

**Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»
Инженерно-физический факультет высоких технологий**

Богданова Д.А.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИКА»**

Ульяновск, 2020

Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Физика» / составитель: Д.А. Богданова. - Ульяновск: УлГУ, 2020.

Настоящие методические указания предназначены для студентов бакалавриата по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии» всех форм обучения, изучающих дисциплину «Физика». В работе приведены литература по дисциплине, основные темы курса и вопросы в рамках каждой темы, рекомендации по изучению теоретического материала, контрольные вопросы для самоконтроля, задачи и тесты для самостоятельной работы.

Студентам заочной формы обучения следует использовать данные методические указания при самостоятельном изучении дисциплины. Студентам очной формы обучения они будут полезны при подготовке к практическим занятиям и к экзамену по данной дисциплине.

Рекомендованы к использованию Ученым советом Инженерно-физического факультета высоких технологий УлГУ (протокол № 223/09 от 27 июня 2020 г.).

1. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Сивухин Д.В., Общий курс физики. Т. I. Механика. : Учеб. пособие: Для вузов. / Сивухин Д. В. - 4-е изд., стереот. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 560 с. - ISBN 5-9221-0225-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922102257.html>
2. Сивухин Д.В., Общий курс физики. Т. II. Термодинамика и молекулярная физика. : Учеб. пособие: Для вузов. / Сивухин Д. В. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 544 с. - ISBN 5-9221-0601-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922106015.html>
3. Курс Сивухин Д.В., Общий курс физики. Т. 3. Электричество : Учеб. пособие: Для вузов. / Сивухин Д.В. - 5-е изд., стер. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 656 с. - ISBN 978-5-9221-0673-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922106733.html>
4. Сивухин Д.В., Общий курс физики. Т. IV. Оптика Учеб. пособие: Для вузов. / Сивухин Д.В. - 3-е изд., стереот. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 792 с. - ISBN 5-9221-0228-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922102281.html>

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ТЕМА 1. МЕХАНИКА

Основные вопросы темы:

1. Системы отсчета. Понятия о пространстве и времени. Кинематика произвольного движения. Скорость и ускорение произвольного движения. Динамика материальной точки, поступательного и вращательного движения твердого тела.
2. Динамика вращательного движения материальной точки.
3. Законы Ньютона. Масса. Сила. Импульс.
4. Энергия. Механическая работа. Мощность. Кинетическая и потенциальная энергия. Законы сохранения. Консервативные и диссипативные силы. Закон сохранения механической энергии. Закон сохранения полной энергии. Абсолютно упругий и неупругий удары.
5. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Инерциальные системы.
6. Механический принцип относительности. Преобразования Галилея. Теорема сложения скоростей.

Рекомендации по изучению темы:

Вопрос 1 изложен в учебнике [1]: параграфы 1- 4.
Вопрос 2 изложен в учебнике [1]: параграфы 30-37.
Вопрос 3 изложен в учебнике [1]: параграфы 9-12.
Вопрос 4 изложен в учебнике [1]: параграфы 22-29.
Вопрос 5 изложен в учебнике [1]: параграфы 63-65.
Вопрос 6 изложен в учебнике [1]: параграф 15.

Контрольные вопросы:

1. Дать определения следующих понятий: материальная точка, механическое движение, система отсчета, поступательное движение, равномерное движение, равноускоренное и равнозамедленное движение, траектория, радиус-вектор, пройденный путь, перемещение (вектор перемещения).
2. Дать определение и записать формулы следующих физических величин: мгновенная скорость, средняя скорость, ускорение, нормальное и тангенциальное ускорение, угловая скорость, угловое ускорение.
3. Записать формулы связи угловой и линейной скорости, связи линейного и углового ускорения.
4. Дать определение инерциальной системы отсчета.
5. Сформулировать три закона Ньютона.
6. Сформулировать законы сохранения и изменения импульса.
7. Какие величины сохраняются при абсолютно упругом и абсолютно неупругом ударах.
8. Записать формулу механической работы.
9. Сформулировать законы сохранения и изменения полной механической энергии.
10. Дать определение консервативной силы. Привести примеры.
11. Сформулировать закон всемирного тяготения.
12. Дать определение следующих понятий: гравитационные напряженность и потенциал, линии напряженности.
13. Записать формулу связи гравитационных напряжённости и потенциала.
14. Сформулировать принцип суперпозиции гравитационных полей. 8. Неинерциальные системы отсчёта и силы инерции: сила Кориолиса, центробежная сила, сила инерции, связанная с поступательным движением с ускорением, сила инерции, связанная с неравномерным вращательным движением.
15. Дать определение следующих понятий: абсолютно твердое тело, вращательное движение, ось вращения, центр масс твёрдого тела и системы материальных точек.

16. Записать формулы следующих физических величин: момент силы, момент импульса, момент инерции (для системы материальных точек и непрерывного тела).
17. Сформулировать теорему Гюйгенса-Штейнера.
18. Записать основное уравнение динамики вращательного движения (общий и частный вид).
19. Сформулировать закон сохранения момента импульса системы.
20. Записать формулы преобразований Лоренца и закон сложения скоростей для релятивистского случая.

Задачи для самостоятельного решения:

1. Тело, размерами которого можно пренебречь, брошено под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 . Пренебрегая сопротивлением воздуха и ветром, найти тангенциальное и нормальное ускорения тела как функции от времени.
2. Через идеальный блок переброшена нерастяжимая невесомая нить, к одному концу которой подвешены грузы массами m_1 и m_2 , к другому - груз m_3 . Пренебрегая сопротивлением воздуха и силой трения в блоке, найти силу натяжения нити между грузами 1 и 2, а также угловое ускорение блока, если его радиус равен R .
3. Найти момент инерции сплошного однородного стержня массы m и длины l , относительно оси, проходящей перпендикулярно стержню: а) через его центр; б) через один из его концов.
4. Два математических маятника с одинаковой длиной нити подвешены в одной точке. Первый маятник отводят так, что его центр тяжести поднимается на высоту h_0 и отпускают. Найти высоты, на которые поднимутся центры тяжести маятников после их абсолютно упругого удара, если их массы равны m_1 и m_2 .
5. Система отсчёта CO' движется относительно инерциальной системы отсчёта CO поступательно с постоянной скоростью v и при этом вращается вокруг собственной оси Z' с угловой скоростью ω . Вывести формулы для всех сил инерции.
6. Вывести формулу «лоренцева сокращения» из преобразований Лоренца.

ТЕМА 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

Основные вопросы темы:

1. Предмет и методы молекулярной физики.
2. Микро и макросостояния.
3. Длина свободного пробега.
4. Основные положения молекулярно-кинетической теории.

5. Число степеней свободы. Теорема о равномерном распределении энергии идеального газа по степеням свободы.

6. Основные понятия теории вероятности.

7. Распределение Максвелла.

8. Распределение Максвелла-Больцмана.

Рекомендации по изучению темы:

Вопрос 1 изложен в учебнике [2]: параграф 58.

Вопрос 2 изложен в учебнике [2]: параграфы 9, 59, 62.

Вопрос 3 изложен в учебнике [2]: параграф 60.

Вопрос 4 изложен в учебнике [2]: параграфы 58-59.

Вопрос 5 изложен в учебнике [2]: параграф 63.

Вопрос 6 изложен в учебнике [2]: параграф 70.

Вопрос 7 изложен в учебнике [2]: параграфы 72, 73, 76.

Вопрос 8 изложен в учебнике [2]: параграфы 77, 79, 81.

Контрольные вопросы:

1. В чём отличие подходов термодинамики и молекулярной физики?

2. Что называют степенями свободы? Какими они бывают?

3. Сформулируйте основные положения МКТ.

4. Какая энергия приходится на одну степень свободы двухатомной молекулы идеального газа.

5. Что называют плотностью вероятности.

6. Сформулируйте условие нормировки.

7. Запишите распределение Максвелла для распределения по модулям скорости.

8. Запишите распределение Максвелла-Больцмана.

9. Чему равна площадь под графиком распределения Максвелла? Почему?

Задачи для самостоятельного решения:

1. Найти среднюю длину свободного пробега молекулы воздуха при нормальных условиях, если диаметр молекулы равен d .

2. При какой температуре средняя длина свободного пробега молекулы водорода равна λ , если давление известно и равно P ?

3. Найти относительное число молекул идеального газа, скорость которых отличается не более, чем на $\delta = 1\%$ от значения их средней квадратичной скорости.

4. Найти относительное число молекул азота, находящихся при нормальных условиях, модули скорости которых лежат в интервале от v_1 до v_2 .

5. На какой высоте над уровнем моря плотность воздуха уменьшается в 2 раза. Считать, что температура, молярная масса воздуха и ускорение свободного падения не зависят от высоты.

6. Разность потенциальных энергий частиц идеального газа в двух разных точках поля составляет ΔU . Определить, насколько отличаются вероятности найти частицы в этих точках, если температура идеального газа одинаково во всём исследуемом пространстве и равна T .

ТЕМА 3. ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ

Основные вопросы темы:

1. Параметры состояния: давление, объём, температура и концентрация.
2. Внутренняя энергия, работа и теплота газа.
3. Первое начало термодинамики.
4. Изопроцессы в идеальном газе.
5. Обратимые процессы. Равновесные процессы.
6. Адиабатный и политропический процессы.
7. Энтропия.
8. Циклические процессы, цикл Карно.
9. Второе и третье начало термодинамики.
10. Реальные газы. Газ Ван-дер-Ваальса.

Рекомендации по изучению темы:

Вопрос 1 изложен в учебнике [2]: параграфы 1-4, 8, 9.

Вопрос 2 изложен в учебнике [2]: параграфы 12, 14, 15, 18..

Вопрос 3 изложен в учебнике [2]: параграф 15.

Вопрос 4 изложен в учебнике [2]: параграф 7.

Вопрос 5 изложен в учебнике [2]: параграфы 11, 16, 29.

Вопрос 6 изложен в учебнике [2]: параграф 21.

Вопрос 7 изложен в учебнике [2]: параграфы 40, 42, 80.

Вопрос 8 изложен в учебнике [2]: параграф 30.

Вопрос 9 изложен в учебнике [2]: параграфы 28, 37, 38, 40.

Вопрос 10 изложен в учебнике [2]: параграфы 111-117.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите известные вам изопроцессы и зарисуйте их графики в координатах (P, V) .
2. Запишите формулы работы и внутренней энергии во всех изопроцессах.
3. Что называют внутренней энергией вещества?
4. Что такое теплоёмкость, молярная и удельная теплоёмкость?
5. Сформулируйте первое начало термодинамики.
6. Что такое энтропия?
7. Какой цикл называют циклом Карно? Нарисуйте график процесса и запишите формулы для его КПД.
8. Сформулируйте второе начало термодинамики (формулировка Кельвина).
9. Какие процессы называют обратимыми?
10. Чем модель газа Ван-дер-Ваальса отличается от модели идеального газа.
11. Нарисуйте изотермы реальных газов.
12. Что такое адиабатный процесс? Запишите уравнение этого процесса.

Задачи для самостоятельного решения:

1. Один моль идеального газа совершает процесс, в котором давление меняется в зависимости от объёма по закону $P = P_0 + \alpha V$, где P_0 и α - известные постоянные. Найти максимальную температуру газа в этом процессе.
2. Идеальный газ, первоначально находившийся при нормальных условиях, расширяют, так что его объём меняется в n раз. Определить отношение работ, совершённых газом A_1/A_2 для случаев, если процесс изотермический (A_1) и изобарный (A_2).
3. Два моля идеального одноатомного газа сначала расширяют изотермически в n раз, затем изобарно ещё в k раз, затем охлаждают изохорно до первоначального давления и, наконец, сжимают до начального объёма. Найти количество тепла, выделенного в этом процессе, если первоначальная температура газа была равна T_1 , а давление – P_1 .
4. Вывести формулу политропы в координатах (P, V) .
5. Идеальный двухатомный газ совершает политропический процесс. Найти теплоёмкость газа, если его давление меняется в n раз, а температура в k раз.
6. Определить КПД процесса, состоящего из изотермы, изобары и адиабаты, если первоначальное давление газа равно P_1 , а конечное - P_2 .

7. Два газа, идеальный и ван-дер-ваальсовский, совершают изотермический процесс при одинаковой температуре. При каких значениях давления и объёма их макросостояния полностью совпадут?

8. Найти изменение энтропии в некотором процессе, теплоёмкость которого зависит от температуры по закону $C = C_0 + \alpha T$, где C_0 и α - известные постоянные, если известна начальная и конечная температура: T_1 и T_2 .

ТЕМА 4. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Основные вопросы темы:

1. Гармонические колебания. Уравнение гармонических колебаний.
2. Графическое изображение гармонического колебательного движения. Энергия гармонического колебательного движения материальной точки.
3. Гармонический осциллятор. Виды маятников
4. Затухающие гармонические колебания и их основные характеристики.
5. Вынужденные колебаний. Резонанс.
6. Сложение гармонических колебаний. Фигуры Лиссажу, биения.
7. Упругие волны. Механизм волнового движения. Уравнение бегущей волны.

Рекомендации по изучению темы:

Вопрос 1 изложен в учебнике [1]: параграф 39.

Вопрос 2 изложен в учебнике [1]: параграфы 39-40.

Вопрос 3 изложен в учебнике [1]: параграфы 40-42.

Вопрос 4 изложен в учебнике [3]: параграфы 123, 124.

Вопрос 5 изложен в учебнике [3]: параграфы 127, 128.

Вопрос 6 изложен в учебнике [3]: параграфы 126, 137.

Вопрос 7 изложен в учебнике [1]: параграф 81 и в учебнике [3]: параграфы 138-140.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определения следующих понятий: амплитуда колебаний, период колебаний, частота колебаний?
2. Какие колебания называются: а) свободными б) вынужденными; в) гармоническими; г) затухающими?
3. Запишите уравнение свободных затухающих колебаний и его решение.
4. Что такое добротность и коэффициент затухания?
5. Что такое резонанс?

6. Как складываются два взаимно перпендикулярных колебания с одинаковой частотой?
7. Какие волны называются: а) продольными; б) поперечными?
8. Что такое групповая и фазовая скорость волн?
9. Дайте определение длины волны и волнового числа (волнового вектора).
10. Запишите волновое уравнение.
11. Что такое изохронность колебаний? Когда колебания можно считать изохронными?

Задачи для самостоятельного решения:

1. Выведите формулу периода незатухающих колебаний математического маятника в интервале изохронности.
2. Два маятника имеют одинаковую собственную частоту ω_0 . Один совершает колебания с коэффициентом затухания β . Затуханием колебаний второго можно пренебречь. Определить, во сколько раз отличаются их периоды колебаний.
3. Тонкий однородный стержень массы m и длины L подвешен за один конец и совершает плоские малые колебания. Найти период этих колебаний.
4. Записать уравнение траектории колебаний, если складываются два взаимноперпендикулярных колебания одинаковой частоты ω с амплитудами a и b и разностью фаз π .
5. Получить условия узлов и пучностей стоячей волны.

ТЕМА 5. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

Основные вопросы темы:

1. Электрический заряд. Закон Кулона. Принцип суперпозиции.
2. Электростатическое поле, его напряжённость и потенциал. Линии напряжённости и эквипотенциальные поверхности.
3. Теорема Гаусса для вектора электрической напряжённости.
4. Работа сил электростатического поля. Связь напряжённости и потенциала.
5. Диполи. Связанные заряды. Виды диэлектриков. Вектор поляризации. Индукция электрического поля.
6. Теоремы Гаусса для поляризации и индукции. Диэлектрическая проницаемость среды.

7. Условия для напряжённости и индукции на границе раздела двух диэлектрических сред.
8. Проводники во внешнем электростатическом поле: свободные заряды, условия равновесия.
9. Энергия электрического поля. Электроёмкость.
10. Конденсаторы, соединение конденсаторов.

Рекомендации по изучению темы:

- Вопрос 1 изложен в учебнике [3]: параграфы 2-3.
- Вопрос 2 изложен в учебнике [3]: параграфы 1-2, 18.
- Вопрос 3 изложен в учебнике [3]: параграфы 5-7.
- Вопрос 4 изложен в учебнике [3]: параграф 19.
- Вопрос 5 изложен в учебнике [3]: параграфы 4, 10, 12, 37, 39.
- Вопрос 6 изложен в учебнике [3]: параграфы 13, 15, 16.
- Вопрос 7 изложен в учебнике [3]: параграф 14.
- Вопрос 8 изложен в учебнике [3]: параграф 11.
- Вопрос 9 изложен в учебнике [3]: параграфы 26, 28.
- Вопрос 10 изложен в учебнике [3]: параграф 26.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение: а) точечного заряда; б) пробного заряда; в) диполя.
2. Сформулируйте принцип суперпозиции электрических полей.
3. Дайте определение напряжённости и потенциала электрического поля.
4. Как ориентированы эквипотенциальные поверхности относительно линий напряжённости?
5. Запишите формулу связи напряжённости и потенциала.
6. Запишите и сформулируйте теоремы Гаусса для: а) электрической напряжённости; б) электрической индукции; в) вектора электрической индукции.
7. Запишите граничные условия на границе раздела двух диэлектриков.
8. Сформулируйте условия равновесия в проводниках во внешнем постоянном электрическом поле.
9. Что называют электроёмкостью конденсатора.
10. Какие виды соединения конденсаторов вы знаете (зарисуйте в виде схем)?
11. Запишите формулу для объёмной плотности энергии электрического поля.

12. Опишите механизмы поляризации полярных и неполярных диэлектриков и сегнетоэлектриков.

Задачи для самостоятельного решения:

1. Три точечных положительных заряда q находятся в вершинах равностороннего треугольника. Какой заряд нужно пометить в центр треугольника, чтобы система находилась в равновесии?

2. Найти напряжённость поля на расстоянии d от центра диполя (q, L) в направлении перпендикулярном линии, соединяющей заряды.

3. Найти напряжённость поля в центре кривизны тонкого проволочного полукольца с радиусом R и зарядом q .

4. Найти напряжённость поля в точки пересечения диагоналей прямоугольной рамки из тонкой проволоки со сторонами a и b и зарядом q .

5. Найти напряжённость поля внутри и вне сплошного однородного цилиндра с зарядом q , высотой h и радиусом основания R .

6. Найти электрическую индукцию внутри и снаружи однородного сплошного шара с объёмной плотностью заряда ρ и радиусом R , который помещён в изотропную диэлектрическую среду с проницаемостью ϵ .

7. Найти потенциал внутри и снаружи проводящей сферы радиуса R , если по её поверхности равномерно распределён заряд q .

8. Найти ёмкость сферического конденсатора с радиусами обкладок R_1 и R_2 заполненного однородным изотропным диэлектриком с проницаемостью ϵ .

9. Три одинаковых конденсатора сначала соединяют вместе последовательно, затем – параллельно. Определить во сколько раз будет отличаться их общая ёмкость батарей.

ТЕМА 6. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

Основные вопросы темы:

1. Электрический ток в проводниках. Сила и плотность тока.
2. Электродвижущая сила. Напряжение и разность потенциалов.
3. Сопротивление. Закон Ома.
4. Последовательное и параллельное соединение резисторов.
5. Электрические цепи. Правила Кирхгофа.
6. Закон Джоуля-Ленца. Мощность тока.
7. Отличие проводников, изоляторов и полупроводников с точки зрения зонной теории.

8. Эффект Холла.
9. Носители заряда в полупроводниках, р-п-переход.
10. Электрический ток в газах и электролитах.
11. Переменный ток.
12. Электрические колебания.

Рекомендации по изучению темы:

- Вопрос 1 изложен в учебнике [3]: параграф 40.
- Вопрос 2 изложен в учебнике [3]: параграфы 18, 43.
- Вопрос 3 изложен в учебнике [3]: параграфы 41, 42, 44.
- Вопрос 4 изложен на лекциях (аудиторные занятия) – пользоваться конспектом.
- Вопрос 5 изложен в учебнике [3]: параграф 45.
- Вопрос 6 изложен в учебнике [3]: параграфы 42, 44.
- Вопрос 7 изложен на лекциях (аудиторные занятия) – пользоваться конспектом.
- Вопрос 8 изложен в учебнике [3]: параграф 98.
- Вопрос 9 изложен в учебнике [3]: параграфы 100, 104, 108.
- Вопрос 10 изложен в учебнике [3]: параграфы 92-96, 109, 112, 117-121.
- Вопрос 11 изложен в учебнике [3]: параграфы 129-131.
- Вопрос 12 изложен в учебнике [3]: параграфы 122-124, 127, 132.

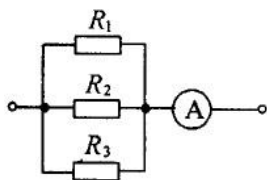
Контрольные вопросы:

1. Дайте определения электрического тока, силы тока, плотности тока.
2. Дайте определение ЭДС, напряжения.
3. Сформулируйте закон Ома для: а) однородного участка цепи; б) неоднородно участка цепи; в) полной цепи; г) в дифференциальной форме.
4. Что такое узел, ветвь и контур электрической цепи?
5. Сформулируйте правила Кирхгофа.
6. Запишите закон Джоуля-Ленца.
7. Запишите уравнение электрических колебаний в LC-контуре с сопротивлением.
8. Что называется действующим значением напряжения и силы тока?
9. Какие виды газовых разрядов вы знаете?
10. В чём принципиальное отличие проводников и полупроводников с точки зрения зонной теории?
11. Как образуется р-п-переход?
12. Запишите закон Фарадея для электролиза.

Задачи для самостоятельного решения:

1. Запишите систему уравнений Кирхгофа и рассчитайте токи во всех ветвях приведённой ниже электрической цепи.

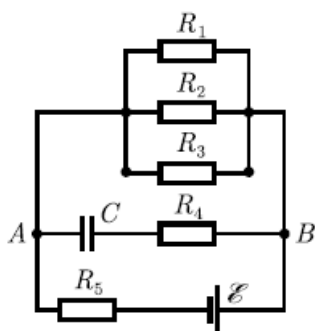
2. В цепи на рисунке амперметр показывает силу тока $I=1,5$ А. Сила тока на резисторе R_1 равна $I_1=0,5$ А. Сопротивления $R_2=2$ Ом, $R_3=6$ Ом. Рассчитать сопротивление R_1 .



3. По проводнику сопротивлением R течёт ток, сила которого возрастает линейно от I_0 до I_1 за время Δt . Найти количество теплоты, которое выделится на проводнике за это время.

4. В цепь, состоящую из источника ЭДС и резистора с сопротивлением R , включают вольтметр, сначала параллельно, а затем последовательно резистору, причём показания вольтметра одинаковы. Определить внутреннее сопротивление источника ЭДС, если сопротивление вольтметра равно R_V .

5. Определите разность потенциалов на обкладках конденсатора в схеме, приведённой на рисунке. ЭДС источника равна ε , сопротивления все резисторов равны. Внутренним сопротивлением источника пренебречь.



6. В колебательном контуре, содержащем конденсатор ёмкостью C и катушку индуктивностью L и активным сопротивлением R , поддерживаются незатухающие гармонические колебания. Определить амплитудное значение напряжения U_{cm} на конденсаторе, если средняя мощность, потребляемая контуром равна P .

7. В цепь переменного тока с действующим значением напряжения U и частотой ν последовательно включены резистор с активным сопротивлением R и катушка индуктивности. Определить индуктивность катушки, если амплитудное значение силы тока в цепи равно I_m .

ТЕМА 7. МАГНЕТИЗМ

Основные вопросы темы:

1. Магнитная индукция. Магнитное поле. Сила взаимодействия токов (закон Ампера).
2. Закон Био-Савара. Принцип суперпозиции магнитных полей.
3. Циркуляция вектора магнитной индукции. Соленоид.
4. Виды магнетиков и механизмы их намагничивания.
5. Вектор намагниченности и магнитная напряжённость, их связь.
6. Граничные условия на границе раздела двух магнитных сред.
7. Силы Ампера и Лоренца.
8. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея.
9. Самоиндукция. Взаимная индукция. Индуктивность.
10. Токи замыкания и размыкания цепи.
11. Движение заряженных частиц в магнитном поле.
12. Энергия магнитного поля.
13. Эффект Холла.

Рекомендации по изучению темы:

Вопрос 1 изложен в учебнике [3]: параграфы 49, 52.

Вопрос 2 изложен в учебнике [3]: параграфы 50, 51.

Вопрос 3 изложен в учебнике [3]: параграфы 55, 56.

Вопрос 4 изложен в учебнике [3]: параграфы 58, 74-79.

Вопрос 5 изложен в учебнике [3]: параграфы 58, 61.

Вопрос 6 изложен в учебнике [3]: параграф 60.

Вопрос 7 изложен в учебнике [3]: параграфы 49, 52.

Вопрос 8 изложен в учебнике [3]: параграфы 64-66.

Вопрос 9 изложен на лекциях (аудиторные занятия) – пользоваться конспектом.

Вопрос 10 изложен в учебнике [3]: параграф 68.

Вопрос 11 изложен в учебнике [3]: параграфы 86, 87, 89.

Вопрос 12 изложен в учебнике [3]: параграфы 69, 72.

Вопрос 13 изложен в учебнике [3]: параграф 98.

Контрольные вопросы:

1. Запишите закон Био-Савара.
2. Сформулируйте принцип суперпозиции для магнитных полей.

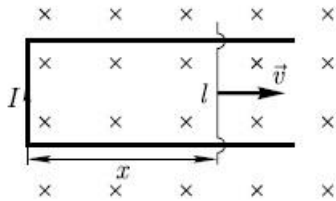
3. Запишите формулой и сформулируйте словами теорему о циркуляции для вектора магнитной индукции.
4. Запишите граничные условия на границе раздела двух магнитных сред.
5. Когда возникают и на что действуют силы Ампера и Лоренца?
6. Запишите момент, действующий на контур с током в магнитном поле.
7. Перечислите виды магнетиков и опишите механизм их намагничивания.
8. Запишите связь между векторами магнитной индукции, магнитной напряжённости и намагниченности.
9. Сформулируйте закон электромагнитной индукции Фарадея.
10. Что такое самоиндукция, взаимная индукция, индуктивность?
11. Когда и почему возникают токи замыкания и размыкания цепи?
12. Запишите формулу для объёмной плотности энергии магнитного поля.
13. Что такое эффект Холла?
14. Опишите способы наблюдения электромагнитной индукции.

Задачи для самостоятельного решения:

1. Найти магнитную индукцию бесконечно длинного прямого тонкого провода с током I на расстоянии r от него.
2. Найдите магнитную индукцию на оси кругового витка с током I на расстоянии x от его центра, если радиус витка равен R .
3. По прямому горизонтальному проводнику пропускают ток I_1 . Под этим проводником на расстоянии r расположен второй, параллельный ему медный провод, на которому пропускают ток I_2 . Определить, какой должна быть площадь поперечного сечения второго провода, чтобы он удерживался в состоянии равновесия незакреплённым. Плотность меди известна и равна ρ .
4. В одной плоскости с бесконечным прямым проводником с током I_1 расположена прямоугольная проволочная рамка со сторонами a и b , по которой протекает ток I_2 . Длинные стороны рамки (a) параллельны проводнику, причём ближайшая из них находится от него на расстоянии L . Определить общую силу, действующую на рамку со стороны проводника.
5. Определить угловую скорость вращения протона по окружности, которую он описывает в однородном магнитном поле с индукцией B .
6. Протон со скоростью v влетает в однородное магнитное поле с индукцией B под углом α к направлению линий магнитной индукции. Определить радиус и шаг винтовой линии, по которой будет двигаться протон.

7. Через сечение медной пластины (с плотностью ρ) толщиной d пропускается ток I . Пластина стоком помещена в однородное магнитное поле с индукцией B , перпендикулярное направлению тока и ребру пластины. Определить возникающую в пластине поперечную (холловскую) разность потенциалов, если концентрация свободных электронов равна n .

8. В однородном магнитном поле подвижная сторона прямоугольной рамки (имеющая длину L , см.рис.) перемещается перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью v . Определить индукцию магнитного поле, если возникающая в рамке ЭДС индукции равна ε .



9. Определите время, за которое сила тока замыкания достигнет 0,8 предельного значения, если источник ЭДС замыкают на катушку сопротивлением R и индуктивностью L .

10. Катушка без сердечника длиной L содержит N витков. По катушке течёт ток I . Определить объёмную плотность энергии магнитного поля внутри катушки.

ТЕМА 8. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ, ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ

Основные вопросы темы:

1. Вихревое электрическое поле.
2. Ток смещения.
3. Электромагнитное поле.
4. Уравнения Максвелла.
5. Волновое уравнение. Плоская электромагнитная волна.
6. Энергия и импульс электромагнитного поля.

Рекомендации по изучению темы:

Вопрос 1 изложен на лекциях (аудиторные занятия) – пользоваться конспектом.

Вопрос 2 изложен в учебнике [3]: параграф 81.

Вопрос 3 изложен на лекциях (аудиторные занятия) – пользоваться конспектом.

Вопрос 4 изложен в учебнике [3]: параграф 82.

Вопрос 5 изложен в учебнике [3]: параграф 83.

Вопрос 6 изложен в учебнике [3]: параграф 84.

Контрольные вопросы:

1. Какое поле называется вихревым?

2. Когда возникает ток смещения? Запишите формулу для плотности тока смещения.
3. Запишите систему уравнения Максвелла в интегральном виде. Поясните смысл каждого уравнения.
4. Запишите систему уравнения Максвелла в дифференциальном виде. Поясните смысл каждого уравнения.
5. Запишите волновое уравнение и его решение. Поясните смысл входящих туда величин.
6. Что представляет собой плоская электромагнитная волна? Назовите основные характеристики этой волны.
7. Запишите объёмную плотность энергии ЭМВ.
8. Запишите формулу вектора Пойнтинга. Что представляет собой этот вектор?
9. От чего зависит давление света?

Задачи для самостоятельного решения:

1. При разряде цилиндрического конденсатора длиной L и внешним радиусом r в подводящих проводах течёт ток I . Определить плотность тока смещения.
2. Вывести волновое уравнение из уравнений Максвелла для случая пустого пространства.
3. В вакууме вдоль оси x распространяется плоская электромагнитная волна. Интенсивность волны, т.е. средняя энергия, проходящая через единицу поверхности за единицу времени, составляет I . Определить амплитуду напряжённости электрического поля волны.
4. В вакууме вдоль оси x распространяется плоская электромагнитная волна и падает перпендикулярно к поверхности тела, полностью её поглощающего. Определить давление, оказываемое волной на тело, если амплитуда электрического поля электромагнитной волны равна E_0 .
5. Покажите, что плоская монохроматическая волна $E_y = E_{0y} \cos(\omega t - kx + \varphi_0)$ удовлетворяет волновому уравнению $\frac{\partial^2 E_y}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 E_y}{\partial t^2}$, где v - фазовая скорость электромагнитной волны.

ТЕМА 9. ОСНОВЫ ФОТОМЕТРИИ. ЗАКОНЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИКИ. ОСНОВЫ ВОЛНОВОЙ ОПТИКИ.

Основные вопросы темы:

- 1 Световой поток. Фотометрические величины и единицы.

- 2 Принцип Ферма. Законы отражения и преломления света.
- 3 Преломление на сферической поверхности. Сферические зеркала и тонкие линзы.

Примеры построения изображений в тонких линзах.

- 4 Интерференция света. Опыт Юнга. Полосы равной толщины и равного наклона.
- 5 Дифракция света. Дифракция Френеля, метод зон Френеля.

Дифракция Фраунгофера.

- 6 Поляризация.
- 7 Дисперсия света.

Рекомендации по изучению темы:

Вопрос 1 изложен в учебнике [4]: параграфы 22, 23.

Вопрос 2 изложен в учебнике [4]: параграфы 2, 7, 4, 64.

Вопрос 3 изложен в учебнике [4]: параграфы 10-12.

Вопрос 4 изложен в учебнике [4]: параграфы 26-30, 33-36.

Вопрос 5 изложен в учебнике [4]: параграфы 39-41, 44-47.

Вопрос 6 изложен в учебнике [4]: параграфы 62, 77-80.

Вопрос 7 изложен в учебнике [4]: параграфы 84-86.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определения следующих величин и назовите единицы их измерения: световой поток, сила света, яркость, освещённость, светимость.
2. Какой источник называется: а) точечным; б) изотропным; в) ламбертовским?
3. Сформулируйте: а) принцип Ферма; б) закон отражения света; в) закон преломления света.
4. Перечислите основные законы геометрической оптики.
5. Что такое абсолютный и относительные показатели преломления?
6. Назовите границы применимости законов геометрической оптики.
7. Что такое линза? Перечислите виды линз. Что такое фокусное расстояние линзы?
8. Какую линзу можно называть тонкой? Запишите и поясните формулу тонкой линзы.
9. Что такое интерференция? Каковы условия интерференции света от двух источников?
10. Запишите условия интерференционных минимумов и максимумов.
11. Что такое полосы равной толщины и полосы равного наклона? Когда наблюдается подобная интерференционная картина?
12. Что такое дифракция? В чём отличие дифракций Френеля и Фраунгофера?

13. Сформулируйте принципы Гюйгенса и Гюйгенса-Френеля.
14. Опишите суть метода зон Френеля.
15. Почему появляются главные и дополнительные минимумы и максимумы на экране за дифракционной решёткой? Запишите условия этих минимумов и максимумов.
16. Что такое поляризация и плоскость поляризации? Какие виды поляризации вы знаете?
17. Что такое дисперсия? Из-за чего она появляется? Чем отличается нормальная и аномальная дисперсия?

Задачи для самостоятельного решения:

1. Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластину с показателем преломления n под углом α . Определить толщину пластины, если вышедший из неё луч смещён относительно падающего луча на расстояние L .
2. Радиус кривизны вогнутого зеркала равен R . Определить, на каком расстоянии от полюса зеркала следует поместить предмет, чтобы его действительное изображение было в два раза больше предмета.
3. На расстоянии a от двояковыпуклой тонкой линзы с оптической силой Φ перпендикулярно к главной оптической оси находится предмет высотой h . Определить: 1) расстояние изображения до линзы; 2) высоту изображения. Среды по обе стороны линзы одинаковы.
4. Светильник в виде равномерно светящегося шара с силой света I имеет диаметр d . Определить: 1) полный световой поток, излучаемый светильником; 2) его светимость; 3) освещённость, светимость и яркость экрана, на который падает 20% светового потока, излучаемого светильником. Площадь экрана равна S , а коэффициент отражения света от его поверхности равен ρ .
5. В опыте Юнга щели освещаются монохроматическим светом с длиной волны λ , расстояние между щелями равно d и расстояние от щелей до экрана равно L . Определить: 1) положение первой тёмной полосы; 2) положение третьей светлой полосы; 3) ширину интерференционной полосы.
6. На стеклянный клин с показателем преломления n и углом при вершине α падает под углом β монохроматический свет с длиной волны λ . Определить расстояние между двумя соседними минимумами при наблюдении интерференции в отражённом свете.
7. Зонная пластинка даёт изображение источника, удалённого от неё на расстояние a , на расстоянии b от её поверхности. Определить расстояние от зонной пластинки до изображения, если источник поместить в бесконечность.

8. Определить длину волны монохроматического света, нормально падающего на узкую щель шириной d , если направление света на первый дифракционный максимум (по отношению к первоначальному направлению света) составляет φ .

9. Определить концентрацию свободных электронов ионосферы, если для радиоволн с частотой ν её показатель преломления равен n .

10. Частично поляризованный свет проходит сквозь николю. При повороте николя на угол $\varphi = \frac{\pi}{3}$ от положения, соответствующего максимальному пропусканию света, интенсивность прошедшего пучка уменьшилась в 2 раза. Пренебрегая поглощением света в николе, определить: 1) отношение интенсивностей плоскополяризованного и естественного света 2) степень поляризации падающего света.