоящей из последовательно соединенных активного сопротивления 20 Ом, катушки индуктивностью 1 мГн и конденсатора 0,1 мкФ действует синусоидальная ЭДС. Определить частоту ЭДС, при которой в цепи наступает резонанс. Найти максимальные значения силы тока и напряжений на всех элементах цепи при резонансе, если при этом максимальное значение ЭДС 30 В.

12. Плотность потока энергии электромагнитной волны при распространении ее в вакууме составляет $1,34 \cdot 10^{-9}$ Дж/(м²·с). Найти амплитуды напряженности электрического и магнитного полей.

13. Найти разность фаз колебаний вектора напряженности электрического поля электромагнитной волны, если расстояния от источника колебаний до точек, где происходят эти колебания, составляют соответственно 10 м и 15 м. Период колебаний $5 \cdot 10^{-8}$ с.

14. Конденсатор емкостью 1 мкФ и реостат с активным сопротивлением 3000 Ом включены параллельно в цепь переменного тока частотой 50 Гц. Найти полное сопротивление цепи и сдвиг фаз между напряжением и током.

15. Индуктивность 22,6 мГн и активное сопротивление включены параллельно в цепь переменного тока частотой 50 Гц. Найти сопротивление, если известно, что сдвиг фаз между напряжением и током равен 60°.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ГОТОВНОСТИ К ЗАНЯТИЯМ	4
Электростатика.....	4
Диэлектрики	7
Постоянный ток.....	9
Магнитное поле	12
Электромагнитная индукция.....	15
Электромагнитные колебания и волны.....	17
ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	19
1. Электростатическое взаимодействие заряженных тел.....	19
2. Напряженность электростатического поля.....	21
3. Потенциал электростатического поля. Работа. Энергия	22
4. Конденсаторы. Диэлектрики	24
5. Цепи постоянного тока	26
6. Магнитное поле	28
7. Сила Лоренца и сила Ампера.....	30
8. Электромагнитная индукция.....	31
9. Электромагнитные колебания и волны.....	33

Учебное издание

АНДРИЕВСКАЯ Лариса Владимировна
МАКАРЕНКО Геннадий Макарович
ПЕТРОВИЧ Ольга Николаевна

**ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ.
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ**

Вопросы и задания для проведения практических
и лабораторных занятий по физике
для студентов технических специальностей

Редактор *Т. В. Булах*

Подписано в печать 06.05.2013. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 2,02. Тираж 30 экз. Заказ 728.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

ЛИ № 02330/0548568 от 26.06.2009 ЛП № 02330/0494256 от 27.05.2009

Ул. Блохина, 29, 211440, г. Новополоцк.