

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Решение задач повышенной сложности по физике
The Solving of Difficult Physical Tasks

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: **4**

Регистрационный номер рабочей программы: **052977**

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Целью курса является решение сложных нетривиальных задач по физике, углубление и систематизация практических и теоретических знаний и навыков, обучающихся в рамках школьной дисциплины «Физика» для подготовки к олимпиадам по физике. Полученные углубленные знания позволят сформировать у обучающихся представлений о задачах и проблемах современной физики.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Предполагается, что обучаемые владеют материалом указанной учебной дисциплины в соответствии со ФГОС среднего (полного) общего образования на базовом (профильном) уровне.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

- повышение уровня культуры в сфере физики;
- увеличение объема теоретических знаний в области физики, умений их применения при решении практических задач;
- приобретение навыков и опыта в решении задач повышенной сложности по физике;

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Практические занятия. Обсуждение и обоснование возможных решений предлагаемых задач по теме занятия, поиск оптимального решения задач.

Индивидуальные задания. В зависимости от уровня подготовки слушателя и степени усвоения материала самостоятельное решение мини-кейса задания с детальным разбором полученного решения.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс.

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Трудоёмкость форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам.раб.)	промежуточная аттестация (сам.раб.)			итоговая аттестация (сам.раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
	30			34		17				3			60				0	4
	5-25			5-25		5-25				5-25			1-1					
ИТОГО	30			34		17				3			60					4

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации			
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости	Виды промежуточной аттестации	Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ			
Форма очная			
	Контрольные работы		Зачет (28 неделя)

2.2. Структура и содержание учебных занятий. Физика.

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	Модуль 1. Кинематика и динамика. Работа и энергия. Статика и элементы динамики абсолютно твердого тела	лекции	6
		практические занятия	10
		контрольные работы	5
		самостоятельная работа с использованием методических материалов	15
2	Модуль 2. Термодинамика и молекулярно-кинетическая теория вещества. Гидростатика и аэростатика	лекции	5
		практические занятия	7
		контрольные работы	3
		самостоятельная работа с использованием методических материалов	10
3	Модуль 3. Электростатика и электрический ток в различных средах. Магнитное поле.	лекции	10
		практические занятия	9
		контрольные работы	5
		самостоятельная работа с использованием методических материалов	15
4	Модуль 4. Колебания и волны.	лекции	3
		практические занятия	2
		контрольные работы	1
		самостоятельная работа с использованием методических материалов	10

5	Модуль 5. Оптика. Квантовые явления и строение атома. Основы специальной теории относительности.	лекции	6
		практические занятия	6
		контрольные работы	3
		самостоятельная работа с использованием методических материалов	10
6	Итоговая аттестация: выпускная	Итоговая аттестация (аудиторная)	3

Модуль 1. Кинематика и динамика. Работа и энергия. Статика и элементы динамики абсолютно твердого тела.

Основные определения. Относительность движения. Сложение скоростей и ускорений. Равномерное и равнопеременное движения. Движение по окружности. Тангенциальное и нормальное ускорение. Законы Ньютона. Инерциальные и неинерциальные с-мы отсчета. Импульс тела и системы тел, его сохранение и изменение. Закон движения центра масс. Силы тяжести, всемирного тяготения, упругости, трения и нормального давления. Вес тела. Определение и свойства работы, кинетической, потенциальной и полной энергий. Консервативные поля и потенциальные энергии для них. Мощность. КПД. Момент силы и его свойства. Центр тяжести. Необходимые условия равновесия. Виды равновесия тел.

Модуль 2. Термодинамика и молекулярно-кинетическая теория вещества.

Гидростатика и аэростатика.

Основные положения мкт. Внутренняя энергия тела. Теплота. Первое и второе начало термодинамики. Теплоемкость. Принципы работы тепловых двигателей. Фазы вещества и переход из одной фазы в другую. Теплота плавления и парообразования. Идеальный газ и уравнение его состояния. Процессы в газах. Внутренняя энергия идеального газа. Работа газа, теплоемкость газа. Парообразование жидкости. Поверхностное натяжение. Закон Паскаля. Зависимость давления от глубины (высоты). Сообщающиеся сосуды. Закон Архимеда. Плавание тел и вопросы устойчивости. Влажность.

Модуль 3. Электростатика и электрический ток в различных средах. Магнитное поле.

Закон Кулона. Закон сохранения электрического заряда. Дискретность электрического заряда. Электрическое поле. Напряженность. Принцип суперпозиции полей. Силовые линии поля (линии напряженности поля). Диполь. Однородное поле. Движение заряженной частицы в однородном электрическом поле. Консервативность электростатического поля. Потенциал как энергетическая характеристика электрического поля. Напряжение. Связь между напряженностью электрического поля и потенциалом. Эквипотенциальная поверхность. Явление электростатической индукции. Проводники. Заземление. Экранирование поля. Диэлектрики и их виды. Диэлектрическая проницаемость вещества. Электроемкость. Конденсатор. Соединение конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора. Электрический ток. Сила тока. Закон Джоуля–Ленца. Сопротивление проводника, падение напряжения. Закон Ома для однородного и неоднородного участков цепи. Соединение проводников между собой. Источник тока.

Сторонние силы. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи. Работа электрического тока. Мощность электрического тока. Природа электрической проводимости металлов. Магнитное взаимодействие токов. Магнитное поле. Индукция. Сила Ампера, сила Лоренца. Магнитные свойства вещества. Электромагнитная индукция. Самоиндукция. Магнитный поток. Закон Фарадея. Правило Ленца. Индуктивность. Энергия магнитного поля.

Модуль 4. Колебания и волны.

Колебательное движение. Свободные колебания. Гармонические колебания. Критерий гармонических колебаний. Мат. Маятник, пружинный маятник. Превращение энергии при колебаниях. Волны. Поляризация. Поперечные и продольные волны. Звуковые волны. Электромагнитные волны. Переменный ток. Генератор переменного тока. Средняя мощность тока. Резонанс токов и напряжений. Колебательный контур, формула Томсона. Передача энергии. Электромагнитные волны. Свойства эл волн.

Модуль 5. Оптика. Квантовые явления и строение атома. Основы специальной теории относительности.

Законы геометрической оптики. Призма, линза. Формула тонкой линзы. Построение изображений в плоском зеркале и линзах. Лупа, фотоаппарат, глаз, очки. Определение скорости света. Преломление света. Дисперсия. Интерференция и дифракция света. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна. опыты Резерфорда. Строение атома. Постулаты Бора. Спектры. Элементарные частицы, изотопы, период полураспада, радиоактивность. Постулаты Эйнштейна. Релятивистская масса. Связь между массой и энергией.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Проведение практических занятий по программе курса проводятся в аудиторных классах. Слушателям предлагаются методические материалы в электронном виде (файл учебно-методического пособия). Материалы содержат рекомендации по решению задач и примеры олимпиадных задач прошлых лет.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Для самостоятельной работы обучающиеся могут воспользоваться указанными в предыдущем разделе методическими материалами, а так же учебными пособиями, указанными в списке дополнительной литературы. Примерный перечень заданий для самостоятельной работы размещен в разделе 3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства).

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

На практических занятиях проводится обсуждение материалов предшествующего занятия. Затрачиваемое время – 10 минут. По завершении каждого модуля проводятся контрольные работы (мини-кейсы), включающие пройденный материал. Мини-кейсы оцениваются по системе зачет/незачет по итогам курса. Преподаватель ведет учет выполнения задания слушателями, информируя его о результатах оценки, дает рекомендации по устранению ошибок. Время, затрачиваемое на проведение одной контрольной работы (мини кейса), составляет 4 академических часа. Мини-кейс оцениваются по системе зачет/незачет. Зачет ставится при выполнении задания на 70%. Результаты выполнения мини-кейсов обсуждаются в группе и обосновывается наилучшее решение.

По окончании курса проводится итоговый письменный зачет (выпускная контрольная работа), оцениваемый по стобалльной шкале.

Для получения зачета необходимо набрать 30 баллов.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

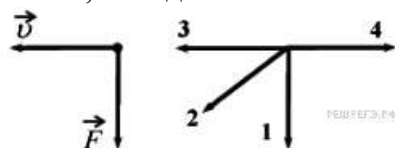
Примерные задачи по физике.

Механика

1. Камень падает с высокого обрыва, двигаясь по вертикали. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Модуль средней скорости камня с течением времени 1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется 4) сначала увеличивается, а затем начинает уменьшаться.

2. Поршень массой M удерживает в сосуде воздух массой m . Сравните силу действия поршня на воздух F_1 с силой действия воздуха на поршень F_2 . 1) $F_1 > F_2$ 2) $F_1 < F_2$ 3) $F_1 = F_2$ 4) $F_1 / F_2 = M/m$.

3. Мяч, неподвижно лежавший на полу вагона движущегося поезда, покатился влево, если



смотреть по ходу поезда. Как изменилось движение поезда? 13. На левом рисунке представлены векторы равнодействующей $F_{всех}$ сил, действующих на тело, и вектор скорости тела v в инерциальной системе отсчёта.

Какой из четырёх векторов на правом рисунке указывает направление вектора ускорения тела в этой системе отсчёта?

4. Товарный поезд идет со скоростью $v_1=36$ км/ч. Спустя время $\tau = 30$ мин с той же станции по тому же направлению вышел экспресс со скоростью $v_2=72$ км/ч. Через какое время t после выхода товарного поезда и на каком расстоянии s от станции экспресс нагонит товарный поезд? Задачу решить аналитически и графически.

5. Из пункта А в сторону пункта В с интервалом времени в 0,5 часов вышли два автобуса. С какой (одинаковой) скоростью они двигались, если идущая им навстречу со скоростью 100 км/час машина повстречала их с интервалом в 10 минут.

6. Из городов А и В, расстояние между которыми $L = 120$ км, одновременно выехали навстречу друг другу две автомашины со скоростями $v_1= 20$ км/ч и $v_2= 60$ км/ч. Каждая автомашина, пройдя 120 км, остановилась. Через какое время t и на каком расстоянии s от города С, находящегося на полпути между А и В, встретятся автомашины.

7. Половину пути (времени) машина шла со скоростью 60 км/час, а вторую часть пути (времени) машина шла со скоростью 40 км/час. Найти среднюю скорость.

8. Реку ширины 200 м со скоростью течения 1 м/с необходимо пересечь так, чтобы лодку как можно меньше снесло течением. Собственная скорость лодки 0.5 м/с. Определить путь, пройденный лодкой при переправе относительно берега.

9. Как опередить автобус? Человек находится в поле на расстоянии l от прямоугольного участка шоссе. Справа от себя он замечает движущийся по шоссе автобус. В каком направлении следует бежать к шоссе, чтобы выбежать на дорогу впереди автобуса, как можно дальше от него? Скорость автобуса u , скорость человека v .

10. Катер, двигаясь вниз по реке, обогнал плот в пункте А. Через $t=60$ мин посл этого он повернул обратно, а затем встретил плот на расстоянии $l=6,0$ км ниже пункта А. Найти скорость течения, если при движении в обоих направлениях мотор катера работает одинаково.

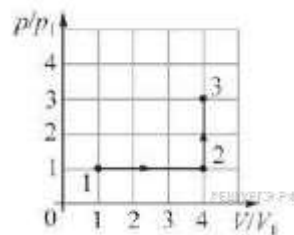
11 В цель с наименьшей скоростью. Необходимо с поверхности земли попасть камнем в цель, которая расположена на высоте h и на расстоянии s по горизонтали. При какой наименьше скорости камня это возможно? Соппротивлением воздуха пренебречь.

12. Между целью и минометом, находящимися на одной горизонтали, расположена стена высоты h . Расстояние от стены до миномета равно a , а от стены до цели b . Определить минимальную начальную скорость мины, необходимую для поражения цели. Под каким углом надо стрелять?

Молекулярная физика и термодинамика

1. Среднеквадратичная скорость молекул идеального одноатомного газа, заполняющего закрытый сосуд, равна 450 м/с. Как и на сколько изменится среднеквадратичная скорость молекул этого газа, если давление в сосуде вследствие охлаждения газа уменьшить на 19%?

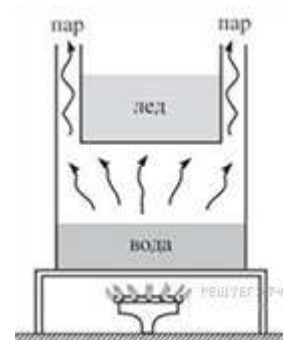
2. Над одним молем идеального одноатомного газа провели процесс 1–2–3, график которого приведён на рисунке в координатах V/V_1 и p/p_1 где $V_1=1$ м³ и $p_1=2 \cdot 10^5$ Па — объём и давление газа в состоянии 1. Найдите количество теплоты, сообщённое газу в данном процессе 1–2–3.



3. Один моль одноатомного идеального газа переводят из состояния 1 в состояние 2 таким образом, что в ходе процесса давление газа возрастает прямо пропорционально его объёму. В результате плотность газа уменьшается в $\alpha= 2$ раза. Газ в ходе процесса получает количество теплоты $Q=20$ кДж. Какова температура газа в состоянии 1?

4. В сосуде объёмом V с жёсткими стенками находится одноатомный газ при атмосферном давлении. В крышке сосуда имеется отверстие площадью $S=2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$, заткнутое пробкой. Максимальная сила трения покоя F пробки о края отверстия равна 100 Н. Пробка выскакивает, если газу передать количество теплоты не менее 15 кДж. Определите значение V , полагая газ идеальным.

5. На газовую плиту поставили сосуд, в котором находится 0,5 литра воды при температуре $+20^\circ\text{C}$. В верхней части сосуда имеется ёмкость с 1 кг льда при температуре 0°C (см. рисунок). Пары воды могут выходить из сосуда, обтекая ёмкость со льдом. Что и при какой температуре окажется в верхней ёмкости к моменту, когда вся вода в сосуде испарится? Считать, что на нагревание ёмкости расходуется 50% теплоты, получаемой водой в сосуде. Испарением воды при температуре ниже $+100^\circ\text{C}$, а также теплоёмкостью стенок сосуда и ёмкости пренебречь.



6. Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой 400 кг и содержит 100 кг гелия. Какой груз он может удерживать в воздухе на высоте, где температура воздуха 17°C , а давление 10^5 Па ? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.

Электричество и магнетизм

1. Найти ток I , идущий через источник тока на рис. 1. Сопротивления всех резисторов одинаковы и равны $R=34 \text{ Ом}$. ЭДС источника тока $E=7.3 \text{ В}$.

2. Найти ток I , идущий через резистор с сопротивлением R_2 на рис. 2

3. Нить накала радиолампы включена последовательно с реостатом в цепь источника тока с ЭДС $E=2.5 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $r=0.1 \text{ Ом}$. Необходимый ток накала достигается, когда сопротивление реостата $R_1=0.4 \text{ Ом}$. Найти ток в цепи накала I , если сопротивление нити накала $R_2=30 \text{ Ом}$.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Не предусмотрено

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К проведению, привлекаются преподаватели, имеющие учёную степень кандидата наук (в том числе степень Ph.D., прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или учёное звание профессора или доцента, имеющие значительный опыт практической работы, а также научные сотрудники и преподаватели без ученой степени, и аспиранты.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Не предусмотрено

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Предоставление 2-х аудиторных классов на 25 посадочных мест с проектором, компьютером и экраном для показа слайдов и демонстраций модельных экспериментов. Один из аудиторных классов для городского потока обучающихся (г. СПб, Средний пр.

д.41/43), второй для петергофского потока обучающихся (г. Петергоф, ул. Ульяновская д.3.)

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Проектор, компьютер, экран для демонстрации слайдов для показа слайдов и демонстраций модельных экспериментов.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Специализированного оборудования не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Специализированного программного обеспечения не требуется.

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Расходных материалов не требуется.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список обязательной литературы

Не предусмотрен.

3.4.2 Список дополнительной литературы

Задачники. Практическая часть.

- 1.С.Н. Манида Студентам, учителям, школьникам. Физика. Решение задач повышенной сложности. По материалам городских олимпиад школьников. СПбГУ, 2004, 440 с.
- 2.Кондратьев А.С., Уздин В.М. Физика. Сборник задач (для углубленного изучения). М. Физматлит, 2005.
- 3.Сборник задач по физике под ред. С.М. Козела. М. Наука, 1983. Есть много других более поздних вариантов этого задачника.
- 4.Слободецкий И.Ш., Асламазов Л.Г. Задачи по физике. Библиотечка «Квант», выпуск 5. М. Наука, 1980. Есть переиздания.
- 5.Задачи по физике под ред. О.Я. Савченко. М. Наука, 1988. Есть другие варианты этого задачника.
- 6.Рымкевич А.П. Сборник задач по физике. М. Просвещение, 1981. (Удобен для формата ЕГЭ). Есть более поздние варианты этого задачника.
- 7.Кондратьев А.С. Физика (в 2-х томах, 3-х частях). СПб. «Специальная литература», 1999.
- 8.Физика-10 (под ред. А.А. Пинского). М. Просвещение, 2002. Есть переиздания.
- 9.Физика-11 (под ред. А.А. Пинского). М. Просвещение, 2002. Есть переиздания.
- 10.Д.Д. Гущин. Материалы математических олимпиад физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета. Стетоскоп, 2008, 64 с.
- 11.Решу ЕГЭ Физика <https://ege.sdamgia.ru/>
- 12.Бутиков Е.И., Быков А.А., Кондратьев А.С. Физика в задачах.
- 13.Бутиков Е.И., Быков А.А., Кондратьев А.С. Физика для поступающих в вузы.
- 14.Н.И. Гольдфарб. СБОРНИК ВОПРОСОВ И ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ. М.: Высш. школа, 1982.— 351 с

3.4.3 Перечень иных информационных источников

Учебники. Теоретическая часть.

1. Фриш С.Э., Тиморева А.В. Курс общей физики. Том 1. Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны (11-е издание). М.: ГИФМЛ, 1962
2. Фриш С.Э., Тиморева А.В. Курс общей физики. Том 2. Электрические и электромагнитные явления (9-е издание). М.: ГИФМЛ, 1962
3. Фриш С.Э., Тиморева А.В. Курс общей физики. Том 3. Оптика. Атомная физика (6-е издание). М.: ГИФМЛ, 1961
4. Элементарный учебник физики. Под ред. Г.С. Ландсберга, Т. 1. Механика. Теплота. Молекулярная физика, Т. 2. Электричество и магнетизм, Т. 3. Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика

4. Разработчики программы

1. Чирцов Александр Сергеевич
д.т.н., проф., alex_chirtsov@mail.ru, +7(812)428-72-00
2. Тохадзе Ирина Константиновна
к.х.н., ст. преподаватель СПбГУ, iktpen1@yandex.ru, +7(812)428-7419,
3. Петровская Анна Станиславовна
к.ф.-м.н., вед. специалист СПбГУ, anita3425@yandex.ru, +7(812)428-44-05.