

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Гимназия №1»

Приложение
к Основной образовательной программе
Основного общего образования

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСА ПО ВЫБОРУ
«МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ»
10-11 классы**

**составлена на основе требований к результатам освоения основной
образовательной программы среднего общего образования**

Кафедра учителей естествознания

г. Усолье-Сибирское

Аннотация к спецкурсу « Методы решения физических задач» 10-11 класс.

Решение задач - один из основных методов обучения физике. С помощью решения задач сообщаются знания о конкретных объектах и явлениях, создаются и решаются проблемные ситуации, формируются практические и интеллектуальные умения, сообщаются знания из истории науки и техники, формируются такие качества личности как целеустремленность, упорство, настойчивость, внимательность, точность, аккуратность, дисциплинированность, развиваются логическое мышление и креативные способности учащихся.

Цели курса:

- создание условий для самореализации учащихся в процессе учебной деятельности;
- обобщение полученных в основном курсе знаний и умений;
- формирование представлений о постановке, классификации, приемах и методах решения физических задач;
- развить физические, интеллектуальные способности учащихся;
- овладение системой научных знаний о физических свойствах окружающего мира, об основных физических законах и о способах их использования в практической жизни.

Задачи курса:

- развивать физическую интуицию, выработать определенную технику, чтобы быстро улавливать физическое содержание задачи и справиться с предложенными экзаменационными заданиями;
- обучать обобщенным методам решения вычислительных, графических, качественных и экспериментальных задач как действенному средству формирования физических знаний и учебных умений;
- способствовать развитию логического мышления, креативных способностей, познавательной активности и самостоятельности обучающихся, формированию современного понимания науки;
- способствовать интеллектуальному развитию учащихся .

Ожидаемый образовательный результат курса:

Личностные результаты:

- готовность к осознанному выбору дальнейшей образовательной траектории;
- умение управлять своей познавательной деятельностью;

Метапредметные результаты:

- использование умений и навыков различных видов познавательной деятельности;
- формирование гипотез, анализ, синтез, сравнение, обобщение, систематизация;
- умение определять цели и задачи деятельности, выбирать средства реализации целей и применять их на практике;

Предметные результаты:

- давать определения изученным понятиям;
- умение ставить простейшие исследовательские задачи и решать их доступными средствами;
- обобщать и представлять полученные результаты (создание проекта, составление алгоритма решения задачи);
- самостоятельно искать, отбирать и оценивать информацию о физических закономерностях;
- объяснять принципы действия машин, приборов и технических устройств, с которыми каждый человек встречается в повседневной жизни;
- принимать участие в НПК, олимпиадах, дистанционных конкурсах, викторинах.

Изучение данного курса способствует развитию творческих способностей учащихся, формированию современного понимания науки, развивает логическое мышление и познавательную активность учащихся. Спецкурс «Методы решения физических задач» создает условия для самореализации учащихся в процессе учебной деятельности. систематизации теоретического и практического материала, повышения научных знаний и умений по физике.

Пояснительная записка

Данная программа спецкурса отражает содержание курса физики для общеобразовательных учреждений 10-11 классов. Она учитывает цели обучения физике учащихся средней школы и соответствует государственному стандарту физического образования. Программа разработана на основе программы элективного курса по физике «Методы решения физических задач». Автор программы Н.И. Зорин. Москва «ВАКО» 2007г., авторской педагогической разработки «Методы решения физических задач», автор Верхотурова С.С, утвержденной научно-методическим советом МБОУ «Гимназия №1» 27.04.2020 г., протокол № 6.

Решение задач - один из основных методов обучения физике. С помощью решения задач сообщаются знания о конкретных объектах и явлениях, создаются и решаются проблемные ситуации, формируются практические и интеллектуальные умения, сообщаются знания из истории науки и техники, формируются такие качества личности как целеустремленность, упорство, настойчивость, внимательность, точность, аккуратность, дисциплинированность, развиваются логическое мышление и креативные способности обучающихся.

Программа данного спецкурса ориентирует на дальнейшее совершенствование уже усвоенных знаний и умений, на формирование углубленных знаний и умений.

***Курс рассчитан на 68 часов в год: 10 класс - 1 час в неделю,
11 класс – 1 час в неделю.***

Актуальность программы: большое внимание уделяется развитию креативных способностей и логического мышления учащихся через решение качественных, расчетных, графических, комбинированных, экспериментальных задач, что способствует осуществлению дидактического принципа единства теории и практики в процессе обучения физике, интеграции наук (биологии, математики и физики), формированию профориентационной направленности, интеграции учебных знаний с жизненной практикой.

Новизна программы: предусматривает изучение физики в тесной связи науки и повседневной жизни, дополняя и углубляя базовый курс средней школы, позволяет понять и выбрать необходимые оптимальные методы для решения той или иной физической задачи, успешнее ориентироваться в применении обширного теоретического материала на практике, при сдаче единого государственного экзамена.

Цели курса:

- создание условий для самореализации учащихся в процессе учебной деятельности;
- обобщение полученных в основном курсе знаний и умений;
- формирование представлений о постановке, классификации, приемах и методах решения физических задач;

- развить физические, интеллектуальные способности учащихся;
- овладение системой научных знаний о физических свойствах окружающего мира, об основных физических законах и о способах их использования в практической жизни.

Задачи курса:

- развивать физическую интуицию, выработать определенную технику, чтобы быстро улавливать физическое содержание задачи и справиться с предложенными экзаменационными заданиями;
- обучать обобщенным методам решения вычислительных, графических, качественных и экспериментальных задач как действенному средству формирования физических знаний и учебных умений;
- способствовать развитию логического мышления, креативных способностей, познавательной активности и самостоятельности обучающихся, формированию современного понимания науки;
- способствовать интеллектуальному развитию учащихся .

Методология программы:

Спецкурс «Методы решения физических задач» имеет практико-ориентированную направленность. Учебный материал программы составлен и подобран таким образом, что создает представления учащихся о физике, как науке, практическом ее применении, а, следовательно, расширяет и углубляет знания учащегося.

В плане реализации этих задач изучение спецкурса «Методы решения физических задач» строится **на следующих принципах:**

- интеграция учебных дисциплин:(биология, математика, информатика, химия, физика.)
- расширение кругозора и познавательных интересов
- дифференциация при решении разных типов задач
- научность и новизна

Методы и формы обучения :

- исследовательский метод: при подборе и оптимальном методе решения физической задачи
- сотрудиическая деятельность: при изучении материала, решении задач
- самостоятельная деятельность: при работе с научной литературой, творческие и конструкторские задания, решение задач
- групповая деятельность : решение задач, составление задач
- индивидуальная деятельность: при осуществлении контроля.

Педагогические технологии:

- проблемного обучения;
- технология дифференцированного обучения;
- технология обучения в группах;
- технологии личностно-ориентированного обучения;
- информационные технологии;

Ожидаемый образовательный результат курса:

Личностные результаты:

- готовность к осознанному выбору дальнейшей образовательной траектории;
- умение управлять своей познавательной деятельностью;

Метапредметные результаты:

- использование умений и навыков различных видов познавательной деятельности;
- формирование гипотез, анализ, синтез, сравнение, обобщение, систематизация;
- умение определять цели и задачи деятельности, выбирать средства реализации целей и применять их на практике;

Предметные результаты:

- давать определения изученным понятиям;
- умение ставить простейшие исследовательские задачи и решать их доступными средствами;
- обобщать и представлять полученные результаты (создание проекта, составление алгоритма решения задачи);
- самостоятельно искать, отбирать и оценивать информацию о физических закономерностях;
- объяснять принципы действия машин, приборов и технических устройств, с которыми каждый человек встречается в повседневной жизни;
- принимать участие в НПК, олимпиадах, дистанционных конкурсах, викторинах.

Изучение данного курса способствует развитию творческих способностей учащихся, формированию современного понимания науки, развивает логическое мышление и познавательную активность учащихся. Спецкурс «Методы решения физических задач» создает условия для самореализации учащихся в процессе учебной деятельности. систематизации теоретического и практического материала, повышения научных знаний и умений по физике.

Описание разделов программы

10 класс

Раздел 1. Физическая задача. Классификация задач. (2ч).

Физическая теория и решение задач. Классификация физических задач по требованию, содержанию, способу задания и решения. Примеры задач всех видов.

Раздел 2. Правила и приемы решения физических задач. (2ч).

Этапы решения физической задачи. Различные приемы и способы решения: алгоритмы, аналогии, геометрические приемы.

Раздел 3. Кинематика (3ч).

Элементы векторной алгебры. Путь и перемещение. Характеристики равномерного и равноускоренного прямолинейного движения. Равномерное движение по окружности.

Раздел 4. Динамика. (6ч).

Законы Ньютона. Гравитационные силы. Вес тела. Движение тела под действием сил упругости и тяжести. Решение комплексных задач по динамике.

Раздел 5. Законы сохранения в механике. (4ч)

Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Теоремы о кинетической и потенциальной энергиях. Закон сохранения полной механической энергии.

Раздел 6. Основы молекулярно-кинетической теории. (3ч).

Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Газовые законы. Уравнение Менделеева - Клапейрона.

Раздел 7. Основы термодинамики. (3ч).

Уравнение теплового баланса. Первый закон термодинамики. Характеристики тепловых двигателей.

Раздел 8. Электростатика. (5ч).

Закон Кулона. Расчет напряженности электрического поля. Принцип суперпозиции полей. Расчет энергетических характеристик электростатического поля.

Раздел 9. Законы постоянного электрического тока (6ч).

Схемы электрических цепей. Закон Ома для участка цепи. Расчет электрических цепей. Закон Ома для полной цепи. Работа и мощность тока.

11 класс.

Раздел 1. Физическая задача. Классификация задач. (2ч).

Составление физических задач. Основные требования к составлению задач. Способы и техника составления физических задач.

Раздел 2. Правила и приемы решения физических задач. (2ч).

Типичные недостатки при решении и оформлении решения физической задачи. Различные приемы и способы решения: алгоритмы, аналогии, геометрические приемы.

Изучение примеров решения задач.

Раздел 3. Магнитное поле (6ч).

Характеристики магнитного поля. Правило буравчика. Сила Ампера. Сила Лоренца.

Электромагнитная индукция. Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции. Явление самоиндукции. Индуктивность.

Раздел 4. Механические и электромагнитные колебания (6ч).

Динамика колебательного движения. Аналогия механических и электромагнитных колебаний. Уравнения колебаний. Математический маятник. Груз на пружине. Колебательный контур. Превращения энергии в колебательном движении. Различные виды сопротивлений в цепи переменного тока.

Раздел 5. Механические и электромагнитные волны. (3ч)

Характеристики волн. Особенности излучения, распространения волн. Звуковые волны.

Свойства волн их применение.

Раздел 6. Световые волны. (5ч).

Законы геометрической оптики. Линза. Формула тонкой линзы. Построение изображений. Интерференция и дифракция световых волн.

Раздел 7. Световые кванты. (3ч).

Световые кванты. Законы фотоэффекта.

Раздел 8. Атомная физика. Физика атомного ядра. (4ч).

Модели атомов. Постулаты Бора. Атомное ядро. Энергия связи атомных ядер. Ядерные реакции. Энергетический выход ядерных реакций.

Обобщающее занятие по методам и приемам решения физических задач. (1ч)

Учебно-тематическое планирование занятий спецкурса «Методы решения физических задач» 10 класс – 34 часа (1 час в неделю)

| № урока | Наименование разделов и тем | Количество часов |
|---|--|------------------|
| Раздел 1. Физическая задача. Классификация задач. | | 2 |
| 1 | Физическая теория и решение задач. | 1 |
| 2 | Классификация физических задач по требованию, содержанию, способу задания и решения. Примеры задач всех видов. | 1 |
| Раздел 2. Правила и приемы решения физических задач. | | 2 |
| 3 | Этапы решения физической задачи. | 1 |
| 4 | Различные приемы и способы решения: алгоритмы, аналогии, геометрические приемы. | 1 |

| | | |
|---|---|-----------|
| Раздел 3. Кинематика. | | 3 |
| 5 | Элементы векторной алгебры. Путь и перемещение. | 1 |
| 6 | Характеристики равномерного и равноускоренного прямолинейного движения. | 1 |
| 7 | Равномерное движение по окружности. | 1 |
| Раздел 4. Динамика. | | 6 |
| 8 | Законы Ньютона. | 1 |
| 9 | Гравитационные силы. | 1 |
| 10 | Вес тела | 1 |
| 11 | Движение тела под действием сил упругости и тяжести. | 1 |
| 12-13 | Решение комплексных задач по динамике. | 2 |
| Раздел 5. Законы сохранения в механике. | | 4 |
| 14 | Закон сохранения импульса. | 1 |
| 15 | Реактивное движение. | 1 |
| 16 | Теоремы о кинетической и потенциальной энергиях. | 1 |
| 17 | Закон сохранения полной механической энергии. | 1 |
| Раздел 6. Основы молекулярно-кинетической теории. | | 3 |
| 18 | Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. | 1 |
| 19 | Уравнение Менделеева - Клапейрона. | 1 |
| 20 | Газовые законы | 1 |
| Раздел 7. Основы термодинамики. | | 3 |
| 21 | Уравнение теплового баланса. | 1 |
| 22 | Первый закон термодинамики | 1 |
| 23 | Характеристики тепловых двигателей. | 1 |
| Раздел 8. Электростатика. | | 5 |
| 24 | Закон Кулона | 1 |
| 25 | Расчет напряженности электрического поля. | 1 |
| 26 | Принцип суперпозиции полей. | 1 |
| 27-28 | Расчет энергетических характеристик электростатического поля. | 2 |
| Раздел 9. Законы постоянного электрического тока (6ч). | | 6 |
| 29 | Схемы электрических цепей. Закон Ома для участка цепи | 1 |
| 30-31 | Расчет электрических цепей | 2 |
| 32 | Закон Ома для полной цепи | 1 |
| 33 | Работа и мощность тока. | 1 |
| 34 | Решение комбинированных задач по теме «Постоянный ток» | 1 |
| | | 34 |

**Учебно-тематическое планирование
занятий спецкурса «Методы решения физических задач»
11 класс -34 часа (1 час в неделю)**

| № урока | Наименование разделов и тем | Количество часов |
|---|--|------------------|
| Раздел 1. Физическая задача. Классификация задач | | 2 |
| 1 | Составление физических задач. Основные требования к составлению задач. | 1 |
| 2 | Способы и техника составления физических задач. | 1 |
| Раздел 2. Правила и приемы решения физических задач. | | 4 |
| 3 | Типичные недостатки при решении и оформлении решения физической задачи. | 1 |
| 4-5 | Различные приемы и способы решения: алгоритмы, аналогии, геометрические приемы | 2 |
| 6 | Изучение примеров решения задач. | 1 |
| Раздел 3. Магнитное поле | | 6 |
| 7 | Характеристики магнитного поля. Правило буравчика. | 1 |
| 8 | Сила Ампера. | 1 |
| 9 | Сила Лоренца | 1 |
| 10 | Электромагнитная индукция. Правило Ленца | 1 |
| 11 | Закон электромагнитной индукции. | 1 |
| 12 | Явление самоиндукции. Индуктивность. | 1 |
| Раздел 4. Механические и электромагнитные колебания | | 6 |
| 13 | Динамика колебательного движения. | 1 |
| 14 | Аналогия механических и электромагнитных колебаний. | 1 |
| 15 | Уравнения колебаний. | 1 |
| 16 | Математический маятник. Груз на пружине. Колебательный контур. | 1 |
| 17 | Превращения энергии в колебательном движении. | 1 |
| 18 | Различные виды сопротивлений в цепи переменного тока. | 1 |
| Раздел 5. Механические и электромагнитные волны. | | 3 |
| 19 | Характеристики волн. Особенности излучения, распространения волн. | 1 |
| 20 | Звуковые волны. | 1 |
| 21 | Свойства волн их применение. | 1 |
| Раздел 6. Световые волны. | | 5 |
| 22 | Законы геометрической оптики. | 1 |
| 23-24 | Линза. Формула тонкой линзы. Построение | 2 |

| | | |
|--|--|-----------|
| | изображений. | |
| 25-26 | Интерференция и дифракция световых волн. | 2 |
| Раздел 7. Световые кванты. | | 3 |
| 27 | Световые кванты. | 1 |
| 28-29 | Законы фотоэффекта. | 2 |
| Раздел 8. Атомная физика. Физика атомного ядра. | | 4 |
| 30 | Модели атомов. Постулаты Бора. | 1 |
| 31 | Атомное ядро. Энергия связи атомных ядер. | 1 |
| 32 | Ядерные реакции. | 1 |
| 33 | Энергетический выход ядерных реакций. | 1 |
| 34 | Обобщающее занятие по методам и приемам решения физических задач. | 1 |
| | | 34 |

Литература для учащихся

- 1 Гольдфарб, Н.И. Сборник вопросов и задач по физике, -М: Высшая школа, 2005г
- 2 Кабардин О.Ф, Орлов В.А, Зильберман, А.Р. Задачи по физике, - М: Дрофа, 2002г
- 3 Кабардин О.Ф, Орлов В.А Международные физические олимпиады школьников. –М.: Наука, 1995г.
- 4 Козел, С.М., Коровин, В.А., В.А. Орлов Физика 10-11 кл.: Сборник задач с ответами и решениями. -М: Мнемозина, 2004г

Литература для учителей

- 1 Демкович В.П., Прасман Н.Я. Приближенные вычисления в школьном курсе физики. – М.: Просвещение, 2003г
- 2 Методика факультативных занятий по физике/Под ред. О. Ф. Кабардина., В.А. Орлова. – М.: Просвещение, 2008г.
- 3 Научные основы школьного курса физики /Под ред. С.Я. Шамаша, Э.Е. Эвенчик. – М.: Педагогика, 1985г.
- 4 Орехов В.П. Колебания и волны в курсе физики средней школы. – М.: Просвещение, 2002г.
- 5 Разумовский В.Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике. М.: Просвещение, 2008г.
- 6 Физика и научно-технический прогресс/Под ред. В.Г. Разумовского, В.А. Фабриканта, А.Т. Глазунова. М.: Просвещение, 2008г.
- 7 А.В. Аганов и др. Физика вокруг нас: Качественные задачи по физике, -М: Дом педагогики, 2005г

МОНИТОРИНГ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ

- 1 Повышение научных знаний по физике
- 2 Результаты обучения. Уровни усвоения учебного материала. (по Блуму)
- 3 Изготовление прибора или установки для демонстрации явления или процесса
- 4 Создание презентации, отражающей последовательность действий при исследовании влияния параметра на состояние системы в целом.

Таксономия Блума.

Вопросы выявления, измерения и оценки уровня сформированности у испытуемых знаний, умений в настоящее время являются одними их центральных в практике обучения.

Если цель обучения определяет, что должен знать, уметь обучаемый, то задачи обучения отвечают на вопрос, как двигаться к цели.

Таксономия (от греч. taxis – расположение, строй, порядок и nomos – закон) – теория классификации и систематизации сложно организованных областей действительности, обычно имеющих иерархическое строение (органический мир, объекты географии, геологии, языкознания, физики, этнографии и т.д.).

Понятие «таксономия» было предложено швейцарским ботаником О. Декандолем, разрабатывавшим классификацию растений.

В рамках образовательной технологии Б.Блумом в 1956 г. была создана первая таксономия педагогических целей. При этом Б. Блум и Д. Кратволь разделили цели образования на три области: когнитивную (требования к освоению содержания предмета), психомоторную (развитие двигательной, нервно-мышечной деятельности) и аффективную (эмоционально-ценностная область, отношение к изучаемому).

Первая таксономия, охватывающая когнитивную область, включает в себя шесть категорий целей с внутренним более дробным делением их:

- знание (конкретного материала, терминологии, фактов, определений, критериев и т.д.);
- понимание (объяснение, интерпретация, экстраполяция);
- применение;
- анализ (*взаимосвязей, принципов построения*);
- синтез (*разработка плана и возможной системы действий, получение системы абстрактных отношений*);
- оценка (*суждение на основе имеющихся данных, суждение на основе внешних критериев*).

Таксономия Блума неоднократно подвергалась критике отечественными учеными, поскольку в ней произошло смешение конкретных результатов обучения (знание, понимание, применение) с мыслительными операциями, необходимыми для их достижения (анализ, синтез, оценка). В основу же отечественных разработок положен уровневый системный подход описания достижений учащихся, который позволяет сгруппировать результаты обучения в зависимости от уровней учебной деятельности.

Однако, по мнению А.Н. Майорова, сегодня нет отечественных разработок уровней обученности, которые обладают качествами, позволяющими использовать в практике разработки тестового инструмента. Здесь возникают следующие трудности:

- предлагаемые уровни усвоения учебного материала должны однозначно восприниматься педагогическим сообществом;
- необходимо, чтобы они позволяли получить взаимно однозначное соответствие сложности конкретного задания и уровня усвоения представленного доминирующего элемента содержания;
- сложно получить полное покрытие всех возможных знаний и способов деятельности.

Сравним группу педагогических целей, выделяемую зарубежными и отечественными специалистами

| | | |
|---|---|--|
| Б. Блум, Д. Кратволь Когнитивная, познавательная область Психомоторная область | О.Е. Лебедев Развитие знаний Развитие умений и навыков | И. Я. Лернер Знания о природе, обществе, технике, человеке Опыт осуществления способов деятельности (в т.ч. и творческий) |
| Активная эмоционально-ценностная область | Развитие системы отношений | Эмоционально-чувственный опыт |

Можно сказать, что все указанные авторы достаточно близки в своих подходах, но между ними наблюдается некоторая терминологическая разница. При этом к первой области относят различные уровни усвоения знаний, ко второй - умения (усвоенные способы деятельности) в разной степени самостоятельности их выполнения, а к третьей — отношения, интересы, склонности.

Рассмотрим проведенную конкретизацию целей результатов различными специалистами (табл. 2).

Табл. 2 показывает, что во всех работах речь идет об одних и тех же уровнях, особенно в первых трех случаях, но далее следует их совершенствование, различное по качеству и объему.

При дальнейшем разговоре об уровнях усвоения учебного материала, мы будем опираться на классификацию, предложенную В. И. Тесленко, в которой выделены следующие этапы усвоения знаний:

1. информационный, требующий от учащегося узнавания известной информации.
2. репродуктивный, основными операциями которого являются воспроизведение информации и преобразования алгоритмического характера.

3. базовый, требующий от учащегося понимания существенных сторон учебной информации, владения общими принципами поиска алгоритма.
4. повышенный уровень, требующий от учащегося преобразовывать алгоритмы у условиях, отличающимся от стандартных, умение вести эвристический поиск.
5. творческий, предполагающий наличие самостоятельного критического оценивания учебной информации, умение решать нестандартные задания, владение элементами исследовательской деятельности.

Рассмотрим пример в котором, различают пять уровней усвоения учебного материала (рис. 1):

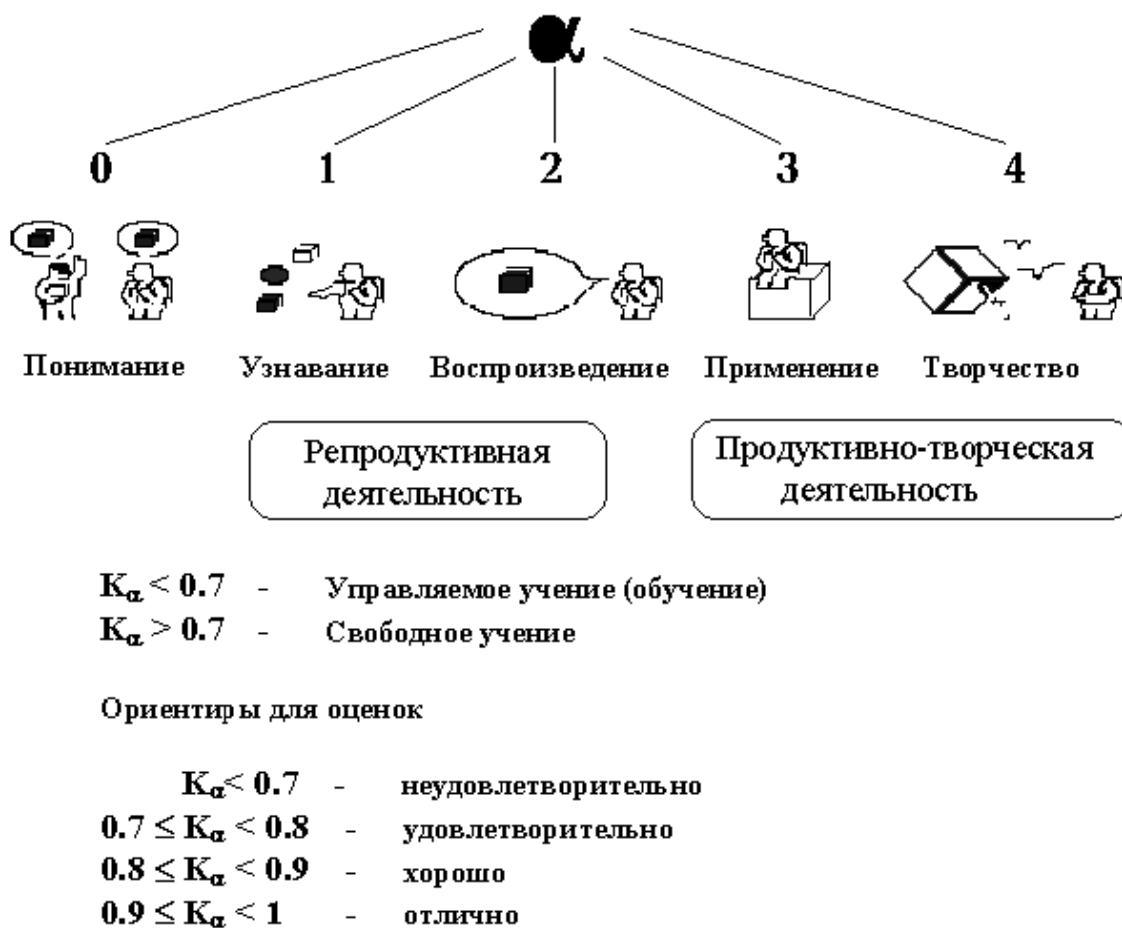


Рис. 1 Показатели уровня усвоения учебного материала

“Нулевой” уровень (*Понимание*) - это такой уровень, при котором учащийся способен понимать, т.е. осмысленно воспринимать новую для него информацию. Строго говоря, этот уровень нельзя называть уровнем усвоения учебного материала по изучаемой теме. Фактически речь идет о предшествующей подготовке учащегося, которая дает ему возможность понимать новый для него учебный материал. Условно деятельность учащегося на "нулевом" уровне называют *Пониманием*.

Первый уровень (Опознание) - это узнавание изучаемых объектов и процессов при повторном восприятии ранее усвоенной информации о них или действий с ними, например, выделение изучаемого объекта из ряда предъявленных различных объектов. Условно деятельность первого уровня называют *Опознанием*, а знания, лежащие в ее основе, - *Знания-знакомства*.

Второй уровень (Воспроизведение) - это воспроизведение усвоенных ранее знаний от буквальной копии до применения в типовых ситуациях. Примеры: воспроизведение информации по памяти; решение типовых задач (по усвоенному ранее образцу). Деятельность второго уровня условно называют *Воспроизведением*, а знания, лежащие в ее основе, - *Знания-копии*.

Третий уровень (Применение) - это такой уровень усвоения информации, при котором учащийся способен самостоятельно воспроизводить и преобразовывать усвоенную информацию для обсуждения известных объектов и применения ее в разнообразных нетиповых (реальных) ситуациях. При этом учащийся способен генерировать субъективно новую (новую для него) информацию об изучаемых объектах и действиях с ними. Примеры: решение нетиповых задач, выбор подходящего алгоритма из набора ранее изученных алгоритмов для решения конкретной задачи. Деятельность третьего уровня условно называют *Применением*, а знания, лежащие в ее основе, - *Знания-умения*.

Четвертый уровень (Творческая деятельность) - это такой уровень владения учебным материалом темы, при котором учащийся способен создавать объективно новую информацию (ранее неизвестную никому).

Принято обозначать уровень усвоения учебного материала коэффициентом . Он может принимать значения в соответствии с нумерацией уровней, приведенной выше.

По **функциональному описанию выделяют следующие уровни усвоения учебной деятельности:**

- Репродуктивный (восприятие, осмысление, запоминание);
- Продуктивный (применение знаний по образцу ,решение типовых задач, объяснение);
- Творческий (применение знаний в новой ситуации).

Качественными характеристиками уровня усвоения следует считать особенности усвоения знаний, т.е. здесь необходима конкретизация требований, которая возникает в процессе подготовки контрольного материала. При этом описание **качественных характеристик** усвоенных знаний сводится к выделению следующих уровней:

- Предметно-содержательный (полнота и системность сформированных знаний);
- Содержательно-деятельностный (прочность и действенность знаний учащихся);
- Содержательно-личностный (самостоятельность и оперативность при применении).

Уровень усвоения различных тем, согласно стандарту, не одинаков (не всегда репродуктивный), т.е. «где-то это уровень представлений, где-то это знание фактов, а где-то знание теории и умение применить знания при решении задач и т.д.». Поэтому проверка обученности должна идти с ориентацией на уровень усвоения, заданный в требованиях, например, когда описание идет на репродуктивном уровне, а качественная характеристика – полнота.

При этом полнота может проявляться на разных уровнях усвоения по-разному:

- На репродуктивном – как развернутое описание изученного явления или краткая, но емкая его характеристика;
- На конструктивном – как умение довести до конца решаемую по образцу задачу;
- На творческом – как достаточность знаний и умений для использования на практике при решении нестандартных (практико-ориентированных) задач, формирование устойчивых навыков работы.

В последнее время произошло смещение акцентов в сторону выявления уровня владения интеллектуальными умениями в комплексе с практическими, составляющими основу компетентности специалиста. Оценить эти умения достаточно проблематично, поэтому создаются современные многомерные модели оценки качества обучения с использованием тестового инструментария для измерения. Известна трехмерная модель: «содержание + техника измерения + планируемый

уровень деятельности». Здесь содержание – это соответствие образовательному стандарту соответствующего уровня образования.

В отечественной системе образования в государственных образовательных стандартах описаны **требования к уровню подготовки учащихся**. Эти требования берутся в основу при подготовке измерителей как традиционных, так и тестовых форм.

В отечественной педагогике выделяют три компонента требований к уровню подготовки учащихся:

- 1) Система знаний и умений (законы, понятия, даты, фактологический материал, соотношение данных, определенные умения и навыки);
- 2) Виды учебной деятельности;
- 3) Качественные характеристики.

Первый компонент требований связан с анализом содержания обучения, опирающимся на деятельностный подход к обучению, согласно которому любые его результаты проявляются в соответствующей деятельности. А. А. Кузнецовым описаны две структурные схемы представления содержания обучения при разработке требований к результатам обучения:

Морфологическая

Объекты изучения выстраиваются в иерархическую последовательность различной степени сложности в порядке их предъявления учащимся

Функциональная

Дидактический анализ содержания обучения с точки зрения отдельных элементов учебного материала в реализации учебных задач курса

Виды учебной деятельности (по морфологическому описанию):

- Специальные (предметные) умения, которые формируются в процессе конкретного учебного материала;
- Умения рациональной учебной деятельности (планирование учебной работы, рациональная ее организация, контроль ее выполнения);
- Интеллектуальные умения (анализ и синтез, обобщение и дифференциация, абстрагирование и конкретизация, сравнение и аналогия, установление причинно-следственных связей).

Уровень усвоения необходимого материала задан в требованиях к результатам обучения.

В настоящее время учителями-практиками используется нормированный подход, который предполагает сравнение учащихся друг с другом, т.е. их ранжирование по уровню усвоения учебного материала в рамках устоявшихся норм выполнения заданий.

С введением образовательного стандарта, содержащего требования к результатам обучения, делается попытка ввести критериально-ориентированный подход к оценке достижений стандарта. Этот подход используется в итоговом контроле знаний, при переходе из одной ступени обучения в другую, на основе уровня усвоения учебного материала.

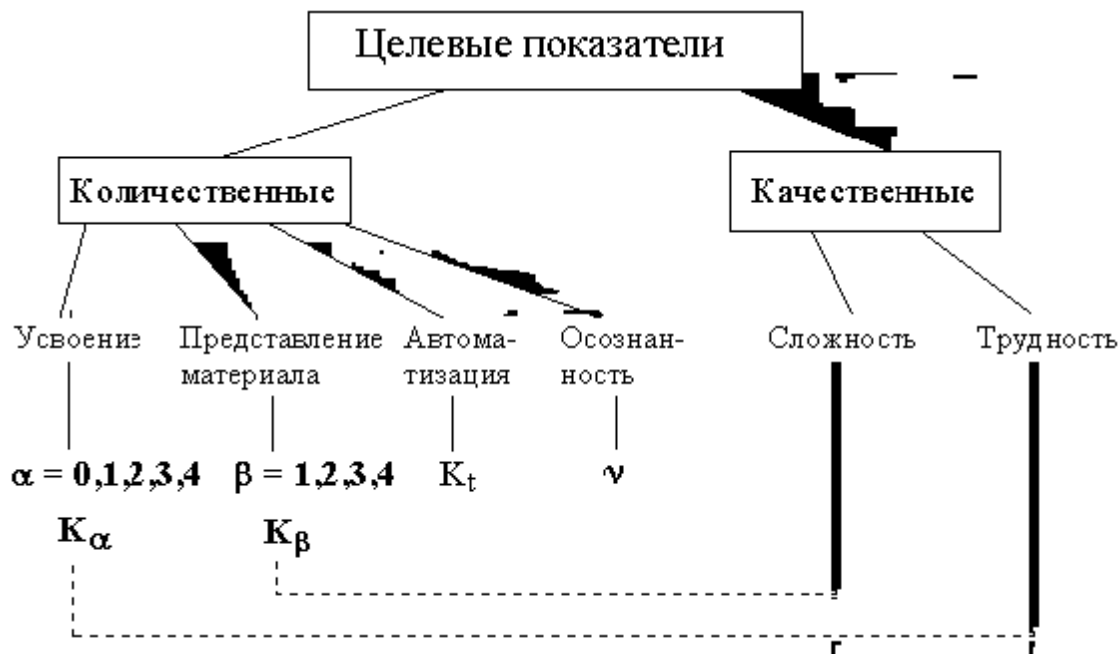


Рис. 1.2. Целевые показатели

УРОВНИ УСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Первый уровень – действия на узнавание, распознавание понятий (объекта), различия и установление подобия.

1-2 балла

Второй уровень – действия по воспроизведению учебного материала (объекта изучения) на уровне памяти, т.е. неосознанное воспроизведение.

3-4 балла

Третий уровень – действие по воспроизведению учебного материала (объекта изучения) на уровне понимания (осознанное воспроизведение), описание и анализ действия с объектом изучения.

5-6 баллов

Четвертый уровень – действия по применению знаний в знакомой ситуации по образцу, выполнение действий с четко обозначенными правилами, применение знаний на основе обобщенного алгоритма, для решения новой учебной задачи.

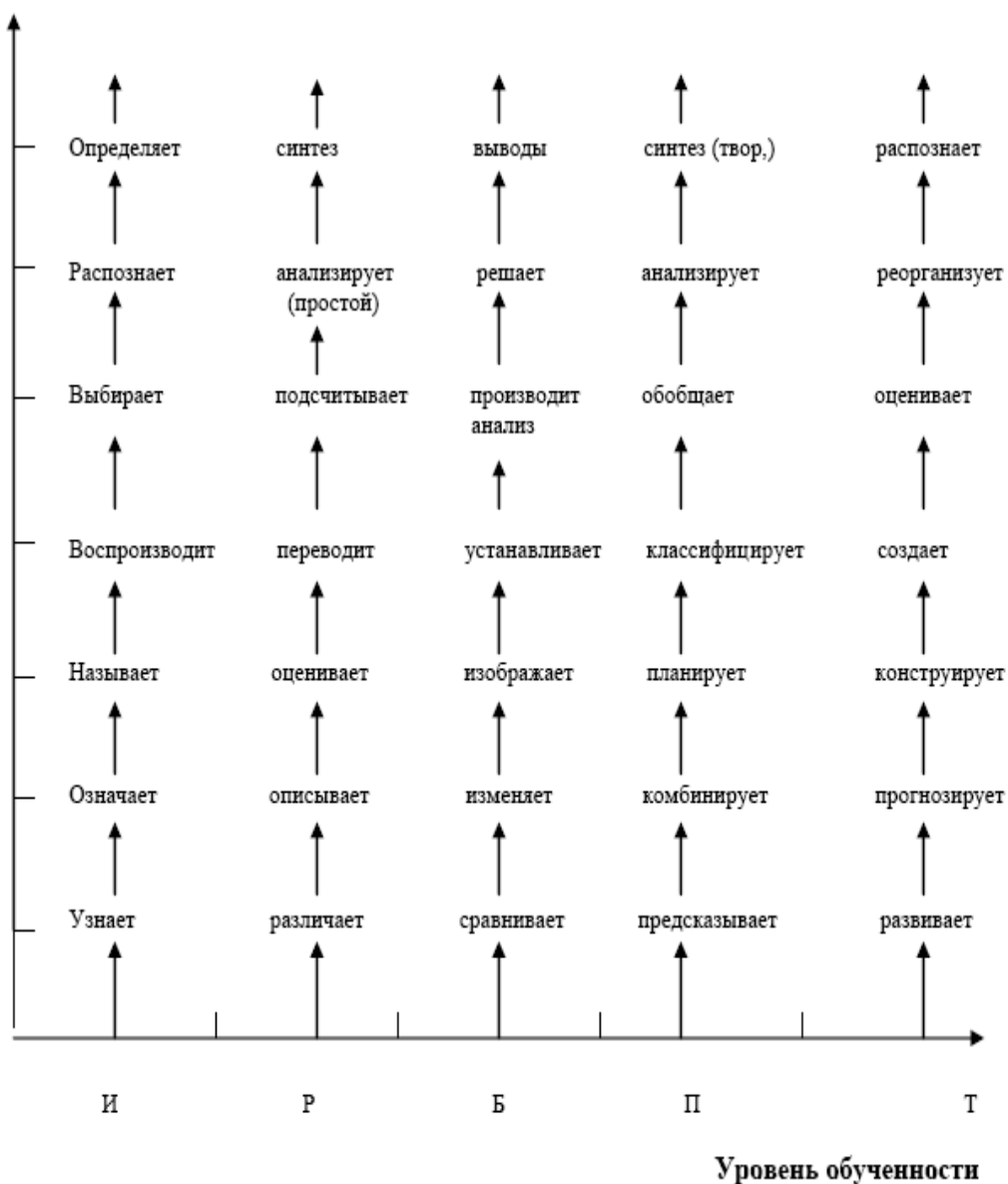
7-8 баллов

Пятый уровень – применение знаний (умений) в незнакомой ситуации для решения нового круга задач, самостоятельное использование ранее усвоенных знаний в новой ситуации для решения проблемы, видение проблемы.

9-10 баллов

Табл. 12

Матричная технология разработки учебных заданий для самостоятельной работы.



ПРИЛОЖЕНИЕ

Методические рекомендации

Примеры решения задач

Алгоритм решения задачи по основным темам

где $f = n/t$ — число оборотов в единицу времени;

$$T = \frac{t}{n} = \frac{1}{f} \quad \text{— период вращения.}$$

Движение тел, брошенных под углом к горизонту

Такое движение есть результат суперпозиции двух движений, происходящих одновременно: свободного движения (без учета сопротивления воздуха) вдоль поверхности Земли и нормального к ней движения в поле сил тяжести. Решение задач такого типа следует начинать с разложения вектора начальной скорости по этим направлениям, а затем составлять уравнения для каждого из них.

Рекомендации к решению таких задач совпадают с приведенными в §1.2, с учетом вышесказанного об их специфике.

Примеры

Группа А

1. Маховик диаметром $D = 1,5$ м вращается с частотой $n = 600$ мин⁻¹. Найти угловую скорость вращения ω маховика и линейную скорость движения точек на ободе.

Дано: $D = 1,5$ м, $n = 600$ мин⁻¹.

Найти: ω — ? v — ?

Решение.

Число оборотов в секунду $n = 600/(60 \text{ с}) = 10 \text{ с}^{-1}$. Угловая скорость вращения маховика $\omega = 2\pi n = 62,8 \text{ рад/с}$. Линейная скорость движения точек на ободе $v = \omega R = 47,1 \text{ м/с}$.

2. К валу, радиус которого 5 м, прикреплена нить. Через 5 с после начала равномерного вращения вала на него намоталось 10 м нити. Чему равна угловая скорость вращения?

Дано: $R = 5$ м; $t = 5$ с; $l = 10$ м.

Найти: ω — ?

Решение.

За время t произвольная точка на ободе вала проходит путь, равный длине нити. Поэтому величина линейной скорости точки $v = l/t$.

Отсюда величина угловой скорости равна

$$\omega = v/R = l/Rt = 0,4 \text{ рад/с.}$$

3. Человек вращает камень, привязанный к веревке длиной 0,5 м, в вертикальной плоскости, делая 3 об/с. На какую высоту взлетел камень, если веревка оборвалась в тот момент, когда линейная скорость была направлена вертикально вверх?

Дано: $l = 0,5$ м; $v = 3 \text{ с}^{-1}$.

Найти: h — ?

Решение.

Высоту подъема камня найдем из формулы

$$h = \frac{v^2}{2g},$$

где v_0 — начальная скорость камня, брошенного вертикально вверх, равная линейной скорости камня при его движении по окружности радиуса $R = l$. Эта линейная скорость равна $2\pi v l$. Тогда

$$h = \frac{4\pi^2 v^2 l^2}{2g} = 4,5 \text{ м.}$$

к минимуму. Например, если задано движение нескольких тел и требуется найти их скорость или смещение друг относительно друга, то удобно движения рассматривать в системе отсчета, связанной с одним из этих тел. Тело отсчета считается неподвижным. Затем находят скорости и смещения других тел относительно тела отсчета. Наконец, составляются уравнения движения и записываются дополнительные формулы.

Примеры

Группа А

1. Расстояние между пунктами А и В равно 120 км. Из пункта А в направлении В выезжает автомобиль со скоростью 60 км/ч. Одновременно из пункта В в том же направлении выезжает велосипедист со скоростью 30 км/ч. Когда и на каком расстоянии от пункта А автомобиль нагонит велосипедиста?



Рис. 1.3.

Дано: $AB = l = 120$ км;
 $v_1 = 60$ км/ч; $v_2 = 30$ км/ч.
 Найти: x_b — ? t_b — ?.

Решение.

Направим ось X вдоль направления движения, совместив начало с пунктом А. Тогда

$$x_1 = x_{01} + v_1 t, \quad (\text{т.к. } x_{01} = 0)$$

$$x_2 = x_{02} + v_2 t = l + v_2 t.$$

В момент встречи $x_1 = x_2 = x_b$. Поэтому

$$v_1 t = l + v_2 t.$$

Отсюда $t = \frac{l}{v_1 - v_2} = 4$ часа

$$x_b = v_1 t = \frac{v_1 l}{v_1 - v_2} = 240 \text{ км.}$$

2. Сколько времени пассажир, сидящий у окна поезда, идущего со скоростью 72 км/ч, будет видеть проходящий мимо него встречный поезд, скорость которого 54 км/ч, а длина 280 м?

Дано: $v_1 = 20$ м/с; $v_2 = 15$ м/с;
 $l = 280$ м.

Найти: t — ?

Решение.

В системе отсчета, связанной с пассажиром, скорость встречного поезда будет



Рис. 1.4.

$$v_{12} = v_1 + v_2.$$

Путь, пройденный первым поездом относительно встречного, равен длине поезда, поэтому

$$t = \frac{l}{v_{12}} = \frac{l}{v_1 + v_2} = 8 \text{ с.}$$

3. Вдоль оси X движется точка со скоростью 6 м/с, а вдоль оси Y — другая точка со скоростью 8 м/с. Найти скорость второй точки относительно первой.

Дано: $v_1 = 6$ м/с;
 $v_2 = 8$ м/с.

Найти: v_{21} — ?

$$\vec{F}_T = m\vec{g},$$

где m — масса тела, \vec{g} — ускорение свободного падения

$$g = \frac{GM}{(R+h)^2},$$

где M — масса Земли, R — ее радиус, h — высота тела над поверхностью Земли.

При взаимодействии тела с горизонтальной опорой или с нитью (связями) сила, действующая на связь, называется весом тела. Вес тела и сила тяжести — совершенно разные силы. Они приложены к разным телам (вес тела — к связям, сила тяжести — к телу), и могут быть различны по величине.

Методические указания

1. Ясно понять физический процесс, рассматриваемый в задаче. Сделать схематический рисунок, изобразив на нем все кинематические характеристики движения, в том числе вектор ускорения, если возможно. Нарисовать векторы всех сил, приложенных к телу, при этом изображая их приложенными к центру масс тела.
2. Для каждого тела в отдельности на основании второго закона Ньютона записать уравнения движения, связывающие проекции сил и ускорений, выбрав предварительно систему отсчета.
3. Обратить внимание на число независимых уравнений, которое должно быть не меньше числа неизвестных; если это не так, то следует использовать соотношения между фигурирующими в задаче величинами, например, кинематические.
4. Вторым закон Ньютона дает возможность

найти только ускорения тел. Скорости и координаты тел определяются только при задании начальных условий.

5. В задачах, где учитывается трение, нужно находить силу нормальной реакции опоры, определяющую силу трения. Для этого составляют уравнение на основании того, что вдоль координатной оси, перпендикулярной к направлению скорости прямолинейно движущегося тела, ускорение отсутствует, и поэтому сумма проекций сил на эту ось равна нулю.

6. При решении задач с использованием закона Гука следует помнить, что к телу приложена внешняя сила, модуль которой равен $k\Delta l$, а вектор внешней силы $\vec{F} = k\Delta \vec{l}$.

7. При решении задач динамики равномерного движения по окружности следует иметь в виду, что задачи этого типа решаются на основании второго закона Ньютона, помня при этом, что равнодействующая всех сил, приложенных к телу, направлена к центру окружности, обеспечивая центростремительное ускорение $a_H = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$.

Для того чтобы выразить величину (модуль) равнодействующей силы через заданные в задаче величины, следует найти сумму проекций сил на направление радиуса. В остальном порядок решения таких задач остается прежним.

Примеры

Группа А

1. Вагон массой 20 т движется равнозамедленно с ускорением $0,3\text{ м/с}^2$ и начальной скоростью

$$A = E_2 - E_1. \quad (6)$$

Если в правой части этого уравнения учтено изменение потенциальной энергии тяготения, то работа силы тяжести в A не входит.

Механическая работа упругой силы $F = -kx$

$$A = \int_0^x \vec{F} d\vec{x} = \int_0^x (-kx) dx = -\frac{1}{2} kx^2. \quad (7)$$

Например, у массы m , подвешенной на пружине, величина

$$\frac{1}{2} mv^2 - \frac{1}{2} kx^2 = const.$$

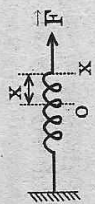


Рис. 3.2.

Методические рекомендации

1. Задачи на применение закона сохранения импульса.

а) Установить, является ли данная система замкнутой полностью или только по какому-либо направлению. Если в системе происходит быстрое изменение импульсов тел (взрыв, удар), то продолжительность взаимодействия считается пренебрежимо малой, что позволяет применять закон сохранения импульса и в тех случаях, когда присутствуют внешние силы.

б) Сделать рисунок, изобразив на нем начальные и конечные импульсы каждого тела системы.

в) Выбрать прямоугольную систему координат и спроецировать на координатные оси каждый вектор \vec{p} .

г) Составить уравнения закона сохранения импульса

$\sum_{i=1}^n \vec{p}_i = const$, или в координатной форме, например, для оси Ox

$$\sum p_{ix} = const, \text{ или } \sum p_{ix} = \sum p'_{ix},$$

где p'_{ix} — импульс после взаимодействия.

д) Определить число неизвестных в этих уравнениях, добавить, если неизвестных больше числа уравнений, уравнения кинематики и решить полученную систему уравнений.

2. Задачи, связанные с работой постоянной силы.

а) Сделать чертеж, указав на нем силы, приложенные к системе.

б) Определить угол между вектором силы, роботу которой требуется определить, и вектором перемещения или скорости.

в) Если сила не задана условиями задачи, то ее следует найти, пользуясь методами динамики.

г) Найти модуль перемещения, используя формулы кинематики.

д) Подставить найденные значения F и s в формулу $A = Fscos\alpha$ и провести вычисления.

3. Задачи на нахождение работы переменной силы.

В элементарной механике это, в основном, работа таких сил, как сила упругости, переменная сила трения, переменная выталкивающая сила жидкости. Расчеты проводятся по формуле

$$A = \frac{Fs}{2}. \quad (8)$$

Если $|F| = kx$, то

$$A = \frac{kx^2}{2} = \frac{F^2}{2k}. \quad (8a)$$

а) Определить, работу какой силы требуется найти и записать одну из трех вышеприведенных формул для работы в зависимости от того, что считается известным и неизвестным.

- б) Сделать рисунок, указав все приложенные к телу (системе тел) силы.
- в) Найти величину силы, совершающей работу над телом, и подставить ее в рабочую формулу.
- 4. Задачи на расчет мощности постоянной силы.
 - а) Установить, какую мощность необходимо найти — среднюю или мгновенную. Записать расчетную формулу $N = Fv \cos \alpha$, понимая под v в первом случае среднюю скорость на заданном участке пути, во втором — мгновенную скорость в конце рассматриваемого перемещения.
 - б) Сделать рисунок, указав приложенные к телу силы и кинематические параметры.
 - в) Из уравнения динамики найти модуль силы, мощность которой требуется найти.
 - г) Если v_{cp} или v не заданы, то их следует найти из формул кинематики.
 - д) Подставить в формулу мощности N найденные значения скорости и силы и провести необходимые расчеты.

5. Задачи на использование закона сохранения энергии.

- а) Сделать рисунок и записать формулу закона сохранения и превращения энергии

$$A = E_2 - E_1 \quad (9)$$

- б) Определить начальное и конечное состояние рассматриваемой системы. В механике ими обычно являются начальное положение и скорость движущегося тела.
- в) Выбрать нулевой уровень отсчета потенциальной энергии. Его обычно удобно выбирать по самой нижней точке траектории тела либо отсчитывать от уровня, на который опускается тело, переходя из первого положения во второе.

г) Отметить все действующие на тело силы и величины v и h , характеризующие его механическое состояние в начальном и конечном положениях.

д) С помощью формул (5), (8), (8а) и $E_k = \frac{mv^2}{2}$,

$E_p = mgh$ составить выражения для работы внешних сил и полной механической энергии системы в начальном и конечном состояниях, подставить их в уравнение (9) и решить его относительно неизвестной величины.

Примеры решения задач

Группа А

1. Пуля вылетает из винтовки в горизонтальном направлении со скоростью $u_1 = 800$ м/с. Какова скорость винтовки при отдаче, если ее масса в 400 раз больше массы пули?

Решение.

Направим ось Ox по вектору начальной скорости пули. Так как по этому направлению внешние силы не действуют, сумма проекций импульсов сохраняется:

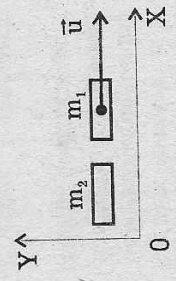


Рис. 3.3.

$$m_1 u_{1x} + m_2 u_{2x} = 0,$$

поскольку до выстрела полный импульс системы равен нулю. Отсюда

$$u_{2x} = \frac{m_1}{m_2} u_{1x} = -2 \text{ м/с.}$$

1. Изотермический процесс ($T = const$):

$$pV = const, \text{ или } p_1V_1 = p_2V_2, \quad (5)$$

где индексы 1, 2 нумеруют начальное и конечное состояние газа. Соответственно соотношение (5) выражает закон Бойля — Мариотта.

2. Изобарный процесс ($p = const$) описывается законом Гей-Люссака:

$$\frac{V}{T} = const, \text{ или } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}.$$

3. Изохорный процесс ($V = const$) подчиняется закону Шарля:

$$\frac{p}{T} = const, \text{ или } \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}.$$

Уравнение Менделеева — Клапейрона (объединенный газовый закон):

$$\frac{pV}{T} = const, \text{ или } \frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}.$$

Закон Дальтона: давление смеси химически не реагирующих идеальных газов равно сумме парциальных давлений этих газов:

$$p = p_1 + p_2 + \dots + p_n.$$

Методические рекомендации.

Задачи на расчет параметров состояний идеальных газов делятся на две основные группы.

1. По условию задачи заданы два состояния газа и при переходе газа из одного состояния в другое его масса не меняется.

а) Анализируя условие задачи, необходимо яс-

но представить, какой газ участвует в рассматриваемых процессах и убедиться, что масса газа все время остается постоянной.

б) Сделать, если необходимо, рисунок и отметить параметры p, V, T каждого из фигурирующих состояний газа. Определить из условия задачи, какой из параметров постоянен и, соответственно, какому закону подчиняются переменные параметры. В общем случае могут меняться все три параметра p, V, T .

в) Записать уравнение Менделеева — Клапейрона для двух данных состояний, или, если один какой-либо параметр не меняется, — уравнение одного из законов — Бойля — Мариотта, Гей-Люссака или Шарля.

Если газ заключен в цилиндрический сосуд и объем газа меняется только за счет изменения высоты его столба l , но не сечения сосуда, то уравнение Менделеева — Клапейрона следует записать в виде

$$\frac{p_1 l_1}{T_1} = \frac{p_2 l_2}{T_2}.$$

г) Представить в развернутом виде параметры p_1, V_1, p_2, V_2 , выразив их через заданные величины.

д) Записать математически все дополнительные условия и решить полученную систему уравнений относительно неизвестной величины.

2. Задано одно состояние газа и требуется определить какой-либо параметр этого состояния, или же даны два состояния с разной массой газа.

а) Определить, какие газы участвуют в рассматриваемых процессах.

M , и число молекул в нем N , то количество вещества (число молей) равно

$$\nu = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$$

При нормальных условиях объем идеального газа равен

$$V_0 = \nu \sqrt{m}$$

Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеальных газов связывает макроскопический параметр — давление — с микроскопическими величинами, характеризующими молекулы газа:

$$p = \frac{3}{2} n \left\langle \frac{Mv^2}{2} \right\rangle \quad (1)$$

Здесь p — давление газа, n — концентрация его молекул (число их в единице объема); M — масса одной молекулы; $\left\langle \frac{Mv^2}{2} \right\rangle$ — среднее значение кинетической энергии молекулы.

Т.к. $n = N/V$, где N — полное число молекул, V — объем газа, то из (1) следует

$$pV = \frac{3}{2} N \left\langle \frac{Mv^2}{2} \right\rangle = \frac{2}{3} U, \quad (2)$$

где $U = N \left\langle \frac{Mv^2}{2} \right\rangle$ — внутренняя энергия идеального газа.

Уравнения (1), (2) справедливы для одноатомных газов, для которых можно считать, что их атомы не имеют внутренних степеней свободы: гелий, пары ртути или калия при достаточно высокой температуре, аргон.

Средняя кинетическая энергия молекул — это свойство физической величины, называемой температурой. Температура — скалярная физическая величина, характеризующая интенсивность хаотического движения молекул и пропорциональная средней кинетической энергии одной молекулы:

$$\left\langle \frac{Mv^2}{2} \right\rangle = \frac{3}{2} kT. \quad (3)$$

В этом соотношении $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/град, T — температура по абсолютной шкале температур (шкале Кельвина). По этой шкале за нулевую температуру принят абсолютный нуль температуры, т.е. температура, при которой давление идеального газа при постоянном объеме должно быть равно нулю. По величине один Кельвин равен одному градусу Цельсия: $1^\circ\text{C} = 1 \text{ K}$.

Из (2) и (3) следует закон зависимости давления газа от объема и температуры:

$$pV = NkT.$$

Так как $N = \frac{m}{M} N_A$, то $pV = (m/M)(N_A k)T$, или

$$pV = \frac{m}{M} RT, \quad (4)$$

где $R = kT = 8,31$ Дж/(моль·К) — универсальная газовая постоянная. Уравнение (4) называется уравнением Менделеева — Клапейрона.

Если в процессе изменения основных параметров газа (p, V, T) какой-либо один из них остается постоянным (изопробесс), то уравнение (4) принимает одну из следующих частных форм (масса газа постоянна).

Группа Б

41. Как изменилось бы давление внутри газа или жидкости, если бы силы притяжения между молекулами внезапно исчезли?

Решение.

Выделим мысленно внутри газа или жидкости два слоя I и II. Молекулы, проникая из слоя I в слой II вследствие теплового движения, сталкиваются с молекулами слоя II, в результате чего на этот слой действуют силы давления P_1 , зависящие от температуры. Силы притяжения действуют на слой II со стороны молекул слоя I в противоположном направлении. Результирующее давление слоя I на слой II

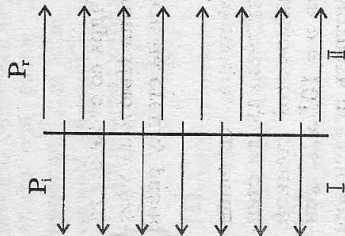


Рис. 5.15.

P_1 увеличивает давление.

42. Однако ли давление внутри газа и у стенки сосуда, содержащего газ?

Решение.

Выделим цилиндрический объем газа, прилегающий непосредственно к стенке. Силы, действующие на боковую поверхность цилиндра, взаимно уравновешиваются. Поскольку выделенный

объем находится в равновесии, то давление на газ со стороны стенки должно быть равно давлению на другую сторону цилиндра со стороны газа.

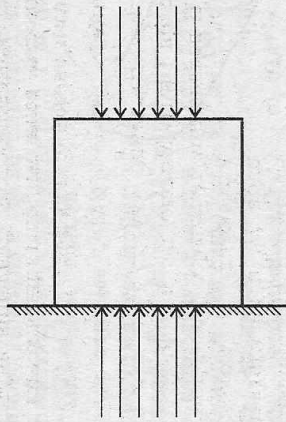


Рис. 5.16.

На основании третьего закона Ньютона можно заключить, что давление газа на стенку равно давлению внутри сосуда.

42а. На пути молекулярного пучка, состоящего из молекул кислорода, стоит зеркальная стенка. Найдите давление, испытываемое этой стенкой, если скорость молекул в пучке $v = 10^3$ м/с, концентрация $n = 10^{17}$ м⁻³. Рассмотреть следующие случаи:

- 1) скорость молекул перпендикулярна стенке;
- 2) стенка движется навстречу потоку со скоростью $v_{ст} = 500$ м/с;
- 3) скорость молекул направлена под углом 60° к неподвижной стенке.

Дано: $v = 10^3$ м/с;
 $n = 10^{17}$ м⁻³;
 $v_{ст} = 500$ м/с;
 $\alpha = 60^\circ$.

Найти: p — ?

б) Для каждого состояния каждого газа составить уравнение Менделеева — Клапейрона. Если дана смесь газов, то это уравнение следует записать для каждого компонента.

в) Записать дополнительные условия задачи и решить полученную систему уравнений относительно неизвестного параметра.

Если рассматривается движение сосуда с газом или жидкостью, то к уравнениям газового состояния следует добавить уравнения механики.

Примеры

Группа А

1. Вычислить массу молекулы кислорода.

Решение.

В одном моле любого вещества (твердого, жидкого, газообразного) содержится одно и то же число молекул (число Авогадро):

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

Если M — молярная масса, то масса одной молекулы

$$m_0 = \frac{M}{N_A}.$$

Для кислорода $M = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$. Значит, масса молекулы кислорода равна

$$m_0 = 5,3 \cdot 10^{-26} \text{ кг}.$$

2. За время $t = 10$ суток из стакана полностью испарилось $m = 100 \text{ г}$ воды. Сколько в среднем молекул вылетало с поверхности воды за 1 с?

404

Решение.

Пусть N — начальное число молекул в стакане. Тогда N/t — число молекул воды, вылетающих с поверхности за 1 с. Известно, что $N = \nu N_A$, где ν —

количество вещества воды в стакане. Так как масса воды m , то $\nu = \frac{m}{M}$, где $M = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ — молярная масса воды. Поэтому

$$n = \frac{MN_A}{Mt} = 4 \cdot 10^{18} \text{ с}^{-1}.$$

3. Найти среднюю квадратичную скорость и среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекул гелия при 27°C. Определить полную энергию всех молекул 100 г гелия.

Дано: $T = 300 \text{ К}$; $M = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$;

$$m = 0,1 \text{ кг}.$$

Найти: $\langle v \rangle$ — ? $\langle W_k \rangle$ — ? W — ?

Решение.

Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекулы определяется соотношением

$$\langle W_k \rangle = \frac{3}{2} kT.$$

Поэтому для любой молекулы при данной температуре $T = 300 \text{ К}$

$$\langle W_k \rangle = \frac{3}{2} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 = 6,2 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}.$$

С другой стороны,

$$\langle W_k \rangle = \frac{m_0}{2} \langle v^2 \rangle,$$

405

Если тело нагревается или охлаждается, то

$$\Delta U = mc\Delta T, \quad (3)$$

где c — удельная теплоемкость вещества тела массы m ; ΔT — изменение температуры тела.

Если происходит плавление или кристаллизация, то

$$\Delta U = \pm m\lambda, \quad (4)$$

где λ — удельная теплота плавления.

Если происходит процесс парообразования или конденсации, то

$$\Delta U = \pm mr, \quad (5)$$

где r — удельная теплота парообразования.

При полном сгорании топлива выделяется количество теплоты

$$Q = \Delta U = mq, \quad (6)$$

где q — удельная теплота сгорания топлива.

Если в изолированной системе не происходит никаких превращений энергии, кроме теплообмена, то количество теплоты, отданное охлаждающимся при этом телами, равно количеству теплоты, полученному телами, которые нагреваются. Суммарная внутренняя энергия системы при этом не меняется и уравнение (2) имеет вид:

$$\Delta U = \sum_{i=1}^n \Delta U_i = 0 \quad (7)$$

(уравнение теплового баланса).

Если изменение внутренней энергии тела происходит без теплообмена с окружающей средой за счет совершения механической работы, то из (1) следует, что

$$\Delta U = -A. \quad (8)$$

Энергетические потери учитываются коэффициентом полезного действия η , показывающего, какую часть затраченной энергии составляет полезная энергия.

Коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины равен

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1},$$

где Q_1 и Q_2 — соответственно количества теплоты, полученное и отданное холодильнику; T_1 и T_2 — соответственно температура нагревателя и холодильника.

Методические рекомендации

1. Теплообмен в изолированной системе. Такие задачи решаются на основании уравнения (7) с использованием соотношений (3) — (5).

- а) Установить, какие тела нагреваются, а какие остывают;
- б) выяснить, происходят ли в процессе теплообмена агрегатные превращения;
- в) для тел, внутренняя энергия которых уменьшается, записать суммарное ее уменьшение:

$$\sum_{i=1}^n \Delta U_i = Q_1 = \Delta U_1 + \Delta U_2 + \dots + \Delta U_n; \quad (9)$$

аналогично для тел, внутренняя энергия которых увеличивается, суммарное ее увеличение есть

$$\sum_{j=1}^m \Delta U_j = Q_2 = \Delta U'_1 + \Delta U'_2 + \dots + \Delta U'_k; \quad (10)$$

г) на основании (9) и (10) составить уравнение (7)

и решить его относительно неизвестной величины.
 2. Явления, связанные с превращением энергии из одного вида в другой. При решении таких задач используется уравнение (8).

- а) Убедиться, что отсутствует теплообмен ($Q = 0$);
- б) выяснить, совершает ли тело работу или работа совершается над ним;
- в) если задан к.п.д. процесса и при этом работа совершается за счет уменьшения внутренней энергии тела и часть ее идет на совершение телом работы, то уравнение (8) записывается в виде $\eta \Delta U = A$; если же внутренняя энергия увеличивается за счет работы, совершенной над телом, и часть ее идет на увеличение внутренней энергии, то уравнение (8) записывается в виде $\Delta U = \eta A$;

г) составив уравнение (8), подставить в него выражения для A и ΔU и найти искомую величину.

3. Процесс сообщения телу некоторого количества теплоты, за счет которой изменяется внутренняя энергия и совершается работа. Эти задачи решаются на основании формулы (1). В качестве тела, которому сообщается теплота, служит, как правило, идеальный газ, причем состояние его меняется либо изобарно ($p = const$), либо изохорно ($V = const$). В первом случае газ совершает работу $A = p(V_2 - V_1) = p\Delta V$. Во втором случае, поскольку $\Delta V = 0$, работа равна нулю. Количество теплоты в обоих случаях равно $Q = mc\Delta T$, причем $c = c_p$ в первом случае и $c = c_v$ — во втором. Следовательно, изменение внутренней энергии газа в изобарном процессе равно

$$\Delta U = mc_p \Delta T - p\Delta V,$$

в изохорном —

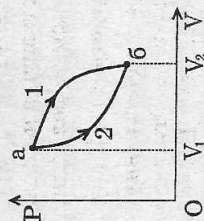
$$\Delta U = mc_v \Delta T.$$

Порядок решения задач этой группы не отличается от порядка решения задач первых двух групп.

Группа А

1. Некоторая масса газа переводится из состояния a в состояние b двумя различными способами: $a1b$ и $a2b$ (см. рис. 6.1.). В процессе каждого перехода газ совершает работу и происходит теплообмен. Сравнить работу, совершаемую газом в обоих переходах, изменение внутренней энергии газа, сообщенное газу количество теплоты и удельную теплоемкость.

Решение.



Изменение внутренней энергии ΔU газа в обоих процессах одинаково. В первом случае газ совершает работу A_1 , численно равную площади фигуры $V_1 a 1 b V_2$; во втором случае работа газа A_2 численно равна площади фигуры $V_1 a 2 b V_2$. Очевидно, что первая площадь больше второй, поэтому $A_1 > A_2$. Согласно первому началу термодинамики

$$Q = \Delta U + A. \tag{1}$$

Отсюда следует, что $Q_1 > Q_2$. Иначе говоря, в первом процессе к газу подведено большее количество теплоты, чем во втором.

По определению удельная теплоемкость газа

$$c = \frac{Q}{m\Delta T}, \tag{2}$$

Электрическое поле, создаваемое уединенным заряженным телом, обладает энергией

$$W = \frac{1}{2} q\phi = \frac{1}{2} C\phi^2 = \frac{q^2}{2C}, \quad (14)$$

где q , ϕ , и C — заряд, потенциал и электроемкость тела соответственно.

Для заряженного конденсатора эта формула имеет вид:

$$W = \frac{q\Delta\phi}{2} = \frac{C(\Delta\phi)^2}{2} = \frac{q^2}{2C}. \quad (15)$$

Методические указания

1. Задачи, связанные с полями, создаваемыми точечными зарядами. При этом используются формулы (1) — (9). Часто в условиях задачи присутствуют элементы механики.

Порядок решения:

а) Сделаем рисунок, расставим все силы, действующие на заряд в электрическом поле. Записать уравнения равновесия или динамики материальной точки.

б) Считая, что один заряд находится в поле других, выразить силы по формулам (1) или (3). Если вместо напряженности однородного электрического поля задана разность потенциалов между двумя фиксированными точками поля, то следует использовать соотношение (9). Если происходит перетекание зарядов, то добавляется уравнение закона сохранения заряда (2).

в) Если необходимо, добавить уравнения из других разделов физики и решить полученную систему уравнений относительно искомой величины.

2. Задачи, в которых рассматриваются поля, созданные протяженными телами. Их решения проводятся по формулам (9) — (15).

Если по условию задачи дано одно заряженное тело, то величины, характеризующие его электрические свойства, находятся по формулам (9) — (13). Если поле создано паром, заряженным с постоянной поверхностной плотностью, то для нахождения характеристик этого поля используют формулы (4) и (6), считая, что заряд шара сосредоточен в его центре. Для проводящего шара напряженность поля внутри него равна нулю, а потенциал повсюду одинаков, включая его поверхность.

Если в задаче идет речь о соединении двух изолированных заряженных шаров, соединяемых проводником с пренебрежительно малой электроемкостью, то перераспределение зарядов между ними происходит до выравнивания потенциалов шаров. Здесь используются формулы (10) и (11) с добавлением уравнения (2). Если необходимо разделить изменение энергий шаров в результате перераспределения зарядов, то используется одно из соотношений (14) в зависимости от заданных в условии задачи величин.

Рассматривая задачи, связанные с расчетами полей плоских конденсаторов, следует отметить, что эти поля с достаточной степенью точности могут считаться однородными. Если такой конденсатор зарядить от источника питания, а затем отключить от него, то при изменении его емкости, например, путем сближения или удаления пластин друг от друга, внесенная или удаленная диэлектрика, заряд на конденсаторе не меняется.

Если же конденсатор подключен к источнику

питания постоянно, при всех указанных изменениях емкости остается постоянной разность потенциалов между пластинами. Происходящие при этом изменения электрических параметров определяются с помощью формул (9), (12), (13), (15).

Если два заряженных конденсатора соединяются между собой, то при расчетах зарядов на пластинах, разности потенциалов между ними, изменения энергии системы до и после соединения надо пользоваться теми же правилами, что и при соединении заряженных шаров, применяя формулы (2), (12), (13) и (15).

Группа А

1. Два заряда $+1,66 \cdot 10^{-9}$ Кл и $+3,33 \cdot 10^{-9}$ Кл находятся на расстоянии 20 см друг от друга. Где следует поместить третий заряд, чтобы он оказался в равновесии?

Дано: $q_1 = 1,66 \cdot 10^{-9}$ Кл;
 $q_2 = 3,33 \cdot 10^{-9}$ Кл;
 $r = 0,2$ м.

Найти: r_1 — ?

Решение.

Очевидно, что точка, куда надо поместить третий заряд q (любого знака) лежит на линии, соединяющей заряды q_1 и q_2 . Для определенности положим $q > 0$. На него действуют кулоновские силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 со стороны за-

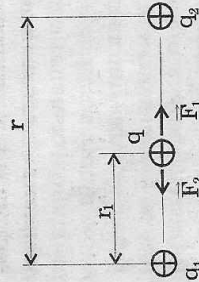


Рис. 8.1.

рядов q_1 и q_2 . Условие равновесия q имеет вид $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0$,

или в проекциях на линию, соединяющую q_1 и q_2 :

$$F_1 - F_2 = 0. \quad (1)$$

Согласно закону Кулона,

$$F_1 = \frac{qq_1}{4\pi\epsilon_0 \cdot r_1^2},$$

$$F_2 = \frac{qq_2}{4\pi\epsilon_0 (r - r_1)^2}.$$

Тогда из (1) получим

$$\frac{q_1}{r_1^2} = \frac{q_2}{(r - r_1)^2}.$$

Из этого соотношения находим

$$r_1 = \frac{\sqrt{q_1}}{\sqrt{q_1} + \sqrt{q_2}} r = 0,08 \text{ м.}$$

2. Два одинаковых маленьких шарика с зарядами $+1,2 \cdot 10^{-7}$ Кл и $-0,8 \cdot 10^{-7}$ Кл, находящиеся на расстоянии 4 см друг от друга, приведены в соприкосновение, а затем снова удалены на 4 см друг от друга. Найдём силы взаимодействия шариков до и после их соприкосновения, а также заряды шариков.

Дано: $q_1 = 1,2 \cdot 10^{-7}$ Кл; $q_2 = -0,8 \cdot 10^{-7}$ Кл;
 $r = 0,04$ м.

Найти: q' — ? F_1 — ? F_2 — ?

Решение.

До соприкосновения сила взаимодействия шариков равна

$$m = kq = kIt, \quad (8)$$

где k — электрохимический эквивалент вещества; I — сила тока; t — время его прохождения.
2. Электрохимический эквивалент вещества пропорционален его химическому эквиваленту:

$$k = \frac{1}{F} \frac{M}{n}, \quad (9)$$

где $F = 9,65 \cdot 10^5$ Кл/моль — постоянная Фарадея; M — молярная масса; n — валентность; $\frac{M}{n}$ — химический эквивалент.

Объединенный закон Фарадея:

$$m = \frac{1}{F} \frac{M}{n} It. \quad (10)$$

Методические рекомендации

1. Задачи на вычисление сопротивлений отдельных проводников и их соединений.

Если требуется вычислить сопротивление проводника из заданного в условии материала или заданных его размеров и массы, то используется формула сопротивления $R = \rho \frac{S}{l}$.

При нахождении общего сопротивления какого-либо контура, составленного из нескольких проводников, прежде всего надо установить, есть ли в нем соединенные последовательно или параллельно проводники или таких подключений нет. В первом случае решение основано на использовании формул (1) и (2). Во втором — необходимо использовать другие способы расчета.

Решение в последнем случае следует начинать

с анализа схемы и отыскания в ней проводников, соединенных параллельно или последовательно. Если таковые имеются, то, используя формулы (1) и (2), упрощают схему.

Если в контуре нет ни последовательно, ни параллельно соединенных проводников, то для вычисления общего сопротивления используют следующие свойства электрических цепей:

а) в любой электрической цепи точки с одинаковым потенциалом можно соединять и разрезать; распределение токов от этого не нарушается, так как между такими точками ток не течет;

б) работа по перемещению единичного заряда из одной точки однородной цепи в другую не зависит от сопротивлений проводников, по которым проходит заряд, а определяется только разностью потенциалов между этими точками.

$$\sum U_i = \sum R_i I_i = U_0,$$

где I_i, R_i — силы токов и сопротивления отдельных участков.

2. Задачи на вычисление силы тока, напряжения или сопротивления на участках цепи:

а) начертить схему и указать на ней все элементы цепи (резисторы, конденсаторы, источники тока);

б) установить, какие элементы цепи включены последовательно, какие — параллельно;

в) расставить токи и напряжения на каждом участке цепи и записать для каждой точки разветвления уравнения токов (сумма токов, приходящих к узлу, должна равняться сумме токов, выходящих из узла) и уравнения, связывающие напряжения на участках цепи;

г) использовать закон Ома (или формулу для на-

пряжения на участке с эдс), установить связь между токами и напряжениями (эдс); в итоге получить система уравнений, позволяющая определить искомую величину.

3. Задачи на работу, мощность и тепловое действие тока:

а) задачи на расчет электрической цепи, аналогичные рассмотренным выше; для их решения составляют те же формулы закона Ома и к ним добавляют формулы мощности (4) — (7);

б) задачи на тепловое действие тока; основной расчёта является закон Джоуля — Ленца (5а); если в уравнении закона Джоуля — Ленца окажутся два и более неизвестных, то к нему надо добавить формулы калориметрии и формулы для определения сопротивления цепи.

Формулы $A = IUt$ и $Q = I^2Rt$, определяющие работу сил поля и количество теплоты, выделяемой на участке цепи, можно применять независимо от того, есть ли на этом участке источник эдс или нет. Если источника нет, эти формулы более действительны, — работа сил поля целиком идет на увеличение внутренней энергии проводника. Если же участок содержит источник тока, то величины A и Q , рассчитанные по этим формулам, будут разные.

4. Задачи о превращении электрической энергии в механическую, внутреннюю и химическую при работе электромашин постоянного тока. Их решение основано на применении уравнения закона сохранения и превращения энергии: при движении электрических зарядов по замкнутой цепи за счет мощности, развиваемой источником, происходит увеличение внутренней энергии проводников, совершается механическая работа,

осуществляются химические реакции, сопутствующие току в жидкостях:

$$I\varepsilon = I^2R + N_{\text{в.к.}} + N_z$$

5. Задачи на электролиз следует начинать с составлений уравнений законов Фарадея (8) или (10). Если в условии задачи задан электрохимический эквивалент вещества, то проще использовать первый закон Фарадея (8), если же не указан, — то объединенный закон Фарадея (10). Если величины, входящие в формулы этих законов, заданы в неявном виде, то к ним добавляются вспомогательные формулы $I = \frac{q}{t}$ или $i = \frac{I}{S}$, связь массы с плотностью и объемом выделившегося вещества и т.д. В итоге получается система уравнений, решение которой позволяет связать заданные и искомые величины.

Примеры решения задач

Группа А

1. Параллельно расположенные квадратные пластинки присоединены к аккумулятору напряжением 600 В. Определить величину тока, проходящего через аккумулятор, если одна из пластин сдвигается относительно другой со скоростью 6 см/с. Стороны пластин равны 10 см, расстояние между ними 1 мм.

Дано: $U = 600 \text{ В}; d = 0,001 \text{ м};$
 $v = 6 \text{ см/с} = 0,06 \text{ м/с};$
 $b = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}.$

Найти: I — ?

ет правило Ленца: э.д.с. стремится препятствовать всякому изменению потока. Иными словами, направление наведенной э.д.с. всегда такое, что если бы ток пошел в направлении э.д.с., то он создал бы поток поля \vec{B} , препятствующий изменению поля, создающего эту э.д.с.

В частности, если ток в отдельной катушке (или в любом проводе) меняется, возникает обратная э.д.с. в цепи, которая стремится сохранить ток постоянным; э.д.с. противоположна току, когда ток увеличивается, и направлена по току, когда ток уменьшается:

$$\varepsilon_{с.н.} = -L \frac{dI}{dt},$$

где L — индуктивность контура.

Методические рекомендации

1. Задачи на расчет магнитных полей. Напомним, что силовой характеристикой магнитного поля является вектор магнитной индукции \vec{B} , направленный в каждой точке поля по касательной к линии магнитной индукции.

При решении задач этого типа необходимо:

- 1) сделать схематический рисунок, указав на нем проводник с током, создающий магнитное поле;
- 2) через данную точку провести линию магнитной индукции, определив ее направление с помощью правила правой руки;
- 3) изобразить вектор магнитной индукции \vec{B} как касательный вектор к линии магнитной индукции;
- 4) рассчитать модуль вектора магнитной индукции, используя формулы (4) — (6), в зависимости от источника поля;

5) если ищется \vec{B} поля, создаваемого несколькими источниками, необходимо использовать принцип суперпозиции полей:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n.$$

2. Задачи о силовом воздействии магнитного поля на проводники с током:

1) сделать рисунок, указав на нем контур с током и направление линий магнитной индукции поля; отметить углы между направлением \vec{B} и отдельными элементами контура;

2) используя правило левой руки, определить направление сил, действующих со стороны поля на каждый элемент контура, и изобразить векторы этих сил;

3) записать уравнение (2) или (8) и выразить из них искомую величину через заданные.

Если в задаче рассматривается равновесие проводника или контура с током в магнитном поле, то необходимо наряду с силами Ампера указать все прочие силы, приложенные к проводнику, а затем написать условие его равновесия

$\sum \vec{F} = 0$ или $\sum \vec{M} = 0$. Далее с помощью формул (7) и (8) раскрыть уравнение равновесия, подставив вместо F или M их выражения. В результате получается уравнение для определения искомой величины.

3. Задачи о движении заряженных частиц в электромагнитных полях:

- 1) сделать рисунок, указав на нем линии \vec{B} и \vec{E} , вектор начальной скорости частицы и ее знак;
- 2) разложить скорость на две составляющие — вдоль поля \vec{B} и перпендикулярно ему;
- 3) изобразить силы, действующие на заряженную частицу, обратив внимание на знак заряда

частицы, поскольку в одном случае надо пользоваться правилом левой руки, а в другом — правилом правой руки. Удобно силу Лоренца определять по направлению тока и пользоваться только правильными левыми руками; при движении положительных частиц направление тока совпадает с направлением их скорости, при движении отрицательных — ток противоположен их движению;

4) затем надо попытаться определить вид траектории частицы.

Силы, действующие на заряженную частицу, следует проецировать на направление \vec{B} и перпендикулярно ему и составить основное уравнение динамики для проекций на каждую из этих осей.

4. Задачи на закон электромагнитной индукции:

- 1) установить причины изменения магнитного потока, проходящего через контур, и определить, какая из величин B , S или α , входящая в выражение для Φ , изменяется во времени; затем написать основное уравнение закона индукции (11);

- 2) выражение для Φ надо представить в развернутом виде; например, выбрать два момента времени t_1 и t_2 , определив для каждого из них потоки Φ_1 и Φ_2 ; в зависимости от условия задачи изменение магнитного потока за время $\Delta t = t_2 - t_1$ будет равно

$$\Delta\Phi = (B_2 - B_1)S \cos\theta,$$

если изменяется индукция магнитного поля, либо

$$\Delta\Phi = B\Delta S \cos\theta,$$

где ΔS — изменение площади контура, либо

$$\Delta\Phi = BS(\cos\theta_2 - \cos\theta_1),$$

если меняется ориентация рамки в поле;

3) подставить выражение для $\Delta\Phi$ в общую формулу закона электромагнитной индукции $\mathcal{E}_{\text{инд}} = \Delta\Phi/\Delta t$ и, записав дополнительные условия, решить полученные уравнения совместно относительно искомой величины.

Группа А

1. Определить период обращения электрона и индукцию магнитного поля, создаваемого электроном в атоме водорода, полагая, что он движется вокруг ядра по круговой орбите радиусом $0,53 \cdot 10^{-10}$ м. Какой силе тока эквивалентен этот циркулирующий заряд?

- Дано: $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл;
 $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг;
 $R = 0,53 \cdot 10^{-10}$ м;
 $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м;
 $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Найти: T — ? B — ? I — ?

Решение.

На электрон в атоме со стороны ядра действует кулоновская сила притяжения

$$F = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 R^2},$$

удерживающая его на орбите. Согласно второму закону Ньютона, $F = ma$, где $a = v^2/R$ — центростремительное ускорение. Таким образом,

$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{mv^2}{R},$$

откуда находим скорость обращения электрона:

$$\Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta r}{\lambda}, \quad (9)$$

где λ — длина волны, $\Delta r = r_2 - r_1$ — разность расстояний этих точек от источника волны.

Методические указания

1. Задачи, требующие применения общих соотношений гармонических колебаний.

Главное внимание здесь следует уделить составлению уравнений типа (1). Для нахождения периода колебаний T , частот ν и ω , амплитуды A неважно, в какой форме задан закон колебания — в виде \sin или \cos . Если задано значение какого-либо колеблющегося параметра в момент $t = 0$, то форма записи может быть любой — \sin , \cos , $\exp(i\omega t + \varphi_0)$ для тех, кто знаком с комплексными числами, поскольку найденное значение φ_0 (начальной фазы) будет соответствовать той или иной форме записи. Значение же колеблющейся величины будет зависеть от формы записи закона гармонических колебаний. Поэтому, если в условии задана φ_0 , то должно быть указание на тригонометрическую функцию, в форме которой записывается закон колебаний.

Записав уравнение колебаний сообразно условию задачи и проведя его анализ, обычно можно без труда решить задачу, так как дальнейшие шаги сводятся к простым математическим выкладкам.

Если в задаче фигурирует скорость ν и ускорение a , то используются соотношения (2).

Если в задаче учитывается переход энергии из одного вида в другой, то, помимо соотношений гармонических процессов, следует использовать закон сохранения энергии (6).

2. Задачи о математических маятниках и маятниковых часах.

Они решаются на основании формул (4) и (5).

Отметим, что формула периода математического маятника в обычной форме $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ применима только тогда, когда точка подвеса маятника неподвижна относительно земли. Если точка подвеса маятника движется относительно земли с ускорением w , то сила натяжения нити сообщает маятнику ускорение $\ddot{a} = \ddot{g} + \ddot{w}$. Находя модуль a и подставив его в (4), получим формулу периода колебаний математического маятника с учетом ускорения точки его подвеса.

3. Задачи о волнах различной природы.

Как правило, приходится применять уравнения, (7), и (8), и (9).

Группа А

1. Материальная точка совершает колебания, при которых ее координата x изменяется во времени по закону

$$x(t) = 0,06 \cos 50\pi t. \quad (1)$$

Найти амплитуду, циклическую частоту, линейную частоту, период и начальную фазу колебаний. Вычислить смещение точки при фазе $\frac{\pi}{3}$ и максимальную величину скорости.

Решение.

Уравнение колебаний точки в общем виде:

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}, \quad (10)$$

причем $\omega L = Z_L$ — индуктивное сопротивление,

а $\frac{1}{\omega C} = Z_C$ — емкостное сопротивление.

Для цепи, изображенной на рис. 12.2. $\varepsilon = \varepsilon_0 \sin \omega t$, сила тока равна $I = I_0 \sin(\omega t - \varphi)$, где

$$I_0 = \frac{\varepsilon_0}{Z}, \quad (11)$$

$$\varphi = \operatorname{arctg} \frac{X}{R}. \quad (12)$$

Здесь величина

$$X = \omega L - \frac{1}{\omega C} = Z_L - Z_C \quad (13)$$

называется реактивным сопротивлением и определяет разность фаз между током и напряжением. Среднее за период значение мощности переменного тока

$$P = I_{\text{эф}} \varepsilon_{\text{эф}} \cos \varphi. \quad (14)$$

Количество теплоты Q , выделившееся на участке с активным сопротивлением R за время t равно

$$Q = I_{\text{эф}}^2 R t = \frac{U_{\text{эф}}^2}{R} t. \quad (15)$$

Как показывается в теории Максвелла, основой которого являются уравнения его же имени,

переменное магнитное поле обуславливает возникновение электрического поля, которое, в свою очередь, вызывает появление магнитного поля и т.д. Процесс распространяется в пространстве, причем независимо от наличия в нем среды, т.е. он имеет характер электромагнитной волны. Векторы \vec{E} и \vec{B} в такой волне перпендикулярны друг другу и направлению распространения, иными словами, электромагнитная волна — поперечная. Скорость этих волн в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с, а в среде — $v = c \sqrt{\varepsilon \mu}$, где ε и μ — диэлектрическая и магнитная проницаемости среды.

Закон изменения компонентов электромагнитной волны в пространстве и времени таков:

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right),$$

$$\vec{B} = \vec{B}_0 \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right).$$

Электрическая волна обладает энергией и импульсом, в силу чего она оказывает давление на тела.

Электромагнитные волны интерферируют между собой, а также обладают свойствами дифракции и поляризации.

Методические рекомендации

Помимо трех типов задач, имеющих общий характер для всех колебательных процессов и описанных в предыдущей главе, в теории электромагнитных колебаний необходимо выделить задачи о переменном токе и задачи о трансформаторах. В задачах первого типа используются

формулы (1) — (13). При решении задач на расчет цепей переменного тока следует учитывать, помимо активного сопротивления R , индуктивное и емкостное сопротивление ωL и $\frac{1}{\omega C}$. Кроме того, в цепях переменного тока существует сдвиг фаз, между током и напряжением, рассчитываемый по формуле (12). Основной расчёта, как и в цепях постоянного тока, является закон Ома $I = \frac{\varepsilon}{Z}$.

При решении задач на мощность переменного тока и его тепловые действия, необходимо пользоваться формулами (14) и (15). Обычно этих формул в совокупности с соотношениями (7) — (9) и (12) достаточно для отыскания неизвестных величин. Если же в рассматриваемых в задаче условиях происходит превращение электрической энергии в механическую или внутреннюю, то к основным формулам следует добавить уравнения механики и калориметрии.

При решении задач о трансформаторах основными являются формулы для коэффициента трансформации $k = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}$ (где n_1 и n_2 — числа витков в первичной и вторичной обмотках, ε_1 и ε_2 — эдс самоиндукции в них), и к.п.д. трансформатора $\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%$ (где P_1 и P_2 — мощности, подводимая к первой обмотке и отдаваемая потребителю вторичной обмоткой соответственно). Если по условию задачи активное сопротивление

обмоток трансформатора пренебрежимо мало, то напряжение на зажимах обмоток трансформатора U_1 и U_2 мало отличается от эдс самоиндукции в них, и

$$k = \frac{n_2}{n_1} = \frac{U_2}{U_1}.$$

Группа А

1. Какую необходимо взять емкость в колебательном контуре, чтобы при индуктивности 250 мГн можно было бы его настроить на звуковую частоту 500 Гц ? Сопротивление контура считать равным нулю.

Дано: $L = 0,25 \text{ Гн};$
 $\nu = 500 \text{ Гц}.$

Найти: C — ?

Решение.

Из формулы периода колебаний контура

$$T = 2\pi \sqrt{LC}$$

определим емкость

$$C = \frac{T^2}{4\pi^2 L}.$$

Поскольку $T = \frac{1}{\nu}$, то

$$C = \frac{1}{4\pi^2 L \nu^2} = 0,4 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}.$$

2. На какую длину волны настроен колебательный контур, если он состоит из катушки с индуктивностью $L = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$ и плоского конденсатора? Расстояние между пластинами кон-

Если отражающая поверхность представляет собой часть шаровой поверхности, то такое зеркало называется сферическим (рис. 13.2.). Центр шара (точка C) называют оптическим центром зеркала, его радиус — радиусом зеркала. Вершина шарового сегмента O называется полюсом зеркала. Угол α — апертура зеркала. Прямая, проходящая через оптический центр и полюс зеркала, называется главной оптической осью. Всякая другая прямая, проходящая через оптический центр, называется побочной оптической осью зеркала.

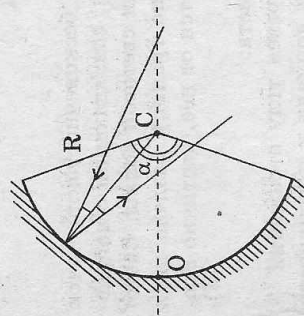


Рис. 13.2.

Если на вогнутое зеркало падает параллельный пучок лучей, то после отражения все лучи пересекаются в одной точке, которая называется фокусом зеркала. Расстояние от фокуса до зеркала называется фокусным расстоянием.

Фокусное расстояние F зеркала радиуса R равно $F = R/2$.

Если светящаяся точка находится на расстоянии d от зеркала и ее изображение получается на расстоянии f от него, то

$$\frac{1}{F} = \frac{2}{R} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}. \quad (1)$$

Здесь $F > 0$ всегда для вогнутого зеркала, $f > 0$,

$d > 0$ — если точки действительные, и $f < 0$, $d < 0$ — если точки мнимые.

Если l , l_0 — расстояния от изображения и предмета до фокуса зеркала, то формула зеркала такова:

$$F^2 = \frac{R^2}{4} = l_0 l. \quad (2)$$

Если предмет высотой H_0 расположен перпендикулярно главной оптической оси, а высота его изображения равна H , то линейное увеличение (уменьшение предмета), даваемое зеркалом, равно:

$$\Gamma = \frac{H}{H_0} = \frac{f}{d} = \frac{F}{d - F}. \quad (3)$$

Выпуклые сферические зеркала имеют следующие свойства. Если на такое зеркало падает параллельный пучок лучей, то после отражения лучи расходятся и идут так, что их продолжения пересекаются в одной точке, называемой фокусом. Фокусы выпуклого зеркала мнимые. Формула выпуклого зеркала:

$$-\frac{1}{F} = -\frac{2}{R} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}. \quad (4)$$

Левая часть (4) всегда отрицательна. В правой части члены берутся со знаками «плюс» или «минус» в зависимости от того, являются изображение или предмет действительными или мнимыми. Для выпуклого зеркала справедлива формула (2).

Формула увеличения:

$$\Gamma = \frac{H}{H_0} = \frac{f}{d} = \frac{F}{d + F}.$$

Методические рекомендации

1. Задачи о плоском, вогнутом и выпуклом зеркалах.
 - а) Сделать чертёж, изобразив зеркало, его главную оптическую ось, фокус и центр, а также предмет, изображение которого требуется найти.
 - б) Построить изображение предмета. Для этого обычно достаточно найти изображение двух его крайних точек. Изображение точек предмета строят при помощи двух характерных лучей: — луч, идущий от точки предмета параллельно какой-либо оптической оси; после отражения он проходит через фокус, лежащий на этой оси; — луч, проходящий через оптический центр зеркала; после отражения он идет по тому же направлению назад.

Ход отраженного луча, падающего под произвольным углом на сферическое зеркало, можно определить и с помощью побочной оптической оси. Для этого параллельно падающему лучу надо начертить побочную оптическую ось, найти на ней побочный фокус (точку пересечения фокальной поверхности с осью) и через него провести отраженный луч.

в) Записать расчетные уравнения на основе формулы зеркала и формулы увеличения. Особое внимание следует уделить знакам перед d , f и F , о чем говорилось выше.

г) Решить полученные уравнения относительно искомой величины.

2. Задачи на построение и расчет систем зеркал. Здесь все расчеты и построения основываются на том, что, в силу обратимости хода лучей,

370

изображение, даваемое первым зеркалом, нужно рассматривать как предмет для второго, изображение, даваемое вторым, — как предмет для первого. Следует при этом учитывать, что промежуточный предмет — изображение для следующего зеркала — может быть как действительным, (в формулах зеркала d следует брать со знаком «+»), так и мнимым (d — со знаком «-»).

В остальном задачи такого типа принципиально не отличаются от задач с одним зеркалом.

Группа А

1. Луч света, отраженный от плоского зеркала, падает перпендикулярно на плоский экран, удаленный на $l = 8$ м от зеркала. На какое расстояние переместится световой зайчик на экране, если повернуть зеркало на угол $\varphi = 20^\circ$ вокруг оси, лежащей в плоскости зеркала и перпендикулярной к плоскости, в которой находится падающий и отраженный лучи?

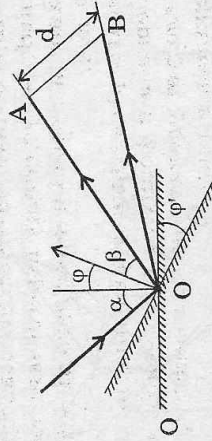


Рис. 13.3.

Решение.

При повороте зеркала на угол φ отраженный луч повернется на угол β (см. рис. 13.3.). Тогда

371

микроскопа; F_1 — фокусное расстояние объектива; F_2 — фокусное расстояние окуляра; d_0 — расстояние от мнимого изображения предмета до глаза наблюдателя. Расстояние L между окуляром и объективом (длина тубуса микроскопа):

$$L = d - F_1 + \frac{F_2 d_0}{d_0 + F_2}.$$

Если L , F_1 и F_2 известны, то (для нормально-го глаза) увеличение микроскопа

$$\Gamma \approx \frac{L d_0}{F_1 F_2}.$$

Методические рекомендации

1. Задачи о преломлении света на границе раздела двух сред.

а) Сделать чертеж, изобразив ход лучей, падающих из одной среды в другую. В точке падения луча на границу раздела прорисовать нормаль, отметить углы падения и преломления, учитывая при этом, в более какую среду, или менее оптически плотную переходит луч.

б) Записать закон преломления для каждого перехода луча из одной среды в другую, записать вспомогательные соотношения, связывающие углы и расстояния, исходя из геометрии задачи.

в) Решить полученную систему уравнений и найти неизвестные величины.

2. Задачи на построение и расчет изображений в одиночных линзах.

а) Сделать чертеж, отметив типичные точки линзы — фокус F и двойной фокус $2F$, расстояния от линзы до предметов.

б) Построить изображение предмета. Для этого удобнее брать характерные лучи, упоминавшиеся в предыдущем разделе: параллельные главной оптической оси и лучи, проходящие через оптический центр линзы.

Чтобы определить ход лучей из точек, расположенных на главной оптической оси, используются побочные оптические оси. Такую ось проводят через оптический центр линзы параллельно интересующему нас лучу и находят точку пересечения этой оси с фокальной плоскостью. Это и будет побочный фокус, в который и попадет после преломления преломленный луч.

в) Записав формулы фигурирующих в задаче линз и добавив к ним при необходимости формулу (*) (см. выше), решают полученную систему уравнений.

3. Оптические системы.

3.1. Оптические системы, состоящие из сложенных вплотную линз.

Сначала находят фокусное расстояние двух линз, сложенных вместе; если их фокусные расстояния равны F_1 и F_2 , то фокусное расстояние такой системы F связано с ними формулой

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2}, \text{ или } D = D_1 + D_2.$$

Если F найдено, то дальнейшее решение задачи такое же, как и для одиночной линзы.

3.2. Оптические системы, состоящие из нескольких отстоящих друг от друга линз.

а) Сделать рисунок, отметить линзы, их характерные точки, предмет и заданные расстояния.

б) Построить изображение предмета в первой линзе, игнорируя остальные.

в) Используя формулу линзы и формулу увеличения (если необходимо), найти расстояние от изображения до первой и второй линз. При этом следует сразу же вычислять значения этих расстояний, что позволит судить о расположении этого изображения относительно второй линзы.

г) Считая первое изображение предметом для второй линзы, аналогичным образом находят положение и размер второго изображения. При необходимости процедура повторяется нужное число раз.

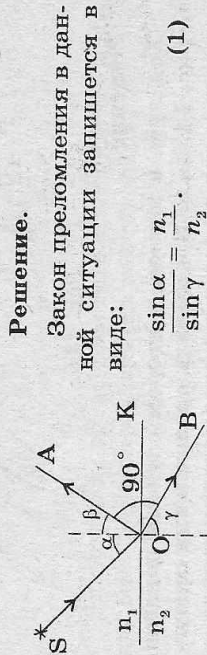
Если на вторую линзу лучи падают расходящимся пучком, то изображение точки нужно рассматривать как действительный предмет для второй линзы, а если на нее падает сходящийся пучок — то как мнимый предмет. Важен выбор знаков перед d и f . Если при составлении формулы знаки были учтены, то при расчетах в полученных соотношениях следует подставлять модули входящих в них величин.

3.3. Оптические системы, состоящие из линзы и зеркала. В них преобразование света происходит трижды, причем независимо от того, состоят ли они из сложных объектов или отстоящих друг от друга на некоторое расстояние. Ход лучей здесь таков: источник \rightarrow линза; преломление в ней \rightarrow зеркало; отражение в нем \rightarrow линза; второе преломление \rightarrow окончательное изображение. Изображение может быть действительным и мнимым. Порядок расчета в таких системах такой же, как и в системах, составленных только из линз.

Группа А

1. Луч света падает на границу раздела двух сред под углом 32° . Абсолютный показатель преломления первой среды равен 2,4. Преломленный луч перпендикулярен отраженному. Каков абсолютный показатель преломления второй среды?

Дано: $\alpha = 32^\circ$; $n_1 = 2,4$; $OA \perp OB$.
Найти: n_2 — ?



Решение.

Закон преломления в данной ситуации запишется в виде:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_1}{n_2} \quad (1)$$

Из рисунка видно, что $\angle KOB = \beta$, $\angle KOA = \gamma$ (как углы с соответственно перпендикулярными сторонами). Поскольку по закону отражения $\alpha = \beta$, а $\angle KOB + \angle KOA = 90^\circ$ (по условию), то $\alpha + \gamma = 90^\circ$.

Совместное решение (1) и (2) дает

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{\sin \alpha}{\sin(90^\circ - \alpha)} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \text{tg } \alpha = \frac{n_2}{n_1},$$

откуда

$$n_2 = n_1 \text{tg } \alpha = 1,5.$$

2. Световой луч падает под углом $\alpha = 30^\circ$ на плоскопараллельную стеклянную пластинку толщиной $d = 10$ см. Определить смещение луча пла-

1) Сила фототока насыщения тем больше, чем больше падающих на катод световой поток. С увеличением падающего потока возрастает количество электронов, покидающих катод.

2) Максимальная начальная скорость фотоэлектронов определяется частотой света и не зависит от его интенсивности.

Фотоэффект имеет место, если длина волны падающего излучения $\lambda < \lambda_{кр}$, где $\lambda_{кр}$ — так называемая красная граница фотоэффекта, зависящая от металла.

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A + m_e v^2 / 2,$$

где A — работа выхода электрона из металла; $\frac{mv^2}{2}$ — максимальная кинетическая энергия вылетающего электрона.

Эффект Комптона также свидетельствует о квантовых свойствах света и заключается в увеличении длины волны электромагнитного излучения при его рассеянии на свободных электронах:

$$\Delta\lambda = \frac{2h}{m_e c} \sin^2 \theta = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \theta) = \lambda_c (1 - \cos \theta),$$

Здесь $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$; λ, λ' — длины волн падающего и рассеянного излучений; m_e — масса покоя электрона; θ — угол рассеяния; $\lambda = h/m_e c = 0,0024$ н.м — комптоновская длина волны.

Методические рекомендации

Задачи на квантовые свойства света в основном сводятся к нахождению массы, импульса и энергии фотонов, а также к расчетам, связанным с фотоэлектрическим эффектом и эффектом Комптона.

В задачах на фотоэффект используется уравнение Эйнштейна, имеющее смысл закона сохранения энергии при фотоэффекте. Если фотоэлектроны задерживаются тормозящим электрическим полем, то, согласно теореме об изменении кинетической энергии, максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона равна работе сил поля: $\frac{mv^2}{2} = eU$. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта тогда будет иметь вид:

$$h\nu = A + eU.$$

Эффект Комптона в квантовой физике рассматривается как упругое столкновение фотона с покоящимся электроном, при котором сохраняются энергия и импульс. Фотон передает электрону часть своей энергии и импульса, изменяя направление своего движения, то есть рассеивается. Уменьшение энергии фотона в соответствии с формулой $\epsilon = h\nu$ означает уменьшение его частоты, или увеличение длины волны.

Примеры решения задач

Группа А

1. Определить величину кванта энергии, соответствующего длине волны 1 мк.

$E_n - E_m = h\nu_{nm}$.
 Это обстоятельство представляет собой второй постулат Бора.

Радиусы боровских орбит определяются правилом квантования:

$$m_e v_n r_n = h \cdot, \quad (1)$$

где m_e — масса электрона; v_n — его скорость на n -й орбите радиуса r_n ; $n = 1, 2, 3, \dots$; $h = h/2\pi$ — постоянная Планка.

Ядро атома состоит из протонов и нейтронов. Энергия связи ядра $E_{св} = c^2 \Delta M$, где

$$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M_a \quad (2)$$

— дефект массы. Здесь Z — число протонов в ядре; N — число нейтронов; $N = A - Z$; m_p, m_n — массы протона и нейтрона, M_a — масса ядра.

Поскольку в таблицах изотопов даются, как правило, массы нейтральных атомов, а не ядер, то формулу (1) следует преобразовать таким образом, чтобы в нее вошла не масса ядра M_a , а масса атома M_a . Учтя, что $M_a = M_a - Zm_e$, запишем (1) в виде:

$$\Delta M = Zm_p + Nm_n - (M_a - Zm_e) = Z(m_p + m_e) + Nm_n - M_a.$$

Так как $m_p + m_e = M_{1H}$, где M_{1H} — масса атома водорода, то:

$$\Delta M = ZM_{1H} + (A - Z)m_n - M_a.$$

Энергетический эквивалент атомной единицы массы

$$(1 \text{ а.е.м.}) c^2 = 931,5 \text{ МэВ}.$$

Энергия связи ядра в МэВ

$$E_{св} = [Zm_p + (A - Z)m_n - M_a] \cdot 931,5,$$

причем здесь m_p, m_n и M_a выражены в а.е.м. (напомним, что $1 \text{ а.е.м.} = 1,66053 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$, а $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$).

Энергетический выход ядерной реакции

$$Q = (\Sigma M_1 - \Sigma M_2) c^2,$$

где $\Sigma M_1, \Sigma M_2$ — сумма масс покоя ядер и частиц до и после реакции соответственно. Если $\Sigma M_1 > \Sigma M_2$, то энергия Q выделяется, если $\Sigma M_1 < \Sigma M_2$, то поглощается.

Примеры решения задач

1. Вычислить скорость движения электрона на первой боровской орбите атома водорода ($r = 0,53 \text{ \AA}$).

Дано: $r = 0,53 \text{ \AA}$.

Найти: v_1 — ?

Решение.

Сила F электрического взаимодействия электрона с ядром атома определяется согласно закону Кулона $F = (1 / 4\pi\epsilon_0) e^2 / r^2$. Эта сила должна быть равна центростремительной силе, удерживающей электрон на круговой орбите радиусом r :

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

где r_1 — радиус первой орбиты, v_1 — линейная скорость электрона.

Из (1) получаем:

**Мониторинг результативности
спецкурса
«Методы решения физических задач».
10-11 класс.**

Учащиеся, посещающие спецкурс, повышают качество знаний по предмету, что способствует успешной сдаче ЕГЭ, ставят исследовательские задачи и решают их доступными средствами, представляют полученные результаты (создание проекта, алгоритма решения задачи), систематизируют знания, успешно участвуют в олимпиадах, дистанционных конкурсах, проектах, НПК разного уровня.

- **Повышение среднего балла по ЕГЭ.**

| Предмет | | | | | |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Учебный год | 2015-2016 | 2016-2017 | 2017-2018 | 2018-2019 | 2019-2020 |
| Количество обучающихся | 50 | 46 | 40 | - | - |
| Количество участников ГИА | 23 | 18 | 6 | - | - |
| Успеваемость | 100 | 100 | 100 | - | - |
| Качество | - | - | - | - | - |
| Средний балл | 52 | 61 | 67 | - | - |
| Средний балл по м/о | 46.8 | 49.6 | 49.6 | - | - |
| Средний балл по Иркутской области | 46 | 48.9 | 47.9 | - | - |

- **Участие в предметных олимпиадах**

| Учебный год | Название и уровень мероприятия | Фамилия, имя, класс | Уровень результата | Учредитель мероприятия |
|-------------|--|--------------------------------|--------------------------|--|
| 2015-2016 | Общероссийская предметная олимпиада «Олимпус. Осенняя сессия по физике 2015», всероссийский уровень. | Игнатова Валерия, 9Б класс. | Призер - диплом лауреата | Общество с ограниченной ответственностью «Олимпус», г. Калининград |
| | | Ануфриева Дарья, 9Б класс. | Диплом лауреата | |
| | | Крупина Валерия, 9А класс. | Диплом лауреата | |
| | | Аникеева-Борн Олеся, 9Б класс. | Диплом лауреата | |
| | | Иванова Александра, 9А класс. | Диплом лауреата | |
| | Открытая межвузовская олимпиада школьников «Будущее Сибири», 1 тур, региональный уровень. | Сысоев Александр, 9А класс. | Призер | Иркутский национальный исследовательский технический университет |
| | | Снегерева Михаил, 8Б класс. | Призер | |

| | | | | |
|---|--|------------------------------|--|--|
| | III региональная олимпиада школьников по авиации в Иркутском филиале МГТУ ГА, региональный уровень. | Белов Евгений, 11Б класс. | Победитель - 1 место | Иркутский филиал Московского государственного технического университета гражданской авиации. |
| | | Майорова Олеся, 11Б класс. | Победитель - 1 место | |
| | | Коган Вероника, 11Б класс. | Лауреат - 3 место | |
| | | Команда МБОУ «Гимназия №1». | Победитель - 1 место | |
| | | Команда МБОУ «Гимназия №1» | Призер - 2 место | |
| Региональный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике, региональный уровень. | Снегеров Михаил, 8Б класс. | Участник | Министерства образования и науки Российской Федерации. | |
| | Попов Давид, 9Б класс. | Участник | | |
| | Брагин Илья, 7А класс. | Участник | | |
| Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике, муниципальный уровень. | Попов Давид, 9Б класс. | Грамота победителя | Министерства образования и науки Российской Федерации. | |
| | Шинкевич Полина, 10Б класс. | Призер | | |
| | Занозин Павел, 10Б класс. | Призер | | |
| | Снегеров Михаил, 8 Б класс. | Призер | | |
| | Брагин Илья, 7А класс. | Призер | | |
| | Попов Давид, 9Б класс. | Участник | | |
| 2016-2017 | Международная игра - конкурс «Гелиантус-естествознание для старшеклассников», международный уровень. | Любимов Данил, 11Б класс. | Призер | Центр дополнительного образования, г. Киров. |
| | | | | |
| | Общероссийская предметная олимпиада «Олимпус» (осенняя сессия) (физика), всероссийский уровень. | Снегеров Михаил, 9Б класс. | Призер - диплом лауреата | Общество с ограниченной ответственностью «Олимпус», г. Калининград. |
| | | Чертовских Даниил, 9Б класс. | Диплом лауреата | |
| | | Самошкин Алексей, 9Б класс. | Диплом лауреата | |
| | | Зырянова Любовь, 9Б класс. | Диплом лауреата | |
| | | Агаева Сабина, 9А класс. | Диплом лауреата | |
| | Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда», 1 тур, региональный уровень. | Андриянов Роман, 10А класс. | Призер | Иркутский национальный исследовательский технический университет |
| | IV региональная | Иванова Александра, 10А | Победитель - 1 | Иркутский |

| | | | | |
|-----------|--|---------------------------------------|-------------------------|--|
| | олимпиада школьников по авиации в рамках «Дня науки», региональный уровень. | класс. | место | филиал Московского государственного технического университета гражданской авиации. |
| | | Шишкин Владислав, 11Б класс. | Призер - 2 место | |
| | | Вахрушева Дарья, 11Б класс. | Призер - 2 место | |
| | | Перфильева Анастасия, 11Б класс. | Лауреат - 3 место | |
| | | Команда МБОУ «Гимназия №1», 11 класс. | Призер - 2 место | |
| | Региональный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике, региональный уровень. | Снегеров Михаил, 9Б класс. | Участник | Министерства образования и науки Российской Федерации. |
| | | Перминова Мария, 7Б класс. | Призер | |
| | | Снегеров Михаил, 9Б класс. | Призер | |
| | Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике, муниципальный уровень. | Иванова Александра, 10А класс. | Призер | Министерства образования и науки Российской Федерации. |
| | | Перминова Мария, 7Б класс. | Призер | |
| | | Снегеров Михаил, 9Б класс. | Призер | |
| 2017-2018 | Международный молодежный предметный чемпионат по физике, всероссийский уровень.. | Кудыкин Никита, 10Б класс | 3 место в регионе. | Центр развития одаренности, г. Пермь. |
| | | Сысоев Александр, 11А класс. | 1 место в регионе. | |
| | | Иванова Александра, 11А класс. | 2 место в регионе. | |
| | | Шашель Полина, 11А класс. | 3 место в регионе. | |
| | Международная игра-конкурс «Гелиантус-естествознание для старшеклассников», международный уровень. | Бухарова Софья, 9Б класс | Призер диплом 3 степени | Центр дополнительного образования, г. Киров. |
| | | Крюкова Валерия, 9Б класс. | Призер диплом 3 степени | |
| | | Шашель Полина, 11А класс. | Призер диплом 3 степени | |
| | | Андрианов Роман, 11А класс. | Призер диплом 3 степени | |
| | Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда», 1 тур, региональный уровень. | Иванова Александра, 11А класс | Призер | Иркутский национальный исследовательский технический университет . |
| | | Артеменко Софья, 8Б класс. | Призер | |
| | | Комарова Елизавета, 8Б класс. | Призер | |
| | Открытая | Андрианов Роман, 11А класс. | Призер | Иркутский |

| | | | | | |
|---|--|---|---|--|--|
| | межвузовская олимпиада школьников «Будущее Сибири» по физике 1 тур, региональный уровень. | Шашель Полина, 11А класс. | Призер | национальный исследовательский технический университет | |
| | | Артеменко Софья, 8Б класс. | Призер | | |
| | | Шестопалов Егор, 8Б класс. | Призер | | |
| | | Снегеров Михаил, 10Б класс. | Призер | | |
| | Региональная олимпиада школьников в рамках дня науки «Тенденция и инновация в современном мире», региональный уровень. | Чертовских Данил, 10Б класс. | Призер | Иркутский филиал Московского государственного технического университета гражданской авиации. | |
| | | Иванова Александра, 11А класс. | Диплом, 1 место | | |
| | | Андрианов Роман, 11А класс. | Диплом, 1 место | | |
| | | Шашель Полина, 11А класс. | Диплом, 2 место | | |
| | Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике, муниципальный уровень. | Сысоев Александр, 11А класс. | Диплом, 3 место | Министерства образования и науки Российской Федерации. | |
| | | Артеменко Софья, 8Б класс. | Победитель | | |
| | | Коробова Алена, 7Б класс. | Призер | | |
| | 2018-2019 | Региональный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике, региональный уровень. | Брагин Илья, 9Б класс. | Призер | Министерства образования и науки Российской Федерации. |
| | | | | | |
| Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике, муниципальный уровень. | | Снегеров Михаил, 9Б класс. | Участник | Министерства образования и науки Российской Федерации. | |
| | | Селезнева Екатерина, 8Б класс. | Участник | | |
| | | Баряхтенко Алена, 7Б класс | Призер | | |
| Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике, муниципальный уровень. | Селезнева Екатерина, 8Б класс. | Победитель | Министерства образования и науки Российской Федерации | | |
| | Коробова Алена, 8Б класс. | Призер | | | |
| | Артеменко Софья, 9Б класс. | Победитель | | | |
| | Перминова Мария, 9Б класс. | Призер | | | |
| 2019 - 2020 | Региональный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике, региональный уровень. | Селезнева Екатерина, 9Б класс. | Участник | Министерства образования и науки Российской Федерации | |
| | | Глушков Максим | Участник | | |
| | Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике, муниципальный уровень. | Селезнева Екатерина, 9Б класс. | Победитель | Министерства образования и науки Российской Федерации | |
| | | Глушков Максим | Призер | | |
| | Открытая межвузовская олимпиада школьников «Будущее Сибири» по физике 1 тур, региональный уровень. | Злыднева Елена | Победитель | Иркутский национальный исследовательский технический университет | |