

Оглавление

Предисловие	9
I МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АППАРАТ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ	11
1. Математический аппарат	13
1.1. Векторы и векторный анализ	13
1.1.1. Векторная алгебра	13
1.1.2. Производная вектора	16
1.1.3. Скалярное поле. Градиент	17
1.1.4. Векторное поле	20
1.2. Криволинейные координаты	26
1.3. Дельта-функция	27
II ЭЛЕКТРОДИНАМИКА ВАКУУМА И ТОЧЕЧНЫХ ЗАРЯДОВ	33
2. Общая теория электромагнитного поля	35
2.1. Уравнение непрерывности	35
2.2. Система уравнений Максвелла–Лоренца	38
2.3. Ток смещения	43
2.4. Потенциалы электромагнитного поля	45
2.5. Калибровочная инвариантность потенциалов	48
2.6. Закон сохранения энергии	51
2.7. Закон сохранения импульса	54

3. Электростатическое поле	57
3.1. Уравнения электростатики	57
3.2. Поле системы точечных зарядов	64
3.3. Работа и энергия во внешнем поле	68
3.4. Энергия системы зарядов	70
4. Квазистационарное поле	75
4.1. Квазистационарное магнитное поле	75
4.2. Поле одиночного заряда	81
4.3. Поле системы зарядов	83
4.4. Магнитный момент	86
4.5. Понятие о магнитном резонансе	88
5. Электромагнитные волны	94
5.1. Свободные уравнения Максвелла	94
5.1.1. Плоская волна	96
5.1.2. Плоская монохроматическая волна	99
5.2. Поляризация плоской монохроматической волны	102
6. Теория излучения (I)	105
6.1. Поле произвольно движущихся зарядов	105
6.2. Дипольное приближение	111
6.3. Дипольное излучение простейших систем	116
6.4. Рассеяние волн свободными зарядами	122
6.5. Реакция излучения	124
6.6. Что дальше?	125

III СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

127

7. Общие принципы теории относительности	129
7.1. Предпосылки создания СТО	129
7.1.1. Опыт Майкельсона–Морли	132
7.2. Основные постулаты СТО	134
7.3. Преобразования Лоренца	135
7.4. Следствия из преобразований Лоренца	139
7.4.1. Лоренцево сокращение длины	139
7.4.2. Релятивистское замедление времени	140

7.4.3.	Закон сложения скоростей Эйнштейна	141
7.4.4.	Относительность одновременности	142
7.5.	Интервал и собственное время	145
7.6.	Световой конус	147
7.7.	Четырехмерная формулировка СТО	148
7.7.1.	Векторы: взгляд «с высоты птичьего полеты»	149
7.7.2.	Пространство Минковского	152
7.7.3.	Четырехмерные векторы. Четырехмерные ско- рость и ускорение	154
7.7.4.	Четырехмерные тензоры	156
8.	Механика СТО	159
8.1.	Уравнение движения	159
8.2.	Энергия, импульс и масса частицы в СТО	162
8.3.	Законы сохранения в физике ядра и частиц	167
8.3.1.	Распад частиц	167
8.3.2.	Энергия связи ядер. Дефект масс	170
8.3.3.	Порог реакции рождения частиц	173
8.3.4.	Ускорители на встречных пучках	175
8.3.5.	Взаимодействие электронов с фотонами	175
8.4.	Движение в электрическом поле	179
8.5.	Движение в магнитном поле	181
8.6.	Ондулятор*	183
9.	Электродинамика СТО	188
9.1.	Инвариантность заряда, четырехмерный ток и урав- нение непрерывности	188
9.2.	Уравнения для потенциалов	189
9.3.	Поле быстрого заряда	191
9.4.	Ионизационные потери энергии*	194
9.5.	Тензор электромагнитного поля	200
9.6.	Эффект Доплера	202
10.	Теория излучения (II)	206
10.1.	Изображение поля излучения силовыми линиями	206
10.2.	Угловое распределение излучения релятивистской ча- стицы	209
10.3.	Спектрально-угловая плотность излучения*	212
10.4.	Излучение в дипольном приближении*	215

10.5.	Тормозное излучение быстрого электрона на атоме*	222
10.6.	Длина когерентности*	225
10.7.	Тормозное излучение в веществе*	226
10.8.	Ондуляторное излучение*	229

IV ЭЛЕКТРОДИНАМИКА СПЛОШНЫХ СРЕД **233**

11.	Электромагнитные поля в веществе	235
11.1.	Основные уравнения поля	235
11.2.	Средняя плотность тока и средняя плотность заряда	238
11.3.	Система уравнений Максвелла в среде	242
11.4.	Пределы применимости уравнений связи	244
11.5.	Система граничных условий	245
11.6.	Закон сохранения энергии	248
12.	Электростатика	249
12.1.	Электростатическое поле	249
12.2.	Решение задач электростатики	252
12.2.1.	Теорема единственности	252
12.2.2.	Метод изображений на плоскости	253
12.2.3.	Метод изображений на проводящей сфере	255
12.3.	Энергия системы проводников	258
13.	Постоянный ток и постоянное магнитное поле	261
13.1.	Закон Ома	261
13.2.	Постоянный ток в тонких проводниках	263
13.3.	Постоянный ток в бесконечной среде	265
13.4.	Закон Био–Савара	267
13.5.	Эффект Холла	268
14.	Квазистационарные явления	270
14.1.	Условия квазистационарности	270
14.2.	Закон индукции в движущихся проводниках	272
14.3.	Линейные проводники	273
14.4.	Энергия магнитного поля системы токов	277
14.5.	Скин-эффект	279

15. Низкочастотные электромагнитные волны в веществе	282
15.1. Низкочастотная волна в идеальном диэлектрике . . .	282
15.2. Квазистационарная волна в среде с проводимостью .	285
16. Быстропеременные поля в веществе	289
16.1. Уравнения Максвелла для полей высокой частоты . .	289
16.2. Дисперсия в среде, моделируемой набором осцилляторов	294
16.2.1. Плазма	300
16.3. Уравнения Максвелла для фурье-компонент полей .	301
16.3.1. Собственные колебания поля	303
16.3.2. Электронная плазма	305
16.4. Эффект Черенкова	307
16.5. Поляризационные потери энергии частицы в среде .	316
16.6. Переходное излучение*	320
16.6.1. Излучение на диэлектрической пластинке* . .	320
16.6.2. Излучение на металлической пластинке* . . .	325
16.7. Еще раз о длине когерентности*	327
16.8. Предел геометрической оптики. Уравнение эйконала	329
16.9. Дифракция	333
16.10. Дифракция Фраунгофера	338
16.10.1. Пример: дифракция на круглом отверстии . .	340
16.11. Принцип Бабиня	341
16.12. Дифракция на плоской щели	343
16.13. Дифракционная решетка	345
Литература	348