

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

Пособие для студентов специальностей

- 6-05-0716-01 «Метрология, стандартизация и контроль качества»,
6-05-0716-02 «Спортивная инженерия»,
6-05-0716-03 «Информационно-измерительные приборы и системы»,
6-05-0716-04 «Оптико-электронная и лазерная техника»,
6-05-0716-05 «Технические системы обеспечения безопасности»,
6-05-0716-06 «Биомедицинская инженерия»,
6-05-0716-08 «Микро- и наносистемная техника»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в областях приборостроения и обеспечения качества*

СОДЕРЖАНИЕ

Глава 1. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ В ВАКУУМЕ	8
§ 1.1. Электрический заряд. Электризация	8
§ 1.2. Закон Кулоа	10
§ 1.3. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции электростатических полей	12
§ 1.4. Работа сил электростатического поля. Потенциал	16
§ 1.5. Энергия взаимодействия системы зарядов	20
§ 1.6. Связь между напряженностью и потенциалом	21
§ 1.7. Эквипотенциальные поверхности	23
§ 1.8. Поток вектора \vec{E} . Теорема Гаусса	24
§ 1.9. Примеры расчета наиболее важных симметричных электростатических полей в вакууме	29
§ 1.10. Электростатическое поле электрического диполя в вакууме	35
§ 1.11. Циркуляция вектора напряженности	40
§ 1.12. Уравнения электростатики в дифференциальной форме	41
Вопросы	46
Задачи	47
Глава 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ В ДИЭЛЕКТРИКАХ	51
§ 2.1. Полярные и неполярные молекулы	51
§ 2.2. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации	54
§ 2.3. Микроскопическое и макроскопическое поле	56
§ 2.4. Электронная, ориентационная и ионная поляризация	58
§ 2.5. Поверхностные и объемные связанные заряды. Связь между поляризованностью и поверхностной плотностью связанных зарядов	63
§ 2.6. Вектор электрической индукции (электрического смещения). Теорема Гаусса для электрического смещения	65
§ 2.7. Вычисление электрических полей в диэлектриках	67
§ 2.8. Условия на границе раздела двух диэлектриков	69
§ 2.9. Формулы Клаузиуса-Моссотти и Ланжевена-Дебая	71
§ 2.10. Пьезоэлектрический эффект. Электрострикция	73
§ 2.11. Сегнетоэлектрики	81
§ 2.12. Пироэлектрики	85

§ 2.13. Электреты	86
Вопросы	88
Задачи	89
Глава 3. ПРОВОДНИКИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ.....	92
§ 3.1. Равновесие зарядов на проводнике	92
§ 3.2. Проводники в электростатическом поле	97
§ 3.3. Электроемкость. Конденсаторы	99
§ 3.4. Пондеромоторные силы	106
Вопросы	106
Задачи	107
Глава 4. ЭНЕРГИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ.....	109
§ 4.1. Энергия заряженного проводника	109
§ 4.2. Энергия заряженного конденсатора	109
§ 4.3. Энергия электрического пол	110
Вопросы	111
Задачи	112
Глава 5. ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК.....	114
§ 5.1. Сила и плотность тока.....	114
§ 5.2. Уравнение непрерывности.....	116
§ 5.3. Электродвижущая сила и напряжение	117
§ 5.4. Закон Ома для однородного участка. Электрическое сопротивление	126
§ 5.5. Закон Ома для неоднородного участка цепи	128
§ 5.6. Сопротивление проводников.....	130
§ 5.7. Зависимость сопротивления от температуры и деформаций.....	131
§ 5.8. Сверхпроводимость. Высокотемпературная сверхпроводимость.....	134
§ 5.9. Правила Кирхгофа для разветвленных цепей.....	137
§ 5.10. Работа и мощность тока	140
§ 5.11. Закон Джоуля-Ленца	141
Вопросы.....	142
Задачи	143

Глава 6. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В МЕТАЛЛАХ И ПОЛУПРОВОДНИКАХ.....	147
§ 6.1. Основы классической теории электропроводности металлов Друде-Лоренца	147
§ 6.2. Закон Джоуля-Ленца. Закон Видемана-Франца	151
§ 6.3. Затруднения классической теории электропроводности металлов	153
§ 6.4. Энергетические зоны в кристаллах.....	154
§ 6.5. Зависимость удельного сопротивления металлов от температуры	159
§ 6.6. Зависимость удельного сопротивления полупроводников от температуры	164
§ 6.7. Электронно-дырочный переход (<i>p-n</i> -переход.....	170
§ 6.8. Биполярный транзистор.....	175
§ 6.9. Схема с общим эмиттером.....	182
Вопросы.....	185
Задачи	186
Глава 7. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ЭЛЕКТРОЛИТАХ, ГАЗАХ И ВАКУУМЕ	187
§ 7.1. Диссоциация и рекомбинация. Электролиз	187
§ 7.2. Законы Фарадея. Применения электролиза	191
§ 7.3. Ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия. Работа выхода	199
§ 7.4. Несамостоятельный и самостоятельный разряд в газах	208
§ 7.5. Виды разрядов.....	212
§ 7.6. Плазма.....	224
Вопросы.....	228
Задачи	228
Глава 8. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ В ВАКУУМЕ.....	230
§ 8.1. Магнитное поле. Магнитный момент. Магнитная индукция.....	230
§ 8.2. Закон Био-Савара-Лапласа	235
§ 8.3. Магнитное поле прямого и кругового токов.....	236
§ 8.4. Сила Лоренца.....	239
§ 8.5. Сила Ампера. Взаимодействие параллельных токов. Единица силы тока в системе СИ	241

§ 8.6. Эффект Холла	244
§ 8.7. Контур с током в магнитном поле	250
§ 8.8. Поток вектора магнитной индукции. Циркуляция вектора магнитной индукции	254
§ 8.9. Магнитное поле соленоида и тороида	259
§ 8.10. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле	262
§ 8.11. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях	265
§ 8.12. Ускорители заряженных частиц	274
Вопросы	280
Задачи	281
Глава 9. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ В ВЕЩЕСТВЕ	285
§ 9.1. Намагничивание веществ. Вектор намагниченности	285
§ 9.2. Напряженность магнитного поля	286
§ 9.3. Магнитное поле в магнетиках. Размагничивающее поле	289
§ 9.4. Магнитный момент атома. Магнитомеханические явления	291
§ 9.5. Условия на границе раздела двух магнетиков	295
§ 9.6. Диамагнетики	297
§ 9.7. Парамагнетики	300
§ 9.8. Ферромагнетики	302
§ 9.9. Магнитострикция	313
§ 9.10. Антиферромагнетики. Ферримагнетики. Ферриты	315
Вопросы	317
Задачи	318
Глава 10. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ	322
§ 10.1. Явление электромагнитной индукции	322
§ 10.2. Электродвижущая сила электромагнитной индукции	323
§ 10.3. Баллистический метод измерения магнитной индукции	329
§ 10.4. Вихревые токи (токи Фуко). Скин-эффект	331
§ 10.5. Явление самоиндукции Индуктивность контура	334
§ 10.6. Токи при размыкании и замыкании цепи, содержащей индуктивность	337
§ 10.7. Взаимная индукция	344

§ 10.8. Энергия магнитного поля	346
Вопросы.....	348
Задачи	349
Глава 11. УРАВНЕНИЯ МАКСВЕЛЛА	352
§ 11.1. Вихревое электрическое поле.....	352
§ 11.2. Ток смещения.....	355
§ 11.3. Полная система уравнений Максвелла.....	359
§ 11.4. Электромагнитное поле	363
Вопросы.....	365
Задачи	366
Глава 12. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ.....	367
§ 12.1. Квазистационарные токи	367
§ 12.2. Свободные электрические колебания.....	367
§ 12.3. Свободные затухающие колебания.....	374
§ 12.4. Вынужденные электрические колебания. Резонанс	379
Вопросы.....	386
Задачи	387
Глава 13. ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК	389
§ 13.1. Прохождение переменного тока через различные нагрузки.....	389
§ 13.2. Резонанс напряжений. Резонанс токов	394
§ 13.3. Мощность в цепи переменного тока.....	395
§ 13.4. Трансформатор	398
Вопросы.....	402
Задачи	402
Глава 14. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ	405
§ 14.1. Волновое уравнение для электромагнитного поля.....	405
§ 14.2. Энергия и импульс электромагнитных волн.....	409
§ 14.3. Излучение электромагнитных волн	412
Вопросы.....	416
Задачи	416
Литература	418