

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Кемеровский государственный университет

Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан Физического факультета

Ф. В. Титов

2015 г.



**Рабочая программа дисциплины**

**Электричество и магнетизм**

Направление подготовки

*03.03.02 Физика*

Направленность (профиль) подготовки

*Физическое материаловедение*

Уровень *бакалавриата*

Форма обучения

*очная*

Кемерово 2015

Рабочая программа дисциплины утверждена Ученым советом Физического факультета (протокол Ученого совета факультета № 7 от 20 февраля 2012 г.)

Утверждена с обновлениями Ученым советом Физического факультета (протокол Ученого совета факультета № 7 от 25 февраля 2013 г.)

Утверждена с обновлениями Ученым советом Физического факультета (протокол Ученого совета факультета № 9 от 17 февраля 2014 г.)

Утверждена с обновлениями Ученым советом Физического факультета (протокол Ученого совета факультета № 11 от 20 февраля 2015 г. )

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры общей физики  
Зав. кафедрой Ю. Н. Журавлёв

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы <i>Физика</i> .....	4
2. Место дисциплины в структуре программы бакалавриата .....	4
3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....	5
3.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах) .....	5
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий .....	5
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) .....	5
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).....	7
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	12
6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю) .....	12
6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы .....	16
6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций.....	32
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	33
а) основная учебная литература:.....	34
б) дополнительная учебная литература: .....	34
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля) .....	34
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	35
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).....	36
11. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	37
12. Иные сведения и (или) материалы .....	37
12.1. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья .....	37

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы *Физика*

В результате освоения программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Коды компетенции</i>	<b>Результаты освоения ООП</b> <i>Содержание компетенций</i>	<b>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</b>
ОПК-3	способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	<p><b>Знать:</b> основные понятия и модели в области электричества и магнетизма; физические принципы действия оборудования, предназначенного для исследования электромагнитных явлений; основные законы электричества и магнетизма.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить наблюдения основных электромагнитных явлений и измерять электромагнитные величины; использовать законы электромагнетизма для решения типичных задач; понимать, излагать и критически оценивать базовую общезначимую информацию в области электромагнитных взаимодействий; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями электромагнетизма.</p> <p><b>Владеть:</b> физическими и математическими методами получения, обработки и анализа физической информации в области электромагнетизма; методами и приемами экспериментального исследования базовых электромагнитных явлений.</p>

## 2. Место дисциплины в структуре программы бакалавриата

Дисциплина «Электричество и магнетизм» реализуется в рамках базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» программы бакалавриата.

Для освоения данной дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках освоения дисциплин модулей «Общая физика» («Механика», «Молекулярная физика»), «Математика» («Математический анализ», «Аналитическая геометрия», «Линейная алгебра», «Векторный и тензорный анализ», «Дифференциальные уравнения», «Теория функций комплексного переменного»).

Курс является основой для последующего изучения раздела: общей физики – «Оптики», а также дисциплин модуля «Теоретическая физика», таких как «Электродинамика».

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

**3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетных единиц (ЗЕ), 144 академических часов.

**3.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах)**

Объем дисциплины	Всего часов
	для очной формы обучения
Общая трудоемкость дисциплины	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	72
Аудиторная работа (всего):	72
в т. числе:	
Лекции	36
Практические занятия	36
в т.ч. в активной и интерактивной формах	18
Внеаудиторная работа (всего):	36
Самостоятельная работа обучающихся (всего):	36
Вид промежуточной аттестации обучающегося (экзамен)	36

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость (часы) всего	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости
			аудиторные учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся	
			лекции	семинары, практические занятия		
1.	Предмет электромагнетизма	6	2	2	2	Контрольный опрос по теме 1
2.	Электростатика.	18	6	6	6	Компьютерное тестирование по теме: Электростатика Контрольная работа по теме: Электростатика
3.	Постоянный электрический ток	6	2	2	2	Контрольный опрос по теме 3. Выполнение индивидуальных

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоёмкость (час) <i>час</i>	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоёмкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости
			аудиторные учебные занятия		самостоя- тельная рабо- та обучаю- щихся	
			лекции	семинары, практические занятия		
		всего				
						домашних заданий
4.	Механизмы электропроводности	18	6	6	6	Контрольный опрос по теме 4. Реферат на тему: Зонная теория твердых тел
5.	Стационарное магнитное поле	12	4	4	4	Контрольная работа по теме «Стационарное магнитное поле». Выполнение индивидуальных домашних заданий
6.	Магнитное поле в веществе	12	4	4	4	Контрольный опрос по теме 6.
7.	Электромагнитная индукция.	6	4	4	4	Контрольный опрос по теме 7
8.	Квазистационарные переменные токи.	12	4	4	4	Компьютерное тестирование по теме: Переменный ток. Электромагнитные колебания
9.	Уравнения Максвелла	6	2	2	2	Контрольный опрос по теме 9. Реферат на тему: «История электромагнетизма»
10.	Электромагнитные волны	6	2	2	2	Контрольный опрос по теме 10. Выполнение индивидуальных домашних заданий
11.	Экзамен по курсу	36				

#### 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	Предмет молекулярной физики.	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
1.1.	Предмет электромагнетизма	Предмет электромагнетизма. Сравнение сил электромагнитного взаимодействия с другими известными взаимодействиями. Роль электромагнитных взаимодействий в природе. Электрические заряды, поля, силы. Элементарный заряд и его инвариантность. Непрерывное распределение зарядов. Закон сохранения заряда
<i>Темы практических занятий</i>		
1.2	Электрические заряды и токи	Сравнение сил электромагнитного взаимодействия с другими известными взаимодействиями. Электрические заряды, поля, силы. Элементарный заряд и его инвариантность. Непрерывное распределение зарядов. Плотность тока. Закон сохранения заряда
2	Электростатика	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
2.1	Закон Кулона. Электростатическое поле. Потенциал.	Закон Кулона. Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции. Электростатическая теорема Гаусса. Работа, совершаемая силами электростатического поля при переносе заряда. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал поля точечного заряда, системы точечных зарядов и непрерывно распределенных зарядов. Уравнение Лапласа и Пуассона. Электрическое поле диполя.
2.2	Электрическое поле при наличии проводников и диэлектриков	Электрическое поле при наличии проводников. Напряженность электрического поля вблизи поверхности заряженного проводника. Потенциал и электрическая емкость уединенного проводника. Взаимная емкость. Конденсаторы. Электрическое поле при наличии диэлектриков. Молекулярная картина поляризации диэлектрика. Коэффициент поляризуемости. Полярные и неполярные диэлектрики. Вектор поляризации. Виды поляризации. Поляризационный объемный и поверхностный заряды, их связь с вектором поляризации. Сегнетоэлектрики, пироэлектрики, пьезоэлектрики. Гистерезис сегнетоэлектриков, электрострикция
2.3	Энергия электростатического поля. Силы в электростатическом поле	Энергия электростатического поля. Силы в электростатическом поле.
<i>Темы практических занятий</i>		

№п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
2.4	Закон Кулона. Электростатическое поле. Потенциал	Закон Кулона. Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции. Электростатическая теорема Гаусса.. Потенциал поля точечного заряда, системы точечных зарядов и непрерывно распределенных зарядов. Электрическое поле диполя.
2.5.	Электрическое поле при наличии проводников и диэлектриков	Электрическое поле при наличии проводников. Потенциал и электрическая емкость уединенного проводника. Взаимная емкость. Конденсаторы. Электрическое поле при наличии диэлектриков
2.6.	Энергия электростатического поля. Силы в электростатическом поле	Энергия электростатического поля. Силы в электростатическом поле.
3.	Постоянный электрический ток	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
3.1	Постоянный электрический ток	Электрическое поле при наличии постоянного тока. Сила тока. Плотность тока. Сторонние электродвижущие силы (э.д.с.). Уравнение непрерывности и условие стационарности электрического тока. Закон Ома. Работа и мощность, совершаемая при прохождении электрического тока. Правила Кирхгофа. Токи в сплошной среде.
<i>Темы практических занятий</i>		
3.1	Постоянный электрический ток	Закон Ома. Работа и мощность, совершаемая при прохождении электрического тока. Правила Кирхгофа.
4.	Механизмы электропроводности	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
4.1	Классическая теория электропроводности металлов и ее затруднения	Механизмы электропроводности Классическая теория электропроводности металлов и ее затруднения. Зависимость сопротивления проводника от температуры. Эффект Холла. Явление сверхпроводимости. Электролиты. Законы Фарадея. Электропроводность жидкостей. Электропроводность газов. Электрический ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия. Формула Ричардсона-Дешмена. Закон “трех вторых”.
4.2	Понятие о зонной теории твердых тел.	Понятие о зонной теории твердых тел. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Контактные явления. Эффекты Зеебека, Пельтье, Томсона. Полупроводниковые диоды и транзисторы.
4.3.	Электролиты. Законы Фарадея. Электропроводность газов. Электрический ток в вакууме.	Электролиты. Законы Фарадея. Электропроводность жидкостей. Электропроводность газов. Электрический ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия. Формула Ричардсона-Дешмена. Закон “трех вторых”.



№п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
<i>Темы практических занятий</i>		
4.4	Электропроводность металлов	Классическая теория электропроводности металлов . Зависимость сопротивления проводника от температуры. Эффект Холла.
4.5.	Собственная и примесная проводимость полупроводников. Контактные явления.	Собственная и примесная проводимость полупроводников. Контактные явления. Эффекты Зеебека, Пельтье, Томсона.
5.	Стационарное магнитное поле	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
5.1	Магнитное поле, создаваемое стационарно движущимися зарядами. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон Ампера.	Магнитное поле движущегося заряда. Магнитное поле тока. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле, создаваемое прямолинейным током. Магнитное поле кругового тока, соленоида. Магнитный момент тока. Момент сил, действующих на виток с током в магнитном поле. Сила, действующая на виток с током в неоднородном магнитном поле. Сила Лоренца. Закон Ампера.
5.2.	Закон полного тока. Теорема Гаусса для магнитных полей.	Закон полного тока. Дифференциальная форма закона полного тока. Векторный потенциал. Дифференциальное уравнение для векторного потенциала. Магнитный поток. Теорема Гаусса для магнитных полей. Уравнения Максвелла для стационарных электрических и магнитных полей.
<i>Темы практических занятий</i>		
5.3	Закон Био-Савара-Лапласа. Закон Ампера.	Магнитное поле движущегося заряда. Магнитное поле тока. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле, создаваемое прямолинейным током. Магнитное поле кругового тока, соленоида. Магнитный момент тока. Момент сил, действующих на виток с током в магнитном поле. Сила, действующая на виток с током в неоднородном магнитном поле. Сила Лоренца. Закон Ампера.
5.4.	Закон полного тока	Закон полного тока. Дифференциальная форма закона полного тока. Векторный потенциал. Дифференциальное уравнение для векторного потенциала. Магнитный поток. Теорема Гаусса для магнитных полей.
6.	Магнитное поле в веществе.	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
6.1	Атом в магнитном поле. Вектор намагниченности вещества. Диамагнетики. Парамагнетики.	Магнитное поле в веществе. Магнитные моменты атомов. Гиромангнитное отношение. Атом в магнитном поле. Ларморова прецессия. Магнитный момент наведенного орбитального магнитного момента электрона и общего орбитального момента атома. Диамагнетики в однородном магнитном поле. Вектор намагниченности вещества. Парамагнитные вещества в однородном магнитном поле. Расчет парамагнитной восприимчивости парамагнитных газов. Закон Кюри.

№п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
		Магнитомеханический эффект. Эффект Барнетта. Магнетон Бора. Спиновый магнитный момент электрона.
6.2.	Магнитная индукция. Напряженность магнитного поля.	Магнитное поле в магнетиках. Магнитная индукция. Напряженность магнитного поля. Закон полного тока для магнетиков. Энергия магнитного поля неферромагнитного вещества. Ферромагнетизм и его природа. Гистерезис. Закон Кюри-Вейсса.
<i>Темы практических занятий</i>		
6.3	Атом в магнитном поле. Вектор намагниченности вещества. Диамагнетики. Парамагнетики.	Магнитное поле в веществе. Магнитные моменты атомов. Гиромагнитное отношение. Атом в магнитном поле. Ларморова прецессия. Магнитный момент наведенного орбитального магнитного момента электрона и общего орбитального момента атома. Диамагнетики в однородном магнитном поле. Вектор намагниченности вещества. Парамагнитные вещества в однородном магнитном поле. Расчет парамагнитной восприимчивости парамагнитных газов. Закон Кюри.
6.4.	Магнитное поле в магнетиках Магнитная индукция. Напряженность магнитного поля.	Магнитное поле в магнетиках. Магнитная индукция. Напряженность магнитного поля. Закон полного тока для магнетиков. Энергия магнитного поля неферромагнитного вещества. Ферромагнетизм и его природа. Гистерезис. Закон Кюри-Вейсса.
<b>7</b>	Электромагнитная индукция	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
7.1	Закон электромагнитной индукции Фарадея.	Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Вывод закона электромагнитной индукции из закона сохранения энергии. Трактровка Максвеллом явления электромагнитной индукции. Явление самоиндукции. Индуктивность контура, соленоида. Токи замыкания и размыкания. Скин-эффект. Сущность явления, толщина скинслоя.
<i>Темы практических занятий</i>		
7.2	Закон электромагнитной индукции Фарадея	Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Явление самоиндукции. Индуктивность контура, соленоида.
8.	Квазистационарные переменные токи	Условие квазистационарности. Цепи квазистационарного переменного тока. Основное уравнение для квазистационарного тока. Получение переменного гармонического тока. Работа и мощность гармонического переменного тока. Коэффициент мощности. Обобщенный закон Ома. Векторные диаграммы для гармонического переменного тока.
<i>Содержание лекционного курса</i>		
8.1	Цепи квазистационарного переменного тока.	Условие квазистационарности. Цепи квазистационарного переменного тока. Основное уравнение для квазистационарного тока. Получение переменного гармонического тока. Работа и мощность гармонического переменного тока. Коэффициент мощности.

№п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
		Обобщенный закон Ома. Векторные диаграммы для гармонического переменного тока.
8.2	Электромагнитные колебания.	<p>Электромагнитные колебания в колебательном контуре. Свободные, затухающие вынужденные электромагнитные колебания. Формула Томсона. Волновое сопротивление, добротность колебательного контура. Резонанс напряжений и токов в последовательных и параллельных цепях гармонического переменного тока, содержащих индуктивность <math>L</math>, емкость <math>C</math> и активное сопротивление <math>R</math>. Взаимная индукция. Трансформатор .</p> <p>Трехфазный ток. Получение трехфазного тока. Соединение обмоток генератора и потребителя звездой и треугольником. Электродвигатели.</p>
<i>Темы практических занятий</i>		
8.3	Основное уравнение для квазистационарного тока. Работа и мощность гармонического переменного тока.	<p>Условие квазистационарности. Цепи квазистационарного переменного тока. Основное уравнение для квазистационарного тока. Работа и мощность гармонического переменного тока. Коэффициент мощности.</p> <p>Обобщенный закон Ома. Векторные диаграммы для гармонического переменного тока.</p>
8.4.	Электромагнитные колебания.	<p>Электромагнитные колебания в колебательном контуре. Свободные, затухающие вынужденные электромагнитные колебания. Формула Томсона. Волновое сопротивление, добротность колебательного контура. Резонанс напряжений и токов в последовательных и параллельных цепях гармонического переменного тока, содержащих индуктивность <math>L</math>, емкость <math>C</math> и активное сопротивление <math>R</math>. Взаимная индукция. Трансформатор .</p>
9.	Уравнения Максвелла	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
9.1.	Уравнения Максвелла	<p>Первое уравнение Максвелла.</p> <p>Второе уравнение Максвелла. Взаимная связь между электрическим и магнитным полями. Ток смещения. опыты Эйхенвальда и Герца, подтверждающие существование тока смещения. Релятивистская природа тока смещения.</p> <p>Система уравнений Максвелла и их физический смысл .</p> <p>Закон сохранения энергии электромагнитного поля. Плотность потока электромагнитной энергии. Вектор Умова-Пойтинга. Перенос электромагнитной энергии вдоль линий электропередач .</p>
<i>Темы практических занятий</i>		
9.2.	Уравнения Максвелла	Закон сохранения энергии электромагнитного поля.

№п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
		Плотность потока электромагнитной энергии. Вектор Умова-Пойтинга.
<i>Содержание лекционного курса</i>		
10.	Электромагнитные волны	Излучение электромагнитных волн. Плоские электромагнитные волны. Плотность потока энергии электромагнитной волны Векторы поля волны и соотношения между ними. Фазовая скорость.
<i>Темы практических занятий</i>		
10.1.	Электромагнитные волны	Плоские электромагнитные волны в однородной и изотропной среде. Плотность потока энергии электромагнитной волны Векторы поля волны и соотношения между ними. Фазовая скорость.

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

- Учебно-методический комплекс по дисциплине, размещенный на сайте факультета. Режим доступа: [http://physic.kemsu.ru/viewpage.php?page\\_id=358](http://physic.kemsu.ru/viewpage.php?page_id=358), дата обращения 26.01.2015.
- Слайд-лекции по дисциплине. Режим доступа: [http://physic.kemsu.ru/viewpage.php?page\\_id=358](http://physic.kemsu.ru/viewpage.php?page_id=358) дата обращения 26.01.2015.
- Польшгалов Ю. И. и др. Электронное учебно-методическое пособие "Электричество и магнетизм: решение задач" [Электронный ресурс]. – Кемерово: КемГУ, 2006. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM). – Номер ГР в ФГУП НТЦ "Информрегистр" 0320600860; свид. № 8156. - Режим доступа: [http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn\\_pos/electr\\_magn/Index.htm](http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn_pos/electr_magn/Index.htm) , дата обращения 26.01.2015.
- Альтшулер О. Г., Гордиенок Н. И. Основы электростатики: мультимедийный электронный учебно-методический комплекс [Электронный ресурс] – Кемерово : КемГУ, 2011. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – № гос. регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0321101060, свид. № 22132 от 04.05.2011. – Режим доступа: [http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn\\_pos/UMK\\_Electrostat/index.htm](http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn_pos/UMK_Electrostat/index.htm) (дата обращения 26.01.2015).
- Альтшулер О. Г., Симагова О. Г. Правила Кирхгофа для разветвленных цепей: решение задач: электронное учебно-методическое пособие [Электронный ресурс]– Кемерово : КемГУ, 2008. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM). – Номер ГР в ФГУП НТЦ "Информрегистр" 0320801135; свид. № 13362. – Режим доступа: [http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn\\_pos/kirhgof/index.htm](http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn_pos/kirhgof/index.htm) (дата обращения 26.01.2015).

### 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

#### 6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (темы) (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	наименование оценочного средства

1	Предмет электромагнетизма	ОПК-3 <i>Знать:</i> основные понятия и модели в области электричества и магнетизма; <i>Уметь:</i> понимать, излагать и критически оценивать базовую общефизическую информацию в области электромагнитных взаимодействий	Контрольный опрос по теме 1
2	Электростатика	ОПК-3 <i>Знать:</i> основные законы электричества и магнетизма. <i>Уметь:</i> использовать законы электромагнетизма для решения типичных задач; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями электромагнетизма. <i>Владеть:</i> физическими и математическими методами получения, обработки и анализа физической информации в области электромагнетизма; методами и приемами экспериментального исследования базовых электромагнитных явлений.	Компьютерное тестирование по теме: Электростатика Контрольная работа по теме: Электростатика
3	Постоянный электрический ток	ОПК-3 <i>Знать:</i> основные понятия и модели в области электричества и магнетизма; физические принципы действия оборудования, предназначенного для исследования электромагнитных явлений; основные законы электричества и магнетизма. <i>Уметь:</i> проводить наблюдения основных электромагнитных явлений и измерять электромагнитные величины; использовать законы электромагнетизма для решения типичных задач	Контрольный опрос по теме 3.
4	Механизмы электропроводности	ОПК-3. <i>Знать:</i> основные понятия и модели в области электричества и магнетизма; <i>Уметь:</i> использовать законы электромагнетизма для решения типичных задач; понимать, излагать и критически оценивать базовую общефизическую информацию в области электромагнитных взаимодействий; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями электромагнетизма. <i>Владеть:</i> физическими и математическими методами получения, обработки и анализа физической информации в области электромагнетизма;	Контрольный опрос по теме 4. Реферат на тему: Зонная теория твердых тел
5	Стационарное магнитное поле.	ОПК-3. <i>Знать:</i> основные понятия и модели в области электричества и магнетизма; основ-	Контрольная работа по теме «Стационарное магнитное

		<p>ные законы электричества и магнетизма.</p> <p><b>Уметь:</b> использовать законы электромагнетизма для решения типичных задач; понимать, излагать и критически оценивать базовую общефизическую информацию в области электромагнитных взаимодействий; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями электромагнетизма.</p>	поле».
6	<b>Магнитное поле в веществе.</b>	<p>ОПК-3:</p> <p><b>Знать:</b> основные понятия и модели в области электричества и магнетизма; основные законы электричества и магнетизма.</p> <p><b>Уметь:</b> использовать законы электромагнетизма для решения типичных задач; понимать, излагать и критически оценивать базовую общефизическую информацию в области электромагнитных взаимодействий; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями электромагнетизма.</p> <p><b>Владеть:</b> физическими и математическими методами получения, обработки и анализа физической информации в области электромагнетизма; методами и приемами экспериментального исследования базовых электромагнитных явлений.</p>	Контрольный опрос по теме 6.
7	<b>Электромагнитная индукция.</b>	<p>ОПК-3:</p> <p><b>Знать:</b> основные понятия и модели в области электричества и магнетизма; физические принципы действия оборудования, предназначенного для исследования электромагнитных явлений; основные законы электричества и магнетизма.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить наблюдения основных электромагнитных явлений и измерять электромагнитные величины; использовать законы электромагнетизма для решения типичных задач; понимать, излагать и критически оценивать базовую общефизическую информацию в области электромагнитных взаимодействий; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями электромагнетизма.</p> <p><b>Владеть:</b> физическими и математическими методами получения, обработки и анализа физической информации в области электромагнетизма; методами и приемами экспериментального исследования базовых электромагнитных явлений.</p>	Контрольный опрос по теме 7
8	<b>Квазистационарные пе-</b>	ОПК-3	Компьютерное тес-

	<b>ременные токи.</b>	<p><b>Знать:</b> основные понятия и модели в области электричества и магнетизма; физические принципы действия оборудования, предназначенного для исследования электромагнитных явлений; основные законы электричества и магнетизма.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить наблюдения основных электромагнитных явлений и измерять электромагнитные величины; использовать законы электромагнетизма для решения типичных задач; понимать, излагать и критически оценивать базовую общефизическую информацию в области электромагнитных взаимодействий; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями электромагнетизма.</p>	тирование по теме: Переменный ток. Электромагнитные колебания
9	<b>Уравнения Максвелла.</b>	<p>ОПК-3.</p> <p><b>Знать:</b> основные понятия и модели в области электричества и магнетизма; физические принципы действия оборудования, предназначенного для исследования электромагнитных явлений; основные законы электричества и магнетизма.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить наблюдения основных электромагнитных явлений и измерять электромагнитные величины; использовать законы электромагнетизма для решения типичных задач; понимать, излагать и критически оценивать базовую общефизическую информацию в области электромагнитных взаимодействий; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями электромагнетизма.</p> <p><b>Владеть:</b> физическими и математическими методами получения, обработки и анализа физической информации в области электромагнетизма; методами и приемами экспериментального исследования базовых электромагнитных явлений.</p>	Контрольный опрос по теме 9. Реферат на тему: «История электромагнетизма»
10.	<b>Электромагнитные волны</b>	<p>ОПК-3.</p> <p><b>Знать:</b> основные понятия и модели в области электричества и магнетизма; физические принципы действия оборудования, предназначенного для исследования электромагнитных явлений; основные законы электричества и магнетизма.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить наблюдения основных электромагнитных явлений и измерять электромагнитные величины; использовать законы электромагнетизма для реше-</p>	Контрольный опрос по теме 10.

		<p>ния типичных задач; понимать, излагать и критически оценивать базовую общефизическую информацию в области электромагнитных взаимодействий; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями электромагнетизма.</p>	
--	--	---	--

## 6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

### 6.2.1. Материалы к экзамену по дисциплине "Электричество и магнетизм"

#### а) Вопросы к экзамену

1. Сформулируйте закон сохранения заряда.
2. Напишите закон Кулона в векторном виде.
3. Какие поля называются электростатическими?
3. Как определяется напряженность электрического поля?
4. Сформулируйте принцип суперпозиции электрических полей.
5. Запишите формулы для напряженности электрического поля, создаваемого точечным зарядом, диполем, равномерно заряженной плоскостью, сферой, шаром.
6. Сформулируйте теорему Остроградского-Гаусса. Докажите ее на примере точечного заряда.
7. Напишите закон Кулона в дифференциальной форме.
8. Каково условие потенциальности силового поля?
9. Как связана работа по перемещению заряда в электростатическом поле с напряженностью и потенциалом поля?
10. Какова связь между потенциалом и напряженностью электростатического поля?
11. Каковы напряженность и потенциал электростатического поля, создаваемого заряженным проводником, а также распределение заряда внутри и на его поверхности?
12. На чем основана электростатическая защита?
13. Дайте определение емкости уединенного проводника. От чего она зависит?
14. Дайте определение взаимной емкости двух проводников. От чего она зависит?
15. Что происходит с неполярными молекулами диэлектрика во внешнем электрическом поле?
16. Как действует электрическое поле на жесткий диполь?
17. В чем состоит различие между поляризацией диэлектриков с полярными и неполярными молекулами?
18. Каков физический смысл вектора поляризованности?
19. Как определяется вектор электрического смещения? Зачем он вводится?
20. Найдите связь между векторами электрического смещения, напряженности электрического поля и поляризации?
21. Чем отличаются сегнетоэлектрики от прочих диэлектриков?
22. Докажите, что электростатическое поле обладает энергией и найдите выражение для ее объемной плотности.
23. Какие силы, действующие в электрических цепях, называются сторонними?
24. Запишите закон Ома для участка цепи, замкнутой цепи. Каков его физический смысл?
25. Сформулируйте правила Кирхгофа. На основе каких законов они выводятся?
26. Дайте определение силы тока, плотности тока.
27. Какие гипотезы положены в основу классической теории электронной проводимости металлов?
28. Выведите на основе электронной теории проводимости металлов закон Ома для плотности тока и закон Джоуля-Ленца для плотности тепловой мощности тока.
29. Каковы затруднения классической электронной теории проводимости металлов?
30. Как, согласно квантовой теории, распределены электроны проводимости металлов при  $T = 0\text{K}$ ? Как изменяется это распределение при повышении температуры?



31. Как квантовая теория разрешает противоречия между экспериментальными результатами и результатами классической теории электропроводности металлов?
32. В чем различие энергетических состояний электронов в кристалле и в изолированном атоме? Какие энергетические зоны называются разрешенными и какие запрещенными?
33. В чем состоит отличие металлов от диэлектриков согласно зонной теории?
34. Какие вещества называются полупроводниками? Как объясняются их электрические свойства зонной теорией?
35. Как влияют примеси на электропроводность полупроводников? Объясните, как возникают примесные электронная и дырочная проводимости полупроводников?
36. С помощью зонной теории поясните электрические свойства контактов двух металлов и металла с полупроводником.
37. Как объяснить выпрямляющее действие полупроводникового диода?
38. Сформулируйте законы Фарадея для электролиза. Какие выводы из них можно сделать относительно зарядов ионов?
39. выведите закон Ома для плотности тока в электролите.
40. Как зависит удельное сопротивление электролитов от температуры и концентрации?
41. В чем состоит явление термоэлектронной эмиссии?
42. Что называется работой выхода электрона из металла? Чем она обусловлена и от чего зависит?
43. Объясните зависимость термоэлектронного тока от анодного напряжения.
44. Запишите закон Био-Савара-Лапласа в векторной форме.
45. Запишите выражение для магнитного момента, создаваемого плоским контуром тока. По какому правилу определяется направление этого момента? Имеет ли это правило отношение к закону Био-Савара-Лапласа?
46. Запишите формулу для магнитной индукции, создаваемой движущимся со скоростью  $\vec{v}$  относительно инерциальной системы отсчета зарядом  $Q$ .
47. Запишите закон полного тока для стационарного магнитного поля в интегральной и дифференциальной формах. В каком случае магнитное поле с индукцией  $\vec{B}$  имеет потенциальный характер?
48. Каким образом можно осуществить экранирование магнитного поля?
49. Как действуют на покоящийся замкнутый контур с током однородное и неоднородное магнитные поля?
50. Найдите выражение для работы, совершаемой силами магнитного поля при перемещении проводника с током, контура с током.
51. Запишите в векторном виде выражение для силы, с которой магнитное поле действует на движущийся со скоростью  $\vec{v}$  электрический заряд  $Q$ .
52. Объясните, как направлены силы взаимодействия между параллельными токами на основе взаимодействия между движущимися зарядами.
53. В чем состоит эффект Холла и как он объясняется?
54. Как с помощью эффекта Холла можно определить тип примесной проводимости полупроводника?
55. Как действует внешнее магнитное поле на орбитальный магнитный момент электрона в атоме?
56. Какие вещества называются диамагнитными? Что происходит с диамагнетиком при его внесении в магнитное поле?
57. Какие вещества называются парамагнетиками? Что происходит с парамагнетиком при его внесении в магнитное поле?
58. Дайте определение вектора намагниченности. Как он связан с напряженностью магнитного поля?
59. Чем различаются магнитные свойства диа- и парамагнетиков?
60. Какие опыты подтверждают доменную структуру ферромагнетиков?
61. В чем состоял опыт Эйнштейна-де Газа и каково его значение для выяснения природы

ферромагнетизма?

62. В чем состоит явление электромагнитной индукции? Опишите опыты Фарадея.

63. Сформулируйте закон Фарадея и правило Ленца.

64. Покажите, что основной закон электромагнитной индукции можно вывести из закона сохранения энергии.

65. Как доказать, что электрическое поле, возбуждаемое магнитным полем, является вихревым?

66. Найдите выражение для э.д.с. индукции и индукционного тока в плоском витке, равномерно вращающемся в однородном магнитном поле.

67. Что представляют собой вихревые токи? Какие практические применения они находят? Каковы способы борьбы с ними?

68. В чем состоят явления самоиндукции и взаимной индукции? Напишите выражения для э.д.с. индукции в обоих случаях. Что называется индуктивностью проводящего контура и взаимной индуктивностью двух контуров?

69. Найдите взаимную индуктивность обмоток трансформатора и поясните принцип его работы.

70. Покажите, что магнитное поле обладает энергией и найдите выражение для объемной плотности энергии магнитного и электромагнитного полей.

71. Какие токи называются квазистационарными?

72. Какие физические приближения делаются при анализе цепей переменного тока?

73. В чем заключается метод комплексных амплитуд для расчета цепей синусоидальных токов? Как на этой основе строятся векторные диаграммы токов и напряжений?

75. Как строится векторная диаграмма токов и напряжений для последовательной RCL-цепи? Запишите закон Ома для этого случая.

76. Как записывается закон Ома и правила Кирхгофа для гармонических токов в комплексной форме?

77. Выведите выражения для работы и мощности в цепях переменного тока. Что называется коэффициентом мощности?

78. Опишите процессы, происходящие при свободных электромагнитных колебаниях в колебательном контуре. Как найти период этих колебаний?

79. В чем состоит явление резонанса в колебательном контуре? Как выглядят резонансные кривые для контуров, отличающихся только величинами их активных сопротивлений?

80. От каких параметров колебательного контура зависит резонансная частота?

81. В чем состоит обобщение закона электромагнитной индукции, сделанное Максвеллом?

82. Что называется током смещения? Каково его магнитное действие и как его можно обнаружить?

83. Напишите выражение закона полного тока с учетом тока смещения.

84. Напишите полную систему уравнений Максвелла. Какие законы электромагнетизма соответствуют каждому из этих уравнений?

85. Найдите выражение для плоской электромагнитной волны, исходя из уравнений Максвелла.

86. Какое обстоятельство навело Максвелла на мысль об электромагнитной природе света?

87. Что такое плотность потока энергии волны? От чего она зависит и каков ее физический смысл?

88. Как распространяется электромагнитная энергия по линии электропередач

## **ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ, ПОНЯТИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ЗАКОНЫ И ФОРМУЛЫ ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМА**

- |                                     |                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Электромагнетизм                 | 5. Энергия Ферми                   |
| 2. Элементарный электрический заряд | 6. Спин                            |
| 3. Электризация                     | 7. Магнитный момент                |
| 4. Термоэлектронная работа выхода   | 8. Контактная разность потенциалов |

9. Пробный заряд
10. Инвариантность электрического заряда
11. Положительный и отрицательный заряд
12. Объемная плотность заряда
13. Поверхностная плотность заряда
14. Плотность тока
15. Сила тока
16. Закон сохранения заряда
17. Формула Гаусса-Остроградского
18. Закон Кулона
19. Электрическое поле
20. Напряженность электрического поля
21. Опыт Кавендиша
22. Принцип суперпозиции
23. Точечный заряд
24. Магнитное поле
25. Единица силы тока - Ампер
26. Сила Лоренца
27. Сила Ампера
28. Закон Био-Савара-Лапласа
29. Прямолинейный ток
30. Круговой ток
31. Электростатическая теорема Гаусса
32. Силовые линии напряженности электрического поля  $E$
33. Источники и стоки  $E$
34. Уравнение Максвелла для  $\text{div}E$
35. Потенциал электростатического поля
36. Непрерывность потенциала
37. Уравнение Лапласа
38. Уравнение Пуассона
39. Закон Ома
40. Дифференциальная форма закона Ома
41. Электрическая индукция
42. Электроскопы
43. Электрометры
44. Емкость уединенного проводника
45. Взаимная емкость
46. Конденсатор
47. Диполь
48. Метод изображений
49. Дипольный момент
50. Диэлектрик
51. Поляризация диэлектрика
52. Поляризованность  $P$
53. Связанный заряд
54. Теорема Стокса
55. Электрическое смещение  $D$
56. Граничные условия для нормальной составляющей вектора  $D$
57. Граничные условия для тангенциальной составляющей вектора  $E$
58. Энергия электростатического поля
59. Преломление силовых линий на границе раздела диэлектриков
60. Энергия заряженных проводников
61. Силы в электрическом поле
62. Момент сил, действующих на диполь
63. Локальное электрическое поле
64. неполярные диэлектрики
65. Диэлектрическая восприимчивость
66. Молекулярная диэлектрическая восприимчивость
67. Полярные диэлектрики
68. Полярные жидкости
69. Ионные кристаллы
70. Сегнетоэлектрики
71. Петля гистерезиса
72. Точка Кюри
73. Спонтанная поляризованность
74. Пьезоэлектрики
75. Теорема Гаусса для поляризованности  $P$
76. Электрострикция
77. Пироэлектрики
78. Сторонние ЭДС
79. Правила Кирхгофа
80. Гальванические элементы
81. Аккумуляторы
82. Мощность тока
83. Закон Джоуля-Ленца
84. Электропроводность металлов
85. Опыты Толмена и Стьюарта
86. Зонная теория
87. Эффект Холла
88. Магнетосопротивление
89. Сверхпроводимость
90. Подвижность
91. Эффект Мейснера
92. Поверхностный ток
93. Сверхпроводники первого и второго рода
94. Высокотемпературные сверхпроводники
95. Диссоциация
96. Электролиты
97. Самостоятельный и несамостоятельный ток в газах
98. Пространственный заряд
99. Плотность тока насыщения

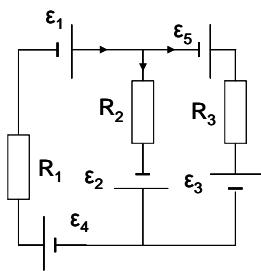
100. Термоэлектронная эмиссия
101. Закон трех вторых
102. Закон полного тока
103. Стационарное магнитное поле
104. Магнитная индукция **B**
105. Уравнения Максвелла для стационарного магнитного поля
106. Условия равновесия на границе раздела двух жидкостей
107. Уравнение для  $\text{div} \mathbf{B}$
108. Векторный потенциал
109. Скалярный потенциал
110. Калибровка потенциала
111. Поле элементарного тока
112. Механизмы намагничивания
113. Намагниченность
114. Объемная плотность молекулярных токов
115. Поверхностные молекулярные токи
116. Напряженность магнитного поля **H**
117. Граничные условия для тангенциальной составляющей вектора **B**
118. Граничные условия для тангенциальной составляющей вектора **H**
119. Силовые линии магнитного поля
120. Магнитная экранировка
121. Электростатическая экранировка
122. Магнитный момент
123. Магнетик
124. Диамагнетик
125. Парамагнетик
126. Ферромагнетик
127. Антиферромагнетик
128. Петля гистерезиса для ферромагнетика
129. Силы в магнитном поле
130. Диамагнитная восприимчивость
131. Парамагнитная восприимчивость
132. Магнитная проницаемость
133. Закон Кюри-Вейсса
134. Механизм намагничивания
135. Кривая магнитной проницаемости ферромагнетика
136. Ферромагнитный резонанс
137. Гиромангнитные эффекты
138. Опыт Эйнштейна-де Гааза
139. Эффект Барнетта
140. Генераторы переменного тока
141. Индукция токов в движущихся проводниках
142. Закон электромагнитной индукции Фарадея
143. Правило Ленца
144. Дифференциальная формулировка закона электромагнитной индукции
145. Энергия магнитного поля
146. Соленоид
147. Индуктивность
148. Коэффициент взаимной индукции
149. Коэффициент самоиндукции
150. Энергия магнитного момента во внешнем магнитном поле
151. Переменный ток
152. Векторные диаграммы
153. Емкостное сопротивление
154. Индуктивное сопротивление
154. Омическое сопротивление
154. Комплексное сопротивление
155. Работа и мощность переменного тока
156. Коэффициент мощности
157. Асинхронные электродвигатели
158. Вращающееся магнитное поле
159. Токи Фуко
160. Скин-эффект
161. Резонанс токов
162. Резонанс напряжений
163. Колебательный контур
164. Цепи с учетом взаимной индукции
165. Трансформатор
166. Трехфазный ток
167. Соединение звездой
168. Соединение треугольником
169. Ток смещения
170. Система уравнений Максвелла
171. Закон сохранения энергии электромагнитного поля
172. Вектор Умова-Пойтинга
173. Электромагнитные волны
174. Излучение электромагнитных волн
175. Вибратор Герца
176. Плоские электромагнитные волны
178. Уравнения для векторов электромагнитного поля волны
179. Фазовая скорость и длина электромагнитной волны
189. Соотношение между амплитудами векторов поля в электромагнитной волне
190. Соотношение между фазами векторов поля в электромагнитной волне
191. Поляризация электромагнитных волн

192. Уравнение плоской электромагнитной волны в комплексной форме
193. Волновой вектор, фазовая ско-

рость, длина волны и частота. Связь между ними

**б) Примеры задач, выносимых на экзамен**

1. Находящийся в вакууме очень тонкий прямой стержень длины  $2a$  заряжен с постоянной линейной плотностью  $\lambda$ . Для точек, лежащих на прямой, перпендикулярной оси стержня и проходящей через его середину, найти модуль напряженности поля  $E$  как функцию расстояния  $r_0$  от центра стержня. Исследовать случай  $a \rightarrow \infty$ .



2. Проводник произвольной формы, имеющий заряд  $q = 2,5$  мкКл, окружен однородным диэлектриком с проницаемостью  $\epsilon = 5,0$  (см. рис.). Найти суммарные поверхностные связанные заряды на внутренней и наружной поверхностях диэлектрика.

3. Используя правила Кирхгофа, вычислить токи  $I_1, I_2, I_3$ . Параметры электрической схемы указаны на рисунке. Численные значения параметров принять равными (в системе СИ) их индексам.

4. Тонкий провод в виде кольца массой  $m$  свободно подвешен на неупругой нити в однородном магнитном поле. По кольцу течет ток силой  $I$ . Период малых крутильных колебаний относительно вертикальной оси равен  $T$ . Найти магнитную индукцию  $B$  поля.
5. Катушка индуктивности  $L = 250$  мГн и сопротивлением  $R = 0,3$  Ом подключается к источнику постоянного напряжения. Через какой промежуток времени  $\tau$  сила тока в катушке достигнет 50% установившегося значения?
6. Небольшой шарик объема  $V$  из парамагнетика с магнитной восприимчивостью  $\chi$  медленно переместили вдоль оси катушки с током из точки, где индукция магнитного поля равна  $B$ , в область, где магнитное поле практически отсутствует. Какую при этом совершили работу?
7. Прямой бесконечно длинный проводник с током  $I$  лежит в плоскости раздела двух непроводящих сред с магнитными проницаемостями  $\mu_1$  и  $\mu_2$ . Найти индукцию магнитного поля на расстоянии  $R$  от проводника.
8. Колебательный контур состоит из конденсатора  $C = 4$  мкФ, катушки индуктивности  $L =$  мГн и активного сопротивления  $R = 10$  Ом. Найти отношение энергии магнитного поля катушки к энергии электрического поля конденсатора в момент максимума тока.
9. Пространство между обкладками плоского конденсатора, имеющими форму круглого диска, заполнено однородной слабопроводящей средой с удельной проводимостью  $\sigma$  и диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ . Расстояние между обкладками  $d$ . Пренебрегая краевыми эффектами, найти напряженность магнитного поля между обкладками на расстоянии  $r$  от оси, если на конденсатор подано переменное напряжение  $U = U_m \cos \omega t$
10. Рамка площадью  $S$  содержит  $N$  витков провода сопротивлением  $R_1$ . К концам обмотки подключено внешнее сопротивление  $R_2$ . Рамка равномерно вращается в однородном магнитном поле индукции  $B$  с угловой скоростью  $\omega$ . Определить максимальную мощность переменного тока в цепи.
11. Катушка, имеющая индуктивность  $L = 0,3$  Гн и сопротивление  $R = 100$  Ом, включена в цепь 50 – периодного тока с эффективным напряжением  $U_{\text{эфф.}} = 120$  В. Определите выделяемую в цепи мощность.
12. Ток, текущий по длинному прямому соленоиду, радиус сечения которого  $R$ , меняют так, что магнитное поле внутри соленоида возрастает по закону  $B = \beta t^2$ , где  $\beta$  – постоянная. Найти плотность тока смещения как функцию расстояния  $r$  от оси соленоида.
13. Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси  $Ox$ , имеет

вид  $\xi = 0,01 \sin 10^3 t - 2x$ . Тогда скорость распространения волны (в м/с) равна...

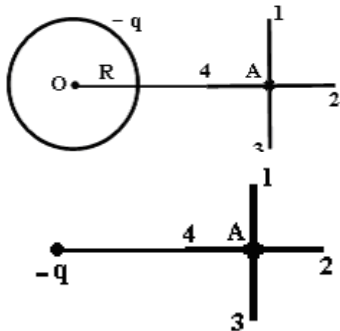
## 6.2.2 Типовые задания (вопросы) контрольного опроса по темам

### Тема 1. Предмет электромагнетизма

- 1.1. Каков порядок отношения электростатической и гравитационной сил взаимодействия между двумя электронами?
- 1.2. Каков порядок отношения электростатической и гравитационной сил взаимодействия между двумя протонами?
- 1.3. Какой величине плотности тока отвечает равномерно распределенный электрический заряд  $Q = 4 \text{ Кл}$ , находящийся в поступательно движущемся вдоль оси  $x$  со скоростью  $v = 1 \text{ м/с}$  объеме  $\Delta V = 2 \text{ м}^3$ ? Какой силе тока отвечает этот перенос заряда через площадку  $\Delta S = 2 \text{ м}^2$ , перпендикулярную оси  $x$ ?
- 1.4. Плотность тока в момент времени  $t$  имеет в декартовой системе координат вид  $\vec{j} = 2tx \vec{i}$ . Чему равна в момент времени  $t = 2 \text{ с}$  объемная плотность заряда?
- 1.5. Сформулируйте в дифференциальной форме закон сохранения заряда.
- 1.6. Сформулируйте в интегральной форме закон сохранения заряда.
- 1.7. С какой силой взаимодействовали бы два медных шарика, каждый массой  $1 \text{ г}$ , находясь на расстоянии  $1 \text{ м}$  друг от друга, если бы суммарный заряд всех электронов отличался на  $2\%$  от суммарного заряда всех ядер?

### Тема 2. Электростатика

- 2.1. Запишите закон Кулона в векторном виде.
- 2.2. Напряженность  $E$  однородного электрического поля равна  $120 \text{ В/м}$ . Определить разность потенциалов  $U$  между этой точкой и другой, лежащей на той же силовой линии и отстоящей от первой на  $\Delta r = 1 \text{ мм}$ .



- 2.3. Расстояние между двумя точечными зарядами  $Q_1 = 1 \text{ мкКл}$  и  $Q_2 = -1 \text{ мкКл}$  равно  $10 \text{ см}$ . Определить силу  $F$ , действующую на точечный заряд  $Q = 0,1 \text{ мкКл}$ , удаленный на  $r_1 = 6 \text{ см}$  от первого и на  $r_2 = 8 \text{ см}$  от второго зарядов.

2.4. Поле создано равномерно заряженной сферической поверхностью с зарядом  $-q$ . Укажите направление вектора градиента потенциала в точке  $A$ .

2.5. Поле создано точечным зарядом  $-q$ . Укажите направление вектора градиента потенциала в точке  $A$ . Ответ дать по примеру :

$A - 3$ . Ответ обосновать.

2.6. Внутри диэлектрика известна его поляризованность  $\vec{P} = a(3x\vec{i} + 4z\vec{j} + 6y\vec{k})$ , где  $a$  - константа,  $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$  - орты декартовой системы координат. Объемная плотность  $\rho'$  связанных зарядов (в ед.  $a$ ) равна ...

2.7. Чему равна напряженность электрического поля между двумя бесконечными параллельными плоскостями, заряженными соответственно с поверхностными плотностями  $\sigma_1 = 4 \text{ мкКл/м}^2$  и  $\sigma_2 = -6 \text{ мкКл/м}^2$ . Укажите направление силовых линий этого поля.



2.8. Чему равен поток напряженности электрического поля через сферу радиуса  $R$ , если объемная плотность заряда внутри сферы распределена по закону:  $\rho(r) = 2r^4$ .

2.9. Поле создано бесконечной равномерно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда  $+\sigma$ . Укажите направление вектора градиента потенциала в точке  $A$ . Ответ дать по примеру :

$A - 3$ . Ответ обосновать.

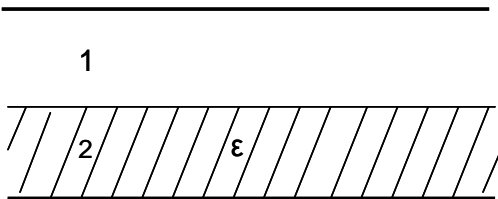
2.10. Дана система точечных зарядов в вакууме и замкнутые поверхности  $S_1, S_2, S_3$ . Поток вектора напряженности электростатического поля равен нулю через поверхность ... Ответ обосновать.

2.11. Потенциал электрического поля имеет вид  $\varphi = \alpha(xy - z^2)$ , где  $\alpha$  – постоянная. Найти проекцию напряженности электрического поля в точке  $M(2, 1, -3)$  на направление вектора  $\mathbf{a} = \mathbf{i} + 3\mathbf{k}$ .

2.12. Точечный электрический диполь с моментом  $\mathbf{p}$  находится во внешнем однородном электрическом поле, напряженность которого равна  $\mathbf{E}_0$ , причем  $\mathbf{p} \uparrow \uparrow \mathbf{E}_0$ . В этом случае одна из эквипотенциальных поверхностей, охватывающих диполь, является сферой. Найти ее радиус.

2.13. Потенциал поля внутри заряженного шара зависит только от расстояния до его центра как  $\varphi = ar^3 + b$ , где  $a$  и  $b$  – постоянные. Найти распределение объемного заряда  $\rho(r)$  внутри шара.

2.14. Является ли электрическое поле напряженностью  $\vec{E} = \vec{a} \cdot \sin(\vec{a}, \vec{r})$ , где  $\mathbf{a}$  – постоянный вектор, потенциальным?

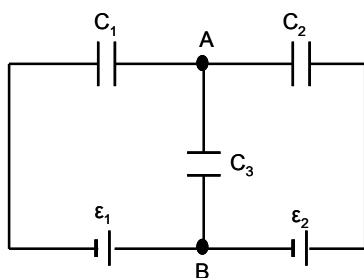


2.15. Первоначально пространство между обкладками плоского конденсатора заполнено воздухом, и напряженность электрического поля в зазоре равна  $E_0$ . Затем половину зазора, как показано на рисунке, заполнили однородным изотропным диэлектриком с проницаемостью  $\epsilon$ . Найти модули векторов  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{D}$  в обеих частях зазора (1 и 2), если при введении диэлектрика: напряжение между обкладками не изменялось.

обкладками не изменялось.

2.15. Длинный диэлектрический цилиндр круглого сечения поляризован так, что поляризованность  $\vec{P} = \alpha \vec{r}$ , где  $\alpha$  – положительная постоянная,  $r = |\vec{r}|$  – расстояние до оси цилиндра. Найти объемную плотность  $\rho'$  связанных зарядов.

2.16. Диэлектрик, проницаемость которого  $\epsilon$ , занимает область  $z < 0$ . Выберем замкнутую цилиндрическую поверхность  $S$ , показанную на рисунке. Вектор напряженности  $\vec{E}$  коллинеарен плоскости рисунка. Определить знаки потоков  $\oint_S \vec{E} d\vec{S}$  и  $\oint_S \vec{D} d\vec{S}$



2.17. Найти разность потенциалов  $\varphi_A - \varphi_B$  в схеме, представленной на рисунке.

2.18. Для полярного диэлектрика *справедливы* утверждения ...

- 1) диэлектрическая восприимчивость обратно пропорциональна температуре
- 2) образец диэлектрика в неоднородном внешнем электрическом поле втягивается в область более сильного поля
- 3) дипольный момент молекул диэлектрика в отсутствие внешнего электрического поля равен нулю

2.19. Для неполярного диэлектрика *справедливы* утверждения ...

- 1) Дипольный момент молекул диэлектрика в отсутствие внешнего электрического поля равен нулю.
- 2) Поляризованность диэлектрика прямо пропорциональна напряженности электрического поля.
- 3) Диэлектрическая восприимчивость диэлектрика обратно пропорциональна температуре.

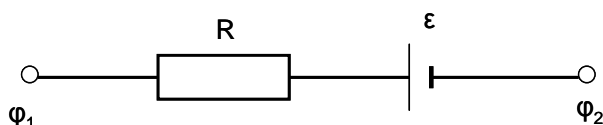
2.20. Для сегнетоэлектрика *справедливы* утверждения ...

- 1) В определенном температурном интервале имеет место самопроизвольная поляризация в отсутствие внешнего электрического поля.
- 2) Диэлектрическая проницаемость зависит от напряженности поля.
- 3) В отсутствие внешнего электрического поля дипольные электрические моменты доменов

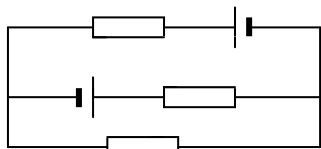
равны нулю.

### Тема 3. Постоянный электрический ток

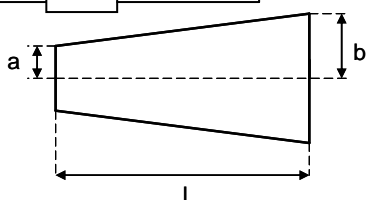
3.1. Найти разность потенциалов  $\varphi_1 - \varphi_2$  между точками 1 и 2 схемы (см. рис.), если  $R = 20$



Ом,  $\varepsilon = 10$  В, сила тока  $I = 5$  А. Внутреннее сопротивление источника пренебрежимо мало.



3.2. Найти значение и направление тока через сопротивление  $R$  в схеме, если  $\varepsilon_1 = 1,5$  эВ,  $\varepsilon_2 = 3,7$  эВ,  $R_1 = 10$  Ом,  $R_2 = 20$  Ом и  $R = 5,0$  Ом. Источники э.д.с. – идеальные.



3.3. Определить сопротивление конического проводника с удельным сопротивлением  $\rho$ , размеры которого даны на рисунке.

3.4. Может ли стационарная (не зависящая явно от времени) плотность тока  $\vec{j}$  выражаться формулами:

а)  $\vec{j} = a(2xe_x + 3ye_y - 5ze_z)$

б)  $\vec{j} = a(2xe_x + 3ye_y + 2ze_z)$

в)  $\vec{j} = a(2ye_x + 3ze_y + 4xe_z)$

3.5. Сила тока в проводнике равномерно нарастает от  $I_0 = 0$  до  $I = 3$  А в течение времени  $t = 10$  с. Определить заряд  $Q$ , прошедший в проводнике.

3.6. Сила тока в проводнике сопротивлением  $R = 12$  Ом равномерно убывает от  $I_0 = 5$  А до  $I = 0$  в течение времени  $t = 10$  с/ Какое количество теплоты выделится в этом проводнике за указанный промежуток времени?

### Тема 4. Механизмы электропроводности.

4.1. Сила тока  $I$  в металлическом проводнике равна  $0,8$  А, сечение  $S$  проводника  $4$  мм<sup>2</sup>. Принимая, что в каждом кубическом сантиметре содержится  $n = 2,5 \cdot 10^{22}$  свободных электронов, определить среднюю скорость  $\langle v \rangle$  их упорядоченного движения.

4.2. Плотность тока в медном проводнике равна  $3$  А/мм<sup>2</sup>. Найти напряженность  $E$  электрического поля в проводнике.

4.3. В медном проводнике длиной  $l = 2$  м и площадью  $S$  поперечного сечения, равной  $0,4$  мм<sup>2</sup>, идет ток. При этом каждую секунду выделяется количество теплоты  $Q = 0,35$  Дж. Сколько электронов проходит за 1 с через поперечное сечение этого проводника?

4.4. При силе тока  $I = 5$  А за время  $t = 10$  мин в электролитической ванне выделилось  $m = 1,02$  г двухвалентного металла. Определить его молярную массу.

4.5. Определить количество вещества  $\nu$  и число атомов  $N$ , отложившегося на катоде электролитической ванны, если через раствор в течение  $t = 5$  мин шел ток силой  $I = 2$  А?

4.6. Посередине между электродами ионизационной камеры пролетела  $\alpha$  – частица, двигаясь параллельно электродам, и образовала на своем пути цепочку ионов. Спустя какое время после пролета  $\alpha$  – частицы ионы дойдут до электродов, если расстояние между ними  $d = 2$  см, разность потенциалов  $U = 100$  кВ и подвижность ионов обоих знаков в среднем  $b = 2$  см<sup>2</sup>/(В·с).

4.7. Проводимость меди составляет  $\gamma = 6,2 \cdot 10^7$  См/м, концентрация электронов проводимости  $n = 10^{29}$  м<sup>-3</sup>. Оцените среднее время  $\tau$  свободного пробега электрона.

4.8. Плотность тока насыщения двухэлектродной лампы при температуре  $T_1$  равна  $j_{нас1}$ , а при температуре  $T_2$  –  $j_{нас2}$ . Определить материал, из которого сделан катод лампы.

4.9. Длительно действовавший ионизатор, создававший за единицу времени в единице объема

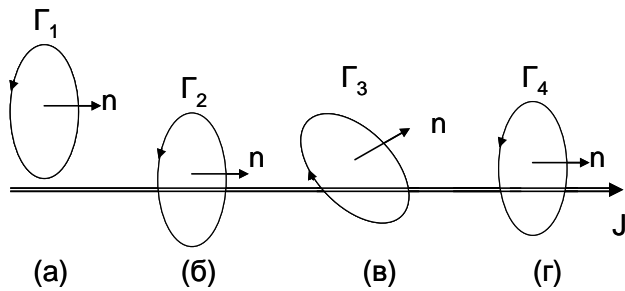


воздуха число пар ионов  $\dot{n}_i = 3,5 \cdot 10^9 \tilde{n}^{-3} \tilde{n}^{-1}$ , был выключен. Считая, что единственным процессом потери ионов в воздухе является рекомбинация с коэффициентом  $\gamma = 1,67 \cdot 10^{-6} \text{ см}^3/\text{с}$ , найти, через какое время после выключения ионизатора концентрация ионов уменьшится в  $\eta = 2,0$  раза.

### Тема 6. Магнитное поле в веществе

6.1. Постоянный ток  $I$  течет вдоль длинного однородного цилиндрического провода круглого сечения. Провод сделан из парамагнетика с магнитной восприимчивостью  $\chi$ . Найти объемный молекулярный ток  $i_{\text{ма}}$ .

6.2. Индукция магнитного поля в вакууме вблизи плоской поверхности однородного изотропного магнетика равна  $B$ , причем вектор  $\mathbf{B}$  составляет угол  $\alpha$  с нормалью к поверхности. Магнитная проницаемость магнетика  $\mu$ . Найти модуль вектора индукции  $\hat{A}'$  магнитного поля в магнетике вблизи поверхности.



6.3. Контуры  $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \Gamma_4$  представляют собой окружности радиуса  $R$ . Направление обхода и расположение контуров относительно прямого тока  $I = 10 \text{ А}$  показано на рисунке. Найти циркуляцию (в А) вектора магнитной напряженности  $\vec{H}$  вдоль контуров. Ответ дать в виде 0, -1, 4, 10

6.4. Магнитное поле меняется по закону  $\vec{H} = 2y\vec{i}$  (в А/м). Чему равна величина плотности тока  $\mathbf{j}$  (в  $\frac{\text{А}}{\text{м}^2}$ ), создающая это поле?

6.5. В однородно намагниченной среде ее намагниченность  $\vec{J}$  не зависит от координат. Чему равна объемная плотность молекулярных токов?

6.6. Силовая линия магнитного поля напряженностью  $H = \frac{1}{\pi} \text{ (А/м)}$  представляет собой окружность радиуса  $R = 2 \text{ м}$ . Какой ток (в А) создает это магнитное поле?

6.7. В намагниченной среде ее намагниченность  $\vec{J} = 2x^2\vec{j}$ , где  $\vec{j}$  - орт декартовой системы координат. Чему равна объемная плотность  $\mathbf{j}_{\text{м}}$  молекулярных токов?

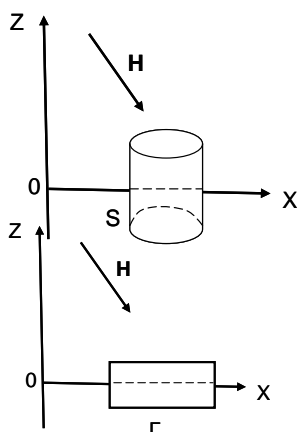
6.8. Относительно *статических* электрических и магнитных полей справедливы утверждения ...

1) Величина потока вектора напряженности электростатического поля сквозь произвольную замкнутую поверхность определяется зарядами, находящимися внутри поверхности.

2) Поток вектора магнитной индукции сквозь произвольную замкнутую поверхность равен нулю.

3) Силовые линии магнитного поля – замкнутые кривые.

4) Силовые линии электрического поля – замкнутые кривые.



6.9. Вещество, магнитная проницаемость которого равна  $\mu$ , занимает область  $z < 0$ . Выберем замкнутую поверхность, как показано на рисунке. Вектор напряженности магнитного поля  $\vec{H}$  коллинеарен плоскости рисунка. Определить знаки выражений  $\oint \vec{B} d\vec{S}$  и  $\oint \vec{H} d\vec{S}$ .

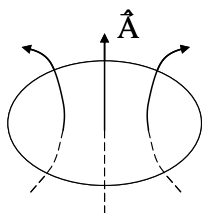
6.10. Магнетик занимает область  $z < 0$ . Выберем контур  $\Gamma$ , показанный на рисунке. Вектор напряженности магнитного поля  $\vec{H}$  коллинеарен плоскости рисунка. Определить знаки выражений  $\oint \vec{H} d\vec{l}$  и  $\oint \vec{B} d\vec{l}$ .

6.11. Для диамагнетика *справедливы* утверждения...

1) Магнитный момент молекул диамагнетика в отсутствие внешнего магнитного поля равен нулю.

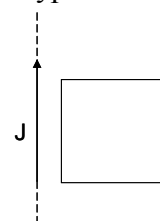
- 2) Во внешнем магнитном поле диамагнетик намагничивается в направлении, противоположном направлению внешнего поля.
- 3) Магнитная проницаемость диамагнетика обратно пропорциональна температуре.
- 6.12. Для парамагнетика *справедливы* утверждения...
- 1) Магнитный момент молекул парамагнетика в отсутствие внешнего магнитного поля отличен от нуля.
- 2) Во внешнем магнитном поле парамагнетик намагничивается в направлении внешнего магнитного поля.
- 3) Магнитная восприимчивость парамагнетика не зависит от температуры.
- 6.13. Для ферромагнетика *справедливы* утверждения...
- 1) Намагниченность по мере возрастания напряженности магнитного поля достигает насыщения.
- 2) Магнитная проницаемость зависит от напряженности магнитного поля.
- 3) При отсутствии внешнего магнитного поля магнитные моменты доменов равны нулю.

### Тема 7. Электромагнитная индукция.



7.1. неподвижный проводящий контур расположен в переменном магнитном поле с индукцией  $\vec{B}(t)$  (см. рис.), причем  $\frac{\partial B}{\partial t} > 0$  (т.е. величина  $B$  возрастает со временем). Возникнет ли ток в этом контуре? Если да, то укажите его направление. Ответ объясните.

7.2. Проводящая рамка перемещается в поле прямолинейного бесконечного проводника с током: а) параллельно проводнику; б) вращаясь вокруг проводника таким образом, что проводник все время остается в плоскости рамки на неизменном расстоянии от нее. Индуцируется ли ток в рамке в обоих случаях? Ответ объясните.



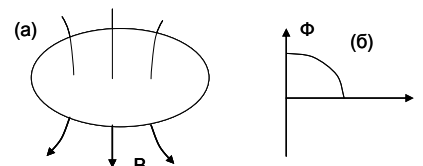
7.3. Ток в проводящем контуре изменяется со временем по закону  $I = I_0 e^{-\alpha t}$  ( $\alpha > 0$ ). Определить: а) как направлена  $\epsilon_i$  в контуре (по току, против тока); б) как  $\epsilon_i$  изменяется по модулю (увеличивается, уменьшается). Ответ объясните.

7.4. Плоская проводящая рамка вращается в однородном магнитном поле. Индуцируется ли в рамке э.д.с., если ось вращения: а) параллельна; б) перпендикулярна линиям индукции. Ответ объясните.

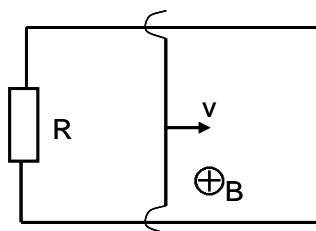
7.5. Определить направление индукционного тока, возникающего в замкнутом контуре и направление результирующей силы, действующей на проводящую рамку, если ток в проводе возрастает (например, по часовой стрелке, вправо).

7.6. Поток магнитной индукции через проводящее кольцо изменяется по гармоническому закону. Среди моментов времени 1, 2, 3, 4, 5 указать момент, соответствующие отрицательному и максимальному по модулю значению эдс индукции в кольце.

7.7. Проводящее кольцо (рис. а) пронизывает магнитный поток, изменяющийся согласно графику (рис. б). Указать направление индукционного тока в кольце и определить, как изменяется ток? (Например, по часовой стрелке, возрастает).



Ответ объясните.



7.8. На рисунке по двум параллельным проводам, замкнутым на одном конце сопротивлением  $R$ , без трения перемещают с постоянной скоростью  $v$  в магнитном поле с индукцией  $B$ , стержень – перемычку длиной  $l$ . Пренебрегая сопротивлением проводов, стержня и скользящих контактов, а также индуктивностью контура, найти значение и направление индукционного тока в стержне.

7.9. В магнитное поле, изменяющееся по закону  $B = 0,1 \cos 4\pi t$ , помещена квадратная рамка

со стороной  $a = 10$  см. Нормаль к рамке совпадает с направлением изменения поля  $\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ . Найти закон изменения эдс индукции, возникающей в рамке, со временем.

### Тема 9. Уравнения Максвелла.

9.1. Полная система уравнений Максвелла для электромагнитного поля имеет вид:

$$\oint_{(L)} \vec{E} d\vec{l} = - \int_{(S)} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$$

$$\oint_{(L)} \vec{H} d\vec{l} = \int_{(S)} \left( \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S}$$

$$\oint_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = \int_{(V)} \rho dV$$

$$\oint_{(S)} \vec{B} d\vec{S} = 0$$

Следующая система уравнений:

$$\oint_{(L)} \vec{E} d\vec{l} = - \int_{(S)} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$$

$$\oint_{(L)} \vec{H} d\vec{l} = \int_{(S)} \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} d\vec{S}$$

$$\oint_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = 0$$

$$\oint_{(S)} \vec{B} d\vec{S} = 0$$

справедлива для переменного электромагнитного поля ...

- 1) в отсутствие заряженных тел и токов проводимости
- 2) при наличии заряженных тел и токов проводимости
- 3) в отсутствие заряженных тел
- 4) в отсутствие токов проводимости

9.2. Полная система уравнений Максвелла для электромагнитного поля имеет вид:

$$\oint_{(L)} \vec{E} d\vec{l} = - \int_{(S)} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$$

$$\oint_{(L)} \vec{H} d\vec{l} = \int_{(S)} \left( \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S}$$

$$\oint_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = \int_{(V)} \rho dV$$

$$\oint_{(S)} \vec{B} d\vec{S} = 0$$

Эта система справедлива для переменного электромагнитного поля ...

- 1) при наличии заряженных тел и токов проводимости
- 2) в отсутствие заряженных тел и токов проводимости
- 3) в отсутствие заряженных тел
- 4) в отсутствие токов проводимости

9.3. Полная система уравнений Максвелла для электромагнитного поля имеет вид:

$$\oint_{(L)} \vec{E} d\vec{l} = - \int_{(S)} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$$

$$\oint_{(L)} \vec{H} d\vec{l} = \int_{(S)} \left( \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S}$$

$$\oint_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = \int_{(V)} \rho dV$$

$$\oint_{(S)} \vec{B} d\vec{S} = 0$$

Следующая система уравнений:

$$\oint_{(L)} \vec{E} d\vec{l} = 0$$

$$\oint_{(L)} \vec{H} d\vec{l} = \int_{(S)} \vec{j} d\vec{S}$$

$$\oint_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = \int_{(V)} \rho dV$$

$$\oint_{(S)} \vec{B} d\vec{S} = 0$$

справедлива для ...

- 1) стационарного электрического и магнитного полей
- 2) переменного электромагнитного поля при наличии заряженных тел и токов проводимости
- 3) переменного электромагнитного поля в отсутствие заряженных тел
- 4) переменного электромагнитного поля в отсутствие токов проводимости

9.4. Полная система уравнений Максвелла для электромагнитного поля имеет вид:

$$\oint_{(L)} \vec{E} d\vec{l} = - \int_{(S)} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$$

$$\oint_{(L)} \vec{H} d\vec{l} = \int_{(S)} \left( \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S}$$

$$\oint_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = \int_{(V)} \rho dV$$

$$\oint_{(S)} \vec{B} d\vec{S} = 0$$

Следующая система уравнений:

$$\oint_{(L)} \vec{E} d\vec{l} = - \int_{(S)} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$$

$$\oint_{(L)} \vec{H} d\vec{l} = \int_{(S)} \left( \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S}$$

$$\oint_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = 0$$

$$\oint_{(S)} \vec{B} d\vec{S} = 0$$

справедлива для переменного электромагнитного поля ...

- 1) в отсутствие заряженных тел

- 2) в отсутствие заряженных тел и токов проводимости
- 3) при наличии заряженных тел и токов проводимости
- 4) отсутствие токов проводимости

9.5. Полная система уравнений Максвелла для электромагнитного поля имеет вид:

$$\oint_{(L)} \vec{E} d\vec{l} = - \int_{(S)} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$$

$$\oint_{(L)} \vec{H} d\vec{l} = \int_{(S)} \left( \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S}$$

$$\int_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = \int_{(V)} \rho dV$$

$$\int_{(S)} \vec{B} d\vec{S} = 0$$

Следующая система уравнений:

$$\oint_{(L)} \vec{E} d\vec{l} = - \int_{(S)} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$$

$$\oint_{(L)} \vec{H} d\vec{l} = \int_{(S)} \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} d\vec{S}$$

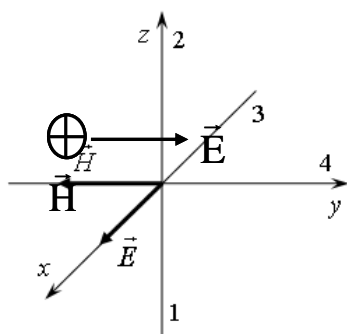
$$\int_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = \int_{(V)} \rho dV$$

$$\int_{(S)} \vec{B} d\vec{S} = 0$$

справедлива для переменного электромагнитного поля ...

- 1) в отсутствие токов проводимости
- 2) в отсутствие заряженных тел и токов проводимости
- 3) при наличии заряженных тел и токов проводимости
- 4) в отсутствие заряженных тел

9.6. Ориентация электрической и магнитной составляющих в плоской электромагнитной волне показана на рисунке. Куда направлен вектор Пойтинга?  $\vec{H} \leftarrow \odot \vec{E}$   
 Ответ поясните.



9.7. На рисунке показана ориентация векторов напряженности электрического ( $\vec{E}$ ) и магнитного ( $\vec{H}$ ) полей в электромагнитной волне. Показать направление вектора плотности потока энергии электромагнитного поля (1, 2, 3, 4). Ответ объяснить.

9.8. Ориентация электрической и магнитной составляющих в плоской электромагнитной волне показана на рисунке. Куда направлен вектор Пойтинга? Ответ поясните.

### Тема 10. Электромагнитные волны.

10.1. Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси OX, имеет вид  $\xi = 0,01 \sin 10^3 t - 2x$ . Тогда

скорость распространения волны (в м/с) равна...

- 1) 500
- 2) 1000
- 3) 2

10.2. Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси OX, имеет вид  $\xi = 0,01 \sin 10^3 t - 2x$ . Длина волны (в м) равна...

- 1) 3,14
- 2) 0,5
- 3) 2

10.3. Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси OX, имеет вид  $\xi = 0,01 \sin 10^3 t - 2x$ . Период (в мс) равен...

- 1) 6,28
- 2) 1
- 3) 2

10.4. Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси OX со скоростью 500 м/с, имеет вид  $\xi = 0,01 \sin 10^3 t - kx$ . Волновое число  $k$  (в  $\text{м}^{-1}$ ) равно...

- 1) 2
- 2) 0,5
- 3) 5

10.5. Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси OX со скоростью 500 м/с, имеет вид  $\xi = 0,01 \sin \omega t - 2x$ . Циклическая частота  $\omega$  (в  $\text{с}^{-1}$ ) равна...

- 1) 1000
- 2) 159
- 3) 0,001

10.6. Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси OX, имеет вид  $\xi = 0,01 \sin 10^3 \left( t - \frac{x}{500} \right)$ . Длина волны (в м) равна ...

- 1) 3,14
- 2) 1000
- 3) 2

10.7. Составляющая электрического поля  $\vec{E}$  электромагнитной волны, распространяющейся в вакууме, удовлетворяет уравнению  $\vec{E} = \vec{E}_0 \cos(4 \cdot 10^{10} \cdot \pi t - \frac{2\pi}{\lambda} x)$ . Найти длину  $\lambda$  (в мм) этой волны.

### 6.2.3 Примерные варианты заданий контрольных работ

#### Контрольная работа №1 по теме "Электростатика"

**Задача 1.** Тонкое проволочное кольцо радиуса  $r = 100$  мм имеет электрический заряд  $q = 50$  мкКл. Каково будет приращение силы, растягивающей проволоку, если в центр кольца поместить точечный заряд  $q_0 = 7,0$  мкКл.

**Задача 2.** Бесконечно длинная цилиндрическая поверхность круглого сечения заряжена равномерно по длине с поверхностной плотностью  $\sigma = \sigma_0 \cos \varphi$ , где  $\varphi$  – полярный угол цилиндрической системы координат, ось  $z$  которой совпадает с осью симметрии данной поверхности. Найти модуль и направление напряженности электрического поля на оси  $z$ .

**Задача 3.** Внутри диэлектрика известна его поляризованность

$$\vec{P} = a(3x\vec{i} + 4y\vec{j} + 6z\vec{k}) \text{ где } a - \text{константа, } \vec{i}, \vec{j}, \vec{k} - \text{орты декартовой системы координат.}$$

Чему равна объемная плотность  $\rho'$  связанных зарядов (в ед.  $a$ ) ?

#### Контрольная работа №2 по теме "Стационарное магнитное поле"

**Задача 1.** По круговому витку радиуса  $R = 100$  мм из тонкого провода циркулирует ток  $I = 1,00$  А. Найти магнитную индукцию на оси витка в точке, отстоящей от его центра на  $x = 100$  мм.

**Задача 2.** Однородный ток плотности  $j$  течет внутри неограниченной пластины толщины  $2d$  параллельно ее поверхности. Найти индукцию магнитного поля этого тока как функцию расстояния  $x$  от средней плоскости пластины.

**Задача 3.** Непроводящий тонкий диск радиуса  $R$ , равномерно заряженный с одной стороны с поверхностной плотностью  $\sigma$ , вращается вокруг своей оси с угловой скоростью  $\omega$ . Найти: а) индукцию магнитного поля в центре диска; б) магнитный момент диска.

#### б) Критерии оценивания компетенций

- правильность оформления в письменном виде решения заданий своего варианта (выполнен чертеж, если это необходимо, решение задач проведено в общем виде, затем подставлены численные данные);

- верное указание размерности вычисляемой величины;
- оценка разумности полученного результата.

### **в) Описание шкалы оценивания**

- Оценка результатов выполнения заданий контрольной работы производится пропорционально количеству выполненных заданий.

## **6.2.4 Примерное содержание тестовых материалов**

### 2.1. Электрическое поле в вакууме

#### 1. Задание {{ Э1 }}

В центр металлической изолированной сферы поместили заряд  $Q$ . Затем сферу заземлили. Укажите верное утверждение...

Поле вне сферы совпадает с полем равномерно заряженной сферы

Напряженность поля внутри сферы равна нулю

На внутренней поверхности сферы распределен заряд  $Q$

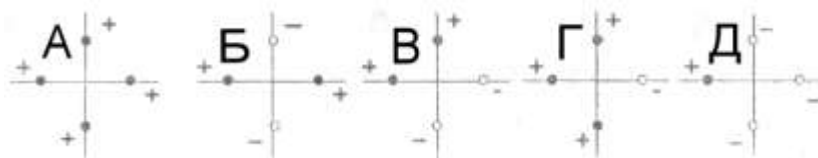
Поле вне сферы отсутствует

На внешней поверхности сферы распределен заряд  $Q$

*Правильные варианты ответа:*

#### 2. Задание {{ Э2 }}

На рисунке изображены точечные электрические заряды, равные по величине и одинаково удаленные от начала координат. Потенциал электрического поля, создаваемый точечным зарядом в бесконечно удаленной точке, равен нулю. Напряженность электрического поля в начале координат равна нулю, а потенциал отличен от нуля в случае:

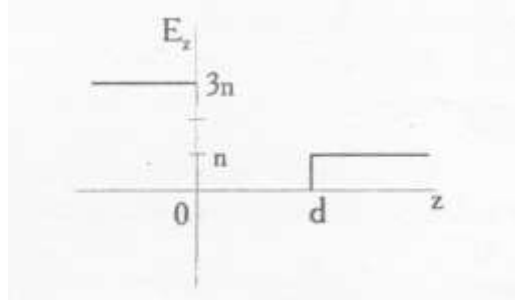


#### 3. Задание {{ Э4 }}

Заряженная металлическая пластинка в форме тонкого параллелепипеда с площадью грани  $S$  находится в однородном электростатическом поле напряженностью  $\vec{E}_{ext} = (0, 0, G)$ . Одна грань пластинки совпадает с плоскостью  $z = 0$ , другая – с плоскостью

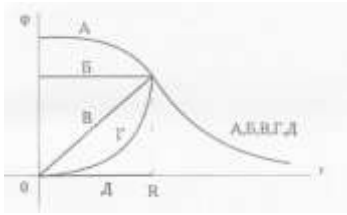
$z = d$ . На рисунке изображена зависимость компоненты напряженности электрического

поля  $E_z$  от координаты  $z$ , перпендикулярной граням пластинки, где  $n = \frac{q}{2\epsilon_0 S}$ . Заряд пластинки  $Q$  и проекция напряженности внешнего поля  $G$  соответственно равны:



#### 4. Задание {{ Э5 }}

Изолированная сфера радиусом  $R$  равномерно заряжена положительным зарядом  $Q$ . Какая из кривых на рисунке правильно иллюстрирует зависимость потенциала электрического поля как функцию расстояния  $r$  от центра?



Правильные варианты ответа:

**5. Задание {{ Э6 }}**

Заряд равномерно распределен по окружности радиусом  $R$ , расположенной в плоскости  $xy$  с центром в начале координат. На бесконечно большом расстоянии от начала координат потенциал электрического поля равен нулю. Потенциал поля в начале координат равен  $\varphi_0$ . Потенциал поля в точке  $P(0,0,R)$  на оси  $z$

равен  $\varphi$ . Для того, чтобы переместить заряд  $q$  из начала координат в точку  $P$  необходимо совершить работу:

- 1)  $\frac{1}{\sqrt{2}}$    2)  $\frac{1}{\sqrt{5}}$    3)  $\frac{1}{\sqrt{10}}$    4)  $\frac{1}{5}$    5)  $\frac{1}{2}$

**6. Задание {{ Э7 }}**

Заряд равномерно распределен по окружности радиусом  $R$ , расположенной в плоскости  $xy$  с центром в начале координат. На бесконечно большом расстоянии от начала координат потенциал электрического поля равен нулю. Потенциал поля в начале координат равен  $\varphi_0$ . Потенциал поля в точке  $P(0,0,R)$  на оси  $z$

равен  $\varphi$ . Для того, чтобы переместить заряд  $q$  из начала координат в точку  $P$  необходимо совершить работу:

- 1)  $q\varphi$    2)  $q(\varphi - \varphi_0)$    3)  $-q\varphi$    4)  $q(\varphi_0 - \varphi)$    5)  $q(\varphi + \varphi_0)$

**б) Критерии оценивания компетенций**

Оценивается количество выполненных тестовых заданий.

**в) Описание шкалы оценивания**

Оценивание производится по 4-уровневой шкале:

- 75 – 100% выполненных заданий – отлично,
- 60 – 74% – хорошо,
- 45 – 59% – удовлетворительно,
- 0 – 44% – неудовлетворительно.

**6.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций**

**6.3.1 Балльно-рейтинговая система учета успеваемости**

Балльно-рейтинговая система учета успеваемости по дисциплине «Электричество и магнетизм» вводится как средство оценивания учебной деятельности студентов с учетом их активности в течение всего семестра, мотивирующее на достижение высоких результатов.

Оценка работы студента в течение семестра (текущий рейтинг) производится в соответствии со следующей таблицей:

Вид деятельности	Количество баллов	Максимальное количество
------------------	-------------------	-------------------------



		баллов за семестр по видам деятельности
Результаты письменных опросов на лекциях	5	20
Практические занятия	5	20
Индивидуальные задания	15	15
Контрольная работа	5	5
Коллоквиум	20	20
Итоговый рейтинг за семестр		80

Максимальное количество баллов за семестр (текущий рейтинг): 80 баллов.

Проходной текущий балл: 27 баллов.

Экзамен: 20 баллов.

Проходной рубежный балл: 15 баллов.

На практических занятиях контроль осуществляется при ответе у доски, при проверке домашних заданий, выполнении индивидуальных работ. Используются следующие баллы:

- домашние работы – 0 - 3 баллов;
- текущая работа на семинарских занятиях – 0 - 2 балла;
- индивидуальные задания – 0 - 15 баллов.

Оценка результатов выполнения контрольной работы производится пропорционально количеству выполненных заданий. За повышенную активность на практических занятиях, самостоятельное решение задач по выбору преподавателя возможно получение бонусных баллов (до 10 баллов за семестр).

Экзамен проводится в два этапа. 1 этап. Для оценки уровня освоения ФГОС (т.е. минимального, базового уровня подготовки) на экзамене проводится итоговое компьютерное тестирование. Студент получает 15 баллов, если он правильно выполнил не менее 50 % заданий из их общего числа, это значит, что он может получить по изучаемой дисциплине оценку «удовлетворительно». 2 этап. Для получения оценки «хорошо» и «отлично» необходимо показать более глубокое знание предмета, которое может быть продемонстрировано при устном ответе на экзаменационные вопросы. Оценка «отлично» - студент получает за полные и правильные ответы на все вопросы билета, изложенные в определенной последовательности и подтвержденные соответствующими примерами. Оценка «хорошо» - студент получает за неполное, правильное изложение вопросов, либо если при ответе были допущены 2-3 несущественные ошибки. Оценка «удовлетворительно» - студент получает при ответе, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки или ответ неполный, неточный.

Семестровая оценка успеваемости студента  $R_{уч}$  в 100-балльной шкале рассчитывается по формуле:

$$R_{уч} = R_{тек} \cdot 60/80 + R_{экз} \cdot 40/20 = R_{тек} \cdot 3/4 + R_{экз} \cdot 2$$

где  $R_{тек}$  – текущая оценка по дисциплине,  $R_{экз}$  – экзаменационная оценка.

Перевод баллов из 100-балльной шкалы в 4-балльную:

Сумма баллов, $R_{уч}$	Качественная оценка
86 – 100	Отлично
66 – 85	Хорошо
41 – 65	Удовлетворительно
0 – 40	Неудовлетворительно

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения

## ДИСЦИПЛИНЫ

### **а) основная учебная литература:**

1. Савельев И. В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 2. Электричество и магнетизм. 5-е изд. [Электронный ресурс] / И. В. Савельев. – СПб.: Изд-во «Лань», 2011. – 352 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=705](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=705) (дата обращения 26.01.2015.)
2. Иродов И. Е. Электромагнетизм. Основные законы [Текст] : учеб. пособие / И. Е. Иродов. – 6-е изд. – М. : Бином. Лаборатория Знаний, 2007. – 319 с.
3. Иродов И. Е. Задачи по общей физике [Текст] : учеб. пособие / И. Е. Иродов. – 12-е изд., стер. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2007. – 416 с.
4. Зисман Г. А. Курс общей физики. В 3 т. [Электронный ресурс]: учеб. пособие. Т. 2. Электричество и магнетизм / Г. А. Зисман, О. М. Тодес. – 7-е изд., стер. – Санкт-Петербург; Издательство Лань, 2007. – 352 с.- Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=151](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=151) (дата обращения 26.01.2015.)
5. Фриш С. В., Тиморева А. В. Курс общей физики. В 3-х тт. Том 2. Электрические и электромагнитные явления. 12-е изд. [Электронный ресурс] / С. В. Фриш. – СПб.: Изд-во «Лань», 2008. – 528 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=418](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=418)(дата обращения 26.01.2015.)

### **б) дополнительная учебная литература:**

1. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т.3. Электричество [Текст] : учеб. пособие / Д. В. Сивухин. – М. : Наука. Физматлит, 1977. – 687 с.
2. Калашников С. Г. Электричество [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С. Г. Калашников. – 6-е изд., стереот. – М.: Физматлит, 2004. – 624 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2188](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2188) (дата обращения 26.01.2015.)
3. Савельев И. В. Курс общей физики [Текст] : учеб. пособие для вузов. Т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика / И. В. Савельев. – 3-е изд., испр. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 496 с.
4. Полыгалов Ю. И. Электронное учебно-методическое пособие "Электричество и магнетизм: решение задач" [Электронный ресурс] / Ю. И. Полыгалов, В.М. Гзогян, О.Г. Альтшулер, В. И. Слепнев. – Кемерово : КемГУ, 2006. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM). – Номер ГР в ФГУП НТЦ "Информрегистр" 0320600860; свид. № 8156. – Режим доступа: [http://www.physic.kemsu.ru/pub/library/learn\\_pos/electr\\_magn/Index.htm](http://www.physic.kemsu.ru/pub/library/learn_pos/electr_magn/Index.htm) (дата обращения 26.01.2015.)
5. Альтшулер О.Г. Основы электростатики: мультимедийный электронный учебно-методический комплекс [Электронный ресурс] / О.Г. Альтшулер, Н.И. Гордиенок; КемГУ. – Электрон. дан. – Кемерово : КемГУ, 2011. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – № гос. регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0321101060, свид. № 22132 от 04.05.2011. – Режим доступа: [http://www.physic.kemsu.ru/pub/library/learn\\_pos/UMK\\_Electrostat/index.htm](http://www.physic.kemsu.ru/pub/library/learn_pos/UMK_Electrostat/index.htm) (дата обращения 26.01.2015.)
6. Альтшулер О.Г. Правила Кирхгофа для разветвленных цепей: решение задач: электронное учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / О.Г. Альтшулер, О.А. Симагова. – Кемерово : КемГУ, 2008. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM). – Номер ГР в ФГУП НТЦ "Информрегистр" 0320801135; свид. № 13362. – Режим доступа: [http://www.physic.kemsu.ru/pub/library/learn\\_pos/kirhgof/index.htm](http://www.physic.kemsu.ru/pub/library/learn_pos/kirhgof/index.htm) (дата обращения 26.01.2015.)

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Естественно-научный образовательный портал (физика, химия, биология, математика) [Электронный ресурс] / Мин-во образован. РФ. – Электрон. дан. – М. ; СПб., 2002. – Режим доступа : <http://www.en.edu.ru/> (раздел "Электричество и магнетизм": <http://www.en.edu.ru/catalogue/318>)

2. Кафедра общей физики физфака МГУ им. М.В. Ломоносова: учебные пособия, физический практикум, демонстрации. Режим доступа: <http://genphys.phys.msu.ru>.
3. Кафедра общей физики Новосибирского государственного университета: учебно-методические материалы и лабораторные практикумы. Режим доступа: <http://phys.nsu.ru/ok01/>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины по освоению лекционного материала, подготовке к лекциям**

Для записи конспектов лекций у студента должна быть тетрадь желательного большого формата, так как в конспектах по физике обязательно присутствуют рисунки, графики и чертежи. Эти элементы должны быть выполнены так, чтобы все детали были хорошо видны. Обычно лекция - это самое краткое изложение материала по данному вопросу. Если при записи конспекта вы что-то не успели записать – оставьте место, чтобы дописать потом.

Конспект лекций необходимо проработать перед следующей лекцией, поставив вопросы там, где встречаются непонятные места. Ответы на эти вопросы следует найти в рекомендованной литературе или выяснить на консультации у преподавателя. Конспект лекций необходимо дополнять вставками, особенно по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение.

### **по подготовке к практическим занятиям**

Для практических занятий по дисциплине «Молекулярная физика» у студента должна быть отдельная тетрадь. При подготовке к практическому занятию студент должен проработать теоретический материал, относящийся к теме занятия. При этом необходимо выяснить физический смысл всех величин, встречающихся в конспекте лекций по данному вопросу.

Кроме этого необходимо решить домашние задачи, заданные на предыдущем занятии. Для успешного решения домашних задач необходимо просмотреть записи решений задач, выполненных в аудитории.

Приступая к решению любой задачи, следует выполнять определенные правила:

- Внимательно прочитать условие задачи.
- Выяснить физический смысл всех величин, о которых идет речь в данной задаче.
- Выполнить чертеж, если это необходимо (чертеж нужен в большинстве задач по физике).
- Записывая данные задачи и решение, следует помнить, что все буквы, встречающиеся в записи решения, кроме общепринятых обозначений и констант должны присутствовать на чертеже или в записи данных. Все другие символы должны быть пояснены при записи решения задачи.
- Решение задач рекомендуется проводить в общем виде. Вычисляются, как правило, только те величины, которые требуются для ответа на вопрос задачи.
- Прежде чем подставлять данные в расчетную формулу необходимо проверить размерность вычисляемой величины. Если размерность вычисляемой величины правильная – можно проводить вычисления, если нет - следует найти ошибки.
- После проведения вычислений необходимо оценить разумность полученного результата (значение скорости движения тела близкой к скорости света в вакууме – неразумно, неразумно отрицательное значение абсолютной температуры и так далее).
- Если получен неразумный результат, необходимо проверить правильность вычислений. Если вычисления правильные, следует искать ошибки в решении.
- При записи решения задачи необходимо делать пояснения.
- В конце решения должен быть записан ответ на вопрос задачи.

### **по организации самостоятельной работы**

- Рабочей программой дисциплины «Молекулярная физика» предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа предполагает: чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; подготовку к практическим занятиям; работу с Интернет-источниками; выполнение тестовых и индивидуальных заданий, подготовку к сдаче экзаменов.
- Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и, при необходимости, составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса. Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы, материалы сайта физического факультета КЕМГУ <http://physic.kemsu.ru> и обучающих программ, предложенных преподавателем.

#### **по подготовке к контрольной работе**

- Подготовку к контрольной работе необходимо начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций. Приступать к выполнению работы без изучения основных положений и понятий, не следует. По всем возникшим вопросам надлежит обращаться за консультацией к лектору или преподавателю, ведущему практические занятия.

#### **по подготовке к тестам**

- Для контроля уровня учебных достижений студентов используется технология компьютерного тестирования, для реализации которой применяется программная оболочка, именуемая «Адаптивная среда тестирования АСТ – тест». Все задания составлены на основе упражнений, рассмотренных на лекциях и выполнявшихся в течение семестра на семинарских занятиях. Перед выполнением тестов необходимо вернуться к этим упражнениям, кроме того, обратиться к рекомендованной литературе и тщательно проработать материал, представленный на лекциях.

### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

При реализации активных и интерактивных форм обучения используются следующие технологии: в чтении лекционного курса применяются **Лекции-визуализации**, когда используются лекционные демонстрации, видеоролики, которые позволяют сформулировать проблемную ситуацию; ряд лекции сопровождаются демонстрацией слайдов, разработанных в среде Microsoft Office Power Point; на практических занятиях используется решение вариативных задач; решение задач сопровождается иллюстрациями слайдов и Flash-роликами; занятия проводятся с использованием электронной доски; для контакта со студентами используется электронная почта; для поиска необходимой для решения задач информации используются Интернет-ресурсы.

*Технологии, используемые при активной и интерактивной формах обучения:*

1. Технология активного (контекстного) обучения (моделирование предметного и социального содержания будущей профессиональной деятельности).
2. Технология дифференцированного, творческо-репродуктивного обучения (индивидуальное выполнение реферативных заданий при взаимодействии студента и преподавателя).

## 11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ ауд., лаб.	Название аудитории, лаборатории	Перечень основного используемого оборудования
1 бл.	Лекционная аудитория	Планшет, Микшерный пульт, Колонки JBL, Плазменная панель, Усилитель-распределитель, Микрофон, Масштабатор, Документ-камера, Экран с эл.приводом, DVD-проигрыватель, Мультимедийный проектор, Монитор, Видеоплеер. Набор оборудования для демонстрации физических экспериментов
2210	Мультимедийный компьютерный класс	Сервер Aquarius (IntelXeonDCE3110) 2 GbDDR2/ 250 Gb/ DVD; Источник бесперебойного питания APC; 10 компьютеровAquarius2 DUOIntel Celeron E1500 (2,2 GHz)/ 2 GbDDR2/ 160 Gb; 2 компьютераIntelCore 2 DuoE7500 (2.93 GHz)/ 2 GbDDR2/ 320 Gb/ DVD; Ноутбук Acer Aspire 5741G 4DUO Intel Core i3-350M (2.26 GHz)/ 3 Gb DDR3/ 250 Gb/ DVD; Лазерныйпринтер HP Laser Jet P2055; D-link DAP-1160 Wi-Fi (802.11g)/ 2 x LAN/ WEP, WPA, WPA2; Проектор Acer X1230PK DPL; МультимедийнаядоскаStarBoard FX-DUO 77; Программно-технологический комплекс «Цифровая школа»

## 12. Иные сведения и (или) материалы

### ***12.1. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья***

Для студентов с ОВЗ по слуху предусматривается применение сурдотехнических средств, таких как, техники для усиления звука видеотехники, мультимедийной техники и других средств передачи информации в доступных формах для лиц с нарушениями слуха.

Для студентов с ОВЗ по зрению предусматривается применение технических средств усиления остаточного зрения, в том числе, специальные возможности операционных систем (электронные лупы, видеоувеличители), возможность масштабирования текста и другие средства передачи информации в доступных формах для лиц с нарушениями зрения.

Для студентов с нарушениями опорно-двигательной функции предусматривается применение компьютерной техники с соответствующим программным обеспечением (виртуальные практикумы для решения задач, мультимедийные учебные комплексы, тесты для самопроверки и контроля), а также, специальные возможности операционных систем, таких, как экранная клавиатура, и альтернативные устройства ввода информации.

В образовательном процессе для лиц с ОВЗ возможно использование различных форм организации on-line и off-line занятий (вебинары, виртуальные лекции, обсуждение вопросов освоения дисциплины в рамках видеосвязи, чатов, форумов), что дает возможность индивидуализации траектории обучения таких категорий граждан (индивидуализация содержания, методов, темпа учебной деятельности, внесения, при необходимости, требуемых корректировок в деятельность обучающегося и преподавателя). Электронное обучение, дистанционные образовательные технологии позволяют эффективно обеспечивать коммуникации студента с ОВЗ не только с преподавателем, но и с другими обучающимися в процессе познавательной деятельности.

Организационно-педагогическое сопровождение студента с ОВЗ направлено на контроль освоения образовательной программы в соответствии с графиком учебного процесса и типовым или индивидуальным учебным планом и включает в себя, при необходимости, контроль

за посещаемостью занятий, помощь в организации самостоятельной работы, организацию индивидуальных консультаций, контроль по результатам текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации.

Составители: Польшгалов Ю.И. доктор физ.-мат. наук, профессор