

Документ подписан простой электронной подписью  
 Информация о владельце:  
 ФИО: Косенок Сергей Николаевич  
 Должность: ректор  
 Дата подписания: 23.06.2025 08:04:44  
 Уникальный программный ключ:  
 e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdf836

## Оценочные материалы для промежуточной аттестации по дисциплине

### ФИЗИКА 1, 2, 3 семестр

|                             |                                              |
|-----------------------------|----------------------------------------------|
| Код, направление подготовки | 13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА  |
| Направленность (профиль)    | Электроэнергетические системы и сети         |
| Форма обучения              | очная                                        |
| Кафедра-разработчик         | Кафедра экспериментальной физики             |
| Выпускающая кафедра         | Кафедра радиоэлектроники и электроэнергетики |

**Этап: проведение текущего контроля успеваемости по дисциплине (1 семестр)**

### РАЗДЕЛ «МЕХАНИКА»

**Типовые варианты заданий для контрольной работы:**

#### 1 вариант

- Вертикально вверх с начальной скоростью  $v_0 = 20$  м/с брошен камень. Через  $\tau = 1$  с после этого брошен вертикально вверх другой камень с такой же скоростью. На какой высоте  $h$  встретятся камни?
- На железнодорожной платформе установлено орудие. Масса платформы с орудием  $M = 15$  т. Орудие стреляет вверх под углом  $\varphi = 60^\circ$  к горизонту в направлении пути. С какой скоростью  $v_1$  покатится платформа вследствие отдачи, если масса снаряда  $m = 20$  кг и он вылетает со скоростью  $v_2 = 600$  м/с?
- На горизонтальную ось насажены маховик и легкий шкив радиусом  $R = 5$  см. На шкив намотан шнур, к которому привязан груз массой  $m = 0,4$  кг. Опускаясь равноускоренно, груз прошел путь  $s = 1,8$  м за время  $t = 3$  с. Определить момент инерции  $J$  маховика. Массу шкива считать пренебрежимо малой.

#### 2 вариант

- Снаряд, выпущенный из орудия под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту, дважды был на одной и той же высоте  $h$ : спустя время  $t_1 = 10$  с и  $t_2 = 50$  с после выстрела. Определить начальную скорость  $v_0$  и высоту  $h$ .
- На краю горизонтальной платформы, имеющей форму диска радиусом  $R = 2$  м, стоит человек массой  $m_1 = 80$  кг. Масса  $m_2$  платформы равна 240 кг. Платформа может вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через ее центр. Пренебрегая трением, найти, с какой угловой скоростью  $\omega$  будет вращаться платформа, если человек будет идти вдоль ее края со скоростью  $v = 2$  м/с относительно платформы.
- Ближайший спутник Марса находится на расстоянии  $r = 9,4$  Мм от центра планеты и движется вокруг нее со скоростью  $v = 2,1$  км/с. Определить массу  $M$  Марса.

#### 3 вариант

1. Пуля пущена с начальной скоростью  $v_0=200$  м/с под углом  $\alpha=60^\circ$  к горизонту. Определить максимальную высоту  $H$  подъема, дальность  $s$  полета и радиус  $R$  кривизны траектории пули в ее наивысшей точке. Соппротивлением воздуха пренебречь.
2. Снаряд массой  $m=10$  кг обладал скоростью  $v=200$  м/с в верхней точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая массой  $m_1=3$  кг получила скорость  $v_1=400$  м/с в прежнем направлении. Найти скорость  $v_2$  второй, большей части после разрыва.
3. Тонкий однородный стержень длиной  $l=50$  см и массой  $m=400$  г вращается с угловым ускорением  $\varepsilon=3$  рад/с<sup>2</sup> около оси, проходящей перпендикулярно стержню через его середину. Определить вращающий момент  $M$ .

#### 4 вариант

1. Камень брошен с вышки в горизонтальном направлении с начальной скоростью  $v_0=30$  м/с. Определить скорость  $v$ , тангенциальное  $a_t$  и нормальное  $a_n$  ускорения камня в конце второй секунды после начала движения.
2. Конькобежец, стоя на льду, бросил вперед гирию массой  $m_1=5$  кг и вследствие отдачи покатился назад со скоростью  $v_2=1$  м/с. Масса конькобежца  $m_2=60$  кг. Определить работу  $A$ , совершенную конькобежцем при бросании гири.
3. Вал массой  $m=100$  кг и радиусом  $R=5$  см вращался с частотой  $n=8$  с<sup>-1</sup>. К цилиндрической поверхности вала прижали тормозную колодку с силой  $F=40$  Н, под действием которой вал остановился через  $t=10$  с. Определить коэффициент трения  $\mu$ .

### РАЗДЕЛ «ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ»

#### 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  $I=1$  кА. 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  $\varepsilon$  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  $v$ .
- 4.

#### Типовые вопросы для экзамена

##### «Основы кинематики»

1. Основные понятия механики: система отсчета, материальная точка (частица), система частиц, абсолютно твердое тело, сплошная среда.
2. Кинематика точки. Векторный способ описания движения точки.
3. Координатный способ описания движения точки.
4. «Естественный» способ описания движения точки.
5. Кинематика твердого тела. Поступательное движение.
6. Кинематика твердого тела. Вращение вокруг неподвижной оси.
7. Связь между линейными и угловыми величинами.
8. Преобразование скорости ускорения при переходе к другой системе отсчета.

##### «Основное уравнение динамики»

1. Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона.
2. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея.
3. Основные законы ньютоновской динамики. Масса. Сила.
4. Второй закон Ньютона.
5. Третий закон Ньютона.
6. Силы. Сила гравитационного притяжения.
7. Кулоновская сила.
8. Однородная сила тяжести.
9. Упругая сила.
10. Сила трения скольжения.
11. Основное уравнение динамики.
12. Основное уравнение динамики в неинерциальной системе.
13. Силы инерции. Особенности сил инерции.

##### «Закон сохранения импульса»

1. Импульс частицы.
2. Импульс системы.
3. Закон сохранения импульса.
4. Центр масс.

5. Уравнение движения центра масс.
  6. Движение тела переменной массы
- «Закон сохранения энергии»
1. Работа.
  2. Работа упругой силы.
  3. Работа гравитационной (или кулоновской) силы.
  4. Работа однородной силы тяжести.
  5. Мощность.
  6. Консервативные силы.
  7. Поле центральных сил.
  8. Потенциальная энергия частицы в поле.
  9. Потенциальная энергия и сила поля.
  10. Напряженность поля. Потенциал поля.
  11. Кинетическая энергия.
  12. Полная механическая энергия частицы.
  13. Собственная потенциальная энергия системы.
  14. «Внешняя» потенциальная энергия системы.
  15. Диссипативные силы.
  16. Кинетическая энергия системы.
  17. Собственная механическая энергия системы.
  18. Закон сохранения механической энергии системы.
  19. Полная механическая энергия системы в поле. Связь между энергиями в К- и Ц-системах отсчета.
  20. Столкновения двух частиц. Абсолютно неупругое столкновение. Абсолютно упругое столкновение. Лобовое столкновение. Нелобовое столкновение. Неупругое столкновение.
- «Механика несжимаемой жидкости»
1. Линии и трубки тока.
  2. Уравнение неразрывности струи.
  3. Уравнение Бернулли.
  4. Формула Торричелли.
  5. Вязкость.
  6. Течение жидкости в трубе круглого сечения.
- «Основы Закон сохранения момента импульса»
1. Момент импульса частицы.
  2. Момент силы.
  3. Уравнение моментов.
  4. Момент импульса и момент силы относительно оси.
  5. Закон сохранения момента импульса.
  6. Суммарный момент внешних сил.
  7. Собственный момент импульса.
  8. Связь между моментами импульса в К- и Ц-системах.
  9. Уравнение моментов в К-системе.
  10. Динамика твердого тела.
  11. Равнодействующая сила.
  12. Условия равновесия твердого тела.
  13. Вращение вокруг неподвижной оси.
  14. Теорема Штейнера.
  15. Уравнение динамики вращения твердого тела.
  16. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела.
  17. Работа внешних сил при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси.
  18. Плоское движение твердого тела.
  19. Кинетическая энергия при плоском движении.

20. Свободные оси. Главные оси тела. Гироскопы.  
Энергия вынужденных колебаний.
- «Кинематика специальной теории относительности, релятивистская динамика»
1. Кинематика специальной теории относительности.
  2. Основные представления дорелятивистской физики.
  3. Трудности дорелятивистской физики.
  4. Опыт Майкельсона.
  5. Постулаты Эйнштейна.
  6. Синхронизация часов. Соотношения между событиями.
  7. Замедление времени и сокращение длины.
  8. Равенство поперечных размеров тел. Лоренцево сокращение.
  9. Преобразования Лоренца.
  10. Следствия из преобразований Лоренца.
  11. Понятие одновременности. Длительность процессов. Интервал.
  12. Преобразование скорости.
  13. Релятивистский импульс.
  14. Основное уравнение релятивистской динамики.
  15. Кинетическая энергия релятивистской частицы.
  16. Закон взаимосвязи массы и энергии.
  17. Связь между энергией и импульсом частицы.
  18. Преобразования импульса и энергии.
- «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.
- «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.
- «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  $\mathbf{P}$ .
  8. Граничные условия для вектора  $\mathbf{P}$ .
  9. Теорема Гаусса для поля вектора  $\mathbf{D}$ .
  10. Связь между векторами  $\mathbf{D}$  и  $\mathbf{E}$ .
  11. Граничные условия для векторов  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{D}$ .
  12. Электрический заряд.
- «Постоянный электрический ток»
13. Электрический ток.
  14. Плотность тока.
  15. Уравнение непрерывности.
  16. Закон Ома для однородного проводника.
  17. Закон Ома в дифференциальной форме.
  18. Сторонние силы.
  19. Обобщенный закон Ома.
  20. Закон Ома для неоднородного участка цепи.
  21. Разветвленные цепи.
  22. Правила Кирхгофа.
  23. Закон Джоуля-Ленца.
  24. Закон Джоуля-Ленца в локальной форме.
  25. Переходные процессы в цепи с конденсатором.
- «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.
- «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.
- «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.
- «Уравнения Максвелла»
1. Ток смещения.
  2. Уравнения Максвелла в интегральной форме.
  3. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме.
  4. Граничные условия.
  5. Материальные уравнения.

**Этап: проведение текущего контроля успеваемости по дисциплине (2 семестр)**

## РАЗДЕЛ «КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ»

**Типовые варианты заданий для контрольной работы:**

### 1 вариант

1. Гармонические колебания материальной точки описываются уравнением  $x = 0,01 \cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{8}\right)$  м. Определите: 1) амплитуду колебаний; 2) циклическую частоту; 3) период колебаний; 4) частоту колебаний; 5) начальную фазу колебаний.
2. Радиоприемник можно настраивать на прием радиоволн различной длины: от  $\lambda_1 = 25$  м до  $\lambda_2 = 200$  м. В какую сторону и во сколько раз нужно изменить расстояние между пластинами плоского конденсатора, включенного в колебательный контур приемника, при переходе к приему более длинных волн.
3. Цепь состоит из катушки индуктивностью  $L = 1$  Гн и сопротивлением  $R = 10$  Ом. Источник тока можно отключать, не разрывая цепи. Определить время  $t$ , по истечении которого сила тока уменьшится до 0,001 первоначального значения.

### 2 вариант

1. Материальная точка массой  $m = 5$  г совершает гармонические колебания с амплитудой  $A = 10$  см и частотой  $\nu = 1$  Гц. В начальный момент времени  $t_0 = 0$  смещение  $x_0 = A$ . Определите кинетическую и потенциальную энергии в момент времени  $t = 2,2$  с.
2. Контур радиоприемника настроен на радиостанцию, частота которой  $f_1 = 9$  МГц. Как нужно изменить емкость переменного конденсатора колебательного контура приемника, чтобы он был настроен на волну  $\lambda_2 = 50$  м? Скорость распространения электромагнитных волн  $c_0 = 3 \cdot 10^8$  м/сек.
3. Источник тока замкнули на катушку с сопротивлением  $R = 10$  Ом и индуктивностью  $L = 1$  Гн. Через сколько времени сила тока замыкания достигнет 0,9 предельного значения?

### 3 вариант

1. Ускорение материальной точки, совершающей гармонические колебания, задается уравнением  $a(t) = -45\pi^2 \cos 3\pi t$  м/с<sup>2</sup>. Определите зависимость смещения этой точки от времени  $x(t)$ .

2. Определить емкость конденсатора колебательного контура, если известно, что при индуктивности  $L=50 \text{ мкГн}$  контур настроен в резонанс на электромагнитные колебания с длиной волны  $\lambda=300 \text{ м}$ .
3. Источник тока замкнули на катушку сопротивлением  $R = 10 \text{ Ом}$  и индуктивностью  $L = 0,2 \text{ Гн}$ . Через какое время сила тока в цепи достигнет 50 % от максимального значения.

#### 4 вариант

1. Материальная точка массой  $m = 10 \text{ г}$  движется под действием силы  $F = 2\cos\omega t$  (мН), где  $\omega = 2\pi \text{ с}^{-1}$ . Определите максимальную кинетическую энергию материальной точки.
2. Радиоприемник можно настраивать на прием радиоволн различной длины: от  $\lambda_1=25 \text{ м}$  до  $\lambda_2=200 \text{ м}$ . В какую сторону и во сколько раз нужно изменить расстояние между пластинами плоского конденсатора, включенного в колебательный контур приемника, при переходе к приему более длинных волн.
3. В электрической цепи, содержащей резистор сопротивлением  $R=20 \text{ Ом}$  и катушку индуктивностью  $L=0,06 \text{ Гн}$ , течет ток  $I=20 \text{ А}$ . Определить силу тока в цепи через  $0,2 \text{ мс}$  после ее размыкания.

### РАЗДЕЛ «ОПТИКА»

#### Типовые варианты заданий для контрольной работы:

##### 1 вариант

1. Два взаимно перпендикулярных луча падают на поверхность воды. Показатель преломления воды 1,33. Угол падения одного из лучей  $30^\circ$ . Каким будет угол между лучами в воде?
2. Определите, во сколько раз изменится ширина интерференционных полос на экране в опыте с зеркалами Френеля, если фиолетовый светофильтр ( $\lambda=0,4 \text{ мкм}$ ) заменить красным ( $\lambda=0,7 \text{ мкм}$ ).
3. Определите число штрихов на  $1 \text{ мм}$  дифракционной решетки, если углу  $\varphi=30^\circ$  соответствует максимум четвертого порядка для монохроматического света с длиной волны  $\lambda=0,5 \text{ мкм}$ .

##### 2 вариант

1. Луч падает на границу раздела двух сред под углом  $30^\circ$ . Показатель преломления первой среды 2,4. Определите показатель преломления второй среды, если преломленный и отраженный лучи перпендикулярны друг другу.
2. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda=0,6 \text{ мкм}$ , падающим нормально. Пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнено жидкостью, наблюдение ведется в проходящем свете. Радиус кривизны линзы  $R=4 \text{ м}$ . Определите показатель преломления жидкости, если радиус второго светлого кольца  $r=1,8 \text{ мм}$ .
3. На щель шириной  $a=0,1 \text{ мм}$  падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda=0,6 \text{ мкм}$ . Экран, на котором наблюдается дифракционная картина, расположен параллельно щели на расстоянии  $l=1 \text{ м}$ . Определите расстояние  $b$  между первыми дифракционными минимумами, расположенными по обе стороны центрального френуагофорова максимума.

##### 3 вариант

1. Тело в форме конуса с углом между его осью и образующей равным  $60^\circ$ , погрузили целиком в прозрачную жидкость вершиной вниз. При этом боковую поверхность нельзя видеть ни из одной точки пространства над поверхностью жидкости. Каков показатель преломления жидкости?

2. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом, падающим нормально. При заполнении пространства между линзой и стеклянной пластинкой прозрачной жидкостью радиусы темных колец в отраженном свете уменьшились в 1,21 раза. Определите показатель преломления жидкости.

3. На дифракционную решетку длиной  $l=15$  мм, содержащую  $N=3000$  штрихов, падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda=550$  нм. Определите число максимумов, наблюдаемых в спектре дифракционной решетки.

#### 4 вариант

1. Какова должна быть минимальная длина стороны квадратного плота, чтобы с него не был виден камень, находящийся под серединой плота? Глубина водоема 1,5 м, показатель преломления воды 1,3.

2. Для измерения показателя преломления аммиака в одно из плеч интерферометра Майкельсона помещена закрытая с обеих сторон откаченная до высокого вакуума стеклянная трубка длиной 15 см. При заполнении трубки аммиаком интерференционная картина для длины волны  $\lambda=589$  нм сместилась на 192 полосы. Определите показатель преломления аммиака.

3. На щель шириной  $a=0,1$  мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda=0,5$  мкм. Дифракционная картина наблюдается на экране, расположенном параллельно щели. Определите расстояние  $l$  от щели до экрана, если ширина центрального дифракционного максимума  $b=1$  см.

#### Типовые вопросы для экзамена

1. Кинематика гармонических колебаний.
2. Динамика гармонических колебаний.
3. Математический маятник.
4. Физический маятник.
5. Энергия гармонического осциллятора.
6. Сложение колебаний одного направления.
7. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний.
8. Затухающие колебания.
9. Уравнение затухающих колебаний.
10. Характеристики затухания.
11. Вынужденные колебания.
12. Уравнение вынужденных колебаний.
13. Резонанс.
14. Энергия вынужденных колебаний.
15. Волновые процессы в упругих средах.
16. Продольные и поперечные волны.
17. Синусоидальные (гармонические) волны.
18. Уравнение бегущей волны.
19. Длина волны и волновое число.
20. Волновое уравнение.
21. Фазовая скорость и дисперсия волн.
22. Энергия волны.
23. Электромагнитные колебания и волны.
24. Уравнения электромагнитной волны.
25. Свойства электромагнитных волн.
26. Энергетические характеристики электромагнитной волны.
27. Шкала электромагнитных волн.

#### «Световая волна»

1. Общее волновое уравнение.
2. Волновое уравнение электромагнитной волны.
3. Плоская электромагнитная волна.

4. Связь мгновенных значений  $E$  и  $H$ .
  5. Энергия электромагнитной волны.
  6. Импульс электромагнитной волны.
  7. Эффект Доплера для электромагнитных волн.
  8. Шкала электромагнитных волн.
  9. Кривая видимости.
  10. Показатель преломления.
  11. Интенсивность волны.
  12. Виды световых волн.
- «Интерференция света»
1. Основной принцип интерференционных схем.
  2. Условие максимума и минимума при интерференции.
  3. Ширина интерференционной полосы.
  4. Когерентность.
  5. Длина когерентности.
  6. Время когерентности.
  7. Ширина когерентности.
  8. Интерференционные схемы.
  9. Интерференция света при отражении от плоских пластинок.
  10. Просветление оптики.
  11. Интерферометр Майкельсона.
- «Дифракция света»
1. Дифракция света.
  2. Принцип Гюйгенса-Френеля.
  3. Дифракция Френеля на круглом отверстии.
  4. Зоны Френеля.
  5. Дифракция Фраунгофера.
  6. Дифракция Фраунгофера на круглом отверстии.
  7. Дифракция от множества отверстий.
  8. Дифракция Фраунгофера на щели.
  9. Условие минимумов.
  10. Распределение интенсивности.
  11. Дифракционная решетка.
  12. Дифракционная расходимость пучка.
  13. Дифракционная решетка как спектральный прибор.
  14. Дифракция на пространственной решетке.
- «Поляризация света»
1. Поляризация света.
  2. Виды поляризации.
  3. Естественный свет.
  4. Поляризаторы.
  5. Степень поляризации.
  6. Закон Малюса.
  7. Поляризация при отражении и преломлении.
  8. Двойное лучепреломление.
  9. Суперпозиция поляризованных волн.
  10. Двупреломляющая пластинка.
  11. Анализ поляризованного света.
  12. Интерференция поляризованных волн.
  13. Искусственное двойное лучепреломления.
  14. Вращение направления линейной поляризации.
- «Взаимодействие света с веществом»
1. Дисперсия света.

2. Классическая теория дисперсии.
3. Волновой пакет.
4. Групповая скорость.
5. Поглощение света.
6. Закон Бугера.
7. Коэффициент поглощения.
8. Рассеяние света.
9. Закон Рэлея.
10. Поляризация рассеянного света.
11. Молекулярное рассеяние.
12. Излучение Вавилова-Черенкова.

**Этап: проведение текущего контроля успеваемости по дисциплине (3 семестр)**

## **РАЗДЕЛ «ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ»**

**Типовые варианты заданий для контрольной работы:**

### **1 вариант**

1. Мощность излучения абсолютно черного тела  $N = 34$  кВт. Найти температуру этого тела, если известно, что его поверхность  $S = 0,6 \text{ м}^2$ .
2. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта, для некоторого металла  $\lambda_0 = 275$  нм. Найти работу выхода  $A$  электрона из металла, максимальную скорость  $v_{\text{max}}$  электронов, вырываемых из металла светом с длиной волны  $\lambda = 180$  нм, и максимальную кинетическую энергию  $W_{\text{max}}$  электронов.
3. Определить энергию связи ядра атома гелия  ${}^4_2\text{He}$ . Масса нейтрального атома гелия равна  $6,6467 \cdot 10^{-27}$  кг.
4. Определить, какая часть начального количества ядер радиоактивного изотопа распадется за время  $t$ , равное двум периодам полураспада  $T_{1/2}$ .
5. Какой изотоп образуется из  ${}^{232}_{90}\text{Th}$  после четырех  $\alpha$  - распадов и двух  $\beta$  - распадов?

### **2 вариант**

1. Найти температуру  $T$  печи, если известно, что излучение из отверстия в ней площадью  $S = 6,1 \text{ м}^2$  имеет мощность  $N = 34,6$  Вт. Излучение считать близким к излучению абсолютно черного тела.
2. Найти частоту  $\nu$  света, вырывающего из металла электроны, которые полностью задерживаются разностью потенциалов  $U = 3$  В. Фотоэффект начинается при частоте света  $\nu_0 = 6 \cdot 10^{14}$  Гц. Найти работу выхода  $A$  электрона из металла.
3. Определить массу изотопа  ${}^{15}_7\text{N}$ , если изменение массы при образовании ядра  ${}^{15}_7\text{N}$  составляет  $0,2508 \cdot 10^{-27}$  кг.
4. Период полураспада радиоактивного изотопа актиния  ${}^{225}_{89}\text{Ac}$  составляет 10 сут. Определить время, за которое распадется 1/3 начального количества ядер актиния.
5. Какой изотоп образуется из  ${}^{238}_{92}\text{U}$  после трех  $\alpha$  - распадов и двух  $\beta$  - распадов?

### **3 вариант**

1. Какую мощность излучения  $N$  имеет Солнце? Излучение Солнца считать близким к излучению абсолютно черного тела. Температура поверхности Солнца  $T = 5800$  К.
2. Найти задерживающую разность потенциалов  $U$  для электронов, вырываемых при освещении калия светом с длиной волны  $\lambda = 330$  нм.

3. При отрыве нейтрона от ядра гелия  ${}^4_2\text{He}$  образуется ядро  ${}^3_2\text{He}$ . Определить энергию связи, которую необходимо для этого затратить. Массы нейтральных атомов  ${}^4_2\text{He}$  и  ${}^3_2\text{He}$  соответственно равны  $6,6467 \cdot 10^{-27}$  кг и  $5,0084 \cdot 10^{-27}$  кг.
4. Определить период полураспада радиоактивного изотопа, если  $5/8$  начального количества ядер этого изотопа распалось за время  $t=849$  с.
5. Какой изотоп образуется из  ${}^{239}_{92}\text{U}$  после двух  $\beta$  - распадов и одного  $\alpha$  - распада?

#### 4 вариант

1. Какую энергетическую светимость  $R_\lambda$  имеет абсолютно черное тело, если максимум спектральной плотности его энергетической светимости приходится на длину волны  $\lambda=484$  нм?
2. Фотоны с энергией  $\epsilon=4,9$  эВ вырывают электроны из металла с работой выхода  $A=4,5$  эВ. Найти максимальный импульс  $p_{\text{max}}$ , передаваемый поверхности металла при вылете каждого электрона.
3. Энергия связи  $E_{\text{св}}$  ядра, состоящего из трех протонов и четырех нейтронов, равна 39,3 МэВ. Определить массу  $m$  нейтрального атома, обладающего этим ядром.
4. Постоянная радиоактивного распада изотопа  ${}^{210}_{82}\text{Pb}$  равна  $10^{-9} \text{ с}^{-1}$ . Определить время, в течение которого распадается  $2/5$  начального количества ядер этого радиоактивного изотопа.
5. Какой изотоп образуется из  ${}^8_3\text{Li}$  после одного  $\beta$  - распада и одного  $\alpha$  - распада?

## РАЗДЕЛ «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА»

### Типовые варианты заданий для контрольной работы:

#### 1 вариант

1. В баллоне вместимостью  $V = 25$  л находится водород при температуре  $T = 290$  К. После того как часть водорода израсходовали, давление в баллоне понизилось на  $\Delta p = 0,4$  МПа. Определить массу  $m$  израсходованного водорода.
2. Смесь гелия и аргона находится при температуре  $T = 1,2$  кК. Определить среднюю квадратичную скорость  $\langle v_{\text{кв}} \rangle$  атомов гелия и аргона.
3. Моль кислорода, занимавший объем  $V_1 = 1$  л при температуре  $T = 173$  К, расширился изотермически до объема  $V_2 = 9,712$  л. Найти: а) приращение внутренней энергии газа  $\Delta U$ ; б) работу  $A$ , совершенную газом; в) количество тепла  $Q$ , полученное газом. Газ рассматривать как реальный.

#### 2 вариант

1. В колбе вместимостью  $V = 100 \text{ см}^3$  содержится некоторый газ при температуре  $T = 300$  К. На сколько понизится давление  $p$  газа в колбе, если вследствие утечки из колбы выйдет  $N = 10^{20}$  молекул?
2. Найти среднюю длину свободного пробега  $\langle l \rangle$  молекул азота при условии, что его динамическая вязкость  $\eta = 17$  мкПа·с.
3. Совершая замкнутый процесс, газ получил от нагревателя количество теплоты  $Q_1 = 4$  кДж. Определить работу  $A$  газа при протекании цикла, если его термический к.п.д.  $\eta = 0,1$ .

#### 3 вариант

1. Пылинки, взвешенные в воздухе, имеют массу  $m = 10^{-18}$  г. Во сколько раз уменьшится концентрация  $n$  при увеличении высоты на  $\Delta h = 10$  м? Температура воздуха  $T = 300$  К.
2. Определить среднюю арифметическую скорость  $\langle v \rangle$  молекул газа, если их средняя квадратичная скорость  $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 1$  км/с.
3. При изотермическом расширении водорода массой  $m = 1$  г, имевшего температуру  $T = 280$  К, объем газа увеличился в три раза. Определить работу расширения газа.

#### 4 вариант

1. Сколько молекул газа содержится в баллоне вместимостью  $V=30$  л при температуре  $T=300$  К и давлении  $p=5$  МПа?

2. Средняя длина свободного пробега  $\langle l \rangle$  молекулы углекислого газа при нормальных условиях равна 40 нм. Определить среднюю арифметическую скорость  $\langle v \rangle$  молекул.

3. При изотермическом расширении водорода массой  $m = 1$  г, имевшего температуру  $T = 280$  К, объем газа увеличился в три раза. Определить работу  $A$  расширения газа и полученное газом количество теплоты  $Q$ .

#### Типовые вопросы для экзамена

##### Лекция «Квантовые свойства электромагнитного излучения»

1. Тепловое излучение.
2. Проблема теплового излучения.
3. Закон Стефана-Больцмана.
4. Закон смещения Вина.
5. Формула Рэлея-Джинса.
6. Формула Планка.
7. Фотоэффект.
8. Основные закономерности фотоэффекта.
9. Формула Эйнштейна.
10. Тормозное рентгеновское излучение.
11. Фотоны.
12. Корпускулярно-волновой дуализм.
13. Эффект Комптона.
14. Теория эффекта Комптона.

##### Лекция «Волновые свойства частиц. Уравнение Шредингера»

1. Ядерная модель атома.
2. Постулаты Бора.
3. Опыты Франка-Герца.
4. Боровская модель атома водорода.
5. Спектральные линии водородоподобных систем.
6. Волновые свойства частиц.
7. Гипотеза де-Бройля.
8. Принцип неопределенности.
9. Соотношения неопределенностей. Опыт со щелью.
10. Размер атома водорода.
11. Состояние частицы в квантовой теории.
12. Уравнение Шрёдингера.
13. Стационарные состояния.
14. Квантование.
15. Частица в прямоугольной яме.
16. Квантовый гармонический осциллятор.
17. Потенциальные барьеры.
18. Туннельный эффект.
19. Операторы физических величин.
20. Собственные состояния.
21. Квантование момента импульса.

##### Лекция «Физика атомов»

1. Квантование атома водорода.
2. Кратность вырождения.
3. Символы состояния.
4. Распределение плотности вероятности.
5. Правила отбора.

6. Спин электрона.
7. Полный момент импульса электрона.
8. Тонкая структура спектральных линий.
9. Механический момент многоэлектронного атома.
10. Сложение угловых моментов.
11. Правила отбора.
12. Принцип Паули.
13. Правило Хунда.
14. Закон Мозли.
15. Магнитный момент атома.
16. Орбитальный магнитный момент.
17. Спиновый магнитный момент.
18. Полный магнитный момент.
19. Эффект Зеемана.
20. Эффект Пашена-Бака.
21. Электронный парамагнитный резонанс.

#### Лекция «Атомное ядро и элементарные частицы»

1. Состав ядра.
2. Характеристики атомного ядра.
3. Размеры ядер.
4. Масса и энергия связи ядра.
5. Удельная энергия связи.
6. Особенности ядерных сил.
7. Механизм взаимодействия нуклонов.
8. Основной закон радиоактивного распада.
9. Эффект Мессбауэра.
10. Ядерные реакции.
11. Энергия реакции.
12. Энергетическая схема ядерной реакции.
13. Элементарные частицы.
14. Фундаментальные взаимодействия.
15. Систематика элементарных частиц.

#### «Идеальный газ»

1. Статистический и термодинамический методы.
2. Основные понятия молекулярной физики и термодинамики.
3. Уравнение состояния идеального газа.
4. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории.
5. Физический смысл температуры.
6. Закон Дальтона.
7. Степени свободы.
8. Гипотеза о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Внутренняя энергия идеального газа.

#### «Распределения Максвелла и Больцмана»

1. Распределение Максвелла.
2. Опытная проверка распределения Максвелла.
3. Характерные скорости.
4. Формула Максвелла в приведенном виде.
5. Зависимость распределения Максвелла от температуры.
6. Распределение по энергиям молекул. Распределение Больцмана.
7. Барометрическая формула.
8. Закон распределения Максвелла-Больцмана.

#### «Неравновесные макросистемы»

1. Явления переноса в термодинамически неравновесных средах.

2. Эмпирические уравнения процессов переноса.
3. Средняя длина свободного пробега молекул.
4. Молекулярно-кинетическая интерпретация явлений переноса.
5. Анализ коэффициентов переноса.

«Первое начало термодинамики»

1. Первое начало термодинамики.
2. Работа газа при изменении его объема.
3. Теплоемкость идеального газа.
4. Молярная теплоемкость при постоянном объеме.
5. Молярная теплоемкость при постоянном давлении.
6. Постоянная адиабаты.
7. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам.
8. Адиабатический процесс.
9. Политропические процессы.

«Второе начало термодинамики»

1. Второе начало термодинамики.
2. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия.
3. Свойства энтропии.
4. Изменение энтропии в изопроцессах.
5. Круговой процесс.
6. Термический коэффициент полезного действия для кругового процесса.
7. Цикл Карно.
8. Статистический смысл второго начала термодинамики.
9. Энтропия и вероятность.

«Реальные газы»

1. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
2. Энергия ван-дер-ваальсовского газа.
3. Изотермы Ван-дер-Ваальса.
4. Метастабильные состояния.
5. Дифференциальный эффект Джоуля-Томсона.
6. Интегральный эффект Джоуля-Томсона.
7. Эффект Джоуля-Томсона в газе Ван-дер-Ваальса.
8. Фазовые переходы.
9. Диаграмма состояний.
10. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

«Жидкое состояние вещества»

1. Жидкое состояние.
2. Поверхностное натяжение
3. Давление под изогнутой поверхностью.
4. Явления на границах между средами.
5. Капиллярные явления.

«Кристаллическое состояние. Плазма»

1. Кристаллическое состояние.
2. Физические типы кристаллов.
3. Теплоёмкость твердых тел.
4. Классическая модель.
5. Теплоёмкость твердых тел.
6. Модель Эйнштейна.
7. Теплоёмкость твердых тел.
8. Модель Дебая.