

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ЛГПУ»)

Институт физико-математического образования, информационных и  
обслуживающих технологий

Кафедра физики и методики преподавания физики

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИФМОИОТ

Е.Е. Горбенко

«13» декабря 2023 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации  
обучающихся по дисциплине «Общая и экспериментальная физика  
(электромагнетизм)»

По направлению подготовки 44.03.05 ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ  
ОБРАЗОВАНИЕ (С ДВУМЯ ПРОФИЛЯМИ ПОДГОТОВКИ)

Профиль подготовки **Физика. Информатика**

Квалификация выпускника **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Курс **2 (4 семестр)**

Разработчики:

заведующий кафедры физики

и методики преподавания

физики, канд. физ.-мат. наук

Сильчева А.Г.

старший преподаватель кафедры

физики и методики преподавания

физики

Корчикова Н.В.

заведующий кафедры физики

и методики преподавания физики

Сильчева А.Г.

«30» ноября 2023 г.

Луганск, 2023

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 1.1. Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – неотъемлемая часть рабочей программы дисциплины «Физика» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений студентов, освоивших программу дисциплины.

### 1.2. Цели и задачи фонда оценочных средств

Цель ФОС – установить соответствие уровня подготовки обучающегося требованиям ФГОС ВО бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02.2018 г. № 125 (с изменениями и дополнениями).

### 1.3. Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения основной образовательной программы

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Код по ФГОС ВО	Индикатор достижения
ПК-1	ПК-1.1. Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области(преподаваемого предмета).
	ПК-1.2. Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии требованиями ФГОС ОО.

### 1.4. Этапы формирования компетенций и средства оценивания уровня их сформированности

Этапы формирования компетенций	Компетенции	Контрольно-оценочные средства / способ оценивания
Тема 1 Электростатика	ПК-1	Тест / контрольная работа / опрос / конспект
Тема 2 Постоянный ток	ПК-1	Тест / контрольная работа / опрос / конспект
Тема 3 Магнетизм	ПК-1	Тест / контрольная работа / опрос / конспект

Тема 4 Электромагнитные колебания и волны	ПК-1	Тест / контрольная работа / опрос / конспект
Текущая аттестация	ПК-1	Контрольная работа
Промежуточная аттестация	ПК-1	Экзамен

### 1.5. Описание показателей формирования компетенций

Код компетенции	Результаты сформированности
ПК-1	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные физические явления и основные законы физики; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях;</li> <li>– основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения;</li> <li>– фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки;</li> <li>– назначение и принципы действия важнейших физических приборов.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– объяснить основные наблюдаемые природные и технологические явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий;</li> <li>– указать, какие законы описывают данное явление или эффект;</li> <li>– истолковывать смысл физических явлений и понятий;</li> <li>– записывать уравнения для физических величин в СИ;</li> <li>– работать с приборами и оборудованием современной физической лаборатории;</li> <li>– использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных;</li> <li>– использовать методы адекватного физического и математического моделирования, а также применять методы физико-математического к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем.</li> </ul> <p><b>Владеет навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использования основных общезначимых законов и принципов в важнейших практических приложениях;</li> <li>– применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач;</li> <li>– правильной эксплуатацией основных приборов и оборудования современной физической лаборатории;</li> <li>– обработки и интерпретирования результатов эксперимента.</li> </ul>

### 1.6. Критерии оценивания компетенций на разных этапах их формирования

Вид учебной работы	Количество баллов
--------------------	-------------------

	<b>ОФО</b>	<b>О-ЗФО</b>	<b>ЗФО</b>
Теоретический отчет по 4 темам	<b>20</b>		
Выполнение домашних заданий, работа на занятиях	<b>10</b>		
Выполнение и защита лабораторных работ	<b>30</b>		
Контрольные работы	<b>26</b>		
Устный экзамен	<b>14</b>		
Итого за семестр:	<b>100</b>		

### Накопительная система оценивания по 100-балльной шкале

Четырехбалльная система оценивания экзамена	100-балльная шкала	Буквенная шкала, соответствующая 100-балльной шкале	Система оценивания зачета
Отлично	<b>90-100</b>	<b>А</b> – отлично – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	Зачтено
Хорошо	<b>83-89</b>	<b>В</b> – очень хорошо – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному	
Хорошо	<b>75-82</b>	<b>С</b> – хорошо – теоретическое содержание курса освоено полностью; некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	
Удовлетворительно	<b>63-74</b>	<b>Д</b> – удовлетворительно – теоретическое содержание курса	

		освоено частично, но пробелы не носят существенного характера; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки	
Удовлетворительно	<b>50-62</b>	<b>Е</b> – посредственно –теоретическое содержание курса освоено частично; некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные учебной программой обучения учебные задания не выполнены либо качество выполненных некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	
Неудовлетворительно	<b>21-49</b>	<b>FX</b> – неудовлетворительно – теоретическое содержание курса освоено частично; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом не сформированы; большинство предусмотренных учебной программой обучения учебных заданий не выполнено либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительно самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий	Не зачтено
Неудовлетворительно	<b>0-20</b>	<b>F</b> – неудовлетворительно – теоретическое содержание курса не освоено; необходимые практические навыки работы не сформированы; все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий	

## 2. КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

## 2.1. Оценочные средства текущего контроля

### Задачи

1. Две бесконечные параллельные плоскости, равномерно заряжены с поверхностной плотностью заряда  $\sigma$  и  $-\sigma$  соответственно. Расстояние между плоскостями  $d$ . Определить напряженность и потенциал электрического поля в пространстве между плоскостями и за ними.
2. Кольцо радиуса  $r$  равномерно заряжено зарядом  $q$ . Найти напряженность и потенциал электрического поля на оси кольца. Показать графически распределение напряженности и потенциала вдоль оси.
3. Тонкое полукольцо радиуса  $R$  заряжено равномерно зарядом  $q$ . Найти напряженность электрического поля в центре кривизны этого полукольца.
4. Тонкая нить длины  $2l$  заряжена равномерно зарядом  $q$ . Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся на перпендикуляре к нити, который проходит через середину нити, а также в точке, находящейся на оси вдоль нити.
5. Определить векторный потенциал и индукцию магнитного поля бесконечного прямого цилиндрического проводника с током плотностью  $j$ . Радиус сечения проводника  $R$ , магнитная проницаемость материала проводника  $\mu_1$ . Магнитная проницаемость окружающей среды  $\mu_2$ .
6. Прямой бесконечный проводник с током  $I$  лежит в плоскости раздела двух непроводящих сред с магнитными проницаемостями  $\mu_1$  и  $\mu_2$ . Определить индукцию магнитного поля как функцию расстояния  $r$  от проводника.
7. Электромагнитная волна с частотой  $\nu$  переходит из вакуума в немагнитную среду с диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon$ . Определить изменение ее длины волны.
8. Плоская электромагнитная волна падает нормально на поверхность плоскопараллельного слоя толщиной  $l$  из немагнитного вещества с диэлектрической проницаемостью, которая экспоненциально убывает от значения  $\varepsilon_1$  на передней поверхности до значения  $\varepsilon_2$  – на задней. Найти время распространения поверхности равных фаз волны через этот слой.

### Контрольные вопросы при защите лабораторных работ:

Лабораторная работа «Проверка закона Ома для последовательной цепи переменного тока»

1. Перечислить все параметры переменного тока.
2. Сформулировать определения параметров переменного тока.
3. Рассмотреть цепь с омическим сопротивлением.
4. Рассмотреть цепь с индуктивным сопротивлением. Обосновать сдвиг фаз.

5. Рассмотреть цепь с ёмкостным сопротивлением. Обосновать сдвиг фаз.
6. Продемонстрировать умение пользоваться методом векторных диаграмм для характеристики цепи переменного тока.
7. Нарисовать график зависимости тока и напряжения от времени для различных нагрузок (индуктивной, активной, ёмкостной)

### Пример тестового задания по теории

1. Расстояние между двумя взаимодействующими телами увеличилось в 2 раза. Как изменилась сила их взаимодействия?  
 А) увеличилась в 2 раза; Б) уменьшилась в 2 раза; В) уменьшилась в 4 раза; Г) не изменилась;  
 Д) нет правильного ответа.
2. Закон сохранения электрического заряда имеет вид  
 А)  $\vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i$ ; Б)  $\varphi = \sum_{i=1}^n \varphi_i$ ; В)  $\sum_{i=1}^n q_i = const$ ; Г)  $\int_S \vec{D} d\vec{S} = \sum_{i=1}^n Q_i$ ; Д) нет правильного ответа.
3. Закон Ома в дифференциальной форме имеет вид  
 А)  $\vec{j} = \gamma \vec{E}$ ; Б)  $I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon_{12}}{R}$ ; В)  $\sum_{i=1}^n I_i = 0$ ; Г)  $w = \gamma E^2$ ; Д) нет правильного ответа.
4. Удельная проводимость металлов связана с удельным сопротивлением соотношением  
 А)  $G = \frac{1}{R}$ ; Б)  $\gamma = \frac{1}{\rho}$ ; В)  $w = \rho j^2$ ; Г)  $G = \gamma \frac{S}{l}$ ; Д) нет правильного ответа.
5. Свободными носителями заряда в электролитах являются  
 А) положительно и отрицательно заряженные ионы;  
 Б) обобществленные решеткой валентные электроны;  
 В) положительные ионы и электроны; Г) электроны и дырки; Д) нет правильного ответа.
6. Электронная поляризация это  
 А) ориентация диполей молекул полярного диэлектрика преимущественно по полю;  
 Б) смещение подрешетки положительных ионов вдоль поля, а отрицательных – против поля;  
 В) возникновение у атомов неполярного диэлектрика индуцированного дипольного момента за счет деформации электронных орбит;  
 Г) процесс ориентации диполей или появление ориентированных по полю диполей под воздействием внешнего электрического поля; Д) нет правильного ответа.
7. Последовательному соединению конденсаторов отвечает соотношение  
 А)  $\frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$ ; Б)  $R = \sum_{i=1}^n R_i$ ; В)  $C = \sum_{i=1}^n C_i$ ; Г)  $\frac{1}{C} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$ ; Д) нет правильного ответа.

8. Напряженность электростатического поля бесконечной равномерно заряженной плоскости

А)  $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ ; Б)  $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$ ; В)  $E = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0} \frac{\tau}{r}$ ; Г)  $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Q}{r^2}$ ; Д) нет правильного ответа.

9. Самостоятельный разряд это разряд

А) существующий только под действием внешнего ионизатора;  
Б) происходящий при больших напряженностях поля;  
В) прекращающийся после действия внешнего ионизатора;  
Г) происходящий при низких давлениях; Д) нет правильного ответа.

10. Сопротивление полупроводников с ростом температуры

А) увеличивается линейно; Б) уменьшается; В) увеличивается квадратично; Г) не изменяется;  
Д) нет правильного ответа.

11. Линии магнитной индукции

А) начинаются на токах положительного направления, заканчиваются на токах отрицательного;  
Б) охватывают проводники с током;  
В) начинаются на токах отрицательного направления, заканчиваются на токах положительного;  
Г) выходят из южного полюса магнита, входят в северный; Д) нет правильного ответа.

12. Укажите направление силы Лоренца, действующей на положительный заряд, движущийся сверху вниз в магнитном поле, линии индукции которого направлены из плоскости рисунка

А) вверх; Б) влево; В) вправо; Г) вниз; Д) нет правильного ответа.

13. Выберите неверное утверждение

А) ЭДС индукции возникает в замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего его;  
Б) индукционный ток в контуре имеет всегда такое направление, что создаваемое им магнитное поле препятствует изменению магнитного потока, вызвавшему этот индукционный ток;  
В) ЭДС индукции не зависит от способа изменения магнитного потока, пронизывающего контур;  
Г) увеличение магнитного потока вызывает отрицательную ЭДС индукции;  
Д) нет правильного ответа.

14. Импеданс определяется в соответствии с формулой

А)  $z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C} - \omega L\right)^2}$ ; Б)  $X_L = \omega L$ ; В)  $X = \omega L - \frac{1}{\omega C}$ ; Г)  $X_C = \frac{1}{\omega C}$ ; Д) нет правильного ответа.



15. В цепи переменного тока промышленной частоты индуктивное сопротивление равно 300 Ом. Чему равна емкость конденсатора в этой цепи, если наблюдается резонанс напряжений?

А) 1.06 мкФ; Б) 10.6 мкФ; В) 1.06 мФ; Г) 10.6 кФ; Д) нет правильного ответа.

16. Чему равна емкость 10 параллельно соединенных конденсаторов?

А) 0.1С; Б) С; В) 10С; Г) 0.01С; Д) нет правильного ответа.

17. Магнетики

А) под действием магнитного поля приобретают магнитный момент;

Б) намагничиваются во внешнем магнитном поле против направления поля;

В) намагничиваются во внешнем магнитном поле по направлению поля;

Г) вещества, обладающие спонтанной намагниченностью; Д) нет правильного ответа.

18. Единицей измерения напряженности магнитного поля является

А) Тл; Б) Ф; В) Вб; Г) Гн; Д) нет правильного ответа.

19. Определить направление силы Ампера, действующей на проводник с током, находящийся в однородном магнитном поле. Направление линий магнитной индукции – в плоскость рисунка. Ток течет сверху вниз.

А) вправо; Б) влево; В) вверх; Г) вниз; Д) нет правильного ответа

20. В соответствии с законом Био-Савара-Лапласа напряженность магнитного поля, создаваемого прямолинейным проводником конечной длины, равна

А)  $H = \frac{I}{2R}$ ; Б)  $H = \frac{I}{2\pi R}$ ; В)  $B = \mu\mu_0 \frac{IR^2}{2(R^2 + h^2)^{3/2}}$ ; Г)  $B = \mu\mu_0 \frac{I}{2\pi R} (\sin \varphi_2 - \sin \varphi_1)$ ;

Д) нет правильного ответа.

### Пример экзаменационного билета



**Министерство просвещения Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»**

**Кафедра физики и методики преподавания физики**

**Специальность: 44.03.05 ПО 3 «Физика. Математика»**

**Дисциплина «Общая и экспериментальная физика (электромагнетизм)»**

## Экзаменационный билет № 2

1. Напряженность поля заряда заряженной нити (цилиндра), заряженной плоскости, сферы.
2. Сила, действующая на проводник с током. Закон Ампера. Сила взаимодействия параллельных токов.
3. Задача.

Экзаменатор

Н.В.

Корчикова

Заведующий кафедрой

физики и методики преподавания физики

А.Г.

Сильчева

## 2.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

### ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ. ПОСТОЯННЫЙ ТОК

1. Электростатика. Электрический заряд. Свойства электрического заряда. Два вида заряда. Дискретность заряда. Инвариантность и закон сохранения заряда. Элементарный заряд.
2. Взаимодействие зарядов. Закон Кулона. Самые простые заряженные тела: модель точечного и непрерывно распределенного заряда.
3. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Поле диполя. Пример расчета напряженности электрического поля.
4. Поток вектора напряженности. Теорема Остроградского – Гаусса.
5. Работа сил электростатического поля. Потенциальный характер электростатического поля. Циркуляция вектора напряженности. Потенциал и разность потенциалов.
6. Связь напряженности и потенциала электрического поля. Эквипотенциальные поверхности. Пример расчета потенциала самых простых электрических полей.
7. Распределение заряда в проводнике. Проводники в электрическом поле. Эквипотенциальность проводника. Напряженность поля около поверхности проводника и ее связь с поверхностной плотностью заряда.
8. Электризация через влияние. Учет поля приведенных зарядов. Расчет электрических полей методом электрических изображений.
9. Емкость. Конденсаторы. Последовательное и параллельное соединение конденсаторов.
10. Энергия системы неподвижных точечных зарядов, заряженного проводника, конденсатора.
11. Энергия и плотность энергии электростатического поля. Пример расчета энергии электрического поля.

- 12.Диэлектрики. Полярные и неполярные молекулы. Свободные и связанные заряды. Поляризация диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость и восприимчивость, вектор электрического смещения.
  - 13.Электрическое поле на грани двух диэлектриков. Предельные условия. Теорема Остроградского-Гаусса для поля в диэлектрике.
  - 14.Сегнетоэлектричество, электреты, пьезоэлектричество и их использование.
  - 15.Движение зарядов в электрическом поле, электрический ток. Уравнение непрерывности. Условие стационарного тока. Электрическое поле проводника с током.
  16. Закон Ома для участка круга. Закон Ома в дифференциальной форме.
  - 17.Сопротивление проводников. Температурная зависимость сопротивления проводников.
  - 18.Сторонние силы. Электродвижущая сила. Закон Ома для неоднородного участка и полной цепи.
  - 19.Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля – Ленца в интегральной и дифференциальной формах.
  - 20.Разветвленные цепи, правила Кирхгофа и их приложение.
  - 21.Классификация твердых тел (проводники, диэлектрики, полупроводники). Электрический ток в металлах. Опыты Мандельштама и Папалекси, Толмена и Стюарта.
  - 22.Классическая электронная теория проводимости металлов. Выведение законов Ома, Джоуля-Ленца. Закон Видемана-Франца.
  - 23.Ограниченность классической теории проводимости. Сверхпроводимость. Понятие о квантовой теории проводимости твердых тел.
  - 24.Проводимость полупроводников. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Применение полупроводников.
  - 25.Работа выхода электрона из металла. Контактная разность потенциалов. Контактные явления в полупроводниках. Полупроводниковые диоды и транзисторы.
  - 26.Термоэлектрический ток. Прямые и обратные термоэлектрические явления. Термоэлектрические генераторы.
  - 27.Термоэлектронная эмиссия. Зависимость тока насыщения от температуры. Двухэлектродные и трехэлектродные лампы и их приложения. Электронно-лучевая трубка.
  - 28.Электролиты. Электролитическая диссоциация. Электропроводимость электролитов. Закон Ома для электролитов. Электролиз. Законы Фарадея. Химические источники тока. Использование электролиза.
  - 29.Процессы ионизации и рекомбинации. Несамостоятельный разряд в газах. Самостоятельный разряд в газах. Вольт-амперная характеристика газового разряда. Виды разрядов (тлеющий, дуговой, искровой, коронный). Молния. Понятие о плазме. Использование газовых разрядов. Катодные лучи.
- ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ.**
1. Магнитное взаимодействие токов. Закон Ампера. Магнитное поле электрического тока. Индукция и напряженность магнитного поля.
  2. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле прямого, кольцевого и

соленойного токов.

3. Циркуляция вектора индукции магнитного поля. Закон полного тока. Контур с током в магнитном поле. Магнитный момент тока.
4. Действие электрического и магнитного полей на подвижной заряд. Сила Лоренца.
5. Определение удельного заряда электрона. Масс-спектрометр. Эффект Холла и его приложение. Электронный микроскоп. Ускорители заряженных частиц.
6. Магнитное поле подвижного заряда. Относительный характер электрического и магнитного полей.
7. Опыты Фарадея. Электродвижущая сила индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея и правило Ленца.
8. Вихревые токи. Скин-эффект. Самоиндукция и взаиминдукция. Электродвижущая сила самоиндукции. Индуктивность.
9. Работа при перемещении проводника с током в магнитном поле. Магнитный поток. Энергия магнитного поля тока. Энергия и плотность энергии магнитного поля.
10. Магнетики и намагничивания их. Вектор намагничивания. Магнитное поле в магнетиках. Вектор напряженности магнитного поля. Магнитная восприимчивость и проницаемость магнетиков. Связь индукции и напряженности магнитного поля в магнетиках.
11. Магнитомеханические и механомагнитные явления. Опыты Эйнштейна-де Гааза и Барнетта. Диа-, пара- и ферромагнетики. Магнитный гистерезис. Работы Столетова. Точка Кюри.
12. Получение переменной ЭДС. Квазиустановившийся ток. Действующие и средние значения тока и напряжения.
13. Сопротивление, индуктивность и емкость в кругу переменного тока. Закон Ома для круга переменного тока. Резонанс напряг, резонанс токов.
14. Работа и мощность переменного тока. Передача электрической энергии. Трансформатор.
15. Электрический колебательный контур. Собственные электрические колебания. Формула Томсона.
16. Затухающие колебания. Вынуждены электрические колебания. Резонанс. Добротность и полоса пропускания контуру. Электрические автоколебания. Автогенератор на вакуумном триоде.
17. Вихревое электрическое поле. Опыты Роуланда и Эйхенвальда. Электромагнитное поле. Ток смещения.
18. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах.
19. Плоские электромагнитные волны в однородной среде, скорость распространения их. Излучение электромагнитных волн. Опыты Герца. Вибратор Герца.
20. Энергия электромагнитной волны. Поток энергии. Вектор Умова-Пойнтинга.
21. Понятие о системах передачи электромагнитной энергии. Электромагнитные волны вдоль проводов. Давление электромагнитных волн. Стоячие волны и резонанс в отрезках длинных линий.

22.Изобретение радиосвязи О.С. Поповым. Принцип радиосвязи и радиолокации. Шкала электромагнитных волн.