

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Артеменков Михаил Николаевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 07.10.2026 12:25:58
Уникальный программный ключ:
a63b74166e8f4fc17bd1e0462725f79e393bdfd9

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 учебно-методической деятельности

Ю.А. Устименко

«25» декабря 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины
Б1.В.03.ДВ.01.02 «Задачи по физике повышенной сложности»**

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

Направленность (профиль): **Математика, Физика и Информатика**

Форма обучения: очная

Курс – 4

Семестр – 7

Всего зачетных единиц – 2, часов – 72.

Форма отчетности: зачет – 7 семестр.

Программу разработал: кандидат технических наук, доцент Е.А. Царева

Одобрена на заседании кафедры

«20» ноября 2025 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой _____ А.В. Дюндин

Смоленск
2025

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.В.03.ДВ.01.02«Задачи по физике повышенной сложности» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, основной образовательной программы по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), направленность (профиль) образовательной программы: Математика, Физика и информатика. При изучении данной дисциплины необходимы компетенции студентов, сформированные при изучении школьного курса физики, а также таких дисциплин, как «Общая и экспериментальная физика» и «Теория и методика обучения физике».

Курс построен так, чтобы углубить и расширить объем знаний по физике, помочь студенту научиться решать задачи повышенной сложности по физике, классифицировать физические задачи по уровню сложности, дидактическим целям, по структуре, по способу задания условия, по содержанию и овладеть навыками составлять задачи по различным темам курса физики и организации своей самостоятельной работы по решению задач по физике. Дисциплина является предшествующей для курса «Практикум по решению физических задач»

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ПК-7. Способен использовать научные знания в предметной области (физика) в процессе формирования предметной компетенции обучающихся в рамках реализации основной общеобразовательной программы	Знать: 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. Уметь: использовать физические и математические модели при решении практических задач, осуществлять учебный эксперимент и обрабатывать его результаты, доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть его следствия. Владеть: навыками методами обработки, анализа и синтеза информации, первичными навыками применения математического аппарата к решению конкретных задач в области физики.

3. Содержание дисциплины

Общие вопросы методики решения физических задач. Понятие физической задачи. Классификация физических задач: по дидактическим целям (тренировочные, комбинированные, творческие), по структуре физики (экспериментальные, теоретические, вычислительные), по способу задания условия (словесные или текстовые, графические или наглядные, экспериментальные, с неполными данными), расчетные и качественные, по содержанию (по механике, термодинамике, электричеству и т. д., комбинированные), по уровню сложности. Значение задач в обучении и развитии учащихся. Использование задач на уроках разных типов (изучения новых знаний, повторения, контроля и коррекции знаний и др.). Примерные правила оформления решения задачи.

Нестандартные задачи. Что такое нестандартная задача и ее отличие от обычной стандартной задачи. Виды нестандартных задач. Роль нестандартных задач в развитии логического физического мышления. Общие методы решения творческих задач. Особенности методики решения творческих задач. Теоретические и экспериментальные творческие задачи. Специальные приемы решения творческих задач.

Развитие логического и физического мышления в работе с физическими задачами. Приемы анализа и синтеза. Анализ и синтез – основные приемы решения задач.

Приемы анализа и синтеза в составлении и решении задач. Приемы индукции и дедукции в познании и решении физических задач. Примеры использования приемов индукции и дедукции при решении физических задач.

Графические методы решения задач. Аналитический и графический методы решения физических задач. Задачи по физике для решения которых необходимо применять графический метод. Задачи, в условии которых значение одной (или нескольких) из физических величин задано в графической форме. Задачи, основным требованием которых является построение графика зависимости указанных физических величин. Задачи, в условии которых задан график, отражающий некоторый физический процесс. Задачи, для решения которых необходимо построить график зависимости физических величин, отражающий описанный в условии задачи физический процесс.

Решение сложных задач по механике, молекулярной физике и термодинамике, электродинамике и оптике.

4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий		
			лекции	практические занятия	самостоятельная работа
1.	Общие вопросы методики решения физических задач	6	4		2
2.	Нестандартные задачи и их дидактические цели	6	4		2
3.	Развитие логического и физического мышления в работе с физическими задачами.	4	2		2
4.	Графические методы решения задач	8	6		2
5.	Решение задач по механике	12		8	4
6.	Решение задач по молекулярной физике и термодинамике	12		8	4
7.	Решение задач по электродинамике	14		10	4
8.	Решение задач по оптике	10		6	4
Итого		72	16	32	24

5. Виды учебной деятельности

Лекции

Лекция 1. Общие вопросы методики решения физических задач

1. Понятие физической задачи.
2. Классификация физических задач:
 - по дидактическим целям (тренировочные, комбинированные, творческие),
 - по структуре физики (экспериментальные, теоретические, вычислительные),
 - по способу задания условия (словесные или текстовые, графические или наглядные, экспериментальные, с неполными данными),
 - расчетные и качественные,
 - по содержанию (по механике, термодинамике, электричеству и т. д., комбинированные),
 - по уровню сложности.

Лекция 2. Общие вопросы методики решения физических задач

1. Значение задач в обучении и развитии учащихся.
2. Использование задач на уроках разных типов (изучения новых знаний, повторения, контроля и коррекции знаний и др.).
3. Примерные правила оформления решения задачи.

Лекция 3. Нестандартные задачи и их дидактические цели.

1. Что такое нестандартная задача и ее отличие от обычной стандартной задачи.
2. Виды нестандартных задач.
3. Роль нестандартных задач в развитии логического физического мышления
4. Общие методы решения творческих задач.

Лекция 4. Нестандартные задачи и их дидактические цели.

1. Особенности методики решения творческих задач.
2. Теоретические и экспериментальные творческие задачи.
3. Специальные приемы решения творческих задач.

Лекция 5. Развитие логического и физического мышления в работе с физическими задачами.

1. Приемы анализа и синтеза. Анализ и синтез – основные приемы решения задач.
2. Приемы анализа и синтеза в составлении и решении задач.
3. Приемы индукции и дедукции в познании и решении физических задач. Примеры использования приемов индукции и дедукции при решении физических задач.

Лекция 6. Графические методы решения задач

1. Аналитический и графический методы решения физических задач.
2. Задачи по физике для решения которых необходимо применять графический метод.

Лекция 7. Графические методы решения задач

1. Задачи, в условии которых значение одной (или нескольких) из физических величин задано в графической форме.
2. Задачи, основным требованием которых является построение графика зависимости указанных физических величин.

Лекция 8. Графические методы решения задач

1. Задачи, в условии которых задан график, отражающий некоторый физический процесс.
2. Задачи, для решения которых необходимо построить график зависимости физических величин, отражающий описанный в условии задачи физический процесс.

Занятия семинарского типа

Практические занятия

Занятие 1. Решение задач по кинематике.

Теоретические вопросы

1. Основные понятия, законы, формулы кинематики.
2. Приемы решения олимпиадных кинематических задач.
3. Классический закон сложения скоростей

Задачи и упражнения для аудиторной работы

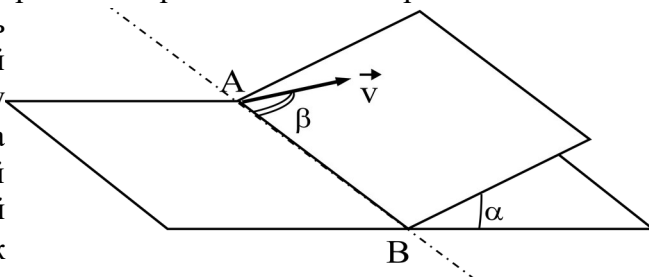
1. На обрывке стробоскопической фотографии (см. рис.) запечатлены три последовательных положения (А, В и С) шарика, движущегося в поле тяжести Земли. Найдите построением с помощью циркуля и линейки без делений следующее положение

(D) шарика. Поясните ход построения. Вспышки лампы происходят через равные промежутки времени. Ориентация фотографии относительно вертикали не известна.

2. Экспериментатор Глюк шел в лабораторию вдоль железнодорожного полотна со скоростью $u = 4$ км/ч. Он заметил, что по путям идут две встречные электрички, одна из которых оставлена из $n_1 = 9$ вагонов, а другая – из $n_2 = 10$ вагонов. Глюк обратил внимание на то, что головные вагоны поравнялись друг с другом как раз напротив него. Это ему показалось удивительным. Но еще больше Глюк удивился, когда увидел, что и последние вагоны разошлись тоже как раз против него. Глюку стало любопытно, с какой скоростью v идут электрички. А вы можете ответить на этот вопрос? Считайте, что скорости обеих электричек одинаковы

3. Маленький шарик падает сверху на наклонную плоскость и упруго отражается от неё. Угол наклона плоскости к горизонту равен 30° . 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.

4. 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, греба по течению, подобрал шляпу в 1 км ниже моста. Определить скорость течения реки (предполагается, что гребец гребет одинаково интенсивно)

2. Лодочник, переплывая реку шириной 400 м, все время направляет лодку под углом 30° к берегу. Определить скорость лодки относительно воды, если скорость течения реки $1,1$ м/с, а лодку снесло ниже по течению на расстояние 30 м.

3. Пассажир поезда, идущего со скоростью 40 км/ч, видит в течении 3 с встречный поезд длиной 75 м. С какой скоростью идет встречный поезд?

4. Из точки, находящейся на середине радиуса дискообразной платформы, вращающейся с угловой скоростью ω рад/с, вертикально вверх подбрасывается тело. Принимая ускорение свободного падения g и пренебрегая сопротивлением воздуха, определить начальную скорость подбрасывания, при которой тело упадет на край.

Занятие 2. Решение задач по динамике.

Теоретические вопросы

1. Основные понятия, законы, формулы динамики.
2. Приемы решения олимпиадных динамических задач.
3. Типы графических задач по механике.
4. Алгоритм решения графических задач

Задачи и упражнения для аудиторной работы

1. На наклонной плоскости находится брусок, к которому приложена направленная вверх вдоль наклонной плоскости сила $F = kmg$, где $k = 1,5$ и mg – сила тяжести. Коэффициент трения $\mu = 0,8$. При каком угле наклона плоскости ускорение бруска будет минимальным и каково оно?

2. Тело лежит на гладкой горизонтальной поверхности. К нему привязана легкая нерастяжимая нить, перекинутая через блок очень малого радиуса. Блок подвешен на высоте $h = 1$ м над поверхностью. К другому концу нити приложили постоянную горизонтальную силу T . Первоначально тело покоится, и нить образует с вертикалью угол $\alpha = 60^\circ$. Определить скорость тела в момент отрыва груза от поверхности, если известно, что ускорение груза в начальный момент $a = 15 \text{ м/с}^2$. Массой блока и трением пренебречь.

3. Теннисный мяч падает с большой высоты и ударяется о горизонтальную поверхность. Определить ускорение с каким движется мяч сразу после удара, если удар абсолютно упругий.

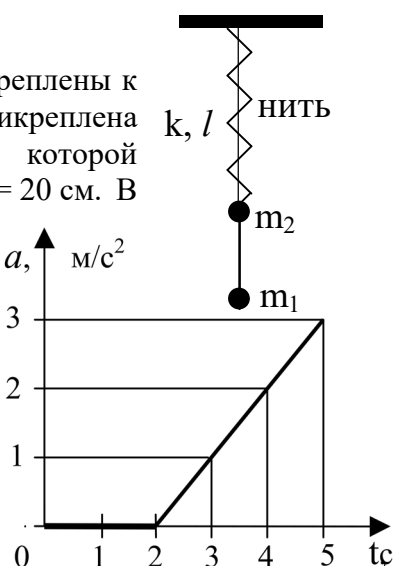
4. На доске лежит брусок. Один конец доски медленно поднимают. Начертить график зависимости силы трения от угла α , который образует доска с горизонтом. Масса бруска m , коэффициент трения между бруском и доской μ .

Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. Материальные точки массами $m_1 = 100 \text{ г}$ и $m_2 = 200 \text{ г}$ прикреплены к невесомому стержню, как показано на рисунке. К точке m_2 прикреплена невесомая пружина жесткостью $k = 30 \text{ Н/м}$, верхний конец которой закреплен. Длина пружины в недеформированном состоянии $l_0 = 20 \text{ см}$. В начальный момент концы пружины связаны нитью длиной $l = 10 \text{ см}$. Определите силу реакции стержня, действующую на массу m_1 сразу после пережигания нити.

2. 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.

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



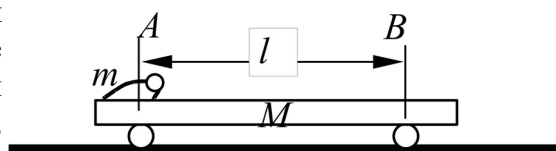
Занятие 3. Решение задач на законы сохранения.

Теоретические вопросы

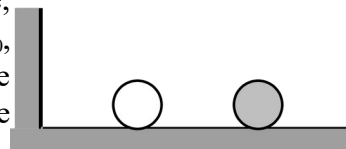
1. Основные понятия, законы, формулы механики.
2. Приемы решения нестандартных задач на законы сохранения и изменения импульса.
3. Приемы решения задач повышенной сложности на законы сохранения и изменения энергии.
4. Применение законов сохранения к анализу абсолютно упругого и неупругого ударов.

Задачи и упражнения для аудиторной работы

1. Скейтборд массой $M = 500 \text{ г}$ находится на горизонтальной поверхности. На одном конце скейтборда в точке A сидит лягушка. С какой наименьшей скоростью она должна прыгнуть, чтобы попасть в точку B на скейтборде, отстоящую на $l = 26 \text{ см}$ от точки A ? Масса лягушки $m = 150 \text{ г}$. Трением между скейтбордом и поверхностью пренебречь.

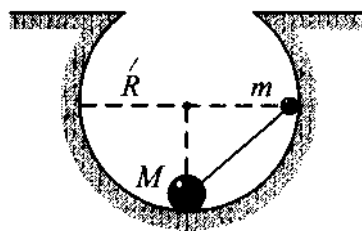


2. Шарам, расположенным как показано на рисунке, сообщили некоторые скорости, причем правому — скорость u_0 , направленную направо. Шары столкнулись 10 раз и больше не сталкивались. Найдите изменение скорости правого шара. Все



удары абсолютно упругие и центральные, трение отсутствует. Правый шар массивней левого в 2000 раз.

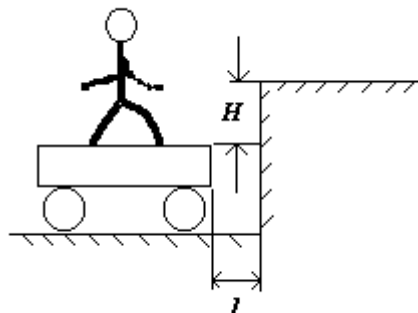
3. Небольшие шарики, массы которых $m = 30$ г и $M = 60$ г, соединены легким стержнем и помещены в гладкую сферическую выемку. В начальный момент шарики удерживаются в положении, изображенном на рисунке. Когда их отпустили без толчка, шарики стали скользить по поверхности выемки. Максимальная высота подъема шарика массой M относительно нижней точки выемки оказалась равной 12 см. Каков радиус выемки R .



4. На гладкой горизонтальной поверхности лежит мишень массы 9 кг. С интервалом в $t=1$ с в нее попадают и застревают 4 пули, первая из которых летит с юга, вторая - с запада, третья - с севера и четвертая с востока. На сколько и в какую сторону сместится в итоге мишень? Масса каждой пули 9г, скорость $v=200$ м/с.

Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. Человек массой 60 кг стоит на краю неподвижной тележки, массой 180 кг, находящейся на расстоянии 1 м от платформы. Какую минимальную работу должен совершить человек, энергично отталкиваясь от тележки, чтобы запрыгнуть на платформу, которая выше тележки на 50 см?



2. Вал начинает вращаться и за первые 10 секунд совершает 50 оборотов. Считая вращение вала равноускоренным, определить угловое ускорение и конечную угловую скорость.

3. На наклонной плоскости стоит ящик с песком; коэффициент трения k ящика о плоскость равен тангенсу угла α наклона плоскости. В ящик вертикально падает некоторое тело и остается в нем. Будет ли двигаться ящик после падения в него тела?

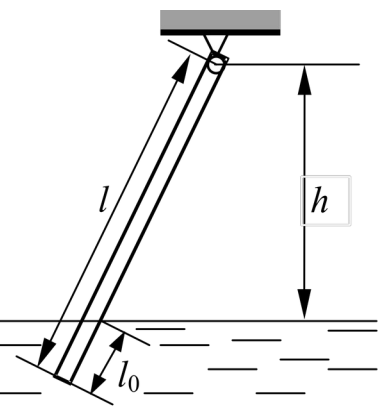
Занятие 4. Решение задач по теме «Статика и гидростатика»

Теоретические вопросы

1. Основные понятия, законы, формулы статики.
2. Правило моментов.
3. Основные понятия, законы, формулы гидростатики.
4. Закон Архимеда.

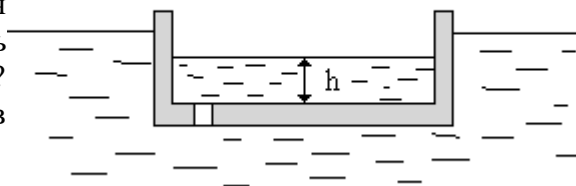
Задачи и упражнения для аудиторной работы

1. Рычаг изогнут так, что его стороны $AB = BC = CD$ и образуют прямые углы. Ось рычага – в точке B . Сила F приложена перпендикулярно AB в точке A . Определить минимальное значение силы, которую нужно приложить к плечу BCD , чтобы рычаг находился в равновесии. Массой рычага пренебречь.



2. Для путешествия по реке Винни-Пух и Пятачок выдолбили из прямоугольного деревянного бруска, имеющего размеры $0,9 \times 0,9 \times 3$ м лодку, таким образом, что толщина ее стенок и дна равна 0,1 м. Плотность древесины 800 кг/м³. Когда лодку спустили на воду, в ее дне обнаружили течь. До какого уровня должна подняться вода лодке, чтобы она утонула?

3. 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?



4. Тонкая палочка длиной $l = 40$ см, сделанная из материала с плотностью $\rho = 0,22$ см³, шарнирно подвешена к потолку на высоте h так, что нижний ее конец погружен в жидкость, плотность которой равна $\rho_0 = 0,8$ г/см³. Определить длину погруженной части палочки l_0 .

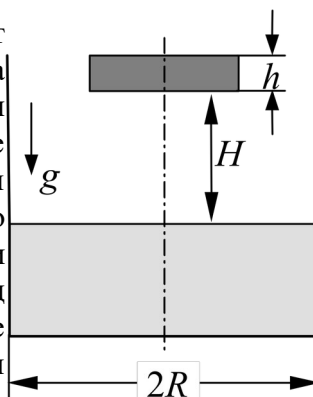
5. Первый шарик всплывает в воде с постоянной установившейся скоростью v_0 . Второй такой же по размеру шарик тонет в воде с постоянной установившейся скоростью $2 v_0$. С какой постоянной установившейся скоростью будут тонуть эти шарики, если связать их нитью? Считать, что сила сопротивления пропорциональна скорости.

Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. В кастрюле плавает пористый кусок льда. Ровно половина по объему этого «айсберга» находится под водой. Лед вынули из воды, при этом ее уровень понизился на 6 см. Найти суммарный объем воздушных полостей в куске льда, если поперечное сечение кастрюли 200 см², а плотность льда 917 кг/м³.

2. На горизонтальном столе лежит брусок. Высота бруска 0,2 м, длина 0,25 м. При каком максимальном коэффициенте трения брусок можно двигать по столу силой, направленной горизонтально и приложенной к верхнему ребру?

3. В цилиндр радиуса R , частично заполненный водой, падает цилиндрическая пробка радиуса r и высотой h . Начальная высота нижней поверхности пробки над уровнем воды равна H , начальная скорость равна нулю. Какое количество теплоты выделится после того, как движение пробки и воды прекратится? Плотность пробки равна ρ , плотность воды – ρ_0 . В цилиндр радиуса R , частично заполненный водой, падает цилиндрическая пробка радиуса r и высотой h . Начальная высота нижней поверхности пробки над уровнем воды равна H , начальная скорость равна нулю. Какое количество теплоты выделится после того, как движение пробки и воды прекратится? Плотность пробки равна ρ , плотность воды – ρ_0 .



4. Однородная балка массой M и длиной L подвешена за концы на двух пружинах. Обе пружины в ненагруженном состоянии имеют одинаковую длину, но жёсткость левой в n раз больше жёсткости правой. На каком расстоянии x от левого конца балки надо подвесить груз массой m , чтобы она приняла горизонтальное положение.

Занятие 5. Решение задач по теме «Молекулярная физика»

Теоретические вопросы:

1. Основные понятия, законы, формулы молекулярной физики.
2. Газовые законы.
3. Приемы решения задач повышенной сложности по молекулярной физике?

Задачи и упражнения для аудиторной работы

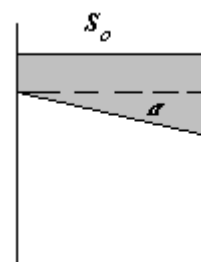
1. Герметически закрытый бак высотой 5 метров заполнен водой доверху. На дне его находятся два одинаковых пузырька воздуха. Давление на дно бака $p_0 = 0,15$ Мпа. Каким станет давление, если всплывет один пузырек? Стенки бака считать абсолютно жесткими, воду несжимаемой.

2. В цилиндр объемом $0,5 \text{ м}^3$ насосом закачивается воздух со скоростью $0,002 \text{ кг/с}$. В верхнем торце цилиндра есть отверстие, закрытое предохранительным клапаном. Клапан удерживается в закрытом состоянии стержнем, который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке А (см. рис.). К свободному концу стержня подвешен груз массой 2 кг . Клапан открывается через 580 с работы насоса, если в начальный момент времени давление воздуха в цилиндре было равно атмосферному. Площадь закрытого клапаном отверстия $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$, расстояние АВ равно $0,1 \text{ м}$. Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна 300 К . Определите длину стержня, если его считать невесомым.

3. Сосуд объемом 10 л содержит смесь водорода и гелия общей массой 2 г . При температуре 27°С давление в сосуде равно 200 кПа . Каково отношение массы водорода к массе гелия в смеси?

Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. В цилиндре под поршнем массой 6 кг находится воздух. Поршень имеет форму, показанную на рисунке. Площадь сечения цилиндра $S_0 = 20 \text{ см}^2$. Атмосферное давление 10^5 Па . Найти массу груза, который надо поставить на поршень, чтобы объем воздуха в сосуде изотермически уменьшился в 2 раза. Трением пренебречь.



2. Сферическую оболочку воздушного шара делают из материала, квадратный метр которого имеет массу 1 кг . Шар наполняют гелием. Атмосферное давление 10^5 Па равно давлению гелия в шаре. Определите минимальную массу оболочки, при которой шар оторвется от земли. Температура гелия и окружающего воздуха одинакова и равна 0°С .

3. В вертикальном цилиндрическом сосуде с площадью поперечного сечения S , ограниченном сверху подвижным поршнем массой $M = 1 \text{ кг}$, находится воздух при комнатной температуре. Первоначально поршень находился на высоте $H = 13 \text{ см}$ от дна сосуда. Если на поршень положить груз массой $m = 0,5 \text{ кг}$, то он окажется на высоте $h = 12 \text{ см}$ от дна сосуда. Определите площадь поперечного сечения поршня. Воздух считать идеальным газом, а его температуру - неизменной. Атмосферное давление принять равным 10^5 Па . Трение между стенками сосуда и поршнем не учитывать

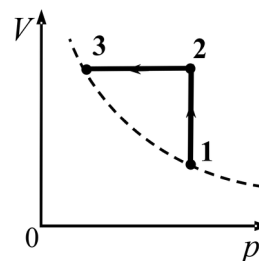
Занятие 6. Решение задач по теме «Основы термодинамики».

Теоретические вопросы

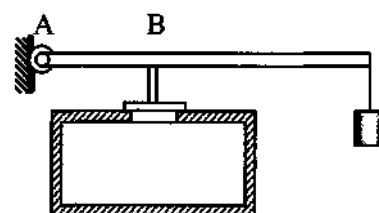
1. Основные понятия, законы, формулы термодинамики.
2. Применение первого закона термодинамики к изопараметрическим процессам.

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 $Q_1 = 742 \text{ Дж}$, в результате чего его температура изменилась на

некоторую величину ΔT . Во втором опыте, предоставив газу возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты $Q_1 = 1039 \text{ Дж}$, в результате чего его температура изменилась также на ΔT . Каким было изменение температуры ΔT в опытах? Масса газа $m = 1 \text{ кг}$.

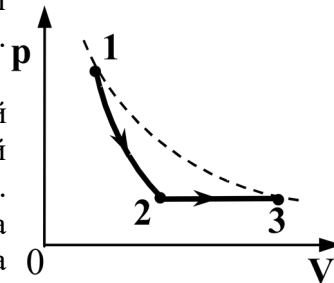
4. В сосуде объемом $V = 0,1 \text{ м}^3$ с жесткими стенками находится одноатомный газ при атмосферном давлении. В крышке сосуда имеется отверстие площадью $S = 5 \text{ см}^2$, заткнутое пробкой. Пробка выскакивает, если газу передать количество теплоты не менее 15 кДж . Определите максимальную величину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

5. Сосуд объемом $V = 2 \text{ м}^3$ разделен пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в одной части сосуда находится $m = 1 \text{ кг}$ гелия, а в другой $m = 1 \text{ кг}$ аргона. Атомы гелия могут свободно проникать через перегородку, а атомы аргона – нет. Начальная температура гелия равна температуре аргона: $T = 300 \text{ К}$. 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 $V = 2 \text{ м}^3$ разделен пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в одной части сосуда находится $m = 1 \text{ кг}$ гелия, а в другой $m = 1 \text{ кг}$ аргона. Атомы гелия могут свободно проникать через перегородку, а атомы аргона – нет. Начальная температура гелия равна температуре аргона: $T = 300 \text{ К}$. 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 $T_1 = 600 \text{ К}$ и давлении $p_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ Па}$, 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 $A = 2493 \text{ Дж}$?

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 7. Решение задач по теме «уравнение теплового баланса»

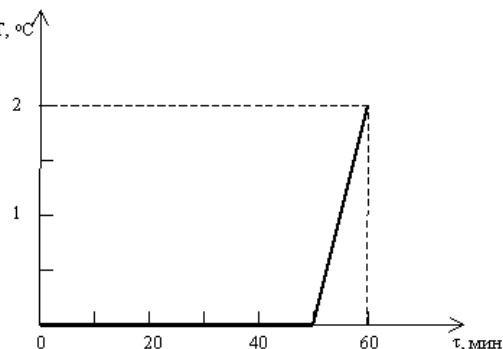
Теоретические вопросы

1. Основные понятия, законы, формулы термодинамики.
2. Уравнение теплового баланса.
3. Приемы решения задач по термодинамике повышенной сложности.

Задачи и упражнения для аудиторной работы

1. Электрическим кипятильником нагревают воду в кастрюле. За две минуты температура воды увеличилась от 85°C до 90°C . Затем кипятильник выключили и за одну минуту температура воды упала на 1°C . Сколько воды находилось в кастрюле? Удельная теплоемкость воды $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг К)}$. Мощность кипятильника 660 Вт .

2. В ведре находится смесь воды со льдом массой 10 кг . Ведро внесли в комнату и сразу же начали измерять температуру смеси. Получившаяся зависимость температуры от времени изображена на рисунке. Удельная теплоемкость воды $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг K)}$, удельная теплота плавления льда 340 кДж/кг . Определить массу льда в ведре, когда его внесли в комнату. Теплоемкостью ведра пренебречь.



3. Экспериментатор запустил секундомер в момент времени, когда в чайнике закипела вода. Вся вода выкипела через 1781 секунду. Экспериментатор заполнил чайник льдом той же массы при нулевой температуре, зажег газ и одновременно запустил секундомер. Экспериментатор записал в журнал, что во втором случае чайник выкипел через $2\text{ }075$ секунд. Цифра изображена неразборчиво, это может быть 0 , 3 или 6 . Какая цифра стоит в журнале? Теплоемкость воды 4200 Дж/(кг K) , теплота плавления льда $3,34 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$, теплота парообразования – $2,26 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$.

4. В чайник объемом $0,3$ литра налита доверху вода, температура которой 30°C . Чайник остывает на один градус за 5 минут. Для того чтобы чайник не остыл, в него капают горячую воду температурой 45°C . Масса одной капли равна $0,2$ грамма. Сколько капель в минуту должно капать в чайник, чтобы температура воды в нём оставалась равной 30°C . Считать, что температура воды в чайнике выравнивается очень быстро. Лишняя вода выливается из носика. Температура окружающего воздуха равна 20°C .

Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. В калориметр с водой, температура которой 20°C , переносят нагретые в кипятке одинаковые металлические шарики. После первого шарика температура в калориметре поднялась до 40°C . Какой станет температура воды в калориметре после переноса трех шариков? Сколько шариков надо перенести, чтобы температура в калориметре стала 90°C ?

2. В теплоизолированном сосуде находятся две жидкости с удельными теплоемкостями c_1 и c_2 , разделенные теплоизолирующей перегородкой. Перегородку убирают и после установления теплового равновесия, разность между начальной температурой одной из жидкостей и установившейся в сосуде температурой оказывается в два раза меньше разности начальных температур жидкостей. Найти отношение масс

$$\frac{m_1}{m_2}$$

жидкостей.

3. В калориметре с некоторым количеством теплоты находится электронагреватель постоянной мощности. Если включить нагреватель в сеть, а в калориметр добавлять воду температурой 0°C со скоростью 1 г/с , то установившаяся температура в калориметре будет 50°C . Какая температура установится в калориметре, если в него добавлять лед при температуре 0°C со скоростью $0,5 \text{ г/с}$. Удельная теплоемкость воды $4200 \text{ Дж/(кг}^{\circ}\text{C)}$, удельная теплота плавления льда 335 кДж/кг .

4. При испытании новой модели электрического чайника оказалось, что вода нагревается почти до 100°C , но все же не закипает. Чайник рассчитывался конструктором на мощность нагревателя P и напряжение 110 В . Тогда чайник подключили к сети 220 В . За какое время чайник выкипит наполовину? Масса воды в чайнике M . Теплота парообразования воды s .

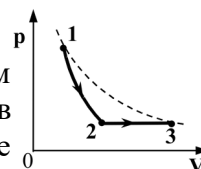
Занятие 8. Решение графических задач по теме «Молекулярная физика и основы термодинамики».

Теоретические вопросы

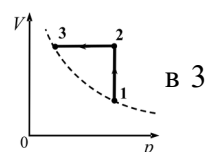
1. Основные понятия, законы, формулы молекулярной физики и термодинамики.
2. Приемы решения нестандартных графических задач по молекулярной физике и термодинамике.
3. Классификация графических задач по молекулярной физике.
4. Приемы решения графических задач по молекулярной физике.

Задачи и упражнения для аудиторной работы

1. 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?

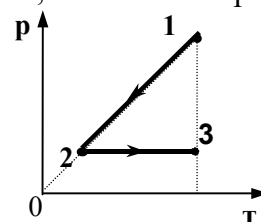


2. Один моль идеального одноатомного газа сначала охладил, а затем нагрели до первоначальной температуры **300 К**, увеличив объем газа в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке 1-2?



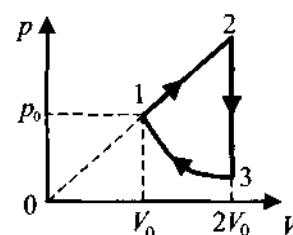
Задачи и упражнения для самостоятельной работы

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. Изменение состояния постоянной массы одноатомного идеального газа происходит по циклу, показанному на рисунке. При переходе из состояния 1 в состояние 2 газ совершает работу $A_{12} = 5 \text{ кДж}$. Какое количество теплоты газ отдает за цикл холодильнику?

3. Над одноатомным идеальным газом проводится циклический процесс, показанный на рисунке. На участке 1-2 газ совершает работу $A_{12} = 1000 \text{ Дж}$. На адиабате 3-1 внешние силы сжимают газ, совершая работу $|A_{31}| = 370 \text{ Дж}$. Количество вещества газа в ходе процесса не меняется. Найдите количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику.



Занятие 9. Решение задач по теме «Электростатика».

Теоретические вопросы

1. Основные понятия, законы, формулы электростатики.
2. Приемы решения нестандартных задач по электростатике.
3. Закон Кулона.
4. Напряженность и потенциал электростатического поля.
5. Нестандартные задачи на построение в электростатике.
6. Конденсаторы.

Задачи и упражнения для аудиторной работы

1. Тонкой сферической оболочке радиусом $R_1 = 5,0 \text{ см}$ и массой $m = 0,015 \text{ г}$ сообщают заряд до тех пор, пока при достижении потенциала $\phi_1 = 10 \text{ кВ}$ оболочка не разлетится на мелкие осколки вследствие электростатического отталкивания ее частей. Найти скорость осколков к моменту, когда они окажутся на сферической поверхности радиусом $R_2 = 12 \text{ см}$.

2. Тонкий диэлектрический стержень, на концах которого укреплены два разноименно заряженных шарика, помещен в однородное электрическое поле напряженности E параллельно его силовым линиям. Какую работу надо затратить, чтобы повернуть стержень с шариком на 180° ? Длина стержня l , заряд каждого шарика q .

3. Кольцо из тонкой проволоки разрывается, когда на нем находится заряд q . Диаметр кольца и диаметр проволоки увеличили втрое. При каком значении заряда на кольце оно разорвется?

4. Бусинка, имеющая массу m и заряд q , может скользить без трения по вертикальной спице, в нижней части которой закреплен заряд Q . Найти период малых колебаний бусинки.

5. 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. Тонкое проволочное кольцо радиусом R несет на себе электрический заряд q . В центре кольца располагается одноименный с зарядом q заряд Q , причем $Q \gg q$. Определите силу, с которой растянуто кольцо.

2. В невесомости покоится заряженное кольцо. Из бесконечности через него пускают другое кольцо меньшего радиуса с той же массой и несущее такой же заряд. Оказалось, что малое кольцо пролетает через большое, если начальная скорость малого кольца превышает величину v_0 . Какими будут скорости колец в момент пролета малого через большое, если начальная скорость малого кольца равна $2v_0$? Плоскости колец перпендикулярны оси движения.

3. Три одинаковых незаряженных металлических шарика 1, 2 и 3 расположены вдоль одной прямой и связаны двумя одинаковыми изолирующими нитями. Четвертым таким же заряженным шариком по очереди прикасаются к этим трем в порядке возрастания их номеров. Во сколько раз после этого отличаются силы натяжения нитей?

Занятие 10. Решение задач по теме «Законы постоянного тока»

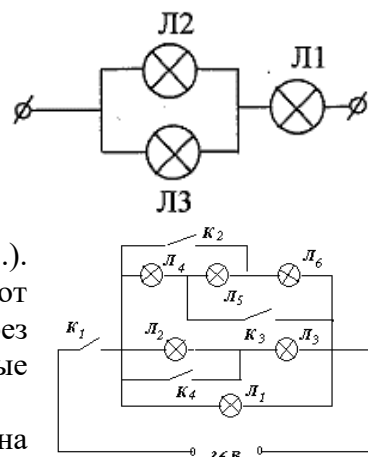
Теоретические вопросы

1. Основные понятия, законы, формулы электродинамики.
2. Приемы решения нестандартных задач по теме «Законы постоянного тока».
3. Последовательное и параллельное соединение проводников.
4. Эквивалентные схемы.

Задачи и упражнения для аудиторной работы

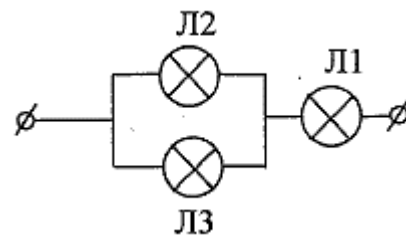
1. Вольт-амперные характеристики газовых ламп $L1$, $L2$ и $L3$ при достаточно больших токах хорошо описываются квадратичными зависимостями $U_1 = \alpha I^2$, $U_2 = 3\alpha I^2$, $U_3 = 6\alpha I^2$, где α — некоторая известная размерная константа. Лампы $L2$ и $L3$ соединили параллельно, а лампу $L1$ — 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. В схеме 6 лампочек мощностью 36 Вт, рассчитанных на напряжение 36 В, включены в сеть с напряжением 36 В. Как будут гореть лампочки, если замкнуть ключ K_1 ? Как будет меняться их накал, если замкнуть еще ключ K_2 , а затем ключ K_3 , а потом ключ K_4 . Каково сопротивление цепи

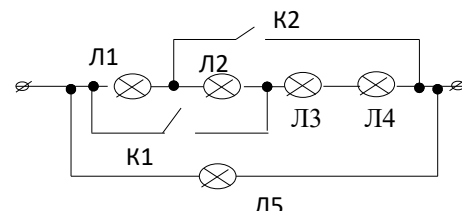


после замыкания всех ключей. Сопротивлением подводящих проводов пренебречь.

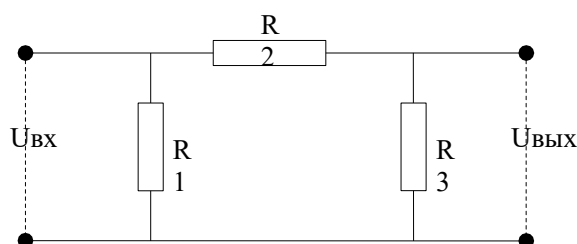
3. Вольт - амперные характеристики газовых ламп Л1, Л2 и Л3 при достаточно больших токах хорошо описываются квадратичными зависимостями $U_1 = \alpha I^2$, $U_2 = 3\alpha I^2$, $U_3 = 6\alpha I^2$, где α — некоторая известная размерная константа. Лампы Л2 и Л3 соединили параллельно, а лампу Л1 — последовательно 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.



4. Как изменится накал электрических лампочек мощностью 100 Вт, рассчитанных на напряжение 220 В и включенных в сеть с напряжением 220 В по схеме, указанной на рисунке, если сначала замкнуть ключ К1, а затем не размыкая ключа К1 замкнуть ключ К2.

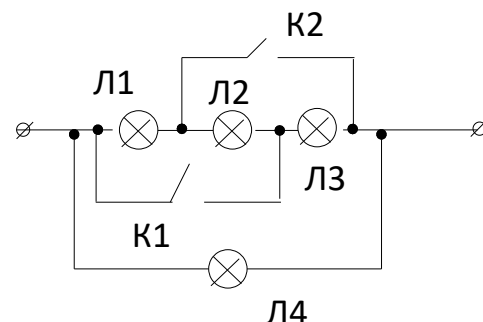


5. Если на вход электрической цепи подать напряжение 100 В, то напряжение на выходе составит 40 В. Если на выход цепи подать напряжение 60 В, то напряжение на входе окажется равным 15 В. Сопротивление $R_3 = 60$ Ом. Определите сопротивления R_1 и R_2 .



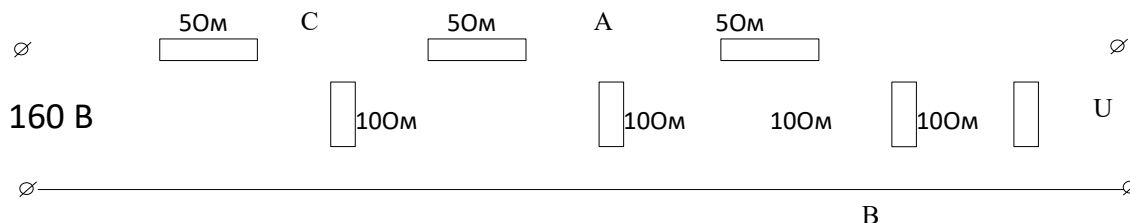
Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. Как изменится накал электрических лампочек мощностью 100 Вт, рассчитанных на напряжение 220 В и включенных в сеть с напряжением 220 В по схеме, указанной на рисунке, если сначала замкнуть ключ К1, а затем не размыкая ключа К1 замкнуть ключ К2.



2. 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?

3. На вход цепочки из сопротивлений, показанной на рисунке подано напряжение 160 В. Определите напряжение U на выходе.



4. В гирлянде, состоящей из большого числа одинаковых лампочек, каждая из которых рассчитана на напряжение 12 вольт, перегорела одна из лампочек. Заменяя перегоревшую лампочку, ученик заметил, что если вместо нее включить лампочку на 6,3 В, эта лампочка не перегорает. Если же включить лампочку, рассчитанную на те же 12 В, она перегорает. Как это объяснить?

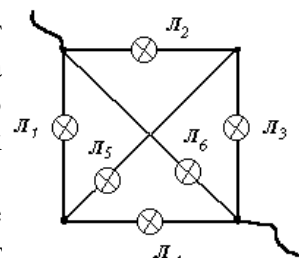
Занятие 11. Решение задач по теме «Работа и мощность электрического тока»

Теоретические вопросы

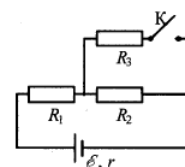
1. Основные понятия, законы, формулы электродинамики.
2. Закон Джоуля - Ленца.
3. Приемы решения нестандартных задач по теме «Работа и мощность электрического тока».

Задачи и упражнения для аудиторной работы

1. Определить силу тока, который потребляют электрические лампочки мощностью 100 Вт, рассчитанные на напряжение 220 В и включенные в сеть с напряжением 220В по схеме, показанной на рисунке. Сопротивлением подводящих проводов пренебречь.



2. Какая тепловая мощность будет выделяться на резисторе R_3 в схеме, изображенной на рисунке, если резистор R_4 перегорит (превратится в разрыв цепи)? Все резисторы, включенные в схему, имеют одинаковое сопротивление 40 Ом. Внутреннее сопротивление источника $r = 2$ Ом; его ЭДС 50 В.

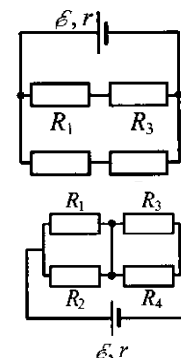


Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. В схеме, изображенной на рисунке, сопротивления резисторов $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 6$ Ом, $R_3 = 6$ Ом, $R_4 = 9$ Ом, ЭДС батареи $\varepsilon = 20$ В, ее внутреннее сопротивление $r = 2$ Ом. Определите мощность, выделяемую на резисторе R_3 .

2. 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?

3. 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?)



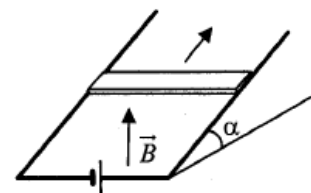
Занятие 12. Решение задач по теме «Магнитное поле»

Теоретические вопросы

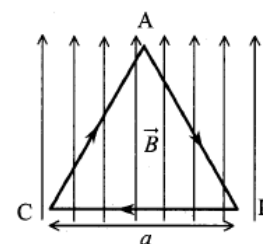
1. Основные понятия, законы, формулы по теме «Магнитное поле.»
2. Приемы решения нестандартных задач по теме «Магнитное поле. Электромагнитная индукция»
3. Движение заряженных тел в магнитном поле.
4. Движение проводника с током в магнитном поле.

Задачи и упражнения для аудиторной работы

1. На проводящих рельсах, проложенные по наклонной плоскости, в однородном вертикальном магнитном поле $\vec{B}$ находится горизонтальным 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 ?



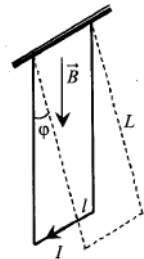
2. На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жесткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутой в виде равностороннего треугольника ADC со стороной, равной a (см. рис.). Рамка, по которой течет ток I , находится в однородном



горизонтальном магнитном поле, вектор индукции которого $\vec{B}$ перпендикулярен стороне CD . Каким должен быть модуль индукции магнитного поля, чтобы рамка начала поворачиваться вокруг стороны CD , если масса рамки m ?

3. 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.

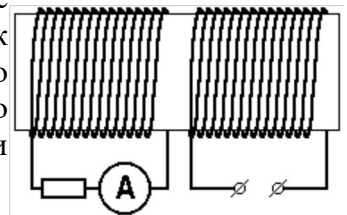
4. Металлический стержень длиной $l = 0,1 \text{ м}$ и массой $m = 10 \text{ г}$, подвешенный на двух параллельных проводящих нитях длиной $L = 1 \text{ м}$, располагается горизонтально в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1 \text{ Тл}$, как показано на рисунке. Вектор магнитной индукции направлен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



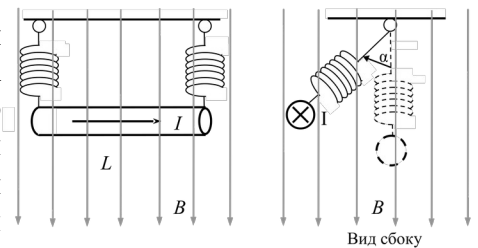
Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. 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.

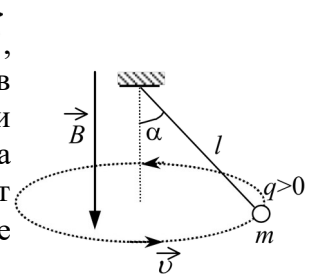
2. На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают постоянный ток. Каковы в этом случае показания амперметра, подключенного к левой катушке? Как изменятся показания амперметра, если в течение некоторого времени напряжение на концах правой катушки постепенно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



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



4. В однородном магнитном поле с индукцией $\vec{B}$, 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 α , скорость движения шарика равна v . Найдите заряд шарика.



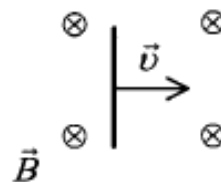
Занятие 13. Решение задач по теме «Электромагнитная индукция»

Теоретические вопросы

1. Основные понятия, законы, формулы
2. Основные понятия, законы, формулы по теме «Электромагнитная индукция»
3. Приемы решения нестандартных задач по теме «Электромагнитная индукция»

Задачи и упражнения для аудиторной работы

1. Горизонтальный проводник длиной 1 м движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле, индукция которого направлена перпендикулярно проводнику и скорости его движения (см. рис.). При начальной скорости проводника, равной нулю, и ускорении 8 м/с^2 , он переместился на 1 м . Какова индукция магнитного поля, в котором двигался проводник, если ЭДС индукции на концах проводника в конце движения равна 2 В ?



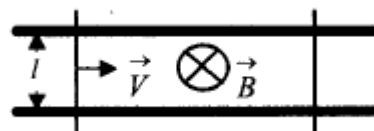
2. Плоская горизонтальная фигура площадью $0,1\text{ м}^2$ ограниченная проводящим контуром, имеющим сопротивление 5 Ом , находится в однородном магнитном поле. Проекция вектора магнитной индукции на вертикальную ось Oz медленно и равномерно возрастает от некоторого начального значения B_{z1} до конечного значения $B_{z2} = 4,7\text{ Тл}$. За это время по контуру протекает заряд $\Delta q = 0,08\text{ Кл}$. Найдите B_{z1} .

3. Медное кольцо из провода диаметром 2 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 А ?

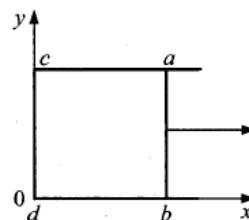
Удельное сопротивление меди $\rho = 1,72 \cdot 10^{-8}\text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Задачи и упражнения для аудиторной работы

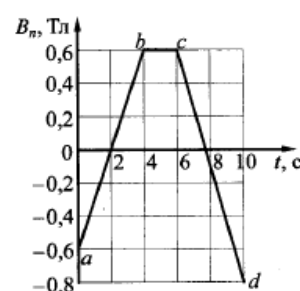
1. Замкнутый контур площадью S из тонкой проволоки помещен в магнитное поле. Плоскость контура перпендикулярна вектору магнитной индукции поля. В контуре возникают колебания тока с амплитудой $i_m = 35\text{ мА}$, если магнитная индукция поля меняется с течением времени в соответствии с формулой $B = a \cdot \cos(bt)$, 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?



2. 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.)



3. По Π -образному проводнику $acdb$ постоянного сечения скользит со скоростью v медная перемычка ab длиной l из того же материала и такого же сечения. Проводники, образующие контур, помещены в постоянное однородное магнитное поле, вектор индукции которого направлен перпендикулярно плоскости проводников (см. рис.). Какова индукция магнитного поля B , если в тот момент, когда $ab = ac$, разность потенциалов между точками a и b равна U ? Сопротивление между проводниками в точках контакта пренебрежимо мало, а сопротивление проводов велико.



4. Проволочная рамка с сопротивлением $R = 0,2\text{ Ом}$ находится в однородном магнитном поле с индукцией B . На рисунке изображено изменение проекции вектора B на

перпендикуляр к плоскости рамки с течением времени. За время $t = 10\text{ с}$ в рамке выделилось количество теплоты $Q = 4,1\text{ мДж}$. Какова площадь рамки?

Занятие 14,15. Решение задач по теме «Геометрическая оптика».

Теоретические вопросы

1. Основные понятия, законы, формулы геометрической оптики.
2. Приемы решения нестандартных задач по геометрической оптике.
3. Нестандартные задачи на построение в оптических системах.

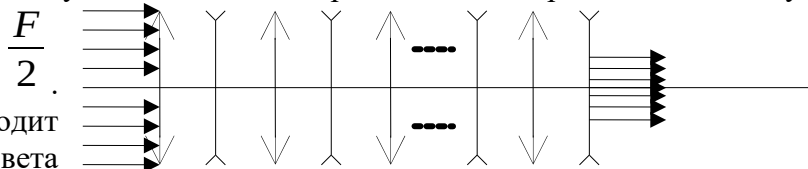
Задачи и упражнения для аудиторной работы

1. Светящаяся точка находится в фокальной плоскости собирающей линзы на некотором расстоянии от главной оптической оси. Сзади линзы поставлено зеркало, расположенное перпендикулярно главной оптической оси. Где будет находиться изображение точки?

2. Предмет в виде отрезка длиной l расположен вдоль оптической оси тонкой положительной линзы с фокусным расстоянием F . Середина отрезка находится на расстоянии d от линзы. Линза дает действительное изображение всех точек отрезка. Определить продольное увеличение предмета.

3. Имеется N собирающих линз с фокусным расстоянием F и N рассеивающих линз с фокусным расстоянием $\frac{F}{2}$. Линзы установлены поочередно так, что расстояние между

соседними линзами равно $\frac{F}{2}$. Вдоль оси в систему входит параллельный пучок света диаметром D . Найти диаметр выходящего пучка.

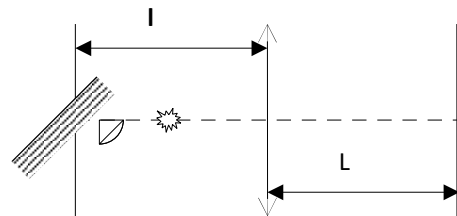


4. В дно водоема глубиной 3 м вертикально вбита свая, скрытая под водой. Высота сваи 2 м. Свая отбрасывает на дне водоема тень длиной 0,75 м. Определите угол падения солнечных лучей на поверхность воды. Показатель преломления воды $n = 1,33$.

5. Груз массой 0,1 кг, прикрепленный к пружине жесткостью 0,4 Н/м, совершает гармонические колебания с амплитудой 0,1 м. При помощи собирающей линзы с фокусным расстоянием 0,2 м изображение колеблющегося груза проецируется на экран, расположенный на расстоянии 0,5 м от линзы. Главная оптическая ось линзы перпендикулярна траектории груза и плоскости экрана. Определите максимальную скорость изображения груза на экране.

Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. На оси собирающей линзы диаметром $D = 2\text{ см}$ расположен точечный источник света. Расстояние от источника до линзы равно ее фокусному расстоянию $F = 10\text{ см}$. Перед источником на расстоянии $l = 20\text{ см}$ находится маленькое плоское зеркало, наклоненное под углом $\alpha = 45^\circ$ к оси линзы. По другую сторону от линзы на расстоянии $L = 20\text{ см}$ от нее расположен экран. Какая картина будет наблюдаться на экране?



2. Линза, фокусное расстояние которой 15 см , дает на экране изображение предмета с пятикратным увеличением. Экран пододвинули к линзе вдоль ее главной оптической оси на 30 см . Затем при неизменном положении линзы передвинули предмет так, чтобы изображение снова стало резким. На какое расстояние сдвинули предмет относительно его первоначального положения?

3. Небольшой груз, подвешенный на нити длиной **2,5 м**, совершает гармонические колебания, при которых его максимальная скорость достигает **0,2 м/с**. При помощи собирающей линзы с фокусным расстоянием **0,2 м** изображение колеблющегося груза проецируется на экран, расположенный на расстоянии **0,5 м** от линзы. Главная оптическая ось линзы перпендикулярна плоскости колебаний маятника и плоскости экрана. Определите максимальное смещение изображения груза на экране от положения равновесия.

4. В дно водоема глубиной **3 м** вертикально вбита свая, скрытая под водой. Высота сваи **2 м**. Угол падения солнечных лучей на поверхность воды равен **30°**. Определите длину тени сваи на дне водоема. Коэффициент преломления воды **$n = 4/3$** .

Занятие 16. Решение задач по теме «Волновая оптика».

Теоретические вопросы

1. Основные понятия, законы, формулы волновой оптики.
2. Дифракция и интерференция.
3. Приемы решения нестандартных задач по волновой оптике.

Задачи и упражнения для аудиторной работы

1. Пучок белого света падает нормально на стеклянную пластинку, толщина которой **$d=0.4$ мкм**. Показатель преломления стекла **$n=1.5$** . Какие длины волн, лежащие в пределах видимого спектра (от 400 до 700 нм), усиливаются в отраженном пучке?

2. На дифракционную решетку (Д) нормально падает монохроматический свет с длиной волны **0,65 мкм**. На экране Э, расположенном параллельно решетке и отстоящем от нее на расстояние **0,5 м**, наблюдается дифракционная картина. Расстояние между дифракционными максимумами первого порядка равно **10 см**. Определить постоянную дифракционной решетки и общее число главных максимумов, получаемых с помощью этой решетки.

Задачи и упражнения для самостоятельной работы

1. На стеклянную пластинку нанесен тонкий слой прозрачного покрытия, показатель преломления которого **$n = 1,41$** меньше показателя преломления стекла. На пластинку под углом **$\alpha = 30^\circ$** падает пучок белого света. Какова минимальная толщина покрытия **d_{min}** , если в отраженном свете оно кажется зеленым? Длина волны зеленого света **$\lambda = 0,53$ мкм**.

2. Определите наибольшее значение интервала длин волн **$\Delta\lambda$** , при котором нигде не перекрываются дифракционные спектры разных порядков для решетки с периодом **$d = 4,0$ мкм** при освещении ее светом в интервале длин волн от **$\lambda - \Delta\lambda$** до **$\lambda + \Delta\lambda$** для длины волны **$\lambda = 576$ нм**.

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студента направлена на углубление и закрепление знаний студентов и развитии практических умений. Она 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) ответы на вопросы практических занятий и решение задач на доске (в учебной аудитории);
- 2) письменной работы, по выбору преподавателя может проводиться письменно аудиторно или письменно заочно.

Примеры оценочных средств и критериев оценивания

1) Вопросы и задачи на практическом занятии

Представлены в п. 5 (раздел «Практические занятия»)

Критерии оценивания

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

Оценка за ответ на вопросы может быть вставлена, если даны ответы на 3 и более вопроса из списка контрольных вопросов к практическому занятию (см.п.5, раздел «Практические занятия»):

- «зачтено», если два из трех ответов верные и полные,
- оценка «не зачтено» если ответов нет или они неверные, не полные.

Каждая задача оценивается «зачтено - не зачтено»:

«зачтено», если получено решение в общем виде, но нет проверки единиц измерений, количественного результата (или они ошибочные), есть ошибки на рисунке;

- «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 ответы на вопросы и решение задач на практических занятиях.

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

2) Письменная работа

1. Пройдя $\frac{3}{8}$ длины моста, собака услышала сигнал догоняющего её автомобиля. Если собака побежит назад, то встретится с автомобилем у одного конца моста, а если побежит вперёд, то встретится у другого конца моста. Во сколько раз скорость автомобиля больше скорости собаки?

2. Из точки, находящейся на расстоянии $H = 18$ м над землёй, через равные промежутки времени Δt из состояния покоя падают маленькие шарики. В момент, когда седьмой шарик начинает падать, первый падает на землю. Найдите расстояние между вторым и четвёртым шариками в этот момент времени.

3. Тело начинает двигаться прямолинейно со скоростью v_0 и движется так, что проекция ускорения на направление движения постоянна и равна a_x . Какой путь пройдет тело за время t ?

4. Пустая бутылка емкостью $0,5$ л весит 250 грамм. Найдите плотность стекла, из которого изготовлена бутылка, если известно, что, плавающая в воде, бутылка тонет, когда ее заполнят на 70% .

5. Как измерить плотность пластилина, используя только мерный стакан с водой?

Критерии оценивания письменной работы

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

Зачет по данному разделу студент получает только при выполнении всех пунктов указанных требований.

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

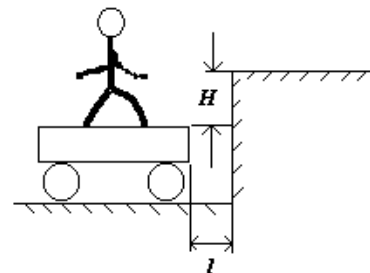
Промежуточная аттестация по дисциплине «Решение олимпиадных задач по физике» проводится в виде зачета.

ПИСЬМЕННАЯ ЗАЧЕТНАЯ РАБОТА

1. Плоская монохроматическая световая волна падает по нормали на дифракционную решетку с периодом 5 мкм. Параллельно решетке позади нее размещена собирающая линза с фокусным расстоянием 20 см. Дифракционная картина наблюдается на экране в задней фокальной плоскости линзы. Расстояние между ее главными максимумами 1-го и 2-го порядков равно 18 мм. Найдите длину падающей волны. Ответ выразите в нанометрах (нм), округлив до целых. Считать для малых углов ($\varphi \ll 1$ в радианах) $\text{tg } \varphi \approx \sin \varphi \approx \varphi$.

2. Чебурашка работает в магазине игрушек. Каждый вечер, к закрытию магазина, за ним на велосипеде заезжает крокодил Гена. Но однажды, магазин закрыли на час раньше, и Чебурашка пошел домой пешком, не дожидаясь своего друга. По дороге он встретил крокодила Гену и приехал домой на 10 минут раньше обычного. Сколько времени шел до встречи с другом Чебурашка. Задачу решить графически.

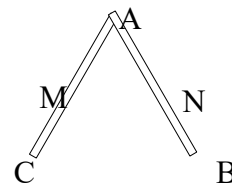
3. Человек массой 60 кг стоит на краю неподвижной тележки, массой 180 кг, находящейся на расстоянии 1 м от платформы. Какую минимальную работу должен совершить человек, энергично отталкиваясь от тележки, чтобы запрыгнуть на платформу, которая выше тележки на 50 см?



4. При прослушивании магнитофонной записи было замечено, что радиус намотки пленки на кассете уменьшился вдвое за 20 минут. За какое время после этого радиус еще раз уменьшится вдвое?

5. Бочка объемом 20 л полностью заполняется огурцами. Плотность вещества огурцов $\rho_1 = 1100 \text{ кг/м}^3$, средняя плотность огурцов в куче $\rho_2 = 660 \text{ кг/м}^3$. Сколько литров рассола нужно приготовить для заливки огурцов?

6. Проводник **СВА** изогнут так, что точки **С**, **А** и **В** находятся в вершинах правильного треугольника. К серединам сторон **АС** и **АВ** припаяна перемычка **МN** из проволоки вдвое меньшего сечения. К точкам **С** и **В** подано напряжение U_0 . Найти падение напряжения на перемычке.



Критерии оценивания зачетной работы

Работа оценивается по 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.

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 письменной работе и итоговому зачетному заданию.

3. Не имеет неудовлетворительных оценок за практические, домашние задания.

Зачет выставляется студенту при выполнении всех пунктов критерия.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Основная литература

1. 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, 2025. — 399 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6343-4. — URL : <https://urait.ru/bcode/560134>

2. Горлач В. В. Физика. Самостоятельная работа студента: учебник для вузов / В. В. Горлач, Н. А. Иванов, М. В. Пластинина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 168 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9816-0. — URL : <https://urait.ru/bcode/561804>

3. Калашников, Н. П. Физика. Графические методы решения задач: учебник и практикум для вузов / Н. П. Калашников, В. И. Кошкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 250 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17603-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/580319>

4. Айзензон А. Е. Физика: учебник и практикум для вузов / А. Е. Айзензон. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 380 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18086-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/560131>

5. Трофимова, Т. И. Руководство к решению задач по физике: учебник для вузов / Т. И. Трофимова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 265 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-3429-8. — URL : <https://urait.ru/bcode/559650>

6. Абушкин, Х. Х. Методика проблемного обучения физике: учебник для вузов / Х. Х. Абушкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 169 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05054-7. — URL : <https://urait.ru/bcode/556828>

7. Сауров, Ю. А. Теория и методика обучения физике: учебник для вузов / Ю. А. Сауров, М. П. Уварова. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 290 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16027-7. — URL : <https://urait.ru/bcode/567667>

7.2. Дополнительная литература

1. Лях В.В. Физика: Задания для подготовки к олимпиадам: 7 – 11 классы. – Ростов н/Д: Феникс, 2019. -225с.

2. Задачи Московских городских олимпиад по физике. 1986 – 2005. Приложение: олимпиады 2006 и 2007: Под ред. М.В. Семенова, А.А. Якуты – 2 изд., исп. и доп. – М.: МЦНМО, 2007. _ 696с.

3. Бальва, О.П. ЕГЭ. Физика: Универсальный справочник / О.П. Бальва, А.А. Фадеева. – М.: Эксмо, 2010. – 352 с.
4. Селюк Б. В. Учись решать задачи по физике. Механика. / Б. В. Селюк, Ю. Г. Елисеев. – Смоленск: Издательство СГПУ, 2004. – 111с.
5. Гольдфарб Н. И. Физика. Задачник. 10-11 кл.: пособие для общеобразовательных учреждений. – М.: Дрофа, 2024. – 416 с. (и все предыдущие издания).
6. 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. Страница Московской физической олимпиады на сервере Кафедры общей физики Физического факультета МГУ: <http://genphys.phys.msu.ru/ol/>
3. Веб-сайт «Олимпиады для школьников»: <http://www.mccme.ru/olympiads/>
4. Материалы журнала «Квант» в интернете: <http://kvant.mccme.ru/>
5. Архив материалов газеты «Физика» (Издательский дом «Первое сентября»): <http://archive.1september.ru/fiz/>
6. Интернет-библиотека МЦНМО: <http://ilib.mccme.ru/>
7. Официальный сайт Министерства образования РФ посвященный олимпиадам <http://www.rosolymp.ru>
8. Журнал «Потенциал»: <http://potential.org.ru>
9. Сетевая олимпиадная школа «Физтех регионам (7 – 11 классы): <http://os.mipt.ru/#/>.
10. Сайт подготовки национальных команд по физике и естественным наукам к международным олимпиадам <http://www.4ipho.ru/>
11. Олимпиады Челябинской области (ФМЛ 31) <http://olymp74.ru>.
12. Олимпиады по физике Санкт-Петербурга <http://physolymp.spb.ru>
13. Олимпиады по физике НГУ <http://vsesib.nssc.ru/phys.html>
14. Олимпиады по физике НИЯУ МИФИ <http://mephi.ru/schoolkids/olympiads>
15. Московская олимпиада школьников по физике. <http://mosphys.olimpiada.ru/>
16. Сайт олимпиадной школы при МФТИ по курсу «Экспериментальная физика» <http://edu-homelab.ru>

8. Материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная стандартной учебной мебелью, мультимедиапроектором, ноутбуком, колонками и интерактивной доской.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная стандартной учебной мебелью.

Помещение для самостоятельной работы – компьютерный класс с доступом к сети «Интернет» и ЭИОС СмолГУ.

9. Программное обеспечение

MicrosoftOpenLicense (WindowsXP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.