



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ
Учебно-методическая документация

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

ОДП.17 ФИЗИКА

Специальности:

15.02.08 Технология машиностроения

15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)

23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта

11.02.11 Сети связи и системы коммутации

Квалификация выпускника: техник

09.02.03 Программирование в компьютерных системах

Квалификация выпускника: техник-программист

09.02.01 Компьютерные системы и комплексы

Квалификация выпускника: техник по компьютерным системам

Разработчик: Белорусова Л.П. - преподаватель

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы приняты на заседании предметной (цикловой) комиссии общеобразовательных, общих гуманитарных и социально-экономических и естественно-научных дисциплин колледжа протокол №1 от 24.09.15 г.

Председатель предметной (цикловой) комиссии  / Л.П. Белорусова

Содержание

| | |
|---|----|
| Пояснительная записка..... | 4 |
| Тематический план..... | 6 |
| Содержание самостоятельной работы..... | 10 |
| Решение задач по темам Кинематика. Законы механики Ньютона..... | 10 |
| Решение задач по теме Основы молекулярно-кинетической теории..... | 17 |
| Решение задач по теме Основы термодинамики..... | 20 |
| Решение задач по теме Электрическое поле..... | 24 |
| Решение задач по теме Законы постоянного тока..... | 29 |
| Решение задач по теме Магнитное поле..... | 33 |
| Решение задач по теме Электромагнитные волны..... | 37 |
| Решение задач по теме Волновые свойства света..... | 40 |
| Решение задач по теме Физика атома..... | 44 |
| Решение задач по теме Физика атомного ядра..... | 47 |
| Информационное обеспечение обучения | 51 |
| Приложение..... | 52 |
| Лист регистрации изменений..... | 53 |

Пояснительная записка

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы, являющиеся частью учебно-методического комплекса по дисциплине «Физика» составлены в соответствии с:

1. Федеральным государственным образовательным стандартом по специальностям:
23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта
15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств
11.02.11 Сети связи и системы коммутации
09.02.03 Программирование в компьютерных системах
15.02.08 Технология машиностроения
09.02.01 Компьютерные системы и комплексы
2. Рабочей программой учебной дисциплины;
3. Примерной программой учебной дисциплины «Физика» (ФГУ «ФИРО» Минобрнауки России, 2015г.);
4. Положением о планировании и организации самостоятельной работы студентов колледжей МПК НовГУ.

Методические рекомендации включают внеаудиторную работу студентов, предусмотренную рабочей программой учебной дисциплины в объёме 70 часов.

Формами внеаудиторной самостоятельной работы являются 10 домашних самостоятельных работ по решению задач 3-х уровней сложности.

В результате выполнения самостоятельной работы обучающийся должен:

уметь:

- **описывать и объяснять физические явления и свойства тел:** движение небесных тел и искусственных спутников Земли; свойства газов, жидкостей и твердых тел; электромагнитную индукцию, распространение электромагнитных волн; волновые свойства света; излучение и поглощение света атомом; фотоэффект;
- **отличать** гипотезы от научных теорий;
- **делать выводы** на основе экспериментальных данных;
- **приводить примеры, показывающие, что:** наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий, позволяют проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять известные явления природы и научные факты, предсказывать еще неизвестные явления;
- **приводить примеры практического использования физических знаний:** законов механики, термодинамики и электродинамики в энергетике; различных видов электромагнитных излучений для развития радио и телекоммуникаций, квантовой физики в создании ядерной энергетике, лазеров;
- **воспринимать и на основе полученных знаний самостоятельно оценивать** информацию, содержащуюся в сообщениях СМИ, Интернете, научно-популярных статьях.
- **применять полученные знания для решения физических задач;**
- **определять** характер физического процесса по графику, таблице, формуле;
- **измерять ряд физических величин, представляя результаты измерений с учетом их погрешностей** *;

знать:

- **смысл понятий:** физическое явление, гипотеза, закон, теория, вещество, взаимодействие, электромагнитное поле, волна, фотон, атом, атомное ядро, ионизирующие излучения, планета, звезда, галактика, Вселенная;
- **смысл физических величин:** скорость, ускорение, масса, сила, импульс, работа, механическая энергия, внутренняя энергия, абсолютная температура, средняя кинетическая энергия частиц вещества, количество теплоты, элементарный электрический заряд;

– **смысл физических законов** классической механики, всемирного тяготения, сохранения энергии, импульса и электрического заряда, термодинамики, электромагнитной индукции, фотоэффекта;

– **вклад российских и зарубежных ученых**, оказавших наибольшее влияние на развитие физики;

использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни:

– для обеспечения безопасности жизнедеятельности в процессе использования транспортных средств, бытовых электроприборов, средств радио- и телекоммуникационной связи;

– оценки влияния на организм человека и другие организмы загрязнения окружающей среды;

– рационального природопользования и защиты окружающей среды.

Во время выполнения внеаудиторной самостоятельной работы студенты сами выбирают тот уровень сложности, к которому они готовы, что позволяет им оценить свой уровень подготовки по дисциплине и в дальнейшем перейти к более высокому уровню сложности заданий.

Критерии оценки:

Оценка «5» (отлично) – ставится студенту, если выполнено более 85% работы с 1-2 недочетами;

Оценка «4» (хорошо) - ставится студенту, если выполнено от 75% до 85% работы с 3-4 недочетами;

Оценка «3» (удовлетворительно) - ставится студенту, если выполнено от 50% до 75% работы с 2-3 грубыми ошибками

Оценка «2» (неудовлетворительно) - выставляется за работу, в которой выполнено менее 50% всего объема задания.

2.3. Тематический план и содержание учебной дисциплины «Физика»

| Наименование разделов и тем | Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект) (если предусмотрены) | Объем часов | Уровень освоения |
|--|--|-------------|------------------|
| Введение | Физика – наука о природе. Естественно - научный метод познания, его возможности и границы применимости. Эксперимент и теория в процессе познания природы. Моделирование физических явлений и процессов. Роль эксперимента и теории в процессе познания природы. Физическая величина. Погрешности измерений физических величин. Физические законы. Границы применимости физических законов. Понятие о физической картине мира. Значение физики при освоении профессий СПО и специальностей СПО. | 2 | 2 |
| | Лабораторная работа №1: Вычисление абсолютной и относительной погрешностей измерений в лабораторных работах. | 2 | |
| Раздел 1. Механика | | 16 | |
| Тема 1.1. Кинематика. | Механическое движение. Перемещение. Путь. Скорость. Равномерное прямолинейное движение. Ускорение. Равнопеременное прямолинейное движение. Свободное падение. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Равномерное движение по окружности. | 2 | 2,3 |
| Тема 1.2. Законы механики Ньютона. | Первый закон Ньютона. Сила. Масса. Импульс. Второй закон Ньютона. Основной закон классической динамики. Третий закон Ньютона. Закон всемирного тяготения. Гравитационное поле. Сила тяжести. Вес. Способы измерения массы тел. Силы в механике. | 2 | 2,3 |
| | Контрольная работа по темам «Кинематика» и «Динамика» | 1 | |
| | Самостоятельная работа студентов: решение задач по темам «Кинематика» и «Динамика» | 6 | |
| Тема 1.3. Законы сохранения в механике. | Законы сохранения в механике. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Работа силы. Работа потенциальных сил. Мощность. Энергия. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии. Применение законов сохранения. | 3 | 2,3 |
| | Лабораторная работа №2: Проверка закона сохранения механической энергии. | 2 | |
| Раздел 2 Основы молекулярной физики и термодинамики | | 40 | |

| | | | |
|--|--|-----------|----------|
| Тема 2.1. Основы молекулярно-кинетической теории. | Идеальный газ. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Размеры и масса молекул и атомов. Броуновское движение. Диффузия. Силы и энергия межмолекулярного взаимодействия. Строение газообразных, жидких и твердых тел. Скорости движения молекул и их измерение. Идеальный газ. Давление газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов. Температура и ее измерение. Газовые законы. Абсолютный нуль температуры. Термодинамическая шкала температуры. Уравнение состояния идеального газа. Молярная газовая постоянная | 5 | 2 |
| | Лабораторная работа №3: Исследование изотермического процесса.. | 2 | |
| | Самостоятельная работа студентов: решение задач по теме «Основы молекулярно-кинетической теории». | 8 | |
| | Контрольная работа по теме « Молекулярная физика». | 1 | |
| Тема 2.2 Основы термодинамики. | Основные понятия и определения. Внутренняя энергия системы. Внутренняя энергия идеального газа. Работа и теплота как формы передачи энергии. Теплоемкость. Удельная теплоемкость. Уравнение теплового баланса. Первое начало термодинамики. Адиабатный процесс. Принцип действия тепловой машины. КПД теплового двигателя. Второе начало термодинамики. Термодинамическая шкала температур. Холодильные машины. Тепловые двигатели. Охрана природы. | 4 | |
| | Самостоятельная работа студентов: решение задач по теме «Основы термодинамики». | 6 | |
| Тема 2.3 Свойства паров. | Испарение и конденсация. Насыщенный пар и его свойства. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Точка росы. Кипение. Зависимость температуры кипения от давления. Перегретый пар и его использование в технике. | 4 | |
| | Лабораторная работа №4: Определение относительной влажности воздуха. | 2 | |
| Тема 2.4 Свойства жидкостей. | Характеристика жидкого состояния вещества. Поверхност- ный слой жидкости. Энергия поверхностного слоя. Явления на границе жидкости с твердым телом. Капиллярные явления. | 2 | |
| | Лабораторная работа №5: Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости | 2 | |
| Тема 2.5 Свойства твердых тел. | Характеристика твердого состояния вещества. Упругие свойства твердых тел. Закон Гука. Механические свойства твердых тел. Тепловое расширение твердых тел и жидкостей. Плавление и кристаллизация. | 2 | |
| | Лабораторная работа №6: Измерение удельной теплоемкости вещества. | 2 | |
| Раздел 3. Электродинамика | | 62 | |

| | | | |
|--|--|-----------|---|
| Тема 3.1 Электрическое поле. | Электрические заряды. Закон сохранения заряда. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции полей. Работа сил электростатического поля. Потенциал. Разность потенциалов. Эквипотенциальные поверхности. Связь между напряженностью и разностью потенциалов электрического поля. Диэлектрики в электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Проводники в электрическом поле. Конденсаторы. Соединение конденсаторов в батарею. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля. | 8 | |
| | Лабораторная работа №7: Измерение емкости конденсатора. | 2 | |
| | Контрольная работа по теме «Электростатика» | 1 | |
| | Самостоятельная работа студентов: решение задач по теме «Электростатика». | 4 | |
| Тема 3.2 Законы постоянного тока. | Условия, необходимые для возникновения и поддержания электрического тока. Сила тока и плотность тока. Закон Ома для участка цепи без ЭДС. Зависимость электрического сопротивления от материала, длины и площади поперечного сечения проводника. Зависимость электрического сопротивления проводников от температуры. Электродвижущая сила источника тока. Закон Ома для полной цепи. Соединение проводников. Соединение источников электрической энергии в батарею. Закон Джоуля— Ленца. Работа и мощность электрического тока. Тепловое действие тока. | 12 | 2 |
| | Лабораторная работа №8: Определение удельного сопротивления проводника. | 2 | |
| | Лабораторная работа №9: Определение эффективности установки с электрическим нагревателем. | 2 | |
| | Контрольная работа по теме «Постоянный ток». | 1 | |
| Самостоятельная работа студентов: решение задач по теме «Постоянный ток». | 4 | | |
| Тема 3.3 Электрический ток в полупроводниках. | Собственная проводимость полупроводников. Полупроводниковые приборы. | 2 | 2 |
| Тема 3.4 Магнитное поле. | Вектор индукции магнитного поля. Действие магнитного поля на прямолинейный проводник с током. Закон Ампера. Взаимодействие токов. Магнитный поток. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца. Определение удельного заряда. Ускорители заряженных частиц. | 7 | 2 |
| | Контрольная работа по теме «Магнитные явления». | 1 | |
| | Самостоятельная работа студентов: решение задач по теме «Магнитные явления». | 12 | |
| Тема 3.5 Электромагнитная индукция. | Электромагнитная индукция. Вихревое электрическое поле. Самоиндукция. Энергия магнитного поля. | 4 | 2 |

| | | | |
|---|---|-----------|--|
| | | | |
| Раздел 4. Колебания и волны | | 28 | |
| Тема 4.1 Механические колебания. | Колебательное движение. Гармонические колебания. Свободные механические колебания. Линейные механические колебательные системы. Превращение энергии при колебательном движении. Свободные затухающие механические колебания. Вынужденные механические колебания. | 2 | |
| | Лабораторная работа №10: Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника. | 2 | |
| Тема 4.2 Упругие волны. | Поперечные и продольные волны. Характеристики волны. Уравнение плоской бегущей волны. Интерференция волн. Понятие о дифракции волн. Звуковые волны. Ультразвук и его применение. | 2 | |
| Тема 4.3 Электромагнитные колебания. | Свободные электромагнитные колебания. Превращение энергии в колебательном контуре. Затухающие электромагнитные колебания. Генератор незатухающих электромагнитных колебаний. Вынужденные электрические колебания. Переменный ток. Генератор переменного тока. Емкостное и индуктивное сопротивления переменного тока. Закон Ома для электрической цепи переменного тока. Работа и мощность переменного тока. Генераторы тока. Трансформаторы. Токи высокой частоты. Получение, передача и распределение электроэнергии. | 8 | |
| Тема 4.4 Электромагнитные волны. | Электромагнитное поле как особый вид материи. Электромагнитные волны. Вибратор Герца. Открытый колебательный контур. Изобретение радио А. С. Поповым. Понятие о радиосвязи. Применение электромагнитных волн. | 5 | |
| | Контрольная работа по теме «Электромагнитные волны». | 1 | |
| | Самостоятельная работа студентов: решение задач по теме «Электромагнитные волны». | 8 | |
| Раздел 5. Оптика | | 33 | |
| Тема 5.1 Природа света. | Скорость распространения света. Законы отражения и преломления света. Полное отражение. Линзы. Глаз как оптическая система. Оптические приборы. | 8 | |
| | Лабораторная работа №11: Определение показателя преломления стекла. | 2 | |
| | Лабораторная работа №12: Определение фокусного расстояния и оптической силы линзы | 2 | |
| Тема 5.2 Волновые свойства света. | Интерференция света. Когерентность световых лучей. Интерференция в тонких пленках. Полосы равной толщины. Кольца Ньютона. Использование интерференции в науке и технике. Дифракция света. Дифракция на щели в параллельных лучах. Дифракционная решетка. | 12 | |

| | | | |
|--|---|-----------|--|
| | Понятие о голографии. Поляризация поперечных волн. Поляризация света. Двойное лучепреломление. Поляроиды. Дисперсия света. Виды спектров. Спектры испускания. Спектры поглощения. Ультрафиолетовое и инфракрасное излучения. Рентгеновские лучи. Их природа и свойства. | | |
| | Лабораторная работа №13: Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки. | 2 | |
| | Лабораторная работа №14: Наблюдение сплошного и линейчатого спектров. | 2 | |
| | Контрольная работа по теме «Оптика» | 1 | |
| | Самостоятельная работа студентов: решение задач по теме «Оптика». | 6 | |
| Раздел 6. Элементы квантовой физики | | 40 | |
| Тема 6.1 Квантовая оптика. | Квантовая гипотеза Планка. Фотоны. Внешний фотоэлектрический эффект. Внутренний фотоэффект. Типы фотоэлементов | 6 | |
| Тема 6.2 Физика атома. | Развитие взглядов на строение вещества. Закономерности в атомных спектрах водорода. Ядерная модель атома. Опыты Э. Резерфорда. Модель атома водорода по Н. Бору. Квантовые генераторы. | 5 | |
| | Контрольная работа по теме «Физика атома». | 1 | |
| | Самостоятельная работа студентов: решение задач по теме «Физика атома». | 8 | |
| Тема 6.3 Физика атомного ядра. | Естественная радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Способы наблюдения и регистрации заряженных частиц. Эффект Вавилова— Черенкова. Строение атомного ядра. Дефект массы, энергия связи и устойчивость атомных ядер. Ядерные реакции. Искусственная радиоактивность. Деление тяжелых ядер. Цепная ядерная реакция. Управляемая цепная реакция. Ядерный реактор. Получение радиоактивных изотопов и их применение. Биологическое действие радиоактивных излучений. Элементарные частицы. | 9 | |
| | Лабораторная работа №15: Изучение треков заряженных частиц по готовым фотографиям. | 2 | |
| | Контрольная работа по теме «Физика атомного ядра». | 1 | |
| | Самостоятельная работа студентов: решение задач по теме «Физика атомного ядра». | 8 | |
| Раздел 7. Эволюция Вселенной | | 3 | |
| Тема 7.1 Строение и развитие Вселенной. | Наша звездная система — Галактика. Другие галактики. Бесконечность Вселенной. Понятие о космологии. Расширяющаяся Вселенная. Модель горячей Вселенной. Строение и происхождение Галактик. | 2 | |

| | | | |
|---|---|------------|--|
| | | | |
| Тема 7.2 Эволюция звезд. Гипотеза происхождения Солнечной системы. | Термоядерный синтез. Проблема термоядерной энергетики. Энергия Солнца и звезд. Эволюция звезд. Происхождение Солнечной системы. | 1 | |
| | Всего | 226 | |

Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

1. – ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств);
2. – репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством);
3. – продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач).

Содержание самостоятельной работы

Внеаудиторная самостоятельная работа

Раздел 1. Механика.

Тема 1.1 Кинематика.

Тема 1.2. Законы механики Ньютона.

Самостоятельная работа: решение задач по темам Кинематика и Динамика

Цель:

- систематизация и закрепление знаний законов движения и взаимодействия тел, кинематических и динамических величин;
- подготовка к тематической контрольной работе.

Сроки выполнения:

- задание рассчитано на 6 часов внеаудиторной самостоятельной работы, срок сдачи – 1 неделя со дня получения задания.

1. Содержание задания:

Выбрать уровень сложности задач и решить задачи из сборника задач: Рымкевич А.П. Задачник. Физика: Учебное пособие для средних общеобразовательных учреждений.- М.: Дрофа, 2011.- 188с.

1. Задачи среднего уровня сложности:

- а) по Кинематике: №№ 3,11,48,51,52,62,72,89;
- б) по Динамике: №№ 112,139,146,160,181,204,239;

2. Задачи достаточного уровня сложности:

- а) по Кинематике: №№ 4,14,49,53,54,63,74,90;
- б) по Динамике: №№ 113,141,148,161,182,210,271;

3. Задачи высокого уровня сложности:

- а) по Кинематике: №№ 5,15,50,55,56,67,76,92;
- б) по Динамике: №№ 114,144,150,163,188,221,283.

Рекомендации по решению задач по теме: Кинематика Законы механики Ньютона.

При решении задач на эти темы рекомендуется:

- выбрать систему отсчета (тело отсчета, систему координат и начало отсчета времени). При выборе направлений координатных осей следует учитывать направление векторов перемещений, скоростей и ускорений;
- изобразить траекторию движения частицы (материальной точки) в выбранной системе отсчета, показать на рисунке направления векторов перемещений, скоростей и ускорений;
- записать закон движения и вытекающие из него уравнения в векторной форме ($\vec{s} = \vec{s}(t)$ и $\vec{v} = \vec{v}(t)$), а затем записать эти уравнения в проекциях на оси координат и получить систему уравнений в скалярной форме;
- в случае необходимости, дополнить полученную систему уравнений соотношениями, вытекающими из условия задачи, решить эту систему уравнений и определить искомые величины;

- при графическом решении задачи использовать графики зависимости координат или скорости (перемещения или пути) от времени, определить на основании этих графиков неизвестные величины. Следует помнить, что графические зависимости кинематических величин могут оказаться очень полезными как при анализе условия задачи, так и при проверке результатов ее решения.

Примеры решения задач

Задача 1

Самолет касается посадочной полосы при скорости $v_0 = 60 \text{ м/с}$ и останавливается, пробежав расстояние $L = 1800 \text{ м}$.

Какова скорость v самолета, когда он пробежал по полосе $s = 450 \text{ м}$?

Дано: $v_0 = 60 \text{ м/с}$, $L = 1800 \text{ м}$, $s = 450 \text{ м}$.

Найти: v - ?

Решение:

Вспользуемся формулами, связывающими перемещение тела с начальной и конечной скоростью движения: $L = \frac{0 - v_0^2}{-2a}$ и $s = \frac{v^2 - v_0^2}{-2a}$. Разделив вторую формулу на первую,

получим: $\frac{s}{L} = \frac{v^2 - v_0^2}{-v_0^2}$. Откуда следует, что $v^2 = v_0^2(1 - s/L)$ или $v = v_0 \sqrt{1 - s/L}$.

Проверка единиц измерения: $[v] = \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \sqrt{1 - \frac{\text{м}}{\text{м}}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Вычисляем скорость: $v = 60 \cdot \sqrt{1 - \frac{450}{1800}} = 52 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$.

Ответ: 52 м/с .

Задача 2

За 4 с тело прошло путь 80 см , причем его скорость увеличилась в 3 раза. Считая движение равноускоренным с начальной скоростью, определите ускорение тела.

Дано: $t = 4 \text{ с}$, $s = 0,8 \text{ м}$, $\frac{v}{v_0} = 3$.

Найти: a - ?

Решение:

Так как $s = \frac{v + v_0}{2} t = \frac{3v_0 + v_0}{2} t = 2v_0 t$, то $v_0 = \frac{s}{2t}$. С другой стороны, $s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$.

Поэтому $s = \frac{s}{2t} t + \frac{at^2}{2} = \frac{s}{2} + \frac{at^2}{2}$, откуда $a = \frac{s}{t^2}$.

Проверка единиц измерения: $[a] = \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

Вычисляем ускорение: $a = \frac{0,8}{4^2} = 0,05 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)$.

Ответ: 5 см/с^2 .

Задача 3

Два автомобиля одновременно выезжают из городов А и В, расстояние между которыми 350,0 км, и движутся равномерно и прямолинейно по трассе со скоростями 15,0 и 20,0 м/с навстречу друг другу. Через какое время, и на каком расстоянии от города А они встретятся?

Дано: $l = 3,5 \cdot 10^5 \text{ м}$; $v_1 = 15,0 \text{ м/с}$; $v_2 = 20,0 \text{ м/с}$.

Найти: $t - ? \text{ с}$ - ?

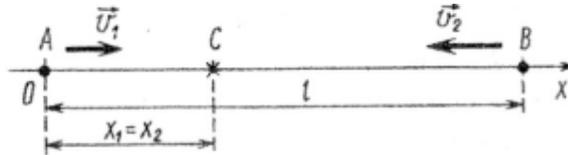


Рис.1

Решение

В этой задаче удобно выбрать в качестве тела отсчета Землю.

Направим ось абсцисс по линии, соединяющей города А и В, в сторону города В, а начало координат поместим в точку А (рис. 1).

Условимся отсчитывать время от общего для обоих автомобилей момента начала движения автомобилей, которые мы, согласно условию задачи, примем за материальные точки, будут иметь вид

$$x_1 = x_{01} + v_1 t \text{ и } x_2 = x_{02} - v_2 t,$$

где x_1 и x_2 - координаты автомобилей в произвольный момент времени, $x_{01} = 0, x_{02} = l$ - начальные координаты автомобилей.

В точке С, в которой автомобили встретятся, координаты их будут одинаковы: $x_1 = x_2$. Тогда

$$v_1 t = l - v_2 t, t = \frac{l}{v_1 + v_2} = 10\,000 \text{ с} \approx 2,8 \text{ ч}.$$

Место встречи автомобилей находится на расстоянии $s = x_1$ или $s = x_2$ от города А, т.е. $s = 150\,000 \text{ м} = 150,0 \text{ км}$.

Эта задача может быть решена графически (рис. 2).

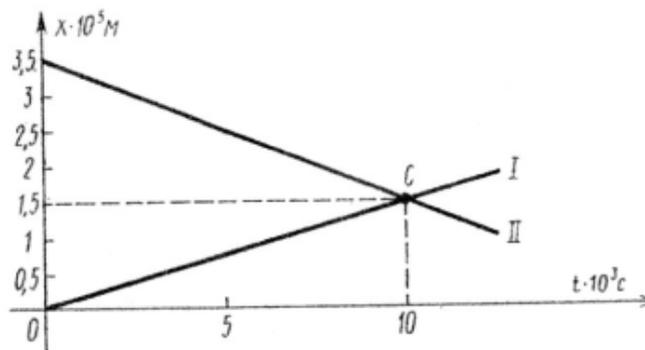


Рис.2

Выберем для времени единицу $5 \cdot 10^3$ с, а для координаты – $0,5 \cdot 10^5$ км. Отложим на оси абсцисс в выбранном масштабе время движения автомобилей, а по оси ординат – их координаты x_1 и x_2 . Тогда зависимости координат от времени на графике изобразятся прямыми $I(x_1 = v t_1)$ и $II(x_2 = l - v_2 t)$.

Время и место встречи автомобилей определим по положению точки С пересечения графиков. Координаты точки С: $t=10\ 000$ с, $x_1 = x_2 = 150\ 000$ м. Значит, автомобили встретятся через 10 000с на расстоянии 150 000м от города А.

Рекомендации по решению задач по теме:

При решении задач на эту тему рекомендуется:

- сделать рисунок, изобразить на нем все силы, действующие на каждое тело, выбрать систему координат, оси которой направить в соответствии с направлением вектора ускорения движения системы тел или одно из них;
- при движении тела по окружности одну из координатных осей удобно направить по направлению нормального (центростремительного) ускорения, т. е. к центру окружности;
- записать в векторной форме второй закон Ньютона для каждого тела в отдельности: $m\vec{a} = \vec{F}$. Затем записать это уравнение в проекциях на оси координат и получить систему уравнений в скалярной форме;
- в случае необходимости использовать формулы кинематики и законы сохранения, решить полученную систему уравнений и определить искомые величины.

Примеры решения задач

Задача 1

Тело массой 3 кг падает в воздухе с ускорением 8 м/с^2 . Найти силу сопротивления воздуха.

Дано: $m = 3\text{ кг}, a = 8\text{ м/с}^2$.

Найти: F .

Решение: На падающее в воздухе тело действуют: $m\vec{g}$ -сила тяжести и \vec{F} - сила сопротивления воздуха (рис.3).

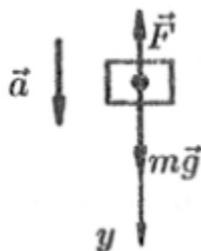


Рис.3

Поскольку движение равноускоренное, то вектор ускорения направлен в сторону движения. Запишем для тела второй закон Ньютона в векторной форме: $m\vec{g} + \vec{F} = m\vec{a}$.

Проведем ось Y в направлении движения тела и спроецируем на оси силы, запишем уравнение движения в скалярной форме:

$$mg - F = ma,$$

$$\text{откуда } F = mg - ma = m(g - a), F = 5,4\text{ Н}.$$

Ответ: $F = 5,4\text{ Н}$.

Задача 2

Какую силу надо приложить для подъема вагонетки массой 600 кг по эстакаде с углом наклона 20° , если коэффициент сопротивления движения равен 0,05?

Дано: $m = 600 \text{ кг}$, $\angle \alpha = 20^\circ$, $\mu = 0,05$.

Найти: F .

Решение: Движение вагонетки прямолинейное равномерное. Уравнение движения (рис.4):

$$m\vec{g} + \vec{F}_c + \vec{N} + \vec{F} = \vec{0}.$$

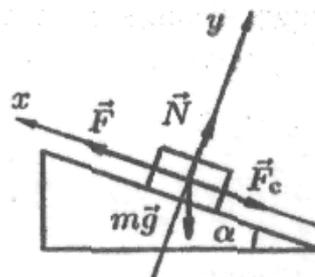


Рис.4

В проекции на ось x (вдоль наклонной плоскости) уравнение движения имеет вид:
 $-mg \sin \alpha - F_c + F = 0$.

В проекции на ось y (вдоль наклонной плоскости) уравнение движения имеет вид:
 $-mg \cos \alpha - F_c + F = 0$, откуда $F = mg \sin \alpha + F_c$. Проекция на ось y (рис.4):

$N - mg \cos \alpha = 0$, откуда $N = mg \cos \alpha$, поэтому

$$F_c = \mu N = \mu mg \cos \alpha;$$

$$F = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha),$$

$$F = 2,3 \text{ кН}.$$

Ответ: $F = 2,3 \text{ кН}$.

Задача 3

Сани движутся по горизонтальной поверхности со скоростью 10 м/с. Коэффициент трения между полозьями саней и дорогой равен 0,1. Какой путь сани пройдут за 15 с?

Дано: $v = 10 \text{ м/с}$, $t = 15 \text{ с}$, $\mu = 0,1$, $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Найти: s .

Решение: Для нахождения искомого пути, необходимо определить ускорение движения саней. Для этого применим второй закон Ньютона:

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{mp} = m\vec{a}.$$

За направление оси O_x выберем направление движения саней, за направлением оси O_y - вертикальное направление. В проекциях на эти оси координат получим:

$$O_x : F_{mp} = ma,$$

$$O_y : N - mg = 0,$$

поэтому $N = mg$, $F_{mp} = \mu mg$, $a = \mu g$. Определяем ускорение, мы можем найти путь, пройденный санями за t секунд:

$$S = v_0 t - \frac{at^2}{2}.$$

При подстановке определенного значения времени t следует учесть, что это значение не должно быть большим, чем t_0 - время движения саней до полной остановки.

Время t_0 легко определить из условий:

$$\begin{cases} v_t = v_0 - \mu g t, \\ v_t = 0, \end{cases}$$

$$\text{Отсюда: } t_0 = \frac{v_0}{\mu g}, t_0 = 10 \text{ с.}$$

Так как $t > t_0$, то путь, пройденный санями за 10с, будет равен

$$S = v_0 t_0 - \mu g \frac{t_0^2}{2} = v_0 \frac{v_0}{\mu g} - \mu g \frac{v_0^2}{2 \mu^2 g^2} = \frac{v_0^2}{2 \mu g}, S = 50 \text{ м.}$$

Ответ: $S = 50 \text{ м.}$

Задача 4

На концах нити, перекинутой через блок, подвешенный к потолку, закреплены два груза общей массой 30 кг. Грузы движутся относительно Земли с ускорением $a = 0,3g$, направленным для правого груза вниз. Найти массы обоих грузов. Массой блока и нити, а также трением в оси блока пренебречь.

Дано: $m_1 + m_2 = 30 \text{ кг}, a = 0,3g$

Найти: m_1, m_2 .

Решение: Рассмотрим движение левого груза (рис.5).

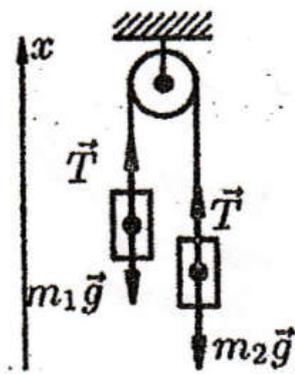


Рис.5

К нему приложены силы тяжести $m_1 \vec{g}$ и сила натяжения нити \vec{T} : $\vec{T} + m_1 \vec{g} = m_1 \vec{a}$. Для проекции этих сил на ось x мы можем записать $T - m_1 g = m_1 a$. Аналогично для правого груза имеем $\vec{T} + m_2 \vec{g} = m_2 \vec{a}$, что в проекция на ось x дает $T - m_2 g = -m_2 a$. Вычитая из первого равенства второе, получим $(m_2 - m_1)g = (m_2 + m_1)a$.

$$\text{Отсюда: } m_2 - m_1 = \frac{(m_2 + m_1)a}{g}.$$

Подставляем сюда известные величины, найдем $m_2 - m_1 = 9 \text{ кг}$.

Таким образом, $m_1 = 10,5 \text{ кг}, m_2 = 19,5 \text{ кг}$.

Ответ: $m_1 = 10,5 \text{ кг}, m_2 = 19,5 \text{ кг}$.

В результате выполнения самостоятельной работы

Студент должен

знать:

формулы пути, перемещения, скорости различных видов движения;
формулы силы тяжести, веса тела, кинетической и потенциальной энергии, механической работы, а также единицы этих физических величин в СИ;
формулы законов всемирного тяготения и законов механики Ньютона.

студенты должны уметь:

- решать задачи с использованием формул для равномерного и равноускоренного движений, на вращательное движение;
- изображать и читать графики различных видов механических движений;
- решать задачи на применение законов Ньютона, закона всемирного тяготения.

Форма контроля:

- проверка преподавателем письменных работ студентов.

Список рекомендуемой литературы:

1. Мякишев Г.Я. Физика 10 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 366 с.+ CD-ROM.
2. Рымкевич А.П. Задачник. Физика: Учебное пособие для средних общеобразовательных учреждений.- М.: Дрофа, 2011.- 188с.

Тема 2.1. Основы молекулярно-кинетической теории

Самостоятельная работа: решение задач по теме Основы молекулярно-кинетической теории

Цель:

- систематизация и закрепление знаний МКТ вещества, основного уравнения МКТ, газовых законов и их графиков;
- подготовка к тематической контрольной работе.

Сроки выполнения:

- задание рассчитано на 8 часов внеаудиторной самостоятельной работы, срок сдачи – 1 неделя со дня получения задания.

Содержание задания

Выбрать уровень сложности задач и решить задачи из сборника задач: Рымкевич А.П. Задачник. Физика: Учебное пособие для средних общеобразовательных учреждений.- М.: Дрофа, 2011.- 188с.

1. Задачи среднего уровня сложности:

№№ 454,455,459,460,474,478,482,484,494,515,527,536;

2. Задачи достаточного уровня сложности:

№№ 456,461,476,479,486,496,512,517,529,537,538,543;

3. Задачи высокого уровня сложности:

№№ 457,462,477,480,485,497,513,519,531,539,544,454.

Рекомендации по решению задач по теме: Основы молекулярно-кинетической теории

При решении задач на эту тему рекомендуется:

- использовать уравнение Менделеева – Клапейрона, если состояние газа не меняется. Если при этом давление p и объем газа V не заданы, то их следует выразить через величины, заданные в условии задачи;
- если в задаче рассматривается несколько состояний газа, то параметры этих состояний обозначаются следующим образом: 1–ое состояние: m_1, p_1, V_1, T_1 ; 2–ое состояние: m_2, p_2, V_2, T_2 и т.д., а затем используют для каждого из состояний уравнение Менделеева – Клапейрона (если масса газа изменяется) или уравнение Клапейрона $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ (если масса газа не изменяется);
- если один из параметров газа остается постоянным и масса газа не меняется, то используют один из законов идеального газа: Бойля – Мариотта (при $T = const$), Гей – Люссака (при $p = const$) и Шарля (при $V = const$);
- использовать вышеприведенные рекомендации при решении задач, в которых рассматриваются процессы, связанные с изменением состояний нескольких газов. При этом все названные действия следует проделать для каждого газа отдельно; решить полученные уравнения, дополненные в случае необходимости другими соотношениями, которые следуют из условия задачи, и найти искомые величины.

Задача 1

Зная постоянную Авогадро, найти массу молекулы и атома водорода.

Дано: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$.

Найти: m_H, m_{H_2} .

Решение: Молекулярная масса водорода может быть определена на основе знаний относительной атомной массы водорода (равна 1): $M = 0,002 \text{ кг} / \text{ моль}$. Масса молекулы водорода определяется соотношением молярной массы водорода к постоянной Авогадро:

$$m_{H_2} = \frac{\mu}{N_A}, \quad m_{H_2} = 3,3 \cdot 10^{-27} \text{ кг}.$$

Масса атома водорода в 2 раза меньше массы молекулы, так как молекула состоит из двух атомов: $m_H = m_{H_2} / 2, m_H = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$.

Ответ: $m_H = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг}, m_{H_2} = 3,3 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$.

Задача 2

Найти концентрацию молекул кислорода, если его давление 0,2 МПа, а средняя квадратичная скорость молекул равна 700 м/с

Дано: $M = 0,032 \text{ кг} / \text{ моль}, p = 0,2 \text{ МПа}, v = 700 \text{ м/с}$.

Найти: n .

Решение: В основное уравнение молекулярно – кинетической теории газа:

$$p = \frac{1}{3} m_o n (v^2) \text{ входит}$$

концентрация молекул, поэтому $n = \frac{3p}{m_o n (v^2)}$, где

$$m_o = \frac{M}{N_A}, \quad n = \frac{3p N_A}{M (v^2)}, \quad n = 2,3 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$$

Ответ: $n = 2,3 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$

Задача 3

Какое давление рабочей смеси устанавливается в цилиндрах двигателя автомобиля, если к концу такта сжатия температура повышается с 50 до 250 °С, а объем уменьшается с 0,75 до 0,12 л? Первоначальное давление равно 80 кПа.

Дано: $t_1 = 50^\circ \text{ C}, T_1 = 323 \text{ K}, V_1 = 0,75 \text{ л} = 75 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3, p_1 = 80 \text{ кПа} = 8 \cdot 10^4 \text{ Па},$

$V_2 = 0,12 \text{ л} = 12 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3, t_2 = 250^\circ \text{ C}, T = 523 \text{ K}.$

Найти: p_2 .

Решение: Заданы некоторые параметры двух состояний газа. Подобная ситуация описывается уравнением Клапейрона:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}, \quad p_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{T_1 V_2}; \quad p_2 = 810 \text{ кПа}$$

Ответ: $p_2 = 810 \text{ кПа}$

Задача 4

Объем пузырька воздуха по мере всплытия его со дна озера на поверхность увеличивается в три раза. Какова глубина озера?

Дано: $V_2 = 3V_1$.

Найти: h .

Решение: Считаем, что температура воды в озере на любой глубине постоянна. Тогда по закону Бойля – Мариотта, $p_1V_1 = p_2V_2$, где p_1, p_2 – давление воздуха в пузырьке у дна и поверхности озера соответственно; V_1, V_2 – объемы пузырьков у дна и поверхности озера соответственно. Очевидно, что давление p_2 воздуха в пузырьке у поверхности озера равно атмосферному давлению p_0 , т.е. $p_2 = p_0$. Тогда $p_1V_1 = 3p_0V_1$, откуда $p_1 = 3p_0$.

Следовательно, увеличение давления у дна озера $\Delta p = p_1 - p_0 = 3p_0 - p_0 = 2p_0$. Как известно из гидростатики $\Delta p = \rho q h$, где ρ – плотность воды; h – глубина озера. Приравнивая правые части двух последних уравнений, имеем $2p_0 = \rho q h$, откуда:

$$h = \frac{2p_0}{\rho q}; h = 20,6 \text{ м, где учтено, что } p_0 = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

Ответ: $h = 20,6 \text{ м}$.

В результате выполнения самостоятельной работы

Студенты должны знать:

газовые законы;

основное уравнение МКТ идеального газа.

уметь:

рассчитывать массу молекулы;

объяснять графики изопроцессов.

студенты должны уметь:

- уметь определять массу и число молекул в веществе;

- решать задачи с использованием основного уравнения молекулярно-кинетической теории газа, уравнения Менделеева – Клапейрона;

- строить и читать графики изопроцессов в координатах pV , VT , pT ;

Форма контроля:

- проверка преподавателем письменных работ студентов.

Список рекомендуемой литературы:

1. Мякишев Г.Я. Физика 10 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 366 с.+ CD-ROM.
2. Рымкевич А.П. Задачник. Физика: Учебное пособие для средних общеобразовательных учреждений.- М.: Дрофа, 2011.- 188с.

Тема 2.2. Основы термодинамики.

Самостоятельная работа: решение задач по теме Основы термодинамики.

Цель:

- систематизация и закрепление знаний о термодинамических процессах;
- подготовка к тематической контрольной работе.

Сроки выполнения:

- задание рассчитано на 6 часов внеаудиторной самостоятельной работы, срок сдачи – 1 неделя со дня получения задания.

Содержание задания

Выбрать уровень сложности задач и решить задачи из сборника задач: Рымкевич А.П. Задачник. Физика: Учебное пособие для средних общеобразовательных учреждений.- М.: Дрофа, 2011.- 188с.

1. Задачи среднего уровня сложности:

№№ 620,624,631,643,646,649,651,668,669,675,676;

2. Задачи достаточного уровня сложности:

№№ 621,622,632,644,647,652,659,670,674,677,679;

3. Задачи высокого уровня сложности:

№№ 623,625,633,645,648,653,660,663,678,680,681.

Рекомендации по решению задач по теме: Термодинамика

При решении задач на эту тему рекомендуется:

- установить, какие тела входят в рассматриваемую термодинамическую систему, а также выяснить, что является причиной изменения внутренней энергии тел системы;
- в случае адиабатически изолированной замкнутой системы следует установить, у каких тел системы внутренняя энергия увеличивается, а у каких уменьшается;
- выяснить, происходят ли в системе тел фазовые переходы (испарение или конденсация, плавления или кристаллизация). При этом полезно использовать график зависимости изменения температуры тел от количества теплоты, полученной или отданной при теплообмене: $T = f[Q]$;
- составить уравнение теплового баланса $\sum_i Q_i = 0$, при этом следует помнить, что в эту сумму слагаемые, соответствующие теплоте плавления твердых тел или теплоте парообразования жидкостей, входят со знаком «+», а слагаемые, соответствующие теплоте кристаллизации твердых тел или теплоте конденсации пара, со знаком «-».
- при рассмотрении процессов, в которые происходит теплообмен с окружающей средой и совершается механическая работа, первый закон термодинамики записывается в виде $Q = \Delta U + A$, где Q – количество теплоты, сообщенное системе, ΔU – изменение ее внутренней энергии, A – работа, совершаемая системой.

Примеры решения задач

Задача 1

Температура воздуха в комнате объемом 70 м^3 была 280 К . После того как протопили печь, температура поднялась до 296 К . Найдите работу воздуха при расширении, если давление постоянно и равно 100 кПа .

Дано: $V_1 = 70 \text{ м}^3, T_1 = 280 \text{ К}, T_2 = 296 \text{ К}, p = 100 \text{ кПа} = 10^5 \text{ Па}$.

Найти: A .

Решение: Работа воздуха при расширении и постоянном давлении определяется по формуле

$$A = p(V_2 - V_1),$$

Где V_2 – можно найти на основе закона Гей – Люссака:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}; V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1};$$

$$A = p \left(\frac{V_1 T_2}{T_1} - V_1 \right) = p \frac{V_1 T_2 - V_1 T_1}{T_1} = \frac{p V_1}{T_1} (T_2 - T_1),$$

$$A = 4 \cdot 10^5 \text{ Дж} = 400 \text{ кДж}.$$

Ответ: $A = 400 \text{ кДж}$.

Задача 2

На рис.6 изображены графики изменения температуры двух тел в зависимости от подводимого количества теплоты.

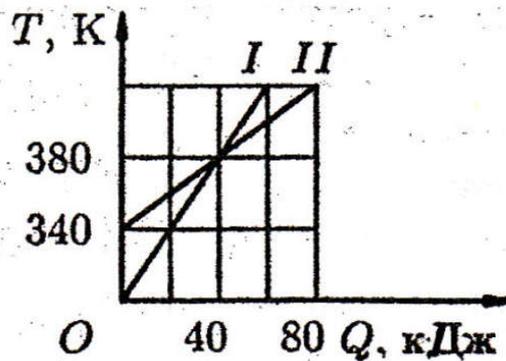


Рис.6

Определите начальную температуру каждого тела. Каковы их удельные теплоемкости, если масса каждого из них равна 2 кг ?

Дано: $T_1' = 300 \text{ К}, T_2' = 400 \text{ К}, Q_1 = 60 \text{ кДж}, T_1'' = 340 \text{ К}, T_2'' = 420 \text{ К}, Q_2 = 80 \text{ кДж}$,

$m_1 = m_2 = 2 \text{ кг}$.

Найти: c_1, c_2

Решение: Количество теплоты, необходимое для нагревания тела, определяется формулой

$$Q = cm\Delta T.$$

Для первого тела: $Q_1 = c_1 m_1 \Delta T_1'$.

Для второго тела: $Q_2 = c_2 m_2 \Delta T_2''$, $c_1 = \frac{Q_1}{m_1 \Delta T_1'}$, $c_2 = \frac{Q_2}{m_2 \Delta T_2''}$,

$$c_1 = 250 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К}), c_2 = 500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К}).$$

Ответ: $c_1 = 250 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К}), c_2 = 500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К}).$

Задача 3

Автомобиль “Москвич” расходует 5,67 кг бензина на путь 50 км. Найти мощность N , развиваемую двигателем автомобиля, если скорость движения 72 км/ч и к.п.д. двигателя 22%. Удельная теплота сгорания бензина 45 МДж/кг.

Дано: $m = 5,67, s = 50 \text{ км}, v = 72 \text{ км}/\text{ч}, \eta = 22\%, q = 45 \text{ МДж}/\text{кг}.$

Найти: $N.$

Решение: Количество теплоты, которое выделяется при сгорании бензина, $Q = mg$. Полезная работа составляет $\eta = 0,22$ от этого количества теплоты $A = 0,22Q$. А мощность двигателя $N = A/t = 0,22mq/t$, где $t = s/v$ – время, за которое расходуется масса топлива m . Поэтому $N = 0,22mqv/s, N = 22,5 \text{ кВт}.$

Ответ: $N = 22,5 \text{ кВт}.$

Задача 4

Сколько дров надо сжечь в печке с к.п.д. = 40% чтобы получить из 200 кг снега, взятого при температуре -10°C , воду при 20°C ?

Дано:

$$m = 200 \text{ кг} = 0,2 \text{ т}, t_1 = -10^\circ \text{C}, T_1 = 263 \text{ К}, t_2 = 20^\circ \text{C}, T_2 = 293 \text{ К}, t = 0^\circ \text{C}, T = 273 \text{ К}, \eta = 40\% = 0,4, \\ c_c = 2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К}), c_g = 2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К}), \lambda_c = 33 \cdot 10^4 \text{ Дж}/\text{кг}, q_{др} = 10 \cdot 10^6 \text{ Дж}/\text{кг}.$$

Найти: $m_{др}.$

Решение: Для получения из снега воды, нагретой до температуры 20°C , необходимо снег нагреть до 0°C , расплавить его, а затем нагреть полученную воду.

$$Q_{н(c)} + Q_{пл(c)} + Q_{н(в)} = \eta m_{др} q_{др},$$

$$c_c m \Delta T_1 + \lambda_c m_c + c_g m \Delta T_2 = \eta m_{др} q_{др};$$

$$m_{др} = \frac{c_c m \Delta T_1 + \lambda_c m_c + c_g m \Delta T_2}{q_{др} \eta}, m_{др} = 22 \text{ кг}.$$

Ответ: $m_{др} = 22 \text{ кг}.$

Задача 5

Свинцовая дробинка, летящая со скоростью 100 м/с, пробивает доску и вылетает из неё со скоростью 60 м/с. Насколько нагреется дробинка, если считать, что на увеличение её внутренней энергии идет 0,4 потерянной кинетической энергии? Удельная теплота свинца $c = 125 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К}).$

Дано: $v_1 = 100 \text{ м}/\text{с}, v_2 = 60 \text{ м}/\text{с}, \alpha = 0,4, c = 125 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К}).$

Найти: $\Delta t.$

Решение: Уменьшение кинетической энергии пули, пробившей доску, $\Delta W_k = \frac{m(v_1^2 - v_2^2)}{2}$. На нагревании пули требуется затратить количество теплоты, равное

$Q = cm\Delta t$, причем $cm\Delta t = \alpha \Delta W_k$; отсюда находим

$$\Delta t = \frac{\alpha \Delta W_k}{cm} = \frac{\alpha(v_1^2 - v_2^2)}{2c}, \Delta t = 10^\circ \text{C}.$$

Ответ: $\Delta t = 10^\circ \text{C}.$

Задача 6

Колба теплоемкостью которой можно пренебречь, содержит 600 г воды при температуре 80°C . Какое количество льда при температуре -15°C нужно добавить в воду, чтобы окончательная температура смеси была 50°C ?

Дано:

$$m = 600\text{г} = 0,6\text{кг}, t_1 = 80^{\circ}\text{C}, T_1 = 353\text{K}, t_2 = -15^{\circ}\text{C}, T_2 = 258\text{K}, t_3 = 50^{\circ}\text{C}, T_{см} = 323\text{K}.$$

Найти: m_1 .

Решение: Количество теплоты, отданной при охлаждении водой, затрачивается на:

- 1) нагревание льда от 285K до $T_0 = 273\text{K}$;
- 2) таяние льда.
- 3) нагревание воды, получившейся из льда, до температуры $T_{см}$.

Уравнение теплового баланса:

$$cm(T_1 - T_{см}) = c_1m_1(T_0 - T_2) + m_1\lambda + cm_1(T_{см} - T_0),$$

откуда

$$m_1 = \frac{cm(T_1 - T_{см})}{c_1(T_0 - T_2) + \lambda + c(T_{см} - T_0)}, m_1 = 0,13\text{кг}.$$

Ответ: $m_1 = 0,13\text{кг}$.

В результате выполнения самостоятельной работы

студент должен

знать:

- первый закон термодинамики;
- формулы расчета количества теплоты при нагревании, плавлении, кипении и сгорании топлива;

уметь:

- решать задачи с использованием первого начала термодинамики, на уравнение теплового баланса, на расчет работы газа при изобарном изменении его объема, на определение КПД тепловых машин.

Форма контроля:

- проверка преподавателем письменных работ студентов.

Список рекомендуемой литературы:

1. Мякишев Г.Я. Физика 10 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 366 с.+ CR-ROM.
2. Рымкевич А.П. Задачник. Физика: Учебное пособие для средних общеобразовательных учреждений.- М.: Дрофа, 2011.- 188с.

Раздел 3. Электродинамика. Тема 3.1. Электрическое поле.

Самостоятельная работа: решение задач по теме Электрическое поле.

Цель:

- систематизация и закрепление знаний об электрическом поле и его характеристиках;
- подготовка к тематической контрольной работе.

Сроки выполнения:

- задание рассчитано на 4 часа внеаудиторной самостоятельной работы, срок сдачи – 1 неделя со дня получения задания.

Содержание задания

Выбрать уровень сложности задач и решить задачи из сборника задач: Рымкевич А.П. Задачник. Физика: Учебное пособие для средних общеобразовательных учреждений.- М.: Дрофа, 2011.- 188с.

1. Задачи среднего уровня сложности:

№№ 682,683,688,681,696,698,701,709,718,732,750,767;

2. Задачи достаточного уровня сложности:

№№ 684,685,689,692,697,699,702,710,719,733,752,769;

3. Задачи высокого уровня сложности:

№№ 686,687,690,693,694,700,703,711,720,735,753,770.

Рекомендации по решению задач по теме: Электрическое поле.

При решении задач на эту тему рекомендуется:

- сделать рисунок, показать на нем заряды, проводники, емкости;
- изобразить направление силовых линий электрических полей, а также все силы, действующие на заряженные тела;
- определять силу взаимодействия между зарядами по закону Кулона только в случае, если заряды можно считать точечными;
- для определения числовых значений зарядов после соприкосновения заряженных тел применять закон сохранения электрических зарядов;
- при действии на заряженное тело нескольких сил или полей применять принцип суперпозиции;
- в случае равновесия системы заряженных тел использовать для каждого из них общие условия равновесия ($\sum_i \vec{F}_i = \vec{0}, \sum_i M_i = 0$);
- при расчете перемещений, скоростей, ускорений и масс электрических зарядов использовать формулы кинематики, второй закон Ньютона и закон сохранения энергии.

Примеры решения задач

Задача 1

Во сколько раз уменьшится сила кулоновского притяжения двух маленьких шариков с одинаковыми по значению зарядами, если, не изменяя расстояние между ними, перенести половину заряда с первого шарика на второй?

Дано: $|q_1| = |q_2| = |q|$.

Найти: $\frac{F_1}{F_2}$.

Решение: По условию задачи заряды притягиваются друг к другу, т. е. заряды шариков противоположны по знаку. При переносе половины заряда с первого шарика на второй происходит уменьшение заряда как первого, так и второго шарика (заряды противоположного знака нейтрализуют друг друга), т.е.

$$q_1' = \frac{1}{2}q_1, q_2' = \frac{1}{2}q_2,$$

где q_1', q_2' – заряды шариков после переноса половины заряда. Зная заряды шариков до и после переноса заряда, определим силы кулоновского притяжения и их отношение

$$F_1 = k \frac{q_1 q_2}{r^2}; F_2 = k \frac{q_1' q_2'}{r^2}; \frac{F_1}{F_2} = 4.$$

Ответ: $\frac{F_1}{F_2} = 4$.

Задача 2

Два одинаковых небольших шарика массой 0,1 г каждый подвешен на нитях длиной 25 см. После того как шарикам были сообщены одинаковые заряды, они разошлись на расстояние 5 см. Определить заряды шариков.

Дано: $m_1 = m_2 = m = 0,1 \text{ г} = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$, $l_1 = l_2 = l = 2,5 \text{ см} = 25 \cdot 10^{-2} \text{ м}$, $r = 5 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$.

Найти: q .

Решение: На каждый из отклоненных шариков действуют: mg – сила тяжести, \vec{T} – сила натяжения нити, \vec{F} – электрическая сила взаимодействия шариков (рис.7).

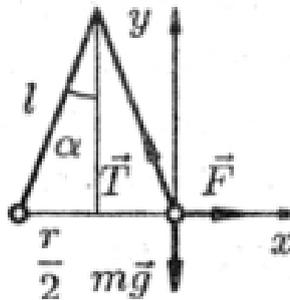


Рис.7

Запишем условие равновесия шарика в векторной форме под действием

$$mg + \vec{T} + \vec{F} = \vec{0}.$$

приложенных сил:

Запишем это уравнение в проекциях на выбранные направления осей x и y :

$$T \sin \alpha + F = 0, T \cos \alpha - mg = 0 \quad (1)$$

Учитывая, что $F = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2}$, запишем уравнения (1) в виде

$$T \sin \alpha = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2}, \quad T \cos \alpha = mg. \quad (2)$$

Разделим почленно первое из уравнений (2) на второе, получим $\text{tg } \alpha = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2 mg}$. Поскольку угол α мал, то $\text{tg } \alpha \approx \sin \alpha = \frac{r}{2l}$. Тогда $\frac{r}{2l} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2 mg}$, откуда

$$q = r \sqrt{\frac{2\pi\epsilon_0 \epsilon r m g}{l}},$$

где $\epsilon = 1$; $q = 5,2 \text{ нКл}$.

Ответ: $q = 5,2 \text{ нКл}$.

Задача 3

В двух вершинах равностороннего треугольника со стороной 0,5м расположены два одинаковых положительных заряда по 1мкКл. Найти потенциал и напряженность электрического поля в третьей вершине треугольника, а также посередине между зарядами.

Дано: $a = 0,5 \text{ м}$, $q_1 = q_2 = q = 1 \text{ мкКл}$.

Найти: φ, E .

Решение: Направления напряженностей полей, создаваемых зарядами, в третьей вершине треугольника А показано на рисунке 8.

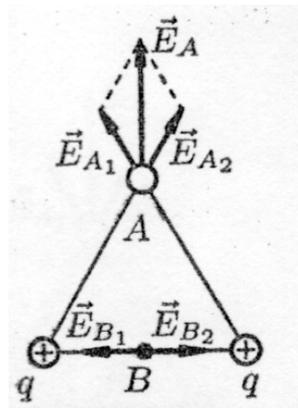


Рис.8

Напряженность поля, создаваемая каждым зарядом в точке А,

$$E_{A_1} = E_{A_2} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a^2} = 36 \text{ кВ/м}$$

Сложив по правилу параллелограмма векторы E_{A_1} и E_{A_2} , найдем напряженность суммарного поля в третьей вершине треугольника:

$$E_A = 2E_{A_1} \cos 30^\circ = 36\sqrt{3} = 62 \text{ кВ/м}.$$

Потенциал поля каждого из зарядов в точке А равен:

$$\varphi_{A_1} = \varphi_{A_2} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} = 18 \text{ кВ}$$

Потенциал суммарного поля в третьей вершине треугольника

$$\varphi_A = 2\varphi_{A_1} = 36 \text{ кВ}.$$

Напряженность полей, создаваемых каждым зарядом в точке В посередине между зарядами, направлены в противоположные стороны и равны по модулю. Поэтому напряженность суммарного поля посередине между зарядами равна нулю: $E_B = 0$.

Потенциал поля каждого из зарядов в точке В:

$$\varphi_{B_1} = \varphi_{B_2} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a/2} = 36 \text{ кВ}$$

Потенциал суммарного поля посередине между зарядами

$$\varphi_B = 2\varphi_{B_1} = 72 \text{ кВ}.$$

Ответ: $\varphi_A = 36 \text{ кВ}$, $\varphi_B = 72 \text{ кВ}$, $E_A = 62 \text{ кВ/м}$, $E_B = 0$.

Задача 4

Металлический шар радиусом 5 см заряжен до потенциала 150 В. Найти потенциал и напряженность поля в точке А, удаленной от поверхности шара на расстояние 10 см.

Дано: $R=5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$, $\varphi_{ш} = 150 \text{ В}$, $d = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$

Найти: φ, E .

Решение: По определению, потенциал поля, образованного заряженным шаром в точке А (рис.9) равен:

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r} \quad (3),$$

где q – заряд шара, $r=R+d$ – расстояние от центра О до точки А, $\epsilon = 1$.

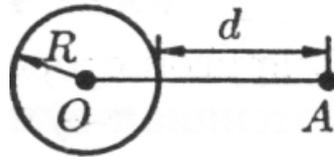


Рис.9

Емкость шара

$$C_{ш} = 4\pi\epsilon_0 R. \quad (4)$$

Иначе $C_{ш} = \frac{q}{\varphi_{ш}}$, откуда $q = C_{ш}\varphi_{ш}$, или с учетом формулы (4)

$$q = 4\pi\epsilon_0 R\varphi_{ш}. \quad (5)$$

Подставляя выражение (5) в (3), находим

$$\varphi = \frac{4\pi\epsilon_0 R\varphi_{ш}}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{R}{r}\varphi_{ш} = \frac{R}{R+d}\varphi_{ш}; \quad \varphi = 50 \text{ В}.$$

Напряженность поля, образованного заряженным шариком в точке А, $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$,

или с учетом выражения (5)

$$E = \frac{4\pi\epsilon_0 R\varphi_{ш}}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{R}{r^2}\varphi_{ш} = \frac{R}{(R+d)^2}\varphi_{ш}; \quad E = 3,3 \cdot 10^2 \text{ В/м}.$$

Ответ: $\varphi = 50 \text{ В}$, $E = 3,3 \cdot 10^2 \text{ В/м}$.

Задача 5

Определить расстояние между двумя точечными зарядами 16 нКл и – 6 нКл, если напряженность поля в точке, находящейся на середине этого расстояния (рис.10), равна 550В/м. Заряды находятся в воздухе ($\epsilon = 1$).

Дано: $q_1 = 16 \text{ нКл} = 16 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, $q_2 = -6 \text{ нКл} = -6 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, $E = 550 \text{ В/м}$

Найти: r .

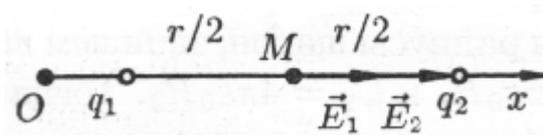


Рис.10

Решение: Напряженность поля в точке М равна $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$, (1)

где \vec{E}_1, \vec{E}_2 – напряженности поля, созданного зарядами q_1 и q_2 соответственно.

Записывая проекцию выражения (1) на ось Ox , получим $E = E_1 + E_2$, где

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1}{(r/2)^2}, E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_2|}{(r/2)^2},$$

поэтому

$$E = E_1 + E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 + |q_2|}{(r/2)^2},$$

откуда

$$r = \sqrt{\frac{4(q_1 + |q_2|)}{4\pi\epsilon_0 E}}, \quad r = \sqrt{9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 22 \cdot 10^{-9}}{550}} \text{ м} = 1,2 \text{ м}$$

Ответ: $r=1,2 \text{ м}$.

В результате выполнения самостоятельной работы

студент должен

знать:

- закон сохранения электрического заряда;
- закон Кулона;
- принцип суперпозиции электрических полей;
- формулу работы электрического поля по перемещению заряда.

студенты должны уметь:

- решать задачи на применение закона сохранения заряда и закона Кулона, принципа суперпозиции полей, на расчет напряженности, потенциала, напряжения, работы электрического поля, электрической емкости, энергии электрического поля конденсатора.

Форма контроля:

- проверка преподавателем письменных работ студентов.

Список рекомендуемой литературы:

1. Мякишев Г.Я. Физика 10 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 366 с.+ CD-ROM.
2. Рымкевич А.П. Задачник. Физика: Учебное пособие для средних общеобразовательных учреждений.- М.: Дрофа, 2011.- 188с.

Тема 3.2. Законы постоянного тока.

Самостоятельная работа: решение задач по теме Законы постоянного тока

Цель:

- систематизация и закрепление знаний о постоянном электрическом токе, его характеристиках;
- подготовка к тематической контрольной работе.

Сроки выполнения:

- задание рассчитано на 4 часа внеаудиторной самостоятельной работы, срок сдачи – 1 неделя со дня получения задания.

Содержание задания

Выбрать уровень сложности задач и решить задачи из сборника задач: Рымкевич А.П. Задачник. Физика: Учебное пособие для средних общеобразовательных учреждений.- М.: Дрофа, 2011.- 188с.

1. Задачи среднего уровня сложности:
№№ 776,780,784,792,802,811,814,818,819,825;
2. Задачи достаточного уровня сложности:
№№ 777,782,785,794,803,812,815,820,822,826;
3. Задачи высокого уровня сложности:
№№ 779,783,786,800,804,813,817,821,827,828.

Рекомендации по решению задач по теме: Законы постоянного тока

При решении задач на эту тему рекомендуется:

- изобразить электрическую схему, показать на ней все элементы электрической цепи и направления токов;
- определить, если это необходимо, точки с равными потенциалами, учитывая, при этом, что ток между такими точками электрической цепи не проходит;
- в сложной электрической цепи выделить участки последовательного и параллельного соединения проводников, упростить схему, заменив отдельные участки эквивалентными им в отношении сопротивлений;
- выяснить сущность описанных в задаче явлений, определить, что в данной ситуации следует понимать под полезной мощностью или работой и можно ли пренебречь потерями мощности в проводящих проводниках;
- использовать основные соотношения между величинами, провести алгебраические преобразования и определить искомую величину.

Примеры решения задач

Задача 1

Найти массу алюминиевого провода, из которого изготовлена линия электропередач длиной 550 м, если при токе 15 А на концах линии возникает разность потенциалов 10 В. Плотность алюминия $2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, удельное сопротивление $2,7 \text{ мкОм} \cdot \text{см}$.

Дано: $l=500 \text{ м}$, $d=2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, $\rho = 2,7 \text{ мкОм} \cdot \text{см}$, $I=15 \text{ А}$, $U=10 \text{ В}$.

Найти: m .

Решение: Сопротивление линии электропередачи $R = \rho \frac{l}{S}$, где l – длина и S – площадь поперечного сечения провода, ρ – удельное сопротивление. Согласно закону Ома сопротивление линии можно записать в виде $R = U/I$. Тогда площадь сечения провода будет равна $S = \frac{\rho l}{R} = \frac{\rho l I}{U}$. Масса провода $m = dV$, где d – плотность алюминия, а V – объем провода. Окончательно получим:

$$m = d l S = \frac{d l^2 \rho I}{U}, m = 27 \text{ кг.}$$

Ответ: $m = 27 \text{ кг.}$

Задача 2

Найти сопротивление каркаса куба, составленного из проволочек с одинаковым сопротивлением R .

Дано: $R_1 = R_2 = \dots = R_{11} = R_{12} = R$

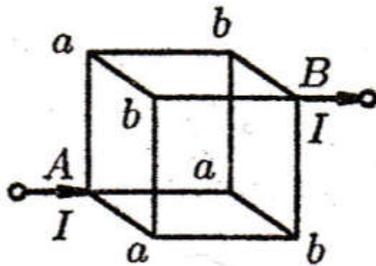


Рис.11а



Рис.11б

Найти: R_0

Решение: В точках А и В (рис 11а) ток разветвляется на три части. Поскольку условия его прохождения по каждой из ветвей Аа и Вb одинаковы, по ним пройдет ток $I/3$ и падение напряжения на них одно и то же: $U = IR/3$. Следовательно, все точки a и все точки b эквипотенциальны, и их можно соединить в два узла a и b , как показано на рисунке 11б. Между этими узлами окажутся включенными шесть одинаковых проводников ab . Общее сопротивление цепи $R_0 = R/3 + R/6 + R/3 = 5R/6$.

Ответ: $R_0 = 5R/6$.

Задача 3

Найти ЭДС и внутреннее сопротивление аккумулятора, если при токе 5 А он отдает во внешнюю цепь мощность 9,5 Вт, а при токе 7 А – мощность 12,6 Вт.

Дано: $N_1 = 9,5 \text{ Вт}, I_2 = 7 \text{ А}, I_1 = 5 \text{ А}, N_2 = 12,6 \text{ Вт.}$

Найти: \mathcal{E}, r .

Решение: Напряжение на зажимах аккумулятора $U = \mathcal{E} - Ir$. С другой стороны, $U = N/I$. Приравняв левые части этих двух равенств находим

$\mathcal{E} - Ir = N/I$. На основании условия задачи составляем два уравнения:

$$\mathcal{E} - I_1 r = N_1 / I_1, \quad \mathcal{E} - I_2 r = N_2 / I_2.$$

Решая эту систему уравнений получим:

$$r = \frac{N_1 / I_1 - N_2 / I_2}{I_2 - I_1}, \quad r = 0,05 \text{ Ом}, \quad \mathcal{E} = I_1 r + \frac{N_1}{I_1}, \quad \mathcal{E} = 2,15 \text{ В.}$$

Ответ: $r = 5 \cdot 10^{-2} \text{ Ом}, \quad \mathcal{E} = 2 \text{ В.}$

Задача 4

При внешнем сопротивлении R_1 по цепи идет ток I_1 . При внешнем сопротивлении R_2 по цепи идет ток I_2 . Найди ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока

Дано: R_1, I_1, R_2, I_2 .

Найти: \mathcal{E} .

Решение: Запишем систему двух уравнений:

$$I_1 = \mathcal{E}/(R_1 + r), \quad I_2 = \mathcal{E}/(R_2 + r).$$

Делим первое уравнение на второе:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2 + r}{R_1 + r}.$$

Отсюда находим внутреннее сопротивление источника тока:

$$r = \frac{I_2 R_2 - I_1 R_1}{I_1 - I_2}.$$

Подставляя эту величину r , например, в первое уравнение найдем ЭДС источника тока:

$$\mathcal{E} = I_1(R_1 + r) = I_1 I_2 \frac{R_2 - R_1}{I_1 - I_2}.$$

Ответ: $r = \frac{I_2 R_2 - I_1 R_1}{I_1 - I_2}, \quad \mathcal{E} = I_1 I_2 \frac{R_2 - R_1}{I_1 - I_2}.$

Задача 5

Элемент с внутренним сопротивлением 4 Ом и ЭДС 12 В замкнут проводником с сопротивлением 8 Ом. Какое количество теплоты будет выделяться во внешней части цепи за 1 с?

Дано: $r=4$ Ом, $\mathcal{E}=12$ В, $R=8$ Ом, $t=1$ с.

Найти: $\frac{Q}{t}$.

Решение: Количество теплоты, выделяющееся во внешней части цепи за 1 с, равно

$$\frac{Q}{t} = I^2 R. \tag{1}$$

По закону Ома для замкнутой цепи,

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} \tag{2}$$

Подставим выражение (2) в (1):

$$\frac{Q}{t} = \frac{\mathcal{E}^2 R}{(R + r)^2}; \quad \frac{Q}{t} = 8 \text{ Дж/с}.$$

Ответ: $\frac{Q}{t} = 8 \text{ Дж/с}.$

Задача 6

Батарея состоит из параллельно соединенных источников тока. При силе тока во внешней цепи 2 А полезная мощность равна 7 Вт. Определить число элементов в батарее, если ЭДС каждого элемента равна 5,5 В, а внутреннее сопротивление 5 Ом.

Дано: $I = 2\text{А}$, $P = 7\text{Вт}$, $\mathcal{E} = 5,5\text{В}$, $r = 5\text{Ом}$

Найти: n .

Решение: При параллельном соединении источников тока сила тока в цепи равна

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + \frac{r}{n}}, \quad (3)$$

где $\frac{r}{n}$ – внутреннее сопротивление батареи элементов, n – число элементов в батарее. Полезная мощность во внешней цепи

$$P = I^2 R. \quad (4)$$

Выразив R из формулы (3) и подставив его в (4), найдем

$$P = I^2 \left(\frac{\mathcal{E}}{I} - \frac{r}{n} \right), \text{ откуда } n = \frac{I^2 r}{\mathcal{E}I - P}.$$

Ответ: $n = 5$.

В результате выполнения самостоятельной работы

студент должен

знать:

- закон Ома для участка цепи;
 - законы последовательного и параллельного соединения проводников;
- закон Джоуля – Ленца.

студенты должны уметь:

- решать задачи на определение силы тока с использованием законов Ома для участка цепи и для полной цепи, с использованием формул зависимости сопротивления проводника от материала, длины и площади поперечного сечения проводника, формул работы и мощности электрического тока.

Форма контроля:

- проверка преподавателем письменных работ студентов.

Список рекомендуемой литературы:

1. Мякишев Г.Я. Физика 10 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 366 с.+ CD-ROM.
2. Рымкевич А.П. Задачник. Физика: Учебное пособие для средних общеобразовательных учреждений.- М.: Дрофа, 2011.- 188с.

Тема 3.3. Магнитное поле.

Самостоятельная работа: решение задач по теме Магнитное поле

Цель:

- систематизация и закрепление знаний основных характеристик магнитного поля, взаимосвязи электрических и магнитных полей, изменяющихся со временем;
- подготовка к тематической контрольной работе.

Сроки выполнения:

- задание рассчитано на 12 часов внеаудиторной самостоятельной работы, срок сдачи – 1 неделя со дня получения задания.

Содержание задания:

Выбрать уровень сложности задач и решить задачи из сборника задач: Рымкевич А.П. Задачник. Физика: Учебное пособие для средних общеобразовательных учреждений.- М.: Дрофа, 2011.- 188с.

1. Задачи среднего уровня сложности:

- а) по теме: Магнитное поле №№ 831, 837, 840, 847;
- б) по теме: Электромагнитная индукция №№ 917, 921, 928, 931, 934;

2. Задачи достаточного уровня сложности:

- а) по теме: Магнитное поле №№ 832, 838, 841, 848;
- б) по теме: Электромагнитная индукция №№ 918, 922, 929, 932, 937;

3. Задачи высокого уровня сложности:

- а) по теме: Магнитное поле №№ 839 (а,б,в,г), 842, 849;
- б) по теме: Электромагнитная индукция №№ 912 (а,б,е), 923, 930, 933,940.

Рекомендации по решению задач по теме: Магнитное поле

При решении задач по этим темам рекомендуется:

- сделать рисунок, показать на нем заряды и проводники с током, направление магнитных полей, а также направление магнитного поля Земли, если это требуется по условию задачи. При этом следует помнить, что за направление тока принимается направление движения положительных зарядов;
- показать на рисунке направление всех сил, действующих на заряды или проводники с током, при наличии нескольких полей и сил различной природы использовать принцип суперпозиции;
- в случае равновесия системы зарядов или проводников с током использовать для каждого из них общие условия равновесия $\sum_i \vec{F}_i = \vec{0}, \sum_i M_i = 0$;
- при расчете ЭДС индукции и самоиндукции использовать закон электромагнитной индукции (Закон Фарадея) и правило Ленца. При этом следует помнить, что изменение магнитного потока через поверхность, ограниченную проводящим контуром, будет определяться как изменением индукции магнитного поля (изменением силы тока контуре) или формы контура, так и движением контура (проводника) в магнитном поле;
- при расчете перемещения, скоростей, ускорений и масс электрических зарядов (проводников с током) использовать формулы кинематики, второй закон Ньютона и закон сохранения энергии.

Примеры решения задач

Задача 1

Альфа-частица, имеющая скорость 10^6 м/с, влетела в однородное магнитное поле, индукция которого 0,3 Тл. Скорость частицы перпендикулярна к направлению линий индукции магнитного поля. Найти радиус окружности, по которой будет двигаться частица, и период обращения.

Дано: $v = 10^6$ м/с, $B = 0,3$ Тл, $q = 2e = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл, $\alpha = 90^\circ$, $m = 6,64 \cdot 10^{-27}$ кг.

Найти: r, T .

Решение: В магнитном поле на движущийся заряд действует сила Лоренца. Так как \vec{v} перпендикулярна \vec{B} , то эта сила будет центростремительной: $F_n = F_q, qvB = \frac{mv^2}{r}$, отсюда радиус окружности

$$r = \frac{m v}{q B}, r = 7 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 7 \text{ см.}$$

$$\text{Период обращения } T = \frac{2\pi r}{v}, T = 4 \cdot 10^{-7} \text{ с} = 0,4 \text{ мс.}$$

Ответ: $r = 7 \text{ см}, T = 0,4 \text{ мс.}$

Задача 2

Магнитный поток через контур из проволоки с электрическим сопротивлением 2 Ом равномерно уменьшился от $3 \cdot 10^{-4}$ Вб до 0. Какой заряд при этом прошел через поперечное сечение проводника?

Дано: $\Phi_1 = 3 \cdot 10^{-4}$ Вб, $\Phi_2 = 0$, $R = 2$ Ом.

Найти: Δq .

Решение: При равномерном увеличении магнитного потока через контур ЭДС индукции и сила тока в цепи постоянны. В этом случае электрический заряд Δq равен $\Delta q = I\Delta t$. Следовательно, нужно найти силу тока в цепи.

По закону электромагнитной индукции модуль ЭДС определяется уравнением $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Phi_1 - \Phi_2}{\Delta t}$, где Δt - время изменения магнитного потока.

По закону Ома для полной цепи сила тока $I = \frac{\varepsilon}{R}$, где R - электрическое сопротивление проводника, являющееся в данном случае полным сопротивлением цепи. Подставляя в найденное выражение для ε , получаем:

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = -\frac{\Delta\Phi}{R\Delta t} = \frac{\Phi_1 - \Phi_2}{R\Delta t}, \Delta q = I\Delta t = \frac{\Phi_1 - \Phi_2}{R}.$$

$$\Delta q = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ Кл} = 150 \text{ мкКл.}$$

Ответ: $\Delta q = 150 \text{ мкКл.}$

Задача 3

В катушке с индуктивностью 0,4 Гн возникает ЭДС самоиндукции 20 В. Найти среднюю скорость изменения тока в катушке.

Дано: $L = 0,4$ Гн, $\varepsilon = 20$ В.

Найти: $\frac{\Delta I}{\Delta t}$.

Решение: ЭДС самоиндукции $\mathcal{E} = \frac{L\Delta I}{\Delta t}$, откуда, $\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\mathcal{E}}{L}$, $\frac{\Delta I}{\Delta t} = 50 \text{ A/c}$.

Ответ: $\frac{\Delta I}{\Delta t} = 50 \text{ A/c}$.

Задача 4

Конденсатор электроемкостью 10мкФ, заряженный до напряжения 100 В, разряжается через катушку с очень малым электрическим сопротивлением и индуктивностью 10^{-3} Гн . Найти максимальное значение силы тока в катушке.

Дано: $C = 10 \text{ мкФ}$, $L = 10^{-3} \text{ Гн}$, $U = 100 \text{ В}$.

Найти: I_{max} .

Решение: При разрядке конденсатора происходит превращение энергии электрического поля катушки. При максимальном значении силы тока в катушке энергия магнитного поля имеет максимальное значение. Максимальное значение энергии магнитного поля катушки по закону сохранения и превращения энергии равно энергии электрического поля, поля конденсатора при его подключении к катушке:

$$W_{\mathcal{E}} = W_M, \frac{CU^2}{2} = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2}$$

Из этих уравнений получаем выражение для вычисления максимального значения силы тока:

$$I_{\text{max}} = \sqrt{\frac{C}{L}U^2} = U \frac{C}{L}, I_{\text{max}} = 10 \text{ A}.$$

Ответ: $I_{\text{max}} = 10 \text{ A}$.

Задача 5

Найти энергию магнитного поля соленоида, в котором при силе тока 10А возникает магнитный поток 0,5Вб.

Дано: $I = 10 \text{ A}$, $\Phi = 0,5 \text{ Вб}$.

Найти: W_M .

Решение: Энергия магнитного поля соленоида $W_M = \frac{LI^2}{2}$. Магнитный поток $\Phi = LI$, поэтому $W_M = \frac{\Phi I}{2}$, $W_M = 2,5 \text{ Дж}$.

Ответ: $W_M = 2,5 \text{ Дж}$.

В результате выполнения самостоятельной работы

студент должен знать:

- закон электромагнитной индукции;
- правило левой руки;
- правило обхвата;
- взаимодействие проводников с токами;
- явление самоиндукции.

студенты должны уметь:

- решать задачи на расчет силы Ампера, магнитной индукции, магнитного потока, силы Лоренца, на закон электромагнитной индукции, на расчет ЭДС самоиндукции и индуктивности контура.

Форма контроля:

- проверка преподавателем письменных работ студентов.

Список рекомендуемой литературы:

1. Мякишев Г.Я. Физика 11 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 399 с. + CD-ROM.
- 2.Рымкевич А.П. Задачник. Физика: Учебное пособие для средних общеобразовательных учреждений.- М.: Дрофа, 2011.- 188с.

Тема 4.4. Электромагнитные волны.

Самостоятельная работа: решение задач по теме Электромагнитные волны.

Цель:

- систематизация и закрепление знаний энергетических процессов электромагнитных колебаний и распространения электромагнитных взаимодействий;
- подготовка к тематической контрольной работе.

Сроки выполнения:

- задание рассчитано на 8 часов внеаудиторной самостоятельной работы, срок сдачи – 1 неделя со дня получения задания.

Содержание задания:

Выбрать уровень сложности задач и решить задачи из сборника задач: Рымкевич А.П. Задачник. Физика: Учебное пособие для средних общеобразовательных учреждений.- М.: Дрофа, 2011.- 188с.

1. Задачи среднего уровня сложности:
№№ 942, 955, 958, 967, 970, 984, 996, 997, 1007;
2. Задачи достаточного уровня сложности:
№№ 943, 956, 959, 968, 971, 987, 998, 1009;
3. Задачи высокого уровня сложности:
№№ 949, 957, 960, 969, 988, 991, 1000, 1016.

Рекомендации по решению задач по теме: Электромагнитные волны

При решении задач на эту тему рекомендуется:

- при рассмотрении процессов, происходящих в колебательном контуре, используется закон сохранения и превращения энергии, а так же общий подход, применимый при решении задач на гармонические колебания;
- учесть, что переменный ток – это вынужденные электрические колебания, для которых применимы те же характеристики, что и для механических колебаний;
- помнить, что электромагнитные волны распространяются в вакууме со скоростью света $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$, а в среде – со скоростью $v = c/n$, где n - показатель преломления среды.

Примеры решения задач

Задача 1

Какую емкость должен иметь конденсатор для того, чтобы состоящий из этого конденсатора и катушки индуктивностью 10 мГн колебательный контур радиоприемника был настроен на волну 1000м?

Дано: $L = 10 \text{ мГн}$, $\lambda = 1000 \text{ м}$.

Найти: C .

Решение: Для настройки приемника на заданную волну частота собственных колебаний в контуре должна быть равной частоте колебаний в принимаемой волне. Частота собственных колебаний в контуре определяется из формулы Томсона:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}, v = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

Частота ν колебания связана с длиной волны λ и скоростью ее распространения v формулой $\nu = v/\lambda$.

Отсюда для вычисления емкости конденсатора получаем выражение:

$$\frac{\nu}{\lambda} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}, C = \frac{\lambda^2}{v^2 4\pi^2 L}.$$

Скорость v распространения радиоволн равна примерно $3 \cdot 10^8$ м/с, поэтому получаем $C = 2,8 \cdot 10^{-11}$, $\Phi = 28$ нФ.

Ответ: $C = 28$ нФ.

Задача 2

Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью 80 мкГн, конденсатора емкостью 100 пФ и резистора сопротивлением 0,5 Ом. Какую мощность должен потреблять контур, чтобы в нем поддерживать незатухающие колебания, при которых максимальное напряжение в конденсаторе 4 В?

Дано: $L = 8$ мкГн, $C = 100$ пФ, $R = 0,5$ Ом, $U_{\max} = 4$ В.

Найти: P .

Решение: Для того, чтобы в контуре поддерживались незатухающие колебания, потребляемая мощность должна компенсировать потери мощности на активном сопротивлении R , т.е. $P = I_D^2 R$, где $I_D = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$ - действующее значение силы тока в контуре.

Из закона сохранения энергии $\frac{CU_{\max}^2}{2} = \frac{LI_{\max}^2}{2}$, находим

$$I_{\max} = U_{\max} \sqrt{\frac{C}{L}}, I_D = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{C}{L}}.$$

Потребляемая мощность

$$P = I_D^2 R = \frac{U_{\max}^2}{2} \frac{C}{L} R, P = 5 \cdot 10^{-6} \text{ Вт} = 5 \text{ мкВт}.$$

Ответ: $P = 5$ мкВт.

Задача 3

Понижающим трансформатор с коэффициентом трансформации 24 включен в сеть с напряжением 120 В. Вторичная обмотка трансформатора подключена к прибору, через который идет ток 0,5 А. Определить сопротивление прибора, если сопротивление вторичной обмотки равно 2 Ом, а коэффициент полезного действия 95%.

Дано: $k = 24$, $U_1 = 120$ В, $I_2 = 0,5$ А, $R_2 = 2$ Ом, $\eta = 0,95$.

Найти: R .

Решение: Коэффициент полезного действия равен $\eta = P_2 / P_1$, где $P_2 = I_2^2 (R_2 + R)$ - мощность, выделяемая во вторичной обмотке, $P_1 = I_1 U_1$ - мощность, потребляемая в

первичной обмотке, поэтому $\eta = \frac{I_2^2(R_2 + R)}{I_1 U_1}$. Учитывая, что коэффициент трансформации

$$k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}, \text{ получим } \eta = \frac{k I_2 (R_2 + R)}{U_1}, \text{ откуда } R = \frac{\eta U_1}{U_2} - R_2, R = 7,5 \text{ Ом.}$$

Ответ: $R = 7,5 \text{ Ом.}$

В результате выполнения самостоятельной работы

студент должен знать:

- формулу Томсона;
- формулу длины волны;
- скорость электромагнитных волн в вакууме;
- устройство приемника А.С. Попова;
- принцип радиосвязи.

студенты должны уметь:

- решать задачи на определение периода электромагнитных колебаний (формула Томсона), на определение скорости распространения электромагнитных волн, определение коэффициента трансформации, числа витков в обмотках трансформатора.

Форма контроля:

- проверка преподавателем письменных работ студентов.

Список рекомендуемой литературы:

1. Мякишев Г.Я. Физика 11 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 399 с. + CD-ROM.
2. Рымкевич А.П. Задачник. Физика: Учебное пособие для средних общеобразовательных учреждений.- М.: Дрофа, 2011.- 188с.

Тема 3.6. Волновые свойства света

Самостоятельная работа: решение задач по теме Волновые свойства света

Цель:

- систематизация и закрепление знаний законов прямолинейного распространения света в прозрачных средах;
- подготовка к тематической контрольной работе.

Сроки выполнения:

- задание рассчитано на 6 часов внеаудиторной самостоятельной работы, срок сдачи – 1 неделя со дня получения задания.

Содержание задания

Выбрать уровень сложности задач и решить задачи из сборника задач: Рымкевич А.П. Задачник. Физика: Учебное пособие для средних общеобразовательных учреждений.- М.: Дрофа, 2011.- 188с.

1. Задачи среднего уровня сложности:

№№ 1019, 1023, 1025, 1031, 1033, 1035, 1039, 1042, 1056, 1064, 1074;

2. Задачи достаточного уровня сложности:

№№ 1020Ю 1026, 1027, 1032, 1034, 1036, 1040, 1057, 1060, 1065, 1076;

3. Задачи высокого уровня сложности:

№№ 1028, 1030, 1037, 1038, 1041, 1043, 1050, 1058, 1061, 1066, 1077.

Рекомендации по решению задач по теме: Волновые свойства света

При решении задач на эту тему рекомендуется:

- нарисовать ход лучей в оптической системе (желательно с помощью линейки), показать при этом различными линиями лучи, которые образуют действительное изображения, и продолжения лучей, которые образуют мнимые изображения;
- записать формулы, выражающие законы геометрической оптики, а также соотношения, которые следуют из геометрических построений;
- провести алгебраические преобразования, решить полученную систему уравнений и найти искомую величину.

Примеры решения задач

Задача 1

Плоское зеркало АВ может вращаться вокруг горизонтальной оси О (рис.12). Луч света падает на зеркало под углом α . На какой угол повернется отраженный луч, если зеркало повернется на угол 15° .

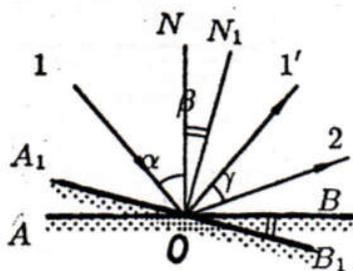


Рис.12

Дано: $\alpha = \alpha, \beta = 15^\circ$.

Найти: γ .

Решение: При повороте зеркала на угол β перпендикуляр ON тоже повернется на угол β и займет положение ON_1 . По закону отражения угол $NOI = NOI'$, тогда для нового положения зеркала A_1B_1 будет иметь угол: $N_1O1 = N_1O2$ или $\alpha + \beta = \gamma + \alpha - \gamma, \gamma = 2\alpha, \gamma = 30^\circ$.

Ответ: $\gamma = 30^\circ$.

Задача 2

Глаз наблюдателя расположен так, что стенка плоскодонной чашки полностью закрывает дно. Если в чашку налить жидкость до краев, то наблюдателю будет виден рисунок в центре дна чашки. Высота чашки 8,1 см, диаметр 14 см (рис.13).

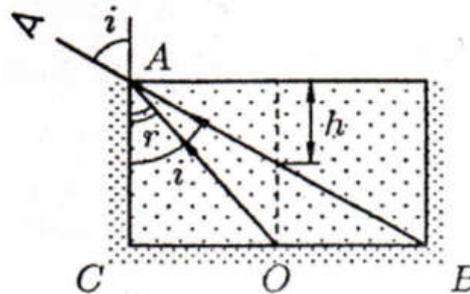


Рис.13

Определите относительный показатель преломления жидкости и кажущуюся глубину h чашки.

Дано: $AC = 8,1$ см, $CB = 14$ см.

Найти: n, h

Решение: В пустой чашке световой луч идет по направлению BA и глаз не видит дна и рисунка. В жидкости луч от рисунка идет по направлению OA , затем преломляется и попадает в глаз наблюдателя. Относительный показатель преломления жидкости $n = \frac{\sin i}{\sin r}$.

Углы i и r определяются из треугольников ACB и ACO :

$$\operatorname{tg} i = \frac{CB}{CA} = \frac{14}{8,1} = 1,7, \text{ угол } i = 60^\circ,$$

$$\operatorname{tg} r = \frac{CO}{CA} = \frac{14}{2 \cdot 8,1} = 0,86, \text{ угол } r = 40^\circ,$$

$$\text{тогда } n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 40^\circ} = \frac{0,86}{0,65} = 1,33.$$

Такой относительный показатель преломления имеет вода. Из рисунка видно, что «кажущаяся глубина» чашки $h = AC/2, h = 4$ см.

Ответ: $n = 1,33, h = 4$ см.

Задача 3

Лампа находится на расстоянии 2 м от экрана. На каком расстоянии от лампы нужно поставить собирающую лампу с фокусным расстоянием 0,4 м, для того чтобы получить на экране увеличенное изображение лампы?

Дано: $F = 0,4$ м, $d + f = 2$ м

Найти: d .

Решение: В формулу линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ подставим $f = 2 - d$;

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{2-d} = \frac{2}{d(2-d)}; d(2-d) = 2F, d(2-d) = 0,8,$$

$$d^2 - 2d + 0,8 = 0; d = 1 \pm \sqrt{1 - 0,8} \approx 1 \pm 0,45$$

$$d_1 = 0,55 \text{ м}, d_2 = 1,45 \text{ м}$$

Получению увеличенного изображения соответствует значение $d_1 = 0,55$ м, т.к. при этом $f = 1,45$ м и увеличение $f/d > 1$.

Ответ: $d_1 = 0,55$ м.

Задача 4

Светящийся предмет находится на расстоянии 4,2 м от экрана. Где надо поместить собирающую линзу, чтобы получить 20-кратное увеличение предмета? Найти оптическую силу линзы.

Дано: $l = 4,2$ м, $\Gamma = 20$.

Найти: f, D .

Решение: Положение линзы будем определять ее расстоянием f до экрана.

Запишем формулу линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$.

$$\text{Так как } 1/F = D, \text{ имеем } D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}. \quad (1)$$

$$\text{По условию задачи } l = d + f \quad (2)$$

$$\text{Увеличение линзы } \Gamma = \frac{f}{d} \quad (3)$$

Решая совместно уравнения (2) и (3), найдем расстояние от линзы до экрана:

$$f = \frac{l\Gamma}{\Gamma + 1}, f = 4 \text{ м}$$

Оптическая сила линзы по формуле (1) с учетом (3) равна $D = \frac{\Gamma}{f} + \frac{1}{f} = \frac{\Gamma + 1}{f}, D = 5,25$ дптр.

Ответ: $f = 4$ м, $D = 5,25$ дптр.

В результате выполнения самостоятельной работы

студент должен знать:

- закон отражения;
- закон преломления света;
- построение изображений в линзах;
- формулу тонкой линзы;
- формулу оптической силы линзы;

студенты должны уметь:

- решать задачи на законы отражения и преломления света, явление полного внутреннего отражения, на формулу тонкой линзы, оптической силы и увеличения линзы;

- строить изображения в линзах.

Форма контроля:

- проверка преподавателем письменных работ студентов.

Список рекомендуемой литературы:

1. Мякишев Г.Я. Физика 11 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 399 с. + CD-ROM.
2. Рымкевич А.П. Задачник. Физика: Учебное пособие для средних общеобразовательных учреждений.- М.: Дрофа, 2011.- 188с.

Раздел 6. Элементы квантовой физики

Тема 6.2.. Физика атома.

Самостоятельная работа: решение задач по теме Физика атома.

Цель:

- систематизация и закрепление знаний квантовых свойств света;
- подготовка к тематической контрольной работе.

Сроки выполнения:

- задание рассчитано на 8 часов внеаудиторной самостоятельной работы, срок сдачи – 1 неделя со дня получения задания.

Содержание задания

Выбрать уровень сложности задач и решить задачи из сборника задач: Рымкевич А.П. Задачник. Физика: Учебное пособие для средних общеобразовательных учреждений.- М.: Дрофа, 2011.- 188с.

1. Задачи среднего уровня сложности:
№№ 1134, 1135, 1138, 1148, 1152, 1154;
2. Задачи достаточного уровня сложности:
№№ 1133, 1136, 1139, 1149, 1153, 1155, 1170;
3. Задачи высокого уровня сложности:
№№ 1132, 1137, 1140, 1141, 1151, 1156, 1171.

Рекомендации по решению задач по теме: Физика атома

При решении задач на эту тему рекомендуется:

- учитывать связь между волновыми и квантовыми характеристиками частиц;
- применять законы сохранения энергии и импульса при рассмотрении взаимодействия фотонов с другими частицами (напр., с электронами).

Примеры решения задач

Задача 1

Вычислить энергию фотона, если известно, что в среде с показателем преломления $n=4/3$ его длина волны $5,89 \cdot 10^{-7}$ м.

Дано: $n=4/3, \lambda = 5,89 \cdot 10^{-7}$ м.

Найти: ε

Решение: Энергия фотона вычисляется по формуле

$$\varepsilon = h\nu = \frac{hc}{\lambda_0}, \text{ где } h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} - \text{постоянная Планка,}$$

ν – частота света, $\lambda_0 = \frac{c}{\nu}$ – длина волны в вакууме, равная $\lambda_0 = n\lambda$, в последней

формуле λ – длина волны в среде. Поэтому, $\varepsilon = \frac{hc}{\lambda n}, \varepsilon = 2,5 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Ответ: $\varepsilon = 2,5 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$.

Задача 2

При переходе электронов в атомах водорода с четвертой стационарной орбиты на вторую излучаются фотоны с энергией $0,04 \cdot 10^{-19}$ Дж (зеленая линия водородного спектра). Определить длину волны этой линии в спектре.

Дано: $\varepsilon = 0,04 \cdot 10^{-19}$ Дж

Найти: λ .

Решение: $h\nu = E_k - E_n = \varepsilon, \varepsilon = h\nu$. При $\nu = \frac{c}{\lambda}$, получим $\varepsilon = \frac{hc}{\lambda}$, где $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с - постоянная Планка, c - скорость света в вакууме. Откуда $\lambda = \frac{hc}{\varepsilon}, \lambda = 5 \cdot 10^{-5} \text{ м} = 50 \text{ мкм}$

Ответ: $\lambda = 50 \text{ мкм}$

Задача 3

Красная граница фотоэффекта для цезия 653 нм. Найти скорость фотоэлектронов, выбитых при облучении цезия фиолетовым светом. Длина волны фиолетового света 400 нм. Масса электрона $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

Дано: $\lambda = 653 \text{ нм}, \lambda_0 = 400 \text{ нм}, m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$

Найти: ν

Решение: Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A + \frac{m\nu_{\max}^2}{2}$$

Так как частота световой волны $\nu = c/\lambda$, где c - скорость света, λ - длина волны, то уравнение Эйнштейна можно записать как:

$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{m\nu_{\max}^2}{2}$$

Работу выхода электронов A можно выразить через красную границу фотоэффекта:

$A = \frac{hc}{\lambda_0}$, где постоянная Планка $h \approx 6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с. Тогда уравнение Эйнштейна примет

вид

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{m\nu_{\max}^2}{2},$$

откуда

$$\nu = \sqrt{\frac{2hc(\lambda_0 - \lambda)}{m\lambda_0\lambda}}, \nu = 6,5 \cdot 10^5 \text{ м/с}$$

Ответ: $\nu = 6,5 \cdot 10^5 \text{ м/с}$

В результате выполнения самостоятельной работы

студент должен знать:

явления фотоэффекта;

формулу энергии фотона;

уравнение Эйнштейна для фотоэффекта;

устройство и применение фотоэлементов и фоторезисторов.

студенты должны уметь:

- решать задачи с использованием формулы Планка, уравнения Эйнштейна для

фотоэффекта.

Форма контроля:

- проверка преподавателем письменных работ студентов.

Список рекомендуемой литературы:

1. Мякишев Г.Я. Физика 11 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 399 с. + CD-ROM.
2. Рымкевич А.П. Задачник. Физика: Учебное пособие для средних общеобразовательных учреждений.- М.: Дрофа, 2011.- 188с.

Тема 4.2. Физика атомного ядра.

Самостоятельная работа: решение задач по теме Физика атомного ядра.

Цель:

- систематизация и закрепление знаний структуры атома и атомного ядра, ядерных реакций различных видов;
- подготовка к тематической контрольной работе.

Сроки выполнения:

- задание рассчитано на 8 часов внеаудиторной самостоятельной работы, срок сдачи – 1 неделя со дня получения задания.

Содержание задания:

Выбрать уровень сложности задач и решить задачи из сборника задач: Рымкевич А.П. Задачник. Физика: Учебное пособие для средних общеобразовательных учреждений.- М.: Дрофа, 2011.- 188с.

1. Задачи среднего уровня сложности:

№№ 1189, 1191, 1196, 1201, 1204, 1207, 1210, 1213, 1220;

2. Задачи достаточного уровня сложности:

№№ 1190, 1193, 1197, 1202, 1205, 1208, 1211, 1214, 1221;

3. Задачи высокого уровня сложности:

№№ 1192, 1194, 1198, 1203, 1207, 1209, 1212, 1215, 1223.

Рекомендации по решению задач по темам: Физика атомного ядра.

При решении задач по эту тему рекомендуется:

- учитывать, что на основании положений квантовой физики, радиус орбиты электрона, энергия атома, а также энергия поглощенного и излученного кванта света имеют только дискретные значения;
- помнить, что при любых ядерных реакциях выполняются законы сохранения энергии, импульс, заряда, а также закон взаимосвязи массы энергии.

Примеры решения задач

Задача 1

Активность радиоактивного элемента уменьшилась в 4 раза за 8 сут. Найти период полураспада.

Дано: $N_0 = 4N, t = 8 \text{сут.}$

Найти: T .

Решение: По закону радиоактивного распада число не распавшихся атомов равно:

$$N = N_0 \cdot 2^{-t/T} \quad (1)$$

При заданном значении $N_0 = 4N$ получаем

$$N = 4N \cdot 2^{-t/T}$$

Отсюда находим T :

$$\frac{1}{4} = 2^{-t/T}, 2^{-2} = 2^{-t/T}, -2 = -\frac{t}{T}, T = \frac{t}{2}, T = 4 \text{сут.}$$

Ответ: $T = 4 \text{сут.}$

Задача 2

Радиоактивный натрий ${}_{11}^{24}\text{Na}$ распадается с периодом полураспада 14,8 ч. Вычислить количество атомов, распавшихся в 1 мг данного радиоактивного препарата за 10 ч.

Дано: ${}_{11}^{24}\text{Na}$, $M = 24 \cdot 10^{-3} \text{ кг / моль}$, $T = 14,8 \text{ ч}$, $t = 10 \text{ ч}$, $m = 1 \text{ мг} = 10^{-6} \text{ кг}$

Найти: m .

Решение: Число распавшихся атомов за время t

$$\Delta N = N_0 - N$$

где N_0 - число нераспавшихся атомов в начальный момент времени в 1 мг ${}_{11}^{24}\text{Na}$, N - число нераспавшихся атомов через время t .

Поскольку $N = N_0 \cdot 2^{-t/T}$, формулу (1) можно привести к виду:

$$\Delta N = N_0(1 - 2^{-t/T}). \quad (2)$$

Поскольку в моле ${}_{11}^{24}\text{Na}$ содержится число атомов, равное постоянной Авогадро N_A , то в данной массе m содержится число N_0 атомов, равное произведению числа молей m/M на постоянную Авогадро N_A :

$$N_0 = \frac{mN_A}{M}, \quad (3)$$

где M - молярная масса натрия. Подставив формулу (3) в (2), получим

$$\Delta N = \frac{m}{M} N_A (1 - 2^{-t/T}); \Delta N = 9,3 \cdot 10^{18}.$$

Ответ: $\Delta N = 9,3 \cdot 10^{18}$.

Задача 3

В результате захвата α -частицы ядром изотопа азота ${}_{7}^{14}\text{N}$ образуется неизвестный элемент и протон. Написать реакцию и определить неизвестный элемент.

Дано: ${}_{2}^{4}\alpha$; ${}_{7}^{14}\text{N}$; ${}_{1}^{1}\text{p}$

Найти: ${}_{Z}^AX$

Решение: Запишем ядерную реакцию

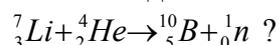


Так как суммы для массовых чисел и зарядов в правой и левой частях выражения (4) должны быть равными, то $14+4=1+A$, $7+2=1+Z$, откуда $A=17$, $Z=8$. Следовательно полученный элемент символически можно записать в виде ${}_{8}^{17}\text{X}$. Из таблицы Менделеева находим, что это изотоп кислорода ${}_{8}^{17}\text{O}$.

Ответ: ${}_{8}^{17}\text{X} = {}_{8}^{17}\text{O}$ - изотоп кислорода.

Задача 4

Выделяется или поглощается энергия при следующей ядерной реакции:



Дано: ${}_{3}^7\text{Li} + {}_{2}^4\text{He} \rightarrow {}_{5}^{10}\text{B} + {}_{0}^1\text{n} + Q$

Найти: Q .

Решение:

$$Q = \Delta E = 931 \frac{\text{МэВ}}{\text{а.е.м.}} \Delta m; \Delta m = (6,939 + 4,0026 - 10,811 - 1,00866) \text{а.е.м.} = -0,87806 \text{а.е.м.};$$

$$Q = \Delta E = 931 \frac{\text{МэВ}}{\text{а.е.м.}} \cdot (-0,87806) \text{а.е.м.}; Q = -818 \text{МэВ.}$$

Ядерная реакция идет при поглощении энергии, т.к. $Q < 0$.

Ответ: $Q = -818 \text{МэВ}$.

Задача 5

Найти в мегаэлектронвольтах энергию связи ядра изотопа лития ${}^7_3\text{Li}$.

Дано: ${}^7_3\text{Li}, M_z = 11,6475 \cdot 10^{-27} \text{кг}, m_p = 1,6724 \cdot 10^{-27} \text{кг}, m_n = 1,6748 \cdot 10^{-27} \text{кг}.$

Найти: ΔE

Решение: Энергия связи ядра

$$\Delta E = \Delta m c^2. \quad (5)$$

Поскольку $\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - M_y$, равенство (5) можно привести к виду

$$\Delta E = (Zm_p + (A - Z)m_n - M_y)c^2.$$

Из символической записи изотопа лития ${}^7_3\text{Li}$ следует, что $A=7$ и $Z=3$. Подставив значение A и Z в выражение (5), получим

$$\Delta E = (3m_p + 4m_n - M_y)c^2; \Delta E = 6,2 \cdot 10^{-12} \text{Дж} = 39 \text{МэВ.}$$

Здесь учтено, что $1 \text{МэВ} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{Дж}$.

Ответ: $\Delta E = 39 \text{МэВ}$.

Задача 6

Радиус круговой орбиты электрона в ионе гелия 10^{-10}м . Найти в электронвольтах кинетическую энергию электрона на этой орбите.

Дано: $r = 10^{-10} \text{м}, Z = 2.$

Найти: E_k .

Решение: Кинетическая энергия электрона на орбите $E_k = \frac{mv^2}{2}$. Учитывая, что кулоновская сила является центростремительной силой, получим

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Ze^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r},$$

где $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{м/Ф}$. Откуда $mv^2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2e^2}{r}$, поэтому

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{1}{2} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2e^2}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r},$$

$$E_k = 9 \cdot 10^9 \frac{(1,6 \cdot 10^{-19})^2}{10^{-10} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 14,4 \text{эВ.}$$

Ответ: $E_k = 14,4 \text{эВ}$.

В результате выполнения самостоятельной работы

студент должен знать:

- строение атома и атомного ядра и их состав;
- как вычислить суммарный положительный заряд ядра и суммарный отрицательный заряд атома;
- правило смещения при альфа- и бета- распадах.

студенты должны уметь:

- решать задачи на составление уравнений ядерных реакций, на использование закона радиоактивного распада, на расчет дефекта массы и энергии связи атомных ядер.

Форма контроля:

- проверка преподавателем письменных работ студентов.

Список рекомендуемой литературы:

1. Мякишев Г.Я. Физика 11 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 399 с. + CD-ROM.
2. Рымкевич А.П. Задачник. Физика: Учебное пособие для средних общеобразовательных учреждений.- М.: Дрофа, 2011.- 188с.

Информационное обеспечение обучения

Основная литература:

1. Мякишев Г.Я. Физика 10 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 366 с. + CR-ROM.
2. Мякишев Г.Я. Физика 11 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 399 с. + CR-ROM.
3. Рымкевич А.П. Задачник. Физика: Учебное пособие для средних общеобразовательных учреждений.- М.: Дрофа, 2011.- 188с.

Дополнительная литература:

1. Генденштейн Л.Э., Кирик Л.А., Гельфгат И.М., Ненашев Ю.А. Физика, задачник Москва «Мнемозина», 2009.
 - а) для 10кл.-125с.
 - б) для 11кл.- 96с.

Интернет-ресурсы:

1. [http: /www. astu.org/ content /userimages/ file/upr_1](http://www.astu.org/content/userimages/file/upr_1)
2. [www. krugosvet.ru](http://www.krugosvet.ru) /универсальная энциклопедия «Кругосвет»/;
3. [http:// sciteclibrary.ru](http://sciteclibrary.ru) /научно-техническая библиотека/
4. www.auditorium.ru /библиотека института «Открытое общество»/

Приложение

Алгоритм решения вычислительных задач

| План работы | Действия студента |
|--|--|
| Анализ условия | Прочитайте условие задачи: укажите тела, вещества или физическое явление, о которых там идет речь (устно) |
| Краткая запись условия, перевод единиц измерения в одну систему — СИ | С помощью общепринятых символов запишите, что дано, т.е. числовые данные и что нужно найти. |
| Выполнение рисунка, схемы или чертежа (при необходимости) | Сделайте упрощенный рисунок, начертите схему. |
| Решение в общем виде | Используя физические формулы, выразите искомые величины через данные |
| Вычисления | Подставьте в формулы числовые значения величин, вычислите искомую величину, используя правила приближенных вычислений (Приложение Б). |
| Оценка и запись результата | Запишите результат вычисления в стандартном виде (Приложение Б). Сравните полученный результат с ответом в задачнике, оцените его реальность и запишите ответ. |

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| Номер изме- нения | Номер листа | | | | Всего листов в документе | ФИО и подпись ответственного за внесение изменения | Дата внесения изменения | Дата введения изменения |
|-------------------------|-------------|-------------|--------|----------|--------------------------------|--|-------------------------------|----------------------------|
| | измененного | замененного | нового | изъятого | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |