

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Смоленский государственный университет»

Кафедра физики и технических дисциплин

«Утверждаю»

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Ю.А. Устименко

«23» июня 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Б1.В.09 Задачи ЕГЭ по физике повышенной сложности**

Направление подготовки **44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями)**

Направленность (профиль): **Физика. Информатика**

Форма обучения: очная

Курс – 5

Семестр – 9

Всего зачетных единиц – 2, часов - 72

Форма отчетности: зачет – 9 семестр

Программу разработала  
кандидат технических наук, доцент Е.А. Царева

Одобрена на заседании кафедры  
«16» июня 2022 г., протокол №10

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.В. Дюндин

Смоленск  
2022

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.В.09 «Задачи ЕГЭ по физике повышенной сложности» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений. Она изучается в 9 семестре и завершает методический блок подготовки бакалавра по направлению 44.03.05 Педагогическое образование (Физика. Информатика).

При изучении данной дисциплины необходимы компетенции студентов, сформированные при изучении школьного курса физики, а также таких дисциплин, как «Общая и экспериментальная физика», «Современные методы обучения физике», «Теория и методика обучения физике», «Избранные вопросы физики», «Практикум по решению физических задач», «Олимпиадные задачи по физике» и др. Курс построен так, чтобы углубить и расширить объем знаний, связанных с применением педагогических технологий обучения школьников решению задач повышенной сложности по физике и успешно их готовить к выполнению заданий ЕГЭ.

Изучение курса основано на традиционных методах высшей школы, тесной взаимосвязи со смежными курсами.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
<b>ПК-5.</b> Способен использовать научные знания в предметной области (физика) в процессе формирования предметной компетенции обучающихся в рамках реализации основной общеобразовательной программы	<b>Знать:</b> современное состояние и перспективы развития физики как учебной дисциплины, направления развития школьного физического образования, теоретические основы обучения физике, принципы построения методической системы обучения физике, основные линии школьного курса физики, их структуру, содержание и роль, этапы формирования физических понятий, методические подходы к изучению основных тем школьного курса физики; <b>Уметь:</b> анализировать и интерпретировать содержание физических понятий, теорем, задач, разрабатывать фрагменты уроков, организовывать образовательный процесс обучения физике, конструировать методику введения понятий, изучения теорем, решения задач; <b>Владеть:</b> основными приемами организации деятельности школьников по изучению физики, навыками разработки методики изучения частных вопросов обучения физики, исследовательскими методами в профессиональной деятельности.
<b>ПК-7</b> Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин, математически корректно ставить и решать естественнонаучные задачи	<b>Знать:</b> основные методы обработки, структурирования, анализа и синтеза получаемой информации, основные определения, принципы и законы физики, методы физических исследований базовые принципы постановки естественнонаучных задач, определения основных понятий и доказательства теорем по основным разделам математики. <b>Уметь:</b> использовать физические и математические модели при решении практических задач, осуществлять учебный эксперимент и обрабатывать его результаты, доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть его следствия. <b>Владеть:</b> навыками методами обработки, анализа и синтеза информации, первичными навыками применения математического аппарата к решению конкретных задач в области физики.

### 3. Содержание дисциплины

**1. Основные подходы к разработке и оцениванию результатов ЕГЭ по физике.** Основные подходы к разработке и оцениванию результатов выполнения КИМ ЕГЭ по физике. Структура КИМ по физике. Особенности заданий первой и второй частей КИМ.

Основные подходы к разработке КИМ ЕГЭ по физике. Структура КИМ по физике. Основные результаты ЕГЭ по физике за прошлый год. Роль заданий открытого типа в системе ЕГЭ. Система оценивания заданий с открытым ответом в ЕГЭ

**2. Решение задач по физике.** Решение задач по физике и их значение для образования. Различные подходы к решению задач.

**3. Решение задач по механике.** Алгоритм решения и подготовка к выполнению заданий по разделу «Механика»

Формирование общих приёмов подготовки к ЕГЭ в разделе «Механика».

Кинематика. Законы Ньютона. Виды сил в механике. Статика, гидро- и аэростатика. Механическая работа и энергия. Законы сохранения в механике. Механические колебания и волны.

**4. Решение задач по молекулярной физике.** Алгоритм решения и подготовка к выполнению заданий по разделу «Молекулярная физика и термодинамика».

Молекулярное строение вещества. Газовые законы. Насыщенные и ненасыщенные пары. Агрегатные превращения вещества. Термодинамика идеального газа.

**5. Решение задач по электродинамике.** Алгоритм решения задач и подготовка к выполнению заданий по разделу «Электродинамика»

Электростатика. Законы постоянного тока. Электрический ток в различных средах. Магнитное поле. Электромагнитная индукция. Электромагнитные колебания и волны.

**6. Решение задач по оптике.** Алгоритм решения задач и подготовка к выполнению заданий по разделу «Оптика»

Световые волны. Дифракция света. Интерференция света. Геометрическая оптика. Элементы специальной теории относительности. Излучение и спектры.

**7. Решение задач по квантовой физике.** Алгоритм решения задач и подготовка к выполнению заданий по разделу «Квантовая и физика».

Фотоэффект. Строение атома. Закон радиоактивного распада. Элементарные частицы.

### 4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий				
			лекции	семинары	практические занятия	лабораторные занятия	самостоятельная работа
1.	Основные подходы к разработке и оцениванию результатов выполнения КИМ ЕГЭ по физике	6	4	0	0	0	2
2.	Решение задач по физике	4	2	0	0	0	2
3.	Решение задач по механике	14	2	0	8	0	4
4.	Решение задач по молекулярной физике	12	2	0	6	0	4
5.	Решение задач по электродинамике	12	2	0	6	0	4
6.	Решение задач по оптике	12	2	0	6	0	4

7.	Решение задач по квантовой физике	12	2	0	6	0	4
<i>Итого</i>		72	16	0	32	0	24

## 5. Виды учебной деятельности

### *Лекции 1 - 2*

#### **Основные подходы к разработке и оцениванию результатов выполнения КИМ ЕГЭ по физике.**

1. Назначение КИМ ЕГЭ. Документы, определяющие содержание КИМ ЕГЭ. Основные подходы к отбору содержания, разработке структуры КИМ ЕГЭ.
2. Структура КИМ ЕГЭ по физике. Особенности заданий первой и второй частей КИМ.
3. Основные подходы к разработке и оцениванию результатов выполнения КИМ ЕГЭ по физике.
4. Итоги ЕГЭ по физике в РФ и в Смоленской области. Методические вопросы подготовки учащихся к успешной сдаче ЕГЭ.

### *Лекция 3*

#### **Решение задач по физике.**

1. Классификация физических задач. Алгоритмы решения задач. Методики решения различного типа задач.
2. Решение задач по физике и их значение для образования. Различные подходы к решению задач.

### *Лекция 4*

#### **Решение задач ЕГЭ по механике**

1. Алгоритм решения и типы задач в КИМ ЕГЭ по кинематике;
2. Алгоритм решения и типы задач в КИМ ЕГЭ по динамике;
3. Алгоритм решения и типы задач в КИМ ЕГЭ на законы сохранения;
4. Алгоритм решения и типы задач в КИМ ЕГЭ по статике и гидростатике;
5. Алгоритм решения и типы задач в КИМ ЕГЭ по теме «механические колебания и волны»;

### *Лекция 5*

#### **Решение задач ЕГЭ по молекулярной физике и термодинамике**

1. Алгоритм решения и типы задач в КИМ ЕГЭ по теме «Основы молекулярно-кинетической теории»;
2. Алгоритм решения и типы задач в КИМ ЕГЭ по теме «Основы термодинамики»;

### *Лекция 6*

#### **Решение задач ЕГЭ по электродинамике**

1. Алгоритм решения и типы задач в КИМ ЕГЭ по теме «Электростатика»;
2. Алгоритм решения и типы задач в КИМ ЕГЭ по теме «Законы постоянного тока»;
3. Алгоритм решения и типы задач в КИМ ЕГЭ по теме «Работа и мощность электрического тока»;

### *Лекция 7*

#### **Решение задач ЕГЭ по оптике**

1. Алгоритм решения и типы задач в КИМ ЕГЭ по теме «Геометрическая оптика»;
2. Алгоритм решения и типы задач в КИМ ЕГЭ по теме «Волновая оптика»;

### *Лекция 8*

#### **Решение задач ЕГЭ по квантовой физике**

1. Алгоритм решения и типы задач в КИМ ЕГЭ по теме «Квантовая физика»;

## Практические занятия

### Занятие 1

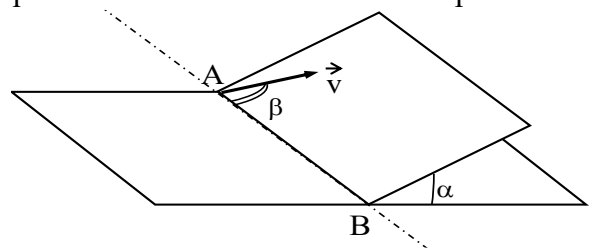
#### Решения задач по теме «Кинематика»

##### Теоретические вопросы

1. Алгоритм решения задач по кинематике

##### Задачи и упражнения для аудиторной работы

1. С башни высотой 40 м брошено тело со скоростью 20 м/с под углом  $45^\circ$  к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить: а) время движения тела; б) на каком расстоянии от основания башни упадет тело; в) скорость падения тела на Землю; г) Угол, который составит траектория тела с горизонтом в точке падения
2. Маленький шарик падает сверху на наклонную плоскость и упруго отражается от неё. Угол наклона плоскости к горизонту равен  $30^\circ$ . На какое расстояние по горизонтали перемещается шарик между первым и вторым ударами о плоскость? Скорость шарика в непосредственно перед первым ударом направлена вертикально вниз и равна 1 м/с.
3. Наклонная плоскость пересекается с горизонтальной плоскостью по прямой АВ. Угол между плоскостями  $\alpha = 30^\circ$ . Маленькая шайба начинает движение вверх по наклонной плоскости из точки А с начальной скоростью  $v_0 = 2$  м/с под углом  $\beta = 60^\circ$  к прямой АВ. В ходе движения шайба съезжает на прямую АВ в точке В. Пренебрегая трением между шайбой и наклонной плоскостью, найдите расстояние АВ.



##### Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. Проплывая под мостом против течения, гребец потерял шляпу. Обнаружив пропажу через 10 мин, он повернул назад, гребя по течению, подобрал шляпу в 1 км ниже моста. Определить скорость течения реки (предполагается, что гребец гребет одинаково интенсивно).
2. Тело падало с некоторой высоты и последние 196 м прошло за 4 с. Сколько времени и с какой высоты падало тело.
3. Мальчик толкнул ногой мяч, который полетел под углом  $37^\circ 5'$  к горизонту со скоростью 14,4 м/с. Одновременно второй мальчик, стоящий на линии броска на расстоянии 30 м от первого, побежал навстречу мячу. С какой скоростью должен он бежать, чтобы отбить мяч до того, как он коснется Земли?
4. Самолет летит горизонтально со скоростью 360 км/ч на высоте 490 м. Когда он пролетал над точкой А, из него выбрасывают пакет. На каком расстоянии от точки А пакет упадет на Землю?

### Занятие 2

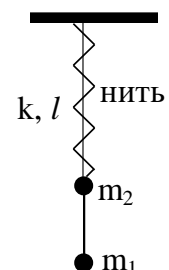
#### Решения задач по теме «Динамика».

##### Теоретические вопросы

1. Алгоритм решения задач по динамике

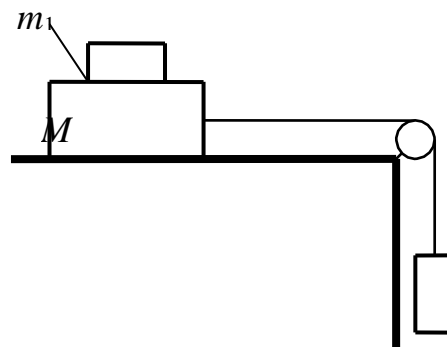
##### Задачи и упражнения для аудиторной работы

1. Материальные точки массами  $m_1 = 100$  г и  $m_2 = 200$  г прикреплены к невесомому стержню, как показано на рисунке. К точке  $m_2$  прикреплена невесомая пружина жесткостью  $k = 30$  Н/м, верхний конец которой закреплен. Длина пружины в недеформированном



состоянии  $l_0 = 20$  см. В начальный момент концы пружины связаны нитью длиной  $l = 10$  см. Определите силу реакции стержня, действующую на массу  $m_1$  сразу после пережигания нити.

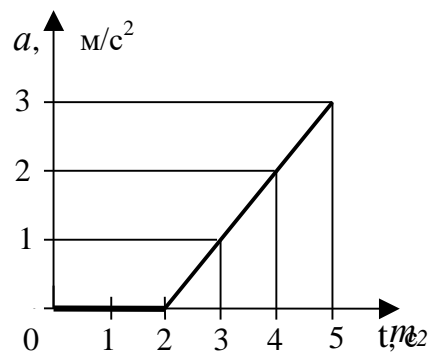
2. Система грузов  $M$ ,  $m_1$  и  $m_2$ , показанная на рисунке, движется из состояния покоя. Поверхность стола – горизонтальная гладкая. Коэффициент трения между грузами  $M$  и  $m_1$  равен  $\mu = 0,3$ . Грузы  $M$  и  $m_2$  связаны легкой нерастяжимой нитью, которая скользит по блоку без трения.



Пусть  $M = 2,4$  кг,  $m_1 = m_2 = m$ . При каких значениях  $m$  грузы  $M$  и  $m_1$  движутся как одно целое? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на грузы.

3. Грузовой автомобиль массой  $M = 4$  т с двумя ведущими осями тянет за нерастяжимый трос вверх по уклону легковой автомобиль с выключенным двигателем, масса которого  $m = 1$  т. С каким максимальным ускорением могут двигаться автомобили, если угол уклона составляет  $\alpha = \arcsin 0,1$ , а коэффициент трения между шинами грузового автомобиля и дорогой  $\mu = 0,2$ ? Силой трения качения, действующей на легковой автомобиль, пренебречь. Массой колес пренебречь.

4. К покоящемуся на шероховатой горизонтальной поверхности телу приложена нарастающая горизонтальная сила тяги  $F = b \cdot t_1$ , где  $b$  — постоянная величина. На рисунке представлен график зависимости ускорения тела от времени действия силы. Определить коэффициент трения скольжения.



5. Два тела массой  $M$  подвешены на невесомом блоке при помощи легкой нити и находятся в равновесии. К одному из них подвесили груз массой  $2M$ , и система пришла в движение. С какой силой груз массой  $2M$  действует на нить, соединяющую грузы массами  $M$  и  $2M$ ?

### Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. На столе лежат два бруска, связанные нитью. На брусок массой  $m_1 = 4$  кг действует сила  $20$  Н под углом  $30^\circ$  к горизонту. Масса второго бруска  $m_2 = 2$  кг, коэффициент трения брусков о стол  $0,1$ . Определите ускорение, с которым движутся тела, а также силу натяжения нити.

2. Два тела, связанные нитью, движутся по гладкому горизонтальному столу. Когда сила  $100$  Н была приложена к правому телу, сила натяжения нити была равна  $30$  Н. Какова будет сила натяжения нити, если приложить такую же силу к левому телу?

3. Тело массой  $2$  кг падает вертикально с ускорением  $5$   $m/s^2$ . Определить силу сопротивления при движении этого тела.

4. Шарик массой  $500$  г, подвешенный на нити длиной  $1$  м, совершает колебания в вертикальной плоскости. Найти силу натяжения нити в момент, когда она образует с вертикалью угол  $60^\circ$ . Скорость шарика в этот момент  $1,5$   $m/s$ .

5. Воздушный шар с грузом общей массой  $2200$  кг висит неподвижно на определенной высоте над землей. От шара отделяется груз массой  $200$  кг. Определить ускорение, с которым начнет двигаться шар.

**Занятие 3**

### **Решения задач по теме «Законы сохранения»**

#### Теоретические вопросы

## 1. Алгоритм решения задач на законы сохранения

### Задачи и упражнения для аудиторной работы

1. Шарик скользит без трения по наклонному желобу, а затем движется по «мертвой петле» радиуса  $R$ . С какой силой шарик давит на желоб в нижней точке петли, если масса шарика равна  $100\text{ г}$ , а высота, с которой его отпускают, равна  $4R$ ?
2. Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены противоположно и равны  $v_{\text{пл}} = 15\text{ м/с}$  и  $v_{\text{бр}} = 5\text{ м/с}$ . Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом  $\mu = 0,17$ . На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 30%?
3. Начальная скорость снаряда, выпущенного из пушки вертикально вверх, равна  $500\text{ м/с}$ . В точке максимального подъема снаряд разорвался на два осколка. Первый упал на землю вблизи точки выстрела, имея скорость в 2 раза больше начальной скорости снаряда, а второй в этом же месте – через  $100\text{ с}$  после разрыва. Чему равно отношение массы первого осколка к массе второго осколка? Сопротивлением воздуха пренебречь.
4. Начальная скорость снаряда, выпущенного из пушки вертикально вверх, равна  $200\text{ м/с}$ . В точке максимального подъема снаряд разорвался на два одинаковых осколка. Осколок, полетевший вниз, упал на землю вблизи точки выстрела со скоростью в 2 раза больше начальной скорости снаряда. До какой максимальной высоты поднялся второй осколок? Сопротивлением воздуха пренебречь.
5. Тяжелый мячик отпустили без начальной скорости с высоты  $H = 20\text{ м}$ , при ударе о землю он потерял часть своей кинетической энергии и долетел до верхней точки через  $t = 3\text{ с}$  после начала движения. Какая часть кинетической энергии перешла в тепло при ударе? Сопротивлением воздуха при расчетах пренебречь.
6. В тело массой  $4,9\text{ кг}$ , лежащее на гладком участке горизонтальной поверхности, попадает снаряд массой  $0,1\text{ кг}$ , летящий под углом  $60^\circ$  к горизонту со скоростью  $60\text{ м/с}$ , и застревает в нем. Какой путь пройдет тело до остановки, попав на шероховатую часть поверхности, если коэффициент трения скольжения между телом и поверхностью равен  $0,25$ ?

### Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. Лодка стоит неподвижно в стоячей воде. Человек, находящийся в лодке, переходит с носа на корму. На какое расстояние переместится лодка, если масса человека  $60\text{ кг}$ , масса лодки  $120\text{ кг}$ , длина лодки  $3\text{ м}$ ? Сопротивлением воды пренебречь.
2. Ракета, масса которой в начальный момент времени  $2\text{ кг}$ , запущена вертикально вверх. Относительная скорость выхода продуктов сгорания  $150\text{ м/с}$ , расход горючего  $0,2\text{ кг/с}$ . Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить ускорение ракеты через 3 секунды после начала движения. Поле силы тяжести считать однородным.
3. Зенитный снаряд разорвался в верхней точке траектории на высоте  $H$ , на три осколка. Первый осколок массой  $9\text{ кг}$  имел скорость  $60\text{ м/с}$ , направленную вертикально вверх, скорость второго равна  $40\text{ м/с}$  и направлена горизонтально, а масса его равна  $18\text{ кг}$ . Масса третьего осколка  $4,5\text{ кг}$ . Определить величину и направление скорости меньшего осколка.
4. Снаряд, запущенный вертикально вверх, разрывается в верхней точке подъема на два одинаковых осколка. Один из которых летит вверх, а другой - вниз. С какой скоростью упадет на землю второй осколок, если первый падает на нее со скоростью  $v$ .
5. С башни высотой  $20\text{ м}$  горизонтально со скоростью  $10\text{ м/с}$  брошен камень массой  $400\text{ г}$ . Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить для момента времени  $1\text{ с}$  после начала движения кинетическую и потенциальную энергии камня.

6. Тело скользит с наклонной плоскости высотой  $H$  и углом наклона  $\alpha$  к горизонту и движется далее по горизонтальному участку. Принимая коэффициент трения на всем пути постоянным и равным  $\mu$ , определить расстояние пройденное телом на горизонтальном участке пути до полной остановки.

7. По наклонной плоскости с углом наклона  $30^\circ$  равномерно скользит ящик с песком массой  $10$  кг со скоростью  $1,0$  м/с. Когда в ящик попадает пуля массой  $10$  г, летящая горизонтально, ящик останавливается. Определить скорость пули.

#### Занятие 4.

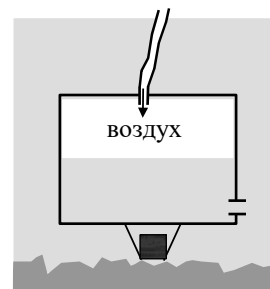
### Решение задач по теме «Статика и гидростатика»

#### Теоретические вопросы

1. Алгоритм решения задач по теме статика и гидростатика

#### Задачи и упражнения для аудиторной работы

2. В понтон, лежащий на дне моря, закачивается сверху воздух. Вода вытесняется из понтона через нижнее отверстие (см. рисунок), и когда объем воздуха в понтоне достигает  $28$  м<sup>3</sup>, понтон всплывает вместе с прикрепленным к нему грузом. В момент начала подъема расстояние от поверхности воды в понтоне до поверхности воды в море равно  $73,1$  м. Масса оболочки понтона  $2710$  кг. Определите массу поднимаемого груза. Температура воды равна  $7^\circ\text{C}$ , атмосферное давление на уровне моря равно  $10^5$  Па. Объемом груза и стенок понтона пренебречь.



3. Деревянная палочка подвешена за верхний конец, а нижний конец находится в воде. Равновесие наступает тогда, когда в воде находится половина палочки. Какова плотность древесины?

4. Полузатопленная лодка плавает в маленьком бассейне. Уровень воды в лодке такой же, как и в бассейне. Как изменится уровень воды в бассейне, если зачерпнуть ведро воды в лодку и вылить его в бассейн? Где теперь уровень воды выше в лодке или в бассейне?

#### Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. Стекланный шар уравнивается на точных рычажных весах латунными гири массой  $m_1 = 170$  г. Взвешивание производится на уровне моря при температуре  $0^\circ\text{C}$ . Какова масса шара  $m$ ? Гири, какой массы  $m_2$  потребуются для уравнивания шара на высоте  $h=5,5$  км, где плотность воздуха уменьшается вдвое?

2. Воздушный шар объемом  $V = 300$  м<sup>3</sup> парит вблизи поверхности Земли. С шара сбросили балласт, и шар поднялся на высоту, где, плотность воздуха вдвое меньше. Какова масса  $\Delta m$  балласта, если объем шара при подъеме увеличился в полтора раза? Температуру воздуха считайте равной  $0^\circ\text{C}$ .

3. Пластмассовый брусок плавает в воде. Как изменится глубина погружения бруска в воду, если поверх воды налить слой масла, полностью покрывающий брусок?

#### Занятие 5

### Решение задач по теме «Механические колебания»

#### Теоретические вопросы

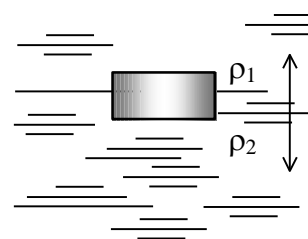
1. Алгоритм решения задач по теме «Колебания»

#### Задачи и упражнения для аудиторной работы

1. Шарик массой  $m = 0,1$  кг на нити длиной  $L = 0,4$  м раскачивают так, что каждый раз, когда шарик проходит положение равновесия, на него в течение короткого промежутка времени  $t = 0,01$  с действует сила  $F = 0,1$  Н, направленная по скорости. Через сколько полных колебаний шарик на нити отклонится на  $60^\circ$ ?



2. Однородный цилиндр с площадью поперечного сечения  $10^{-2} \text{ м}^2$  плавает на границе несмешивающихся жидкостей с плотностью  $800 \text{ кг/м}^3$  и  $1000 \text{ кг/м}^3$  (см. рисунок). Пренебрегая сопротивлением жидкостей, определите массу цилиндра, если период его малых вертикальных колебаний  $\frac{\pi}{5} \text{ с}$ .



3. Чему равен период колебания маятника, находящегося в вагоне, движущемся горизонтально с ускорением  $a$ ?

Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. Как изменится период колебаний маятника при переносе его с Земли на Луну.
2. Ареометр, погруженный в жидкость, совершает гармонические колебания с малой амплитудой. Определить период этих колебаний. Масса ареометра  $40 \text{ г}$ , радиус его трубки  $2 \text{ мм}$ , плотность жидкости  $0,8 \text{ г/см}^3$ . Сопротивлением жидкости пренебречь.

**Занятие 6**

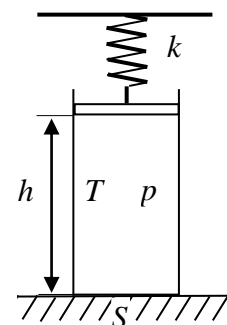
**Решение задач по теме «Молекулярно-кинетическая теория идеального газа»**

Теоретические вопросы

1. Алгоритм решения задач по теме «Молекулярно-кинетическая теория идеального газа»

Задачи и упражнения для аудиторной работы

1. Воздушный шар объемом  $2500 \text{ м}^3$  с массой оболочки  $400 \text{ кг}$  имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. До какой минимальной температуры нужно нагреть воздух в шаре, чтобы шар взлетел вместе с грузом (корзиной и воздухоплателем) массой  $200 \text{ кг}$ ? Температура окружающего воздуха  $7^\circ\text{C}$ , его плотность  $1,2 \text{ кг/м}^3$ . Оболочку шара считать нерастяжимой.



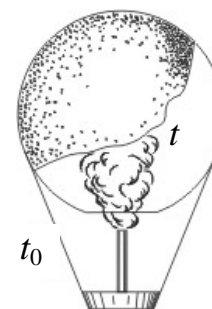
2. Газ с температурой  $T = 300 \text{ К}$  и давлением  $p = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$  находится в цилиндрическом сосуде с сечением  $S = 0,1 \text{ м}^2$  под невесомым поршнем, который удерживается пружиной с жесткостью  $k = 1,5 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$  на высоте  $h = 2 \text{ м}$  над дном сосуда (см. рис.). Температуру газа увеличили на  $\Delta T = 15 \text{ К}$ . Чему равно при этом смещение поршня  $\Delta h$ ?

3. Теплоизолированный сосуд объемом  $V = 2 \text{ м}^3$  разделен теплоизолирующей перегородкой на две равные части. В одной части сосуда находится 2 моль He, а в другой – такое же количество моль Ar. Температура гелия  $T_1 = 300 \text{ К}$ , а температура аргона  $T_2 = 600 \text{ К}$ . Определите парциальное давление аргона в сосуде после удаления перегородки.

Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. Теплоизолированный сосуд разделен теплопроводной неподвижной перегородкой на две части одинакового объема. В одной части сосуда находятся 2 моль гелия, а в другой – 2 моль аргона. В начальный момент средняя квадратичная скорость атомов аргона в 2 раза больше скорости атомов гелия. Определите отношение давления гелия к давлению аргона после установления теплового равновесия.

2. Воздушный шар, оболочка которого имеет массу  $M = 145 \text{ кг}$  и объем  $V = 230 \text{ м}^3$ , наполняется горячим воздухом при нормальном атмосферном давлении и температуре окружающего воздуха  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ . Какую минимальную температуру  $t$  должен иметь воздух внутри оболочки, чтобы шар начал подниматься? Оболочка шара нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие.



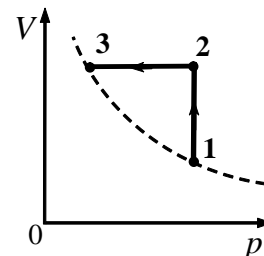
## Решение задач по теме «Основы термодинамики».

Теоретические вопросы

1. Алгоритм решения задач по теме «Основы термодинамики».

Задачи и упражнения для аудиторной работы

1. В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится воздух. Во время опыта и объем воздуха в цилиндре, и его абсолютную температуру увеличили в 2 раза. Оказалось, однако, что воздух мог просачиваться сквозь зазор вокруг поршня, и за время опыта его давление в цилиндре не изменилось. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия воздуха в цилиндре? (Воздух считать идеальным газом.)



2. Один моль идеального одноатомного газа сначала нагрели, а затем охладил до первоначальной температуры 300 К, уменьшив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 1–2?

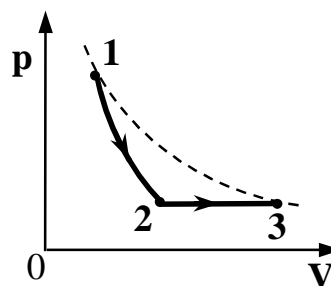
3. С разреженным газом, который находится в сосуде под поршнем, провели два опыта. В первом опыте газу сообщили, закрепив поршень, количество теплоты  $Q_1 = 742$  Дж, в результате чего его температура изменилась на некоторую величину  $\Delta T$ . Во втором опыте, предоставив газу возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты  $Q_2 = 1039$  Дж, в результате чего его температура изменилась также на  $\Delta T$ . Каким было изменение температуры  $\Delta T$  в опытах? Масса газа  $m = 1$  кг.

4. В сосуде объемом  $V = 0,1$  м<sup>3</sup> с жесткими стенками находится одноатомный газ при атмосферном давлении. В крышке сосуда имеется отверстие площадью  $S = 5$  см<sup>2</sup>, заткнутое пробкой. Пробка выскакивает, если газу передать количество теплоты не менее 15 кДж. Определите максимальную величину силы трения покоя  $F$  пробки о края отверстия, полагая газ идеальным.

5. Сосуд объемом  $V = 2$  м<sup>3</sup> разделен пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в одной части сосуда находится  $m = 1$  кг гелия, а в другой  $m = 1$  кг аргона. Атомы гелия могут свободно проникать через перегородку, а атомы аргона – нет. Начальная температура гелия равна температуре аргона:  $T = 300$  К. Определите внутреннюю энергию гелий-аргоновой смеси после установления равновесия в системе.

Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. Идеальный одноатомный газ расширяется сначала адиабатно, а затем изобарно. Конечная температура газа равна начальной (см. рисунок). При адиабатном расширении газ совершил работу, равную 3 кДж. Какова работа газа за весь процесс 1–2–3?



2. Сосуд объемом  $V = 2$  м<sup>3</sup> разделен пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в одной части сосуда находится  $m = 1$  кг гелия, а в другой  $m = 1$  кг аргона. Атомы гелия могут свободно проникать через перегородку, а атомы аргона – нет. Начальная температура гелия равна температуре аргона:  $T = 300$  К. Определите внутреннюю энергию газа, оставшегося в той части сосуда, где первоначально находился гелий, после установления равновесия в системе.

3. Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре  $T_1 = 600$  К и давлении  $p_1 = 4 \cdot 10^5$  Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление при расширении обратно пропорционально квадрату объема. Конечный объем газа вдвое больше начального. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу  $A = 2493$  Дж?

4. В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится одноатомный идеальный газ, Давление окружающего воздуха  $p = 10^5 \text{ Па}$ . Трение между поршнем и стенками сосуда пренебрежимо мало. В процессе медленного охлаждения от газа отведено количество теплоты  $|Q| = 75 \text{ Дж}$ . При этом поршень передвинулся на расстояние  $x = 10 \text{ см}$ . Чему равна площадь поперечного сечения поршня?

**Занятие 8**

### Решение задач по теме «Фазовые переходы».

#### Теоретические вопросы

1. Алгоритм решения задач по теме «Фазовые переходы».

#### Задачи и упражнения для аудиторной работы

1. В теплоизолированном сосуде длительное время находилась вода с плавающим в ней куском льда. В воду через трубку медленно впустили порцию водяного пара, имеющего температуру  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  (так, чтобы пузырьки пара не достигали поверхности воды). В результате масса куска льда уменьшилась на  $100 \text{ г}$ . Определите массу впущенного пара.

2. В сосуде лежит кусок льда. Температура льда  $t_1 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Если сообщить ему количество теплоты  $Q$ , то весь лёд растает и образовавшаяся вода нагреется до температуры  $t_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Какая доля льда  $k$  растает, если сообщить ему количество теплоты  $q = \frac{Q}{2}$ ? Тепловыми потерями на нагрев сосуда пренебречь.

3. Необходимо расплавить лед массой  $0,2 \text{ кг}$ , имеющий температуру  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Выполнима ли эта задача, если потребляемая мощность нагревательного элемента  $400 \text{ Вт}$ , тепловые потери составляют  $30\%$ , а время работы нагревателя не должно превышать  $5 \text{ минут}$ ?

4. Какую массу воды можно нагреть до кипения при сжигании в костре  $1,8 \text{ кг}$  сухих дров, если в окружающую среду рассеивается  $95\%$  тепла от их сжигания? Начальная температура воды  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ , удельная теплота сгорания сухих дров  $\lambda = 8,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$ .

#### Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. В калориметре находился  $1 \text{ кг}$  льда. Какой была первоначальная температура льда, если после добавления в калориметр  $15 \text{ г}$  воды, имеющей температуру  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , в калориметре установилось тепловое равновесие при  $-2 \text{ }^\circ\text{C}$ ? Теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью калориметра пренебречь.

2. В школьном физическом кружке изучали уравнение теплового баланса. В одном из опытов использовали два калориметра. В первом калориметре находилось  $300 \text{ г}$  воды, во втором —  $200 \text{ г}$  льда и  $200 \text{ г}$  воды при  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Какой была первоначальная температура воды в первом калориметре, если после добавления в него всего содержимого второго в первом калориметре установилась температура  $2 \text{ }^\circ\text{C}$ ? Теплоемкостью калориметров пренебречь.

3. В сосуде лежит кусок льда. Температура льда  $t_1 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Если сообщить ему количество теплоты  $Q$  то весь лед растает и образовавшаяся вода нагреется до температуры  $t_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Какая доля льда  $k$  растает, если сообщить ему количество теплоты  $q = \frac{Q}{2}$ ? Тепловыми потерями на нагрев сосуда пренебречь

4. Необходимо расплавить лед массой  $0,2 \text{ кг}$ , имеющий температуру  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Выполнима ли эта задача, если потребляемая мощность нагревательного элемента  $400 \text{ Вт}$ , тепловые потери составляют  $30\%$ , а время работы нагревателя не должно превышать  $5 \text{ минут}$ ?

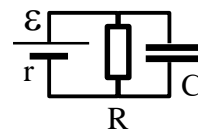
**Решение задач по теме «Электростатика»**

Теоретические вопросы

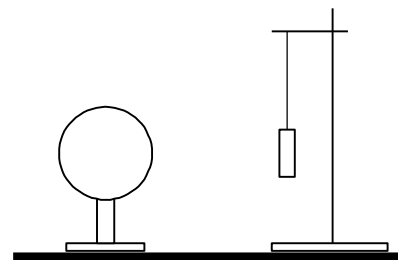
1. Алгоритм решения задач по теме «Электростатика»

Задачи и упражнения для аудиторной работы

1. К источнику тока с ЭДС  $\varepsilon = 9$  В и внутренним сопротивлением  $r = 1$  Ом подключили параллельно соединенные резистор с сопротивлением  $R = 8$  Ом и плоский конденсатор, расстояние между пластинами которого  $d = 0,002$  м. Какова напряженность электрического поля между пластинами конденсатора?



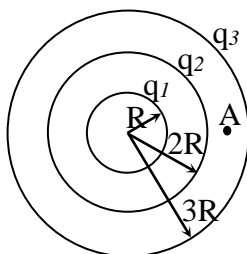
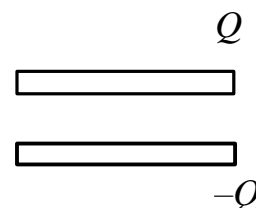
2. Легкая трубочка из тонкой алюминиевой фольги подвешена к штативу на тонкой шелковой нити. Что произойдет с трубочкой, когда вблизи нее окажется отрицательно заряженный шар? Трубочка не заряжена, длина нити не позволяет трубочке коснуться шара.



3. Полый металлический шарик массой 2 г подвешен на шелковой нити длиной 50 см. Шарик имеет положительный заряд  $10^{-8}$  Кл и находится в однородном электрическом поле напряженностью  $10^6$  В/м, направленном вертикально вниз. Каков период малых колебаний шарика

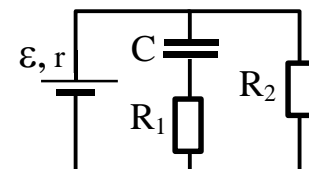
Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. Две одинаковые металлические пластины заряжены противоположными зарядами  $Q > 0$  и  $-Q$ . Пластины установлены параллельно друг другу, площадь каждой пластины равна  $S$ , расстояние между пластинами и их толщина много меньше их длины и ширины. Чему равен заряд на нижней стороне нижней пластины?



2. Точечный заряд  $q$  создает на расстоянии  $R$  электрическое поле с напряженностью  $E_1 = 63$  В/м. Три концентрические сферы радиусов  $R$ ,  $2R$  и  $3R$  несут равномерно распределенные по их поверхностям заряды  $q_1 = +2q$ ,  $q_2 = -q$  и  $q_3 = +q$  соответственно (см. рис.). Чему равно значение напряженности поля в точке А, отстоящей от центра сфер на расстояние  $2,5R$ ?

3. Чему равен электрический заряд конденсатора емкостью  $C = 100$  мкФ (см. рисунок), если внутреннее сопротивление источника тока  $r = 10$  Ом, ЭДС  $\varepsilon = 15$  В, а сопротивления резисторов  $R_1 = 70$  Ом и  $R_2 = 20$  Ом?

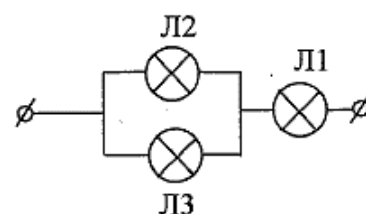


**Занятие 10**

**Решение задач по теме «Законы постоянного тока»**

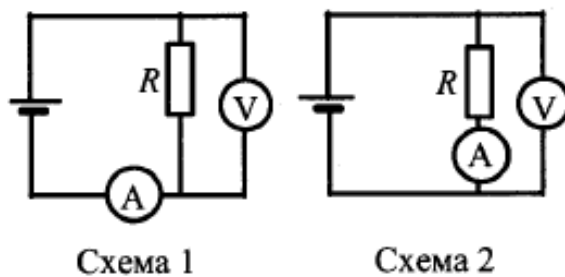
Задачи и упражнения для аудиторной работы

1. Вольт - амперные характеристики газовых ламп  $L1$ ,  $L2$  и  $L3$  при достаточно больших токах хорошо описываются квадратичными зависимостями  $U_1 = \alpha I^2, U_2 = 3\alpha I^2, U_3 = 6\alpha I^2$ , где  $\alpha$  — некоторая известная размерная константа. Лампы  $L2$  и  $L3$  соединили параллельно, а лампу  $L1$  — последовательно с ними (см. рис.). Определите зависимость напряжения на концах



участка цепи от силы тока, текущего через такой участок цепи, если токи через лампы таковы, что выполняются вышеуказанные квадратичные зависимости.

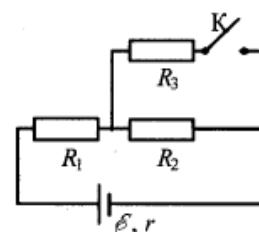
2. Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рис.). Сопротивление резистора равно  $R$ , сопротивление амперметра  $0,01R$  сопротивление вольтметра  $9R$ . В первой схеме показания амперметра равны  $I_1$ . Каковы его показания во второй схеме? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.



3. Электрическая цепь состоит из источника тока и реостата. ЭДС источника  $\varepsilon = 6$  В, его внутреннее сопротивление  $r = 2$  Ом, Сопротивление реостата можно изменять в пределах от 1 Ом до 5 Ом, Чему равна максимальная мощность тока, выделяемая на реостате?

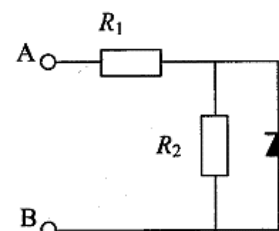
### Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. Во сколько раз увеличится мощность, выделяемая на резисторе  $R_1$ , при замыкании ключа  $K$  (см. рис.), если  $R_1 = R_2 = R_3 = 1$  Ом,  $r = 0,5$  Ом?



2. По однородному цилиндрическому алюминиевому проводнику сечением  $2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$  пропустили ток 10 А. Определите промежуток времени, в течение которого температура проводника повысится на 10 К. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление алюминия  $2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ , плотность алюминия  $2700 \text{ кг/м}^3$ .)

3. В цепи, изображенной на рисунке, сопротивление диода в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном — многократно превышает сопротивление резисторов. При подключении к точке А — положительного, а к точке В — отрицательного полюса батареи с ЭДС 12 В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением, потребляемая мощность равна 4,8 Вт. При изменении полярности подключения батареи потребляемая мощность оказалась равной 14,4 Вт. Укажите условия протекания тока через диод и резисторы в обоих случаях и определите сопротивление резисторов в этой цепи.



### **Занятие 11**

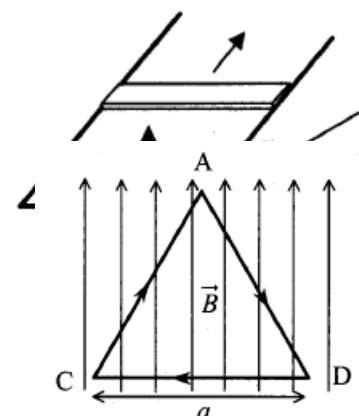
#### **Решение задач по теме «Магнитное поле.»**

##### Теоретические вопросы

1. Алгоритм решения задач по теме «Магнитное поле»

##### Задачи и упражнения для аудиторной работы

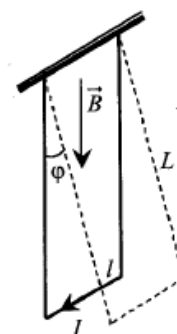
1. На проводящих рельсах, проложенные по наклонной плоскости, в однородном вертикальном магнитном поле  $\vec{B}$  находится горизонтальный прямой проводник прямоугольного сечения массой  $m = 20$  г, Плоскость наклонена к горизонту под углом  $\alpha = 30^\circ$ . Расстояние между рельсами  $L = 40$  см. Когда рельсы подключены к источнику тока, по проводнику протекает постоянный ток  $I = 11$  А. При этом проводник поступательно



движется вверх по рельсам равномерно и прямолинейно. Коэффициент трения между проводником и рельсами  $\mu = 0,2$ . Чему равен модуль индукции магнитного поля  $B$ ?

2. На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жесткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутой в виде равносторонней треугольнику  $ADC$  со стороной, равной  $a$  (см. рис.). Рамка, по которой течет ток  $I$ , находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции которого  $B$  перпендикулярен стороне  $CD$ . Каким должен быть модуль индукции магнитного поля, чтобы рамка начала поворачиваться вокруг стороны  $CD$ , если масса рамки  $m$ ?

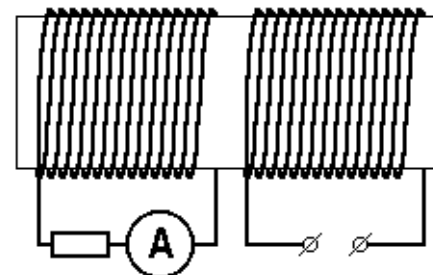
3. Металлический стержень длиной  $l = 0,1$  м и массой  $m = 10$  г, подвешенный на двух параллельных проводящих нитях длиной  $L = 1$  м, располагается горизонтально в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,1$  Тл, как показано на рисунке. Вектор магнитной индукции направлен вертикально. Какую максимальную скорость приобретет стержень, если по нему пропустить ток силой  $10$  А в течение  $0,1$  с? Угол  $\varphi$  отклонения нитей от вертикали за время протекания тока мал.



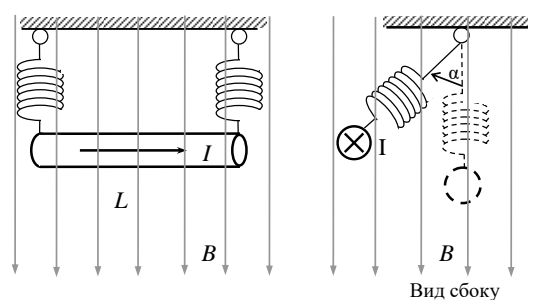
4. Протон ускоряется постоянным электрическим полем конденсатора, напряжение на обкладках которого  $2160$  В. Затем он влетает в однородное магнитное поле и движется по дуге окружности радиуса  $20$  см в плоскости, перпендикулярной линиям магнитной индукции. Каков модуль вектора индукции магнитного поля? Начальной скоростью протона в электрическом поле пренебречь.

#### Задачи и упражнения для самостоятельной работы

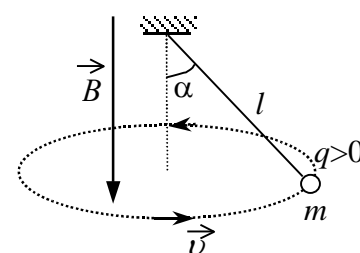
1. На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают постоянный ток. Каковы в этом случае показания амперметра, подключенного к левой катушке? Как изменятся показания амперметра, если в течение некоторого времени напряжение на концах правой катушки постепенно увеличивать? Ответ поясните, указав какие физические законы и явления вы использовали для объяснения.



2. По прямому горизонтальному проводнику длиной  $L = 1$  м с площадью поперечного сечения  $S = 1,25 \cdot 10^{-5}$  м<sup>2</sup>, подвешенному с помощью двух одинаковых невесомых пружинок жесткостью  $k = 100$  Н/м, течет ток  $I = 10$  А (см. рисунок). Какой угол  $\alpha$  составляют оси пружинок с вертикалью при включении вертикального магнитного поля с индукцией  $B = 0,1$  Тл, если абсолютное удлинение каждой из пружинок при этом составляет  $\Delta l = 7 \cdot 10^{-3}$  м? (Плотность материала проводника  $\rho = 8 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>).



3. В однородном магнитном поле с индукцией  $B$ , направленной вертикально вниз, равномерно вращается в горизонтальной плоскости против часовой стрелки положительно заряженный шарик массой  $m$ , подвешенный на нити длиной  $l$  (конический маятник). Угол отклонения нити от вертикали равен  $\alpha$ , скорость движения шарика равна  $v$ . Найдите заряд шарика.



Решение задач по теме «Электромагнитная индукция».

Теоретические вопросы

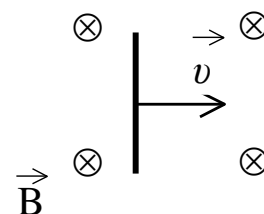
1. Алгоритм решения задач по теме «Электромагнитная индукция»

Задачи и упражнения для аудиторной работы

1. Плоская горизонтальная фигура, ограниченная проводящим контуром, сопротивление которого  $R = 5 \text{ Ом}$ , находится в однородном магнитном поле. Пока проекция магнитной индукции на вертикаль  $z$  равномерно меняется от  $B_{1z} = 2 \text{ Тл}$  до  $B_{2z} = -2 \text{ Тл}$ , за большой промежуток времени по контуру протекает заряд  $\Delta q = 0,08 \text{ Кл}$ . Найдите площадь фигуры.

2. Плоская горизонтальная фигура площадью  $S = 0,1 \text{ м}^2$ , ограниченная проводящим контуром, имеющим сопротивление  $R = 5 \text{ Ом}$ , находится в однородном магнитном поле. Какой заряд протечет по контуру за большой промежуток времени, пока проекция магнитной индукции на вертикаль равномерно меняется с  $B_{1z} = 2 \text{ Тл}$  до  $B_{2z} = -2 \text{ Тл}$ ?

3. Горизонтальный проводник движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле, индукция которого равна  $0,5 \text{ Тл}$ . Скорость движения проводника горизонтальна и направлена перпендикулярно проводнику (см. рисунок). При начальной скорости проводника, равной нулю, и ускорении  $8 \text{ м/с}^2$  проводник переместился на  $1 \text{ м}$ . ЭДС индукции на концах проводника в конце движения равна  $2 \text{ В}$ . Какова длина проводника?

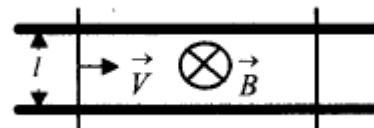


Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. Медное кольцо из провода диаметром  $2 \text{ мм}$  расположено в однородном магнитном поле, магнитная индукция которого меняется по модулю со скоростью  $1,09 \text{ Тл/с}$ . Плоскость кольца перпендикулярна вектору магнитной индукции. Каков диаметр кольца, если возникающий в нем индукционный ток равен  $10 \text{ А}$ ? Удельное сопротивление меди  $\rho = 1,72 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ .

2. Замкнутый контур площадью  $S$  из тонкой проволоки помещен в магнитное поле. Плоскость контура перпендикулярна вектору магнитной индукции поля. В контуре возникают колебания тока с амплитудой  $i_m = 35 \text{ мА}$ , если магнитная индукция поля меняется с течением времени в соответствии с формулой  $B = a \cdot \cos(bt)$ , где  $a = 6 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$ ,  $b = 3500 \text{ с}^{-1}$ . Электрическое сопротивление контура  $R = 1,2 \text{ Ом}$ . Чему равна площадь контура?

3. Два параллельных друг другу рельса, лежащих в горизонтальной плоскости, находятся в однородном магнитном поле, индукция  $B$  которого направлена вертикально вниз (см. рис.). Левый проводник движется вправо со скоростью  $V$ , а правый — покоится. С какой скоростью  $v$  надо перемещать правый проводник (такой же), чтобы в три раза уменьшить силу Ампера, действующую на левый проводник? (Сопротивлением рельсов пренебречь.)



Решение задач по теме «Оптика».

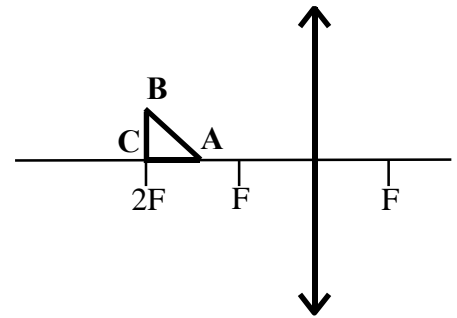
Теоретические вопросы

2. Алгоритм решения задач по теме «Оптика»

Задачи и упражнения для аудиторной работы

1. На поверхности воды плавает прямоугольный надувной плот длиной 6 м. Небо затянуто сплошным облачным покровом, полностью рассеивающим солнечный свет. Глубина тени под плотом равна 2,3 м. Определите ширину плота. Глубиной погружения плота и рассеиванием света водой пренебречь. Показатель преломления воды относительно воздуха принять равным  $\frac{4}{3}$

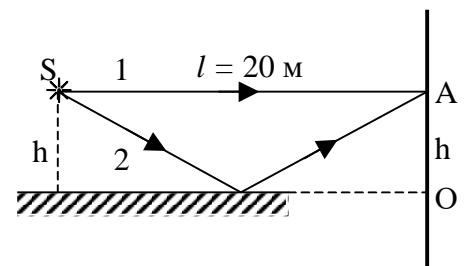
2. Равнобедренный прямоугольный треугольник ABC площадью  $50 \text{ см}^2$  расположен перед тонкой собирающей линзой так, что его катет AC лежит на главной оптической оси линзы. Фокусное расстояние линзы 50 см. Вершина прямого угла C лежит дальше от центра линзы, чем вершина острого угла A. Расстояние от центра линзы до точки C равно удвоенному фокусному расстоянию линзы (см. рисунок).



Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.

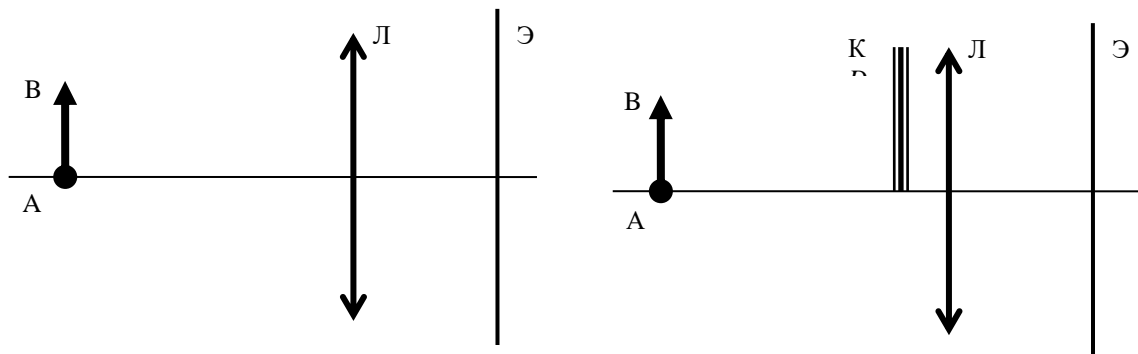
3. В дно водоема глубиной 3 м вертикально вбита свая, скрытая под водой. Высота сваи 2 м. Свая отбрасывает на дне водоема тень длиной 0,75 м. Определите угол падения солнечных лучей на поверхность воды. Показатель преломления воды  $n = \frac{4}{3}$

4. На рисунке представлена схема получения интерференции света с помощью плоского зеркала. Центральный интерференционный максимум наблюдается в точке O экрана. Расстояние от источника S до зеркала равно h, длина волны источника  $\lambda = 600 \text{ нм}$ . Луч 1 идет параллельно зеркалу и попадает в точку A экрана, где наблюдается второй интерференционный минимум. Чему равно расстояние h в этом опыте?



5. В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности  $I_m = 10 \text{ мА}$ , а амплитуда напряжения на конденсаторе  $U_m = 4,0 \text{ В}$ . В момент времени  $t$  напряжение на конденсаторе равно 3,2 В. Найдите силу тока в катушке в этот момент.

6. Тонкая линза Л даёт чёткое действительное изображение предмета АВ на экране Э (см. рис. 1). Что произойдёт с изображением предмета на экране, если верхнюю половину линзы закрыть куском чёрного картона К (см. рис. 2)? Постройте изображение предмета в обоих случаях. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. Найдите оптическую силу объектива проекционного аппарата, если он дает 20-кратное увеличение, когда слайд находится от него на расстоянии 21 см.



2. Определите увеличение, даваемое линзой с фокусным расстоянием 0,13 м, если предмет отстоит от нее на 15 см.

3. На оси  $Ox$  в точке  $x_1 = 10$  см находится тонкая рассеивающая линза с фокусным расстоянием  $f_1 = -10$  см, а в точке  $x_2 = 25$  см – тонкая собирающая линза. Главные оптические оси обеих линз совпадают с осью  $Ox$ . Свет от точечного источника, расположенного в точке  $x = 0$ , пройдя данную оптическую систему, распространяется параллельным пучком. Найдите фокусное расстояние собирающей линзы  $f_2$

4. Для «просветления» оптики на поверхность линзы наносят тонкую пленку с показателем преломления 1,25. Какой должна быть минимальная толщина пленки, чтобы свет длиной волны 600 нм из воздуха полностью проходил через пленку? (Показатель преломления пленки меньше показателя преломления стекла линзы.)

## Занятие 15.

### Решение задач по теме «Фотоэффект».

#### Теоретические вопросы

1. Алгоритм решения задач по теме «Фотоэффект»

#### Задачи и упражнения для аудиторной работы

1. В вакууме находятся два покрытых кальцием электрода, к которым подключен конденсатор емкостью  $C$ . При длительном освещении катода светом с длиной волны  $\lambda = 300$  нм фототок, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд  $q = 11 \cdot 10^{-9}$  Кл. Работа выхода электронов из кальция  $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$  Дж. Определите емкость конденсатора  $C$ .

2. Фотокатод, покрытый кальцием (работа выхода  $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$  Дж), освещается светом с частотой  $\nu = 2 \cdot 10^{15}$  Гц. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции и движутся по окружности максимального радиуса  $R = 5$  мм. Каков модуль индукции магнитного поля  $B$ ?

3. В вакууме находятся две покрытые кальцием пластинки, к которым подключен конденсатор емкостью  $C = 8000$  пФ. При длительном освещении одной из пластинок светом фототок, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд  $q = 11 \cdot 10^{-9}$  Кл. Работа выхода электронов из кальция  $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$  Дж. Определите длину волны  $\lambda$  света, освещающего пластинку.

#### Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. Металлическую пластину освещают монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda = 531$  нм. Каков максимальный импульс фотоэлектронов, если работа выхода электронов из данного металла  $A_{\text{вых}} = 1,73 \cdot 10^{-19}$  Дж?

2. При увеличении в 2 раза частоты света, падающего на поверхность металла, запирающее напряжение для фотоэлектронов увеличилось в 3 раза. Первоначальная частота падающего света была равна  $0,75 \cdot 10^{15}$  Гц. Какова длина волны, соответствующая «красной границе» фотоэффекта для этого металла?

3. Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода) сосуда, из которого откачан воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем напряженностью  $E = 5 \cdot 10^4$  В/м. До какой скорости электрон разгонится в этом поле, пролетев путь  $s = 5 \cdot 10^{-4}$  м? Релятивистские эффекты не учитывать.

4. Металлическая пластина облучается светом частотой  $\nu = 1,6 \cdot 10^{15}$  Гц. Вылетающие из пластины фотоэлектроны попадают в однородное электрическое поле напряженностью  $130$  В/м, причем вектор напряженности  $E$  поля направлен к пластине перпендикулярно ее поверхности. Измерения показали, что на расстоянии  $10$  см от пластины максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна  $15,9$  эВ. Определите работу выхода

**Решение задач по теме «Квантовая физика».**

Теоретические вопросы

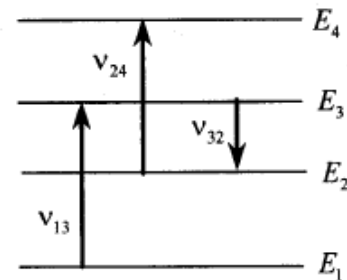
1. Алгоритм решения задач по теме «Квантовая физика»

Задачи и упражнения для аудиторной работы

1. Число фотонов, излучаемых лазерной указкой за  $t = 5 \text{ с}$ ,  $N = 6 \cdot 10^{16}$ . Длина волны излучения указки равна  $\lambda = 600 \text{ нм}$ . Определите мощность  $P$  излучения указки.

2. Излучением лазера с длиной волны  $3,3 \cdot 10^{-7} \text{ м}$  за время  $1,25 \cdot 10^4 \text{ с}$  был расплавлен лёд массой  $1 \text{ кг}$ , взятый при температуре  $0^\circ \text{С}$ , и полученная вода была нагрета на  $100^\circ \text{С}$ . Сколько фотонов излучает лазер за  $1 \text{ с}$ ? Считать, что  $50\%$  излучения поглощается веществом.

3. На рисунке представлены энергетические уровни атома и указаны частоты световых волн, испускаемых и поглощаемых при переходах между ними:  $\nu_{13} = 7 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$ ;  $\nu_{32} = 3 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$ . При переходе с уровня  $E_4$  на уровень  $E_1$  атом излучает свет с длиной волны  $\lambda = 360 \text{ нм}$ . Какова частота колебаний световой волны, поглощаемой атомом при переходе с уровня  $E_2$  на уровень  $E_4$ ?



4. Ядро покоящегося нейтрального атома, находясь в однородном магнитном поле, испытывает  $\alpha$ -распад. При этом рождаются  $\alpha$ -частица и тяжелый ион нового элемента. Выделившаяся при  $\alpha$ -распаде энергия  $\Delta E$  целиком переходит в кинетическую энергию продуктов реакции. Трек  $\alpha$ -частицы находится в плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля. Начальная часть трека напоминает дугу окружности радиусом  $r$ . Масса  $\alpha$ -частицы равна  $m_\alpha$ , ее заряд равен  $2e$ , масса тяжелого иона равна  $M$ . Найдите индукцию магнитного поля.

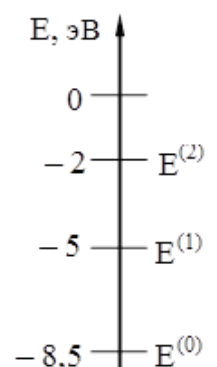
Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. Электромагнитное излучение используется для нагревания воды массой  $1 \text{ кг}$ . За время  $700 \text{ с}$  температура воды увеличивается на  $10^\circ \text{С}$ . Какова длина волны излучения, если источник испускает  $10^{20}$  фотонов за  $1 \text{ с}$ ? Считать, что излучение полностью поглощается водой.

2. В сосуде находится разреженный атомарный водород. Атом водорода в основном состоянии ( $E_{(1)} = -13,6 \text{ эВ}$ ) поглощает фотон и ионизируется. Электрон, вылетевший из атома в результате ионизации, движется вдали от ядра со скоростью  $v = 1000 \text{ км/с}$ . Какова частота поглощенного фотона? Энергией теплового движения атомов водорода пренебречь.

3. Для разгона космических аппаратов и коррекции их орбит предложено использовать солнечный парус – скрепленный с аппаратом легкий экран большой площади из тонкой пленки, которая зеркально отражает солнечный свет. Какой должна быть площадь паруса  $S$ , чтобы аппарат массой  $500 \text{ кг}$  (включая массу паруса) имел ускорение  $10^{-4} g$ ? Мощность  $W$  солнечного излучения, падающего на  $1 \text{ м}^2$  поверхности паруса, перпендикулярной солнечным лучам, составляет  $1370 \text{ Вт/м}^2$ .

4. Предположим, что схема энергетических уровней атомов некоего вещества имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией  $E^{(1)}$ . Электрон, столкнувшись с одним из таких атомов, отскочил, приобретя некоторую дополнительную энергию. Кинетическая энергия электрона до столкновения равнялась  $2,3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ . Определите импульс электрона после столкновения с атомом.



Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь, до столкновения атом считать неподвижным.

### Самостоятельная работа:

Текущая самостоятельная работа заключается в работе с учебной литературой, поиске и обзоре литературы и информации по заданным темам курса, опережающей самостоятельной работе, подготовке к практическим занятиям.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов состоит в:

- проработке теоретического материала;
- выполнении домашних заданий. (См. п.5 «Практические занятия», «Задачи и упражнения для самостоятельной работы»)

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

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

Текущая аттестация проводится в форме:

- 1) решении задач на доске (в учебной аудитории) на практических занятиях;
- 2) Контрольной работы;

#### *Примеры оценочных средств и критериев оценивания*

#### 1) Решения задач на практическом занятии

Примеры задач, разбираемых на практических занятиях представлены в п. 5 (раздел «Практические занятия»).

#### Критерии оценивания

#### Ответов на вопросы и решения задач на доске (в аудитории)

Каждая задача оценивается «зачтено - не зачтено»:

- «зачтено», если получено решение в общем виде, но при решении могут быть допущены незначительные поправки (не выполнена проверка единиц измерений, математическая ошибка в расчетах, есть ошибки при выполнении рисунка);

- «не зачтено», если не получено решение в общем виде (отсутствует или неверное), не зависимо от наличия оформления данных, рисунка и основных формул.

В конце семестра определяется средняя оценка за решение задач на практических занятиях.

- общая оценка «зачтено», если были зачтены не менее 70 % задач.

#### 2) Контрольная работа

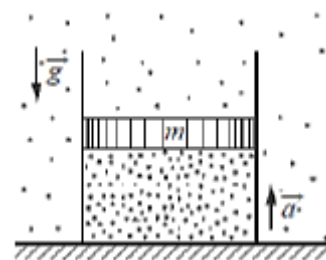
#### **Контрольная работа**

1. Стартуя из точки А (см. рис.), спортсмен движется равноускоренно до точки В, после которой модуль скорости спортсмена остается постоянным вплоть до точки С. Во сколько раз время, затраченное спортсменом на участок ВС, больше, чем на участок АВ, если модуль ускорения на обоих участках одинаков? Траектория ВС — полуокружность.



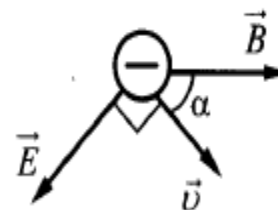
2. В калориметре находятся в тепловом равновесии вода и лёд. После опускания в калориметр болта, имеющего массу **165 г** и температуру **-40 °С**, **20%** воды превратилось в лёд. Удельная теплоёмкость материала болта равна **500 Дж/(кг·К)**. Какая масса воды первоначально находилась в калориметре? Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

3. В вертикальном цилиндрическом сосуде с гладкими стенками под подвижным поршнем массой **10 кг** и



площадью поперечного сечения  $50 \text{ см}^2$  находится разреженный газ (см. рисунок). При движении сосуда по вертикали с ускорением, направленным вверх и равным по модулю  $1 \text{ м/с}^2$ , высота столба газа под поршнем постоянна и на 5% меньше, чем в покоящемся сосуде. Считая температуру газа под поршнем неизменной, а наружное давление постоянным, определите внешнее давление. Масса газа под поршнем постоянна.

4. Точечный отрицательный заряд  $q = -1,5 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}$  движется в однородных электрическом и магнитном полях, Напряженность электрического поля  $E = 1200 \text{ В/м}$ , индукция магнитного поля  $B = 0,03 \text{ Тл}$ . В некоторый момент времени скорость заряда равна по величине  $v = 10^5 \text{ м/с}$  и лежит в плоскости векторов  $B$  и  $E$ , при этом вектор  $v$  перпендикулярен вектору  $E$  и составляет с вектором  $B$  угол  $\alpha = 45^\circ$ . Найдите величину результирующей силы, действующей на заряд со стороны электромагнитного поля в этот момент времени.



#### Критерии оценивания контрольной работы

Работа оценивается по двухбалльной системе: «зачтено» – «незачтено». Отметка «зачтено» выставляется в случае, если студент правильно выполнил более чем 60% предложенных задач и может объяснить ход решения указанной преподавателем задачи.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Задачи ЕГЭ по физике повышенной сложности» проводится в виде зачета.

#### Критерий выставления зачета

Оценка «зачтено» выставляется если студент:

1. Посетил все практические занятия. В случае пропуска занятий студент должен показать преподавателю конспект решения заданий, предлагавшихся на этом занятии и решения заданий для самостоятельной работы по этой теме, и может объяснить ход решения указанной преподавателем задачи.
2. Получил оценку «зачтено» по контрольной работе и итоговому зачетному заданию.
3. Не имеет неудовлетворительных оценок за практические и домашние задания. Зачет выставляется студенту при выполнении всех пунктов критерия.

#### Пример письменной зачетной работы:

Смоленский государственный университет  
Кафедра физики и технических дисциплин  
Направление подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование»

**Профиль «Физика и информатика»**  
**Дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.17.1**  
**«Задачи ЕГЭ по физике повышенной сложности»**  
**9 семестр**  
**ПИСЬМЕННАЯ ЗАЧЕТНАЯ РАБОТА**

#### **Инструкция по выполнению работы**

Работа состоит из двух частей, включающих в себя 32 задания.

Ответы на задания 1–25 в поле ответа в тексте работы, а потом перенесите на отдельный лист бумаги, сохраняя нумерацию.

Ответ к заданиям 25–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На отдельном листе бумаги укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

После выполнения работы, сфотографируйте листы с ответами и пришлите на проверку.

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

### Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	$10^9$	санти	с	$10^{-2}$
мега	М	$10^6$	милли	м	$10^{-3}$
кило	к	$10^3$	микро	мк	$10^{-6}$
гекто	г	$10^2$	нано	н	$10^{-9}$
деци	д	$10^{-1}$	пико	п	$10^{-12}$

#### Константы

число  $\pi$

$$\pi = 3,14$$

ускорение свободного падения на Земле

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

гравитационная постоянная

$$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$$

универсальная газовая постоянная

$$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$$

постоянная Больцмана

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$$

постоянная Авогадро

$$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

скорость света в вакууме

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

коэффициент пропорциональности в законе Кулона

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$$

модуль заряда электрона

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

(элементарный электрический заряд)

постоянная Планка

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

#### Соотношение между различными единицами

температура

$$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$$

атомная единица массы

$$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

1 атомная единица массы эквивалентна

$$931,5 \text{ МэВ}$$

1 электронвольт

$$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

1 астрономическая единица

$$1 \text{ а.е.} \approx 150\,000\,000 \text{ км}$$

1 световой год

$$1 \text{ св. год} \approx 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}$$

1 парсек

$$1 \text{ пк} \approx 3,26 \text{ св. года}$$

#### Масса частиц

электрона

$$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$$

протона

$$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$$

нейтрона

$$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$$

#### Астрономические величины

средний радиус Земли

$$R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$$

радиус Солнца

$$R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$$

температура поверхности Солнца

$$T = 6000 \text{ К}$$

#### Плотность

воды

$$1000 \text{ кг/м}^3$$

подсолнечного масла

$$900 \text{ кг/м}^3$$

алюминия

$$2700 \text{ кг/м}^3$$

древесины (сосна)	400 кг/м <sup>3</sup>	железа	7800 кг/м <sup>3</sup>
керосина	800 кг/м <sup>3</sup>	ртути	13 600 кг/м <sup>3</sup>
<b>Удельная теплоёмкость</b>			
воды	4,2·10 <sup>3</sup> Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 <sup>3</sup> Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	460 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		
<b>Удельная теплота</b>			
парообразования воды	2,3·10 <sup>6</sup> Дж/кг		
плавления свинца	2,5·10 <sup>4</sup> Дж/кг		
плавления льда	3,3·10 <sup>5</sup> Дж/кг		
<b>Нормальные условия:</b> давление – 10 <sup>5</sup> Па, температура – 0 °С			
<b>Молярная масса</b>			
азота	28·10 <sup>-3</sup> кг/моль	гелия	4·10 <sup>-3</sup> кг/моль
аргона	40·10 <sup>-3</sup> кг/моль	кислорода	32·10 <sup>-3</sup> кг/моль
водорода	2·10 <sup>-3</sup> кг/моль	лития	6·10 <sup>-3</sup> кг/моль
воздуха	29·10 <sup>-3</sup> кг/моль	неона	20·10 <sup>-3</sup> кг/моль
воды	18·10 <sup>-3</sup> кг/моль	углекислого газа	44·10 <sup>-3</sup> кг/моль

### Часть 1

1

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Силы, с которыми тела действуют друг на друга, равны по модулю и направлены по одной прямой в противоположные стороны и имеют разную природу.
- 2) В процессе кристаллизации постоянной массы вещества его внутренняя энергия уменьшается.
- 3) Сила взаимодействия двух неподвижных точечных зарядов в вакууме прямо пропорциональна квадрату расстояния между ними.
- 4) При падении луча света на плоское зеркало падающий луч, отражённый луч и перпендикуляр к зеркалу, восстановленный в точке падения, лежат в одной плоскости, а угол падения равен углу отражения.
- 5) Ядро атома кислорода состоит из положительно заряженных протонов и не имеющих заряда нейтронов.

Ответ: \_\_\_\_\_

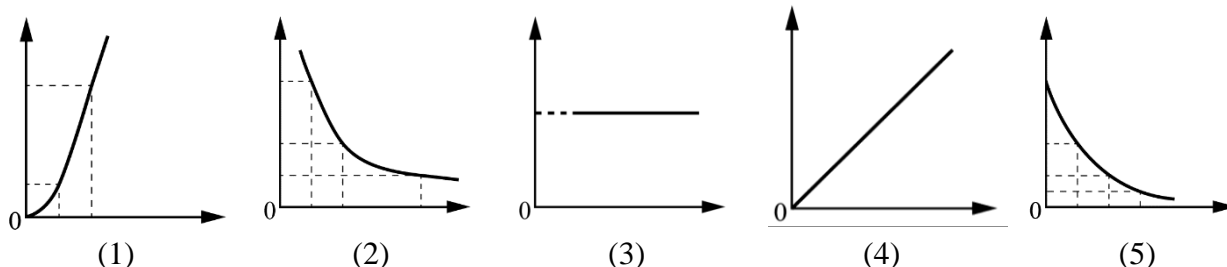
2

Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость пути, пройденного равноускоренно движущимся телом, от времени движения при начальной скорости тела, равной нулю;

- Б) зависимость количества теплоты, выделяющегося при сгорании топлива от массы топлива;  
 В) зависимость емкости плоского конденсатора с расстоянием между пластинами  $d$  от площади пластин.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

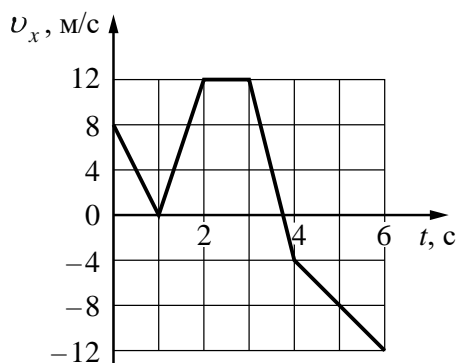


Ответ:

А	Б	В

3

На рисунке показан график зависимости проекции  $v_x$  скорости тела от времени  $t$ . Какова проекция  $a_x$  ускорения этого тела в интервале времени от 2 до 3 с?



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

4

Какова кинетическая энергия автомобиля массой 1000 кг, движущегося со скоростью 10 м/с?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

5

Человек услышал звук грома через 6 с после вспышки молнии. Считая, что скорость звука в воздухе равна 340 м/с, определите, на каком расстоянии от человека ударила молния.

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

6

Мальчик поднимает вверх гиру массой 10 кг, действуя на неё постоянной силой 120 Н, направленной вертикально вверх. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.

- Если мальчик приложит к гире направленную вертикально силу 90 Н, он не сможет её
- 1) поднять.
  - 2) Гирия действует на руку мальчика с силой 100 Н, направленной вниз.
  - 3) Вес гири равен 120 Н и направлен вверх.
  - 4) Равнодействующая сил, действующих на гиру, равна 240 Н и направлена вверх.
  - 5) Ускорение гири равно  $2 \text{ м/с}^2$ .

Ответ: \_\_\_\_\_

7

Искусственный спутник Венеры перевели с одной круговой орбиты на другую, на новой орбите скорость его движения меньше, чем на прежней. Как изменились при этом центростремительное ускорение, с которым спутник движется по орбите, и его период обращения вокруг Венеры?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Центростремительное ускорение	Период обращения спутника вокруг Земли

8

Шайба массой  $m$ , скользящая по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью  $U$ , абсолютно неупруго сталкивается с покоящейся шайбой массой  $M$ .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, вы



9

Цилиндрический сосуд разделён неподвижной перегородкой на две части. В одной части сосуда находится неон, в другой – криптон. Концентрации газов одинаковы. Средние кинетические энергии теплового движения молекул газов равны. Определите отношение давления криптона к давлению неона.

Ответ: \_\_\_\_\_.

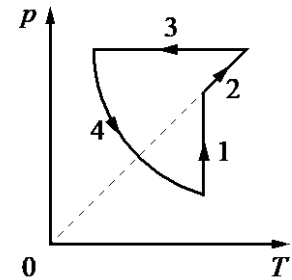
10

Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 43%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объём в 3 раза. Какова относительная влажность воздуха в цилиндре после сжатия?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

11

На рисунке показан циклический процесс изменения состояния 1 моль одноатомного идеального газа. На каком участке цикла изменение внутренней энергии газа равно полученному газом количеству теплоты?

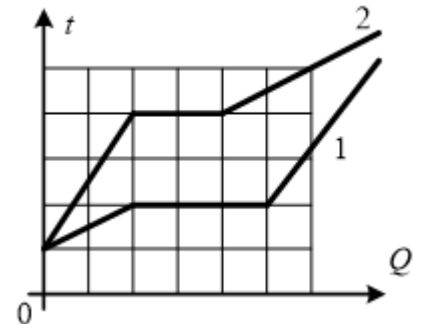


Ответ: на участке \_\_\_\_\_.

12

На рисунке представлены графики зависимости температуры  $t$  двух тел одинаковой массы от сообщённого количества теплоты  $Q$ . Первоначально тела находились в жидком агрегатном состоянии.

Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня все верные утверждения.

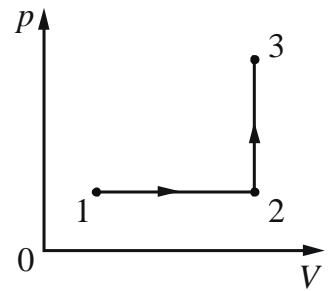


- 1) Температура кипения у первого тела в 2 раза ниже, чем у второго.
- 2) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии.
- 3) Удельная теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии у первого тела в 3 раза больше, чем у второго.
- 4) Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту парообразования.
- 5) Удельная теплоёмкость в газообразном агрегатном состоянии у первого тела в 2 раза больше, чем у второго.

Ответ: \_\_\_\_\_.

13

1 моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2–3, график которого изображён на рисунке в координатах  $p$ – $V$ , где  $p$  – давление газа,  $V$  – объём газа. Как изменяются плотность газа в ходе процесса 1–2 и абсолютная температура газа в ходе процесса 2–3? Масса газа остаётся постоянной.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Плотность газа в ходе процесса 1–2	Абсолютная температура газа в ходе процесса 2–3

14

Пять одинаковых резисторов с сопротивлением 2 Ом соединены в электрическую цепь, по которой течёт ток  $I$  (см. рисунок). Идеальный вольтметр показывает напряжение 9 В. Чему равна сила тока  $I$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

15

Прямолинейный проводник длиной  $L$ , по которому протекает ток  $I$ , помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции  $\vec{B}$ . Во сколько раз уменьшится сила Ампера, действующая на проводник, если его длина будет в 2 раза больше, а сила тока в проводнике будет в 4 раза меньше?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а).

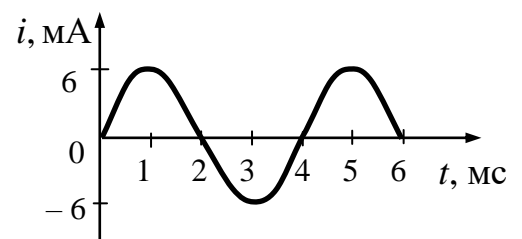
16

Конденсатор, заряженный до разности потенциалов  $U$ , в первый раз подключили к катушке с индуктивностью  $L$ , а во второй – к катушке, индуктивность которой составляет  $3L$ . В обоих случаях в получившемся контуре возникли незатухающие электромагнитные колебания. Каково отношение значений полной энергии колебаний  $\frac{W_2}{W_1}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_.

17

На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре, образованном конденсатором и катушкой, индуктивность которой равна 0,2 Гн. Из приведенного ниже списка выберите все верные утверждения.

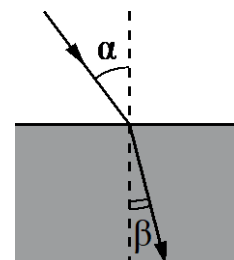


- 1) Период электромагнитных колебаний равен 6 мс.
- 2) В момент времени 1 мс заряд конденсатора равен нулю.
- 3) Максимальное значение энергии электрического поля конденсатора равно 1,8 мкДж.
- 4) В момент времени 2 мс энергия магнитного поля катушки достигает своего минимума.
- 5) За первые 6 мс энергия магнитного поля катушки достигла своего максимума 2 раза.

Ответ: \_\_\_\_\_

18

Пучок монохроматического света входит из воздуха в воду (см. рисунок). Что происходит при переходе света из воздуха в воду с частотой электромагнитных колебаний в световой волне и скоростью их распространения?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

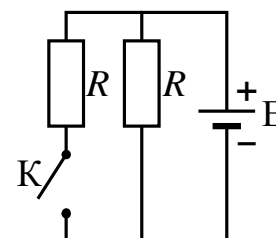
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота	Скорость

19

На рисунке показана цепь постоянного тока. Внутренним сопротивлением источника тока можно пренебречь. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать ( $E$  – ЭДС источника тока;  $R$  – сопротивление резистора). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



#### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сила тока через источник при замкнутом ключе К
- Б) мощность, выделяющаяся на резисторе при разомкнутом ключе К

#### ФОРМУЛЫ

- 1)  $\frac{2E}{R}$
- 2)  $\frac{E}{2R}$
- 3)  $\frac{E}{R}$

$$\frac{2E^2}{R}$$

$$4) \frac{E^2}{R}$$

Ответ:

А	Б

20

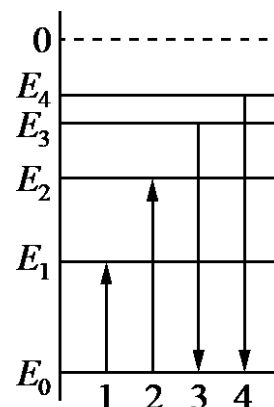
При  $\alpha$ -распаде ядра изотопа  ${}_{101}^{258}\text{Md}$  образуются  $\alpha$ -частица и ядро изотопа  ${}^A_Z\text{X}$ .  
 Определите массовое число ядра  ${}^A_Z\text{X}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_

21

На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих переходов связаны с поглощением кванта света с наибольшей частотой и излучением кванта света с наименьшей длиной волны?

Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, обозначающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕССЫ

А) поглощение кванта света с наибольшей частотой

Б) излучение кванта света с наименьшей длиной волны

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ

1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

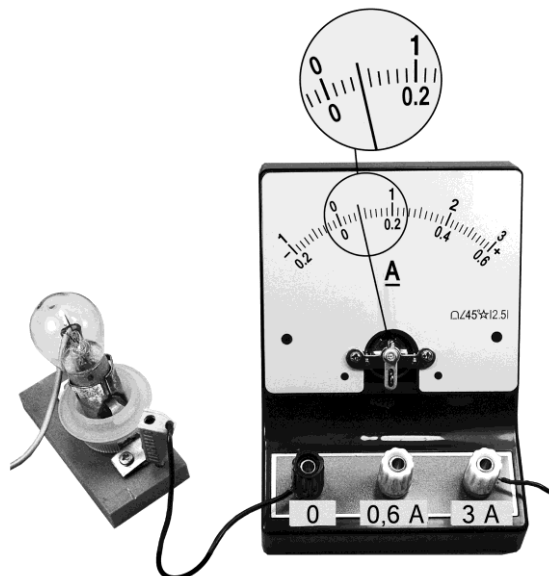
Ответ:

А	Б
---	---

--	--

22

Определите силу тока в лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.



Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) А.

23

Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость объёма газа, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, от массы газа. У него имеется пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены одним и тем же газом при различных температуре и давлении (см. таблицу).

Какие **два** сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ сосуда	Давление, кПа	Температура газа в сосуде, °С	Масса газа, г
1	200	20	15
2	200	50	15
3	150	20	15
4	200	20	10
5	150	50	10

Запишите в ответе номера выбранных сосудов.

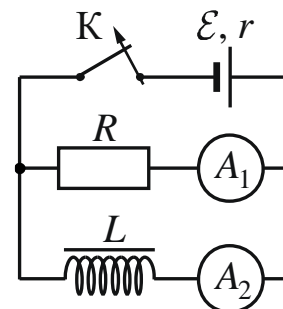
Ответ:

--	--

**Часть 2**

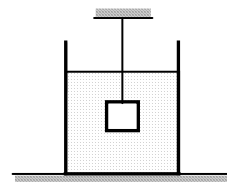
24

Резистор  $R$  и катушка индуктивности  $L$  с железным сердечником подключены к источнику тока, как показано на схеме. Первоначально ключ  $K$  замкнут, показания амперметров  $A_1$  и  $A_2$  равны, соответственно,  $I_1 = 1$  А и  $I_2 = 0,1$  А. Что произойдёт с величиной и направлением тока через резистор после размыкания ключа  $K$ ? Ответ поясните, указав, какие явления и законы Вы использовали для объяснения.



25

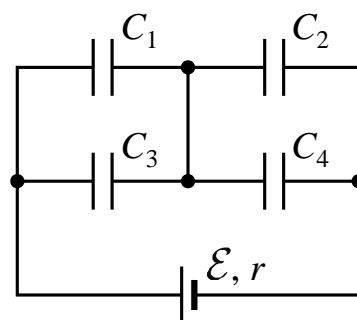
Груз массой  $m = 2,0$  кг и объёмом  $V = 10^{-3}$  м<sup>3</sup>, подвешенный на тонкой нити, целиком погружён в жидкость и не касается дна сосуда (см. рисунок). Плотность жидкости  $\rho = 700$  кг/м<sup>3</sup>. Найдите модуль силы натяжения нити.



**26** Какова максимальная скорость фотоэлектронов, вырываемых с поверхности калиевого фотокатода при облучении его светом частотой  $8 \cdot 10^{14}$  Гц, если «красная граница» фотоэффекта для калия равна  $0,62$  мкм?

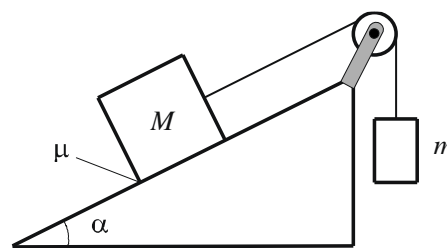
**27** Два сосуда разного объема, соединенные трубкой с краном, содержат влажный воздух при комнатной температуре. Относительная влажность воздуха в сосудах равна соответственно 30% и 40%. Если кран открыть, то после установления теплового равновесия относительная влажность воздуха в сосудах окажется равной 36%. Определите отношение объема второго сосуда к объему первого. Температуру считать постоянной.

**28** Батарея из четырёх конденсаторов ёмкостью  $C_1 = 2C$ ,  $C_2 = C$ ,  $C_3 = 4C$  и  $C_4 = 2C$  подключена к источнику постоянного напряжения с ЭДС  $E$  и внутренним сопротивлением  $r$  (см. рисунок). На сколько и как изменится общая энергия, запасённая в батарее, если в конденсаторе  $C_3$  возникнет пробой?



**29** В плоскости, параллельной плоскости тонкой собирающей линзы, по окружности со скоростью  $v = 5$  м/с движется точечный источник света. Расстояние между плоскостями  $d = 15$  см. Центр окружности находится на главной оптической оси линзы. Фокусное расстояние линзы  $F = 10$  см. Найдите скорость движения изображения точечного источника света. Сделайте пояснительный чертёж, указав ход лучей в линзе.

**30** Грузы массами  $M = 1$  кг и  $m$  связаны лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, по которому нить может скользить без трения (см. рисунок). Груз массой  $M$  находится на шероховатой наклонной плоскости (угол наклона плоскости к горизонту  $\alpha = 30^\circ$ , коэффициент трения  $\mu = 0,3$ ). При каком значении массы  $m$  груз массой  $M$  движется вверх по наклонной плоскости с ускорением  $a = 2$  м/с<sup>2</sup>? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



Критерии оценивания зачетной работы

Работа оценивается по двухбалльной системе: «зачтено» – «незачтено». Отметка «зачтено» выставляется в случае, если студент правильно выполнил более чем 60% предложенных задач и может объяснить ход решения указанной преподавателем задачи.

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### 7.1. Основная литература

1. Айзензон, А. Е. Физика : учебник и практикум для вузов / А. Е. Айзензон. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 335 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00487-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450504>
2. Никеров, В. А. Физика : учебник и практикум для вузов / В. А. Никеров. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 415 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-4820-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450293>
3. Прошкин, С. С. Механика, термодинамика и молекулярная физика. Сборник задач : учебное пособие для вузов / С. С. Прошкин, В. А. Самолетов, Н. В. Ниженский. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 467 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04772-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453302>
4. Трофимова, Т. И. Руководство к решению задач по физике : учебное пособие для вузов / Т. И. Трофимова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 265 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-3429-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449610>
5. Физика : учебник и практикум для вузов / В. А. Ильин, Е. Ю. Бахтина, Н. Б. Виноградова, П. И. Самойленко ; под редакцией В. А. Ильина. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 399 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6343-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450506>
6. Горлач, В. В. Физика. Самостоятельная работа студента : учебное пособие для вузов / В. В. Горлач, Н. А. Иванов, М. В. Пластинина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 168 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9816-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452048>
7. Калашников, Н. П. Физика. Графические методы решения задач : учебное пособие для среднего профессионального образования / Н. П. Калашников, В. И. Кошкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 250 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-00186-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452419>
8. Физика. Словарь-справочник в 2 ч. Часть 1 : справочник для вузов / Е. С. Платунов, В. А. Самолетов, С. Е. Буравой, С. С. Прошкин. — 2-е изд., стер. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 379 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-01789-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/434086>
9. Физика. Словарь-справочник в 2 ч. Часть 2 : справочник для вузов / Е. С. Платунов, В. А. Самолетов, С. Е. Буравой, С. С. Прошкин. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 396 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-01939-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/434437>

### 7.2. Дополнительная литература

1. ЕГЭ. Физика: типовые экзаменационные варианты: 30 вариантов/ под ред. М.Ю. Демидовой. - Москва: Издательство «Национальное образование», 2022. - 400 с.
2. ЕГЭ. Физика. Механика. Молекулярная физика. 450 задач с ответами и решениями /М.Ю. Демидова, В.А. Грибов, А.И. Гиголо. – М.: Издательство «Экзамен», 2022. – 239 с.

3. ЕГЭ. Физика. Электродинамика. Квантовая физика. Качественные задачи 500 задач с ответами и решениями /М.Ю. Демидова, В.А. Грибов, А.И. Гиголо. – М.: Издательство «Экзамен», 2022. – 352 с.
- 4.
5. Бальва, О.П. ЕГЭ. Физика: Универсальный справочник / О.П. Бальва, А.А. Фадеева. – М.: Эксмо, 2010. – 352 с.
6. Гольдфарб Н. И. Физика. Задачник. 10-11 кл.: пособие для общеобразовательных учреждений. – М.: Дрофа, 2017. – 398 с. (и все предыдущие издания).
7. Савченко Н.Е. Задачи по физике с анализом их решения. – М.: Просвещение, 2008.

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

1. ЭБС Юрайт: <https://urait.ru>
2. Российская Государственная Библиотека: <http://www.rsl.ru/>
3. Научная электронная библиотека: <http://txt.elibrary.ru/>
4. Научная библиотека Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова: <http://www.lib.msu.su/index.html>
5. Открытая русская электронная библиотека: <http://orel.rsl.ru/index.shtml>
6. Навигатор подготовки к ЕГЭ ФИПИ <https://fipi.ru/navigator-podgotovki/navigator-ege#fi>
7. Онлайн школа для подготовки к ЕГЭ по 4 предметам: русский, математика, английский, физика. <https://tetrika-school.ru/>
8. В популярном приложении «Решу ЕГЭ: задания офлайн» представлены почти все предметы ЕГЭ, приложение бесплатное. <https://ege.sdangia.ru/>
9. Сервис Яндекса <https://yandex.ru/>
10. Экзамер – популярный ресурс для подготовки к ЕГЭ <https://examer.ru/>
11. Онлайн платформа для подготовки к ЕГЭ с использованием инновационных технологий <https://maximumtest.ru>
12. Материалы журнала «Квант» в интернете: <http://kvant.mccme.ru/>
13. Архив материалов газеты «Физика» (Издательский дом «Первое сентября»): <http://archive.1september.ru/fiz/>
14. Интернет-библиотека МЦНМО: <http://ilib.mccme.ru/>
15. Журнал «Потенциал»: <http://potential.org.ru>

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

Аудитория для проведения лекционных занятий 426 уч. к. 2 со следующим оборудованием:

- доска с размерами не менее 3000х1300 мм;
- проектор;
- экран;
- удерживающие устройства для фиксации плакатов.

Аудитория для проведения практических занятий 423 уч. к. 2 со следующим оборудованием:

- доска с размерами не менее 3000х1300 мм

Помещение для самостоятельной работы - аудитории № 331, 333, 328, 225, 226, 425 уч. к. 2 с выходом в Интернет, оснащенные следующим оборудованием:

- персональные компьютеры,
- рабочие столы (выбор аудитории зависит от её занятости по графику занятий на очном и заочном отделениях).

## **9. Программное обеспечение**

1. Системное: ОС Windows XP, 7 и более.
2. Сервисное ПО: антивирусные программы Dr.Web, Kaspersky, Avast, архиваторы



WinRAR, WinZIP.

3. Сетевое ПО: интернет-браузеры Yandex Browser, Chrome, Opera.
4. Прикладное ПО: Word, PowerPoint, Excel .
5. Обучающее (бесплатно):
  - Физика. Обучающая и тестирующая система [Физика. Обучающая и тестирующая система. 2.9](#)
  - Электронный учебник "Физика" [Электронный учебник "Физика" 2.0](#)

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0  
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич  
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022