

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра общей и прикладной физики

*Методические указания к самостоятельной работе по физике
для студентов Морской академии МГТУ, обучающихся по специальности
26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов
морской инфраструктуры*

Часть 2. "Электричество и магнетизм "

Мурманск
2019

Составитель – Анна Владимировна Михайлюк, к. ф. н., доцент кафедры общей и прикладной физики Мурманского государственного технического университета

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой 11 сентября 2019 г., протокол № 1

Рецензент – В. С. Гнатюк, д. ф. н., профессор, заведующий кафедрой общей и прикладной физики Мурманского государственного технического университета

© Мурманский государственный
технический университет, 2019
© А. В. Михайлюк, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН	5
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	5
СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ	8
РАЗДЕЛ 1. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ	8
<i>Тема 1. Электростатическое поле и его характеристики</i>	<i>8</i>
<i>Тема 2. Теорема Остроградского – Гаусса для электростатического поля в вакууме</i>	<i>10</i>
<i>Тема 3. Диэлектрики в электростатическом поле.....</i>	<i>11</i>
<i>Тема 4. Проводники в электростатическом поле. Энергия электростатического поля</i>	<i>12</i>
<i>Тема 5. Постоянный электрический ток.....</i>	<i>14</i>
<i>Тема 6. Электронные и ионные явления</i>	<i>16</i>
<i>Тема 7. Магнитостатика в вакууме</i>	<i>18</i>
<i>Тема 8. Магнитостатика в веществе</i>	<i>20</i>
<i>Тема 9. Электромагнитная индукция.....</i>	<i>21</i>
<i>Тема 10. Связь электрического и магнитного полей. Обобщения теории Максвелла.....</i>	<i>22</i>
ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ	24
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО РАЗДЕЛУ "ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ"	24
ВОПРОСЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО КУРСА ПО РАЗДЕЛАМ "ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ"	26
ТИПОВОЙ ВАРИАНТ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА	28
ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	29

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания предназначены для оказания помощи студентам, обучающимся по направлению *26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры*, в формировании умений и навыков самостоятельной работы при изучении курса физики во втором учебном семестре.

Настоящая методическая разработка содержит примерный тематический план, рекомендуемую литературу, методические указания к изучению тем дисциплины, демонстрационные варианты контрольных работ и перечень вопросов теоретического курса, которые студент должен усвоить при изучении разделов: электричество и магнетизм.

Основными формами контроля знаний во втором семестре являются промежуточные тесты, контрольные работы, расчетно-графические задания, собеседования во время практических занятий и консультаций, при выполнении и сдаче лабораторных работ.

Итоговой формой контроля знаний является экзамен. Чтобы сдать экзамен, необходимо выполнить учебную программу: выполнить и защитить лабораторные работы, решить на удовлетворительно контрольные работы, выполнить и защитить расчетно-графические задания.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование тем и содержание самостоятельной работы	Количество часов
1	2	3
Раздел 1. Электричество и магнетизм		
1	Электростатическое поле и его характеристики	1
2	Теорема Остроградского - Гаусса для электростатического поля в вакууме	-
3	Диэлектрики в электростатическом поле	-
4	Проводники в электростатическом поле. Энергия электростатического поля	-
5	Постоянный электрический ток	1
6	Электронные и ионные явления	1
7	Магнитостатика в вакууме	1
8	Магнитостатика в веществе	-
9	Электромагнитная индукция	-
10	Связь электрического и магнитного полей. Обобщения теории Максвелла. Принцип относительности в электродинамике	1
	Итого за семестр:	78

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Детлаф, А. А. Курс физики : учеб. пособие для втузов / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. – 4-е изд., испр. – М. : Высш. шк., 2002. – 718 с. : ил.

2. Зисман, Г. А. Курс общей физики : для втузов. [В 3 т.] Т. 1. Механика, молекулярная физика, колебания и волны / Г. А. Зисман, О. М. Годес. – 3-е изд., стер. – М. : Наука, 1967. – 339 с. : ил.

3. Зисман, Г. А. Курс общей физики : для втузов. [В 3 т.] Т. 2. Электричество и магнетизм / Г. А. Зисман, О. М. Годес. – 3-е изд., стер. – М. : Наука, 1967. – 366 с. : ил.

4. Калашников, С. Г. Электричество : учеб. пособие / С. Г. Калашников. – 5-е изд., испр. и доп. – М. : Наука, 1985. – 576 с. : ил.

5. Курс физики : учебник для вузов. В 2 т. Т.2 / Под ред. В. Н. Лозовского. - СПб. : Лань, 2000. - 592 с.

6. Матвеев, А. Н. Электричество и магнетизм : учеб. пособие для вузов / А. Н. Матвеев ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд. - М. : Оникс 21 в. : Мир и Образование, 2005. - 463 с. : ил.

7. Савельев, И. В. Курс общей физики : учеб. пособие для вузов : В 5 кн. Кн. 2. Электричество и магнетизм / И. В. Савельев. - 4-е изд., перераб. - М. : Наука : Физматлит, 1998. - 336 с.

8. Савельев, И. В. Курс общей физики : учеб. пособие для вузов : В 5 кн. Кн. 4. Волны. Оптика / И. В. Савельев. - 4-е изд., перераб. - М. : Наука : Физматлит, 1998. - 256 с.

9. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов. В. 5 т. Т. 3. Электричество / Д. В. Сивухин. - 2-е изд., испр. - М. : Наука, 1983. - 688 с.

10. Трофимова, Т. И. Курс физики : учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова. - 7-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2003. - 541 с. : ил.

11. Трофимова, Т. И. Физика в таблицах и формулах : учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова. - 3-е изд., испр. - М. : Академия, 2006. - 446 с. : ил.

12. Яворский, Б. М. Основы физики : учебник: В 2 т. Т. 1. Механика. Молекулярная физика. Электродинамика / Б. М. Яворский, А. А. Пинский ; под ред. Ю. И. Дика. - 4-е изд., перераб. - М. : Физматлит, 2000. - 624 с.

13. Яворский, Б. М. Основы физики : учебник: В 2 т. Т. 2. Колебания и волны. Квантовая физика. Физика ядра и элементарных частиц / Б. М. Яворский, А. А. Пинский ; под ред. Ю. И. Дика. - 4-е изд., перераб. - М. : Физматлит, 2000. - 576 с.

Дополнительная

14. Джанколи, Д. Физика. В 2 т. Т. 2 / Д. Джанколи. - М. : Мир, 1989. - 672 с.

15. Иродов, И. Е. Волновые процессы. Основные законы : учеб. пособие для вузов / И. Е. Иродов. - М. : Лаборатория Базовых Знаний, 1999. - 256 с. : ил.

16. Иродов, И. Е. Электромагнетизм. Основные законы / И. Е. Иродов. - 3-е изд., испр. - М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2000. - 352 с. : ил.

Рекомендуемая литература к практическим занятиям

Основная

17. Чертов, А. Г. Задачник по физике : учеб. пособие для вузов / А. Г. Чертов, А. А. Воробьев. - 7-е изд., перераб. и доп. - М. : Физматлит, 2001. - 640 с.

18. Волькенштейн, В. С. Сборник задач по общему курсу физики : для студ. техн. вузов / В. С. Волькенштейн. – Изд. 3-е, испр. и доп. – СПб. : Книжный мир, 2005. – 327 с.

Дополнительная

19. Гурский, И. П. Элементарная физика с примерами решения задач / И. П. Гурский ; под ред. И. В. Савельева. – 3-е изд., перераб. – М. : Наука, 1984. – 448 с.

20. Новодворская, Е. М., Методика проведения упражнений по физике в вузе : учеб. пособие / Е. М. Новодворская, Э. М. Дмитриев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1981. – 320 с.

21. Савельев, И. В. Сборник вопросов и задач по общей физике : учеб. пособие / И. В. Савельев. – М. : Наука, 1982. – 272 с.

22. Трофимова, Т. И. Сборник задач по курсу физики для вузов : учеб. пособие / Т. И. Трофимова. – Изд. 3-е. – М. : Оникс 21 век : Мир и Образование, 2003. – 383 с.

23. Фирганг, Е. В. Руководство к решению задач по курсу общей физики : учеб. пособие для вузов / Е. В. Фирганг. – М. : Высш. шк. 1977. – 351 с. : ил.

Рекомендуемая литература к лабораторным занятиям

24. Методические указания к лабораторным работам по курсу "Электричество и магнетизм". Часть 1. Постоянный электрический ток / МВИМУ им. Ленин. комс. ; под ред. А. Б. Власова. - Мурманск, 1988. – 110 с.

25. Методические указания к лабораторным работам по курсу "Электричество и магнетизм". Часть 2. Релаксационные колебания. Магнитное поле / МВИМУ им. Ленин. комс. ; под ред. А. Б. Власова. - Мурманск, 1989. – 136 с.

26. Математическая обработка результатов измерений и представление экспериментальных данных : учеб.-метод. пособие для студентов и курсантов инж.-техн. Спец. МГТУ / сост. Т. К. Карельская, А. В. Федотов. – Мурманск. : МГТУ, 1997. – 28 с.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

РАЗДЕЛ 1. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

Тема 1. Электростатическое поле и его характеристики

Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Работа и потенциал электростатического поля. Напряженность как градиент потенциала.

Студент должен знать:

1. Что называют электрическим зарядом.
2. Что изучает электростатика.
3. В чем различие понятий «электрическое поле» и «электростатическое поле».
4. Как формулируются закон сохранения и закон дискретности электрического заряда.
5. Какие заряды называются точечными.
6. Как формулируется закон Кулона.
7. Что такое напряженность электрического поля. Как графически представить распределение напряженности в разных точках поля.
8. В чем состоит принцип суперпозиции полей.
9. От чего зависит работа, совершаемая силами электростатического поля при переносе в нем точечного заряда.
10. Что называют циркуляцией вектора напряженности электрического поля.
11. Чему равна циркуляция вектора напряженности электростатического поля вдоль замкнутого контура.
12. Что называют потенциалом в данной точке электрического поля и разностью потенциалов между двумя точками поля.
13. Какая связь между напряженностью электрического поля и потенциалом (разностью потенциалов).

Вопросы и задачи для самопроверки

1. В вершинах правильного треугольника со стороной $a = 10$ см находятся заряды $q_1 = 1$ мкКл, $q_2 = 2$ мкКл и $q_3 = 3$ мкКл. Определить силу, действующую на заряд q_1 со стороны двух других зарядов.

2. Два шарика массой $m = 0,1$ г каждый подвешены в одной точке на нитях длиной $l = 20$ см каждая. Получив одинаковый заряд, шарики разошлись так, что нити образовали между собой угол $\alpha = 60^\circ$. Найти заряд каждого шарика.

3. Тонкий длинный стержень равномерно заряжен с линейной плотностью $\tau = 10$ мкКл/м. На продолжении оси стержня на расстоянии $a = 20$ см от его конца находится точечный заряд $q = 10$ нКл. Определить силу взаимодействия заряженного стержня и точечного заряда.

4. Два одинаковых положительных заряда $q = 0,1$ мкКл находятся в воздухе на расстоянии $l = 8$ см друг от друга. Определить напряженность электрического поля в точке, находящейся на середине отрезка, соединяющего заряды, и в точке, расположенной на расстоянии $a = 5$ см от зарядов.

5. Используя связь между напряженностью электростатического поля и потенциалом, найти потенциал поля точечного заряда.

6. Тонкий длинный стержень длиной $l = 20$ см равномерно заряжен с линейной плотностью $\tau = 20$ мкКл/м. Определить напряженность и потенциал электрического поля в точке, находящейся на расстоянии $a = 4$ см от стержня против его середины.

7. По тонкому кольцу равномерно распределен заряд $q = 40$ мКл с линейной плотностью $\tau = 0,2$ мкКл/м. Определить напряженность и потенциал электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке, лежащей на оси кольца на расстоянии $h = R$ (где R - радиус кольца) от его центра.

8. Точечные заряды $q_1 = q_2 = q_3 = q_4 = 1$ мкКл расположены в вершинах квадрата со стороной $a = 0,5$ м. Найти потенциальную энергию этой системы.

9. Электрон с начальной скоростью $v_0 = 3 \cdot 10^6$ м/с влетел в однородное электрическое поле напряженностью $E = 150$ В/м. Вектор начальной скорости перпендикулярен линиям напряженности электрического поля. Найти: 1) силу, действующую на электрон; 2) ускорение, приобретаемое электроном; 3) скорость электрона через $t = 0,1$ мкс.

10. В однородное электрическое поле напряженностью $E = 300$ В/см влетает вдоль силовой линии протон, начальная скорость которого равна

$v_0 = 100$ км/с. Какой путь должен пройти протон, чтобы его скорость увеличилась в два раза?

Литература основная: [1], [3]–[7], [9] - [12], [17], [18],
дополнительная: [14], [16], [19] - [23].

Тема 2. Теорема Остроградского – Гаусса для электростатического поля в вакууме

Поток напряженности электрического поля. Теорема Остроградского - Гаусса для электростатического поля в вакууме. Применение теоремы Остроградского - Гаусса к расчету некоторых полей.

Студент должен знать:

1. Что называют потоком напряженности электрического поля сквозь малый участок поверхности dS и сквозь любую поверхность S , проведенную в этом поле.
2. Каким уравнением выражается и как формулируется теорема Остроградского - Гаусса для электростатического поля в вакууме.
3. Чему равны линейная, поверхностная и объемная плотности электрических зарядов.

Студент должен уметь на основании теоремы Остроградского - Гаусса рассчитывать электростатические поля симметричных систем зарядов:

- 1) поле заряда, равномерно распределенного с поверхностной плотностью σ по плоскости;
- 2) поле двух параллельных плоскостей, заряженных разноименно с равными по абсолютному значению поверхностными плотностями заряда $\sigma > 0$ и $-\sigma$;
- 3) поле заряда q , равномерно распределенного по поверхности сферы радиусом R с поверхностной плотностью $\sigma = q/(4\pi R^2)$;
- 4) поле заряда q , равномерно распределенного по объему шара радиусом R с объемной плотностью $\rho = 3q/(4\pi R^3)$;
- 5) поле заряда, равномерно распределенного с поверхностной плотностью σ по круговой цилиндрической поверхности, радиус R которой во много раз меньше длины l образующей.

Вопросы и задачи для самопроверки

1. Расчет каких электростатических полей удобно производить на основе теоремы Остроградского – Гаусса? Как при этом нужно выбирать замкнутую поверхность?

2. Почему при переходе через заряженную поверхность напряженность электростатического поля в вакууме изменяется скачком, а при переходе через границу области объемного заряда – непрерывно?

3. Почему потенциал электростатического поля всегда является непрерывной функцией координат?

4. Плоская квадратная пластина со стороной $a = 10$ см находится на некотором расстоянии от бесконечной равномерно заряженной ($\sigma = 1$ мкКл/м²) плоскости. Плоскость пластины составляет угол $\beta = 30^\circ$ с линиями поля. Найти поток напряженности электрического поля через эту пластину.

5. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями $\sigma_1 = 1$ нКл/м² и $\sigma_2 = 3$ нКл/м². Определить напряженность электрического поля: 1) между пластинами; 2) вне пластин. Нарисовать график изменения напряженности электрического поля вдоль линии, перпендикулярной пластинам.

6. В центре металлической полый сферы радиусом $R = 4$ см расположен точечный заряд $q_1 = 10$ нКл. По поверхности сферы равномерно распределен заряд $q_2 = 40$ нКл. Определить напряженность электрического поля в точках, удаленных от центра сферы на расстояния $r_1 = 2$ см и $r_2 = 8$ см. Нарисовать график зависимости напряженности электрического поля от расстояния до центра сферы.

Литература основная: [1], [3]–[7], [9] - [12], [17], [18],
дополнительная: [14], [16], [19] - [23].

Тема 3. Диэлектрики в электростатическом поле

Дипольные моменты молекул диэлектриков. Поляризация диэлектриков. Теорема Остроградского - Гаусса для электростатического поля в диэлектрике. Сегнетоэлектрики и пьезоэлектрики.

Студент должен знать:

1. Какие заряды называются связанными, какие – свободными.
2. Какую систему называют электрическим диполем. Чему равен дипольный момент.
3. Какие вещества называются диэлектриками. Типы диэлектриков.
4. В чем состоит явление поляризации диэлектриков. Различия электронного, ориентационного и ионного типов поляризации.

5. Как найти поляризованность диэлектрика.
6. Что называют электрическим смещением и относительной диэлектрической проницаемостью среды.
7. Каким уравнением выражается теорема Остроградского - Гаусса для электростатического поля в диэлектрике.
8. В чем состоят особенности диэлектрических свойств сегнетоэлектриков.
9. Какие вещества называются пьезоэлектриками.

Вопросы и задачи для самопроверки

1. В некоторой точке изотропного диэлектрика с диэлектрической проницаемостью ϵ смещение имеет значение \mathbf{D} . Чему равна поляризованность \mathbf{P} в этой точке?
2. Две бесконечные параллельные пластины заряжены с поверхностными плотностями $+\sigma$ и $-\sigma$. Зазор между пластинами заполняется однородным изотропным диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ . Как изменится при этом: 1) напряженность \mathbf{E} поля в зазоре; 2) смещение \mathbf{D} ; 3) разность потенциалов $\Delta\phi$ между пластинами?
3. Эбонитовый сплошной шар радиусом $R = 5$ см несет заряд, равномерно распределенный с объемной плотностью $\rho = 10$ нКл/м³. Определить напряженность E и смещение D электрического поля в точках: 1) на расстоянии $r = 3$ см от центра сферы; 2) на поверхности сферы; 3) на расстоянии $r = 10$ см от центра сферы. Нарисовать графики зависимости $E(r)$ и $D(r)$. Диэлектрическая проницаемость эбонита $\epsilon = 3$.
4. Проводящий шар радиусом R_1 и зарядом q окружен слоем однородного изотропного диэлектрика (проницаемость ϵ), внешний радиус которого R_2 . Найти поверхностные плотности заряда на внутренней и внешней поверхностях слоя. Нарисовать графики зависимости $E(r)$ и $\phi(r)$.

Литература основная: [1], [3]–[7], [9] - [12], [17], [18],
дополнительная: [14], [16], [19] - [23].

Тема 4. Проводники в электростатическом поле. Энергия электростатического поля

Распределение зарядов в проводнике. Электрическая емкость уединенного проводника. Конденсаторы. Энергия заряженных проводников и электростатического поля. Объемная плотность энергии.

Студент должен знать:

1. Какие вещества называют проводниками.
2. Чему равна напряженность и потенциал электростатического поля внутри проводника и на его поверхности.
3. Какое явление называют электростатической индукцией.
4. В чем состоит электростатическая защита, и на чем она основана.
5. Какой проводник называется уединенным.
6. От чего зависит электрическая емкость уединенного проводника.
7. Какие устройства называются конденсаторами. Типы конденсаторов.
8. Чему равна электроемкость плоского конденсатора.
9. Как найти электроемкость батареи параллельно соединенных конденсаторов и батареи последовательно соединенных конденсаторов.
10. Какое напряжение называется пробивным.
11. Какие силы называют пондеромоторными.
12. Чему равна энергия уединенного заряженного проводника и конденсатора.
13. Что такое объемная плотность энергии.
14. Как найти энергию неоднородного электрического поля.

Вопросы и задачи для самопроверки

1. Как влияет на электрическую емкость уединенного проводника приближение к нему другого, незаряженного проводника?
2. Десять заряженных водяных капель радиусом $r = 1$ мм и зарядом $q = 0,1$ нКл каждая сливаются в одну большую каплю. Найти потенциал большой капли.
3. Разность потенциалов между пластинами конденсатора $U = 280$ В. Площадь каждой пластины $S = 0,01$ м², поверхностная плотность заряда на пластинах $\sigma = 495$ нКл/м². Найти: 1) напряженность электрического поля внутри конденсатора; 2) расстояние d между пластинами; 3) энергию конденсатора; 4) емкость конденсатора; 5) силу притяжения пластин конденсатора.
4. Разность потенциалов между пластинами конденсатора $U_1 = 300$ В. Площадь каждой пластины $S = 0,01$ м², расстояние между пластинами $d = 5$ мм. После отключения конденсатора от источника напряжения пространство между пластинами заполняется эбонитом ($\epsilon = 3$). Какой

будет разность потенциалов U_2 между пластинами после заполнения? Найти: 1) емкости конденсатора C_1 и C_2 до и после заполнения; 2) поверхностные плотности заряда σ_1 и σ_2 на пластинах до и после заполнения.

5. Разность потенциалов между пластинами конденсатора $U = 200$ В. Площадь каждой пластины $S = 100$ см², расстояние между пластинами $d = 1$ мм, пространство между ними заполнено парафином ($\epsilon = 2$). Определить силу притяжения пластин друг к другу.

6. Конденсатор емкостью $C_1 = 2$ мкФ заряжен до разности потенциалов $U = 100$ В. После отключения от источника тока конденсатор был подключен к другому незаряженному конденсатору с емкостью $C_2 = 5$ мкФ. Насколько изменилась энергия системы двух конденсаторов?

7. Сплошной парафиновый шар ($\epsilon = 2$) радиусом $R = 5$ см равномерно заряжен с объемной плотностью $\rho = 10$ нКл/м³. Определить энергию W_1 электрического поля, сосредоточенную в самом шаре, и энергию W_2 вне него.

Литература основная: [1], [3]–[7], [9] - [12], [17], [18],
дополнительная: [14], [16], [19] - [23].

Тема 5. Постоянный электрический ток

Электрический ток и его характеристики. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость. Обобщенный закон Ома для участка цепи. Работа и мощность тока. Закон Джоуля – Ленца для участка цепи. Правила Кирхгофа для разветвленных цепей. Мост Уитстона.

Студент должен знать:

1. Что такое электрический ток.
2. Условия возникновения и существования электрического тока.
3. Что называют силой и плотностью тока.
4. Какой ток называют постоянным, какой переменным.
5. Что понимают под сторонними силами, и какая их роль в цепи постоянного тока.

6. Физический смысл электродвижущей силы, напряжения и разности потенциалов на участке электрической цепи.

7. Обобщенный закон Ома для участка цепи. Какие частные законы можно из него получить.

8. Связь между сопротивлением и проводимостью, удельным сопротивлением и удельной проводимостью.

9. Зависимость сопротивления металлов от температуры.

10. В чем заключается явление сверхпроводимости.

11. Чему равна работа и мощность электрического тока.

12. Закон Джоуля – Ленца для участка цепи.

13. Как формулируются и на чем основаны правила Кирхгофа.

Студент должен уметь составлять уравнения, выражающие правила Кирхгофа для разветвленных цепей.

Вопросы и задачи для самопроверки

1. Определить количество электричества q , прошедшего по резистору за $t = 10$ с, если сила тока I в резисторе за это время равномерно возрастала от 0 до 5 А.

2. Определить количество электричества q , прошедшего по резистору сопротивлением $R = 1$ Ом, при равномерном возрастании напряжения U на концах резистора от 1 до 6 В в течение $t = 10$ с.

3. Определить ток короткого замыкания $I_{к.з.}$ батареи, ЭДС которой $\varepsilon = 15$ В, если при подключении к ней резистора сопротивлением $R = 3$ Ом сила тока в цепи $I = 4$ А.

4. Вольфрамовая нить электрической лампочки при температуре $t_1 = 20$ °С имеет сопротивление $R_1 = 35,8$ Ом. Какой будет температура t_2 нити лампочки, если при включении в сеть напряжением $U = 120$ В по нити идет ток $I = 0,33$ А? Температурный коэффициент сопротивления вольфрама $\alpha = 4,6 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$.

5. Амперметр сопротивлением $R_A = 0,16$ Ом зашунтирован сопротивлением $R = 0,04$ Ом. Амперметр показывает силу тока $I_A = 8$ А. Найти силу тока в цепи.

6. Имеется 120-вольтовая электрическая лампочка мощностью $P = 40$ Вт. Какое добавочное сопротивление R надо включить последовательно с лампочкой, чтобы она давала нормальный накал при напряжении в сети $U_0 = 220$ В? Какую длину l нихромовой проволоки ($\rho = 10^{-6}$ Ом·м) диаметром $d = 0,3$ мм надо взять, чтобы получить такое сопротивление?

7. От батареи, ЭДС которой $\varepsilon = 500$ В, требуется передать энергию на расстояние $l = 2,5$ км. Потребляемая мощность $P = 10$ кВт. Найти минимальные потери мощности ΔP в сети, если диаметр медных подводных проводов $d = 1,5$ см, а удельное сопротивление меди $\rho = 17$ нОм·м.

8. Два параллельно соединенных элемента с одинаковыми ЭДС $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 2$ В и внутренними сопротивлениями $r_1 = 1$ Ом и $r_2 = 1,5$ Ом замкнуты на внешнее сопротивление $R = 1,4$ Ом. Найти: 1) силу тока в каждом из элементов и во всей цепи; 2) КПД такой батареи элементов.

Литература основная: [1], [3]–[7], [9] - [12], [17], [18],
дополнительная: [14], [16], [19] - [23].

Тема 6. Электронные и ионные явления

Классическая электронная теория проводимости металлов. Работа выхода электронов из металла. Термоэлектронная эмиссия. Контактная разность потенциалов. Термоэлектрические явления: эффекты Зеебека, Пельтье и Томсона. Основные свойства полупроводников. Элементы зонной теории. Собственная и примесная электропроводности. Электронно-дырочный переход. Полупроводниковые выпрямители и диоды. Электропроводность электролитов. Законы Фарадея для электролиза. Электропроводность газов. Несамостоятельный и самостоятельный газовый разряд. Плазма.

Студент должен знать:

1. Основные положения классической электронной теории проводимости металлов.
2. Что называют работой выхода электронов из металла.
3. В чем состоит явление термоэлектронной эмиссии и где оно применяется.
4. Когда возникает контактная разность потенциалов.
5. Как возникает термо-ЭДС и от чего она зависит.
6. Основы квантовой зонной теории.
7. Какие вещества называются полупроводниками.
8. Основные свойства электронно-дырочного перехода.
9. Что называют электролитической диссоциацией.
10. Законы электролиза.
11. Что такое энергия и потенциал ионизации.

12. Что называют несамостоятельным и самостоятельным газовыми разрядами.

13. Типы самостоятельного газового разряда, их особенности и применение.

14. Какое состояние вещества называют плазмой.

Студент должен уметь: 1) вывести закон Ома и закон Джоуля – Ленца в дифференциальной форме; 2) объяснить эффекты Зеебека, Пельтье и Томсона; 3) объяснить в рамках зонной теории собственную и примесную электропроводности полупроводников.

Вопросы и задачи для самопроверки

1. Какие эксперименты позволили выяснить природу носителей тока в металлах?

2. Определить среднюю скорость направленного движения электронов в металлическом проводнике сечением $S = 0,25 \text{ см}^2$, по которому идет ток силой $I = 4 \text{ А}$, если в 1 м^3 проводника содержится 10^{27} свободных электронов.

3. Плотность тока в медном проводнике $j = 5 \text{ А/мм}^2$. Удельное сопротивление меди $\rho = 17 \text{ нОм}\cdot\text{м}$. Найти напряженность E электрического поля в проводнике.

4. Термопара с постоянной $\alpha = 0,64 \text{ мВ/К}$ и сопротивлением $R = 4 \text{ Ом}$ присоединена к гальванометру с сопротивлением $R_r = 60 \text{ Ом}$. Какой ток покажет гальванометр, если один спай термопары погрузить в кипящую воду, а другой – в тающий лед (атмосферное давление нормальное)?

5. Найти ширину запрещенной зоны полупроводника, если известно, что при температурах $T_1 = 300 \text{ К}$ и $T_2 = 350 \text{ К}$ его сопротивления соответственно равны $R_1 = 700 \text{ Ом}$ и $R_2 = 100 \text{ Ом}$.

6. При электролизе медного купороса за 1 ч выделилось 0,8 г меди. Площадь каждого электрода $S = 100 \text{ см}^2$. Найти плотность тока.

7. Какой наименьшей скоростью должен обладать электрон для того, чтобы ионизировать атом газа? Потенциал ионизации атома газа $\varphi_i = 13,9 \text{ В}$.

8. В ионизационной камере проходит ток насыщения плотностью $j_n = 3 \text{ мкА/м}^2$. Расстояние между плоскими электродами в камере $l = 2,5 \text{ см}$. определить число пар ионов, образующихся в 1 см^3 пространства камеры в 1 с. Заряд иона численно равен заряду электрона.

Литература основная: [1], [3]–[7], [9] - [12], [17], [18],
дополнительная: [14], [16], [19] - [23].

Тема 7. Магнитостатика в вакууме

Магнитное поле. Магнитный момент. Магнитная индукция. Теорема Остроградского – Гаусса для магнитного поля. Закон Био – Савара – Лапласа и его применение. Закон Ампера. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. Закон полного тока для магнитного поля в вакууме. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. Геомагнетизм.

Студент должен знать:

1. В чем состоит важнейшая особенность магнитного поля.
2. Что называют магнитным моментом контура с током.
3. Как действует магнитное поле на помещенный в него замкнутый проводник с током.
4. Что такое магнитная индукция.
5. Как определяют направление линий магнитной индукции.
6. Что называют магнитным потоком и потокосцеплением.
7. Чему равен магнитный поток сквозь замкнутую поверхность.
8. Как рассчитать магнитную индукцию поля постоянного тока.
9. Как найти силу, действующую в магнитном поле на малый элемент проводника с током и на участок проводника конечной длины.
10. Чему равны и как направлены электрическая и магнитная составляющие силы Лоренца.
11. Чему равна циркуляция магнитной индукции вдоль замкнутого контура.
12. Чему равна работа по перемещению проводника с током в магнитном поле.

Студент должен уметь на основании закона Био – Савара – Лапласа рассчитывать простейшие магнитные поля проводников с током:
1) магнитное поле прямолинейного проводника с током конечной и бесконечной длины; 2) магнитное поле кругового витка с током; 3) магнитное поле соленоида.

Вопросы и задачи для самопроверки

1. В каких случаях магнитную индукцию удобно находить, основываясь на законе полного тока?

2. Прямой проводник длиной 90 см согнут в виде равностороннего треугольника. Определить силу тока, текущего по этому проводнику, если магнитная индукция в точке пересечения высот треугольника $B = 1,24$ мкТл. Решение пояснить рисунком.

3. По двум бесконечно длинным прямолинейным проводникам, находящимся на расстоянии $d = 10$ см друг от друга, текут токи силой $I = 5$ А каждый. Определить магнитную индукцию в точке, лежащей посередине между проводниками в случаях: 1) проводники параллельны и токи текут в одном направлении; 2) проводники перпендикулярны.

4. Определить магнитную индукцию на оси тонкого проволочного кольца радиусом $R = 10$ см, по которому течет ток $I = 10$ А, в точке удаленной от центра кольца на расстояние $h = 15$ см.

5. Поток магнитной индукции сквозь площадь поперечного сечения соленоида (без сердечника) $\Phi = 5$ мкВб. Длина соленоида $l = 25$ см. Определить магнитный момент p_m этого соленоида.

6. По двум параллельным прямолинейным проводникам длиной $l = 2$ м каждый, находящимся на расстоянии $d = 1$ м друг от друга, текут одинаковые токи силой $I = 1$ кА. Вычислить силу взаимодействия токов.

7. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи силой $I = 100$ А. Вычислить силу, действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине.

8. Электрон, обладающий энергией $E = 0,5$ кэВ, влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции ($B = 2,4$ Тл). Определить скорость электрона, действующую на него силу Лоренца и радиус траектории его движения.

9. Когда заряженная частица движется в магнитном поле по винтовой линии? От чего зависит шаг винтовой линии? (ответы подтвердите выводами формул.)

10. Виток, по которому течет ток $I = 20$ А, свободно установился в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,016$ Тл. Диаметр витка $d = 10$ см. Определить работу, которую нужно совершить, чтобы повернуть виток относительно оси, совпадающей с диаметром, на угол: $\alpha = \pi/2$; $\alpha = \pi$.

Литература основная: [1], [3]–[7], [9] - [12], [17], [18],
дополнительная: [14], [16], [19] - [23].

Тема 8. Магнитостатика в веществе

Магнитные моменты атомов. Атом в магнитном поле. Намагниченность. Диамагнетики и парамагнетики. Закон полного тока для магнитного поля в веществе. Напряженность магнитного поля Ферромагнетики и их основные свойства.

Студент должен знать:

1. Что такое магнитный момент электрона, атома.
2. Что называют гиромагнитным отношением.
3. Как влияет магнитное поле на орбиту электрона в атоме.
4. Какая величина служит количественной характеристикой намагниченного состояния вещества.
5. Какие вещества называются диамагнетиками и парамагнетиками.
6. Что называют магнитной восприимчивостью и магнитной проницаемостью вещества.
7. Как связаны между собой векторы напряженности магнитного поля, магнитной индукции и намагниченности.
8. Закон полного тока для магнитного поля в веществе.
9. Особенности магнитных свойств ферромагнетиков.

Вопросы и задачи для самопроверки

1. Как изменяются магнитная индукция и напряженность магнитного поля при переходе через границу раздела двух сред?
2. Можно ли провести аналогию между намагничением парамагнетика и поляризацией диэлектрика с полярными молекулами; намагничением диамагнетика и поляризацией диэлектрика с неполярными молекулами?
3. Напряженность однородного магнитного поля в меди $H = 10$ А/м. Определить магнитную индукцию поля, создаваемого молекулярными токами, если диамагнитная восприимчивость меди $|\chi| = 8,8 \cdot 10^{-8}$.
4. Магнитная восприимчивость алюминия $\chi = 2,1 \cdot 10^{-5}$. Определить его удельную $\chi_{уд}$ и молярную χ_m магнитные восприимчивости.
5. Висмутовый шарик радиусом $R = 1$ см помещен в однородное магнитное поле индукцией $B_0 = 0,5$ Тл. Определить магнитный момент p_m , приобретенный шариком, если магнитная восприимчивость висмута $\chi = -1,5 \cdot 10^{-4}$.

Литература основная: [1], [3]–[7], [9] - [12], [17], [18],
дополнительная: [14], [16], [19] - [23].

Тема 9. Электромагнитная индукция

Основной закон электромагнитной индукции. Явление самоиндукции. Токи при замыкании и размыкании электрической цепи. Явление взаимной индукции. Токи Фуко. Энергия магнитного поля.

Студент должен знать:

1. В чем заключается явление электромагнитной индукции.
2. Суть опытов Фарадея.
3. Как формулируется закон электромагнитной индукции.
4. Как определяется направление индукционного тока.
5. Принцип работы генератора электрической энергии и электродвигателя.
6. В чем заключаются явления самоиндукции и взаимной индукции. Чему равна ЭДС индукции в обоих случаях.
7. В чем заключается физический смысл индуктивности контура и взаимной индуктивности контуров. От чего они зависят.
8. Какой физический смысл времени релаксации.
9. Принцип действия трансформаторов.
10. Какие токи называют вихревыми.
11. Чему равна объемная плотность энергии магнитного поля.

Студент должен уметь: 1) вывести выражение для ЭДС индукции в плоской рамке, равномерно вращающейся в однородном магнитном поле; 2) вывести выражение для силы тока при замыкании и размыкании электрической цепи.

Вопросы и задачи для самопроверки

1. Почему сердечники трансформаторов не делают сплошными?
2. Как рассчитать энергию неоднородного магнитного поля, зная объемную плотность энергии?
3. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,3$ Тл равномерно вращается рамка, содержащая $N = 700$ витков, с частотой $\nu = 20$ с⁻¹. Площадь рамки $S = 0,025$ м². Определить мгновенное значение ЭДС индукции, соответствующее углу поворота рамки в 60°.

4. По соленоиду течет ток силой $I = 4$ А. магнитный поток Φ , пронизывающий поперечное сечение соленоида, равен $5 \cdot 10^{-6}$ Вб. Определить индуктивность соленоида, если он имеет 1000 витков.

5. При скорости изменения силы тока в соленоиде равной 60 А/с на его концах возникает ЭДС самоиндукции 0,1 В. Определить индуктивность соленоида.

6. При какой силе тока в катушке индуктивностью $L = 0,25$ Гн энергия магнитного поля $W_m = 0,5$ Дж?

7. Через катушку, индуктивность которой $L = 0,021$ Гн, течет ток, изменяющийся со временем по закону $I = I_0 \sin(2\pi t/T)$, где $I_0 = 5$ А, $T = 0,02$ с. Найти зависимость энергии магнитного поля от времени и рассчитать ее для момента времени $t = 0,005$ с.

8. К источнику тока с внутренним сопротивлением $r = 2$ Ом подключили катушку индуктивностью $L = 0,5$ Гн и сопротивлением $R = 8$ Ом. Найти время t , в течение которого ток в катушке, нарастая, достигнет значения, отличающегося от максимального на 1 %.

Литература основная: [1], [3]–[7], [9] - [12], [17], [18],
дополнительная: [14], [16], [19] - [23].

Тема 10. Связь электрического и магнитного полей. Обобщения теории Максвелла

Обобщения теории Максвелла. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Принцип относительности в электродинамике. Относительность разделения электромагнитного поля на электрическое и магнитное поля.

Студент должен знать:

1. Обобщением каких законов электростатики и электромагнетизма является теория Максвелла для электромагнитного поля.

2. Что является причиной возникновения вихревого электрического поля, и чем оно отличается от электростатического поля.

3. Чему равна циркуляция вихревого электрического поля.

4. Что такое ток смещения и чему равна плотность тока смещения.

5. Как записать обобщенную теорему о циркуляции вектора напряженности магнитного поля.

6. Как записать полную систему уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах.
7. Как формулируется принцип относительности в электродинамике.
8. Какие выводы можно сделать на основе теории Максвелла.

Вопросы и задачи для самопроверки

1. От чего зависит ток смещения, и какой опыт подтверждает наличие магнитного поля тока смещения?
2. Удовлетворяет ли ток смещения закону Джоуля – Ленца?
3. Поясните принцип действия бетатрона.

Литература основная: [1], [3]–[7], [9] - [12], [17], [18],
дополнительная: [14], [16], [19] - [23].

**ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ ВАРИАНТЫ
КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА
ПО РАЗДЕЛУ "ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ"**

Вариант 1

1. Сплошной эбонитовый шар радиусом $R = 5$ см несет заряд, равномерно распределенный с объемной плотностью $\rho = 10$ нКл/м³. Определить напряженность E электрического поля в точках: 1) на расстоянии $r_1 = 3$ см от центра шара; 2) на поверхности шара; 3) на расстоянии $r_2 = 10$ см от центра шара. Построить график зависимости $E(r)$.

2. ЭДС батареи $\varepsilon = 20$ В. Сопротивление внешней цепи $R = 2$ Ом, сила тока $I = 4$ А. Найти КПД батареи. При каком значении внешнего сопротивления R КПД будет равен 99%?

3. Квадратная рамка со стороной $a = 10$ см, по которой течет ток $I = 200$ А, свободно установилась в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,2$ Тл. Определить работу, которую необходимо совершить при повороте рамки вокруг оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярной линиям магнитной индукции, на угол $\alpha = 2\pi/3$.

4. Индуктивность соленоида длиной $l = 1$ м, намотанного в один слой на немагнитный каркас, равна $1,6 \cdot 10^{-3}$ Гн. Площадь сечения соленоида $S = 20$ см². Определить число n витков на каждом сантиметре длины соленоида.

Вариант 2

1. На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями $\sigma_1 = -160$ нКл/м² и $\sigma_2 = 80$ нКл/м². Используя теорему Остроградского – Гаусса, найти зависимость $E(x)$ напряженности электрического поля от координаты для трех областей: слева и справа от плоскостей и между плоскостями. Построить график зависимости $E(x)$.

2. ЭДС батареи аккумуляторов $\varepsilon = 12$ В, сила тока короткого замыкания $I_{к.з.} = 5$ А. Какую наибольшую мощность P_{\max} можно получить во внешней цепи, соединенной с такой батареей?

3. В однородном магнитном поле напряженностью $H = 100$ кА/м помещена квадратная рамка со стороной 10 см. Плоскость рамки

составляет с направлением магнитного поля угол $\alpha = 60^\circ$. Определить магнитный поток Φ , пронизывающий рамку.

4. Сколько витков проволоки диаметром $d = 0,4$ мм с изоляцией ничтожной толщины нужно намотать на картонный цилиндр диаметром $D = 2$ см, чтобы получить однослойную катушку с индуктивностью $L = 1$ мГн? Витки вплотную прилегают друг к другу.

Вариант 3

1. В вершинах правильного треугольника со стороной 10 см находятся заряды $q_1 = 10$ мкКл, $q_2 = 20$ мкКл и $q_3 = 30$ мкКл. Определить силу F , действующую на заряд q_1 со стороны двух других зарядов.

2. К зажимам батареи аккумуляторов присоединили нагреватель. ЭДС батареи $\varepsilon = 24$ В, внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом. Нагреватель потребляет мощность $P = 80$ Вт. Вычислить силу тока в цепи и КПД нагревателя.

3. Электрон прошел ускоряющую разность потенциалов $U = 800$ В и влетев в однородное магнитное поле с индукцией $B = 47$ мТл, стал двигаться по винтовой линии с шагом $h = 6$ см. Определить радиус винтовой линии.

4. К источнику тока с внутренним сопротивлением $r_i = 2$ Ом подключили катушку индуктивностью $L = 0,5$ Гн и сопротивлением $R = 8$ Ом. Найти время t , в течение которого ток в катушке, нарастая, достигнет значения, отличающегося от максимального на 1%.

Вариант 4

1. Тонкий длинный стержень равномерно заряжен с линейной плотностью $\tau = 10$ мкКл/м. Какова сила F , действующая на точечный заряд $q = 10$ нКл, находящийся вблизи средней части стержня на расстоянии 20 см, малом по сравнению с его длиной?

2. Определить силу тока короткого замыкания $I_{к.з.}$, если при внешнем сопротивлении $R_1 = 50$ Ом сила тока в цепи $I_1 = 0,2$ А, а при сопротивлении $R_2 = 110$ Ом сила тока $I_2 = 0,1$ А.

3. По контуру в виде равностороннего треугольника течет ток $I = 40$ А. Длина стороны треугольника равна 30 см. Определить магнитную индукцию в точке пересечения высот.

4. Длинный прямой соленоид, намотанный на немагнитный каркас, имеет $N = 100$ витков и индуктивность $L = 3 \cdot 10^{-3}$ Гн. Какой магнитный поток Φ и какое потокоцепление ψ создает соленоид при силе тока 1 А?

ВОПРОСЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО КУРСА ПО РАЗДЕЛАМ "ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ"

Электричество

1. Электрический заряд и его свойства. Закон сохранения заряда.
2. Закон Кулона.
3. Напряженность электрического поля, принцип суперпозиции.
4. Поток вектора напряженности. Теорема Остроградского – Гаусса.
5. Нахождение напряженности электрических полей с помощью теоремы Остроградского-Гаусса.
6. Потенциал электрического поля. Разность потенциалов. Единицы измерения.
7. Работа по перемещению электрического заряда по замкнутому контуру в электрическом поле. Связь напряженности электрического поля и потенциала.
8. Типы диэлектриков. Поляризация диэлектриков. Поляризованность.
9. Проводники в электростатическом поле. Электроемкость.
10. Конденсаторы. Соединение конденсаторов.
11. Энергия системы зарядов и уединенного проводника. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля.
12. Постоянный электрический ток. Сила и плотность тока.
13. Сторонние силы. Электродвижущая сила (ЭДС). Напряжение.
14. Сопротивление проводников. Закон Ома для однородного участка в замкнутой цепи.
15. Правила Кирхгофа для электрической цепи. Мостовая схема измерения сопротивлений.
16. Работа и мощность тока.
17. Закон Ома для неоднородного участка цепи (обобщенный закон Ома).

Магнетизм

1. Основные характеристики магнитного поля. Линии магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей.
2. Закон Био – Савара - Лапласа. Магнитное поле около прямолинейного проводника с током, витка с током.

3. Действие магнитного поля на проводник с током (сила Ампера).
Взаимодействие параллельных токов.
4. Действие магнитного поля на движущийся заряд (сила Лоренца).
5. Магнитный момент витка с током.
6. Поток вектора магнитной индукции. Теорема Остроградского - Гаусса для магнитного поля.
7. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Магнитное поле соленоида.
8. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле.
9. Опыты Фарадея и следствия из них. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца.
10. Генераторы электрического тока. Токи Фуко в массивных проводниках, скин-эффект.
11. Индуктивность контура. Самоиндукция. Вычисление индуктивности катушки.
12. Энергия катушки индуктивности с током. Объемная плотность энергии магнитного поля.
13. Магнитный момент электронов в атоме. Связь механического и магнитного момента электрона в атоме. Намагниченность.
14. Магнитное поле в веществе: диа-, пара- и ферромагнетизм, петля гистерезиса.
15. Уравнение Максвелла в интегральной форме. Ток смещения.

ТИПОВОЙ ВАРИАНТ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(ФГБОУ ВО «МГТУ»)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по Физике по разделам «Электричество и магнетизм»

для специальности 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника
объектов морской инфраструктуры

1. Электрический заряд и его свойства. Закон сохранения заряда.
2. Основные характеристики магнитного поля. Линии магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей.
3. Катушка длиной $l = 30$ см имеет $N = 1000$ витков. Найти напряженность H магнитного поля внутри катушки, если по катушке проходит ток $I = 2$ А. Диаметр катушки считать малым по сравнению с ее длиной.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ОиПФ
_____ 20__ г.

Зав. кафедрой ОиПФ _____

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Волькенштейн, В. С. Сборник задач по общему курсу физики : для студентов техн. вузов / В. С. Волькенштейн. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб. : Книжный мир, 2005. – 327 с.
2. Детлаф, А. А. Курс физики : учеб. пособие для втузов / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. – 4-е изд., испр. – М. : Высш. шк., 2002. – 718 с. : ил.
3. Дмитриева, В. Ф. Основы физики : учеб. пособие для вузов / В. Ф. Дмитриева, В. Л. Прокофьев. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Высш. шк., 2001. – 527 с. : ил.
4. Ремизов, А. Н. Курс физики : учебник для вузов / А. Н. Ремизов, А. Я. Потапенко. – 3-е изд., стер. – М. : Дрофа, 2006. – 720 с. : ил.
5. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 т. Т. 2 / И. В. Савельев. – М. : Наука, 1989. – 352 с.
6. Савельев, И. В. Сборник вопросов и задач по общей физике : учеб. пособие / И. В. Савельев. – М. : Наука, 1982. – 272 с.
7. Сборник вопросов и задач по общей физике : учеб. пособие / Н. Г. Птицина, Н. В. Соина, Г. Н. Гольцман [и др.] ; под ред. Е. М. Гершензона. – М. : Академия, 1999. – 326 с. : ил. – (Серия "Высшее образование").
8. Трофимова, Т. И. Курс физики : учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова. – 7-е изд., стер. – М. : Высш. шк., 2003. – 541 с.
9. Фирганг, Е. В. Руководство к решению задач по курсу общей физики : учеб. пособие для вузов / Е. В. Фирганг. – М. : Высш. шк. 1977. – 351 с. ; ил.
10. Чертов, А. Г. Задачник по физике : учеб. пособие для втузов / А. Г. Чертов, А. А. Воробьев. – 7-е изд., перераб. и доп. – М. : Физматлит, 2001. – 640 с.