

УДК 537.8
ББК В33
В31

Издание доступно в электронном виде по адресу
<https://bmstu.press/catalog/item/6864/>

Факультет «Фундаментальные науки»
Кафедра «Физика»

*Рекомендовано Научно-методическим советом
МГТУ им. Н.Э. Баумана в качестве учебного пособия*

Веретимус, Д. К.

В31 Основы электростатики и магнитостатики. Модуль 3 : учебное пособие /
Д. К. Веретимус, Н. К. Веретимус; под ред. А. Н. Морозова. — Москва :
Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2021. — 169, [1] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-5471-6

Учебное пособие предназначено для самостоятельного изучения студентами материалов третьего модуля курса «Физика». Кратко изложены основы электростатики и магнитостатики. Даны основные понятия и определения. Рассмотрены примеры решения задач. Приведены задачи для самостоятельного решения.

Для студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана, изучающих дисциплину «Физика».

УДК 537.8
ББК В33



Уважаемые читатели! Пожелания, предложения, а также сообщения о замеченных опечатках и неточностях Издательство просит направлять по электронной почте:
info@baumanpress.ru

ISBN 978-5-7038-5471-6

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021
© Оформление. Издательство
МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
1. Электрическое поле системы неподвижных зарядов в вакууме.	
Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме	6
1.1. Электрический заряд	6
1.2. Закон Кулона.....	7
1.3. Напряженность электростатического поля	8
1.4. Силовые линии.....	10
1.5. Принцип суперпозиции и его применение к расчету поля системы неподвижных зарядов	11
1.6. Поток вектора напряженности электрического поля.....	14
1.7. Теорема Гаусса в интегральной и дифференциальной форме в вакууме	16
1.8. Расчет электрических полей с помощью теоремы Гаусса.....	17
Примеры решения задач	19
Задачи для самостоятельного решения	26
2. Работа и потенциал электростатического поля	27
2.1. Работа электростатического поля при перемещении зарядов	27
2.2. Потенциал электростатического поля	28
2.3. Потенциал поля системы точечных зарядов	28
2.4. Циркуляция вектора напряженности	29
2.5. Связь вектора напряженности и потенциала	30
2.6. Определение разности потенциалов по заданному полю вектора напряженности.....	31
2.7. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии поля.....	31
2.8. Уравнение Пуассона	32
2.9. Теорема единственности	33
Примеры решения задач	33
Задачи для самостоятельного решения	37
3. Электростатическое поле в диэлектрике.....	38
3.1. Электрический диполь в электростатическом поле	38
3.2. Диполь в однородном электрическом поле.....	40
3.3. Диполь в неоднородном электрическом поле.....	41
3.4. Потенциальная энергия диполя, помещенного в однородное электрическое поле	42

3.5. Поляризация диэлектриков.....	42
3.6. Поляризованность.....	43
3.7. Свободные и связанные заряды.....	44
3.8. Электростатическое поле в диэлектрике.....	44
3.9. Связь поляризованности с плотностью связанных зарядов.....	44
3.10. Вектор электрического смещения.....	45
3.11. Обобщение теоремы Гаусса.....	46
3.12. Поле на границе раздела диэлектриков.....	47
Примеры решения задач.....	48
Задачи для самостоятельного решения.....	54
4. Электрическое поле заряженных проводников. Энергия электростатического поля.....	55
4.1. Электрическое поле заряженных проводников.....	55
4.2. Основные свойства проводников в электростатике.....	55
4.3. Поле вблизи поверхности проводника.....	56
4.4. Метод «зеркальных» изображений.....	57
4.5. Электрическая емкость проводников и конденсаторов.....	58
4.6. Электрическая емкость конденсатора.....	60
4.7. Электрические емкости плоского, цилиндрического и сферического конденсаторов.....	60
4.8. Энергия системы неподвижных зарядов.....	63
4.9. Энергия заряженного проводника и конденсатора.....	64
4.10. Плотность энергии электростатического поля.....	64
Примеры решения задач.....	65
Задачи для самостоятельного решения.....	73
5. Электрический ток.....	74
5.1. Носители тока в средах.....	74
5.2. Сила и плотность тока.....	74
5.3. Уравнение непрерывности.....	75
5.4. Электрическое поле в проводнике с током. Сторонние силы.....	76
5.5. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах.....	78
5.6. Закон Джоуля—Ленца в интегральной и дифференциальной форме.....	80
5.7. Правила Кирхгофа для разветвленных электрических цепей.....	81
Примеры решения задач.....	82
Задачи для самостоятельного решения.....	86
6. Магнитное поле в вакууме.....	87
6.1. Вектор индукции магнитного поля.....	87
6.2. Закон Био—Савара.....	88
6.3. Принцип суперпозиции магнитных полей.....	88
6.4. Магнитное поле прямого тока.....	89

6.5 Магнитное поле кругового тока.....	90
6.6. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля в вакууме	91
6.7. Расчет магнитного поля тороида и соленоида	93
Примеры решения задач	95
Задачи для самостоятельного решения	98
7. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях	99
7.1. Сила Лоренца	99
7.2. Частные случаи движения заряженной частицы в электрических и магнитных полях.....	99
7.3. Ускорение заряженных частиц.....	102
7.4. Движение частицы в скрещенных электрическом и магнитном полях.....	104
7.5. Эффект Холла.....	106
7.6. Преобразования Лоренца для электрических и магнитных полей (без вывода)	108
Примеры решения задач	109
Задачи для самостоятельного решения	113
8. Проводники с током в магнитном поле. Теорема Гаусса для магнитного поля	114
8.1. Закон Ампера	114
8.2. Магнитный момент контура с током.....	116
8.3. Контур с током в магнитном поле.....	116
8.4. Поток вектора магнитной индукции	120
8.5. Теорема Гаусса для магнитного поля в интегральной и дифференциальной форме	122
8.6. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле	123
8.7. Работа по перемещению контура с током в магнитном поле.....	124
Примеры решения задач	124
Задачи для самостоятельного решения	126
9. Магнитное поле в веществе	128
9.1. Намагниченность вещества	128
9.2. Теорема о циркуляции векторов напряженности магнитного поля и намагниченности	131
9.3. Вектор напряженности магнитного поля и его связь с векторами индукции и намагниченности. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость.....	133
9.4. Поле на границе раздела магнетиков	134
9.5. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики	136
Примеры решения задач	139
Задачи для самостоятельного решения	142

10. Электромагнитная индукция.....	144
10.1. Закон Фарадея. Правило Ленца	144
10.2. Самоиндукция	147
10.3. Взаимная индукция.....	151
10.4. Вихревые токи	153
10.5. Плотность энергии магнитного поля.....	154
10.6. Энергия и силы в магнитном поле	156
10.7. Магнитное давление	158
Примеры решения задач	159
Задачи для самостоятельного решения	164
Литература.....	165