



## 1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Физика» относится к «Обязательной части» Блока 1 «Дисциплины (модули)» модуля «Общеинженерный» данного направления подготовки. Она изучается в 1 семестре и связана с дисциплинами «Математика», «Техническая механика», «Материаловедение», «Архитектурная физика» и др.

Изучение дисциплины направлено на формирование, в первую очередь, базовых знаний по акустике, микроклимату, освещению, а также базовых знаний в области физики, необходимых для изучения объемно-пространственных требований к основным типам средовых объектов и комплексов, для изучения строительных материалов, изделий и конструкций, облицовочных материалов (в соответствии с необходимыми компетенциями). При изучении дисциплины формируется умение выполнять анализ исходных данных и проводить поиск проектного решения.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
<b>ОПК-4.</b> Способен применять методики определения технических параметров проектируемых объектов	<p><b>Знать:</b> объемно-пространственные и технико-экономические требования к основным типам средовых объектов и комплексов, включая требования, определяемые функциональным назначением проектируемого объекта и особенностями участка застройки, а также требования обеспечения безбарьерной среды жизнедеятельности, основы проектирования конструктивных решений объектов архитектурной среды, основы проектирования средовых составляющих архитектурно-дизайнерских объектов и комплексов, включая, освещение, микроклимат, акустику, в том числе с учетом потребностей маломобильных групп граждан и лиц с ОВЗ, основные строительные материалы, изделия и конструкции, облицовочные материалы, их технические, технологические, эстетические и эксплуатационные характеристики, основные технологии производства строительных и монтажных работ, методики проведения техникоэкономических расчётов проектных решений.</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять сводный анализ исходных данных, данных задания на проектирование средовых объектов и комплексов, и их наполнения и данных задания на разработку проектной документации, проводить поиск проектного решения в соответствии с особенностями проектируемого объекта архитектурной среды, проводить расчёт технико-экономических показателей предлагаемого проектного решения.</p> <p><b>Владеть:</b> методикой выполнения сводного анализа исходных данных, данных задания</p>

	на проектирование, данных задания на разработку проектной документации, приемами организации поиска проектного решения в соответствии с особенностями проектируемого объекта архитектурной среды, техникой проведения расчётов технико-экономических показателей предлагаемого проектного решения
--	---

### 3. Содержание дисциплины

В дисциплине «Физика» изучаются базовые понятия, законы, принципы, концепции, необходимые для приобретения компетенции ОПК-4.

Дисциплина состоит из 6 разделов: Основы механика, Основы молекулярной физики и термодинамики, Основы электромагнетизма. Основы оптики, Основы квантовой физики и физики атома, Основы физики атомного ядра и элементарных частиц. Первый и второй изучаются в двух лекциях каждый. Это обусловлено с необходимостью использовать знания по этим разделам в других дисциплинах, с которыми связана «Физика», а также сложностью математического аппарата, применяемого при изучении вопросов этих разделов. На изучение остальных разделов отводится по 1 лекции.

Для удовлетворения индикаторов компетенции «уметь» и «владеть» дисциплина подразумевает проведение практических занятий с решением задач по указанным разделам физики. При этом на изучение первых двух разделов и четвёртого отведено по 2 занятия, для других разделов – по одному. Кроме того, необходимо выполнение студентами самостоятельных работ.

### 4. Тематический план

№ п/п	Разделы и Темы	Всего часов	Формы занятий				
			лекции	семинары	практические занятия	лабораторные занятия	самостоятельная работа
1	Введение. Основы механики	16	4	0	4	0	8
2	Основы молекулярной физики и термодинамики	16	4	0	4	0	8
3	Основы электромагнетизма	10	2	0	2	0	6
4	Основы оптики	14	2	0	4	0	8
5	Основы квантовой физики и физики атома	8	2	0	2	0	4
7	Основы физики атомного ядра и элементарных частиц	8	2	0	2	0	4
<b>ИТОГО</b>		<b>72</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>38</b>

### 5. Виды образовательной деятельности

*Занятия лекционного типа*

*Лекция 1*

***Введение***

Раздел: ***Основы механики***

Кинематика поступательного и вращательного движения материальной точки и твёрдого тела.

Динамика поступательного и вращательного движения материальной точки и твёрдого тела.  
Гравитационное поле (самостоятельно).

### *Лекция 2*

Механическая энергия.  
Законы сохранения в механике.  
Механические колебания.  
Механические волны.  
Звук (самостоятельно).

### *Лекция 3*

#### Раздел: **Основы молекулярной физики и термодинамики**

Основные утверждения молекулярно-кинетической теории.  
Начала термодинамики, их применение.  
Циклические процессы и тепловые двигатели (самостоятельно).

### *Лекция 4*

Агрегатные состояния вещества и тепловые свойства реальных газов, жидкостей, твердых тел.  
Кристаллические решётки, типы связей частиц в кристаллах (самостоятельно).  
Фазовые переходы первого и второго рода.  
Явления переноса.

### *Лекция 5*

#### Раздел: **Основы электромагнетизма**

Основные явления и законы электростатики и магнитостатики.  
Законы постоянного тока (самостоятельно).  
Электролиз, законы Фарадея (самостоятельно).  
Электромагнитная индукция, электромагнитное поле.  
Электромагнитные колебания.  
Электромагнитные волны. свет.

### *Лекция 6*

#### Раздел: **Основы оптики**

Основные явления и законы волновой оптики.  
Основные явления и законы геометрической оптики.  
Построение изображений предметов с помощью зеркал и линз.  
Глаз как оптический и фотометрический прибор (самостоятельно).  
Естественная и искусственная освещённость, законы освещенности (*самостоятельно*).

### *Лекция 7*

#### Раздел: **Основы квантовой физики и физики атома**

Корпускулярно-волновой дуализм электромагнитного излучения и микрочастиц, волновая функция, соотношения неопределённостей Гейзенберга.  
Модели атома, состав атома, постулаты Бора (самостоятельно).  
Квантово-механическое описание атома, квантовые числа. Спектры атомов и молекул.

### *Лекция 8*

#### Раздел: **Основы физики атомного ядра и элементарных частиц**

Состав ядра, модели ядра. Ядерные силы, дефект масс и энергия связи нуклонов.  
Радиоактивный распад и его типы, ядерные реакции (самостоятельно).  
Элементарные частицы, их взаимное превращение.  
Фундаментальные взаимодействия. Принципы классификации элементарных частиц.

## Занятия семинарского типа

### Практические занятия

#### Занятие 1

##### Раздел: **Основы механики**

##### Кинематика и динамика

##### Теоретические вопросы

1. Что называют: а) механическим движением, б) траекторией, в) системой отсчёта?
2. Что называют: а) перемещением, б) скоростью, в) ускорением?
3. Какое движение называют равномерным? Запишите его закон при движении материальной точки: а) по прямой траектории, б) по окружности.
4. Какое движение называют равнопеременным? Запишите закон равнопеременного движения материальной точки: а) по прямой траектории, б) по окружности.
5. Что такое инертность тела? Какая физическая величина является мерой инертных свойств тела: а) при поступательном движении; б) при вращении?
6. Сформулируйте: а) второй закон Ньютона, б) основной закон динамики вращательного движения. Запишите уравнения поступательного и вращательного движений?
7. Что такое сила, момент силы? В каких единицах их измеряют?
8. Сформулируйте третий закон Ньютона. Примеры его проявления.
9. Сформулируйте закон сохранения: а) импульса, б) момента импульса.
10. Сформулируйте теорему об изменении: а) импульса, б) момента импульса

##### Задачи для аудиторной работы

1. Уравнение движения тела дано в виде:  $x(t) = 15t + 0,4t^2$ . Определить начальную скорость и ускорение движения тела, а также координату и скорость тела через 5 секунд.
2. Какова начальная скорость шайбы пущенной по поверхности льда, если она остановилась через 40 с? Коэффициент трения шайбы о лед 0,05.
3. Найти момент инерции тонкого диска массой  $m=200$  г относительно оси вращения проходящей через его центр. Радиус диска  $R=5$  см.

##### Задания для самостоятельной работы

4. Зависимость пройденного пути от времени выражается уравнением:  $S(t) = At - Bt^2 + Ct^3$  ( $A = 2$  м/с,  $B = 3$  м/с<sup>2</sup>,  $C = 4$  м/с<sup>3</sup>). Записать выражения для скорости и ускорения. Определить для момента времени 2 с после начала движения: а) пройденный путь; б) скорость; в) ускорение.
5. Точка движется по окружности радиусом 15 см с постоянным тангенциальным ускорением. К концу четвертого оборота после начала движения линейная скорость точки 15 см/с. Определить нормальное ускорение точки через 16 с после начала движения.
6. Тело массой  $m=20$  г соскальзывает с трением с наклонной плоскости. Угол наклона плоскости  $\alpha=30^\circ$ , её длина  $l=50$  см, коэффициент трения  $\mu=0,02$ . Начальная скорость тела равна нулю. Найти время спуска тела с наклонной плоскости.

##### Вопрос для самостоятельного изучения

Гравитационное поле.

#### Занятие 2

##### Работа, энергия. Механические колебания и волны

##### Теоретические вопросы

11. Как определить работу и мощность: а) силы, б) момента силы?
12. Что называют кинетической и потенциальной энергией?

13. Сформулируйте: а) закон сохранения механической энергии, б) теорему об изменении механической энергии.
14. Что такое удар? Какие типы ударов бывают?
15. Запишите закон механических колебаний: а) свободных гармонических, б) свободных затухающих, в) вынужденных гармонических.
16. Чем равна кинетическая, потенциальная и полная механическая энергия гармонических колебаний?
17. Что такое резонанс? Чему равна: а) резонансная амплитуда, б) резонансная частота?
18. Что такое волна? Чем отличается фаза волны от фазы колебаний? Запишите уравнение плоской механической волны.
19. Что называют: а) лучом, б) фронтом волны? Какие бывают формы фронта? Как ориентированы лучи относительно фронта?
20. В каких средах распространяются поперечные и продольные механические волны? Как вычислить скорость этих волн?
21. Как определить частоту и период волны? Как для механической волны вычислить: а) длину волны, б) волновое число, в) энергию?

#### Задачи для аудиторной работы

7. Материальная точка массой  $5 \text{ г}$  совершает гармонические колебания с частотой  $0,5 \text{ Гц}$ . Амплитуда колебаний  $3 \text{ см}$ . Определить скорость, ускорение и силу, действующую на точку, через первые  $4 \text{ с}$ .
8. Найти амплитуду, период, частоту и начальную фазу колебания, заданного уравнением  $x = 5 \sin\left(\frac{39,2t + 5,2}{5}\right) \text{ см}$ .
9. Скорость упругих волн  $4 \text{ м/с}$ . Расстояние между двумя колеблющимися частицами среды с разностью фаз  $\pi/4$  равно  $5 \text{ см}$ . Определить: а) частоту, б) период колебаний, в) длину волны.

#### Задания для самостоятельной работы

4. Кольцо массой  $m=40 \text{ г}$  и радиусом  $3 \text{ см}$  вращается вокруг неподвижной оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр масс со скоростью  $\omega = 2 \text{ м/с}$ . Найти кинетическую энергию тела.
5. Найти амплитуду, период, частоту, начальную фазу колебаний, а также получить выражения скорости, ускорения и механической энергии, если закон колебаний имеет вид  $x = 5 \sin(9,42 \cdot t + 2,3) \text{ см}$ .
6. Как изменится период колебаний маятника при переносе его с Земли на Луну.
7. Частота колебаний источника упругой волны равна  $500 \text{ Гц}$ . Волна распространяется в воздухе со скоростью  $340 \text{ м/с}$ . Вычислите: а) циклическую частоту, б) период, в) длину волны, г) волновое число. Запишите уравнение волны.

#### Вопрос для самостоятельного изучения

Звук.

### Занятие 3

#### Раздел: **Основы молекулярной физики и термодинамики**

##### *МКТ и ТД идеального газа*

##### Теоретические вопросы

1. Сформулируйте основные утверждения МКТ.
2. Что такое тепловое движение? Какими микропараметрами молекул его характеризуют?
3. Запишите основное уравнение МКТ для идеального газа.
4. Как вычислить: а) количество вещества, б) среднюю длину свободного пробега молекул, в) среднюю арифметическую скорость, г) среднюю квадратичной скорости, д) наиболее вероятнейшей скорости.

5. Что такое степень свободы молекулы? Как её определить в зависимости от структуры молекулы и характера её движения?
6. Сформулируйте теорему о равномерном распределении средней кинетической энергии молекулы.
7. Что называют распределением Больцмана?
8. Для чего нужна барометрическая формула?
9. Что такое термодинамическая система?
10. Что такое термодинамическое состояние, каким оно бывает? Сформулируйте общее начало термодинамики.
11. Что такое термодинамические параметры? Приведите примеры. Сформулируйте нулевое начало термодинамики.
12. Запишите термическое уравнение состояния: а) идеального газа, б) реального газа.
13. Запишите калорическое уравнение состояния: а) идеального газа, б) реального газа.
14. Что такое термодинамический процесс, какие они бывают? Приведите примеры изопроцессов.
15. Запишите уравнения изопроцессов и изобразите графики на координатных сетках  $(p, V)$ ,  $(V, T)$ ,  $(p, T)$ : а) изохорного, б) изотермического, в) адиабатического, г) изобарного.
16. Что такое внутренняя энергия вещества? Сформулируйте первое начало термодинамики. В чем сходство и различие понятий «количество теплоты», «работа»?
17. Примените первое начало термодинамики к процессам: а) изохорному, б) изотермическому, в) адиабатическому, г) изобарному, д) круговому.
18. Каков термодинамический и статистический смысл энтропии? Сформулируйте второе начало термодинамики.

#### Задачи для аудиторной работы

1. Сколько молекул содержится в  $10 \text{ г}$  некоторого газа, средняя квадратичная скорость молекул которого равна  $480 \text{ м/с}$  при температуре  $23 \text{ }^\circ\text{C}$ ?
2. Воздух массой  $200 \text{ г}$ , находящийся в некотором сосуде, имеет температуру  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Чему равна средняя кинетическая энергия: а) поступательного движения всех молекул, б) вращательного движения всех молекул?
3. В сосуде объемом  $0,1 \text{ л}$  содержится некоторый газ при температуре  $27 \text{ }^\circ\text{C}$ . На сколько понизится давление газа, если вследствие утечки газа из сосуда выйдет  $10^{20}$  молекул?
4. Вычислите конечную температуру, конечное давление азота и изменение внутренней энергии азота, содержащегося в закрытом сосуде емкостью  $800 \text{ л}$  под давлением  $1,2 \cdot 10^5 \text{ Па}$  и температуре  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , если азоту сообщено количество теплоты  $1,84 \cdot 10^5 \text{ Дж}$ .
5. Вычислите коэффициент Пуассона азота массой  $200 \text{ г}$ , который занимал объем  $830 \text{ см}^3$ , если при адиабатическом сжатии его температура увеличилась от  $280$  до  $500 \text{ К}$ , а давление стало равно  $15,2 \text{ атм}$ .

#### Задачи для самостоятельного решения

1. Какой объем занимает газ, находящийся под давлением  $133 \text{ Па}$  и при температуре  $7 \text{ }^\circ\text{C}$ , если в газе содержится  $8,0 \cdot 10^{16}$  молекул?
2. Давление некоторого газа при температуре  $17 \text{ }^\circ\text{C}$  равно  $9,9 \cdot 10^4 \text{ Па}$ , а его плотность –  $8,2 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$ . Определить, какой это газ (молярную массу).
3. Определить массу углекислого газа, протекающего в течение  $10 \text{ мин}$  со скоростью  $0,9 \text{ м/с}$  по трубе, площадь поперечного сечения которой  $5 \text{ см}^2$ . Давление газа  $3,9 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Температура  $280 \text{ К}$ .
4. До какой температуры можно нагреть плотно закрытый сосуд, содержащий  $36 \text{ г}$  воды, чтобы он не разорвался, если стенки сосуда выдерживают давление  $5 \cdot 10^6 \text{ Па}$ ? Емкость сосуда  $5 \text{ л}$ .
5. Водород занимает объем  $10 \text{ м}^3$  при давлении  $0,1 \text{ МПа}$ . Его нагрели при постоянном объеме до давления  $0,3 \text{ МПа}$ . Определить изменение внутренней энергии газа, работу, совершенную газом и теплоту, сообщенную газу.

6. Определить работу, совершённую идеальным газом при изотермическом расширении, если его давление уменьшилось от  $12 \cdot 10^5$  Па до  $2,0 \cdot 10^5$  Па и если в начале расширения газ занимал объём  $2,0 \text{ м}^3$ .

Вопрос для самостоятельного изучения

Циклические процессы и тепловые двигатели.

Занятие 4

*Реальные газы, жидкости, твёрдые тела, фазовые переходы и явления переноса*

Теоретические вопросы

19. Что такое «молекулярное давление» и каков физический смысл поправки «*a*» в уравнении Ван-дер-Ваальса?
20. Что такое «собственный объём» и каков физический смысл поправки «*b*» в уравнении Ван-дер-Ваальса?
21. В каких агрегатных состояниях вещества реализуется: а) «ближний порядок», б) «дальний порядок»?
22. Почему поверхность жидкости обладает избыточной энергией по сравнению с энергией внутри её объема? Что такое «поверхностное натяжение» жидкости? Примеры его проявления.
23. От чего зависит высота подъёма или опускания жидкости по капилляру?
24. Чем отличаются кристаллические твердые тела от аморфных? Что такое «кристаллическая решётка»? Какой она бывает?
25. Каков характер движения частиц в узлах кристаллической решётки? Почему происходит тепловое расширение твёрдых тел?
26. Как вычислить для кристалла (в классической теории): а) внутреннюю энергию, б) теплоёмкость?
27. Что называют: а) фазой вещества, б) фазовым переходом? Какие типы фазовых переходов существуют? Приведите примеры.
28. Что такое называют скрытой теплотой фазового перехода? Приведите примеры.
29. Что происходит с внутренней энергией и энтропией при фазовых переходах?
30. Чем кипение отличается от испарения?
31. Что называют влажностью воздуха, точкой росы, давлением насыщенного пара?
32. Какой вид имеет диаграмма равновесия кристаллической, жидкой и газовой фаз? Что такое тройная точка?
33. Какова причина явлений переноса: а) диффузии, б) внутреннего трения (вязкости), в) теплопроводности?
34. От каких параметров идеального газа и как зависит коэффициент: а) диффузии, б) вязкости, в) теплопроводности?

Задачи для аудиторной работы

6. Вычислите температуру, при которой давление реального кислорода, имеющего плотность  $100 \text{ г/л}$ , равно  $70 \text{ атм}$ . Сравните с температурой «идеального» кислорода. Постоянные Ван-дер-Ваальса «*a*» и «*b*» равны, соответственно,  $0,135 \text{ Н·м}^4/\text{моль}^2$  и  $3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$ .
7. Фитиль поднимает воду на высоту  $80 \text{ см}$ . На какую высоту по тому же фитилю поднимется керосин? Коэффициент поверхностного натяжения и плотность равны, соответственно, для воды  $72,75 \text{ мН/м}$  и  $1000 \text{ кг/м}^3$ , для керосина  $24 \text{ мН/м}$  и  $800 \text{ кг/м}^3$ .
8. На сколько нагреется капля ртути, полученная при слиянии двух капелек радиусом  $10^{-3} \text{ м}^3$  каждая? Плотность, удельная теплоёмкость и коэффициент поверхностного натяжения ртути равны, соответственно  $13600 \text{ кг/м}^3$ ,  $136 \text{ Дж/(кг·К)}$  и  $0,513 \text{ Н/м}$ .
9. При температуре  $273 \text{ К}$  длина цинкового стержня равна  $200 \text{ мм}$ , а медного  $201 \text{ мм}$ . Поперечные размеры стержней одинаковые. При какой температуре длины стержней одинаковые? Коэффициент линейного теплового расширения цинка  $29 \cdot 10^{-6} \text{ К}^{-1}$ , меди –  $17 \cdot 10^{-6} \text{ К}^{-1}$ .
10. Вычислите массу азота, прошедшего вследствие диффузии через поверхность площадью  $10^{-2} \text{ м}^2$  за  $10 \text{ секунд}$ , если в направлении, перпендикулярном этой поверхности, градиент плотности равен  $1,26 \text{ кг/м}^4$ . Температура азота  $300 \text{ К}$ . Средняя длина свободного пробега молекул азота равна  $10^{-7} \text{ м}$ , а эффективный диаметр  $3,1 \cdot 10^{-10} \text{ м}$ .



### Задания для самостоятельной работы

7. В сосуде объёмом  $0,2 \text{ м}^3$  находится  $300 \text{ моль}$  водорода при нормальном давлении ( $760 \text{ мм рт ст}$ ). Считая газ реальным, определить, во сколько раз надо увеличить его температуру, чтобы давление увеличилось *втрое*?
8. Сливки, плотность которых  $993,9 \text{ Н/м}$ , находятся в U-образной капиллярной трубке. Разность уровней в коленах равна  $20 \text{ мм}$ . Диаметры каналов в коленах трубки равны  $2 \text{ мм}$  и  $4 \text{ мм}$ . Определить коэффициент поверхностного натяжения сливок.
9. Какую работу необходимо совершить, чтобы каплю масла массой  $1 \text{ г}$  изотермически раздробить внутри воды на капельки диаметром по  $2 \text{ мкм}$ ? Коэффициент поверхностного натяжения на границе «вода – масло» равен  $18 \text{ мН/м}$ , плотность масла –  $900 \text{ кг/м}^3$ .
10. Пользуясь законом Дюлонга и Пти, найти, из какого материала изготовлен металлический цилиндр весом  $0,245 \text{ Н}$ . Известно, что для его нагревания на  $20 \text{ К}$  потребовалось количество теплоты  $117 \text{ Дж}$ .
11. Какое количество теплоты теряется *ежесекундно* через окно за счет теплопроводности воздуха между рамами, если площадь окна  $4 \text{ м}^2$ , расстояние между рамами  $3 \text{ см}$ ? Температура в помещении  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , а снаружи  $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ . Давление нормальное.

### Вопрос для самостоятельного изучения

Кристаллические решётки, типы связей частиц в кристаллах.

Занятие 5

### Раздел: **Основы электромагнетизма**

#### Теоретические вопросы

1. Что такое: а) элементарный электрический заряд, б) заряд тела, в) точечный заряд, в) пробный заряд?
2. Сформулируйте и запишите закон: а) сохранения электрического заряда, в) Кулона.
3. Дайте представление об электростатическом поле. Какие величины характеризуют это поле в каждой точке и в любой момент времени? Каковы их единицы измерения?
4. Что такое: а) картина силовых линий (линий напряжённости), б) картина эквипотенциальных поверхностей? Приведите примеры (нарисуйте).
5. Каковы признаки электрического поля: а) однородного, б) неоднородного, в) постоянного, г) переменного, д) сильного, е) слабого? Приведите примеры таких полей.
6. Как вычислить напряженность электрического поля, созданного: а) точечным зарядом, б) заряженной нитью, в) заряженным цилиндром, г) заряженной сферой, д) заряженной плоскостью, е) заряженным плоским конденсатором?
7. Как вычислить работу электрического поля по перемещению заряда при известной: а) силе Кулона, б) напряжённости, в) разности потенциалов, г) энергии взаимодействия перемещаемого заряда с зарядом, создавшим поле?
8. Что такое конденсатор. Как определить электрическую ёмкость конденсатора? От чего она зависит? В каких единицах её измеряют? Пример электроёмкости плоского конденсатора.
9. Как вычислить энергию: а) электрического поля конденсатора, б) однородного электрического поля (зная напряженность), в) неоднородного электрического поля?
10. Что представляет собой электрический ток? Что такое проводники первого и второго рода? Каковы их физические свойства? Материалы?
11. Как вычислить: а) силу тока, б) сопротивление, в) напряжение, г) работу, д) мощность?

16. Что такое магнитное поле? Какая величина характеризует это поле в каждой точке в любой момент времени? Какова единица измерения?
17. Как можно изобразить магнитное поле? Пример (нарисовать) магнитного поля катушки индуктивности.
18. На какой объект действует, чему равна и как направлена: а) сила Ампера, б) сила Лоренца.
19. В чем состоит явление и как записать закон Фарадея в случае: а) электромагнитной индукции, б) самоиндукции, в) взаимной индукции.
20. Что такое индуктивность контура? От чего она зависит? В каких единицах её измеряют? Пример индуктивности катушки.
21. Как вычислить энергию: а) магнитного поля катушки, б) однородного магнитного поля (зная магнитную индукцию), в) неоднородного магнитного поля?
22. Что такое колебательный контур? Какие величины меняются в процессе электромагнитных колебаний в контуре?
23. Запишите (и сравните) закон изменения заряда в случае: а) гармонических колебаний в идеальном контуре, б) затухающих колебаний в реальном контуре, в) вынужденных колебаний.
24. Что называют реактивным сопротивлением? Запишите закон Ома в последовательной цепи переменного тока для: а) резистора, б) конденсатора, в) катушки индуктивности, г) резистора, конденсатора и катушки.
25. Для случая электромагнитных колебаний в контуре чему равна: а) резонансная амплитуда, б) резонансная частота?
26. Что такое электромагнитная волна? Где она может распространяться? Почему эта волна всегда поперечная? Запишите уравнение плоской электромагнитной волны.
27. Как для электромагнитной волны вычислить: а) скорость, б) длину волны, в) волновое число, г) энергию?

#### Задачи для аудиторной работы

1. Электрическое поле создано точечными зарядами  $30 \text{ нКл}$  и  $-10 \text{ нКл}$ , расположенными на расстоянии  $20 \text{ см}$  друг от друга. Определите напряженность поля в точке, удаленной на  $15 \text{ см}$  от первого и  $10 \text{ см}$  от второго зарядов.
2. Электрон движется в магнитном поле с индукцией  $0,1 \text{ Тл}$  перпендикулярно линиям индукции. Определите силу, действующую на электрон со стороны поля, если радиус кривизны траектории  $0,5 \text{ мм}$ .
3. За  $5 \text{ мс}$  в соленоиде, содержащем  $500$  витков, магнитный поток равномерно убывает от  $7 \text{ мВб}$  до  $3 \text{ мВб}$ . Найдите ЭДС индукции в соленоиде
4. Конденсатор колебательного контура был заряжен до  $3 \text{ мкКл}$ . Зная, что индуктивность катушки равна  $2 \text{ мГн}$  и частота электромагнитных колебаний  $30 \text{ Гц}$ , вычислить энергию магнитного поля катушки через  $1 \text{ с}$  после начала электромагнитных колебаний, считая их незатухающими.
5. В среде с  $\epsilon = 2$  и  $\mu = 1$  распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности электрического поля волны  $50 \text{ В/м}$ . Найти: а) амплитуду напряженности магнитного поля; б) фазовую скорость; в) интенсивность волны.

#### Задания для самостоятельной работы

1. Напряженность поля точечного заряда на расстоянии  $20 \text{ см}$  от него равна  $100 \text{ В/м}$ . Определите потенциал поля на расстоянии  $40 \text{ см}$  от заряда.
2. Силы тока в параллельных проводниках длиной  $1 \text{ м}$  равны  $20 \text{ А}$  и  $30 \text{ А}$  соответственно. Определите расстояние между проводниками, если они взаимодействуют с силой  $4 \text{ мН}$ .
3. В катушке протекает ток, создающий магнитное поле с энергией  $0,5 \text{ Дж}$ . Магнитный поток через катушку равен  $0,1 \text{ Вб}$ . Найдите силу тока.
4. Напряжение на обкладках конденсатора в идеальном колебательном контуре изменяется по закону  $U(t) = 10 \cos(10^4 t) \text{ В}$ . Электроёмкость конденсатора равна  $10 \text{ мкФ}$ . Найти:

период электромагнитных колебаний в контуре, индуктивность катушки и закон изменения силы тока.

5. Уравнение плоской электромагнитной волны, распространяющейся в немагнитной среде ( $\mu = 1$ ), имеет вид:  $E(x,t) = 10\sin(2\pi 10^8 t - 4,19x)$  В/м. Определить: а) частоту колебаний, б) циклическую частоту, в) фазовую скорость, г) диэлектрическую проницаемость среды, д) длину волны.

#### Вопрос для самостоятельного изучения

Электролиз, законы Фарадея.

#### Занятие 6

#### Раздел: **Основы оптики**

#### *Волновая оптика*

#### Теоретические вопросы

1. Каков диапазон длин волн (или частоты) электромагнитного излучения: а) оптического диапазона, б) инфракрасного диапазона, в) видимого диапазона (света), г) ультрафиолетового диапазона?
2. Сформулируйте принцип: а) Гюйгенса, в) суперпозиции волн. Что позволяют найти эти принципы?
3. Что понимают под когерентными и некогерентными волнами?
4. В чём состоит явление интерференции? Приведите примеры: а) интерференционных картин, б) интерференционных спектров.
5. В чём состоит явление дифракции? Приведите примеры: а) дифракционных картин, б) дифракционных спектров. Чем они отличаются от интерференционных?
6. В чём состоит явление дисперсии? Опишите опыт Ньютона с призмой. Какой вид имеет дисперсионная картина? Чем она отличается от интерференционной?
7. В чём состоит явление поглощения света? Сформулируйте закон Бугера – Ламберта и начертите график зависимости интенсивности от толщины поглощающего слоя вещества.
8. В чём состоит явление поляризации света? Как получить поляризованный свет?
9. Почему происходит двулучепреломление и каков тип поляризации обыкновенного и необыкновенного лучей? Приведите примеры двулучепреломляющих кристаллов.
10. В чём состоит явление рассеяния? Что такое оптически неоднородная среда? Приведите примеры такой среды. Сформулируйте закон Рэлея.

#### Задачи для аудиторной работы

1. Для устранения отражения света (просветления оптики) на поверхность линзы наносят тонкую плёнку, показатель преломления которой  $1,25$ . Вычислите наименьшую толщину плёнки, если на поверхность падает красный свет длиной волны  $720$  нм под углом падения  $60^\circ$ ?
2. Под каким углом  $\alpha$  должен падать пучок света из воздуха на поверхность воды ( $n_1 = 1,33$ ), чтобы при отражении от дна стеклянного сосуда ( $n_2 = 1,57$ ) свет был полностью поляризован?
3. Луч монохроматической световой волны распространяется в некотором веществе, коэффициент поглощения которого (для данного света) равен  $1,2$  м<sup>-1</sup>. Вычислите, на сколько процентов уменьшится интенсивность света при прохождении им слоя вещества: а)  $10$  мм, б)  $1$  м.

#### Задания для самостоятельной работы

1. Белый свет падает под углом  $45^\circ$  на мыльную пленку, показатель преломления которой  $1,33$ . Определить наименьшую толщину пленки, при которой отраженные ли будут окрашены в желтый цвет ( $\lambda = 580$  нм).
2. На какой угловой высоте над горизонтом находится Солнце, если солнечный луч, отраженный от поверхности воды ( $n = 1,33$ ), максимально поляризован?

3. Коэффициент поглощения некоторого вещества для монохроматической световой волны равен  $0,2 \text{ см}^{-1}$ . Вычислите толщину слоя этого поглотителя, которая необходима для ослабления интенсивности света: а) в 2 раза, б) в 5 раз.

Вопрос для самостоятельного изучения

Глаз как оптический и фотометрический прибор (самостоятельно).

*Занятие 7*

*Геометрическая оптика и фотометрия*

Теоретические вопросы

11. Сформулируйте закон: а) прямолинейного распространения света. б) закон независимости световых лучей.
12. В чём состоит явление отражения света? Сформулируйте закон отражения, изобразите ход лучей.
13. В чём состоит явление преломления света? Сформулируйте закон преломления. Изобразите ход лучей при преломлении: а) в оптически более плотную среду, б) в оптически менее плотную среду.
14. Что такое зеркальное отражение? Какую поверхность можно считать зеркальной? Какие существуют формы зеркал?
15. Зеркала с каким напылением хорошо отражают: а) видимый свет, б) инфракрасное излучение, в) ультрафиолетовое излучение?
16. Правила построения изображения с помощью плоского зеркала. Изобразите ход лучей.
17. Основные характеристики сферического зеркала: а) центр кривизны, б) оптическая ось, в) вершина, г) радиус кривизны, д) фокус, е) фокусное расстояние, ж) линейное увеличение.
18. Что такое фокусное расстояние сферического зеркала? Запишите формулу сферического зеркала.
19. Правила построения изображения с помощью сферического зеркала. Изобразите ход лучей при отражении: а) вогнутого зеркала, б) выпуклого зеркала.
20. Как вычислить: а) поток света, б) плотность потока, в) интенсивность света? В каких единицах измеряют эти физвеличины?
21. Что такое освещенность поверхности? От чего и как зависит освещенность? В каких единицах её измеряют?
22. Что такое сила света? В каких единицах её измеряют?

Задачи для аудиторной работы

4. На плоскопараллельную стеклянную пластину толщиной  $d=5 \text{ см}$  падает луч света под углом  $\alpha = 30^\circ$ . Вычислите боковое смещение  $s$  луча, прошедшего сквозь эту пластину. Показатель преломления стекла  $n=1,33$ .
5. Вычислите количество изображений точечного источника света и постройте их, если источник находится между двух плоских зеркал, между которыми угол  $30^\circ$ .
6. Вогнутое сферическое зеркало имеет радиус кривизны  $R=45 \text{ см}$ . Расстояние от предмета, высота которого  $h=3 \text{ см}$ , до этого зеркала равно двум радиусам кривизны. Постройте изображение предмета и вычислите: а) положение изображения предмета, б) увеличение изображения. Какое получилось изображение: увеличенное или уменьшенное, прямое или перевёрнутое, действительное или мнимое?
7. Постройте изображение предмета от выпуклого зеркала, если предмет находится от вершины зеркала на расстоянии: а) меньше фокусного расстояния, б) равном фокусному расстоянию, в) больше фокусного расстояния, но меньше радиуса кривизны, г) равном радиусу кривизны, д) больше радиуса кривизны. Охарактеризуйте изображение в каждом случае.
8. На какую высоту над чертёжным столом необходимо повесить лампочку мощностью  $P = 300 \text{ Вт}$ , чтобы освещённость поверхности стола в точке, расположенной под лампочкой, была равна  $E = 60 \text{ лк}$ ? Наклон доски (к горизонту) составляет угол  $30^\circ$ , а световая отдача лампочки равна  $L = 15 \text{ лм/Вт}$ . Считайте лампочку изотропным точечным источником света, полный световой поток которого  $4\pi I$  (где  $I$  – сила света).

9. На лист белой бумаги размером  $10 \times 25 \text{ см}^2$  нормально к его поверхности падает световой поток  $2 \text{ лм}$ . Принимая коэффициент рассеяния бумажного листа равным  $0,7$ , вычислите: а) освещенность  $E$ , б) светимость  $R$ .

Задания для самостоятельной работы

4. На горизонтальном дне бассейна глубиной  $h=1,5 \text{ м}$  лежит плоское зеркало. Луч света падает на поверхность воды под углом  $45^\circ$ . Вычислите расстояние  $l$  между точкой падения луча на воду и точкой выхода луча из воды после его отражения от зеркала. Показатель преломления воды  $n=1,33$ .
5. Вычислите количество изображений точечного источника света и постройте их, если источник находится между двух плоских зеркал, между которыми угол  $60^\circ$ .
6. Выпуклое сферическое зеркало имеет радиус кривизны  $R=60 \text{ см}$ . На расстоянии  $a=10 \text{ см}$  от зеркала поставлен предмет, высота которого  $h=2 \text{ см}$ . Постройте изображение предмета и вычислите: а) положение изображения предмета, б) высоту изображения. Какое получилось изображение: увеличенное или уменьшенное, прямое или перевернутое, действительное или мнимое?
7. Постройте изображение предмета от вогнутого зеркала, если предмет находится от вершины зеркала на расстоянии: а) меньше фокусного расстояния, б) равном фокусному расстоянию, в) больше фокусного расстояния, но меньше радиуса кривизны, г) равном радиусу кривизны, д) больше радиуса кривизны. Охарактеризуйте изображение в каждом случае.
8. Светильник в виде равномерно светящегося шара радиусом  $r = 10 \text{ см}$  имеет силу света  $I = 100 \text{ кд}$ . Вычислите для этого светильника: а) полный световой поток, б) светимость  $R$ .
9. Отверстие в корпусе фонаря закрыто идеально матовым стеклом (это означает, что яркость источника не зависит от направления). Сила света фонаря в направлении, образующем с поверхностью стекла угол  $30^\circ$ , равна  $I = 12 \text{ кд}$ . Вычислите яркость стекла, если его площадь равна  $7,5 \cdot 10 \text{ см}^2$ .

Вопрос для самостоятельного изучения

Естественная и искусственная освещенность, законы освещенности (*самостоятельно*).

*Занятие 8*

Раздел: **Основы квантовой физики и физики атома**

Теоретические вопросы

1. Для какого диапазона электромагнитного излучения лучше проявляются: а) волновые свойства, б) корпускулярные свойства?
2. Что такое фотон? Сформулируйте гипотезу Планка. Каковы энергия, масса и импульс фотона?
3. В чём состоит явление теплового излучения? Какова его природа?
4. Что называют спектральной излучательной способностью тела? В каких единицах её измеряют? Какова её зависимость от длины волны теплового излучения? Сформулируйте и запишите формулу закона Вина.
5. Что такое суммарная излучательная способность? В каких единицах её измеряют? Сформулируйте и запишите закон Стефана – Больцмана.
6. В чём состоит явление внешнего фотоэффекта? Каковы его закономерности?
7. Каков физический смысл уравнение Эйнштейна для фотоэффекта? Что такое «красная граница фотоэффекта»?
8. В чём состоит явление давления свет? Как отличается давление света на абсолютно белую и абсолютно черную поверхность тела?
9. Как проявляется корпускулярно волновой дуализм микрочастиц? Что такое «волна де Бройля»? Запишите формулу де Бройля.
10. Что описывает волновая функция, каков её смысл и от чего она зависит?
11. В чём смысл соотношений неопределённостей Гейзенберга?
12. Какие принимает значения и какой физический смысл имеет квантовое число: а) главное, б) орбитальное, в) магнитное, г) спиновое?
13. Из чего образован атом? Какие существуют модели атома.
14. Сформулируйте постулаты Бора. В чём их достоинство и недостатки?

15. Что такое и чему равна кратность вырождения энергетических уровней электронов в многоэлектронном атоме.
16. Сформулируйте принцип Паули и объясните расположение атомов в таблице Менделеева.
17. Почему атомы излучают или поглощают энергию? Что такое квантовые переходы?
18. Какой вид имеют атомные спектры: а) излучения, б) поглощения? Как объяснить цветовую окраску тел?
19. За счёт каких эффектов происходит уширение спектральной линии? Что такое «полосатый спектр», «сплошной спектр». Приведите примеры таких спектров веществ.

#### Задачи для аудиторной работы

1. Вычислите для фотона с длиной волны  $0,5 \text{ мкм}$ : а) импульс, б) массу, в) энергию.
2. Температура внутренней поверхности печи при открытом отверстии площадью  $30 \text{ см}^2$  равна  $1,3 \cdot 10^3 \text{ К}$ . Потребляемая мощность  $1,5 \text{ кВт}$ . Какая часть этой мощности теряется из-за теплового излучения стенками печи?
3. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла  $500 \text{ нм}$ . Определить: работу выхода фотоэлектронов; максимальную скорость фотоэлектронов, вырываемых фиолетовым светом с длиной волны  $400 \text{ нм}$ .
4. Давление монохроматического зелёного света (длина волны  $\lambda = 500 \text{ нм}$ ) на зачернённую поверхность, расположенную перпендикулярно лучам, равно  $p = 0,12 \text{ мкПа}$ . Вычислите количество фотонов, падающих *ежесекундно* на  $1 \text{ м}^2$  поверхности.
5. Вычислить длину волны де Бройля протона, прошедшего ускоряющую разность потенциалов  $511 \text{ кВ}$ .
6. Вычислите наибольшую и наименьшую энергии фотона в видимой части спектра излучения (или поглощения) атома водорода.

#### Задания для самостоятельной работы

1. Вычислите длину волны такого фотона, чей импульс равен импульсу электрона, который прошёл разность потенциалов  $U = 9,8 \text{ эВ}$ .
2. Максимум спектральной плотности энергетической светимости Солнца приходится на длину волны  $500 \text{ нм}$ . Определить: температуру поверхности Солнца; энергию излучения за  $10 \text{ мин}$ ; массу, теряемую Солнцем за это время.
3. Поверхность калия освещается фиолетовым светом с длиной волны  $400 \text{ нм}$ . Определить наименьшее задерживающее напряжение для прекращения фототока, если работа выхода электронов из калия равна  $2,0 \text{ эВ}$ .
4. На идеально отражающую поверхность площадью  $S = 5 \text{ см}^2$  в течение времени  $t = 3 \text{ мин}$  нормально падает монохроматический свет, энергия которого  $W = 9 \text{ Дж}$ . Вычислите: а) облучённость поверхности, б) световое давление на поверхность.
5. Кинетическая энергия протона в три раза меньше его энергии покоя. Чему равна длина волны де Бройля протона?
6. Определите длину спектральной линии, соответствующей квантовому переходу электрона в атоме водорода с *шестой* орбиты Бора на *вторую*. К какой серии относится эта линия, и какая она по счету в этой серии?

#### Вопрос для самостоятельного изучения

Модели атома, состав атома, постулаты Бора.

### Занятие 9

#### **Раздел: Основы физики атомного ядра и элементарных частиц**

##### Теоретические вопросы

1. Что называют нуклонами? Какова их масса, заряд?
2. Что такое: а) зарядовое число, б) массовое число?
3. Что такое: а) изотопы, б) изобары? Приведите примеры.
4. В чём состоит явление самопроизвольного радиоактивного распада? Запишите закон радиоактивного распада, изобразите его график.
5. Что называют активностью источника? В каких единицах и какими приборами её измеряют?

6. Сформулируйте правило смещения и запишите схему распада: а) альфа-распада, б) бета-плюс-распада, в) бета-минус-распада, г) К-захвата. Приведите примеры каждого типа распада.
7. Что такое «дефект массы ядра»? Как его вычислить?
8. Перечислите основные свойства ядерных сил
9. Как вычислить: а) энергию связи нуклонов в ядре, б) удельную энергию связи. Каков физический смысл этих величин? В каких единицах их измеряют?
10. Что называют ядерной реакцией? В чём отличие от радиоактивного распада?
11. Приведите примеры: а) реакции деления, б) реакции синтеза.
12. Какие существуют типы фундаментальных взаимодействий? Каковы их: а) длительность, б) радиус действия, в) интенсивность?
13. Что называют элементарной частицей? Какие из них относят к истинно элементарным? В чём отличие античастицы от частицы. Примеры.
14. Какие существуют принципы классификации элементарных частиц? Приведите примеры каждой классификации.
15. Что такое кварки? Сколько их? Какова энергия каждого?
16. Сколько кварков образуют: а) адроны, б) мезоны?
17. Что такое глюоны? Приведите примеры обменных взаимодействий.

#### Задачи для аудиторной работы

1. Вычислите количество протонов и нейтронов в ядрах трёх изотопов атома бора: а)  ${}^9B$ , б)  ${}^{10}B$ , в)  ${}^{11}B$ .
2. Для ядра изотопа урана-265 вычислите: а) дефект массы, б) энергию связи, в) удельную энергию связи.
3. Первоначальная масса радиоактивного изотопа йода, период полураспада которого 8,04 сут, равна 1 г. Определите: а) начальную активность изотопа; б) его активность через 3 сут.
4. Радиоактивный изотоп радия претерпевает последовательно 4 альфа-распада и 2 бета-минус-распада. Пользуясь таблицей Менделеева и правилами смещения, определите для конечного ядра-продукта: а) зарядовое число, б) массовое число. Какого элемента оказалось это ядро?
5. Происходит реакция синтеза дейтерия и трития, в результате которой образуется нейтрон и неизвестная частица. Запишите схему ядерной реакции. Определите неизвестную частицу. Вычислите энергетический выход реакции.
6. Вычислите, во сколько раз увеличится количество нейтронов в цепной ядерной реакции в течение 10 с, если среднее время жизни одного поколения равно  $T=80$  мс, а коэффициент размножения нейтронов равен  $k=1,002$ .

#### Задания для самостоятельной работы

1. Определите зарядовые числа, массовые числа и символы ядер, которые получатся, если в ядрах  ${}^9\text{Be}$ ,  ${}^{13}\text{N}$  и  ${}^{23}\text{Na}$  произойдёт взаимное превращение нейтронов и протонов.
2. Для ядра изотопа азота-13 вычислите: а) дефект массы, б) энергию связи, в) удельную энергию связи.
3. Определите период полураспада радиоактивного препарата, если за 1 сутки его активность уменьшается в 3 раза.
4. Пользуясь таблицей Менделеева и правилами смещения, определите, в какой элемент превращается ядро изотопа урана после последовательных 6 альфа-распадов и 3 бета-минус-распадов.
5. В результате бомбардировки нейтроном ядра изотопа бора образуется неизвестный элемент и альфа-частица. Записать схему ядерной реакции, определить неизвестный элемент и энергетический выход реакции.
6. В ядерном реакторе на тепловых нейтронах среднее время жизни одного поколения равно  $T=90$  мс. Принимая коэффициент размножения нейтронов равным  $k=1,002$ , вычислите период реактора т. е. время, в течение которого поток тепловых нейтронов возрастёт в  $e$  раз ( $\sim 2,7$  раза).

#### Вопрос для самостоятельного изучения

Радиоактивный распад и его типы, ядерные реакции.

### Самостоятельная работа

Текущая самостоятельная работа студента направлена на углубление и закрепление знаний студентов и развитии практических умений. Самостоятельная внеаудиторная работа студентов состоит в:

- проработке лекционного материала, составлении конспектов по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение;
- письменных ответов на теоретические вопросы к практическим занятиям;
- выполнении заданий для самостоятельной работы по практическим занятиям.

*Вопросы для самостоятельного изучения*

К разделу: ***Основы механики***

Гравитационное поле.

Звук.

К разделу: ***Основы молекулярной физики и термодинамики***

Циклические процессы и тепловые двигатели.

Кристаллические решётки, типы связей частиц в кристаллах.

К разделу: ***Основы электромагнетизма***

Электролиз, законы Фарадея.

К разделу: ***Основы оптики***

Глаз как оптический и фотометрический прибор.

Естественная и искусственная освещённость, законы освещенности.

К разделу: ***Основы квантовой физики и физики атома***

Модели атома, состав атома, постулаты Бора.

К разделу: ***Основы ядерной физики и физики элементарных частиц***

Радиоактивный распад и его типы, ядерные реакции.



## 6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины (модуля)

### 6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

Текущий контроль состоит в проверке подготовки к занятиям (письменные ответы на вопросы), решения задач для самостоятельной работы и написания конспектов по вопросам и списка для самостоятельной работы.

#### Примеры оценочных средств

##### Теоретические вопросы

##### Образец вопроса

1. Что называют: а) механическим движением, б) траекторией, в) системой отсчёта?

##### Критерии оценивания:

2 балла – ответ дан полный и точный:

«Механическое движение – это изменение с течением времени положения тел в пространстве и взаимного расположения тел или частей тела друг относительно друга. Траектория – это линия в пространстве, которую описывает материальная точка относительно выбранной с. о. Система отсчёта – это совокупность тела отсчёта, связанной с ним системы координат и синхронизированных часов»

1 балл – ответ неполный или с ошибками

0 баллов – ответа нет

Все теоретические вопросы предложены к каждому практическому занятию и представлены в разделе 5 данной рабочей программы.

##### Задания (задачи)

Задачи для аудиторной и самостоятельной работы предусмотрены к каждому практическому занятию и представлены в разделе 5 данной рабочей программы.

##### Образец задачи

6. Скорость упругих волн 4 м/с. Расстояние между двумя колеблющимися частицами среды с разностью фаз  $\pi/4$  равно 5 см. Определить: частоту, период колебаний, длину волны.

Дано:

$$v_{\phi} = 4 \text{ м/с}$$

$$\delta\varphi = \pi/4 \text{ рад}$$

$$\delta x = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Решение:

$$v - ?$$

$$T - ?$$

$$\lambda - ?$$

Волна представляет собой распространение колебаний в пространстве. Скорость волны, называемая фазовой, – это скорость движения фазы колебаний. При распространении волн в упругой среде частицы (ионы, атомы, молекулы) колеблются относительно положений равновесия по закону

$$x(x_1, t) = x_m \sin(\omega t - kx_1),$$

$$x(x_2, t) = x_m \sin(\omega t - kx_2),$$

где  $x_1, x_2$  – расстояния от источника волны до равновесных положений рассматриваемых точек среды,  $x(x_1, t), x(x_2, t)$  – смещение точек (частиц) из положений равновесия (либо продольно, либо поперек распространению возмущения, т.е. волны);  $x_m$  – амплитуда смещения,  $\omega$  – частота вынужденных колебаний точки колебаний (равна частоте колебаний источника волны);  $k$  – волновое число. Разность фаз колебаний точек равна

$$\delta\varphi = \frac{1}{2}kx_1 - kx_2 = k \frac{1}{2} \delta x$$

Следовательно, волновое число показывает, какова разность фаз точек, отстоящих друг от друга на  $Dx$ :

$$k = \delta\varphi / \delta x$$

С другой стороны, если точки колеблются синфазно, т.е.  $\delta\varphi = 2\pi$ , то расстояние между ними называется длиной волны  $l$ . Следовательно,

$$k = 2\pi / l.$$

Расчетная формула для длины волны примет вид:

$$l = 2\pi \cdot \delta x / \delta \varphi.$$

Подставим числовые значения:

$$l = 2\pi \cdot 5 \cdot 10^{-2} \cdot 4 / \pi = 40 \cdot 10^{-2} \text{ (м)}.$$

Путь длиной  $l$  волна проходит со скоростью  $V_\phi$  за время, равное периоду колебаний, поэтому

$$T = l / V_\phi,$$

$$T = l / V_\phi,$$

$$T = 2\pi \cdot \delta x / (\delta \varphi \cdot V_\phi).$$

$$T = 0,40 / 4 = 0,1 \text{ (с)}.$$

Частота колебаний – это величина, обратная периоду, следовательно,

$$f = 1 / T,$$

$$f = \delta \varphi \cdot V_\phi / (2\pi \cdot \delta x).$$

$$f = 1 \text{ Гц}.$$

*Ответ:*  $l = 40 \text{ см}$ ,  $T = 0,1 \text{ с}$ ,  $f = 1 \text{ Гц}$ .

Критерии оценивания:

1 балл – записано кратко условие задачи, значения величины выражены в системе СИ.

1 балл – записаны основные уравнения (законы физики)

1 балл – выполнено преобразование исходных уравнений и получена расчётная формула.

1 балл – в процессе вывода расчётной формулы сделаны необходимые пояснения и комментарии

1 балл – получено верное числовое значение по расчётной формуле и указаны единицы его измерения

1 балл – ответ неполный или с ошибками

*Максимальный балл: 5*

Задача считается решённой (зачтено), если набрано 3-5 баллов

### ***Вопрос для самостоятельного изучения***

*Звук*

Критерии оценивания:

1 балл – дано понятие звуковой волны с соответствующим рисунком механизма распространения

1 балл – записаны уравнение волны, даны объяснения входящих в него величин

1 балл – представлены графики волны

1 балл – записаны характеристики звука (не вошедшие в уравнение волны)

1 балл – приведены примеры звука, созданного естественными и искусственными источниками

*Максимальный балл: 5*

Ответ на вопрос зачтён, если выполнен письменно, рукописно и набрал 3-5 баллов

## **6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачёта путём суммарного оценивание всех задач для самостоятельного решения и конспектов вопросов для самостоятельной работы.

*Образец вопроса*

2. *Сформулируйте основные утверждения МКТ.*

Критерии оценивания:

2 балла – ответ дан полный и точный:

*«Всякое вещество состоит из частиц. Частицы взаимодействуют друг с другом. Частицы совершают тепловое движение.»*

1 балл – ответ неполный или с ошибками

0 баллов – ответа нет

*Образец задачи*

Определить коэффициенты диффузии и внутреннего трения азота, находящегося при температуре  $300 \text{ К}$  и давлении  $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ .

Дано:

Решение:

а средняя длина свободного пробега вычисляется по формуле

$$\bar{l} = \frac{k \cdot T}{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot p}$$

Следовательно, для коэффициента диффузии получим:

$$D = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{\frac{8 \cdot R \cdot T}{\pi \cdot M}} \cdot \frac{k \cdot T}{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot p},$$

или

$$D = \frac{2 \cdot k \cdot T}{3 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot p} \cdot \sqrt{\frac{R \cdot T}{\pi \cdot M}}$$

Убедимся в справедливости расчетной формулы, проверив наименования:

$$[D] = \frac{(\text{Дж}/\text{К}) \cdot \text{К}}{\text{м}^2 \cdot \text{Па}} \cdot \left( \frac{\text{Дж} \cdot \text{К}}{\text{моль} \cdot \text{К} \cdot (\text{кг}/\text{моль})} \right)^{1/2} = \text{м} \cdot \left( \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{кг}} \right)^{1/2} = \text{м}^2/\text{с}.$$

Подставим числовые значения:

$$D = \frac{2 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 300}{3 \cdot 3,14 \cdot (3,1)^2 \cdot 10^{-20} \cdot 10^5} \cdot \sqrt{\frac{8,31 \cdot 300}{3,14 \cdot 28 \cdot 10^{-3}}} = 4,7 \cdot 10^{-5} \text{ (м}^2/\text{с)}.$$

Коэффициент внутреннего трения определяется в теории МКТ как

$$\eta = \frac{1}{3} \cdot \rho \cdot \bar{V} \cdot \bar{l} = D \cdot \rho,$$

где плотность газа равна  $\rho = m/V$ ,  $V$  - объем сосуда, в котором находится азот.

Плотность газа при заданных значениях температуры и давления можно определить, сопоставив с известным из справочных данных значением плотности при

$$\eta = D \cdot \rho_0 \frac{p \cdot T_0}{p_0 T}$$

Найдем числовое значение:

$$\eta = 4,7 \cdot 10^{-5} \cdot 1,25 \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 273}{1,01 \cdot 10^5 \cdot 300} = 10,4 \cdot 10^{-5} \text{ (кг/(мс))}.$$

Ответ:  $D = 4,7 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ ;  $\eta = 10,4 \cdot 10^{-5} \text{ кг/(мс)}$ .

Критерии оценивания:

1 балл – записано кратко условие задачи, значения величины выражены в системе СИ.

1 балл – записаны основные уравнения (законы физики)

1 балл – выполнено преобразование исходных уравнений и получена расчётная формула.

1 балл – в процессе выводу расчётной формулы сделаны необходимые пояснения и комментарии

1 балл – получено верное числовое значение по расчётной формуле и указаны единицы его измерения

1 балл – ответ неполный или с ошибками

Максимальный балл: 5

Задача считается решённой (зачтена), если набрано 3-5 баллов

### Вопрос для самостоятельного изучения

Радиоактивный распад и его типы, ядерные реакции.

Критерии оценивания:

1 балл – дано понятие радиоактивного распада, записан его закон и нарисован график

1 балл – рассмотрены типы распадов (альфа- и бета-) и записаны схемы этих распадов

1 балл – дано понятие ядерной реакции, сделан рисунок, поясняющий это понятие, и записана схема реакции в общем виде

1 балл – дана классификация ядерных реакций

1 балл – приведены примеры радиоактивных распадов и ядерных реакций

Максимальный балл: 5

Ответ на вопрос выполнен, если выполнен письменно рукописно и набрал 3-5 баллов

### 1. Нормы оценивания заданий

Количество теоретических вопросов	Количество баллов на каждый вопрос	Количество заданий (задач)	Количество баллов на каждую задачу	Количество вопросов для самостоятельного изучения	Количество баллов на кажд. вопрос для сам. изуч.
Задание к занятиям 1,2. Основы механики					
21	1-2	7	3-5	2	3-5
Задание к занятиям 3, 4. Основы молекулярной физики и термодинамики					
34	1-2	11	3-5	2	3-5
Задание к занятию 5. Основы электромагнетизма					
25	1-2	5	3-5	1	3-5
Задание к занятиям 6,7. Основы оптики					
22	1-2	9	3-5	2	3-5
Задание к занятию 8. Основы квантовой физики и физики атома					
19	1-2	6	3-5	1	3-5
Задание к занятию 9. Основы физики атомного ядра и элементарных частиц					
17	1-2	6	3-5	1	3-5

2. Шкала оценивания теоретических вопросов ко всем занятиям

<i>№ занятий</i>	<i>Оценка заданий</i>	<i>Количество баллов</i>
1,2	зачтено	<b>21 – 24</b>
	незачтено	0 – 20
3,4	зачтено	<b>34 – 68</b>
	незачтено	0 – 33
5	зачтено	<b>25 – 50</b>
	незачтено	0 – 24
6,7	зачтено	<b>31 – 45</b>
	незачтено	0 – 30
8	зачтено	<b>19 – 38</b>
	незачтено	0 – 18
9	зачтено	<b>17 – 34</b>
	незачтено	0 – 16

3. Шкала оценивания заданий (задач) ко всем занятиям

<i>№ занятий</i>	<i>Оценка заданий</i>	<i>Количество баллов</i>
1,2	зачтено	<b>21 – 35</b>
	незачтено	0 – 20
3,4	зачтено	<b>33 – 55</b>
	незачтено	0 – 32
5	зачтено	<b>15 – 25</b>
	незачтено	0 – 14
6,7	зачтено	<b>27 – 35</b>
	незачтено	0 – 26
8	зачтено	<b>18 – 30</b>
	незачтено	0 – 17
9	зачтено	<b>18 – 30</b>
	незачтено	0 – 17

4. Шкала оценивания вопросов для самостоятельного изучения ко всем занятиям

<i>№ занятий</i>	<i>Оценка заданий</i>	<i>Количество баллов</i>
1,2	зачтено	<b>6 – 10</b>
	незачтено	0 – 5
3,4	зачтено	<b>6 – 10</b>
	незачтено	0 – 5
5	зачтено	<b>3 – 5</b>
	незачтено	0 – 2
6,7	зачтено	<b>6 – 10</b>
	незачтено	0 – 5
8	зачтено	<b>3 – 5</b>
	незачтено	0 – 2
9	зачтено	<b>3 – 5</b>
	незачтено	0 – 2

5. Шкала оценивания всех заданий для самостоятельной работы

<i>Итоговая оценка заданий</i>	<i>Баллы за теоретические вопросы</i>	<i>Баллы за задания(задачи)</i>	<i>Баллы за вопросы для самостоятельного изучения</i>
Зачтено	147 – 259	132 - 210	21-45
Незачтено	0 – 146	0-131	0-20

«Зачтено» выставляется, если выполнен весь объём заданий по критериям п. 6.2. для всех занятий.

«Не зачтено» выставляется, если хотя бы для одного из занятий не выполнено решение задач и конспектирование вопросов для самостоятельного изучения (по критериям в 6.2).

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### 7.1. Основная литература

1. Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 1: механика : учебник для бакалавров / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спири́н. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 353 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-1753-6. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/861D143B-2C32-4579-BBDC-1C7C922EF576](http://www.biblio-online.ru/book/861D143B-2C32-4579-BBDC-1C7C922EF576)
2. Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 2: электромагнетизм, оптика, квантовая физика : учебник для бакалавров / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спири́н. — 2-е изд. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 441 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-1754-3. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/4799958B-AF0F-448D-A362-F09211AC56C0](http://www.biblio-online.ru/book/4799958B-AF0F-448D-A362-F09211AC56C0)
3. Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 3: термодинамика, статистическая физика, строение вещества : учебник для бакалавров / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спири́н. — 2-е изд. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 369 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-1755-0. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/052EF4C3-057E-4600-BE24-373A987C183A](http://www.biblio-online.ru/book/052EF4C3-057E-4600-BE24-373A987C183A)

### 7.2. Дополнительная литература

1. Детлаф А. А., Яворский Б. М. Курс физики. — М.: «Академия», 2009.
2. Зисман Г. А., Годес О. М. Курс общей физики. — М., 2007.
3. Перельман, Я. И. Занимательная физика. В 2 кн. Книга 1 / Я. И. Перельман. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 224 с. — (Серия : Открытая наука). — ISBN 978-5-534-02736-5. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/52DB7140-0362-4719-96FE-9591372B4CF6](http://www.biblio-online.ru/book/52DB7140-0362-4719-96FE-9591372B4CF6)
4. Перельман, Я. И. Занимательная физика. В 2 кн. Книга 2 / Я. И. Перельман. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 281 с. — (Серия : Открытая наука). — ISBN 978-5-534-02738-9. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/59D0FF69-3F71-4635-B05F-4B50BB024CF9](http://www.biblio-online.ru/book/59D0FF69-3F71-4635-B05F-4B50BB024CF9)
5. Трофимова Т. И. Курс физики: учеб пособие для инж.-техн. спец. вузов / Т. И. Трофимова. — 18-е изд. — М.: «Академия», 2010.
6. Трофимова Т. И. Сборник задач по курсу физики. — М.: «Высшая школа», 2008.
7. Трофимова Т. И. Физика: учебник для студентов высш. проф. образ. по технич. направлениям подг. / Т. И. Трофимова. — М.: «Академия», 2012.
8. Трофимова Т. И. Физика в таблицах и формулах : учеб. пособие для студентов вузов по техн. спец. / Т. И. Трофимова. — 4-е изд. — М.: «Академия», 2010.
9. Трофимова Т. И. Физика: справочник с примерами решения задач [для подготовки бакалавров и специалистов] / Т. И. Трофимова. — М.: «Юрайт: Высш. образ.», 2010.
10. Волькенштейн В. С. Сборник задач по общему курсу физики. — М.: «Книжный мир», 2008.

### 7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. [Российская Государственная Библиотека](http://www.rsl.ru/): <http://www.rsl.ru/>
2. Научная электронная библиотека: <http://txt.elibrary.ru/>
3. Научная библиотека Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова: <http://www.lib.msu.su/index.html>
4. Открытая русская электронная библиотека: <http://orel.rsl.ru/index.shtml>
5. Университетская информационная система «Россия»: <http://uisrussia.msu.ru>.

## **8. Материально-техническое обеспечение**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине в университете имеется следующая необходимая инструментальная база: Персональные компьютеры. Принтеры. Выход в Интернет. Программы Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint. Сканер. Компьютерные классы с постоянным выходом в Интернет. Электронные библиотеки. Электронные ресурсы. Аудитория для проведения занятий должна быть оснащена мультимедийным проектором, ноутбуком, экраном.

## **9. Программное обеспечение**

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный АО «Лаборатория Касперского», лицензия 1FB6-161215-133553-1-6231

Microsoft Open License, лицензия 49463448 в составе:

1. Microsoft Windows Professional 7 Russian
2. Microsoft Office 2010 Russian

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 63140932A1EC8352F4BBFDEFD0AA3F30

Владелец: Артеменков Михаил Николаевич

Действителен: с 21.09.2022 до 15.12.2023