



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник УРОПСИ

Фонд оценочных средств  
(приложение к рабочей программе модуля)

**«ФИЗИКА»**

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата  
по направлению подготовки

**13.03.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Профиль программы

**«ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ»**

ИНСТИТУТ  
РАЗРАБОТЧИК

морских технологий, энергетики и строительства  
кафедра физики

## 1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
<p>ОПК-3: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</p>	<p>ОПК-3.4: Демонстрирует понимание физических явлений</p>	<p>Физика</p>	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные физические величины и константы, их определения, смысл, способы и единицы их измерения;</li> <li>- основные физические явления и законы классической и современной физики, границы их применимости;</li> <li>- принципы действия физических приборов и их назначение.</li> </ul> <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- объяснять основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий;</li> <li>- записывать уравнения для физических величин в международной системе единиц;</li> <li>- работать с приборами и оборудованием современной физической лаборатории;</li> <li>- использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных.</li> </ul> <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами использования основных общефизических законов и принципов в важнейших практических приложениях;</li> <li>- основными методами физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач;</li> <li>- методами правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории;</li> <li>- методами обработки и интерпретирования результатов эксперимента;</li> <li>- методами физического моделирования в инженерной практике</li> </ul>

## **2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- задания по темам практических занятий (для студентов очной формы обучения);
- задания по контрольным работам;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам;
- тестовые задания по отдельным темам дисциплины.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме зачета и экзамена, относятся:

- промежуточная аттестация в форме зачета проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости;
- вопросы к экзамену по дисциплине.

## **3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ**

3.1 Типовые задания по темам практических занятий приведены в Приложении № 1 и используются для оценки освоения тем дисциплины на практических занятиях студентами очной формы обучения. Оценивание выполняется по системе «зачтено» - «не зачтено». Критерии оценивания представлены в таблице 2.

3.2 Типовые задания по контрольным работам, выполняемым студентами очной формы обучения в первом и втором семестрах, приведены в Приложении № 2. Оценка выполняется по пятибалльной шкале. Критерии оценивания представлены в таблице 2.

3.3 Типовые задания по контрольным работам, выполняемым студентами заочной формы обучения в первом и втором семестрах, приведены в Приложении № 3. Оценивание выполняется по системе «зачтено» - «не зачтено». Критерии оценивания представлены в таблице 2.

3.4 В Приложении № 4 приведены задания и контрольные вопросы по лабораторным работам. По результатам выполнения лабораторной работы составляется отчет. Защита отчетов проводится либо на очередном лабораторном занятии, либо в часы консультаций преподавателя. Оценивание выполняется по системе «зачтено» - «не зачтено». Критерии оценивания представлены в таблице 2.

3.5 Тестовые задания по дисциплине представлены в Приложении № 5. Целью тестирования является закрепление, углубление и систематизация знаний студентов, полученных на занятиях и в процессе самостоятельной работы; проведение тестирования позволяет ускорить контроль за усвоением знаний и объективизировать процедуру оценки знаний студента.

Оценивание осуществляется по следующим критериям, приведенным в таблице 2: «зачтено» – 41-100 % правильных ответов на заданные вопросы; «не зачтено» – 0-40 % правильных ответов.

#### **4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

4.1 Промежуточная аттестация по дисциплине в четвертом семестре проводится в форме зачета. Зачет выставляется по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости. Оценка «зачтено» выставляется студентам, получившим положительную оценку («зачтено») по результатам выполнения и защиты практических и лабораторных работ, контрольной работы и тестирования.

В отдельных случаях зачет может приниматься по контрольным вопросам, которые приведены в Приложении № 6. Оценивание результатов сдачи зачета («зачтено» или «не зачтено») осуществляется в соответствии с критериями, указанными в таблице 2.

4.2 Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится во втором семестре. Типовые экзаменационные вопросы приведены в Приложении № 7. К экзамену допускаются студенты получившие положительную оценку по результатам выполнения и защиты практических и лабораторных работ, контрольной работы, тестирования. Экзамен проводится в устной форме. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и задачу.

Экзаменационная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно») является экспертной, зависит от уровня освоения студентом тем дисциплины (наличия и сущности ошибок, допущенных студентом при ответе на экзаменационные вопросы) и выставляется в соответствии с критериями, указанными в таблице 2.

Универсальная система оценивания результатов обучения, приведенная в таблице 2, включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100 - балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему.

Таблица 2 – Система и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
Критерий	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b>	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной знаний и системным взглядом на изучаемый объект
<b>2. Работа с информацией</b>	Не в состоянии найти необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
<b>3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта</b>	Не может делать научно-корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно-корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленные задачи, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
<b>4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач</b>	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

## 5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Физика» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (профиль «Тепловые электрические станции»).

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры физики (протокол № 4 от 12.04.2022).

Заведующий кафедрой



Н.Я. Синявский

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры энергетики (протокол № 4 от 29.03.2022).

Заведующий кафедрой



---

В.Ф. Белей

Приложение № 1

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМАМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

**Тема 1. Кинематика.**

1. Три четверти своего пути автомобиль прошел со скоростью  $v_1 = 60$  км/ч, остальную часть пути — со скоростью  $v_2 = 80$  км/ч. Какова средняя путевая скорость  $\langle v \rangle$  автомобиля?

2. Из одного и того же места начали равноускоренно двигаться в одном направлении две точки, причем вторая начала свое движение через 2 с после первой. Первая точка двигалась с начальной скоростью  $v_1 = 1$  м/с и ускорением  $a_1 = 2$  м/с<sup>2</sup>, вторая — с начальной скоростью  $v_2 = 10$  м/с и ускорением  $a_2 = 1$  м/с<sup>2</sup>. Через сколько времени и на каком расстоянии от исходного положения вторая точка догонит первую?

3. Движение материальной точки задано уравнением  $\mathbf{r}(t) = \mathbf{i}(A + Bt^2) + \mathbf{j}Ct$ , где  $A = 10$  м,  $B = -5$  м/с<sup>2</sup>,  $C = 10$  м/с. Начертить траекторию точки. Найти векторные выражения  $\mathbf{v}(t)$  и  $\mathbf{a}(t)$ . Для момента времени  $t = 1$  с вычислить: 1) модуль скорости  $|v|$ ; 2) модуль ускорения  $|a|$ ; 3) модуль тангенциального ускорения  $|a_\tau|$ ; 4) модуль нормального ускорения  $|a_n|$ .

4. Линейная скорость  $v_1$  точек на окружности вращающегося диска равна 3 м/с. Точки, расположенные на  $\Delta R = 10$  см ближе к оси, имеют линейную скорость  $v_2 = 2$  м/с. Определить частоту вращения  $n$  диска.

5. Маховик начал вращаться равноускоренно и за промежуток времени  $\Delta t = 10$  с достиг частоты вращения  $n = 300$  мин<sup>-1</sup>. Определить угловое ускорение  $\varepsilon$  маховика и число  $N$  оборотов, которое он сделал за это время.

**Тема 2. Динамика.**

1. К пружинным весам подвешен блок. Через блок перекинут шнур, к концам которого привязали грузы массами  $m_1 = 1,5$  кг и  $m_2 = 3$  кг. Каково будет показание весов во время движения грузов? Массой блока и шнура пренебречь.

2. Наклонная плоскость, образующая угол  $\alpha = 25^\circ$  с плоскостью горизонта, имеет длину  $l = 2$  м. Тело, двигаясь равноускоренно, соскользнуло с этой плоскости за время  $t = 2$  с. Определить коэффициент трения  $f$  тела о плоскость.

3. 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?

4. Снаряд массой 20 кг летит с начальной скоростью 200 м/с под углом  $60^\circ$  к горизонту. В наивысшей точке подъема он встретил цель и полностью погасил скорость в течение 0,02 с. Определить среднюю силу удара. Сопротивление воздуха не учитывать.

5. Диск радиусом  $R = 40$  см вращается вокруг вертикальной оси. На краю диска лежит кубик. Принимая коэффициент трения  $f = 0,4$ , найти частоту  $n$  вращения, при которой кубик соскользнет с диска.

### Тема 3. Энергия.

1. Найти работу  $A$  подъема груза по наклонной плоскости длиной  $l = 2$  м, если масса  $m$  груза равна 100 кг, угол наклона  $\varphi = 30^\circ$ , коэффициент трения  $f = 0,1$  и груз движется с ускорением  $a = 1$  м/с<sup>2</sup>.

2. С какой наименьшей высоты  $h$  должен начать скатываться акробат на велосипеде (не работая ногами), чтобы проехать по дорожке, имеющей форму "мертвой петли" радиусом  $R = 4$  м, и не оторваться от дорожки в верхней точке петли? Трением пренебречь.

3. Со скалы высотой 19,6 м в горизонтальном направлении бросили камень со скоростью 36 км/ч. Определить кинетическую и потенциальную энергии камня через 1,25 с полета после начала движения. Масса камня 100 г, сопротивлением воздуха пренебречь.

4. Тело двигалось со скоростью 3 м/с. Затем в течение 5 с на него действовала сила 4 Н. За это время кинетическая энергия увеличилась на 100 Дж. Найти скорость тела в конце действия силы и его массу.

5. Ракета массой 250 г содержит в себе 50 г взрывчатого вещества. На какую высоту она может подняться, если предположить, что взрывчатое вещество взрывается все сразу, а образовавшиеся пороховые газы имеют скорость 300 м/с. Определить потенциальную энергию ракеты в высшей точке подъема. Сопротивлением воздуха пренебречь.

### Тема 4. Момент импульса и динамика вращательного движения.

1. Определить момент инерции  $J$  тонкого однородного стержня длиной  $l = 60$  см и массой  $m = 100$  г относительно оси, перпендикулярной ему и проходящей через точку стержня, удаленную на  $a = 20$  см от одного из его концов.

2. Через блок, имеющий форму диска, перекинут шнур. К концам шнура привязали грузики массой  $m_1 = 100$  г и  $m_2 = 110$  г. С каким ускорением  $a$  будут двигаться грузики, если масса  $m$  блока равна 400 г? Трение при вращении блока ничтожно мало.

3. Человек стоит на скамье Жуковского и ловит рукой мяч массой  $m = 0,4$  кг, летящий в горизонтальном направлении со скоростью  $v = 20$  м/с. Траектория мяча проходит на расстоя-



нии  $r = 0,8$  м от вертикальной оси вращения скамьи. С какой угловой скоростью  $\omega$  начнет вращаться скамья Жуковского с человеком, поймавшим мяч, если суммарный момент инерции  $J$  человека и скамьи равен  $6 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ?

4. Маховик вращается по закону, выражаемому уравнением  $\varphi = A + Bt + Ct^2$ , где  $A = 2$  рад,  $B = 32$  рад/с,  $C = -4$  рад/с<sup>2</sup>. Найти среднюю мощность  $\langle N \rangle$ , развиваемую силами, действующими на маховик при его вращении, до остановки, если его момент инерции  $J = 100 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ .

5. Пуля массой  $m = 10$  г летит со скоростью  $v = 800$  м/с, вращаясь около продольной оси с частотой  $n = 3000 \text{ с}^{-1}$ . Принимая пулю за цилиндр диаметром  $d = 8$  мм, определить полную кинетическую энергию  $T$  пули.

### Тема 6. Механические колебания и волны.

1. Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение  $x_{\text{max}} = 10$  см, наибольшая скорость  $v_{\text{max}} = 20$  см/с. Найти угловую частоту  $\omega$  колебаний и максимальное ускорение  $a_{\text{max}}$ .

2. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, выражаемых уравнениями  $x = A_1 \cos(\omega t)$  и  $y = A_2 \sin(0,5\omega t)$ , где  $A_1 = 2$  см,  $A_2 = 3$  см. Найти уравнение траектории точки и построить ее, указав направление движения.

3. На стержне длиной  $l = 30$  см укреплены два одинаковых грузика: один — в середине стержня, другой — на одном из его концов. Стержень с грузиком колеблется около горизонтальной оси, проходящей через свободный конец стержня. Определить приведенную длину  $L$  и период  $T$  колебаний такой системы. Массой стержня пренебречь.

4. Логарифмический декремент колебаний  $\Theta$  маятника равен  $0,003$ . Определить число  $N$  полных колебаний, которые должен сделать маятник, чтобы амплитуда уменьшилась в два раза.

5. Определить разность фаз  $\Delta\varphi$  колебаний источника волн, находящегося в упругой среде, и точки этой среды, отстоящей на  $x = 2$  м от источника. Частота  $\nu$  колебаний равна  $5$  Гц; волны распространяются со скоростью  $v = 40$  м/с.

6. Мощность  $N$  изотропного точечного источника звуковых волн равна  $10$  Вт. Какова средняя объемная плотность  $\langle \varpi \rangle$  энергии на расстоянии  $r = 10$  м от источника волн? Температуру  $T$  воздуха принять равной  $250$  К.

### Тема 7. Феноменологическая термодинамика.

1. Каковы удельные теплоемкости  $c_v$  и  $c_p$  смеси газов, содержащей кислород массой  $m_1 = 10$  г и азот массой  $m_2 = 20$  г?
2. Определить работу  $A$  адиабатного расширения водорода массой  $m = 4$  г, если температура газа понизилась на  $\Delta T = 10$  К.
3. Водород занимает объем  $V_1 = 10$  м<sup>3</sup> при давлении  $p_1 = 100$  кПа. Газ нагрели при постоянном объеме до давления  $p_2 = 300$  кПа. Определить: 1) изменение  $\Delta U$  внутренней энергии газа; 2) работу  $A$ , совершенную газом; 3) количество теплоты  $Q$ , сообщенное газу.
4. В цилиндре под поршнем находится водород массой  $m = 0,02$  кг при температуре  $T_1 = 300$  К. Водород сначала расширился адиабатно, увеличив свой объем в пять раз, а затем был сжат изотермически, причем объем газа уменьшился в пять раз. Найти температуру  $T_2$  в конце адиабатного расширения и полную работу  $A$ , совершенную газом. Изобразить процесс графически.
5. Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура  $T_1$  нагревателя равна 470 К, температура  $T_2$  охладителя равна 280 К. При изотермическом расширении газ совершает работу  $A = 100$  Дж. Определить термический КПД  $\eta$  цикла, а также количество теплоты  $Q_2$ , которое газ отдает охладителю при изотермическом сжатии.
6. Лед массой  $m_1 = 2$  кг при температуре  $t_1 = 0$  °С был превращен в воду той же температуры с помощью пара, имеющего температуру  $t_2 = 100$ °С. Определить массу  $m_2$  израсходованного пара. Каково изменение  $\Delta S$  энтропии системы лед–пар?

### Тема 8. Молекулярно-кинетическая теория.

1. В колбе вместимостью  $V = 100$  см<sup>3</sup> 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. Определить среднюю кинетическую энергию  $\langle \varepsilon_p \rangle$  поступательного движения и среднее значение  $\langle \varepsilon \rangle$  полной кинетической энергии молекулы водяного пара при температуре  $T = 600$  К. Найти также кинетическую энергию  $W$  поступательного движения всех молекул пара, содержащего количество вещества  $\nu = 1$  кмоль.
3. Кислород при нормальных условиях заполняет сосуд вместимостью  $V = 11,2$  л. Определить количество вещества  $\nu$  газа и его массу  $m$ .
4. Полый шар вместимостью  $V = 10$  см<sup>3</sup>, заполненный воздухом при температуре  $T_1 = 573$  К, соединили трубкой с чашкой, заполненной ртутью. Определить массу  $m$  ртути, во-

шедшей в шар при остывании воздуха в нем до температуры  $T_2 = 293$  К. Изменением вместимости шара пренебречь.

5. Баллон вместимостью  $V = 30$  л содержит смесь водорода и гелия при температуре  $T = 300$  К и давлении  $p = 828$  кПа. Масса  $m$  смеси равна 24 г. Определить массу  $m_1$  водорода и массу  $m_2$  гелия.

### Тема 10. Электростатика.

1. Два одинаковых проводящих заряженных шара находятся на расстоянии  $r = 30$  см. Сила притяжения  $F_1$  шаров равна 90 мкН. После того как шары были приведены в соприкосновение и удалены друг от друга на прежнее расстояние, они стали отталкиваться с силой  $F_2 = 160$  мкН. Определить заряды  $Q_1$  и  $Q_2$ , которые были на шарах до их соприкосновения. Диаметр шаров считать много меньшим расстояния между ними.

2. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами  $Q_1 = 10$  нКл и  $Q_2 = -20$  нКл, находящимися на расстоянии  $d = 20$  см друг от друга. Определить напряженность  $E$  поля в точке, удаленной от первого заряда на  $r_1 = 30$  см и от второго на  $r_2 = 50$  см.

3. Найти потенциальную энергию  $\Pi$  системы трех точечных зарядов  $Q_1 = 10$  нКл,  $Q_2 = 20$  нКл и  $Q_3 = -30$  нКл, расположенных в вершинах равностороннего треугольника со стороной длиной  $a = 10$  см.

4. Точечные заряды  $Q_1 = 1$  мкКл и  $Q_2 = 0,1$  мкКл находятся на расстоянии  $r_1 = 10$  см друг от друга. Какую работу  $A$  совершат силы поля, если второй заряд, отталкиваясь от первого, удалится от него на расстояние: 1)  $r_2 = 10$  м; 2)  $r_3 = \infty$  ?

5. Разность потенциалов  $U$  между катодом и анодом электронной лампы равна 90 В, расстояние  $r = 1$  мм. С каким ускорением  $a$  движется электрон от катода к аноду? Какова скорость  $v$  электрона в момент удара об анод? За какое время  $t$  электрон пролетает расстояние от катода до анода? Поле считать однородным.

### Тема 11. Проводники в электрическом поле.

1. Шар радиусом  $R_1 = 6$  см заряжен до потенциала  $\phi_1 = 300$  В, а шар радиусом  $R_2 = 4$  см - до потенциала  $\phi_2 = 500$  В. Определить потенциал  $\phi$  шаров после того, как их соединили металлическим проводником. Емкостью соединительного проводника пренебречь.

2. Расстояние  $d$  между пластинами плоского конденсатора равно 1,33 мм площадь  $S$  пластин равна  $20$  см<sup>2</sup>. В пространстве между пластинами конденсатора находятся два слоя диэлектриков: слюды толщиной  $d_1 = 0,7$  мм и эбонита толщиной  $d_2 = 0,3$  мм. Определить емкость  $C$  конденсатора.

3. Два конденсатора электроемкостями  $C_1 = 3$  мкФ и  $C_2 = 6$  мкФ соединены между собой и присоединены к батарее с ЭДС 120 В. Определить заряды  $Q_1$  и  $Q_2$  конденсаторов и разности потенциалов  $U_1$  и  $U_2$  между их обкладками, если конденсаторы соединены: 1) параллельно; 2) последовательно.

4. Разность потенциалов между пластинами плоского конденсатора 6 кВ, заряд каждой из них  $10^{-8}$  Кл. Определить силу взаимодействия между пластинами, энергию и плотность энергии конденсатора, если расстояние между пластинами 0,02 м, а площадь каждой из них  $100 \text{ см}^2$ .

### Тема 12. Диэлектрики в электрическом поле.

1. Расстояние  $d$  между пластинами плоского конденсатора равно 2 мм, разность потенциалов  $U=1,8$  кВ. Диэлектрик - стекло. Определить диэлектрическую восприимчивость  $\chi$  стекла и поверхностную плотность  $\sigma'$  поляризационных (связанных) зарядов на поверхности стекла.

2. Определить поляризованность  $p$  стекла, помещенного во внешнее электрическое поле напряженностью  $E_0=5$  МВ/м.

3. Диэлектрик поместили в электрическое поле напряженностью  $E_0=20$  кВ/м. Чему равна поляризованность  $p$  диэлектрика, если напряженность  $E$  среднего макроскопического поля в диэлектрике оказалась равной 4 кВ/м?

4. Эбонитовая плоскопараллельная пластина помещена в однородное электрическое поле напряженностью  $E_0=2$  МВ/м. Грани пластины перпендикулярны линиям напряженности. Определить поверхностную плотность  $\sigma'$  связанных зарядов на гранях пластины.

### Тема 13. Постоянный электрический ток.

1. Катушка и амперметр соединены последовательно и присоединены к источнику тока. К зажимам катушки присоединен вольтметр сопротивлением  $R_B = 1$  кОм. Показания амперметра  $I = 0,5$  А, вольтметра  $U = 100$  В. Определить сопротивление  $R$  катушки. Сколько процентов от точного значения сопротивления катушки составит погрешность, если не учитывать сопротивления вольтметра?

2. Внутреннее сопротивление  $r$  батареи аккумуляторов равно 3 Ом. Сколько процентов от точного значения ЭДС составляет погрешность, если, измеряя разность потенциалов на зажимах батареи вольтметром с сопротивлением  $R_B = 200$  Ом, принять ее равной ЭДС?

3. Две группы из трех последовательно соединенных элементов соединены параллельно. ЭДС каждого элемента равна 1,2 В, внутреннее сопротивление  $r = 0,2$  Ом. Получен-

ная батарея замкнута на внешнее сопротивление  $R = 1,5$  Ом. Найти силу тока  $I$  во внешней цепи.

4. Три батареи с ЭДС  $\varepsilon_1 = 12$  В,  $\varepsilon_2 = 5$  В и  $\varepsilon_3 = 10$  В и одинаковыми внутренними сопротивлениями  $r$ , равными 1 Ом, соединены между собой одноименными полюсами. Сопротивление соединительных проводов ничтожно мало. Определить силы токов  $I$ , идущих через каждую батарею.

5. К батарее аккумуляторов, ЭДС  $\varepsilon$  которой равна 2 В и внутреннее сопротивление  $r = 0,5$  Ом, присоединен проводник. Определить: 1) сопротивление  $R$  проводника, при котором мощность, выделяемая в нем, максимальна; 2) мощность  $P$ , которая при этом выделяется в проводнике.

#### Тема 14. Магнитостатика.

1. По обмотке очень короткой катушки радиусом  $r = 16$  см течет ток  $I = 5$  А. Сколько витков  $N$  проволоки намотано на катушку, если напряженность  $H$  магнитного поля в ее центре равна 800 А/м?

2. Два длинных параллельных провода находятся на расстоянии  $r = 5$  см один от другого. По проводам текут в противоположных направлениях одинаковые токи  $I = 10$  А каждый. Найти напряженность  $H$  магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии  $r_1 = 2$  см от одного и  $r_2 = 3$  см от другого провода.

3. Определить максимальную магнитную индукцию  $B_{\max}$  поля, создаваемого электроном, движущимся прямолинейно со скоростью  $v = 10$  Мм/с, в точке, отстоящей от траектории на расстоянии  $d = 1$  нм.

4. Шины генератора представляют собой две параллельные медные полосы длиной  $l = 2$  м каждая, отстоящие друг от друга на расстоянии  $d = 20$  см. Определить силу  $F$  взаимного отталкивания шин в случае короткого замыкания, когда по ним течет ток  $I = 10$  кА.

5. Короткая катушка площадью  $S$  поперечного сечения, равной  $150$  см<sup>2</sup>, содержит  $N = 200$  витков провода, по которому течет ток  $I = 4$  А. Катушка помещена в однородное магнитное поле напряженностью  $H = 8$  кА/м. Определить магнитный момент  $p_m$  катушки, а также вращающий момент  $M$ , действующий на нее со стороны поля, если ось катушки составляет угол  $\alpha = 60^\circ$  с линиями индукции.

6. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,1$  Тл перпендикулярно линиям индукции. Определить силу  $F$ , действующую на электрон со стороны поля, если радиус  $R$  кривизны траектории равен  $0,5$  см.

**Тема 16.** Электромагнитная индукция.

1. Плоский контур, площадь  $S$  которого равна  $300 \text{ см}^2$ , находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,01 \text{ Тл}$ . Плоскость контура перпендикулярна линиям индукции. В контуре поддерживается неизменный ток  $I = 10 \text{ А}$ . Определить работу  $A$  внешних сил по перемещению контура с током в область пространства, магнитное поле в которой отсутствует.

2. В однородном магнитном поле с индукцией  $B = 1 \text{ Тл}$  находится прямой провод длиной  $l = 20 \text{ см}$ , концы которого замкнуты вне поля. Сопротивление  $R$  всей цепи равно  $0,1 \text{ Ом}$ . Найти силу  $F$ , которую нужно приложить к проводу, чтобы перемещать его перпендикулярно линиям индукции со скоростью  $v = 2,5 \text{ м/с}$ .

3. Рамка площадью  $S = 200 \text{ см}^2$  равномерно вращается с частотой  $n = 10 \text{ с}^{-1}$  относительно оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля ( $B = 0,2 \text{ Тл}$ ). Каково среднее значение ЭДС индукции  $\langle \varepsilon_i \rangle$  за время, в течение которого магнитный поток, пронизывающий рамку, изменится от нуля до максимального значения?

4. С помощью реостата равномерно увеличивают силу тока в катушке на  $\Delta I = 0,1 \text{ А}$  в  $1 \text{ с}$ . Индуктивность  $L$  катушки равна  $0,01 \text{ Гн}$ . Найти среднее значение ЭДС самоиндукции  $\langle \varepsilon_s \rangle$ .

5. Источник тока замкнули на катушку с сопротивлением  $R = 10 \text{ Ом}$  и индуктивностью  $L = 1 \text{ Гн}$ . Через сколько времени сила тока замыкания достигнет  $0,9$  предельного значения?

**Тема 18.** Электромагнитные колебания и волны.

1. В колебательный контур входит катушка индуктивностью  $5 \text{ мГн}$  и плоский конденсатор с диэлектриком из стекла. Расстояние между обкладками конденсатора  $6 \text{ мм}$ , площадь обкладки  $90 \text{ см}^2$ . На сколько изменится частота и период колебаний контура, если стеклянную прослойку конденсатора заменить воздушной?

2. Максимальная энергия магнитного поля колебательного контура  $1 \text{ мДж}$  при силе тока  $0,8 \text{ А}$ . Чему равна частота колебаний контура, если максимальная разность потенциалов на обкладках конденсатора  $1200 \text{ В}$ ?

3. Конденсатор электроемкостью  $C = 500 \text{ пФ}$  соединен параллельно с катушкой длиной  $l = 40 \text{ см}$  и площадью  $S$  сечения, равной  $5 \text{ см}^2$ . Катушка содержит  $N = 1000$  витков. Сердечник немагнитный. Найти период  $T$  колебаний.

4. Катушка (без сердечника) длиной  $l = 50 \text{ см}$  и площадью  $S_1$  сечения, равной  $3 \text{ см}^2$ , имеет  $N = 1000$  витков и соединена параллельно с конденсатором. Конденсатор состоит из

двух пластин площадью  $S_2 = 75 \text{ см}^2$  каждая. Расстояние  $d$  между пластинами равно 5 мм. Диэлектрик — воздух. Определить период  $T$  колебаний контура.

5. Два параллельных провода, погруженных в глицерин, индуктивно соединены с генератором электромагнитных колебаний частотой  $\nu = 420 \text{ МГц}$ . Расстояние  $l$  между пучностями стоячих волн на проводах равно 7 см. Найти диэлектрическую проницаемость  $\epsilon$  глицерина. Магнитную проницаемость  $\mu$  принять равной единице.

### Тема 19. Интерференция волн.

1. Расстояние  $d$  между двумя когерентными источниками света ( $\lambda = 0,5 \text{ мкм}$ ) равно 0,1 мм. Расстояние  $b$  между интерференционными полосами на экране в средней части интерференционной картины равно 1 см. Определить расстояние  $l$  от источников до экрана.

2. Пучок монохроматических ( $\lambda = 0,6 \text{ мкм}$ ) световых волн падает под углом  $\epsilon_1 = 30^\circ$  на находящуюся в воздухе мыльную пленку ( $n = 1,3$ ). При какой наименьшей толщине  $d$  пленки отраженные световые волны будут максимально ослаблены интерференцией? максимально усилены?

3. Найти все длины волн видимого света (от 0,76 до 0,38 мкм), которые будут: 1) максимально усилены; 2) максимально ослаблены при оптической разности хода  $\Delta$  интерферирующих волн, равной 1,8 мкм.

4. Плосковыпуклая линза с оптической силой  $\Phi = 2 \text{ дптр}$  выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Радиус  $r$ , четвертого темного кольца Ньютона в проходящем свете равен 0,7 мм. Определить длину световой волны.

5. Поверхности стеклянного клина образуют между собой угол  $\theta = 0,2'$ . На клин нормально к его поверхности падает пучок лучей монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 0,55 \text{ мкм}$ . Определить ширину  $b$  интерференционной полосы.

### Тема 20. Дифракция волн.

1. Радиус  $r_4$  четвертой зоны Френеля для плоского волнового фронта равен 3 мм. Определить радиус  $r_6$  шестой зоны Френеля.

2. На круглое отверстие радиусом 2 мм падает плоская монохроматическая волна. Найти длину волны света, освещающего отверстие, если в нем укладывается пять зон Френеля и из точки наблюдения оно видно под углом  $5'$ .

3. На щель шириной  $a = 0,05 \text{ мм}$  падает нормально монохроматический свет ( $\lambda = 0,6 \text{ мкм}$ ). Определить угол  $\varphi$  между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.

4. С помощью дифракционной решетки с периодом  $d = 20$  мкм требуется разрешить дублет натрия ( $\lambda_1 = 589,0$  нм и  $\lambda_2 = 589,6$  нм) в спектре второго порядка. При какой наименьшей длине  $l$  решетки это возможно?

5. Какова длина волны  $\lambda$  монохроматического рентгеновского излучения, падающего на кристалл кальцита, если дифракционный максимум первого порядка наблюдается, когда угол  $\theta$  между направлением падающего излучения и гранью кристалла равен  $3^\circ$ ? Расстояние  $d$  между атомными плоскостями кристалла принять равным  $0,3$  нм.

### Тема 21. Поляризация волн.

1. Анализатор в  $k = 2$  раза уменьшает интенсивность света, приходящего к нему от поляризатора. Определить угол  $\alpha$  между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора. Потерями интенсивности света в анализаторе пренебречь.

2. Угол Брюстера  $\epsilon_b$  при падении света из воздуха на кристалл каменной соли равен  $57^\circ$ . Определить скорость света в этом кристалле.

3. Угол  $\alpha$  между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора равен  $45^\circ$ . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, выходящего из анализатора, если угол увеличить до  $60^\circ$ ?

4. Степень поляризации  $P$  частично-поляризованного света равна  $0,5$ . Во сколько раз отличается максимальная интенсивность света, пропускаемого через анализатор, от минимальной?

5. Пластинку кварца толщиной  $d_1 = 2$  мм, вырезанную перпендикулярно оптической оси, поместили между параллельными николями, в результате чего плоскость поляризации света повернулась на угол  $\varphi = 53^\circ$ . Определить толщину  $d_2$  пластинки, при которой данный монохроматический свет не проходит через анализатор.

### Тема 22. Квантовые свойства электромагнитного излучения.

1. Поток энергии  $\Phi_e$ , излучаемый из смотрового окошка плавильной печи, равен  $34$  Вт. Определить температуру  $T$  печи, если площадь отверстия  $S = 6$  см<sup>2</sup>.

2. Определить энергию  $W$ , излучаемую за время  $t = 1$  мин из смотрового окошка площадью  $S = 8$  см<sup>2</sup> плавильной печи, если ее температура  $T = 1,2$  кК.

3. Определить температуру  $T$  черного тела, при которой максимум спектральной плотности энергетической светимости  $(M_{\lambda,T})_{max}$  приходится на красную границу видимого спектра ( $\lambda_1 = 750$  нм); на фиолетовую ( $\lambda_2 = 380$  нм).

4. На поверхность лития падает монохроматический свет ( $\lambda = 310$  нм) Чтобы прекра-



тить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов  $U$  не менее 1,7 В. Определить работу выхода  $A$ .

5. Определить импульс  $p$  электрона отдачи при эффекте Комптона, если фотон с энергией, равной энергии покоя электрона, был рассеян на угол  $\theta = 180^\circ$ .

### Тема 23. Планетарная модель атома.

1. Найти наибольшую и наименьшую длины волн спектра атома водорода в серии Бальмера.

2. Вычислить по теории Бора скорость вращения электрона, находящегося на третьем энергетическом уровне в атоме дейтерия.

3. Фотон, соответствующий длине волны 0,015 мкм, выбил электрон из невозбужденного атома водорода. Вычислить скорость электрона за пределами атома.

4. В возбужденном атоме водорода электрон вращается на одной из возможных боровских орбит со скоростью  $1,1 \cdot 10^6$  м/с. Определить чему равна энергия кванта, излучаемого при переходе электрона в основное состояние.

5. Атом водорода находится в возбужденном состоянии с главным квантовым числом 3. Падающий фотон выбивает из атома электрон, сообщая ему кинетическую энергию 2,5 эВ. Вычислить энергию падающего фотона.

### Тема 24. Квантовая механика.

1. Электрон движется по окружности радиусом  $r = 0,5$  см в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 8$  мТл. Определить длину волны де Бройля  $\lambda$  электрона.

2. На грань некоторого кристалла под углом  $\alpha = 60^\circ$  к ее поверхности падает параллельный пучок электронов, движущихся с одинаковой скоростью. Определить скорость  $v$  электронов, если они испытывают интерференционное отражение первого порядка. Расстояние  $d$  между атомными плоскостями кристаллов равно 0,2 нм.

3. Найти погрешность в определении скорости электрона, протона и пылинки массой 0,1 нг, если их координаты установлены с неопределённостью 1 мкм.

4. В потенциальном ящике шириной  $l$  находится электрон на третьем энергетическом уровне. Определить в каких точках интервала  $0 < x < l$  плотность вероятности нахождения электрона равна нулю. Определить плотность вероятности нахождения, электрона на участке интервала  $l/3 < x < 2l/3$ .

5. Элементарная частица в потенциальном ящике находится в первом возбужденном состоянии. Какова вероятность нахождения частицы в средней части потенциального ящика в интервале  $(l/4 \div 3l/4)$ ? Ответ поясните рисунком.

**Тема 25.** Квантово-механическое описание атомов и молекул.

1. Атом водорода находится в основном состоянии. Собственная волновая функция, описывающая состояние электрона в атоме, имеет вид  $\psi(r) = Ce^{-\frac{r}{a}}$ , где  $C$  - некоторая постоянная. Найти из условия нормировки постоянную  $C$ .

2. Вычислить момент импульса  $J_l$  орбитального движения электрона, находящегося в атоме: 1) в  $s$ -состоянии; 2) в  $p$ -состоянии.

3. Атом водорода, находившийся первоначально в основном состоянии, поглотил квант света с энергией  $\varepsilon = 10,2$  эВ. Определить изменение момента импульса  $\Delta J_l$  орбитального движения электрона. В возбужденном атоме электрон находится в  $p$ -состоянии.

4. Определить возможные значения магнитного момента  $\mu_z$ , обусловленного орбитальным движением электрона в возбужденном атоме водорода, если энергия  $\varepsilon$  возбуждения равна 12,09 эВ.

5. Используя принцип Паули, указать, какое максимальное число  $N_{max}$  электронов в атоме могут иметь одинаковыми следующие квантовые числа: 1)  $n, l, m, m_s'$ ; 2)  $n, l, m$ ; 3)  $n, l$ ; 4)  $n$ .

Приложение № 2

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО КОНТРОЛЬНЫМ РАБОТАМ**

**(для студентов очной формы обучения)**

Первый семестр

№1. Две материальные точки движутся согласно уравнениям  $x_1 = A_1 t + B_1 t^2 + C_1 t^3$  и  $x_2 = A_2 t + B_2 t^2 + C_2 t^3$ , где  $A_1 = 4$  м/с,  $B_1 = 8$  м/с<sup>2</sup>,  $C_1 = -16$  м/с<sup>3</sup>,  $A_2 = 2$  м/с,  $B_2 = -4$  м/с<sup>2</sup>,  $C_2 = 1$  м/с<sup>3</sup>. В какой момент времени  $t$  ускорение этих точек будет одинаковым? Найти скорости  $v_1$  и  $v_2$  точек в этот момент.

№2. Цилиндр, расположенный горизонтально, может вращаться вокруг оси, совпадающей с осью цилиндра. Масса цилиндра  $m_1 = 12$  кг. На цилиндр намотали шнур, к которому привязали гирию массой  $m_2 = 1$  кг. С каким ускорением будет опускаться гирия? Какова сила натяжения шнура во время движения гири?

№3. Шар скатывается с наклонной плоскости высотой  $h = 90$  см. Какую линейную скорость будет иметь центр шара в тот момент, когда шар скатился с наклонной плоскости?

№4. Точка совершает гармонические колебания. В некоторый момент времени смещение точки  $x = 5$  см, скорость  $v = 20$  см/с и ускорение  $a = -80$  см/с<sup>2</sup>. Найти циклическую частоту и период колебаний, фазу колебаний в рассматриваемый момент времени и амплитуду колебаний.

№5. Определить давления  $p_1$  и  $p_2$  газа, содержащего  $N = 10^9$  молекул и имеющего объем  $V = 1$  см<sup>3</sup>, при температурах  $T_1 = 3$  К и  $T_2 = 1000$  К.

№6. В баллоне вместимостью  $V = 15$  л находится смесь, содержащая  $m_1 = 10$  г водорода,  $m_2 = 54$  г водяного пара и  $m_3 = 60$  г оксида углерода. Температура смеси  $t = 27^\circ\text{C}$ . Определить давление.

Второй семестр

№1. Тонкий длинный стержень равномерно заряжен с линейной плотностью  $\tau = 1,5$  нКл/см. На продолжении оси стержня на расстоянии  $d = 12$  см от его конца находится точечный заряд  $Q = 0,2$  мкКл. Определить силу взаимодействия заряженного стержня и точечного заряда.

№2. Резистор сопротивление  $R_1 = 5$  Ом, вольтметр и источник тока соединены параллельно. Вольтметр показывает напряжение  $U_1 = 10$  В. Если заменить резистор другим сопротивлением  $R_2 = 12$  Ом, то вольтметр покажет напряжение  $U_2 = 12$  В. Определить ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока. Током через вольтметр пренебречь.

№3. Кольцо из проволоки сопротивлением  $R = 1$  мОм находится в однородном магнитном поле ( $B = 0,4$  Тл). Плоскость кольца составляет с линиями индукции угол  $\varphi = 90^\circ$ . Определить заряд  $Q$ , который протечет по кольцу, если его выдернуть из поля. Площадь кольца  $S = 10$  см<sup>2</sup>.

№4. На тонкую мыльную пленку ( $n=1,3$ ) толщиной 1,25 мкм падает нормально монохроматический свет. В отраженном свете пленка кажется светлой. Какой минимальной толщины надо взять тонкую пленку скипидара ( $n=1,48$ ), чтобы она в этих же условиях казалась темной?

№5. На пути частично поляризованного света поместили поляризатор. При повороте поляризатора на угол  $60^\circ$  из положения, соответствующего максимуму пропускания, интенсивность прошедшего света уменьшилась в 3 раза. Найти степень поляризации падающего света.

№6. На пластину падает монохроматический свет ( $\lambda = 0,42$  мкм). Фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов  $U = 0,95$  В. Определить работу  $A$  выхода электронов с поверхности пластины.

№7. Определить длину волны де Бройля  $\lambda$ , электрона, находящегося на второй орбите атома водорода.

Приложение № 3

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО КОНТРОЛЬНЫМ РАБОТАМ**

**(для студентов заочной формы обучения)**

Первый семестр

№1. Радиус-вектор материальной точки изменяется со временем по закону  $\vec{r} = 4t\vec{i} - (10t^2 - 4)\vec{j}$ . Найдите уравнение траектории движения точки. Определите перемещение и модуль перемещения материальной точки за промежуток времени от  $t_1 = 2$  с до  $t_2 = 5$  с.

№2. Шарик, движущийся поступательно, налетает на второй неподвижный шарик. Происходит абсолютно неупругий удар. На сколько процентов при этом изменится скорость первого шарика, если отношение масс шариков  $m_1 / m_2 = n = 2$ ?

№3. По наклонной плоскости вверх катится без скольжения полый обруч. Ему сообщена начальная скорость  $v_0 = 3,14$  м/с, параллельная наклонной плоскости. Установить, какой путь пройдет обруч, если угол наклона плоскости  $\alpha = 30^\circ$ .

№4. Искусственный спутник обращается вокруг Земли по круговой орбите на высоте  $H = 3200$  км над поверхностью Земли. Определить линейную скорость спутника.

№5. На концах тонкого стержня длиной  $l = 50$  см укреплено по одинаковому грузу. Под действием силы тяжести система колеблется в вертикальной плоскости вокруг оси, которая делит длину стержня в отношении  $\gamma = 4:5$ . Пренебрегая массой стержня, определите период колебаний системы  $T$ .

№6. Сколько полных колебаний должен сделать маятник, логарифмический декремент затухания которого  $\delta = 0,054$ , для того, чтобы амплитуда его колебаний уменьшилась в три раза?

№7. Смещение от положения равновесия точки, отстоящей от источника колебаний на расстоянии  $l = 4$  см, в момент времени  $t = T/6$  равно половине амплитуды. Найти длину бегущей волны  $\lambda$ .

№8. В сосуде емкостью  $V = 83$  л находится  $m_1 = 8$  г водорода и  $m_2 = 12$  г гелия. Давление газа равно  $p = 0,425$  МПа. Определить температуру газа  $T$ .

№9. Найти полную кинетическую энергию, а также кинетическую энергию вращательного движения одной молекулы аммиака  $\text{NH}_3$  при температуре  $t = 27^\circ\text{C}$ .

№10. Два сосуда равного объема соединены трубкой с краном. В одном сосуде находится  $\nu_1 = 2$  моль азота, а в другом  $\nu_2 = 2$  моль водорода при одинаковой температуре и одинаковом давлении. Когда кран открыли, начался изотермический процесс диффузии. Определить суммарное изменение энтропии.

№11. Тепловая машина Карно совершает работу с  $\nu = 2$  молями одноатомного идеального газа между тепловым резервуаром с температурой  $t_1 = 327$  °С и холодильником с температурой  $t_2 = 27$  °С. Отношение наибольшего объема газа к наименьшему объему в данном процессе равно 8. Какую работу  $A$  совершает машина за один цикл?

№12. Лед массой  $m_1 = 2$  кг при температуре  $t_1 = 0$  °С был превращен в воду той же температуры с помощью пара, имеющего температуру  $t_2 = 100$ °С. Определить массу  $m_2$  израсходованного пара. Каково изменение  $\Delta S$  энтропии системы лед–пар?

### Второй семестр

1. Конденсатор с парафиновым диэлектриком имеет емкость  $C = 4,42 \cdot 10^{-11}$  Ф и заряжен до разности потенциалов  $\Delta\varphi = 150$  В. Напряженность поля внутри конденсатора  $E = 6 \cdot 10^2$  В/м. Определить площадь пластины конденсатора  $s$ , энергию поля конденсатора  $W$  и поверхностную плотность заряда  $\sigma$  на пластине.

2. Напряжение на шинах электростанции  $U = 10$  кВ. Расстояние до потребителя  $l = 500$  км (линия двухпроводная). Станция должна передать потребителю мощность  $N = 100$  кВт. Потери напряжения на проводах не должны превышать 4%. Вычислить массу  $m$  медных проводов на участке электростанция — потребитель.

3. В горизонтальной плоскости вращается прямолинейный проводник длиной  $l = 0,5$  м вокруг оси, проходящей через конец проводника. При этом он пересекает вертикальное однородное поле напряженностью  $H = 50$  А/м. По проводнику течет ток силой  $I = 4$  А, угловая скорость его вращения  $\omega = 20$  с<sup>-1</sup>. Вычислить работу  $A$  вращения проводника за  $\tau = 2$  мин.

4. Конденсатору емкостью  $C = 0,4$  мкФ сообщается заряд  $q = 10$  мкКл, после чего он замыкается на катушку с индуктивностью  $L = 1$  мГн. Чему равна максимальная сила  $I_{\max}$  тока в катушке?

5. Расстояние от двух когерентных источников до экрана  $L = 1,5$  м, расстояние между ними  $d = 0,18$  мм. Сколько светлых полос поместится на отрезке, длиной  $l = 1$  см, считая от центра картины, если длина волны света  $\lambda = 0,6$  мкм.

6. На дифракционную решетку, содержащую  $n = 600$  штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 0,546$  мкм. Определить изменение угла отклонения лучей второго дифракционного максимума  $\Delta\varphi_2$ , если взять решетку со  $n = 100$  штрихами на 1 мм.

7. Две призмы Николя поставлены одна за другой в скрещенном положении на пути естественного света. Какая доля всей энергии луча пройдет через систему, если между этими

двумя николями расположить третий таким образом, что его оптическая ось составит с осью первого угол  $\gamma = 45^\circ$ ? Поглощением света в николях пренебречь.

8. Фотоны с энергией  $E_\phi = 4,9$  эВ выбивают электроны из металла, работа выхода из которого  $A_{\text{вых}} = 4,5$  эВ. Определите максимальный импульс, передаваемый поверхности металла каждым вылетевшим электроном.

9. Определить наименьшую и наибольшую энергии фотона в инфракрасной серии спектра водорода (серия Пашена).

10. Электрон находится в потенциальном ящике. Определить плотность вероятности нахождения электрона на втором энергетическом уровне в интервале  $0 < x < l/2$ .

Приложение № 4

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ**

Первый семестр

**Лабораторная работа № 1.** Основы физических измерений. Измерения штангенциркулем и микрометром, определение плотности твердых тел правильной геометрической формы.

Задание: Измерить линейные параметры тела правильной геометрической формы; определить плотность материала, из которого изготовлено тело; провести обработку результатов прямых и косвенных измерений.

Контрольные вопросы:

1. Что такое физическая величина?
2. Что такое измерение? Виды измерения, их определения.
3. Что такое результат измерения?
4. Что такое доверительный интервал, чем он определяется?
5. Что такое погрешность измерений?
6. Случайная погрешность.
7. Погрешность округления.
8. Приборная погрешность.
9. Полная погрешность прямых измерений.
10. Правила представления результатов измерений.

**Лабораторная работа № 2.** Исследование механического движения на машине Атвуда.

Задание: Определить линейные и угловые ускорения; рассчитать силы натяжения нитей и момент силы трения; графически определить момент инерции блока.

Контрольные вопросы:

1. Объяснить схему установки, задачи опыта и методику выполнения эксперимента.
2. Полное ускорение при криволинейном движении Вектор и модуль полного ускорения.
3. Нормальное и тангенциальное ускорения, их векторы и модули.
4. Основные характеристики движения материальной точки по окружности.  
Связь между линейными и угловыми величинами.
5. Понятия массы и силы.
6. Импульс тела. Изменение импульса тела. Импульс силы.



7. Законы Ньютона.
8. Момент инерции.
9. Момент силы.
10. Основной закон динамики вращательного движения тела относительно оси.

**Лабораторная работа № 3.** Исследование механического движения при скатывании тел на установке Максвелла.

Задание: Определить линейные и угловые скорости; рассчитать среднюю и максимальную силу натяжения нити при рывке; найти потери энергии при качении диска Максвелла по нитям и в момент рывка.

Контрольные вопросы:

1. Описать экспериментальную установку, цели и методику проведения эксперимента.
2. Понятие о линейных и угловых скоростях и ускорениях.
3. Понятие о массе и моменте инерции. Теорема Штейнера.
4. Понятие о силе и моменте силы.
5. Понятие об импульсе и моменте импульса.
6. Понятие о качении твёрдых тел и способы описания качения.
7. Понятие о мгновенном центре скоростей и мгновенной оси вращения.
8. Законы динамики при поступательном и вращательном движениях тел.
9. Какой вид механического движения твёрдого тела реализуется при скатывании тел по двум отвесным нитям?
10. Какие силы в механике называются потенциальными и непотенциальными?  
Привести примеры потенциальных и непотенциальных сил.
11. Понятие об энергии и работе силы. Общефизический закон сохранения энергии.
12. Понятие о механической энергии.
13. Объяснить, почему диск Максвелла с добавочным кольцом опускается медленнее, чем диск без добавочного кольца.

**Лабораторная работа № 4.\*** Установка Обербека.

Задание: Определить линейные и угловые ускорения; рассчитать момент сил сопротивления и трения; определить момент инерции установки без грузов.

Контрольные вопросы:

1. Объяснить схему установки, цели и методику выполнения эксперимента.
2. Момент инерции точки; твёрдого тела: определение, обозначение, единицы измерения.
3. Момент инерции цилиндра, диска, стержня.

4. Понятие центра масс.
5. Понятие угловой скорости. Взаимосвязь угловой и линейной скоростей.
6. Понятие углового ускорения. Взаимосвязь углового и линейного ускорений.
7. Понятие момент силы: определение, обозначение, единицы измерения, направление.
8. Формулировка и формула основного закона динамики вращательного движения твёрдого тела.

**Лабораторная работа № 5.** Изучение и применение физического и математического маятников.

Задание: Определить ускорение свободного падения при помощи математического маятника; сравнить полученное значение с табличным значением; рассчитать момент инерции стержневого физического маятника.

Контрольные вопросы:

1. Объяснить схему экспериментальной установки, цели и методику проведения эксперимента.
2. Понятие "колебание". Гармонические колебания: определение и уравнение колебаний.
3. Основные характеристики колебаний: период, частота, циклическая частота, амплитуда.
4. Момент инерции. Теорема Гюйгенса – Штейнера.
5. Понятие "математический маятник". Уравнение колебаний математического маятника.
6. Понятие "физический маятник". Уравнение колебаний математического маятника.
7. Приведенная длина физического маятника. Центр качания.

**Лабораторная работа № 6.** Определение отношения теплоемкостей воздуха методом адиабатного расширения.

Задание: Рассчитать коэффициент Пуассона (отношение теплоемкостей) воздуха при адиабатном расширении.

Контрольные вопросы:

1. Объяснить схему установки, цели и методику выполнения эксперимента.
2. Понятие "внутренняя энергия"?
3. Работа в термодинамике. Геометрический смысл работы.
4. Теплоёмкость. Виды теплоемкостей. Единицы измерения.
5. Первое начало термодинамики: формулировка, формула, физический смысл

входящих величин.

6. Первое начало термодинамики для изопроцессов.
7. Адиабатный процесс. Уравнение Пуассона. Коэффициент Пуассона.
8. Первое начало термодинамики для адиабатного процесса.
9. Формулировка и формула уравнения Майера.
10. Второе начало термодинамики.
11. Прямой и обратный цикл. Термический КПД. Холодильный коэффициент.

**Лабораторная работа № 7.** Определение коэффициента внутреннего трения, длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул газа.

Задание: Вычислить для воздуха коэффициент внутреннего трения, длину свободного пробега и эффективный диаметр молекулы.

Контрольные вопросы:

1. Объяснить схему установки, задачи опыта и методику выполнения эксперимента.
2. Какие явления переноса существуют и каким законам они подчиняются?
3. Коэффициенты переноса: формулы, пояснения входящих характеристик.
4. Длина свободного пробега: формула, пояснения входящих характеристик.
5. Эффективный диаметр молекул.
6. Движение идеальной жидкости. Линии и трубки тока. Теорема о неразрывности струи.
7. Уравнение Бернулли. Полное давление, динамическое давление.
8. Ламинарное и турбулентное течение.
9. Распределение Максвелла
10. Средняя арифметическая скорость (вывести из распределения Максвелла).
11. Наиболее вероятная скорость (вывести из распределения Максвелла).
12. Среднеквадратичная скорость (вывести из распределения Максвелла).

**Лабораторная работа № 8.** Определение коэффициента внутреннего трения по методу Стокса.

Задание: Рассчитать коэффициент вязкости глицерина по методу Стокса.

Контрольные вопросы:

1. Объяснить схему установки, цели и методику выполнения эксперимента.
2. Явление вязкости, каким законом оно описывается.
3. Силы, действующие на шарик, падающий в жидкость.
4. Как изменяется скорость движения шарика с увеличением его диаметра?
5. Какие явления переноса существуют и каким законам они подчиняются?

6. Коэффициенты переноса: формулы, величины, входящие в формулы.
7. Длина свободного пробега: формула, величины, входящие в формулы.
8. Характеристические скорости: средняя арифметическая, наиболее вероятная скорость, средняя квадратичная скорость. Формулы, величины, входящие в формулы.

### Второй семестр

**Лабораторная работа № 1.** Моделирование плоскопараллельного электростатического поля током в проводящем листе.

Задание: Построить картину силовых линий плоскопараллельного электростатического поля; вычислить напряжённость электростатического поля в нескольких точках проводящего листа.

Контрольные вопросы:

1. Объяснить схему установки, цели и методику выполнения эксперимента.
2. Закон Кулона.
3. Понятие напряженности электрического поля.
4. Понятие потенциала электрического поля.
5. Связь между напряженностью и потенциалом.
6. Эквипотенциальные поверхности.
7. Работа электрического поля по перемещению точечного заряда.
8. Понятие о линейной, поверхностной и объемной плотностях заряда.

**Лабораторная работа № 2.** Определение емкости и заряда конденсатора.

Задание: Вычислить емкость конденсатора и его заряд на основе переходных характеристик.

Контрольные вопросы:

1. Объяснить схему установки, задачи опыта и методику выполнения эксперимента.
2. Однородное электростатическое поле. Напряженность, потенциал электростатического поля.
3. Электроёмкость уединённого проводника.
4. Конденсаторы. Их устройство и назначение.
5. Плоский конденсатор. Ёмкость плоского конденсатора.
6. Параллельное соединение конденсаторов.
7. Последовательное соединение конденсаторов.
8. Энергия плоского конденсатора.

9. Как изменится энергия плоского конденсатора, если расстояние между его обкладками увеличить вдвое. Рассмотреть случаи: а) конденсатор подключен к источнику ЭДС; б) конденсатор отключен от источника ЭДС.

**Лабораторная работа № 3.** Исследование магнитного поля на оси кольцевой катушки.

Задание: измерить магнитную индукцию в различных точках на оси кольцевой катушки; построить график изменения магнитной индукции вдоль оси катушки; проверить результаты измерения расчётом.

Контрольные вопросы:

1. Объяснить схему установки, цели и методику выполнения эксперимента.
2. Магнитное поле. Магнитная индукция.
3. Принцип действия датчика Холла.
4. Нарисовать картину силовых линий магнитного поля кольцевой катушки.
5. Закон Био-Савара-Лапласа.
6. Применение закона Био-Савара-Лапласа к расчёту магнитной индукции, создаваемой круговым витком с током.
7. Применение закона Био-Савара-Лапласа к расчёту магнитной индукции, создаваемой прямолинейным проводником с током.
8. Применение закона Био-Савара-Лапласа к расчёту магнитной индукции, создаваемой бесконечно длинным прямолинейным проводником с током.
9. Поток вектора магнитной индукции.

**Лабораторная работа № 4.** Определение длины волны монохроматического света с помощью интерференции от двух щелей.

Задание: Рассчитать длину волны монохроматического света с помощью интерференции от двух щелей.

Контрольные вопросы:

1. Объяснить схему установки, цели и методику выполнения эксперимента.
2. Волновая природа света. Световая волна и ее основные характеристики.
3. Световой вектор.
4. Интенсивность света. Связь интенсивности и амплитуды.
5. Интерференция света. Когерентные волны.
6. Оптическая и геометрическая длина пути. Связь между ними. Физический смысл коэффициента пропорциональности между ними.
7. Сложение колебаний от двух источников. Рисунок.

8. Условие минимума и условие максимума для разности хода и разности фаз.
9. Методы получения интерференционной картины: примеры с рисунками.
10. Метод Юнга: рисунок, формулы.
11. Интерференция в тонких пленках: рисунок, формулы.
12. Применение интерференции.

**Лабораторная работа № 5.** Изучение явления дифракции света.

Задание: Определить длину волны излучения газового лазера с помощью одномерной дифракционной решётки.

Контрольные вопросы:

1. Объяснить схему установки, цели и методику выполнения эксперимента.
2. Понятие волна. Виды волн. Уравнение плоской волны.
3. Основные характеристики волн: волновое число, волновой фронт, волновая поверхность, длина волны, фазовая скорость, период, фаза.
4. Волновая природа света. Световая волна. График.
5. Интенсивность света. Связь интенсивности и амплитуды.
6. Принципы, лежащие в основе волновой теории света.
7. В чём состоит явление дифракции в оптике?
8. Виды дифракции.
9. Принцип Гюйгенса. Принцип Гюйгенса-Френеля.
10. Метод зон Френеля.
11. Дифракция Фраунгофера на одной щели. Условие максимумов и минимумов дифракции.
12. Дифракционная решётка. Дифракционный спектр.
13. Решётка как дисперсионный прибор.

**Лабораторная работа № 6.** Изучение законов внешнего фотоэффекта.

Задание: Построить вольт – амперную характеристику вакуумного диода; определить максимальную скорость фотоэлектронов; рассчитать работу выхода для материала катода.

Контрольные вопросы:

1. Объяснить схему установки, цели и методику выполнения эксперимента.
2. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.
3. Что называется внешним и внутренним фотоэффектом?
4. Сформулируйте основные законы внешнего фотоэффекта.
5. Что такое задерживающее напряжение?
6. Что такое ток насыщения?

7. Работа выхода.
8. Как выполнялось измерение задерживающего напряжения в работе? Какие результаты получены в данной работе?
9. Что такое граничная частота и "красная граница" внешнего фотоэффекта?
10. Чем определяется максимальная кинетическая энергия электронов, вылетающих под действием света с поверхности металлов?
11. Фотон: энергия, масса, импульс.

**Лабораторная работа № 7. Определение постоянной Ридберга.**

Задание: Определить постоянную Ридберга для атома водорода.

Контрольные вопросы:

1. Объяснить схему установки, цели и методику выполнения эксперимента.
2. Модель атома Резерфорда и её экспериментальное обоснование.
3. Спектральная серия: определения, формула. Перечислить спектральные серии для атома водорода.
4. Постулаты Бора.
5. Чем объясняется ограниченная область применения обобщённой формулы Бальмера?
6. Фотоны. Энергия, импульс, масса фотона.
7. Энергия связи, энергия ионизации, энергия возбуждения.
8. Спектр. Виды спектров. Природа спектров. Какие спектры наблюдались в данной работе?

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Вариант 1

ОПК-3: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

Индикатор ОПК-3.4 Демонстрирует понимание физических явлений.

**Вопрос 1** Скорость материальной точки – это ....

1. производная от пути по времени	3. производная от радиус-вектора точки по времени
2. отношение пути, пройденного материальной точкой, к промежутку времени	4. вектор, равный отношению вектора перемещения к промежутку времени

**Вопрос 2** Второй закон Ньютона можно сформулировать следующим образом:

1. Скорость изменения импульса тела равна действующей на него силе	3. Всякое тело находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, пока взаимодействие с другими телами не заставит его изменить это состояние
2. Во всех инерциальных системах отсчёта все механические явления протекают одинаково при одинаковых начальных условиях	4. Силы, с которыми действуют друг на друга взаимодействующие тела, равны по величине и противоположны по направлению

**Вопрос 3** Момент инерции тонкостенного цилиндра радиуса  $R$  и массы  $m$  относительно оси, проходящей вдоль его оси симметрии, определяется следующим выражением:

1. $2MR^2$	3. $MR^2$
2. $5/2MR^2$	4. $2/5MR^2$

**Вопрос 4** При резонансе ....

1. амплитуда вынужденных колебаний достигает максимума	3. начальная фаза колебаний равна нулю
2. фаза вынужденных колебаний достигает максимума	4. внешнее воздействие оказывается в фазе с колебаниями системы

**Вопрос 5** Закон Бойля-Мариотта (уравнение изотермы) описывается следующим выражением:

1. $V=V_0[1+\beta(t-t_0)]$	3. $PV=\text{const}$
2. $P=P_0[1+\alpha(t-t_0)]$	4. $PV^\gamma=\text{const}$

**Вопрос 6** Формула Майера выглядит следующим образом:

1. $c_p=c_v+R$	3. $PV^\gamma=\text{const}$
2. $c_p/c_v=\gamma$	4. $S=k \ln W$

**Вопрос 7** Формулировка Клаузиуса второго начала термодинамики заключается в следующем:

1. Теплота не может самопроизвольно переходить от тела более нагретого к менее нагретому	3. Любая термодинамическая изолированная система со временем приходит в состояние равновесия, характеризуемое некоторой
--	---



	температурой
2. Количество тепла, сообщённое системе, идёт на приращение внутренней энергии системы и совершение системой работы над внешними телами	4. Теплота не может самопроизвольно переходить от тела менее нагретого к более нагретому

<b>Вопрос 8</b> Теплопроводность – это ....	
1. обусловленное тепловым движением молекул проникновение одних веществ в объём, занятый другими веществами	3. процесс обмена импульсами молекул между слоями вещества
2. процесс переноса тепловой энергии, обусловленный хаотическим движением молекул	4. процесс нагревания или охлаждения термодинамической системы

<b>Вопрос 9</b> Два параллельно соединённых конденсатора различных ёмкостей $C_2 > C_1$ заряжаются. Заряды распределяются на них:	
1. $q_1 = q_2$	3. $q_1 < q_2$
2. $q_1 > q_2$	4. $q_1 = q_2 = 0$

<b>Вопрос 10</b> Два металлических шара разных диаметров ( $d_1 = 2 d_2$ ) заряжены до одинакового потенциала. Сравните заряды на них:	
1. $q_1 = q_2$	3. $4q_1 = q_2$
2. $q_1 = 2 q_2$	4. $q_1 = q_2 / 2$

<b>Вопрос 11</b> Верный ответ:	
1. свет – это поток электронов	3. свет - это продольная электромагнитная волна
2. свет – это движение частиц среды	4. свет - это поперечная электромагнитная волна

<b>Вопрос 12</b> Скорость распространения электромагнитной волны при переходе её из среды с показателем преломления $n = 1,5$ в вакуум изменится в ... раз	
1. 2	3. 2,5
2. 3	4. 1,5

<b>Вопрос 13</b> У парамагнетиков намагниченность:	
1. совпадает по направлению с напряжённостью внешнего магнитного поля	3. направлена под углом к напряжённости внешнего магнитного поля
2. направлена в сторону, противоположную напряжённости внешнего магнитного поля	4. перпендикулярна к напряжённости внешнего магнитного поля

<b>Вопрос 14</b> Чтобы вода закипела скорее, надо соединить обмотки двух нагревателей, опущенных в стакан с водой...	
1. параллельно	3. последовательно
2. включить одну обмотку	4. безразлично

<b>Вопрос 15</b> Скорость распространения электромагнитных колебаний в стекле, если $\epsilon = 7$ , $\mu = 1$ .	
1. $0,43 \cdot 10^8$ м / с	3. $1,13 \cdot 10^8$ м / с

2. $1,31 \cdot 10^8 \text{ м / с}$	4. $3 \cdot 10^8 \text{ м / с}$
------------------------------------	---------------------------------

**Вопрос 16** Угловое ускорение – это ....

1. вторая производная от радиус-вектора по времени	3. отношение момента сил, действующих на тело, к его моменту инерции
2. производная от угловой скорости по времени	4. производная радиус-вектора по времени

**Вопрос 17** Момент силы относительно точки определяется выражением ....

1. $M = [R, F]$	3. $M = V^2/R$
2. $M = J \varepsilon$	4. $M = \varepsilon R$

**Вопрос 18** Кинетическая энергия вращающегося тела в классической механике определяется следующим соотношением:

1. $T = J\omega^2/2$	3. $T = mgh$
2. $T = mV^2/2$	4. $T = mV^2/R$

**Вопрос 19** Уравнение Бернулли описывается следующей формулой:

1. $\rho V^2/2 + \rho gh + P = const$	3. $\rho gV = const$
2. $mV/2 + mgh + P = const$	4. $SV + \rho gh + P = const$

**Вопрос 20** Уравнение Клапейрона-Менделеева выглядит следующим образом:

1. $P + V = \mu RT$	3. $P + V = R/T$
2. $PV = \nu RT$	4. $P/V = \mu RT$

**Вопрос 21** Уравнение, выражающее первое начало термодинамики выглядит следующим образом:

1. $Q = \Delta U + A$	3. $dQ = TdS$
2. $\eta = 1 - T_2/T_1$	4. $S = k \ln \Omega$

**Вопрос 22** Выражение для КПД цикла Карно выглядит следующим образом:

1. $\eta = 1 - T_{\max}/T_{\min}$	3. $\eta = T_{\min}/T_{\max} - 1$
2. $\eta = T_{\min}/T_{\max}$	4. $\eta = 1 - T_{\min}/T_{\max}$

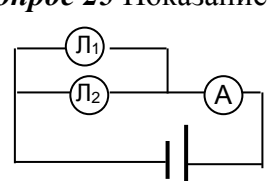
**Вопрос 23** Сопротивление провода, если его диаметр и длину уменьшить в 2 раза...

1. увеличится в 2 раза	3. уменьшится в 4 раза
2. возрастет в 4 раза	4. уменьшится в 4 раза

**Вопрос 24** Магнитное поле создаётся:

1. взаимодействующими электрическими зарядами	3. постоянным электрическим полем
2. неподвижными электрическими зарядами	4. движущимся потоком заряженных частиц

**Вопрос 25** Показание амперметра при перегорании лампочки  $L_2$ ...



1. уменьшится	3. не изменится
2. увеличится	4. амперметр покажет 0

**Вопрос 26** В шкале электромагнитных волн видимое излучение находится между:

1. ультрафиолетовым и рентгеновским излучениями	3. рентгеновским и гамма- излучениями
2. радиоволнами и инфракрасным излучением	4. инфракрасным и ультрафиолетовым излучениями

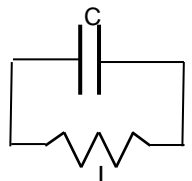
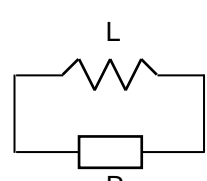
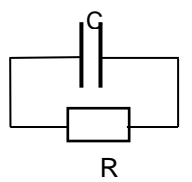
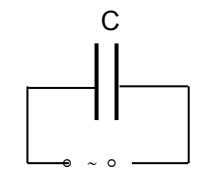
**Вопрос 27** Если естественный свет падает на границу раздела под углом Брюстера, то отраженный луч:

1. частично поляризован	3. разделяется на два
2. плоско поляризован	4. циркулярно поляризован

**Вопрос 28** Плотность тока в проводнике, если напряженность поля  $\vec{E}$  увеличить в 6 раз...

1. возрастет в 36 раз	3. уменьшится в 36 раз
2. уменьшится в 6 раз	4. увеличится в 6 раз

**Вопрос 29** Электрическая цепь, в которой можно возбудить свободные электромагнитные колебания  $q = q_0 \cos(\omega_0 t + \alpha)$ :

1. 	3. 
2. 	4. 

**Вопрос 30** Вектор плотности потока электромагнитной энергии определяется следующим выражением:

1. $S = [E B]$	3. $S = [D B]$
2. $S = [E H]$	4. $S = [DH]$

## Вариант 2

ОПК-3: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

Индикатор ОПК-3.4 Демонстрирует понимание физических явлений

**Вопрос 1** При поступательном движении ....

1. тело движется по прямой	3. все точки тела движутся по прямым лини-
----------------------------	--

	ям, параллельным друг другу
2. любая прямая, связанная с телом, перемещается параллельно самой себе	4. тело движется равномерно

**Вопрос 2** По отношению к траектории движения вектор ускорения раскладывают на ... компоненты.

1. вертикальную и горизонтальную	3. перпендикулярную и параллельную
2. нормальную и тангенциальную	4. путевую и перемещательную

**Вопрос 3** Аналогом массы в уравнении динамики вращательного движения является ....

1. момент инерции	3. угловой момент
2. момент вращения	4. момент движения

**Вопрос 4** Закон Архимеда описывается следующей формулой.

1. $F_A = mgh$	3. $F_A = \rho g V$
2. $F_A = F/S$	4. $F_A = \rho gh$

**Вопрос 5** Колебания точки описываются выражением:  $x = 2\sin(5t + 2)$ . Начальная фаза колебаний равна ....

1. 2 рад	3. 7 рад
2. 5 рад	4. 0 рад

**Вопрос 6** Изотермы идеального газа в координатах P-V представляют собой ....

1. параболы	3. гиперболы
2. прямые	4. адиабаты

**Вопрос 7** Идеальный газ ....

1. состоит из молекул, которые представляются материальными точками	3. подчиняется уравнению Клапейрона-Менделеева
2. состоит из молекул, взаимодействующих друг с другом	4. подчиняется уравнению Ван-дер-Ваальса

**Вопрос 8** Показатель адиабаты равен отношению ....

1. теплоёмкости газа при постоянном давлении к теплоёмкости при постоянном объёме	3. изменения энергии системы в адиабатическом процессе к количеству подведённого к системе тепла
2. теплоёмкости газа при постоянном объёме к теплоёмкости при постоянном давлении	4. количества подведённого к системе тепла к изменению энергии системы в адиабатическом процессе

**Вопрос 9** Зная угол Брюстера, можно определить:

1. работу выхода	3. показатель преломления
2. степень поляризации	4. угол дифракции

**Вопрос 10** При переходе светового луча из воздуха в некоторое вещество скорость света изменяется на 20 %. Определите показатель преломления этого вещества.

1. 1,25	3. 2
2. 1,5	4. 2,5

<b>Вопрос 11</b> Напряженность поля плоского конденсатора, если увеличить расстояние между пластинами в 2 раза...	
1. увеличится в 2 раза	3. не изменится
2. увеличится в 4 раза	4. уменьшится в 2 раза

<b>Вопрос 12</b> Величина электродвижущей силы индукции зависит...	
1. от способа изменения магнитного потока	3. от величины индукционного тока
2. от скорости изменения магнитного потока	4. от направления магнитного потока

<b>Вопрос 13</b> Из перечисленных ниже электромагнитных излучений имеет меньшую частоту...	
1. видимое	3. рентгеновское
2. инфракрасное	4. $\gamma$ – излучение

<b>Вопрос 14</b> Собственная циклическая частота электромагнитных колебаний в простейшем колебательном контуре зависит ...	
1. от начальной фазы колебаний	3. от величины емкости и сопротивления
2. от величины емкости и индуктивности	4. от амплитуды колебаний

<b>Вопрос 15</b> В законе Малюса: $I = I_0 \cos^2 \varphi$ , $I_0$ есть интенсивность:	
1. естественного света	3. частично поляризованного света
2. плоско поляризованного света	4. эллиптически поляризованного света

<b>Вопрос 16</b> Идеальная жидкость – это жидкость ....	
1. с нулевой плотностью	3. в которой отсутствует внутреннее трение
2. для которой выполняются законы Паскаля и Архимеда	4. для которой выполняется закон Бернулли

<b>Вопрос 17</b> Теорема Штейнера описывается следующей формулой.	
1. $J = J_c + m a^2$	3. $M = d (J\omega)/dt$
2. $M = [R, F]$	4. $M = R\epsilon$

<b>Вопрос 18</b> Инерциальной называется система отсчёта ....	
1. в которой выполняется первый закон Ньютона	3. в которой выполняется второй закон Ньютона
2. в которой все механические явления протекают одинаково при одинаковых начальных условиях	4. которая движется с ускорением

<b>Вопрос 19</b> Равномерное вращательное движение материальной точки полностью характеризуется ... вращения.	
1. угловой скоростью и периодом	3. угловой скоростью и частотой
2. частотой и периодом	4. радиусом и частотой

<b>Вопрос 20</b> Первое начало термодинамики можно сформулировать следующим образом.	
1. Невозможен самопроизвольный переход тепла от тела с более низкой температурой к телу с более высокой температурой	3. Невозможен самопроизвольный переход тепла от тела с более высокой температурой к телу с более низкой температурой
2. Количество тепла, сообщённое системе,	4. Невозможен круговой процесс, един-

идёт на приращение внутренней энергии системы и совершение системой работы над внешними телами	ственным результатом которого было бы совершение работы за счёт охлаждения теплового резервуара
--	---

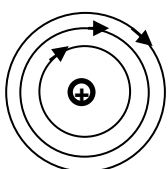
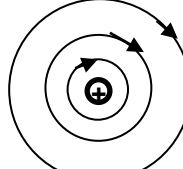
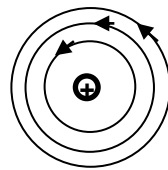
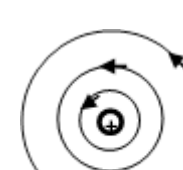
<b>Вопрос 21</b> Теплоёмкость в изотермическом процессе равна ....	
1. $\pm\infty$	3. $\nu R$
2. 0	4. $\nu RT$

<b>Вопрос 22</b> Коэффициент полезного действия тепловой машины, работающей по циклу Карно ....	
1. всегда больше, чем КПД любого другого цикла с теми же температурами нагревателя и холодильника	3. зависит от свойств рабочего тела и разности температур нагревателя и холодильника
2. зависит только от свойств рабочего тела и не зависит от температур нагревателя и холодильника	4. не зависит от свойств рабочего тела и температур нагревателя и холодильника

<b>Вопрос 23</b> Внутреннее трение можно определить, как ....	
1. процесс изменения скоростей движения молекул	3. свойство реальной жидкости оказывать сопротивление перемещению её слоёв друг относительно друга
2. обусловленное тепловым движением молекул проникновение одних веществ в объём, занятый другими веществами	4. процесс установления равновесного состояния системы

<b>Вопрос 24</b> Расстояния от соседних зон Френеля до заданной точки наблюдения дифракции отличаются друг от друга на: ( $\lambda$ - длина волны).	
1. $\lambda/4$	3. $3\lambda/4$
2. $\lambda/2$	4. $\lambda$

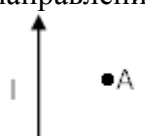
<b>Вопрос 25</b> Закон, которому соответствует формула $Q = U^2 t / R$ :	
1. закон Кулона	3. закон Видемана – Франца
2. закон Ома в интегральной форме	4. закон Джоуля – Ленца

<b>Вопрос 26</b> Верная картина силовых линий магнитного поля прямого тока (+):	
1. 	3. 
2. 	4. 

<b>Вопрос 27</b> Закон полного тока для токов проводимости:	
1. на всякий проводник с током, находящимся в магнитном поле, действует сила	3. циркуляция вектора напряженности магнитного поля вдоль замкнутого контура равна сумме токов, охватываемых данным контуром
2. магнитный поток через замкнутую поверхность равен 0	4. магнитное поле тока, протекающего по бесконечно длинному соленоиду, сосредоточено внутри соленоида

<b>Вопрос 28</b> Сила тока, протекающего в катушке, изменяется по закону $I=0,1t^2$ . Если при этом на концах катушки в момент времени 5с наводится ЭДС самоиндукции величиной $\mathcal{E}_s=2,0 \cdot 10^{-2}$ В, то индуктивность катушки равна:	
1. 0,01 Гн	3. 0,02 Гн
2. 0,03 Гн	4. 0,04 Гн

<b>Вопрос 29</b> Кусок неизолированной проволоки имеет сопротивление $R=2$ Ом. Чему будет равно сопротивление этой же проволоки, если ее разрезать посередине и свить полученные половины по всей длине:	
1. 0,5 Ом	3. 0,25 Ом
2. 2 Ом	4. 4 Ом

<b>Вопрос 30</b> По прямолинейному проводнику течет ток $I$ , как показано на рисунке. Укажите направление вектора магнитной индукции в точке А.	
	
1. к нам	3. влево
2. от нас	4. вправо

### Вариант 3

ОПК-3: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

Индикатор ОПК-3.4 Демонстрирует понимание физических явлений

<b>Вопрос 1</b> Плотность вещества – это ....	
1. масса единичного объёма вещества	3. произведение массы тела на его объём
2. мера инертности тела	4. его способность сохранять форму в условиях внешних воздействий

<b>Вопрос 2</b> Тело массой 1 кг, двигаясь под действием силы тяжести в течении 2 секунд получает импульс ....	
1. 2 Н·с	3. 20 Н·с
2. 1 Н·с	4. 5 Н·с

<b>Вопрос 3</b> Момент инерции однородного диска радиуса $R$ и массы $m$ относительно его оси вращения определяется следующим выражением.
---

1. $\frac{1}{2}MR^2$	3. $MR$
2. $2MR^2$	4. $MR^2$

**Вопрос 4** Условие неразрывности жидкости описывается следующей формулой.

1. $S_1v_1 = S_2v_2$	3. $\rho_1gh = \rho_2gh$
2. $P_1v_1 = P_2v_2$	4. $\rho_1gV_1 = \rho_2gV_2$

**Вопрос 5** Физический маятник – это ....

1. материальная точка, подвешенная на невесомой нерастяжимой нити	3. груз, закреплённый на пружине
2. материальное тело, подвешенное на невесомой упругой нити	4. физическое тело, совершающее колебания под действием силы тяжести

**Вопрос 6** Момент импульса материальной точки определяется как ....

1. векторное произведение её радиус-вектора и импульса	3. производная от импульса по времени
2. производная от импульса по координате	4. сумма произведений координат материальной точки на соответствующие им проекции импульса

**Вопрос 7** Колебания точки описываются выражением:  $x=3\sin(\pi t+5)$ . Период колебаний равен ....

1. 5 Гц	3. 7 Гц
2. 3 Гц	4. 2 Гц

**Вопрос 8** Электрическим моментом диполя называется векторная величина, определяемая выражением:

1. $\vec{P} = m\vec{v}$	3. $\vec{P} = q\vec{\ell}$
2. $\vec{P} = \vec{D} - \epsilon_0\vec{E}$	4. $\vec{P} = \epsilon\epsilon_0\vec{E}$

**Вопрос 9** В формулах, определяющих энергию заряженного проводника, допущена ошибка:

1. $W = c\varphi^2/2$	3. $W = q^2/2c$
2. $W = q\varphi^2/2$	4. $W = q\varphi/2$

**Вопрос 10** Магнитный поток  $\Phi = 40$  мВб пронизывает замкнутый контур. Определите среднее значение ЭДС индукции, возникающей в контуре, если магнитный поток изменился до нуля за время, равное  $2 \cdot 10^{-3}$  с.

1. 2 В	3. $80 \cdot 10^{-6}$ В
2. 8 В	4. 20 В

**Вопрос 11** Решение дифференциального уравнения, описывающего затухающие колебания в колебательном контуре:

$$\frac{d^2q}{dt^2} + 2\beta \frac{dq}{dt} + \omega_0^2 q = 0$$

имеет вид:

1. $q = q_0 \cos(\omega_0 t + \alpha)$	3. $q = q_0 \cos(\omega t + \alpha)$
2. $q = q_0 e^{-\beta t} \cos(\omega_0 t + \alpha)$	4. $q = q_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \alpha)$



**Вопрос 12** Заряженная частица влетает в однородное магнитное поле под углом  $\alpha = \pi/3$  к линиям магнитной индукции. По какой траектории будет двигаться частица?

1. её направление движения не изменится	3. по прямой вдоль линий индукции
2. по винтовой линии	4. по окружности

**Вопрос 13** Оптическая разность хода двух интерферирующих волн монохроматического света равна  $0,3 \lambda$ . Определите разность фаз  $\Delta\phi$ .

1. $0,3 \pi$	3. $0,5 \pi$
2. $0,4 \pi$	4. $0,6 \pi$

**Вопрос 14** Красная граница фотоэффекта зависит от:

1. от химической природы вещества	3. от частоты падающего на катод света
2. от интенсивности падающего на катод света	4. от максимальной скорости фотоэлектронов

**Вопрос 15** Из спектральных серий: Лаймана, Бальмера, Пашена или Брэкета находятся линии только ультрафиолетовой области спектра:

1. Лаймана	3. Пашена
2. Бальмера	4. Брэкета

**Вопрос 16** Импульс тела – это ....

1. произведение массы тела на его скорость	3. отношение силы, действующей на тело к его массе
2. произведение массы тела на квадрат его скорости, делённый на два	4. кинетическая энергия движения тела

**Вопрос 17** Относительно сохранения механической энергии справедливо следующее утверждение.

1. Механическая энергия замкнутой системы остаётся постоянной	3. Механическая энергия тела остаётся постоянной при взаимодействиях
2. Механическая энергия замкнутой консервативной системы остаётся постоянной	4. Механическая энергия тела не изменяется под действием консервативных сил

**Вопрос 18** Центр масс двух грузов массами 2 и 6 кг, расположенных на расстоянии 3 м друг от друга, находится на расстоянии ... от груза большей массы. Размерами грузов можно пренебречь в сравнении с расстоянием между ними.

1. 0,75 м	3. 1,0 м
2. 1,5 м	4. 2,0 м

**Вопрос 19** Давление в неподвижной несжимаемой жидкости ....

1. не зависит от расстояния до её поверхности	3. зависит от расстояния до её поверхности и не зависит от рода жидкости
2. не зависит от рода жидкости	4. определяется по формуле: $P=P_0+\rho gh$

**Вопрос 20** Стационарным называют течение ....

1. параметры которого не зависят от координаты	3. которое не изменяется со временем
2. для которого выполняются законы Паскаля и Архимеда	4. для которого число Рейнольдса не превышает 1000

<b>Вопрос 21</b> Колебательный процесс характеризуется ....	
1. временем	3. частотой
2. координатой	4. скоростью

<b>Вопрос 22</b> Формула емкости шара, находящегося в вакууме:	
1. $\epsilon\epsilon_0 S/d$	3. $4\pi\epsilon\epsilon_0 R$
2. $\epsilon_0 S/d$	4. $4\pi\epsilon_0 R$

<b>Вопрос 23</b> Математическая запись теоремы Гаусса для магнитного поля:	
1. $\Phi_m = \oint_s \mathbf{B}_n dS$	3. $\oint_s \vec{\mathbf{B}} d\vec{\mathbf{S}} = \mu_0 \mathbf{I}$
2. $\Phi_m = \oint_s \mathbf{B} dS \cos \alpha$	4. $\oint_s \vec{\mathbf{B}} d\vec{\mathbf{S}} = 0$

<b>Вопрос 24</b> Сопротивление провода, если его диаметр и длину уменьшить в 2 раза...	
1. увеличится в 2 раза	3. уменьшится в 4 раза
2. возрастет в 4 раза	4. уменьшится в 2 раза

<b>Вопрос 25</b> Элементы замкнутой электрической цепи, необходимые для возбуждения в ней свободных электромагнитных колебаний:	
1. конденсатор и сопротивление	3. источник ЭДС и катушка индуктивности
2. конденсатор и катушка индуктивности	4. источник ЭДС и конденсатор

<b>Вопрос 26</b> Направление линий индукции магнитного поля в центре кругового тока $I$ , текущего против часовой стрелки:	
	
1. по радиальной прямой от центра	3. по радиальной прямой к центру
2. по оси к нам	4. по оси от нас

<b>Вопрос 27</b> При данной разности фаз $\Delta\varphi$ амплитуда результирующего колебания, полученного при сложении колебаний от двух когерентных источников, минимальна	
1. $\Delta\varphi = 0$	3. $\Delta\varphi = 2k\pi$
2. $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2}$	4. $\Delta\varphi = \pi$

<b>Вопрос 28</b> Формула, определяющая потенциальный характер электростатического поля:	
1. $\oint_l \mathbf{E}_t dl = \epsilon$	3. $\oint_l \mathbf{E}_t dl = 0$
2. $\oint_s \mathbf{E}_n dS = \sum q_i / \epsilon_0$	4. $\oint_s \mathbf{D}_n dS = \sum q_i$

<b>Вопрос 29</b> Единица измерения коэрцитивной силы для ферромагнетиков:	
1. Ампер – А	3 Ампер на метр - А/м
2. Ньютон – Н	4. Ньютон на метр - Н/м

**Вопрос 30** Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

1. $h\nu = A - \frac{mv_{\text{макс}}^2}{2}$	3. $h\nu = A + \frac{mv_{\text{средн}}^2}{2}$
2. $h\nu = A + eU_{\text{зад}}$	4. $h\nu = A - eU_{\text{зад}}$

Приложение № 6

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, КОТОРЫЕ ПРИ  
НЕОБХОДИМОСТИ МОГУТ БЫТЬ ИСПОЛЬЗОВАНЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ  
АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В ФОРМЕ ЗАЧЕТА**

1. Понятие механической системы, системы отсчета, материальной точки, абсолютно твердого тела, абсолютно упругого тела, абсолютно неупругого тела.

2. Виды движения. Основная задача механики. Способы задания положения тела в пространстве. Место классической механики в современной физике. Виды движения.

3. Путь, перемещение, траектория, скорость, средняя скорость. Кинематические законы поступательного движения.

4. Ускорение, тангенциальное и нормальное ускорения. Направления, способы вычисления.

5. Угловое перемещение, угловая скорость, угловое ускорение. Связь угловой скорости с линейной, углового ускорения с тангенциальным. Кинематический закон вращательного движения.

6. Понятие массы тела, силы, импульса. Виды взаимодействий. Законы Ньютона.

7. Закон сохранения импульса.

8. Центр масс системы, его свойства. Инертная и гравитационная массы. Принцип эквивалентности.

9. Закон всемирного тяготения. Космические скорости.

10. Виды упругих деформаций. Характеристики деформаций. Закон Гука.

11. Момент инерции материальной точки, момент инерции тела. Теорема Штейнера.

12. Понятие момента силы и момента импульса, их направления и модули.

13. Основное уравнение динамики вращательного движения.

14. Закон сохранения момента импульса. Момент импульса твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.

15. Работа и мощность при поступательном движении. Кинетическая энергия поступательного движения.

16. Работа и мощность при вращательном движении. Кинетическая энергия вращательного и плоского движения.

17. Консервативные силы, их свойства. Диссипативные силы. Потенциальная энергия во внешнем поле сил.

18. Закон сохранения механической энергии.

19. Колебательное движение. Виды колебаний. Гармонические колебания. Определение частоты, периода, амплитуды, фазы колебаний.

20. Закон сохранения энергии в идеальных механических колебательных системах (математический и пружинный маятники).

21. Математический и физический маятники. Периоды их колебаний. Понятие приведенной длины физического маятника.

22. Затухающие колебания. Дифференциальное уравнение и его решение на примере механической системы (без вывода).

23. Основные характеристики затухающих механических колебаний: декремент, логарифмический декремент, добротность колебательной системы.

24. Вынужденные колебания. Дифференциальное уравнение и его решение для механической системы (без вывода).

25. Резонанс. Резонансная частота. Резонансная амплитуда. Резонансные кривые. На примере механической колебательной системы.

26. Сложение гармонических колебаний одного направления. Векторная диаграмма, бинения.

27. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.

28. Понятие о волновых процессах, виды волн. Фронт волны, длина волны, волновой вектор, волновое число. Скорость упругих продольных и поперечных волн в твердых телах и в газе.

29. Волновое уравнение. Уравнение плоской монохроматической волны.

30. Перенос энергии волной. Поток энергии, плотность потока энергии. Вектор Умова.

31. Стоячие волны, уравнение стоячей волны. Перенос энергии в стоячей волне.

32. Понятия: молекула, структурная единица, моль, идеальный газ, параметры состояния, процесс, релаксация; принцип построения температурных шкал. Соотношение термодинамических и статистических взглядов.

33. Уравнение состояния идеального газа. Частные случаи ( $V=\text{const}$ ,  $P=\text{const}$ ,  $T=\text{const}$ ). Графическое представление. Закон Дальтона.

34. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.

35. Распределение Максвелла по скоростям. Графические представления.

36. Средняя арифметическая, среднеквадратичная, наиболее вероятная скорости.

37. Барометрическая формула (ограничения, допущения). Распределение Больцмана.

38. Степени свободы молекул. Гипотеза о равномерном распределении энергии. Энергия, приходящаяся на колебательную степень свободы (принципиальное отличие от других степеней свободы).

39. Работа газа, внутренняя энергия газа. Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам.

40. Понятия теплоемкости, удельной теплоемкости, молярной теплоемкости. Единицы измерения. Теплоемкости при  $P=\text{const}$ ,  $V=\text{const}$ . Уравнение Майера.

41. Адиабатический процесс. Уравнение адиабаты. График адиабаты.

42. Физические основы работы тепловых двигателей. Цикл Карно. КПД идеальной тепловой машин и КПД необратимой тепловой машины.

43. Понятие энтропии. Второе и третье начала термодинамики.

44. Понятие об эффективном диаметре и средней длине свободного пробега молекулы

45. Диффузия, закон Фика, коэффициент диффузии.

46. Теплопроводность, закон Фурье, коэффициент теплопроводности.

47. Вязкость, закон Ньютона, коэффициент динамической вязкости.

Приложение № 7

**ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЭКЗАМЕН)  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Электрический заряд. Закон сохранения заряда. Закон Кулона.
2. Напряженность и потенциал электростатического поля. Принцип суперпозиции для напряженностей потенциалов электростатических полей. Работа по перемещению заряда в электростатическом поле.
3. Эквипотенциальные поверхности. Связь вектора напряженности электрического поля с потенциалом.
4. Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Гаусса.
5. Электрический диполь. Дипольный момент. Диполь во внешнем однородном электрическом поле.
8. Диэлектрики в электрическом поле. Виды поляризации диэлектриков. Электрическое поле в диэлектрике. Поляризованность диэлектрика. Диэлектрическая проницаемость среды.
9. Проводники в электрическом поле. Электрическое поле в проводниках. Электрическая емкость проводников.
10. Конденсаторы. Соединение конденсаторов. Энергия, запасенная конденсатором. Объемная плотность энергии электрического поля.
11. Электрический ток. Характеристики электрического тока (направление, плотность, подвижность). Электродвижущая сила, напряжение.
12. Закон Ома для однородного участка цепи. Электрическое сопротивление, проводимость. Соединение проводников.
13. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Закон Ома для замкнутой цепи. Закон Ома в дифференциальной форме.
14. Разветвленные цепи, правила Кирхгофа.
15. Работа и мощность тока. Закон Джоуля–Ленца.
16. Магнитное поле и источники. Вектор индукции магнитного поля. Принцип суперпозиций магнитных полей.
17. Закон Био–Савара–Лапласа и его применение для расчета магнитных полей.
18. Магнитный поток. Теорема Гаусса для магнитного поля. Циркуляция вектора магнитной индукции. (Закон полного тока).
19. Сила Ампера. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле.
20. Вращающий момент, действующий на контура с током в магнитном поле. Потенциальная энергия контура с током в магнитном поле.

21. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Сила Лоренца.
22. Эффект Холла.
23. Намагничивание магнетиков. Гипотеза Ампера. Классификация магнетиков, их свойства и основные характеристики. (Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, гистерезис).
24. Теорема о циркуляции для магнитного поля в веществе. (Закон полного тока). Понятие напряженности магнитного поля.
25. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца.
26. Явление самоиндукции и взаимной индукции. Понятие об индуктивности.
27. Энергия магнитного поля, объемная плотность энергии магнитного поля.
28. Изменение силы тока в цепи при подключении и отключении источника (экстратоки замыкания и размыкания цепи).
29. Полная система уравнений Максвелла в интегральной форме. Ток смещения.
30. Гармонические электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона.
31. Затухающие колебания в колебательном контуре. Дифференциальное уравнение и его решение (без вывода).
32. Основные характеристики затухающих электромагнитных колебаний: декремент, логарифмический декремент, коэффициент затухания, частота, период, волновое сопротивление).
33. Вынужденные колебания в колебательном контуре. Дифференциальное уравнение и его решение (без вывода).
34. Резонанс напряжения и тока. Резонансная частота. Резонансные амплитуды. Резонансные кривые.
35. Эффективное (действующее) значение тока и напряжения. Закон Джоуля-Ленца для переменного тока.
36. Понятие об электромагнитных волнах. Их основные характеристики: амплитуда, длина волны, период, волновое число, волновой вектор, интенсивность волны.
37. Волновое уравнение. Уравнение плоской монохроматической электромагнитной волны.
38. Энергия и импульс электромагнитных волн. Перенос энергии волной. Поток энергии, плотность потока энергии. Вектор Пойнтинга.
39. Световые волны, шкала электромагнитных волн. Оптический показатель преломления и его связь с характеристиками среды.



40. Когерентные волны. Условие когерентности. Время когерентности. Оптическая и геометрическая разности хода.
41. Интерференция. Условия максимумов и минимумов интерференции (для оптической разности хода и для разности фаз). Опыт Юнга. Ширина интерференционных максимумов.
42. Интерференция в тонких пленках. Просветление оптики.
43. Понятие о дифракции световых волн. Принцип Гюйгенса–Френеля. Метод зон Френеля.
44. Дифракция Фраунгофера на щели (условия минимумов и максимумов). Дифракционная решетка, ее принцип работы, условие главных максимумов.
45. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа-Брэгга.
46. Понятие поляризации света, виды поляризации. Степень поляризации. Закон Малюса.
47. Поляризация света при преломлении и отражении. Угол Брюстера.
48. Оптически активные вещества. Угол поворота плоскости поляризации в твердых телах и в растворах.
49. Поглощение света. Закон Бугера.
50. Спектральные характеристики приборов: угловая и линейная дисперсии, разрешающая способность. Угловая дисперсия и разрешающая способность дифракционной решетки.
51. Тепловое излучение, его свойства. Абсолютно черное тело. Испускательная и поглощательная способности. Закон Кирхгофа, закон Стефана-Больцмана.
52. Формулы Вина и Рэлея-Джинса (основные идеи), УФ катастрофа. Закон смещения Вина.
53. Энергия и импульс световых квантов. Гипотеза Планка. Формула Планка.
54. Фотоэффект, законы Столетова.
55. Эффект Комптона.
56. Закономерности атомных спектров, спектральные серии, обобщенная формула Бальмера.
57. Постулаты Бора, правило квантования круговых орбит.
58. Принцип неопределенности Гейзенберга, оценка размеров и энергии атома водорода на его основе.
59. Уравнение Шредингера (временное и для стационарных состояний), нормировка и смысл  $\psi$  - функции.
60. Квантование энергии (на примере одномерной потенциальной ямы).
61. Отражение и преломление частиц на низком потенциальном барьере, особенности процесса.

62. Отражение и преломление частиц на высоком потенциальном барьере, туннельный эффект.

63. Положение электрона на орбите в атоме водорода по классической и квантовой теории.

64. Орбитальное гиромагнитное отношение. Пространственное квантование момента импульса электрона.

65. Спин электрона. Спиновое гиромагнитное отношение, его отличие от орбитального. Магнетон Бора.

66. Заполнение электронных слоев и оболочек. Принцип Паули.

67. Кратность вырождения. Правило отбора.

### ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ

**№1.** В вершинах треугольника со сторонами по  $l = 2 \cdot 10^{-2}$  м находятся равные заряды по  $q = 2 \cdot 10^{-9}$  Кл. Найти равнодействующую сил, действующих на четвертый заряд  $Q = 10^{-9}$  Кл, помещенный на середине одной из сторон треугольника.

**№2.** Заряженный шарик подвешен на диэлектрической нити во внешнем электрическом поле, силовые линии которого горизонтальны. При этом нить образует с вертикалью угол  $\alpha = 45^\circ$ . На сколько изменится угол отклонения нити при уменьшении заряд шарика на 18%?

**№3.** Определить потенциал  $\varphi$  точки поля, находящейся на расстоянии  $l = 5 \cdot 10^{-2}$  м от центра заряженного шара, если напряженность поля в этой точке  $E = 3 \cdot 10^5$  В/м. Определить заряд шара.

**№4.** Расстояние между пластинами слюдяного конденсатора  $d = 2,2$  мм, а площадь каждой пластины  $s = 6 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>. Пластины притягиваются с силой  $F = 0,4$  мН. Определить разность потенциалов  $\Delta\varphi$  между пластинами и электрическую емкость  $C$  конденсатора.

**№5.** Напряжение на шинах электростанции  $U = 10$  кВ. Расстояние до потребителя  $l = 500$  км (линия двухпроводная). Станция должна передать потребителю мощность  $N = 100$  кВт. Потери напряжения на проводах не должны превышать 4%. Вычислить массу  $m$  медных проводов на участке электростанция — потребитель.

**№6.** В однородном горизонтальном магнитном поле находится в равновесии горизонтальный прямолинейный алюминиевый проводник с током силой  $I = 10$  А, расположенный перпендикулярно полю. Определить индукцию поля, считая радиус проводника равным  $r = 2$  мм.

**№7.** Два электрона движутся в одном направлении вдоль одной прямой с одинаковой по модулю скоростью  $v = 10^4$  м/с. Найти напряженность магнитного поля  $H$  зарядов при рас-

стоянии между ними  $d = 4 \cdot 10^{-8}$  см. Точка, для которой определяется напряженность магнитного поля, лежит на серединном к траектории перпендикуляре на расстоянии  $l = 3 \cdot 10^{-8}$  см.