

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**  
**ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Физика»**

**1. Перечень оценочных средств для компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины**

| Код контролируемой компетенции                                                                                                                                                                                                                                       | Способ оценивания | Оценочное средство                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------|
| ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения | Экзамен           | Комплект контролируемых материалов для экзамена |
| ОПК-3: Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении                                                                     | Экзамен           | Комплект контролируемых материалов для экзамена |

**2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания**

Оцениваемые компетенции представлены в разделе «Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций» рабочей программы дисциплины «Физика».

При оценивании сформированности компетенций по дисциплине «Физика» используется 100-балльная шкала.

| Критерий                                                                                                                                                                                                                                                | Оценка по 100-балльной шкале | Оценка по традиционной шкале |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Студент освоил изучаемый материал (основной и дополнительный), системно и грамотно излагает его, осуществляет полное и правильное выполнение заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций, способен ответить на дополнительные вопросы. | 75-100                       | <i>Отлично</i>               |
| Студент освоил изучаемый материал, осуществляет выполнение заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций с незначительными ошибками.                                                                                                     | 50-74                        | <i>Хорошо</i>                |
| Студент демонстрирует освоение только основного материала, при выполнении заданий в соответствии с                                                                                                                                                      | 25-49                        | <i>Удовлетворительно</i>     |

|                                                                                                                                                              |     |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------|
| индикаторами достижения компетенций допускает отдельные ошибки, не способен систематизировать материал и делать выводы.                                      |     |                            |
| Студент не освоил основное содержание изучаемого материала, задания в соответствии с индикаторами достижения компетенций не выполнены или выполнены неверно. | <25 | <i>Неудовлетворительно</i> |

**3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки уровня достижения компетенций в соответствии с индикаторами**

**1. Задачи на применение фундаментальных законов физики.**

| Компетенция                                                                                                                                                                                                                                                       | Индикатор достижения компетенции                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения | ОПК-1.1 Применяет естественнонаучные знания, методы математического анализа и моделирования для решения задач |

**Применяя естественнонаучные знания и законы, методику решения практических задач, решить задачи на следующие темы:**

## **2 семестр**

1. Кинематика поступательного и вращательного движения.
2. Динамика поступательного движения. Силы в механике.
3. Динамика вращательного движения твердого тела.
4. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса.
5. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов. Уравнение состояния идеального газа. Закон Максвелла о распределении молекул идеального газа по скоростям.
6. Термодинамика. Законы термодинамики. Циклы. КПД тепловых двигателей.
7. Электростатическое поле в вакууме. Принцип суперпозиции. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме.
8. Диэлектрики и проводники в электрическом поле. Энергия электростатического поля.
9. Постоянный электрический ток. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца. Правила Кирхгофа.

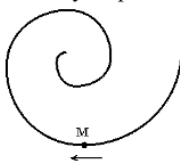
## **3 семестр**

10. Магнитное поле в вакууме. Принцип суперпозиции магнитных полей. Сила Лоренца и сила Ампера. Теорема Гаусса для магнитного поля в вакууме.
11. Магнитное поле в веществе. Электромагнитная индукция. Самоиндукция. Энергия магнитного поля.
12. Теория Максвелла для электромагнитного поля. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной форме.
13. Свободные, затухающие и вынужденные колебания. Электромагнитные волны. Энергия и импульс электромагнитного поля. Вектор Умова-Пойнтинга.
14. Интерференция и дифракция световых волн. Дифракционная решетка.
15. Поляризация света. Закон Малюса. Закон Брюстера. Поглощение и дисперсия волн. Нормальная и аномальная дисперсия.
16. Квантовые свойства электромагнитного излучения. Законы теплового излучения. Фотоэффект. Фотоны. Давление света. Эффект Комптона.
17. Элементы атомной физики и квантовой механики. Постулаты Бора. Гипотеза де Бройля. Принцип неопределенности. Уравнение Шредингера. Волновая функция, и ее статистическое толкование. Правила отбора для квантовых переходов.
18. Элементы ядерной физики: состав и характеристики атомного ядра. Виды радиоактивного излучения. Ядерные реакции. Элементарные частицы. Типы взаимодействия.

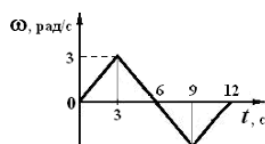
## 2 семестр

### 1. Кинематика поступательного и вращательного движения

- 1.1. Точка М движется по спирали с постоянной по величине скоростью в направлении, указанном стрелкой. Определить, как изменяется величина нормального ускорения и тангенциального ускорения.



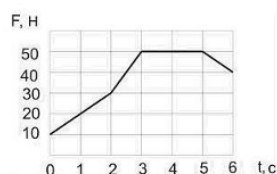
- 1.2. Угловое перемещение тела меняется с течением времени  $t$  по закону  $\varphi = (2t^2 - 2t + 5)$  (рад). Определить угловое ускорение тела.
- 1.3. Зависимость угловой скорости от времени показана на рисунке. Определить угловое перемещение тела за промежутки времени от 0 до 6 с.



- 1.4. Тело брошено с поверхности Земли со скоростью 10 м/с под углом  $45^\circ$  к горизонту. Определить радиус кривизны траектории в верхней точке. Сопротивлением воздуха пренебречь.
- 1.5. Точка движется по окружности согласно уравнению  $\varphi = 5t^2$  (рад). Нормальное ускорение точки в момент времени  $t = 4$  с равно  $36 \text{ м/с}^2$ . Определить радиус окружности.

### 2. Динамика поступательного движения. Силы в механике

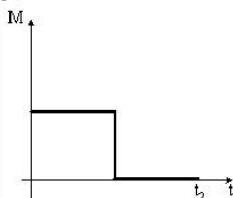
- 2.1. На рисунке приведен график зависимости силы, действующей на тело, от времени. Определить изменение импульса тела за первые 3 секунды движения.



- 2.2. Зависимость импульса частицы от времени описывается законом  $\vec{p} = 3t\vec{i} + 8t^2\vec{j}$ , где  $\vec{i}$  и  $\vec{j}$  - векторы координатных осей X, Y соответственно. Изобразить зависимость проекций силы  $F_x$  и  $F_y$ , действующей на частицу, от времени.
- 2.3. Четыре шарика расположены вдоль прямой. Массы шариков слева направо: 2 г, 1 г, 4 г, 3 г. Расстояния между соседними шариками по 20 см. Определить положение центра масс системы.
- 2.4. Динамометр с грузом, закрепленный на потолке неподвижного лифта, показывает значение силы тяжести груза, равное 14 Н. Определить вес тела в лифте, движущемся равноускоренно вниз с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ .
- 2.5. В аттракционе человек массой 50 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую» петлю в вертикальной плоскости по круговой траектории радиусом 6 м. Определить силу давления человека на сидение тележки при скорости прохождения нижней точки  $36 \text{ км/ч}$ .

### 3. Динамика вращательного движения твердого тела

- 3.1. Диску придали угловое ускорение, приложив силу 10 Н по касательной к ободу диска на расстоянии 10 см от оси вращения в течение 0,4 с. Определить на сколько увеличился момент импульса диска?
- 3.2. Диск начинает вращаться под действием момента сил, график временной зависимости которого представлен на рисунке. Изобразить график, правильно отражающий зависимость угловой скорости диска от времени.

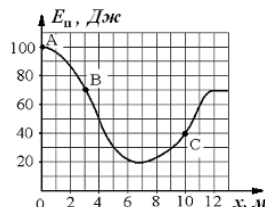


- 3.3. При выстреле орудия снаряд вылетел из ствола, расположенного под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту, вращаясь вокруг своей продольной оси с угловой скоростью  $\omega = 100 \text{ рад/с}$ . На ствол орудия во время выстрела действует момент сил  $150 \text{ кН}\cdot\text{м}$ , время движения снаряда в стволе  $t = 2 \cdot 10^{-2} \text{ с}$ . Определить момент инерции снаряда относительно этой оси.

- 3.4. Момент инерции стержня длиной  $L=0,6$  м и массой  $m=1$  кг относительно оси, проходящей через центр масс, равен  $0,05 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ . Определить момент инерции относительно параллельной оси, проходящей через стержень на расстоянии  $L/6$  от его конца.
- 3.5. Кинетическая энергия равномерно вращающегося шара с угловой скоростью  $4 \text{ рад/с}$  равна  $40 \text{ Дж}$ . Определить момент импульса этого шара.

#### 4. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса

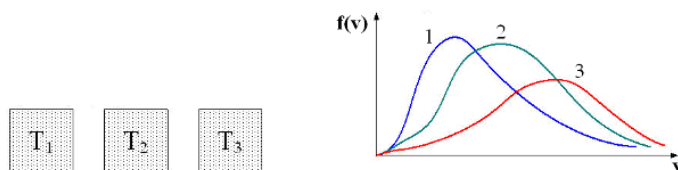
- 4.1. Небольшое тело массой  $100 \text{ г}$  начинает движение без начальной скорости по гладкой ледяной горке из точки  $A$ . Трение отсутствует. Зависимость потенциальной энергии тела от координаты  $x$  изображена на графике  $E_n(x)$ . Определить скорость тела в точке  $C$ .



- 4.2. Маленький мяч движется со скоростью  $6 \text{ м/с}$ . Навстречу ему движется массивная плита. Скорость мяча после абсолютно упругого удара о плиту равна по модулю  $10 \text{ м/с}$ . Определить скорость плиты.
- 4.3. Лыжник массой  $75 \text{ кг}$  спускается с горы высотой  $18 \text{ м}$  и проезжает по горизонтальной лыжне до остановки  $100 \text{ м}$ . Определить силу трения скольжения по горизонтальной поверхности, считая, что по склону горы лыжник скользит без трения.
- 4.4. Человек вращается на скамье Жуковского с угловой скоростью  $1 \text{ рад/с}$ . При этом суммарный момент инерции  $4 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ . Человек переходит ближе к центру, так что момент инерции уменьшается до  $2 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ . Определить, чему станет равной угловая скорость вращения.
- 4.5. Шар и полый цилиндр, имеющие одинаковые массы и радиусы, вкатываются по инерции без проскальзывания на горку. Начальные скорости тел одинаковы. Определить отношение высоты подъема шара к высоте подъема полого цилиндра.

#### 5. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов. Уравнение состояния идеального газа. Закон Максвелла о распределении молекул идеального газа по скоростям

- 5.1. В трех одинаковых сосудах находится одинаковое количество газа, причем  $T_1 > T_2 > T_3$ . Определить какая кривая будет описывать распределение скоростей молекул в сосуде с температурой  $T_1$ .



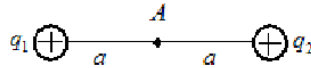
- 5.2. Определить, как изменится концентрация молекул газа, имеющего начальную температуру  $350 \text{ К}$  и начальное давление  $150 \text{ кПа}$ , если газ изобарически нагреть до  $700 \text{ К}$ ?
- 5.3. Идеальный газ постоянной массы, находящийся в цилиндре, переходит из одного состояния в другое, так что давление возрастает в 3 раза, а объем уменьшается в 2 раза. В начальном состоянии температура равна  $300 \text{ К}$ . Определить конечную температуру газа.
- 5.4. При температуре  $200 \text{ К}$  наиболее вероятная скорость молекул равна  $300 \text{ м/с}$ . Определить среднюю арифметическую скорость молекул газа при температуре  $800 \text{ К}$ .
- 5.5. Один баллон объемом  $10 \text{ л}$  содержит кислород под давлением  $1,5 \text{ МПа}$ , а другой баллон объемом  $15 \text{ л}$  содержит азот под давлением  $2,0 \text{ МПа}$ . Когда баллоны соединили, оба газа смешались, образовав однородную смесь. Определить полное давление смеси.

#### 6. Термодинамика. Законы термодинамики. Циклы. КПД тепловых двигателей

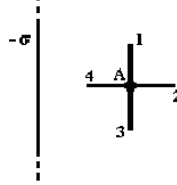
- 6.1. Молярная теплоемкость молекулы идеального газа при постоянном объеме равна  $C_v = 8R/2$ , где  $R$  – универсальная газовая постоянная. Определить число вращательных степеней свободы молекулы.
- 6.2. 2 моля идеального газа при температуре  $400 \text{ К}$  увеличил свой объем в 2 раза. Определить работу изотермического расширения.
- 6.3. 10 моль идеального одноатомного газа при постоянном давлении нагрели так, что его температура изменилась на  $50 \text{ К}$ . Определить количество теплоты, подведенное к газу.
- 6.4. 3 моля двухатомного идеального газа при постоянной температуре увеличил свой объем в 4 раза. Определить изменение энтропии газа.
- 6.5. Идеальная тепловая машина за цикл совершает работу  $500 \text{ Дж}$  и отдает холодильнику количество теплоты, равное  $200 \text{ Дж}$ . Определить КПД тепловой машины.

**7. Электростатическое поле в вакууме. Принцип суперпозиции. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме**

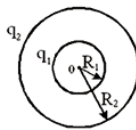
- 7.1. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами  $q_1 = +q$  и  $q_2 = +2q$ . Определить напряженность и потенциал поля в точке  $A$ .



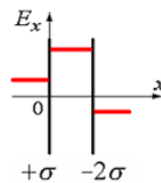
- 7.2. Поле создано бесконечной равномерно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда  $-\sigma$ . Укажите направление вектора напряженности электрического поля  $E$  и градиента потенциала  $\nabla\phi$  в точке  $A$ .



- 7.3. Изобразить график зависимости напряженности электростатического поля от расстояния (отсчитываемого от их центра), созданного двумя концентрическими сферами с зарядами  $q_1 = 2q$ ,  $q_2 = -q$  и  $R_2 = 2R_1$ .



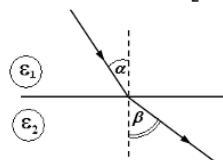
- 7.4. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными плоскостями, заряженными с поверхностными плотностями  $+\sigma$  и  $-\sigma$ . На рисунке показана качественная зависимость проекции напряженности поля  $E_x$  от координаты  $x$  вне пластин и между пластинами. Изобразить зависимость потенциала поля  $\phi$  от координаты  $x$  вне пластин и между пластинами.



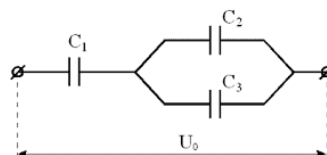
- 7.5. Металлический шар имеет электрический заряд  $q$ , радиус шара 10 см. Напряженность электрического поля на расстоянии  $r=10$  см от поверхности вне шара равна  $E = 20$  В/м. Определить значения напряженности  $E_1$  и потенциала  $\phi_1$  электрического поля на расстоянии  $r_1=5$  см от центра шара?

**8. Диэлектрики и проводники в электрическом поле. Энергия электростатического поля**

- 8.1. При переходе из одной диэлектрической среды в другую линии напряженности  $E$  идут так, как показано на рисунке. Учитывая, что диэлектрическая проницаемость первой среды  $\epsilon_1 = 2$ , а углы  $\alpha = 30^\circ$  и  $\beta = 45^\circ$ , определить диэлектрическую проницаемость второй среды  $\epsilon_2$ .



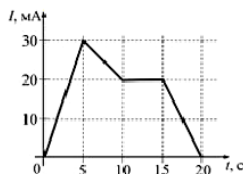
- 8.2. Определить поток вектора электрического смещения через поверхность куба с длиной ребра 1 см, в центре которого находится заряд 2 мкКл.
- 8.3. Конденсатор с диэлектриком с относительной диэлектрической проницаемостью 6 присоединен к источнику тока. Энергия электрического поля этого конденсатора равна 32 Дж. Определить энергию электрического поля конденсатора после удаления диэлектрика.
- 8.4. Определить заряд третьего конденсатора, изображенного на рисунке, если:  $C_1=9$  нФ,  $C_2=3$  нФ,  $C_3=6$  нФ,  $U_0=20$  кВ.



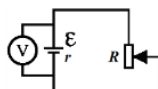
- 8.5. Сила притяжения между пластинами плоского конденсатора 18 мН. Определить объемную плотность энергии электростатического поля этого конденсатора, если площадь каждой из обкладок 3 см<sup>2</sup>.

## 9. Постоянный электрический ток. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца. Правила Кирхгофа

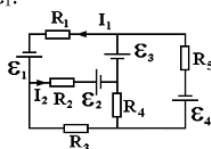
- 9.1. На рисунке показана зависимость силы тока в электрической цепи от времени. Определить заряд, прошедший по проводнику в интервале времени от 0 до 10 с.



- 9.2. ЭДС батареи представленной на рисунке – 5 В, ее внутренне сопротивление 1 Ом. При сопротивлении реостата  $R_1=4$  Ом идеальный вольтметр показывает 4 В. При каком сопротивлении реостата  $R_2$  идеальный вольтметр покажет 3 В?



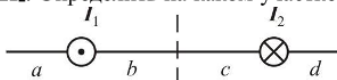
- 9.3. Резисторы сопротивлением  $R_1 = 100$  Ом и  $R_2 = 90$  Ом включены последовательно в сеть. Определить, какое количество теплоты выделится в резисторе  $R_2$ , если в резисторе  $R_1$  выделилось 10 кДж теплоты?
- 9.4. Сила тока в проводнике равномерно увеличивается от  $I_0=0$  до некоторого максимального значения в течение времени 10 с. За это время в проводнике выделилось количество теплоты 2 кДж. Определить скорость нарастания тока в проводнике, если его сопротивление равно 3 Ом.
- 9.5. В электрической схеме, представленной на рисунке,  $\varepsilon_2=2$  В,  $\varepsilon_3=4$  В,  $R_1=4$  Ом,  $R_2=6$  Ом,  $R_3=3$  Ом,  $I_1=3$  А,  $I_2=2$  А. Определить величину ЭДС источника тока  $\varepsilon_1$ .



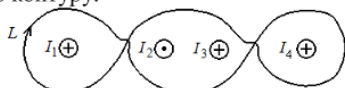
3 семестр

## 10. Магнитное поле в вакууме. Принцип суперпозиции магнитных полей. Сила Лоренца и сила Ампера. Теорема Гаусса для магнитного поля в вакууме

- 10.1. На рисунке изображены сечения двух параллельных прямолинейных длинных проводников с противоположно направленными токами, причём  $I_1=2I_2$ . Определить на каком участке индукция магнитного поля равна нулю.



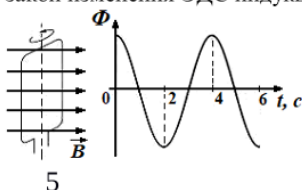
- 10.2. Проволочную рамку в виде кольца радиуса 10 см помещают в однородное магнитное поле с индукцией 0,1 Тл. При протекании по рамке тока 0,4 А она повернулась на угол  $60^\circ$ . Определить механический момент сил, действующий на рамку в начальный момент времени.
- 10.3. На рисунке показаны сечения 3-х длинных параллельных проводников с токами и замкнутый контур  $L$ , для которого указано направление обхода. Силы тока равны  $I_1=I_2=I_3=I_4=2$  А. Определить циркуляцию вектора напряженности магнитного поля по контуру.



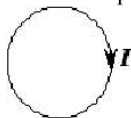
- 10.4. Определить поток вектора магнитной индукции поля величиной 10 Тл через поверхность куба с длиной ребра 5 см.
- 10.5. Определить силу, действующую на каждый метр длины воздушных проводов троллейбусной линии, расположенных на расстоянии 40 см друг от друга при силе тока в проводах 1500 А.

## 11. Электромагнитная индукция. Самоиндукция. Энергия магнитного поля

- 11.1. Проводящая рамка вращается с постоянной угловой скоростью в однородном магнитном поле вокруг оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярной вектору индукции  $\mathbf{B}$  (см. рис.). На рисунке также представлен график зависимости от времени потока вектора магнитной индукции, пронизывающего рамку. Максимальное значение магнитного потока 2 мВб. Получить закон изменения ЭДС индукции со временем.



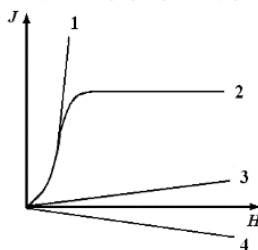
- 11.2. Сила тока в проводящем круговом контуре индуктивностью 100 мГн изменяется с течением времени по закону  $I = (3 - 0,1t^3)$  (в единицах СИ) и направлена как показано на рисунке. Определить абсолютную величину ЭДС самоиндукции в момент времени 2 с и направление индукционного тока.



- 11.3. Вертикальная рамка площадью 200 см<sup>2</sup> имеет 100 витков и вращается в однородном горизонтальном магнитном поле с индукцией 4 Тл. Ось вращения перпендикулярна линиям магнитной индукции поля, максимальная ЭДС индукции, возникающая в рамке равна 62,8 В. Определить период обращения рамки.
- 11.4. Замкнутая накоротко катушка диаметром 10 см, имеющая 100 витков, находится в магнитном поле, индукция которого увеличивается от 2 Тл до 8 Тл в течение 0,1 с. Плоскость витков перпендикулярна силовым линиям поля. Определить среднее значение ЭДС индукции в катушке.
- 11.5. В катушке индуктивности возникает ЭДС самоиндукции, равная 10 В, при равномерном увеличении тока от 4 до 20 А за 0,2 с. Определить индуктивность катушки.

## 12. Магнитное поле в веществе. Теория Максвелла для электромагнитного поля. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной форме

- 12.1. На рисунке представлены графики, отражающие характер зависимости величины намагниченности  $J$  вещества (по модулю) от напряженности магнитного поля  $H$ . Укажите зависимость, соответствующую ферромагнетикам.



- 12.2. Как известно, полная система уравнений Максвелла для электромагнитного поля имеет вид:

$$\begin{cases} \oint_L \vec{E} d\vec{l} = - \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S} \\ \oint_L \vec{H} d\vec{l} = \int_S \left( \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S} \\ \oint_S \vec{D} d\vec{S} = \int_V \rho dV \\ \oint_S \vec{B} d\vec{S} = 0 \end{cases}$$

Записать систему уравнений для переменного электромагнитного поля в отсутствие заряженных тел.

- 12.3. Полная система уравнений Максвелла в дифференциальной форме для электромагнитного поля имеет вид:

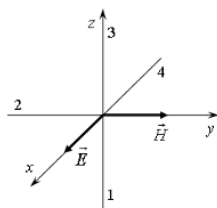
$$\begin{cases} \text{rot } \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \\ \text{rot } \vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \\ \text{div } \vec{D} = \rho \\ \text{div } \vec{B} = 0 \end{cases}$$

Записать систему уравнений для переменного электромагнитного поля при наличии заряженных тел и токов проводимости.

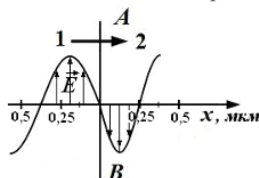
## 13. Свободные, затухающие и вынужденные колебания. Электромагнитные волны. Энергия и импульс электромагнитного поля. Вектор Умова-Пойнтинга

- 13.1. Уравнение гармонических колебаний материальной точки  $y = 0,2 \sin 5t$  (в СИ). Определить максимальное ускорение колеблющейся точки.
- 13.2. Уравнение колебаний груза на пружине жесткостью 200 Н/м имеет вид:  $\ddot{x} + 25x = 0$  (в СИ). Определить массу груза.

- 13.3. На рисунке показана ориентация векторов напряженности электрического ( $\vec{E}$ ) и магнитного ( $\vec{H}$ ) полей в электромагнитной волне. Определить направление вектора плотности потока энергии электромагнитного поля (вектор Умова-Пойнтинга). Ответ пояснить.



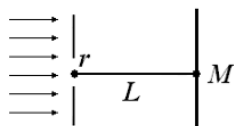
- 13.4. На рисунке представлена мгновенная «фотография» электрической составляющей электромагнитной волны, переходящей из среды 1 в среду 2 перпендикулярно границе раздела АВ. Определить относительный показатель преломления среды 2 относительно среды 1.



- 13.5. Заряд на обкладках конденсатора в идеальном колебательном контуре изменяется по закону  $q = 0,28 \sin 100\pi t$  (Кл). Определить максимальную энергию электрического поля, если индуктивность катушки 1 Гн.

#### 14. Интерференция и дифракция световых волн. Дифракционная решетка

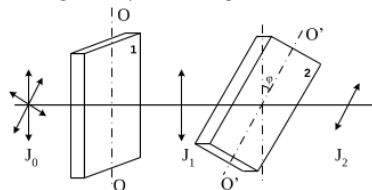
- 14.1. На поверхность стекла с показателем преломления  $n_{ст}=1,7$  нанесена тонкая пленка с показателем преломления  $n_{пл}=1,5$ . На пленку по нормали к ней падает свет с длиной волны 500 нм. Определить при какой минимальной толщине пленка будет "просветляющей"?
- 14.2. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом длиной 0,4 мкм, падающим нормально. Определить толщину воздушного зазора между плосковыпуклой линзой и стеклянной пластинкой в том месте, где наблюдается пятое светлое кольцо в отраженном свете.
- 14.3. Определить общее число максимумов, которое дает дифракционная решетка с постоянной 10 мкм и освещенная монохроматическим светом с длиной волны 480 нм.
- 14.4. На диафрагму с круглым отверстием радиусом 2 мм падает нормально параллельный пучок света длиной волны 0,5 мкм. На пути лучей, прошедших через отверстие, на расстоянии 1 м помещают экран. Определить какое пятно будет наблюдаться в центре экрана в точке M и почему?



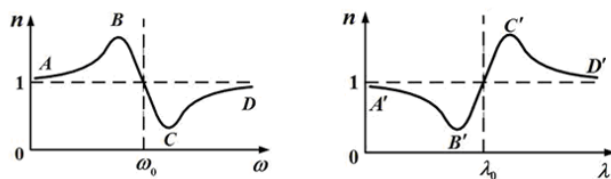
- 14.5. Пучок монохроматических ( $\lambda=0,6$  мкм) световых волн падает под углом  $60^\circ$  на находящуюся в воздухе мыльную пленку ( $n=1,3$ ). Определить, при какой наименьшей толщине пленки отраженные световые волны будут максимально усилены интерференцией?

#### 15. Поляризация света. Закон Малюса. Закон Брюстера. Поглощение и дисперсия волн. Нормальная и аномальная дисперсия

- 15.1. При падении света из воздуха на диэлектрик отраженный луч полностью поляризован. Угол преломления равен  $30^\circ$ . Определить угол падения луча.
- 15.2. Пластина кварца толщиной  $d_1=2,5$  мм поместили между двумя параллельными николями, в результате чего плоскость поляризации света повернулась на угол  $30^\circ$ . Определить толщину  $d_2$  кварцевой пластинки, помещенной между николями, при которой данный монохроматический свет будет полностью гаситься.
- 15.3. На пути естественного света помещены две пластинки турмалина. После прохождения пластинки 1 свет полностью поляризован. Здесь  $J_1$  и  $J_2$  – интенсивности света, прошедшего пластинки 1 и 2 соответственно, угол между направлениями  $OO$  и  $O'O'$  равен  $\varphi=30^\circ$ . Определить отношение интенсивностей света  $J_1$  и  $J_2$ .

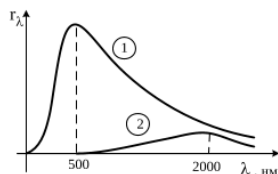


- 15.4. На поляризатор падает свет, представляющий собой смесь естественного и плоско поляризованного. Интенсивности естественного и плоско поляризованного света связаны соотношением  $I_e = 2I_n$ . Определить степень поляризации такого света.
- 15.5. Графики дисперсионных кривых зависимостей показателя преломления среды от частоты  $\omega$  и длины волны  $\lambda$  света имеют вид, представленный на рисунках. Определить каким видам дисперсии соответствуют участки кривых  $CD$  и  $A'B'$ ?

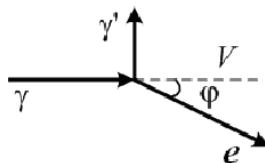


## 16. Квантовая свойства электромагнитного излучения. Законы теплового излучения. Фотоэффект. Фотоны. Давление света. Эффект Комптона

- 16.1. На рисунке показаны кривые зависимости спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела от длины волны при разных температурах. Кривая 1 соответствует спектру излучения абсолютно черного тела при температуре 2000 К. Определить, какой температуре (в К) соответствует кривая 2?

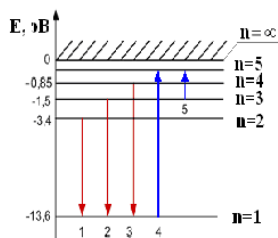


- 16.2. Определить энергетическую светимость абсолютно черного тела, если его термодинамическая температура  $T=400$  К.
- 16.3. Ртутная лампа имеет мощность 150 Вт. Сколько примерно квантов света испускается каждую секунду при излучении света с длиной волны 600 нм?
- 16.4. Изолированная металлическая пластинка непрерывно освещается светом с длиной волны 450 нм. В результате фотоэффекта, она заряжается до потенциала 0,76 В. Определить работу выхода электронов из металла.
- 16.5. На рисунке показаны направления падающего фотона ( $\gamma$ ), рассеянного фотона ( $\gamma'$ ) и электрона отдачи ( $e$ ). Угол рассеяния  $90^\circ$ , направление движения электрона отдачи составляет с направлением падающего фотона угол  $\varphi=30^\circ$ . Импульс падающего фотона  $3 \text{ (МэВ} \cdot \text{с)}/\text{м}$ . Определить импульс электрона отдачи (в тех же единицах).



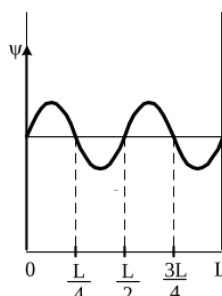
## 17. Элементы атомной физики и квантовой механики. Постулаты Бора. Гипотеза де Бройля. Принцип неопределенности. Уравнение Шредингера. Волновая функция, и ее статистическое толкование. Правила отбора для квантовых переходов

- 17.1. В опыте Дэвиссона и Джермера исследовалась дифракция электронов, прошедших ускоряющее напряжение, на микрокристалле никеля. Определить, как изменится длина волны де Бройля электрона, если ускоряющее напряжение уменьшить в 8 раз.
- 17.2. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома водорода. При каком переходе происходит поглощение фотона с наибольшей частотой?



- 17.3. Положение пылинки массой  $1 \cdot 10^{-9}$  кг определено с неопределенностью 0,1 мкм. Определить неопределенность скорости  $\Delta V$ .

- 17.4. Вероятность обнаружить электрон на участке (a,b) одномерного потенциального ящика с бесконечно высокими стенками вычисляется по формуле  $W = \int_a^b \omega dx$ , где  $\omega$  – плотность вероятности, определяемая  $\Psi$ -функцией, вид которой приведен на рисунке. Определить вероятность обнаружить электрон на участке  $\frac{L}{8} < x < \frac{L}{2}$ .



- 17.5. Определить потенциальную энергию электрона, находящегося на третьей боровской орбите атома водорода. Радиус первой боровской орбиты атома водорода 53 пм. Энергия электрона в основном состоянии равна -13,6 эВ.
- 18. Элементы ядерной физики: состав и характеристики атомного ядра. Виды радиоактивного излучения. Ядерные реакции. Элементарные частицы. Типы взаимодействия**
- 18.1. Определите, ядро какого изотопа углерода (обозначенного символом  $X$ ) участвует в ядерной реакции  $X + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_0\text{n}$ ?
- 18.2. Период полураспада радиоактивного элемента 3 часа. Определить через сколько времени распадется 75% радиоактивных атомов?
- 18.3. Назвать частицы, которые являются участниками сильного взаимодействия.
- 18.4. В природе существует четыре типа фундаментальных взаимодействий. В каком взаимодействии участвуют протоны и нейтроны.
- 18.5. Известно четыре вида фундаментальных взаимодействий. Какое взаимодействие характеризуется сравнительной интенсивностью  $\approx 1$ , а радиус его действия равен  $\approx 10^{-15}$  м?

*экспериментальных исследований.*

| Компетенция                                                                                                                                                                                     | Индикатор достижения компетенции                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении | ОПК-3.2 Проводит экспериментальные исследования, обрабатывает и представляет полученные данные |

**Используя естественнонаучные законы, выполнить задания по следующим темам:**

## 2 семестр

1. Исследование движения машины Атвуда с определенными параметрами.
2. Теоретические расчеты термодинамических величин.
3. Теоретическое исследование параметров электрической цепи.

## 3 семестр

4. Теоретическое расчеты в области электромагнетизма и электромагнитных колебаний.
5. Теоретическое расчеты в области волновой оптики.
6. Теоретическое расчеты в области квантовой оптики и атомной физики.

## 2 семестр

1. Через блок в виде сплошного диска массой 50 г, перекинута невесомая нерастяжимая нить, к концам которой подвешены одинаковые грузы массой по 100 г (машина Атвуда, см. рис. 1) Радиус диска 20 см. Если на правую сторону системы положить перегрузок массой 50 г, то система, придет в движение (рис. 2).

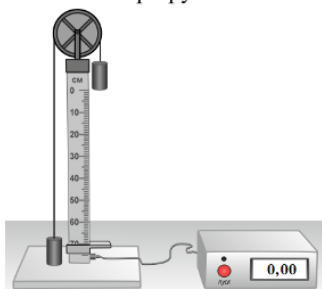


Рис. 1

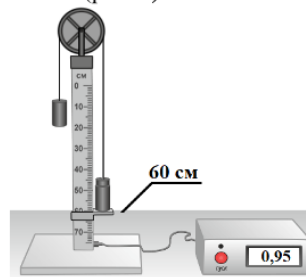


Рис. 2

По результатам данного экспериментального исследования определить:

1. ускорение системы грузов;
2. момент сил, действующий на блок.

2. Через блок в виде сплошного диска радиусом 15 см и массой 100 г, перекинута невесомая нерастяжимая нить, к концу которой подвешен груз массой 150 г (см. рис. 1). Под действием груза система приходит в движение (рис.2).

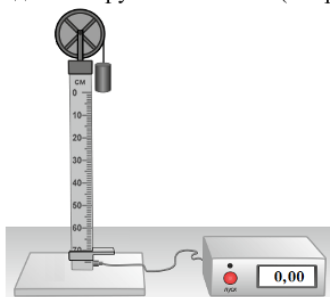


Рис. 1

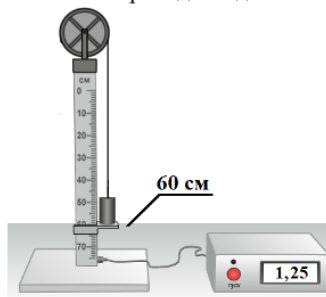


Рис. 2

По результатам данного экспериментального исследования определить:

1. угловое ускорение блока;
2. момент импульса блока.

3. Некоторая масса азота при давлении 200 кПа имела объем 8 л, а при давлении 500 кПа – объем 4 л. Переход от первого состояния ко второму был сделан в два этапа: сначала по изобаре, а затем по изохоре.

Изобразить данные процессы в координатах ( $p$ ,  $V$ ), на основе естественнонаучных законов определить:

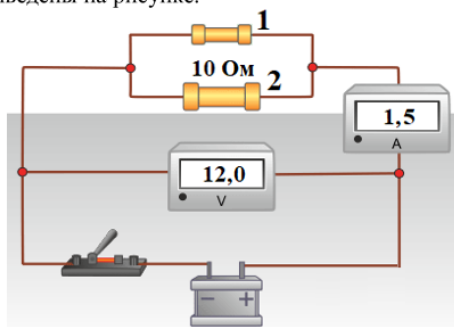
1. изменение внутренней энергии при изохорном процессе;
2. количество теплоты, полученное газом при переходе от первого состояния ко второму.

4. Идеальный многоатомный газ, содержащий количество вещества 1 моль, совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. Наименьший объем  $V_{min}=5$  л, наибольший  $V_{max}=10$  л, наименьшее давление  $p_{min}=100$  кПа, наибольшее  $p_{max}=300$  кПа.

Исследовать данные процессы и на основе естественнонаучных законов определить:

1. минимальную температуру цикла;
2. термический КПД цикла.

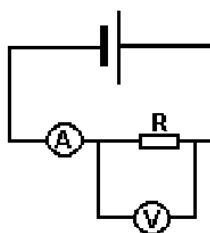
5. Электрическая схема состоит из источника тока с ЭДС 13 В, идеального амперметра и вольтметра, а также двух резисторов. Показания приборов приведены на рисунке.



На основе законов постоянного тока теоретически рассчитать параметры электрической цепи:

1. КПД источника;
2. силу тока, протекающую через резистор 1.

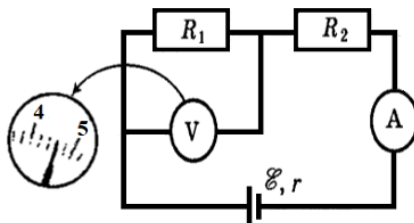
6. Сопротивление резистора  $R$  измеряется вольтметром и амперметром по схеме, показанной на рисунке. Амперметр показывает  $I=1$  А, вольтметр  $U=100$  В. Сопротивление вольтметра  $R_V = 1$  кОм.



Используя законы постоянного тока определить:

1. силу тока, протекающую через вольтметр;
2. сопротивление резистора.

7. В приведенной электрической схеме сопротивления  $R_1=20$  Ом и  $R_2=150$  Ом. Сопротивление вольтметра равно 10 кОм, а амперметра – 0,4 Ом. ЭДС источника равна 36 В, а внутреннее сопротивление – 1 Ом. На рисунке приведены шкалы вольтметра и амперметра с их показаниями.



Используя законы постоянного тока определить:

1. падение напряжения на источнике тока;
2. верное ли значение показывает вольтметр? Ответ пояснить.

### 3 семестр

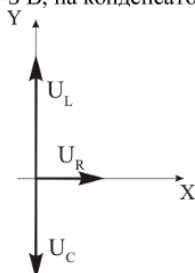
8. Электрон пройдя ускоряющую разность потенциалов и получив энергию 400 эВ, влетает в однородное магнитное поле напряженностью 450 А/м перпендикулярно линиям индукции. Используя естественнонаучные законы определить:

1. скорость электрона;
2. радиус кривизны траектории электрона. (8 баллов)

9. Виток изготовленный из алюминиевой проволоки длиной 10 см и площадью поперечного сечения  $1,5 \text{ мм}^2$  помещен в однородном магнитном поле с индукцией 0,5 Тл, причем плоскость витка перпендикулярна линиям магнитной индукции. Поле начинает убывать с постоянной скоростью так, что через 0,02 с его значение достигает 0,06 Тл. Используя естественнонаучные законы определить:

1. сопротивление витка;
2. заряд, прошедший по витку за это время.

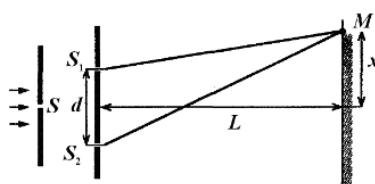
10. Резистор, катушка индуктивности и конденсатор соединены последовательно и подключены к источнику переменного тока, изменяющегося по закону  $I = 0,1 \cos 3,14t$  (А). На рисунке представлена фазовая диаграмма падений напряжений на указанных элементах. Амплитудные значения напряжений соответственно равны: на резисторе  $U_R=2$  В; на катушке индуктивности  $U_L=5$  В; на конденсаторе  $U_C=2$  В.



Используя естественнонаучные законы определить:

1. емкостное сопротивление;
2. сдвиг фаз между напряжением и силой тока.

11. В опыте Юнга расстояние между щелями 0,5 мм. Расстояние от щелей до экрана 2 м. Расстояние от центра экрана до точки  $M$  равно  $x=2$  мм. Длина волны, падающего света 600 нм.



Используя естественнонаучные законы определить:

1. оптическую разность хода волн от источников  $S_1$  и  $S_2$  до точки  $M$ ;
2. координату третьего максимума.

12. Дифракционная решетка с постоянной 5 мкм освещается монохроматическим светом с длиной волны 520 нм. Экран расположен на расстоянии 1 м от решетки. Используя естественнонаучные законы определить:

1. наибольший порядок спектра, полученный с помощью решетки;
2. расстояние до 2 главного максимума от центра дифракционной картины.

13. Пучок света последовательно проходит через два николя, плоскости пропускания которых образуют между собой угол  $60^\circ$ . Коэффициент поглощения каждого николя равен 0,15. Используя естественнонаучные законы определить:

1. связь между интенсивностью падающего света и света, прошедшего через первый николю;
2. во сколько раз пучок света, выходящий из второго николя, ослаблен по сравнению с пучком, падающим на первый николю.

14. Мощность излучения абсолютно черного тела равна 25 кВт. Максимум энергии излучения приходится на длину волны 0,5 мкм. Постоянная Стефана-Больцмана  $\sigma=5,67 \cdot 10^{-8}$  Вт/(м<sup>2</sup>·К<sup>4</sup>), постоянная Вина  $b=2,9 \cdot 10^{-3}$  м·К. Используя соответствующие законы теплового излучения определить:

1. температуру АЧТ;
2. площадь излучающей поверхности.

15. В результате эффекта Комптона фотон при соударении с электроном был рассеян на угол  $60^\circ$ . Энергия фотона до рассеяния 1,5 МэВ. Комптоновская длина волны для электрона 2,4 пм. Применяя естественнонаучные законы определить:

1. изменение длины волны фотона;
2. кинетическую энергию электрона отдачи.

16. Энергия электрона в основном состоянии атома водорода равна -13,6 эВ. Радиус первой боровской орбиты атома водорода 53 пм. Применяя естественнонаучные законы определить:

1. полную энергию электрона на третьей боровской орбите;
2. потенциальную энергию электрона, находящегося на третьей орбите.

