

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Косенок Сергей Михайлович  
Должность: ректор  
Дата подписания: 20.06.2024 08:50:42  
Уникальный программный ключ:  
e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

## Оценочные материалы для промежуточной аттестации по дисциплине

### Электричество и магнетизм 2 курс, 3 семестр

|                             |                          |
|-----------------------------|--------------------------|
| Код, направление подготовки | 04.03.01<br>Химия        |
| Направленность (профиль)    | Химия                    |
| Форма обучения              | Очная                    |
| Кафедра-разработчик         | Экспериментальной физики |
| Выпускающая кафедра         | Химии                    |

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Этап: проведение текущего контроля успеваемости по дисциплине  
Типовые вопросы для устного опроса**

#### ***Раздел «Электростатическое поле в вакууме»***

1. Электрический заряд.
2. Электрическое поле.
3. Поле точечного заряда.
4. Геометрическое описание электрического поля.
5. Поток вектора  $E$ .
6. Теорема Гаусса.
7. Теорема Гаусса в дифференциальной форме.
8. Теорема о циркуляции вектора  $E$ .
9. Потенциал.
10. Потенциал поля точечного заряда.
11. Потенциал поля системы зарядов.
12. Связь между потенциалом и вектором  $E$ .
13. Эквипотенциальные поверхности. Электрический диполь.

#### ***Раздел «Проводник в электростатическом поле»***

1. Влияние вещества на поле.
2. Поле внутри проводника.
3. Поле у поверхности проводника.

4. Силы, действующие на поверхность проводника.
5. Емкость уединенного проводника.
6. Конденсаторы.
7. Емкость плоского конденсатора.
8. Емкость сферического конденсатора.
9. Емкость цилиндрического конденсатора.
10. Электрический заряд.

#### ***Раздел «Электрическое поле в диэлектрике»***

1. Диэлектрики.
2. Поляризация.
3. Объемные и поверхностные связанные заряды.
4. Поле в диэлектрике.
5. Поляризованность  $P$ .
6. Связь между  $P$  и  $E$ .
7. Теорема Гаусса для поля вектора  $P$ .
8. Граничные условия для вектора  $P$ .
9. Теорема Гаусса для поля вектора  $D$ .
10. Связь между векторами  $D$  и  $E$ .
11. Граничные условия для векторов  $E$  и  $D$ .
12. Электрический заряд.

#### ***Раздел «Постоянный электрический ток»***

1. Электрический ток.
2. Плотность тока.
3. Уравнение непрерывности.
4. Закон Ома для однородного проводника.
5. Закон Ома в дифференциальной форме.
6. Сторонние силы.
7. Обобщенный закон Ома.
8. Закон Ома для неоднородного участка цепи.
9. Разветвленные цепи.
10. Правила Кирхгофа.
11. Закон Джоуля-Ленца.
12. Закон Джоуля-Ленца в локальной форме.
13. Переходные процессы в цепи с конденсатором.

#### ***Раздел «Магнитное поле в вакууме»***

1. Сила Лоренца.
2. Магнитное поле движущегося заряда.
3. Принцип суперпозиции.
4. Закон Био-Савара.

5. Теорема Гаусса для поля  $\mathbf{B}$ .
6. Теорема о циркуляции вектора  $\mathbf{B}$ .
7. Дивергенция поля  $\mathbf{B}$ .
8. Ротор поля  $\mathbf{B}$ .
9. Закон Ампера.
10. Сила, действующая на контур с током.
11. Момент сил, действующих на контур с током.
12. Работа при перемещении контура с током.

### ***Раздел «Магнитное поле в веществе»***

1. Поле в магнетике.
2. Механизм намагничивания.
3. Намагниченность.
4. Токи намагничивания.
5. Циркуляция вектора  $\mathbf{J}$ .
6. Циркуляция вектора  $\mathbf{J}$  в дифференциальной форме.
7. Теорема о циркуляции вектора  $\mathbf{H}$ . Теорема о циркуляции вектора  $\mathbf{H}$  в дифференциальной форме.
8. Связь между  $\mathbf{J}$  и  $\mathbf{H}$ .
9. Связь между  $\mathbf{B}$  и  $\mathbf{H}$ .
10. Граничные условия для  $\mathbf{B}$  и  $\mathbf{H}$ .
11. Преломление линий  $\mathbf{B}$ .
12. Поле в однородном магнетике.
13. Ферромагнетизм.
14. Основная кривая намагничивания.
15. Магнитный гистерезис.
16. Теория ферромагнетизма.

### ***Раздел «Электромагнитная индукция»***

1. Правило Ленца.
2. Закон электромагнитной индукции.
3. Природа электромагнитной индукции.
4. Явление самоиндукции.
5. Индуктивность.
6. Переходные процессы в  $RL$ -цепи.
7. Магнитная энергия тока.
8. Энергия магнитного поля.
9. Магнитная энергия двух контуров с током.
10. Собственная и взаимная энергии.
11. Полевая трактовка энергии.
12. Энергия и силы в магнитном поле.

### ***Раздел «Уравнения Максвелла»***

1. Ток смещения.
2. Уравнения Максвелла в интегральной форме.
3. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме.
4. Граничные условия.
5. Материальные уравнения.

### ***Раздел «Электрические колебания»***

1. Колебательный контур.
2. Уравнение колебательного контура.
3. Свободные незатухающие колебания.
4. Свободные затухающие колебания.
5. Величины, характеризующие затухание.
6. Вынужденные электрические колебания.
7. Резонансные кривые.
8. Добротность.
9. Переменный ток.
10. Полное сопротивление.
11. Мощность, выделяющаяся в цепи переменного тока.

### **Типовые задачи для решения по теме раздела**

При решении задач по теме раздела, берутся не менее 5 задач из соответствующих разделов сборников задач, указанных в списке литературы.

### **Типовой перечень вопросов к защите лабораторных работ**

#### ***«Изучение электроизмерительных приборов»:***

- Дайте определение: меры, измерительных преобразователей, электроизмерительных приборов.
- Какие приборы называются цифровыми, какие аналоговыми?
- Что такое цена деления?
- Чем характеризуются электроизмерительные приборы и как они классифицируются?
- Что называется погрешностью измерения, относительной погрешностью, дополнительной погрешностью?
- Что такое шунт, для чего он служит? Как рассчитать сопротивление шунта?
- Что такое добавочное сопротивление? Как рассчитать добавочное сопротивление?
- Сформулируйте первое и второе правила Кирхгофа.
- Как произвести градуировку шкалы амперметра?
- Как произвести градуировку шкалы вольтметра?

**«Изучение принципа работы электронно-лучевого осциллографа»:**

- Назначение и принцип работы электронно - лучевого осциллографа.
- Назовите основные элементы электронно-лучевой трубки.
- Что такое осциллограмма?
- Объясните работу осциллографа.
- Каким образом проводят измерения в режиме непрерывной развертки? (Используйте блок - схему прибора).
- В чем заключается роль схемы синхронизации?
- Что такое режим ждущей развертки с синхронизацией исследуемым сигналом?
- Что такое режим ждущей развертки с синхронизацией внешним сигналом?
- Каким образом в режиме ждущей развертки с синхронизацией внешним сигналом можно измерить сдвиг фаз двух напряжений?
- Каким образом получают фигуры Лиссажу?
- Каким образом практически можно получить фигуры Лиссажу на экране осциллографа?
- Зарисуйте фигуры Лиссажу различных порядков.
- Каким образом измерить амплитуду, частоту и период сигнала на экране осциллографа?

**«Определение удельного заряда электрона с помощью вакуумного диода»:**

- Что называется электровакуумными приборами? Типы электровакуумных приборов.
- В чем заключается явление термоэлектронной эмиссии? Как определяется работа выхода электрона из металла?
- Электровакуумный диод - схема, устройство и принцип работы («выпрямление» переменного тока).
- Роль объемного пространственного заряда в работе диода.
- Вольт - амперная характеристика вакуумного диода.
- Режим насыщения анодного тока (когда достигается)?
- Вывод формулы Богуславского - Ленгмюра.
- Как можно определить удельный заряд электрона (методика определения).
- Принцип работы транзистора Т в схеме эксперимента.
- Объяснить принцип работы экспериментальной схемы.
- Как измеряется анодный ток ( $I_a$ )?
- Как измеряется анодное напряжение ( $U_a$ )?
- Методика расчета ошибки вычисления удельного заряда.
- На каком участке вольт - амперной кривой можно использовать формулу Богуславского - Ленгмюра? Почему?

**«Изучение релаксационных процессов в RC-цепи»:**

- Что такое RC-цепи? (нарисовать)
- Что такое релаксационный процесс в электрических цепях?
- Работа RC-цепи (установление тока) в режиме замыкания и размыкания.
- График зависимости силы тока и напряжения от времени при релаксационных процессах.

- Что такое постоянная времени RC-цепи? Нарисовать графики зависимостей  $I=I(t)$  и  $U=U(t)$  для различных  $\tau$ .
- Законы Кирхгофа.
- Какая цепь называется переходной? При каких условиях?
- Какая цепь называется дифференцирующей (интегрирующей) и почему? Нарисовать и объяснить графики процессов.
- Объяснить работу экспериментальной установки.
- Что такое герконы?
- Рассказать о методике определения постоянной релаксации времени.
- Методика оценки погрешности полученных результатов.
- Зависимость напряжения на емкости и сопротивления для времени переключения  $\tau > T$  и  $\tau < T$ .

#### **«Определение относительной диэлектрической проницаемости материалов»**

- Физический смысл диэлектрической проницаемости среды.
- Вывод формулы для емкости плоского конденсатора. Как емкость зависит от диэлектрической проницаемости среды?
- Как зависит емкость от площади диэлектрической прослойки?
- Объяснить методику определения неизвестной емкости, которая используется в данной работе.
- Что такое паразитная емкость схемы? Как определяется ее величина?
- Что такое входное сопротивление? Почему его величиной пренебрегают при выполнении данной работы?
- Какие вещества обладают наибольшей диэлектрической проницаемостью и почему?

#### **«Определение постоянной времени RL-цепи»:**

- В чем заключается явление самоиндукции?
- Что такое индуктивность?
- Запишите выражение для ЭДС самоиндукции.
- Запишите выражение для изменения тока при замыкании цепи, содержащей индуктивность. Изобразите зависимость графически.
- Запишите выражение для изменения тока при размыкании цепи, содержащей индуктивность. Изобразите зависимость графически.
- Что такое постоянная времени RL-цепи?
- Расскажите о методике определения постоянной времени RL-цепи в данной работе.

#### **«Изучение цепи переменного тока»:**

- Записать закон Ома для цепи переменного тока.
- Записать выражение для полного индуктивного тока.
- Записать выражение для емкостного сопротивления.
- Записать выражение для полного сопротивления цепи переменного тока.
- Чем определяется сдвиг фаз между силой тока и напряжением.

### **«Изучение магнитного поля соленоида»:**

- Что такое поле? Назовите характеристики поля.
- Дайте определение вектора магнитной индукции магнитного поля. Укажите единицы измерения индукции магнитного поля.
- Изобразите силовые линии магнитного поля соленоида.
- Сформулируйте закон Био-Савара-Лапласа. Расскажите о его применении.
- Расскажите о силе Ампера и силе Лоренца.
- Запишите формулу для расчета магнитного поля на оси соленоида конечной длины и бесконечно длинного соленоида.
- Объясните характер распределения магнитного поля вдоль оси соленоида, полученный в работе.

### **«Изучение вынужденных колебаний в колебательном контуре»:**

- Какие колебания называются вынужденными?
- Из каких элементов состоит электрический колебательный контур? Опишите физические процессы, происходящие в контуре.
- Запишите дифференциальное уравнение вынужденных колебаний.
- Как частота сигнала генератора влияет на величину: а) активного сопротивления; б) емкостного сопротивления; в) индуктивного сопротивления; г) импеданса последовательного колебательного контура вблизи резонанса?
- Для каких целей используется колебательный контур? Где он применяется?

### **Типовые варианты заданий для контрольной работы:**

#### **1 вариант**

1. Расстояние между двумя точечными зарядами  $Q_1=1$  мкКл и  $Q_2=-Q_1$  равно 10 см. Определить силу  $F$ , действующую на точечный заряд  $Q=0,1$  мкКл, удаленный на расстоянии  $r_1=6$  см от первого и на  $r_2=8$  см от второго зарядов.
2. Емкость  $C$  плоского конденсатора равна 1,5 мкФ. Расстояние  $d$  между пластинами 5 мм. Какова будет емкость  $C$  конденсатора, если на нижнюю пластину положить лист эбонита толщиной  $d_1=3$  мм?
3. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи  $I=1$  мА. Определить силу  $F$ , действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине.

#### **2 вариант**

1. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами  $Q_1=40$  нКл и  $Q_2=-10$  нКл, находящимися на расстоянии  $d=10$  см друг от друга. Определить напряженность  $E$  поля в точке, удаленной от первого заряда на  $r_1=12$  см и от второго на  $r_2=6$  см.
2. ЭДС батареи аккумуляторов 12 В, сила тока  $I$  короткого замыкания равна 5 А. Какую наибольшую мощность  $P_{\max}$  можно получить во внешней цепи, соединенной с такой батареей?

3. По двум бесконечно длинным параллельным проводам текут токи  $I_1=20$  А и  $I_2=30$  А в одном направлении. Расстояние  $d$  между проводами равно 10 см. Вычислить магнитную индукцию  $B$  в точке, удаленной от обоих проводов на одинаковое расстояние  $r=10$  см.

### 3 вариант

1. Бесконечная тонкая прямая нить несет равномерно распределенный по длине нити заряд с плотностью  $\tau=1$  нКл/м. Каков градиент потенциала в точке, удаленной на расстояние  $r=10$  см от нити? Указать направление градиента потенциала.

2. Две группы из трех последовательно соединенных элементов соединены параллельно. ЭДС  $E$  каждого элемента равна 1,2 В, внутреннее сопротивление  $r=0,2$  Ом. Полученная батарея замкнута на внешнее сопротивление  $R=1,5$  Ом. Найти силу тока  $I$  во внешней цепи.

3. Прямой провод длиной  $l=40$  см движется в однородном магнитном поле со скоростью  $v=5$  м/с перпендикулярно линиям индукции. Разность потенциалов  $U$  между концами провода равна 0,6 В. Вычислить индукцию  $B$  магнитного поля.

### 4 вариант

1. Тонкая нить длиной  $l=20$  см равномерно заряжена с линейной плотностью  $\tau=10$  нКл/м. На расстоянии,  $a=10$  см от нити, против ее середины, находится точечный заряд  $Q=1$  нКл. Вычислить силу  $F$ , действующую на этот заряд со стороны заряженной нити.

2. Две группы из трех последовательно соединенных элементов соединены параллельно. ЭДС каждого элемента равна 1,2 В, внутреннее сопротивление  $r=0,2$  Ом. Полученная батарея замкнута на внешнее сопротивление  $R=1,5$  Ом. Найти силу тока  $I$  во внешней цепи.

3. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B=9$  мТл по винтовой линии, радиус  $R$  которой равен 1 см и шаг  $h=7,8$  см. Определить период  $T$  обращения электрона и его скорость  $v$ .

### Этап: проведение промежуточной аттестации по дисциплине

1. Электрический заряд. Электрическое поле. Поле точечного заряда. Геометрическое описание электрического поля.

2. Поток вектора  $E$ . Теорема Гаусса. Теорема Гаусса в дифференциальной форме.

3. Теорема о циркуляции вектора  $E$ . Потенциал. Потенциал поля точечного заряда. Потенциал поля системы зарядов.

4. Связь между потенциалом и вектором  $E$ . Эквипотенциальные поверхности.

5. Электрический диполь. Поле диполя. Сила действующая на диполь.

6. Момент сил, действующих на диполь. Энергия диполя в поле.

7. Влияние вещества на поле. Поле внутри проводника. Поле у поверхности проводника.

8. Силы, действующие на поверхность проводника.

9. Емкость уединенного проводника. Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора. Емкость сферического конденсатора. Емкость цилиндрического конденсатора.

10. Диэлектрики. Поляризация. Объемные и поверхностные связанные заряды.

11. Поле в диэлектрике. Поляризованность  $P$ . Связь между  $P$  и  $E$ .



12. Теорема Гаусса для поля вектора  $P$ . Теорема Гаусса для поля вектора  $P$  в дифференциальной форме.
13. Граничные условия для вектора  $P$ .
14. Теорема Гаусса для поля вектора  $D$ . Теорема Гаусса для поля вектора  $D$  в дифференциальной форме. Связь между векторами  $D$  и  $E$ .
15. Граничные условия для векторов  $E$  и  $D$ .
16. Поле в однородном диэлектрике.
17. Электрическая энергия системы зарядов. Энергия взаимодействия. Полная энергия взаимодействия.
18. Энергия уединенного проводника. Энергия конденсатора.
19. Энергия электрического поля.
20. Работа поля при поляризации диэлектрика.
21. Силы при наличии диэлектрика. Энергетический метод определения сил.
22. Электрический ток. Плотность тока. Уравнение непрерывности.
23. Закон Ома для однородного проводника. Закон Ома в дифференциальной форме.
24. Сторонние силы. Обобщенный закон Ома. Закон Ома для неоднородного участка цепи.
25. Разветвленные цепи. Правила Кирхгоффа.
26. Закон Джоуля-Ленца. Закон Джоуля-Ленца в локальной форме.
27. Переходные процессы в цепи с конденсатором.
28. Сила Лоренца.
29. Магнитное поле движущегося заряда.
30. Принцип суперпозиции. Закон Био-Савара.
31. Теорема Гаусса для поля  $B$ . Теорема о циркуляции вектора  $B$ . Дивергенция поля  $B$ . Ротор поля  $B$ .
32. Закон Ампера.
33. Сила, действующая на контур с током. Момент сил, действующих на контур с током.
34. Работа при перемещении контура с током.
35. Полк в магнетике. Механизм намагничивания. Намагниченность. Токи намагничивания.
36. Циркуляция вектора  $J$ . Циркуляция вектора  $J$  в дифференциальной форме.
37. Теорема о циркуляции вектора  $H$ . Теорема о циркуляции вектора  $H$  в дифференциальной форме. Связь между  $J$  и  $H$ . Связь между  $B$  и  $H$ .
38. Граничные условия для  $B$  и  $H$ . Преломление линий  $B$ .
39. Поле в однородном магнетике.
40. Ферромагнетизм. Основная кривая намагничивания. Магнитный гистерезис. Теория ферромагнетизма.
41. Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции. Природа электромагнитной индукции.
42. Явление самоиндукции. Индуктивность. Переходные процессы в  $RL$ -цепи.
43. Магнитная энергия тока. Энергия магнитного поля.
44. Магнитная энергия двух контуров с током. Собственная и взаимная энергии. Полевая трактовка энергии.
45. Энергия и силы в магнитном поле.
46. Ток смещения.

47. Уравнения Максвелла в интегральной форме. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме. Граничные условия. Материальные уравнения.
48. Колебательный контур. Уравнение колебательного контура. Свободные незатухающие колебания.
49. Свободные затухающие колебания. Величины, характеризующие затухание.
50. Вынужденные электрические колебания. Резонансные кривые. Добротность.
51. Переменный ток. Полное сопротивление. Мощность, выделяющаяся в цепи переменного тока.
52. Относительность электрического и магнитного полей. Законы преобразования полей  $E$  и  $B$ .

1. Два конденсатора с воздушным зазором, емкостью  $C=100$  пФ каждый, соединены последовательно и подключены к источнику, э.д.с. которого  $E=10$  В. Чему равно изменение заряда конденсаторов, если один из них погрузить в жидкий диэлектрик с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon=2$ ?
2. В плоский конденсатор длиной  $l=5$  см влетает электрон под углом  $\alpha=15^\circ$  к пластинам. Энергия электрона  $W=1500$  эВ. Расстояние между пластинами  $d=1$  см. Определить величину напряжения на конденсаторе  $U$ , при котором электрон при выходе из пластин будет двигаться параллельно им.
3. Сила тока в проводнике изменяется со временем по закону  $I=I_0e^{-\alpha t}$ , где  $I_0=20$  А,  $\alpha=10^2$  с<sup>-1</sup>. Определить количество теплоты, выделившееся в проводнике за время  $t=10^{-2}$  с, если сопротивление проводника  $R=5$  Ом.
4. Определить емкость конденсатора колебательного контура, если известно, что при индуктивности  $L=50$  мкГн контур настроен в резонанс на электромагнитные колебания с длиной волны  $\lambda=300$  м.
5. В скрещенные под прямым углом однородные магнитное ( $H=1$  МА/м) и электрическое ( $E=50$  кВ/м) поля влетел ион. При какой скорости  $v$  иона (по модулю и направлению) он будет двигаться в скрещенных полях прямолинейно.
6. Источник тока замкнули на катушку сопротивлением  $R=10$  Ом и индуктивностью  $L=0,2$  Гн. Через какое время сила тока в цепи достигнет 50 % от максимального значения.
7. Расстояние между двумя точечными зарядами  $Q_1=1$  мкКл и  $Q_2=-Q_1$  равно 10 см. Определить силу  $F$ , действующую на точечный заряд  $Q=0,1$  мкКл, удаленный на расстоянии  $r_1=6$  см от первого и на  $r_2=8$  см от второго зарядов.
8. Бесконечная тонкая прямая нить несет равномерно распределенный по длине нити заряд с плотностью  $\tau=1$  нКл/м. Каков градиент потенциала в точке, удаленной на расстояние  $r=10$  см от нити? Указать направление градиента потенциала.
9. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами  $Q_1=40$  нКл и  $Q_2=-10$  нКл, находящимися на расстоянии  $d=10$  см друг от друга. Определить напряженность  $E$  поля в точке, удаленной от первого заряда на  $r_1=12$  см и от второго на  $r_2=6$  см.
10. Емкость  $C$  плоского конденсатора равна 1,5 мкФ. Расстояние  $d$  между пластинами 5 мм. Какова будет емкость  $C$  конденсатора, если на нижнюю пластину положить лист эбонита толщиной  $d_1=3$  мм?
11. Две группы из трех последовательно соединенных элементов соединены параллельно. ЭДС

$\mathcal{E}$  каждого элемента равна 1,2 В, внутреннее сопротивление  $r=0,2$  Ом. Полученная батарея замкнута на внешнее сопротивление  $R=1,5$  Ом. Найти силу тока  $I$  во внешней цепи.

12. По двум бесконечно длинным параллельным проводам текут токи  $I_1=20$  А и  $I_2=30$  А в одном направлении. Расстояние  $d$  между проводами равно 10 см. Вычислить магнитную индукцию  $B$  в точке, удаленной от обоих проводов на одинаковое расстояние  $r=10$  см.

13. ЭДС батареи аккумуляторов 12 В, сила тока  $I_{\text{короткого замыкания}}$  равна 5 А. Какую наибольшую мощность  $P_{\text{max}}$  можно получить во внешней цепи, соединенной с такой батареей?

13. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи  $I=1$  кА. Определить силу  $F$ , действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине.

15. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B=9$  мТл по винтовой линии, радиус  $R$  которой равен 1 см и шаг  $h=7,8$  см. Определить период  $T$  обращения электрона и его скорость  $v$ .

16. Прямой провод длиной  $l=40$  см движется в однородном магнитном поле со скоростью  $v=5$  м/с перпендикулярно линиям индукции. Разность потенциалов  $U$  между концами провода равна 0,6 В. Вычислить индукцию  $B$  магнитного поля.