



Ю. В. Казакова
**ПОУРОЧНЫЕ
РАЗРАБОТКИ**

9

Ф
З
М
И
К
А

Ю. В. Казакова

ФИЗИКА

ПОУРОЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ

9 класс

Учебное пособие для
общеобразовательных организаций

Москва «Просвещение» 2017

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22
К14

16 +

Казакова Ю. В.

К14 Физика. Поурочные разработки. 9 класс : учеб. пособие для общеобразоват. организаций / Ю. В. Казакова. — М. : Просвещение, 2017. — 127 с. : ил. — ISBN 978-5-09-045149-9.

Данное пособие, предназначенное для учителей, — один из элементов предметной линии УМК по физике «Архимед». Оно поможет в достижении образовательных результатов (личностных, метапредметных и предметных) по физике в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования.

Пособие содержит разработки уроков физики, направленные на развитие у учащихся познавательного интереса, интеллектуальных, информационных и практических умений. Структура пособия соответствует тематической структуре учебника для 9 класса линии «Архимед».

Предлагаемые в пособии задания универсальны и могут быть использованы учителями, работающими по учебникам для 9 класса других авторов.

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22

ISBN 978-5-09-045149-9

© Издательство «Просвещение», 2017
© Художественное оформление
Издательство «Просвещение», 2017
Все права защищены

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
Примерное тематическое планирование	6
ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРИРОДЫ.....	7
Урок 1. Методы научного познания	—
ЗАКОНЫ МЕХАНИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ.....	10
Урок 2. Основные понятия кинематики	—
Урок 3. Перемещение. Проекция вектора перемещения.....	13
Урок 4. Равномерное прямолинейное движение	15
Урок 5. Решение задач	17
Урок 6. Равноускоренное движение. Ускорение	18
Урок 7. Путь при равноускоренном движении.....	21
Урок 8. Решение задач	24
Урок 9. Лабораторная работа 1. Измерение ускорения тела	25
Урок 10. Свободное падение.....	26
Урок 11. Свободное падение.....	29
Лабораторная работа 2. Измерение ускорения свободного паде- ния	—
Урок 12. Равномерное движение по окружности	30
Урок 13. Равномерное движение по окружности (решение задач)	33
Лабораторная работа 3. Определение центростремительного уско- рения	—
Урок 14. Относительность механического движения	34
Урок 15. Подготовка к контрольной работе.....	36
Урок 16. Контрольная работа 1. Кинематика	37
Урок 17. Первый закон Ньютона	—
Урок 18. Масса. Сила.....	40
Урок 19. Второй закон Ньютона	42
Урок 20. Решение задач	44
Урок 21. Сложение сил	45
Лабораторная работа 4. Сложение сил, направленных под углом	46
Урок 22. Третий закон Ньютона	—
Лабораторная работа 5. Измерение сил взаимодействия двух тел	48
Урок 23. Закон всемирного тяготения	49
Урок 24. Движение тел под действием силы тяжести	51
Урок 25. Вес тела. Невесомость. Перегрузки.....	54
Урок 26. Подготовка к контрольной работе.....	58
Урок 27. Контрольная работа 2. Законы Ньютона	—
ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ.....	59
Урок 28. Импульс тела. Импульс силы.....	—
Урок 29. Закон сохранения импульса	60
Урок 30. Реактивное движение	63
Урок 31. Кинетическая энергия	66
Урок 32. Работа.....	68
Урок 33. Лабораторная работа 6. Определение кинетической энергии тела и скорости тела по длине тормозного пути.....	70
Урок 34. Потенциальная энергия гравитационного притяжения тел.....	—
Лабораторная работа 7. Измерение потенциальной энергии тела	72

Урок 35.	Потенциальная энергия при упругой деформации тел.....	72
	Лабораторная работа 8. Измерение потенциальной энергии упруго деформированной пружины	73
Урок 36.	Превращения потенциальной и кинетической энергии при колебаниях груза на пружине	74
	Лабораторная работа 9. Исследование колебаний груза на пружине	75
Урок 37.	Закон сохранения механической энергии	—
Урок 38.	Лабораторная работа 10. Исследование превращений механической энергии	76
Урок 39.	Решение задач	77
Урок 40.	Закон сохранения энергии в тепловых процессах	79
Урок 41.	Урок-семинар по теме «Принцип работы тепловых машин»	81
Урок 42.	Подготовка к контрольной работе.....	84
Урок 43.	Контрольная работа 3. Законы сохранения	85
КВАНТОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ		86
Урок 44.	Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома	—
Урок 45.	Постулаты Бора. Поглощение и испускание света атомами	90
Урок 46.	Состав атомного ядра. Изотопы. Ядерные силы	93
Урок 47.	Дефект масс. Энергия связи атомных ядер.....	96
Урок 48.	Радиоактивность	98
Урок 49.	Решение задач	101
Урок 50.	Методы регистрации заряженных частиц.....	103
Урок 51.	Ядерные реакции	105
Урок 52.	Урок-семинар по теме «Использование атомной энергии».....	107
Урок 53.	Биологическое действие ионизирующих излучений.....	—
Урок 54.	Подготовка к контрольной работе.....	111
Урок 55.	Контрольная работа 4. Квантовые явления.....	112
ПОВТОРЕНИЕ.....		113
Урок 56.	Подготовка к итоговой контрольной работе по курсу физики за 9 класс (теория).....	—
Урок 57.	Подготовка к итоговой контрольной работе по курсу физики за 9 класс (решение задач).....	115
Урок 58.	Итоговая контрольная работа 5.....	—
СТРОЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ.....		116
Урок 59.	Урок-семинар по теме «Геоцентрическая система мира».....	—
Урок 60.	Урок-семинар по теме «Гелиоцентрическая система мира»	118
Урок 61.	Урок-семинар по теме «Физическая природа планет Солнечной системы»	120
Урок 62.	Урок-семинар по теме «Малые тела Солнечной системы. Происхождение Солнечной системы».....	123
Урок 63.	Урок-семинар по теме «Физическая природа Солнца и звёзд»	124
Урок 64.	Урок-семинар по теме «Строение и эволюция Вселенной»	125
ПРИЛОЖЕНИЕ.....		126
ОБ ЭЛЕКТРОННОЙ ФОРМЕ УЧЕБНИКА.....		127

Предисловие

Данное пособие содержит разработки уроков физики 9 класса, ориентированные на учебник О. Ф. Кабардина «Физика. 9 класс». Материал пособия соответствует Обязательному минимуму содержания основного образования по физике и требованиям нового Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования.

В пособии даны общие рекомендации по планированию уроков по темам и построению урока в целом. В начале каждого урока сформулированы его цели, дан перечень рекомендуемых демонстраций. Демонстрационные эксперименты могут быть заменены видеозаписью, анимацией или компьютерной моделью. В целях урока перечислены элементы знаний, подлежащие усвоению (физические явления, понятия, величины, законы и т. д.), формируемые и развиваемые умения (решать задачи, проводить наблюдения, формулировать выводы, анализировать графические зависимости, сравнивать, классифицировать, доказывать и т. д.).

В раздел «Ход урока» в зависимости от его типа включены: проверка домашнего задания; задачи урока, которые учитель ставит перед учащимися; задания для учащихся; демонстрации (без подробного описания, так как оно дано в учебнике и любой методической литературе); подведение итогов урока; домашнее задание.

Особенностью разработанных уроков является то, что новый материал не даётся учителем в готовом виде, а усваивается учащимися в процессе активной познавательной деятельности, организованной через постановку специально разработанных вопросов и заданий. Построение урока в форме диалога учителя с учениками способствует развитию познавательного интереса и интеллектуальных способностей учащихся.

Представленные в пособии задания направлены на формирование и развитие умений:

- извлекать необходимую информацию из разных источников (текста, графиков, рисунков, фотографий и т. п.);
- использовать обобщённые планы для описания физических явлений, величин, устройств и приборов;
- применять полученные знания для объяснения природных явлений и процессов, принципов действия технических устройств;
- применять полученные знания и умения для решения практических задач повседневной жизни;
- выполнять основные мыслительные операции (анализ, синтез, сравнение, классификация, конкретизация и т. д.);
- проводить наблюдения природных явлений, описывать результаты наблюдений и делать выводы;
- пользоваться физическими приборами, измерять физические величины и рассчитывать ускорение свободного падения, центростремительное ускорение, силу взаимодействия двух тел, потенциальную и кинетическую энергию тела, элементарный электрический заряд и т. д.;

- оформлять результаты наблюдений и измерений;
- представлять зависимости между физическими величинами тремя способами (формулой, таблицей, графически);
- применять метод научного познания при изучении явлений (выдвигать гипотезы, предлагать, планировать и проводить опыты по их проверке, обрабатывать результаты измерений, формулировать выводы).

При подведении итогов учащиеся обобщают знания, полученные на уроке, анализируют свою деятельность.

В конце урока учащиеся получают домашнее задание. Оно состоит из общей части (прочитать параграф, ответить на вопросы и т. д.) и вариативной, т. е. учащиеся сами выбирают задание по данной теме в соответствии со своими склонностями и интересами. Задания, отмеченные звёздочкой (*), предназначены для учащихся, проявляющих особый интерес к физике.

В пособии разработаны и представлены нетрадиционные типы урока: «Урок — защита творческих работ» и «Урок-конференция», направленные на формирование и развитие информационно-коммуникативной компетенции учащихся, учебной и общепользовательской компетентности в области применения информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). На этих уроках учащиеся представляют домашние работы, которые они делали по выбору, выполненные с применением ИКТ.

ПРИМЕРНОЕ ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ (70 ч, 2 ч в неделю)

Название темы	Количество часов	Количество лабораторных работ	Количество контрольных работ
Физика и физические методы изучения природы	2	—	—
Законы механического движения	25	5	2
Законы сохранения	16	5	1
Квантовые явления	14	1	1
Повторение	3	—	1
Строение Вселенной	6	—	—
Всего	66	11	5

ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРИРОДЫ

Урок 1 Методы научного познания

Цель урока: показать роль метода научного познания в становлении физической картины мира; научить различать гипотезы: научную, лженаучную и метафизическую; ввести понятие о физических теориях и границах их применимости.

● Ход урока

План урока

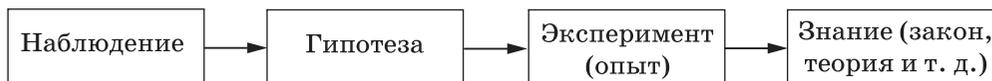
1. Мифическая картина мира.
2. Метод научного познания.
3. Гипотезы.
4. Физические модели.
5. Физические теории и границы их применимости.

На этом уроке вы узнаете о том, как люди получают знания об окружающем мире.

Человеку свойственно познавать окружающий мир. Прежде люди накапливали знания, используя только органы чувств. Они наблюдали природные явления (восход и заход Солнца, смену фаз Луны, затмения, молнию, гром и т. д.) и пытались их объяснить. Так возникла мифическая картина мира.

- Используя рисунки 1.1 и 1.2 (с. 6), расскажите о мифических картинах мира.
- Почему люди создавали мифы о могучих бессмертных богах?
- Вспомните, как звали богов в мифах древних египтян и греков.

В 7 классе вы познакомились с методом научного познания. Вспомните его этапы.



Итальянский учёный Галилео Галилей первым стал использовать математику для количественного описания физических явлений и проводить эксперименты для проверки гипотез.

- Вспомните, что такое гипотеза.
(*Гипотеза — предположение, выдвинутое для объяснения явления и требующее проверки на опыте.*)
- Какую гипотезу проверял Г. Галилей при изучении падения тел с Пизанской башни?
- Какие измерения проводил Г. Галилей при изучении падения тел?

Задание 1. Прочитайте текст в учебнике на странице 7 и заполните таблицу. Дополните таблицу своими примерами гипотез.

Гипотеза	Научная	Лженаучная	Метафизическая
Характерные черты	Не противоречит известным научным фактам, объясняет известные явления и предсказывает ранее неизвестные явления, которые можно проверить при выполнении физических экспериментов	Не объясняет никаких фактов, ранее не объяснённых наукой, и не предсказывает явлений, которые можно экспериментально обнаружить	Невозможно проверить методами современной науки
Примеры из учебника	Предположение И. Ньютона о существовании сил всемирного тяготения	Посещение Земли пришельцами из космоса	Существование у человека бессмертной души
Свои примеры			

При изучении явления или какого-либо объекта учёные строят модели.

Модель — создаваемое человеком подобие изучаемых объектов: макеты, изображения, схемы, математические формулы и т. д. Модели всегда проще реальных объектов, но они позволяют выделить главное, не отвлекаясь на детали.

- Приведите примеры известных вам физических моделей.

(Схема электрической цепи, схема хода лучей в линзе, схема солнечного и лунного затмений, модели атомов и молекул, модели строения твёрдых тел, жидкостей и газов, модель строения металлов, модель распространения электромагнитной волны и т. д.)

- Зачем нужны модели?

(Они дают наглядное представление об объекте или явлении и позволяют объяснить разные явления и свойства тел.)

- Чем мы пренебрегаем, представляя атомы в виде твёрдых шариков? *(Мы пренебрегаем строением атома.)*

- Что мы учитываем, а чем пренебрегаем, изображая электрическую цепь в виде схемы?

(Учитываем последовательность соединения элементов, не учитываем длину проводов, размеры, форму приборов и т. д.)

- Что помогает объяснить модель строения металлов?

(Модель строения металлов позволяет объяснить явление электризации и проводимость металлов.)

- Как определить, насколько удачно построена модель явления или объекта?

(Вывод об удачном выборе модели можно сделать, сравнив результаты решения задачи с экспериментальными данными.)

Физическая теория — система основных идей, взаимосвязанных теоретических понятий, экспериментальных фактов, математических соотношений между физическими величинами (законов), установленных для описания физической модели явления. Теория объясняет широкий круг явлений и позволяет предсказывать новые явления.

Границы применимости физической теории определяются условием применимости физической модели, использованной при создании теории. Экспериментально установленные законы применимы лишь в тех условиях, в которых они установлены.

• Подумайте, каковы границы применимости известных вам законов Гука, Ома для участка цепи, прямолинейного распространения света.

(Закон Гука справедлив только при упругих деформациях.)

Закон Ома для участка цепи применим в случае, если сопротивление проводника постоянное, т.е. проводник не нагревается (для лампы накаливания зависимость $I(U)$ не будет линейной).

Закон прямолинейного распространения света справедлив только для прозрачных однородных сред.)

• Приведите примеры известных вам теорий.

(Молекулярно-кинетическая теория, теория электропроводности металлов, электромагнитная теория Максвелла.)

• Приведите примеры практического применения известных вам физических теорий.

Задание 2. Ответьте на вопросы.

1. Древнегреческий учёный Демокрит почти 2500 лет назад считал: «Не существует ничего, кроме атомов...». Высказывание Демокрита является гипотезой или знанием?

2. Древнегреческий учёный Аристотель считал, что естественным состоянием тела является покой, а движение может происходить только под действием силы. На чём основано его утверждение? Прав ли он был? Как это можно проверить?

3. Как Г. Галилей опроверг утверждение Аристотеля о том, что тяжёлые тела падают на землю быстрее лёгких?

4. Почему для получения знаний только наблюдений недостаточно?

5. Какое понятие является более общим: физический закон или теория?

6. Почему физические законы и теории имеют границы применимости?

● Подведение итогов урока

◆ Что нового вы узнали на уроке?

◆ Для чего вам могут пригодиться полученные знания?

● Домашнее задание

Прочитайте § 1 (с. 6—9 учебника), ответьте на вопросы.

* Подготовьте сообщение или презентацию о последних научных достижениях в области физики или приоритетных направлениях развития физики.

Прочитайте текст (с. 10 учебника) и попытайтесь на альбомном листе изобразить науку физику в виде дерева, описанного в тексте.

ЗАКОНЫ МЕХАНИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ

Урок 2 Основные понятия кинематики

Цель урока: сформировать представление о механике как о системе знаний, которая имеет границы применимости; повторить и закрепить изученные в 7 классе понятия: механическое движение, поступательное движение, материальная точка, траектория, путь, относительность движения; сформировать представление о системе отсчёта; сравнить физические величины *путь* и *перемещение*; научить различать пройденный путь от перемещения тела и определять их.

● Ход урока

Проверка домашнего задания

Задачи урока

1. Познакомиться с новым разделом физики — механикой.
2. Вспомнить основные понятия кинематики.
3. Научиться находить пройденный телом путь и перемещение.

План урока

1. Механика.
2. Основные понятия кинематики.
3. Система отсчёта.
4. Сравнение пути и перемещения.
5. Относительность движения.

Механика — раздел физики, изучающий законы механического движения тел.

Раздел механики	Что изучает	Основная задача
Кинематика	Движение тел, способы описания механического движения	Найти положение тела в любой момент времени
Динамика	Взаимодействие тел, причину изменения скорости тела	Дать количественное описание взаимодействия тел, определяющего характер их движения
Статика	Виды равновесия тел	Выяснить условия равновесия тела

Классическая механика Ньютона неприменима при описании движения и взаимодействия микрообъектов и тел, движущихся со скоростями, близкими к скорости света (300 000 км/с).

Основные понятия	Определение	Задачи для закрепления
Механическое движение	Изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени	Приведите примеры механического движения

Продолжение

Основные понятия	Определение	Задачи для закрепления
Поступательное движение	Движение тела, при котором все его точки движутся одинаково	
Материальная точка	Модель тела, размерами которого в условиях данной задачи можно пренебречь. Тело, размеры которого малы по сравнению с пройденным телом расстоянием	
Траектория	Линия в пространстве, по которой движется тело	96, 97 ¹ (с. 14 задачника), приведите примеры видимой и невидимой траектории
Путь	Длина траектории	104, 105 (с. 15 задачника)
Перемещение	Направленный отрезок прямой, соединяющий начальное и конечное положения тела	
Система отсчёта	Тело отсчёта, связанная с ним система координат и часы	Приведите примеры тел, которые можно принять за тело отсчёта при описании движения машины
Относительность движения	Зависимость траектории, пути, перемещения и скорости тела от выбора системы отсчёта	95, 99, 102 (с. 14—15 задачника)

Задание 1.

1. Вспомните, что представляет собой система координат.
2. Начертите в тетради (учитель чертит на доске) одномерную, двумерную и трёхмерную системы координат.
3. Какую систему координат надо выбрать для описания:
 - полёта мухи;
 - движения муравья по гладкому столу;
 - движения машины по прямой дороге;
 - движения катера по озеру;
 - движения мяча, брошенного вертикально вверх;
 - движения баскетбольного мяча, летящего в корзину;
 - положения фигур на шахматной доске;

¹ Здесь и далее номера задач указаны из книги: Лукашик В. И. Сборник задач по физике: 7—9 кл. / В. И. Лукашик, Е. В. Иванова. — М.: Просвещение, 2006—2014. (Далее везде: задачник.)

- расположения географических объектов;
- местонахождения зарытого в землю клада?

4. Автомобиль едет по прямой дороге и в момент времени t находится на расстоянии 100 м от дерева, растущего около дороги. Изобразите его возможные положения на оси OX .

Задание 2. Сравните физические величины *путь* и *перемещение*.

Название величины	Путь	Перемещение
Определение	Длина траектории	Направленный отрезок прямой, соединяющий начальное и конечное положения тела
Обозначение	s	\vec{s}
Единица величины в СИ	м	м
Формула для вычисления	$s = v \cdot t$	$\vec{s} = \vec{v} \cdot t$
Величина скалярная или векторная	Скалярная	Векторная
Изображение пути и перемещения		

Задание 3. Человек стоит на платформе, которая движется прямолинейно с постоянной скоростью, и бросает вверх мяч. Куда упадёт мяч? Сравните движение мяча относительно человека, стоящего на движущейся платформе, и наблюдателя, стоящего на земле. Заполните таблицу.

Понятие	Человек на платформе (подвижная система отсчёта)	Человек на земле (неподвижная система отсчёта)
Траектория	Прямая линия	Дуга
Путь	$2h$	Длина дуги
Перемещение	0	Численно равно пути, который проехала платформа

Задание 4. Ответьте на вопросы.

1. Когда мы говорим, что смена дня и ночи на Земле объясняется восходом и заходом Солнца, то какую систему отсчёта мы имеем в виду?
2. Смена дня и ночи на Земле в системе отсчёта, связанной с Землёй, объясняется:
 - 1) вращением Земли вокруг оси;
 - 2) движением Солнца вокруг Земли;
 - 3) движением Земли вокруг Солнца;
 - 4) наклоном земной оси.
3. Эскалатор метро поднимается со скоростью 2 м/с. Может ли человек, находящийся на нём, быть в покое в системе отсчёта, связанной с Землёй?

● Подведение итогов урока

- ◆ Какие новые термины вы узнали на уроке?
- ◆ Что было интересно?
- ◆ Что было сложно?

● Домашнее задание

Прочитайте § 2 (с. 12 учебника). Выучите основные термины.

- * Прочитайте § 2 (с. 14—15 учебника). Подготовьте презентацию по одной из тем: «Определение географических координат на Земле» или «Координаты небесных тел».

Урок 3 Перемещение. Проекция вектора перемещения

Цель урока: закрепить понятия: путь и перемещение; ввести понятия: модуль вектора перемещения и проекция вектора перемещения; научить находить проекцию вектора перемещения на оси координат.

● Ход урока

Проверка домашнего задания

Самостоятельная работа 1 (7 мин)	
1-й вариант	2-й вариант
1. Основная задача кинематики	1. Границы применимости классической механики
2. Механическое движение	2. Поступательное движение
3. Материальная точка	3. Траектория
4. Система отсчёта	4. Относительность движения
5. Путь	5. Перемещение

Сегодня на уроке мы продолжим учиться находить пройденный телом путь и его перемещение. Ещё вы узнаете, что такое проекция вектора, и научитесь находить проекцию вектора на ось координат.

Задание 1. Ответьте на вопросы.

- Чем различаются физические величины *путь* и *перемещение*?
- Чем векторная величина отличается от скалярной?
- Приведите примеры известных вам векторных и скалярных физических величин.
- Рассмотрите рисунок 2.1 (с. 13 учебника). Что означает запись $s = |\vec{s}|$?

$|\vec{s}|$ — **модуль вектора перемещения**, т. е. длина отрезка, который соединяет начальную и конечную точки движения.

Например, вам при решении задачи надо записать, что перемещение тела равно 3 м. Правильно это можно сделать так: $|\vec{s}| = 3$ м. Записывать $\vec{s} = 3$ м **нельзя!**

- Рассмотрите рисунок 2.2 (с. 12 учебника). Что больше: пройденный путь или перемещение? Чему равен пройденный телом путь? перемещение?
- Сделайте вывод о возможных соотношениях между физической величиной *пути* и *модулем перемещения*.

$s = |\vec{s}|$, если движение тела прямолинейное;

$s > |\vec{s}|$, если движение тела криволинейное;

$s \neq 0$, а $|\vec{s}| = 0$, если тело движется по замкнутой траектории.

Задание 2. Решите задачи.

1. Тело переместилось из точки A с координатой $x_A = -20$ м в точку B с координатой $x_B = 16$ м. Определите проекцию перемещения тела на ось OX .
2. Два тела, брошенные с поверхности земли вертикально вверх, достигли высоты 2 м и 5 м и упали на землю. На сколько различаются пути, пройденные этими телами? а перемещения?
3. В цирках во всём мире с XIX в. диаметр арены имеет один и тот же размер — 13 м. Какой путь пробегает лошадь, делая 10 кругов? Чему равно её перемещение?
4. Туристы прошли по прямой дороге на юг 4 км, затем повернули и прошли строго на запад ещё 3 км. Какой путь проделали туристы? Чему равно их перемещение?
5. Мячик бросили из окна дома с высоты 3 м. Он упал на расстоянии 2 м от стены дома. Найдите перемещение мяча.

Проекция вектора перемещения на координатную ось равна длине отрезка между проекциями начала и конца вектора на эту ось, взятую с соответствующим знаком.

Нахождение проекции вектора перемещения на ось OX

Направление вектора перемещения совпадает с направлением оси OX	Направление вектора перемещения противоположно направлению оси OX

Продолжение

Направление вектора перемещения совпадает с направлением оси OX	Направление вектора перемещения противоположно направлению оси OX
$s_x = x - x_0$	
$s_x > 0$, если $\vec{s} \uparrow OX$	$s_x < 0$, если $\vec{s} \downarrow OX$

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Чему вы научились?
- ◆ Какие у вас есть вопросы по данной теме?

● Домашнее задание

Повторите § 2 (с. 12 учебника)
Решите задачи 106—109 (с. 15—16 задачника).

Урок 4 Равномерное прямолинейное движение

Цель урока: повторить понятия: равномерное движение, скорость; научить распознавать равномерное прямолинейное движение по виду зависимости $x(t)$; научить анализировать зависимость $x(t)$ и описывать равномерное движение; научить строить графики зависимости $x(t)$ и $v_x(t)$.

● Ход урока

Проверка домашнего задания

Ответьте на вопросы.

1. Как называются физические величины: s_x , \vec{s} , $|\vec{s}|$, s ?
2. Какие из этих величин могут быть отрицательными?
3. Какие из этих величин являются скалярными?
4. Запишите формулы для нахождения данных величин.
5. Приведите примеры движения, когда проекция перемещения положительная, отрицательная, равна нулю.
6. Может ли модуль вектора перемещения быть больше пройденного пути?

Постановка задачи урока. В 7 классе вы уже изучали равномерное прямолинейное движение. Вы умеете находить пройденный телом путь, скорость и время движения. На этом уроке вы научитесь определять координату тела в любой момент времени, описывать равномерное прямолинейное движение и строить графики зависимости $x(t)$ и $v_x(t)$.

Движение называется **равномерным**, если тело за любые равные промежутки времени проходит равные пути.

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t},$$

$\vec{v} = \text{const}$, т. е. скорость не изменяется по модулю и направлению.

$s = |\vec{s}|$, так как движение прямолинейное.

$\vec{v} \uparrow \uparrow \vec{s}$ — векторы скорости и перемещения совпадают по направлению.

$$v_x = \frac{s_x}{t}, \text{ где } s_x = x - x_0, \text{ следовательно, } v_x = \frac{x - x_0}{t},$$

- Выразите из последней формулы зависимость $x(t)$.

$$x = x_0 + v_x t.$$

Выражение, позволяющее найти координату тела в любой момент времени, называется **уравнением движения**.

- К какому типу относится зависимость $x(t)$ для равномерного прямолинейного движения (прямая пропорциональность, обратная пропорциональность, линейная)?

- Что является графиком данной зависимости?
- Изобразите зависимость $x(t)$ графически.
- От чего зависит угол наклона графика? Как он изменится, если тело будет двигаться с большей (меньшей) скоростью?
- В этих же координатных осях постройте график для тела с $x_0 = 0$, движущегося с такой же скоростью.
- Постройте график зависимости $v_x(t)$ для равномерного движения.

Задание 1. Ответьте на вопросы и решите задачи.

1. Два автомобиля движутся по прямой дороге в одном направлении: один со скоростью 60 км/ч, а другой со скоростью 80 км/ч. При этом они:

- 1) сближаются;
- 2) удаляются;
- 3) могут сближаться, а могут удаляться.

2. Скорость акулы равна 8,3 м/с, а скорость дельфина — 72 км/ч. Кто из них имеет большую скорость?

3. Какие уравнения относятся к равномерному прямолинейному движению?

1) $x = 2 - t$; 3) $x = -0,8t$; 5) $x = 10 - \frac{5}{t}$;

2) $x = \frac{10}{t}$; 4) $x = \frac{2}{3}t$; 6) $x = -t$.

4. Координата тела изменяется с течением времени согласно формуле $x = 10 - 3t$. Чему равна координата этого тела через 5 с после начала движения?

5. Машина движется по дороге в направлении, противоположном оси OX , со скоростью 20 м/с. Постройте график зависимости проекции скорости $v_x(t)$. Определите путь, пройденный телом за 2 с. Чему будет равно значение проекции перемещения?

6. Движение велосипедиста описывается уравнением $x_1 = -13 + 5t$, а движение пешехода по той же дороге — уравнением $x_2 = 1,5t$. Сделайте пояснительный рисунок (ось OX направьте справа налево), на котором укажите положение велосипедиста и пешехода в момент начала наблюдения. В каком направлении и с какими скоростями они двига-

лись? Постройте графики зависимости $x_1(t)$, $x_2(t)$, $v_{1x}(t)$, $v_{2x}(t)$. Найдите графически место и время их встречи.

● Подведение итогов урока

- ◆ Чему вы научились на уроке?
- ◆ Что было наиболее сложным?
- ◆ Какие вопросы у вас возникли?

● Домашнее задание

Прочитайте § 2 (с. 13 учебника).

Постройте графики зависимости $x(t)$ и $v_x(t)$ для тел, уравнения движения которых имеют вид $x = 10 - 2t$, $x = 5t$ и $x = 2 + t$, опишите, как двигались тела относительно оси OX .

* Решите задачи 2.1, 2.2 (с. 13 учебника).

Урок 5 Решение задач

Цель урока: научить рассчитывать скорость, путь и координату тела при прямолинейном равномерном движении; научить определять скорость тела по графикам зависимости $s(t)$ и $x(t)$; научить определять пройденный телом путь и проекцию перемещения по графику зависимости $v_x(t)$.

● Ход урока

Проверка домашнего задания

В механике примеры и задачи учат не меньше, чем законы и правила.

И. Ньютон

Задачи урока

1. Научиться рассчитывать скорость, путь и координату тела при прямолинейном равномерном движении.
2. Научиться находить по графикам зависимости $s(t)$ и $x(t)$ скорость тела.
3. Научиться находить пройденный телом путь и проекцию перемещения по графику зависимости $v_x(t)$.

Учитель сам подбирает задачи, соответствующие задачам урока.

● Подведение итогов урока

- ◆ Чему вы научились на уроке?
- ◆ Что было наиболее сложным?

● Домашнее задание

Решите задачи 148, 151, 152 (с. 19—20 задачника).

Прочитайте § 3 (с. 16 учебника) до темы «Ускорение». Придумайте вопросы к тексту, начинающиеся словами:

1. Чем различаются...

2. Чем характеризуется...
3. Как найти...
4. Как направлен...

Урок 6 Равноускоренное движение. Ускорение

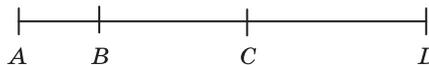
Цель урока: сформировать понятие о равноускоренном движении и физической величине *ускорение*; научить распознавать равноускоренное прямолинейное движение по виду уравнения движения; научить анализировать и строить графики зависимости $v_x(t)$ и $a(t)$.

Ход урока

Проверка домашнего задания

Проверка составленных учащимися вопросов и ответов на них. Ответьте на вопросы.

1. Чем различаются равномерное и неравномерное движения? Изобразите три положения тела на прямой через равные промежутки времени при равномерном и неравномерном движении.

Равномерное движение	Неравномерное движение
 $t_1 = t_2 = t_3$ $s_1 = s_2 = s_3$ $v_1 = v_2 = v_3$	 $t_1 = t_2 = t_3$ $s_1 \neq s_2 \neq s_3$ $v_1 < v_2 < v_3$

2. Чем характеризуется движение материальной точки в любой момент времени?
3. Как найти модуль мгновенной скорости тела в момент времени t ?
4. Как направлен вектор мгновенной скорости тела? Изобразите его на рисунке.
5. Какую скорость показывает спидометр автомобиля?
6. Какую скорость фиксирует автоинспектор радиолокатором?

Повторение. Мы с вами изучили равномерное прямолинейное движение.

- Дайте определение равномерного прямолинейного движения.
- Запишите на доске, как найти скорость, проекцию перемещения и координату тела при равномерном прямолинейном движении.
- Изобразите на доске графики зависимости $x(t)$ и $v_x(t)$.

Постановка задачи урока. Очень часто мы наблюдаем движение, при котором скорость тела изменяется (возрастает или уменьшается). Так движется автомобиль на участке дороги между светофорами: разгоняется, некоторое время едет равномерно и тормозит. Так движутся поезда в метро, бегуны на соревнованиях и т. д. Сегодня вы познакомитесь с новым видом движения — прямолинейным равноускоренным.

Задача урока. Изучить равноускоренное движение тела.

Равноускоренное движение — это движение, при котором скорость тела за любые равные промежутки времени изменяется одинаково.



Если скорость тела за каждую секунду увеличивается на 2 м/с, то говорят, что тело движется с ускорением 2 м/с².

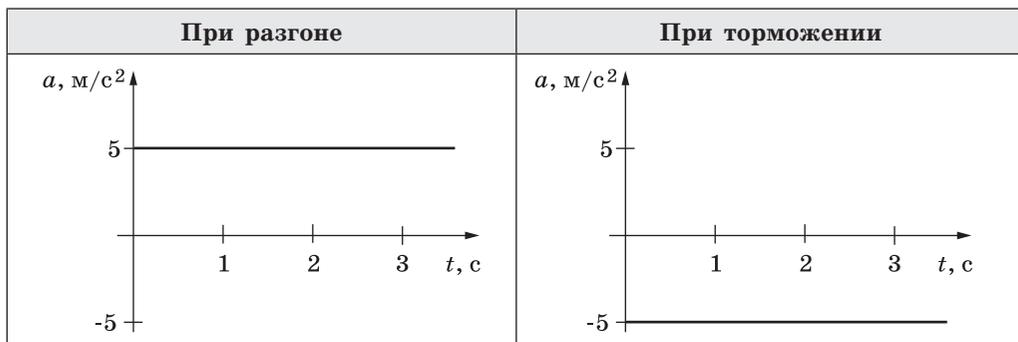
Равноускоренным называют движение с постоянным по модулю и направлению ускорением, т. е. $\vec{a} = \text{const}$.

Опишем физическую величину *ускорение* по обобщённому плану.

Название величины	Ускорение
Определение	Физическая величина, показывающая, на сколько изменяется скорость тела за 1 с
Что характеризует	Быстроту изменения скорости тела
Обозначение	a
Единица величины в СИ	м/с ²
Формула для вычисления	$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$
Величина скалярная или векторная	Векторная

Как направлен вектор ускорения?

При разгоне	При торможении
Скорость тела возрастает	Скорость тела уменьшается
$\vec{a} \uparrow \vec{v}_i$	$\vec{a} \downarrow \vec{v}_i$
$a_x > 0$	$a_x < 0$



Задание 1.

1. Автомобиль начинает двигаться равноускоренно и вдруг тормозит с постоянным ускорением. Изобразите графически зависимость проекции ускорения от времени для этого движения. Ось Ox направлена вдоль движения автомобиля.

2. Материальная точка движется прямолинейно вдоль оси Ox :

- а) увеличивая скорость с ускорением 3 м/с^2 ;
- б) замедляя скорость с ускорением 2 м/с^2 ;
- в) равномерно со скоростью 5 м/с .

Постройте графики зависимости проекции ускорения от времени для каждого случая.

Для решения задач на расчёт ускорения используют формулу

$$a = \frac{v_x - v_{0x}}{t}.$$

Задание 2. Решите задачу 3.2 (с. 17 учебника).

Задание 3.

1. Используя формулу для вычисления проекции ускорения, запишите формулу для нахождения проекции скорости тела v_x в любой момент времени.

$$v_x = v_{0x} + a_x t$$

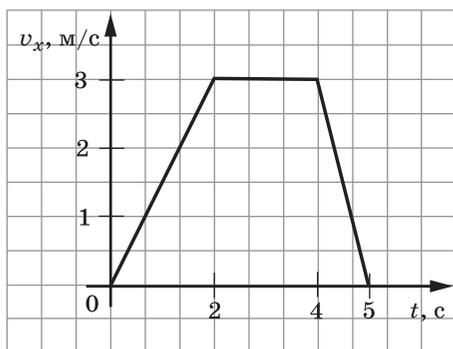


Рис. 1

- Какой является зависимость $v_x(t)$?
- Что представляет собой график зависимости $v_x(t)$?

Изобразите зависимость $v_x(t)$ для равноускоренного движения для случаев:

- а) тело разгоняется от v_{0x} до v_x за время t ;
- б) тело тормозит от v_{0x} до 0 за время t .

2. Охарактеризуйте движение тела, график проекции скорости которого приведён на рисунке 1. Определите проекцию его ускорения на различ-

ных этапах движения, а также постройте график зависимости проекции ускорения от времени.

3. Какие из приведённых зависимостей описывают прямолинейное равноускоренное движение:

а) $x = 3 + 2t$; в) $v_x = 5 - 2t^2$;

б) $v_x = 3 + 2t$; г) $v_x = -0,5t$?

Задание 4. Решите задачи 3.5, 3.7, 3.8 (с. 19 учебника).

Задание 5. Ответьте на вопросы.

1. Какое движение называется равноускоренным?
2. Для чего вводится физическая величина *ускорение*?
3. Как направлен вектор ускорения при разгоне автомобиля? при торможении?
4. Что представляет собой график зависимости $a(t)$ для равноускоренного движения?
5. Что представляет собой график зависимости $v_x(t)$ для равноускоренного движения?

● Подведение итогов урока

- ◆ Чему вы научились на уроке?
- ◆ Какие у вас есть вопросы по теме?

● Домашнее задание

Прочитайте § 3 (с. 16—18 учебника).

Выучите формулы для расчёта проекции ускорения и скорости.

Решите задачи 3.4 и 3.6 (с. 19 учебника).

- * Прочитайте текст «Как измеряет скорость автомобиля автоинспектор» (с. 19 учебника). Где ещё может быть использован радиолокатор?

Урок 7 Путь при равноускоренном движении

Цель урока: показать связь пройденного телом пути с площадью фигуры под графиком зависимости $v_x(t)$; ввести формулы для расчёта пройденного телом пути при равноускоренном движении и уравнение равноускоренного движения $x(t)$; научить определять начальную координату, начальную скорость и ускорение тела из зависимости $x(t)$ и записывать зависимость $v_x(t)$ для данного тела.

● Ход урока

Проверка домашнего задания

Обсуждение решения задач 3.4 и 3.6.

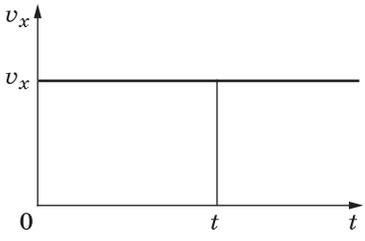
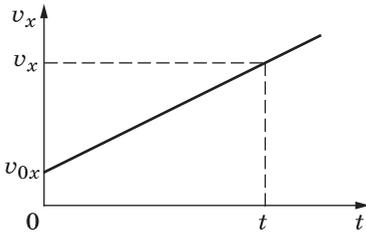
Обсуждение вопросов.

1. Как измеряет скорость автомобиля автоинспектор?
2. Где может быть использован радиолокатор?

Постановка задачи урока. Вы уже не раз убеждались в связи физики и математики. Сегодня вы увидите, как знание формул для вычисления площадей геометрических фигур помогает получить формулы для

вычисления физических величин, а знание правил алгебраических преобразований позволяет выводить новые формулы.

Вывод формулы для расчёта пройденного телом пути при прямолинейном равноускоренном движении

Прямолинейное равномерное движение	Прямолинейное равноускоренное движение
	
$s_x = v_x \cdot t$	$s_x = \frac{v_x + v_{0x}}{2} \cdot t$
<p>Вывод. Пройденный телом путь за время t численно равен площади фигуры под графиком зависимости $v_x(t)$.</p>	

Выразим из формулы $a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}$ время t и подставим его в формулу $s_x = \frac{v_x + v_{0x}}{2} \cdot t$.

$$s_x = \frac{v_x + v_{0x}}{2} \cdot \frac{v_x - v_{0x}}{a_x} = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}.$$

Если в формулу $s_x = \frac{v_x + v_{0x}}{2} \cdot t$ подставить выражение $v_x = v_{0x} + a_x t$, то получим

$$s_x = \frac{v_x + v_{0x}}{2} \cdot t = \frac{v_{0x} + a_x t + v_{0x}}{2} \cdot t = \frac{2v_{0x}}{2} \cdot t + \frac{a_x t}{2} \cdot t = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}.$$

Таким образом, у нас есть три формулы для расчёта пройденного телом пути при прямолинейном равноускоренном движении:

$s_x = \frac{v_x + v_{0x}}{2} \cdot t$	$s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$	$s_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$
--	---------------------------------------	-------------------------------------

Из формул $s_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ и $s_x = x - x_0$ мы получаем **уравнение прямолинейного равноускоренного движения** $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$.

Задание 1.

1. На рисунке 2 представлены графики скорости трёх тел, движущихся прямолинейно. Каким из трёх тел пройден наименьший путь за 3 с?

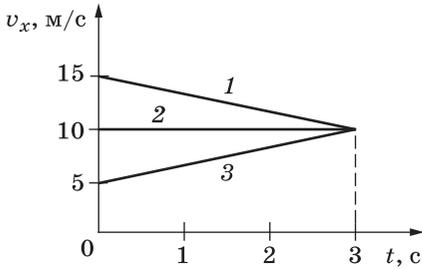


Рис. 2

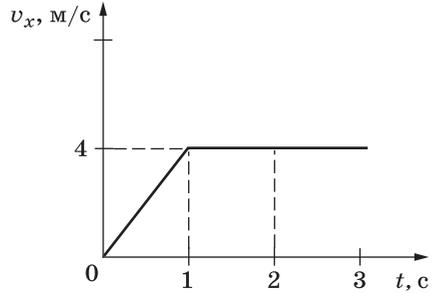


Рис. 3

2. По графику зависимости (рис. 3) модуля скорости от времени определите путь, пройденный телом за 2 с.

3. Координата тела изменяется с течением времени согласно формуле $x = 10 - 5t + 0,2t^2$. Чему равны x_0 , v_{0x} , a_x ?

4. Какие из приведённых зависимостей описывают прямолинейное равноускоренное движение:

- а) $x = 10 - 2t^2$; б) $x = 3 + 2t$; в) $x = 2t$; г) $x = -0,5t^2$?

5. Координата тела изменяется с течением времени согласно формуле $x = 5 + 3t + 0,2t^2$. Чему равна координата этого тела через 5 с после начала движения?

6. Чему равно перемещение материальной точки за 5 с, если её движение вдоль оси OX описывается уравнением $x = 6 - 4t + t^2$?

7. Зависимость координаты от времени для некоторого тела описывается уравнением $x = 8t - t^2$. В какой момент времени проекция скорости тела на ось OX равна нулю?

8. Уравнение движения тела имеет вид $x = 6 - 4t + t^2$. Запишите соответствующее уравнение проекции скорости движущегося тела.

Задание 2. Решите задачи.

1. При аварийном торможении автомобиль, движущийся со скоростью 90 км/ч, остановился через 4 с. Найдите его тормозной путь. (50 м.)

2. Какой путь пройдёт автомобиль за 10 с, двигаясь из состояния покоя с ускорением $0,6 \text{ м/с}^2$? (30 м.)

3. Пуля в стволе автомата Калашникова движется с ускорением 616 км/с^2 . Чему равна длина ствола, если скорость вылета пули 715 м/с? (41,5 см.)

● Подведение итогов урока

- ◆ Чему вы научились на уроке?
- ◆ Что было наиболее сложным?

● Домашнее задание

Прочитайте § 4 (с. 20, 22 учебника). Повторите все формулы и графики зависимостей для $x(t)$, $v_x(t)$ и $a_x(t)$ для равномерного и равноускоренного движения.

Решите задачи 4.1, 4.2, 4.4 (с. 22—23 учебника).

Урок 8 **Решение задач**

Цель урока: закрепить умение рассчитывать a_x , v_x , v_{0x} , s_x и x при прямолинейном равноускоренном движении; находить пройденный телом путь и проекцию ускорения тела по графику зависимости $v_x(t)$; отличать прямолинейное равноускоренное движение от равномерного по виду зависимостей $x(t)$, $v_x(t)$ и $a_x(t)$.

Ход урока**Проверка домашнего задания**

Самостоятельная работа 2 (7 мин)	
1-й вариант	2-й вариант
1. Дайте определение равномерного прямолинейного движения	1. Дайте определение равноускоренного прямолинейного движения
2. Запишите формулы для определения проекции перемещения, вектора скорости, проекции скорости и координаты тела при равномерном прямолинейном движении	2. Запишите формулы для определения вектора ускорения, проекции скорости и перемещения, координаты тела при равноускоренном прямолинейном движении
3. Постройте графики зависимости $x(t)$ и $v_x(t)$ для равномерного прямолинейного движения	3. Постройте графики зависимости $v_x(t)$ и $a_x(t)$ для равноускоренного прямолинейного движения

В каждой науке ровно столько истины,
сколько в ней математики.

И. Кант

Задачи урока

1. Научиться решать задачи на нахождение a_x , v_x , v_{0x} , s_x и x при прямолинейном равноускоренном движении.
2. Научиться находить пройденный телом путь и проекцию ускорения тела по графику зависимости $v_x(t)$.
3. Научиться отличать прямолинейное равноускоренное движение от равномерного по виду зависимостей $x(t)$ и $v_x(t)$.

Учитель сам подбирает соответствующие задачи.

Подведение итогов урока

- ◆ Чему вы научились?
- ◆ Что было наиболее сложным?

Домашнее задание

Решите задачи, предложенные учителем.

Урок 9 Лабораторная работа 1**Измерение ускорения тела**

Цель работы: научиться экспериментально определять ускорение тела; выяснить, зависит ли ускорение тела от угла наклона жёлоба и массы тела.

Оборудование: жёлоб длиной 1,5 м (можно использовать пластиковый уголок), 2 шарика одинакового размера (диаметром 1,5—2 см), но разной массы (металлический и пластмассовый), линейка, штатив, секундомер.

Задание 1.

1. Закрепите жёлоб в штативе так, чтобы угол наклона составлял 5° (т. е. высота наклонной плоскости должна быть 13 см).
2. Измерьте время движения шарика вдоль жёлоба. Повторите измерения 5 раз, результаты занесите в таблицу.
3. Определите среднее значение времени движения шарика.
4. Вспомните и запишите формулу, выражающую связь между величинами a , s , t .
5. Выразите из этой формулы ускорение и найдите его.

Номер опыта	1	2	3	4	5	Ускорение, м/с ²
Время, с						
Среднее время, с						

Задание 2. Изучите зависимость ускорения от угла наклона жёлоба.

Угол наклона жёлоба	0°	5°	10°	15°	90°
Высота жёлоба, м	0	0,13	0,26	0,39	1,5
Время, с					
Ускорение, м/с ²					

Вывод. При увеличении угла наклона жёлоба ускорение тела увеличивается.

- Можно ли рассматривать наклон плоскости 90° как частный случай свободного падения?
- В каких пределах может изменяться ускорение тела при свободном движении вниз по наклонной плоскости в зависимости от угла наклона?

Задание 3. Изучите зависимость ускорения от массы тела.

Закрепите наклонную плоскость под углом 5° . Запускайте с наклонной плоскости шарики разной массы (по 4 раза каждый) и измеряйте время их движения. Определите среднее время движения для каждого из шариков. Найдите значение ускорения. Сделайте вывод.

Номер опыта	Время, с				Среднее время, с	Ускорение, м/с^2
	1	2	3	4		
Тяжёлый шарик						
Лёгкий шарик						

Вывод. Ускорение шарика (зависит/не зависит) от его массы.

Обсуждение результатов лабораторной работы

● Домашнее задание

Решите задачи, предложенные учителем.

Урок 10 Свободное падение

Цель урока: сформировать представление о свободном падении тела и ускорении свободного падения; убедить учащихся в том, что тела разной массы падают с одинаковой высоты одновременно, т. е. имеют одинаковое ускорение; рассмотреть падение тела с $v_0 = 0$ и движение тела вверх с $v_0 \neq 0$; научить решать задачи на расчёт высоты, скорости и времени падения тела; развивать умения выдвигать гипотезы, наблюдать, описывать результаты наблюдения, делать выводы.

Демонстрации. Падение тел одинакового размера, но разной массы (пластмассового и металлического шариков); падение тел одинаковой массы, но разной формы (расправленного и скомканного тетрадного листа); падение тел в трубке Ньютона.

● Ход урока

Проверка домашнего задания

Разбор наиболее трудных домашних задач.

Постановка задачи урока. Мы с вами изучили два вида движения тел — равномерное прямолинейное и равноускоренное прямолинейное. Сегодня мы будем изучать падение тел. Вы все в жизни наблюдали этот вид движения.

- Как вы считаете, какое это движение: равномерное или равноускоренное?

(Скорость тела меняется, значит, это равноускоренное движение.)

- Зависит ли ускорение от массы тела?

Взгляды на падение тел	
Аристотель (384—322 г. до н. э.)	Г. Галилей (1564—1642)
Чем больше масса тела, тем быстрее оно падает	Все тела падают с постоянным ускорением

- Чьей точки зрения придерживаетесь вы? Почему?
- Какой опыт надо провести для проверки вашего предположения?

Мысленный эксперимент Галилео Галилея

Предположим, что более тяжёлое тело падает быстрее, чем более лёгкое. Если оба тела скрепить, то более лёгкое тело должно замедлить движение более тяжёлого.

Но вместе они тяжелее, чем каждое в отдельности, и, следовательно, должны падать быстрее наиболее «быстрого» (тяжёлого) из них.

Таким образом, получается противоречие.

Вывод. Тела будут падать с одинаковыми скоростями, т. е. их скорости будут изменяться одинаково.

Чтобы найти окончательный ответ на вопрос «Как падают тела?», Г. Галилей провёл эксперимент. В 1589 г. он сбрасывал с вершины Пизанской башни ($h = 57,5$ м) одновременно тяжёлые и лёгкие ядра одинаковой формы и размеров. Оказалось, что они одновременно ударяются о землю.

Демонстрация 1. Падение тел одинакового размера, но разной массы (пластмассового и металлического шариков).

Результат наблюдения: тела упали одновременно.

Вывод. Масса тела не влияет на скорость падения тела.

• Но почему же пушинка падает медленнее, чем тяжёлый мячик?
Г. Галилей объяснял это влиянием сопротивления воздуха.

Демонстрация 2. Падение тел одинаковой массы, но разной формы (расправленного и скомканного тетрадного листа).

Результат наблюдения: тела одинаковой массы, но разной формы и размеров падают неодинаково.

Вывод. На падение тел оказывает влияние сопротивление воздуха. Ньютон наблюдал падение тел разной массы и размеров в вакууме.

Демонстрация 3. Падение тел в трубке Ньютона.

Вывод. Все тела в вакууме падают одновременно.

Свободное падение — равноускоренное движение под действием силы тяжести, при отсутствии сопротивления воздуха.

В условиях Земли падение тел считается условно свободным, но если тело массивно и скорость его невелика, то сопротивлением воздуха можно пренебречь.

- Ускорение, с которым тела падают на Землю, называется ускорением свободного падения и обозначается \vec{g} .
- На поверхности Земли на уровне моря ускорение свободного падения составляет примерно $9,8$ м/с².
- Вектор ускорения свободного падения совпадает с направлением силы тяжести и направлен по вертикали вниз к центру Земли.
- В различных точках земного шара в зависимости от географической широты и высоты над уровнем моря числовое значение ускорения свободного падения оказывается неодинаковым, изменяясь примерно от $9,83$ м/с² на полюсах до $9,78$ м/с² на экваторе. На широте Москвы $g = 9,81523$ м/с².
- Обычно если в расчётах не требуется высокая точность, то у поверхности Земли считают, что $g \approx 10$ м/с².

Рассмотрим две основные задачи на свободное падение тел.

Тело падает с высоты h с $v_0 = 0$	Тело летит вверх с $v_0 \neq 0$
Скорость увеличивается: $v = gt$	Скорость уменьшается: $v = v_0 - gt$
$h = \frac{gt^2}{2}$	$h = v_0 - \frac{gt^2}{2}$
$t_{\text{падения}} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$	$t_{\text{подъёма}} = \frac{v_0 - v}{g}$
$t_{\text{падения}} = t_{\text{подъёма}}$	

Задание. Решите задачи.

1. В трубке, из которой откачан воздух, на одной и той же высоте находятся дробинка, пробка и птичье перо. Какое из этих тел позже всех достигнет дна трубки при их свободном падении с одной высоты?
2. На сколько увеличится скорость тела при свободном падении из состояния покоя за вторую секунду движения? за пятую секунду?
3. Сосулька, упав с края крыши, долетела до земли за 3 с. С какой приблизительно высоты упала сосулька? Какую скорость имела сосулька в момент падения? Сопротивление воздуха не учитывать. (45 м; 30 м/с.)
4. Камень брошен вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. Каков модуль скорости камня через 0,5 с после начала движения? Каково время полёта камня до точки максимальной высоты? Сколько времени камень находился в полёте? Сопротивление воздуха не учитывать. (15 м/с; 2 с; 4 с.)

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Чему вы научились на уроке?

● Домашнее задание

Выучите формулы.

Решите задачи, предложенные учителем.

Изучите порядок выполнения экспериментальных заданий 4.1 (с. 21 учебника) и 7.1 (с. 37 учебника).

Урок 11 Свободное падение

Цель урока: познакомить учащихся с одним из методов измерения ускорения свободного падения; исследовать зависимость ускорения свободного падения тел от их массы.

● Ход урока

Проверка домашнего задания

Разбор задач, вызвавших затруднения у учащихся.

Самостоятельная работа 3 (10 мин)	
1-й вариант	2-й вариант
1. Что вы знаете о свободном падении?	1. Что вы знаете об ускорении свободного падения?
2. Тело падает вниз с $v_0 = 0$. Сделайте рисунок и напишите формулы для расчёта h , $t_{\text{падения}}$ и v . (Ось OY направлена вниз.)	2. Тело бросили вверх с v_0 . Сделайте рисунок и напишите формулы для расчёта h , $t_{\text{подъёма}}$ и v . (Ось OY направлена вверх.)
3. Тело массой 2 кг бросили вертикально вверх со скоростью 30 м/с. Найдите высоту и время подъёма тела.	3. Тело массой 2 кг падает с высоты 30 м. Найдите скорость тела в момент падения и время падения.

Лабораторная работа 2

Измерение ускорения свободного падения

Цель работы: измерить ускорение свободного падения, исследовать зависимость ускорения свободного падения тел от их массы.

Оборудование: комплект «Лаборатория L-микрос» по механике.

1. Выразите ускорение свободного падения из формулы $h = \frac{gt^2}{2}$.
2. Какие физические величины надо измерить, чтобы вычислить g ?
3. Откройте учебник на странице 21 и выполните экспериментальное задание 4.1.
4. Заполните таблицу.

№	Время, с	Среднее время, с	Расстояние между датчиками, м	Ускорение свободного падения, м/с ²
Каретка без груза				
1				
2				
3				
4				
5				

№	Время, с	Среднее время, с	Расстояние между датчиками, м	Ускорение свободного падения, м/с ²
Картка с грузом				
1				
2				
3				
4				
5				

5. Выполните экспериментальное задание 7.1 (с. 37 учебника).

6. Заполните таблицу.

7. Сравните результаты и сделайте вывод.

Обсуждение результатов лабораторной работы

● Подведение итогов урока

- ◆ Чему вы научились на уроке?
- ◆ Что было наиболее сложным?

● Домашнее задание

Решите задачи, предложенные учителем.

Урок 12 Равномерное движение по окружности

Цель урока: сформировать представление о равномерном движении по окружности, линейной скорости, центростремительном ускорении; повторить понятия: период и частота; научить указывать направление мгновенной скорости и центростремительного ускорения; научить объяснять причину возникновения центростремительного ускорения при равномерном движении по окружности; научить решать задачи на расчёт центростремительного ускорения и линейной скорости; развивать умения анализировать зависимости между физическими величинами и выводить формулы.

Демонстрация. Равномерное движение по окружности.

● Ход урока

Проверка домашнего задания

Разбор задач, вызвавших затруднения у учащихся.

Постановка задачи урока. На прошлых уроках мы изучали прямолинейное равномерное и равноускоренное движение. На этом уроке вам предстоит изучить один из видов криволинейного движения — движение по окружности.

- Приведите примеры равномерного и неравномерного движений тела по окружности.

Мы рассмотрим равномерное движение по окружности как более простой вид движения.

• Понятно, что модуль скорости изменяться не будет, но куда направлен вектор скорости?

Демонстрация. Равномерное движение по окружности.

Наждачный круг точила приводят во вращение и прижимают к нему напильник. Пучок искр из-под напильника направлен по касательной к наждачному кругу. Направление движения раскалённых частиц стали указывает направление мгновенной скорости. Данный опыт можно показать в видеозаписи. Можно показать иллюстрацию буксующего автомобиля и направление вылета грязи из-под колёс.



Вывод. Вектор мгновенной скорости направлен по касательной к окружности.

Скорость движения тела по окружности называют **линейной скоростью**. Модуль линейной скорости равен отношению пройденного пути к промежутку времени. За время одного полного оборота (**период T**) точка окружности проходит путь, равный длине окружности $l = 2\pi R$, следовательно,

$$v = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R\nu, \text{ где } \nu = \frac{1}{T} \text{ — частота обращения.}$$

Частота обращения показывает, сколько оборотов совершает тело за 1 с.

При равномерном движении по окружности линейная скорость изменяется по направлению, поэтому движение по окружности — это движение с ускорением.

При равномерном движении по окружности вектор ускорения (рис. 4) направлен всегда к центру окружности и поэтому называется **центростремительным ускорением ($a_{цс}$)**.

Модуль ускорения не меняется и равен:

$$a_{цс} = \frac{v^2}{R}.$$

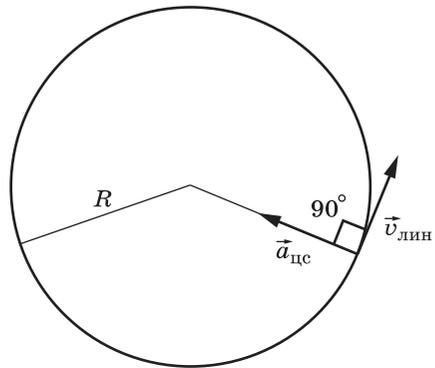


Рис. 4

Задание 1. Подставьте формулу для вычисления линейной скорости в выражение для центростремительного ускорения и выполните алгебраические преобразования.

У вас должна получиться формула $a_{цс} = \frac{4\pi^2 R}{T^2} = 4\pi^2 \nu^2 R$.

Задание 2. Ответьте на вопросы.

1. Как при движении по окружности радиусом R можно уменьшить центростремительное ускорение?
2. Тело движется по окружности радиусом R . Как изменится его центростремительное ускорение при увеличении скорости в 2 раза? уменьшении скорости в 4 раза?
3. Тело движется по окружности с постоянной по модулю скоростью. Как изменится его центростремительное ускорение при увеличении радиуса окружности в 2 раза? уменьшении радиуса окружности в 4 раза?
4. Тело движется по окружности радиусом R . Как изменится его линейная скорость при увеличении периода обращения в 2 раза? уменьшении периода обращения в 4 раза?
5. Частота вращения увеличилась в 2 раза. Как изменились период обращения и линейная скорость?

Задание 3. По данным таблицы сформулируйте задачу, запишите формулу и найдите недостающую физическую величину.

Физическая величина	v , м/с	R , м	$a_{\text{цс}}$, м/с ²
Формула			
Задача 1	15	100	?
Задача 2	20	?	2
Задача 3	?	20	5

Ответы: задача 1 — 2,25 м/с²; задача 2 — 200 м;
задача 3 — 10 м/с.

Задание 4. Разберите и запишите в тетрадь пример решения задачи (с. 25 учебника).

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Чему вы научились?
- ◆ Что было наиболее сложным?

● Домашнее задание

Прочитайте § 5 (с. 24 учебника).

Выучите основные формулы и определения.

Решите задачи, предложенные учителем.

- * Разберите вывод формулы для центростремительного ускорения (с. 24 учебника) и запишите его в тетради.

Прочитайте § 5 (с. 26—27 учебника), запишите формулы в тетрадь.

Урок 13 Равномерное движение по окружности (решение задач)

Цель урока: закрепить умение находить зависимость между физическими величинами при равномерном движении по окружности; определить центростремительное ускорение шара, равномерно движущегося по окружности.

● Ход урока

Проверка домашнего задания

Разбор задач, вызвавших затруднения у учащихся.

Задание 1. Решите задачи.

1. Материальная точка, двигаясь равномерно по окружности, за 3 с прошла четверть окружности. Определите частоту обращения точки.

$$\left(\frac{1}{12} \text{ с}^{-1}\right)$$

2. По окружностям радиусами R_1 и $R_2 = 2R_1$ равномерно движутся две материальные точки со скоростями v_1 и v_2 соответственно. Периоды обращения точек одинаковы. Найдите соотношение между их скоростями. ($v_2 = \frac{v_1 R_2}{R_1}$.)

3. Две материальные точки движутся по окружностям радиусами R_1 и $R_2 = 2R_1$ с одинаковыми по модулю скоростями. Найдите соотношение между их периодами обращения по окружностям. ($T_1 = \frac{1}{2} T_2$.)

4. По окружностям одинакового радиуса равномерно движутся две материальные точки со скоростями v_1 и v_2 соответственно. Частота обращения первой точки в 2 раза меньше частоты обращения второй. Найдите соотношение между их скоростями. ($v_1 = \frac{v_2}{2}$.)

5. Когда период вращения Земли вокруг своей оси самый короткий? (*Всегда одинаковый.*)

6. Две материальные точки движутся по окружностям радиусами R_1 и R_2 , причём $R_2 = 2R_1$. Линейные скорости точек равны. Найдите соотношение между их центростремительными ускорениями. ($a_1 = 2a_2$.)

Задание 2. Выполните экспериментальное задание 5.1 (с. 24 учебника).

Лабораторная работа 3

Определение центростремительного ускорения

Цель работы: определение центростремительного ускорения шара, равномерно движущегося по окружности.

Оборудование: нить, шар с отверстием, линейка, лист бумаги, секундомер.

Обсуждение результатов лабораторной работы

● Домашнее задание

Решите задачи 5.1, 5.2, 5.4, 5.5 (с. 25—26 учебника).

* Решите задачи 5.3, 5.6, 5.7 (с. 25—26 учебника).

Урок 14 Относительность механического движения

Цель урока: повторить понятие *система отсчёта*; углубить понятие *относительность движения*; сформировать умение находить траекторию, скорость и перемещение при переходе из одной системы отсчёта в другую.

Демонстрации. Зависимость траектории движения от выбора тела отсчёта; относительность покоя и движения; относительность скорости.

Ход урока**Проверка домашнего задания**

Разбор задач, вызвавших затруднения у учащихся.

Повторение

1. Что такое механическое движение?
2. Что необходимо для описания движения тела?
(*Механическое движение можно наблюдать только относительно других тел. Для описания движения тел используют системы отсчёта.*)
3. Что включает в себя система отсчёта?
4. Приведите примеры систем отсчёта.
5. Может ли система отсчёта быть движущейся? Приведите примеры.
(*Может. С точки зрения кинематики все системы отсчёта равноправны.*)
6. Что значит фраза «движение относительно»?
7. Какие характеристики движения являются относительными?
(*Кинематические характеристики движения, такие, как траектория, перемещение, скорость, в разных системах различны, поэтому они являются относительными.*)
8. Приведите примеры относительности траектории, перемещения, скорости.

Задача урока. Научиться находить траекторию, перемещение и скорость при переходе из одной системы отсчёта в другую.

Демонстрация 1. Зависимость траектории движения от выбора тела отсчёта. Рассматривается траектория движения точки обода колеса относительно оси вращения и дороги.

Вывод. Относительно оси точка обода колеса совершает вращательное движение, а относительно дороги движется по дуге (циклоиде).

Задание 1. Рассмотрите рисунки 6.4 и 6.5 (с. 29 учебника). Как опишет траекторию движения тел человек, находящийся в корзине воздушного шара и в кабине самолёта?

- Может ли тело находиться в состоянии покоя и двигаться одновременно?

Демонстрация 2. Относительность покоя и движения относительно разных систем отсчёта.

- Может ли тело в разных системах отсчёта иметь разные скорости?

Демонстрация 3. Относительность скорости тела. Определение скорости движущегося тела в движущейся системе отсчёта относительно неподвижной системы отсчёта.

Вывод. При движении тела со скоростью \vec{v}_1 в одной системе отсчёта (подвижной) его скорость \vec{v} во второй системе отсчёта (неподвижной), относительно которой первая движется со скоростью \vec{v}_2 , равна сумме векторов \vec{v}_1 и \vec{v}_2 : $\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$. Мы получили **классический закон сложения скоростей**.

Задание 2. Рассмотрите рисунок 6.2 (с. 28 учебника). Объясните, как найти скорость лодки, если она движется по течению реки и против течения реки.

Лодка движется по течению реки, $\vec{v}_1 \uparrow \vec{v}_2$	Лодка движется против течения реки, $\vec{v}_1 \downarrow \vec{v}_2$
Значения скоростей складываются	Значения скоростей вычитаются

Задание 3. Ответьте на вопросы.

1. Два велосипедиста движутся в одном направлении по прямому шоссе с одинаковыми скоростями \vec{v} . Чему равна относительная скорость велосипедистов? (0.)
2. Два автомобиля движутся в одном направлении по прямому шоссе. Скорость переднего равна \vec{v} , а скорость заднего — $2\vec{v}$. Чему равна скорость переднего автомобиля относительно заднего? ($-\vec{v}$.)
3. Два автомобиля движутся по прямому шоссе: первый — со скоростью \vec{v} , а второй — со скоростью $3\vec{v}$. Чему равна скорость второго автомобиля относительно первого? ($2\vec{v}$.)
4. Два автомобиля движутся по прямой дороге: один — со скоростью \vec{v} , другой — со скоростью $-2\vec{v}$. Чему равна по модулю их относительная скорость? ($3v$.)
5. Два автомобиля движутся по прямому шоссе: первый — со скоростью \vec{v} , второй — со скоростью $-3\vec{v}$. Чему равен модуль скорости второго автомобиля относительно первого? ($4v$.)

Задание 4. Рассмотрите рисунок 6.1 (с. 28 учебника). Объясните, как направлена скорость ракеты относительно Земли и относительно Солнца.

Задание 5. Рассмотрите рисунок 6.3 (с. 28 учебника). Объясните, как найти скорость лодки относительно берега. Сделайте чертёж в тетради и запишите решение этой задачи.

Задание 6. Решите задачу, используя знание теоремы Пифагора. Пловец плывёт перпендикулярно направлению течения реки. Чему равна скорость пловца относительно берега реки, если его скорость относительно воды 0,4 м/с, а скорость течения 0,3 м/с?

Задание 7. Решите задачи 6.1 и 6.2 (с. 29 учебника).

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Чему вы научились?
- ◆ Что было наиболее сложным?

● Домашнее задание

Прочитайте § 6 (с. 28—30 учебника).

Придумайте вопросы к тексту параграфа, начинающиеся словами:

1. От чего зависит...
2. Какую траекторию будет иметь...
3. Как найти...
4. Чему равна...

* Разберите примеры решения задач (с. 30 учебника) и решите задачи 6.3—6.5 (с. 31 учебника).

Урок 15 Подготовка к контрольной работе

Цель урока:

- 1) проверить усвоение учащимися понятий: научная гипотеза, научный факт; путь, перемещение, проекция перемещения, материальная точка; равномерное прямолинейное и равноускоренное движения тела; свободное падение; равномерное движение по окружности; относительность движения;
- 2) повторить основные формулы для каждого вида движения;
- 3) подготовить учащихся к тестовой проверке знаний.

● Ход урока

Проверка домашнего задания

Учащиеся задают составленные вопросы к параграфу и отвечают на них.

Задачи урока. Повторить изученные понятия и формулы; подготовиться к контрольной работе по теме «Кинематика».

Задание 1. Дайте определение каждому виду движения и запишите в таблицу формулы.

	Ускорение	Скорость	Путь	Перемещение	Координата
Равномерное прямолинейное движение					
Графики					
Равноускоренное прямолинейное движение					

Продолжение

	Ускорение	Скорость	Путь	Перемещение	Координата
Графики					
Свободное падение (тело летит вниз)					
Свободное падение (тело летит вверх)					
Равномерное движение по окружности					

Задание 2. Выполните под руководством учителя тест 1 (с. 32—33 учебника).

● Подведение итогов урока

- ◆ Какие вопросы у вас возникли?
- ◆ Задачи по каким темам вызывают у вас затруднения?

● Домашнее задание

Повторите § 1—6 (основные понятия и формулы).

Урок 16 Контрольная работа 1. Кинематика

Цель урока: контролировать знания по теме «Кинематика».

● Ход урока

Учитель раздаёт учащимся контрольный тест. Учащиеся выполняют задания.

В контрольную работу можно дополнительно включить задания по изученной теме, взятые из сборников для подготовки к итоговой аттестации.

● Домашнее задание

Не задано.

Урок 17 Первый закон Ньютона

Цель урока: сформировать представление о явлении инерции, об инерциальных и неинерциальных системах отсчёта; сформулировать первый закон Ньютона; развивать умения наблюдать и делать выводы, объяснять физические явления.

Демонстрации. Явление инерции; эквивалентность состояния покоя и прямолинейного равномерного движения.

● Ход урока

При движении тела его скорость может изменяться по модулю и направлению.

Динамика изучает причины изменения скорости тела. Основу динамики составляют сформулированные И. Ньютоном в 1687 г. три закона движения тел. Все они являются обобщением наблюдений и опытных фактов и лежат в основе **теории механического движения**, созданной И. Ньютоном.

Задача урока. Выяснить, что является причиной изменения скорости тела.

Аристотель	Г. Галилей
Тележка, которую перестают толкать, быстро останавливается	Чем лучше смазаны оси колёс и чем ровнее дорога, тем дальше тележка будет катиться. Если сил трения не будет совсем, то тележка по гладкой прямой дороге будет катиться без остановки
Движущееся тело останавливается, если сила, его толкающая, прекращает своё действие	Если на тело не действуют внешние силы, то оно сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения

- С чьей точкой зрения вы согласны?
- В каком случае тело может двигаться равномерно и прямолинейно бесконечно долго?
- В мысленном эксперименте с тележкой, когда силы трения равны нулю, на тележку действуют сила тяжести и сила упругости, почему же её скорость не изменяется под действием этих сил?
- Что является причиной изменения скорости тела?

Инерция — это явление сохранения телом скорости (по модулю и направлению), когда на тело не действуют никакие силы.

Движение по инерции — движение тела, происходящее без внешних воздействий.

Демонстрация 1. На тележке стоит деревянный брусок. Тележку резко приводят в движение, брусок падает назад.

- Объясните наблюдаемое явление.
- (При резком начале движения нижняя часть бруска под действием силы трения покоя, которая направлена в сторону движения тележки, приходит в движение, а на верхнюю часть бруска силы не действуют, и она по инерции продолжает оставаться в покое. Из-за этого брусок падает назад.)*

Демонстрация 2. Тележка с бруском едет равномерно и резко останавливается. Брусок падает вперёд.

- Объясните наблюдаемое явление.
- Где ещё мы сталкиваемся с подобным явлением?
- Почему, находясь на эскалаторе, надо держаться за поручень?
- Для чего нужны в машинах ремни безопасности?

Закон инерции: всякое тело находится в покое или движется равномерно и прямолинейно, если на него не действуют другие тела или их действия компенсируют друг друга.

- почему в земных условиях такое движение практически не встречается?
- чему равно ускорение тела, если оно движется равномерно и прямолинейно или находится в состоянии покоя?
- Являются ли примером инерции следующие ситуации?
 - 1) книга лежит на столе;
 - 2) мячик катится по траве и постепенно останавливается;
 - 3) автобус отъезжает от остановки;
 - 4) спутник движется по орбите;
 - 5) ракета летит прямолинейно и равномерно в космическом пространстве с выключенными двигателями.
- Можно ли сказать, что состояние покоя и равномерного прямолинейного движения эквивалентны?

Демонстрация 3.

1-й этап. На тележке лежит мячик. Тележка покоится.

- В каком состоянии находится мячик относительно тележки? стола?

2-й этап. Тележка с мячиком едет равномерно и прямолинейно.

- В каком состоянии находится мячик относительно тележки? стола?

Вывод. Понятия *покой* и *движение* относительны и зависят от выбора системы отсчёта.

3-й этап. Тележка с мячиком едет равномерно и резко тормозит.

- Что произошло с мячиком?

(Скорость мячика изменилась без внешнего воздействия, т.е. закон инерции не выполняется.)

Система отсчёта	
Инерциальная система отсчёта (ИСО)	Неинерциальная система отсчёта (НИСО)
Выполняется закон инерции	Не выполняется закон инерции
Покоится или движется равномерно и прямолинейно	Двигается равноускоренно или вращается
Тело изменяет свою скорость только в результате взаимодействия	Тело изменяет свою скорость без внешних воздействий

- Когда тележка являлась инерциальной системой отсчёта?

Первый закон Ньютона в современной формулировке утверждает существование инерциальных систем отсчёта: существуют такие системы отсчёта, относительно которых поступательно движущееся тело сохраняет свою скорость постоянной, если на него не действуют другие тела.

Закон инерции выполняется только в инерциальных системах отсчёта.

- Можно ли в первом законе Ньютона фразу «поступательно движущееся тело» заменить словами «материальная точка»?

- По какому признаку можно отличить инерциальную систему отсчёта от неинерциальной?
- Можно ли Землю считать инерциальной системой отсчёта?
- Приведите примеры инерциальных и неинерциальных систем отсчёта.

Задание 1. Ответьте на вопросы.

1. Система отсчёта, связанная с машиной, является инерциальной, если машина:

- 1) движется равномерно по прямому участку шоссе;
- 2) разгоняется на прямом участке шоссе;
- 3) поворачивает равномерно по дуге радиусом 800 м;
- 4) с выключенным двигателем катится с горы.

2. Систему отсчёта, связанную с воздушным шаром, можно считать инерциальной, если шар:

- 1) равномерно опускается вниз;
- 2) ускоренно поднимается вверх.

3. По прямолинейному участку железной дороги равномерно движется пассажирский поезд. Параллельно ему в том же направлении едет товарный состав. В каком случае систему отсчёта, связанную с товарным составом, можно считать инерциальной?

Задание 2. Решите задачи, предложенные учителем.

Подведение итогов урока

- ◆ Какое явление мы изучили на уроке?
- ◆ Какие законы мы изучили?

Домашнее задание

Выучите определения понятий (инерция, движение по инерции, ИСО, НИСО) и законов (инерции и первого закона Ньютона).

Урок 18 Масса. Сила

Цель урока: повторить понятия: инертность, масса; расширить и уточнить понятие *сила*; научить определять массу тела путём измерения ускорений при взаимодействии с телом, масса которого известна; развивать умение работать с текстом, рисунком и формулами.

Демонстрации. Сравнение масс двух тел с помощью равноплечих весов и по их ускорениям при взаимодействии.

Ход урока

Проверка домашнего задания

Самостоятельная работа 4 (10 мин)	
1-й вариант	2-й вариант
1. Что такое инерция?	1. Что такое движение по инерции?

Самостоятельная работа 4 (10 мин)	
1-й вариант	2-й вариант
2. Какая система отсчёта называется инерциальной? Приведите примеры.	2. Какая система отсчёта называется неинерциальной? Приведите примеры.
3. Сформулируйте закон инерции.	3. Сформулируйте первый закон Ньютона.
4. Решите задачи, предложенные учителем.	

Задачи урока. Выяснить, почему при взаимодействии двух тел их скорости изменяются по-разному, вспомнить физические величины *масса* и *сила*.

Из курса физики 7 класса вы знаете, что телам свойственно сохранять своё состояние покоя или движения с постоянной скоростью. Это свойство называется инертностью.

- Приведите примеры проявления инертности.
- Что вы можете сказать о связи массы тела и его инертности?
- С каким способом определения массы тел вы уже знакомы?

Демонстрация 1. Сравнение масс двух тел с помощью равноплечих весов.

Демонстрация 2. Сравнение масс двух тел по их ускорениям при взаимодействии.

Задание 1. Прочитайте фрагмент «Способы измерения массы» (с. 34 учебника).

1. Расскажите, что изображено на рисунке 7.2 (с. 34 учебника).
2. Опишите ход опыта и его результат.
3. Взаимосвязь между какими физическими величинами позволяет установить этот опыт?

4. Запишите в тетради вывод формулы $m_2 = \frac{m_1 s_1}{s_2}$.

Задание 2. Разберите пример решения задачи на странице 35 и запишите его в тетрадь.

Задание 3. Решите задачи, предложенные учителем.

Задание 4. Ответьте на вопросы.

1. Как называется физическая величина, являющаяся мерой взаимодействия тел?
2. Что является следствием действия силы? Приведите примеры. (*Изменение скорости по модулю или направлению, деформация.*)
3. Можно ли утверждать, что сила является причиной движения?
4. Тело движется с постоянной по модулю скоростью. Можно ли утверждать, что на тело не действуют силы? Почему?

5. Как вы понимаете фразы:

- сила — физическая величина;
- сила — векторная величина;
- сила имеет точку приложения?

Задание 5.

1. На столе лежит тело. На тело действует сила тяжести 10 Н. Изобразите эту силу графически в масштабе 1 см — 5 Н.
2. Изобразите силы, действующие на тело, подвешенное на нити.
3. Изобразите силы, действующие на вас, когда вы стоите на полу.

● Подведение итогов урока

- ◆ О каком свойстве тел вы узнали на уроке?
- ◆ Что вы узнали о новом способе измерения массы?
- ◆ Что вы узнали о силе?
- ◆ Чему вы научились?

● Домашнее задание

Прочитайте § 7, ответьте на вопросы (с. 35, 37 учебника). Решите задачу 7.2 (с. 35 учебника).

- * Разберите пример решения задачи (с. 36 учебника) и запишите его в тетрадь. Решите задачи 7.1 (с. 35 учебника).

Урок 19 Второй закон Ньютона

Цель урока: сформулировать второй закон Ньютона и следствия из него; сформировать понятие о равнодействующей силе; научить применять второй закон Ньютона для решения задач.

Демонстрации. Зависимость ускорения тела от приложенной силы и массы тела.

● Ход урока

Проверка домашнего задания

На доску выносятся решение задачи 7.2 (с. 35 учебника).

Ответьте на вопросы.

1. Что такое инертность?
2. Что такое масса тела?
3. Какими способами можно определить массу тела?
4. На каком свойстве тел основано измерение массы при помощи весов? путей измерения ускорения тел при взаимодействии?
5. Есть ли различие в значениях масс тела, измеренных разными способами?

Конкретизируйте понятие *сила*.

Задача урока. Изучить зависимость ускорения тела от приложенной силы и массы тела.

Демонстрация 1. Взаимодействие двух тел разной массы.

Вывод 1. Тело с большей массой в результате взаимодействия получает меньшее ускорение.

Демонстрация 2. Приобретение телом ускорения под действием разных по модулю сил.

Вывод 2. Чем бóльшая сила действует на тело, тем большее ускорение тело приобретает.

Второй закон Ньютона: ускорение тела (материальной точки) \vec{a} прямо пропорционально равнодействующей всех сил \vec{F} , приложенных к телу, и обратно пропорционально его массе m :

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}.$$

Второй закон Ньютона выполняется только в инерциальных системах отсчёта.

Равнодействующей называют силу, равную геометрической сумме всех приложенных к телу сил.

Направление ускорения всегда совпадает с направлением результирующей силы.

Из второго закона Ньютона можно получить равенство $\vec{F} = m\vec{a}$.

На основе второго закона Ньютона можно установить единицу силы:

$1\text{Н} = 1\frac{\text{кг}\cdot\text{м}}{\text{с}^2}$. За единицу силы принимается сила, сообщающая телу массой 1 кг ускорение 1 м/с^2 .

Задание 1. Ответьте на вопросы и выполните задание.

1. При каком условии тело движется прямолинейно и равноускоренно?

(Если действующая на тело сила постоянна по модулю и направлению.)

2. В каком случае скорость тела совпадает с направлением действующей на тело силы?

3. Приведите примеры, когда скорость тела и действующая на тело сила направлены противоположно и под углом 90° .

4. Почему ускорение свободного падения \vec{g} всегда направлено вниз к центру Земли?

5. Что можно сказать о скорости тела, если действующая на тело результирующая сила равна нулю?

Задание 2. Решите задачи 8.1, 8.2, 8.7 (с. 39 учебника).

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Чему вы научились?

● Домашнее задание

Прочитайте § 8 (с. 38, 39 учебника). Решите задачи 8.3, 8.4 (с. 39 учебника).

Придумайте свои вопросы к тексту, начинающиеся словами:

1. Что является причиной...
2. От чего зависит...
3. Что является следствием...

4. Что можно сказать о направлении вектора...
5. Что в СИ принимают за...
 - * Прочитайте текст «Силы инерции» (с. 40 учебника) и ответьте на вопросы.

Урок 20 Решение задач

Цель урока: закрепить умение применять второй закон Ньютона при решении задач, научить находить равнодействующую силу.

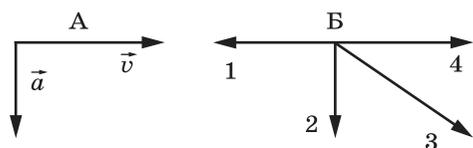
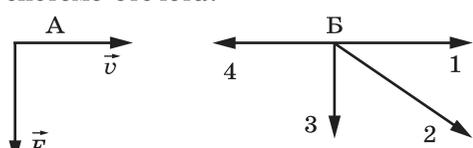
Ход урока

Проверка домашнего задания

Разбор решения задач 8.3, 8.4 (с. 39 учебника).

Учащиеся задают придуманные к тексту параграфа вопросы и отвечают на них.

1. Что является причиной ускорения тела (изменения скорости тела)?
2. От чего зависит ускорение, получаемое телом при взаимодействии?
3. Что является следствием действия силы?
4. Что можно сказать о направлении вектора ускорения?
5. Что в СИ принимают за 1 Н?

Самостоятельная работа 5 (10 мин)	
1-й вариант	2-й вариант
1. Запишите формулу для расчёта массы из второго закона Ньютона.	1. Запишите формулу для расчёта силы из второго закона Ньютона.
2. На рисунке А представлены векторы скорости и ускорения тела. Какой из четырёх векторов на рисунке Б указывает направление вектора равнодействующей всех сил, действующих на это тело? <div style="text-align: center;">  </div>	2. На рисунке А представлены вектор скорости и вектор равнодействующей всех сил, действующих на тело в инерциальной системе отсчёта. Какой из четырёх векторов на рисунке Б указывает направление вектора ускорения тела в этой системе отсчёта? <div style="text-align: center;">  </div>
3. Как будет двигаться тело массой 2 кг под действием единственной силы 4 Н?	3. Как будет двигаться тело массой 2 кг под действием единственной силы 4 Н?
4. В инерциальной системе отсчёта сила F сообщает телу массой m ускорение a . Как изменится ускорение тела, если массу тела и действующую на него силу увеличить в 2 раза?	4. В инерциальной системе отсчёта сила F сообщает телу массой m ускорение a . Как изменится ускорение тела, если массу тела увеличить в 2 раза, а действующую на него силу уменьшить в 2 раза?

Продолжение

Самостоятельная работа 5 (10 мин)	
1-й вариант	2-й вариант
5. В инерциальной системе отсчёта сила F сообщает телу массой m ускорение a . Как надо изменить массу тела, чтобы вдвое меньшая сила сообщала ему в 4 раза большее ускорение?	5. В инерциальной системе отсчёта сила F сообщает телу массой m ускорение a . Как надо изменить массу тела, чтобы вдвое меньшая сила сообщала ему в 2 раза большее ускорение?

Задача урока. Научиться применять второй закон Ньютона при решении задач.

Рекомендуемые задачи: Д.25, Д.318, Д.319, Д.320, Д.321, Д.322 (с. 39 задачника).

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Чему научились?

● Домашнее задание

Решите задачи, предложенные учителем.

Урок 21 Сложение сил

Цель урока: научить экспериментально находить равнодействующую двух сил; повторить сложение двух сил по правилу параллелограмма; научить решать задачи на движение тел под действием нескольких сил; развивать экспериментальные умения и умение решать задачи.

● Ход урока

Проверка домашнего задания

Разбор на доске задач, вызвавших затруднения у учащихся.

Задачи урока

1. Научиться экспериментально находить равнодействующую двух сил.
2. Научиться находить равнодействующую двух сил по правилу параллелограмма.
3. Научиться решать задачи на движение тел под действием нескольких сил.

Задание 1. Решите задачу 9.1 (с. 43 учебника).

Задание 2. Выполните экспериментальное задание 9.1 (с. 42 учебника).

Лабораторная работа 4

Сложение сил, направленных под углом

Цель работы: научить находить равнодействующую сил, направленных под углом к горизонту.

Оборудование: два динамометра, пружина, бумага, карандаш, линейка.

Обсуждение результатов лабораторной работы

Задание 3. Решите задачу (под руководством учителя) о равновесии тела на наклонной плоскости.

Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Чему научились?
- ◆ Что было наиболее сложным?

Домашнее задание

Решите задачи 9.2, 9.3 (с. 43 учебника).

* Решите задачи 9.4, 9.5.

Разберите примеры решения задач (с. 44, 45 учебника) и запишите их в тетрадь.

Урок 22 Третий закон Ньютона

Цель урока: изучить третий закон Ньютона; измерить силу взаимодействия двух тел; научить применять третий закон Ньютона для решения задач; развивать экспериментальные умения.

Ход урока

Проверка домашнего задания

Проверка решения задач 9.2, 9.3 (с. 43 учебника).

Задача урока. Изучить, как взаимодействуют тела между собой.

Луна — естественный спутник Земли. Масса Луны примерно в 81,5 раза меньше массы Земли. Рассмотрим взаимодействие Земли и Луны (рис. 5).

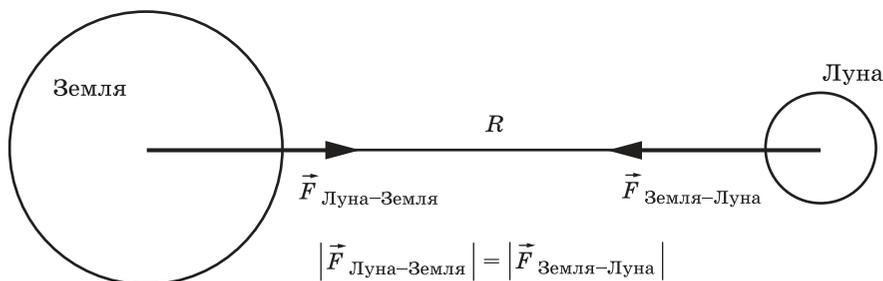


Рис. 5

Третий закон Ньютона: два тела действуют друг на друга силами, равными по модулю, противоположными по направлению и направленными вдоль одной прямой.

$$\vec{F}_{1-2} = -\vec{F}_{2-1}.$$

Силы имеют одинаковую природу: гравитационную (сила тяжести и сила всемирного тяготения) или электромагнитную (сила упругости, вес и сила трения).

Силы не уравнивают друг друга, так как приложены к разным телам.

Третий закон Ньютона выполняется только в инерциальных системах отсчёта.

• Если силы взаимодействия между Землёй и Луной равны, то почему же Луна вращается вокруг Земли, а не наоборот?

По третьему закону Ньютона $\vec{F}_{\text{Луна-Земля}} = -\vec{F}_{\text{Земля-Луна}}$,

$$m_{\text{Л}} \vec{a}_{\text{Л}} = -m_{\text{З}} \vec{a}_{\text{З}},$$

$$\vec{a}_{\text{Л}} = -\vec{a}_{\text{З}} \frac{m_{\text{З}}}{m_{\text{Л}}} \approx -81,5 \vec{a}_{\text{З}}.$$

Вывод. В результате взаимодействия Луна из-за меньшей массы получает ускорение примерно в 81,5 раза большее, чем Земля.

Задание 1.

Изобразите силы, действующие:

- 1) между столом и книгой, покоящейся на столе;
- 2) между нитью и подвешенным на ней грузом;
- 3) между Землёй и космической станцией, вращающейся вокруг Земли.

Ответьте на вопросы.

1. На каком основании можно утверждать, что изображённые вами на рисунках силы равны по третьему закону Ньютона?
2. Какой природы изображённые вами силы?
3. Можно ли сказать, что они уравнивают друг друга? Почему?
4. Справедливо ли суждение: «Силы взаимодействия между столом и книгой равны, поэтому книга находится в покое»?
5. Справедливо ли суждение: «Сила тяжести, действующая на груз, подвешенный на нити, равна силе натяжения нити по третьему закону Ньютона»?
6. Под действием какой силы происходит движение космической станции вокруг Земли?

Задание 2. Расскажите, что иллюстрируют рисунки 10.1, 10.2 (с. 46 учебника).

Задание 3. Выполните экспериментальное задание 10.1 (с. 47 учебника).

Лабораторная работа 5

Измерение сил взаимодействия двух тел

Цель работы: проверить, выполняется ли третий закон Ньютона для сил трения покоя и сил трения скольжения.

Оборудование: две книги, два карандаша с круглым сечением, нить, два динамометра.

Сделайте рисунок, изобразите силы взаимодействия между учебниками.

Сформулируйте вывод.

Обсуждение результатов лабораторной работы

Задание 4. Ответьте на вопросы.

1. Как направлены силы, возникающие при взаимодействии тел?
2. Могут ли уравнивать друг друга силы, возникающие при взаимодействии?
3. Самолёт притягивается к Земле с силой 250 кН. С какой силой Земля притягивается к самолёту?
4. Человек массой 40 кг, стоя на коньках, отталкивает от себя шар массой 2 кг силой 20 Н. Какое ускорение получает при этом человек? шар?
5. Два ученика растягивают динамометр в противоположные стороны с силами 10 Н каждый. Один ученик держит корпус динамометра, второй — пружину. Каково показание динамометра в этом случае?
6. Два человека тянут верёвку в противоположные стороны силами по 100 Н каждая. Разорвётся ли верёвка, если она выдерживает натяжение не выше 190 Н?
7. Яблоко массой m падает с дерева. С какой силой Земля действует на яблоко? С какой силой яблоко действует на Землю?
8. Человек с кормы лодки переходит на нос. Что при этом происходит с лодкой?
9. Учитывая, что масса Луны в 81 раз меньше массы Земли, найдите отношение силы тяготения F_1 , действующей на Луну со стороны Земли, к силе тяготения F_2 , действующей на Землю со стороны Луны.

Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Чему вы научились?

Домашнее задание

Прочитайте § 10 и ответьте на вопросы (с. 46 учебника).

Решите задачи 10.1—10.5 (с. 47 учебника).

* Разберите пример решения задачи (с. 49 учебника) и запишите его в тетрадь.

Решите задачи 10.6, 10.7 (с. 49 учебника).

Урок 23 Закон всемирного тяготения

Цель урока: закрепить понятие *гравитационное взаимодействие*; сформулировать закон всемирного тяготения и установить границы его применимости; показать роль эксперимента в физике (определение гравитационной постоянной); вывести формулу для ускорения свободного падения; развивать умение работать с текстом и описывать опыт по рисунку; развивать умение выражать из формул физические величины.

● Ход урока

Проверка домашнего задания

Проверка решения задач 10.1—10.5 (с. 47 учебника) и ответов на вопросы (с. 46 учебника).

Задача урока. Изучить гравитационное взаимодействие между телами.

Гравитация (от лат. *gravitas* — тяжесть) — притяжение, тяготение.

Гравитационное взаимодействие — фундаментальное взаимодействие между всеми телами, имеющими массу.

Однажды Исаак Ньютон гулял по яблоневому саду в поместье своих родителей и размышлял над законами движения тел. Вдруг он увидел в дневном небе Луну, и в этот момент с ветки оторвалось и упало на землю спелое яблоко. Ньютон знал, что яблоко упало под воздействием гравитационного поля Земли. Знал он и о том, что Луна не просто висит в небе, а вращается по орбите вокруг Земли под действием какой-то силы. Тут ему и пришло в голову, что, возможно, это одна и та же сила заставляет и яблоко падать на землю, и Луну оставаться на околоземной орбите.

В 1682 г. Ньютон сформулировал **закон всемирного тяготения**: сила притяжения между двумя материальными точками (или однородными шарами) массой m_1 и m_2 , расположенными на расстоянии R , прямо пропорциональна их массам и обратно пропорциональна расстоянию между ними:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2},$$

где $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$ — гравитационная постоянная.

Формула для расчёта силы всемирного тяготения может применяться:

- 1) для тел, которые можно принять за материальные точки;
- 2) для сферических однородных тел;
- 3) для сферического тела и материальной точки.

Сила всемирного тяготения направлена вдоль линии, соединяющей центры сферических тел или материальные точки.

Рассмотрим взаимодействие Земли и тела массой m , находящегося у её поверхности:

$$F = G \frac{M_3}{R_3^2} \cdot m = gm, \quad \text{отсюда} \quad g = G \frac{M_3}{R_3^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \text{кг}}{(6,36 \cdot 10^6 \text{м})^2} \approx$$

$$\approx 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Какие выводы об ускорении свободного падения на других планетах вы можете сделать на основании формулы $g = G \frac{m}{R^2}$ и данных таблицы?

Планета	Радиус (в радиусах Земли)	Масса (в массах Земли)	Ускорение свободного падения (м/с ²)
Венера	0,95	0,816	8,9
Земля	1,00	1,000	9,8
Марс	0,53	0,107	3,7
Юпитер	11,2	318	26
Сатурн	9,5	95,2	12

Если тело находится на высоте h над поверхностью Земли, то $F = G \frac{M_3}{(R_3 + h)^2} \cdot m$, а ускорение свободного падения определяется равенством $g_h = G \frac{M_3}{(R_3 + h)^2}$.

Задание 1. Прочитайте текст «Гравитационная постоянная» (с. 50, 51 учебника). Ответьте на вопросы (с. 51 учебника).

1. Кто и когда определил значение гравитационной постоянной?
2. Как Кавендиш определил гравитационную постоянную: теоретически или экспериментально?
3. Используя рисунок 11.2 (с. 51 учебника), расскажите об устройстве и принципе действия крутильных весов.
4. Какие физические величины надо измерить, чтобы рассчитать гравитационную постоянную?
5. Как Кавендиш измерил силу гравитационного притяжения шаров?

Задание 2. Решите задачи.

1. Расстояние между центрами двух шаров равно 1 м, масса каждого шара 1 кг. Найдите силу всемирного тяготения между ними. ($6,67 \cdot 10^{-11}$ Н.)
2. С какой силой притягиваются два шара массой 1 т каждый, находящиеся на расстоянии 1 м друг от друга? ($\approx 0,00007$ Н.)
3. Как изменится сила гравитационного притяжения при увеличении в 3 раза расстояния между центрами шарообразных тел? (*Уменьшится в 9 раз.*)
4. Комета находилась на расстоянии 100 млн км от Солнца. Как изменилась сила притяжения, действующая на комету, при удалении кометы от Солнца на расстояние 200 млн км? (*Уменьшилась в 4 раза.*)
5. Изобразите графически зависимость модуля силы всемирного тяготения F от расстояния между телами R .
6. Вокруг Земли по круговым орбитам движутся два одинаковых искусственных спутника. Радиус орбиты первого спутника в 3 раза больше радиуса орбиты второго спутника. Чему равно отношение модулей сил тяготения F_2/F_1 , действующих на спутники? (9.)

7. У поверхности Земли на космонавта действует гравитационная сила 720 Н. Какая гравитационная сила действует со стороны Земли на того же космонавта в космическом корабле, который находится на расстоянии двух её радиусов от земной поверхности? (80 Н.)

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Чему вы научились?

● Домашнее задание

Прочитайте § 11 (с. 50, 51 учебника), ответьте на вопросы (с. 51 учебника).

Решите задачи 11.2, 11.3, 11.6 (с. 51, 53 учебника).

* Разберите примеры решения задач (с. 52, 53, 58 учебника) и запишите их в тетрадь.

Решите задачи 11.1, 11.4, 11.5, 11.7 (с. 51, 53 учебника).

Урок 24 Движение тел под действием силы тяжести

Цель урока: ввести понятие *искусственный спутник Земли*; изучить движение тела в поле тяжести Земли; сформировать понятие о космических скоростях и зависимости траектории тела от его скорости; вывести формулу первой космической скорости; развивать умения выводить формулы, проводить мысленные эксперименты.

Демонстрация. Компьютерная модель «Гора Ньютона».

● Ход урока

Проверка домашнего задания

Проверка решения задач 11.2, 11.3, 11.6 (с. 51, 53 учебника) и ответов на вопросы.

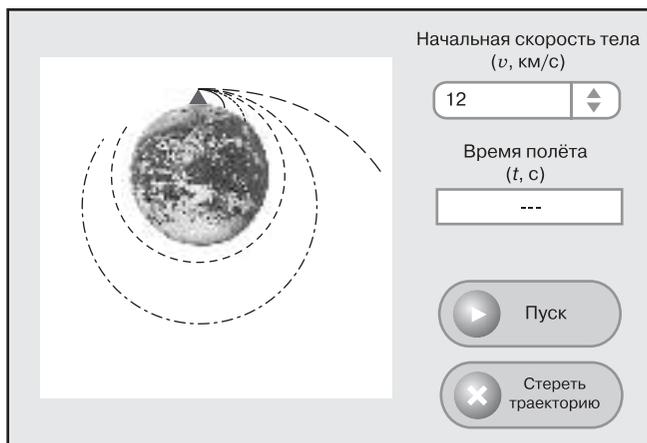
Самостоятельная работа 6 (10 мин)	
1-й вариант	2-й вариант
1. Запишите словесную формулировку закона всемирного тяготения.	1. Сделайте математическую запись закона всемирного тяготения.
2. Выразите гравитационную постоянную из закона всемирного тяготения. Чему она равна?	2. Для каких тел справедлив закон всемирного тяготения?
3. Два маленьких шарика находятся на расстоянии R друг от друга. Как нужно изменить это расстояние, чтобы сила гравитационного притяжения шариков уменьшилась в 9 раз? (Увеличить в 3 раза.)	3. Два маленьких шарика массой m каждый находятся на расстоянии R друг от друга и притягиваются с силой F . Какова сила гравитационного притяжения двух других шариков, если масса одного $3m$, масса другого $m/3$, а расстояние между их центрами $3R$? ($F/9$.)

Самостоятельная работа 6 (10 мин)	
1-й вариант	2-й вариант
4. Два астероида массой m каждый находятся на расстоянии R друг от друга и притягиваются с силой F . Какова сила гравитационного притяжения двух других астероидов, если масса каждого $3m$, а расстояние между центрами $3R$? (F .)	4. У поверхности Земли на космонавта действует гравитационная сила F . Какая гравитационная сила действует со стороны Земли на того же космонавта в космическом корабле, который находится на расстоянии трёх её радиусов от земной поверхности? ($F/9$.)

Искусственный спутник Земли (ИСЗ) — космический аппарат, вращающийся вокруг Земли.

Задача урока. Выяснить, с какой скоростью надо запустить тело, чтобы оно не упало на Землю.

Демонстрация. Компьютерная модель «Гора Ньютона».



Мысленный эксперимент

Если сбросить ядро с края обрыва по вертикали, оно начнёт падать вниз отвесно и равноускоренно с ускорением \vec{g} .

Если выстрелить из пушки в направлении горизонта, ядро полетит и будет падать по дуге. Чем больше будет начальная скорость ядра, тем дальше от пушки оно упадёт.

Теперь представьте, что вы сообщили ядру такую скорость, что оно смогло облететь вокруг земного шара. Если пренебречь сопротивлением воздуха, ядро, облетев вокруг Земли, вернётся в исходную точку точно с той же скоростью, с которой оно изначально вылетело из пушки. Понятно, что ядро будет продолжать двигаться вокруг планеты. Так мы получим искусственный спутник, обращающийся вокруг Земли по орбите, подобно естественному спутнику — Луне.

Скорость, которую надо сообщить телу в горизонтальном направлении на высоте h , чтобы оно стало искусственным спутником Земли, называют **первой космической (круговой) скоростью**.

Вычислим эту скорость.

На спутник массой m , вращающийся вокруг Земли на высоте h , действует сила притяжения $F = G \frac{M_3 m}{(R_3 + h)^2}$.

Эта сила сообщает спутнику центростремительное ускорение $a_{\text{цс}} = \frac{v^2}{R_3 + h}$.

По второму закону Ньютона $a = \frac{F}{m} = G \frac{M_3 m}{(R_3 + h)^2} = \frac{v^2}{R_3 + h}$.

Следовательно, $v = \sqrt{G \frac{M_3}{R_3 + h}}$.

Вывод 1. Первая космическая скорость не зависит от массы тела.

Вывод 2. У поверхности Земли ($h = 0$) первая космическая скорость равна: $v_I = \sqrt{G \frac{M_3}{R_3}} = \sqrt{g R_3} = \sqrt{9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 6,4 \cdot 10^6 \text{ м}} = 7,9 \text{ км/с}$. При

этом тело движется по круговой орбите.

• Когда был запущен первый искусственный спутник Земли?

Если $v > 7,9 \text{ м/с}$, то тело будет двигаться по эллипсу.

Чтобы тело преодолело силу гравитационного притяжения Земли и удалилось от неё на бесконечно большое расстояние, ему надо сообщить **вторую космическую (параболическую) скорость**: $v_{II} = 11,2 \text{ км/с}$.

Чтобы тело преодолело гравитационное притяжение Солнца и навсегда покинуло Солнечную систему, ему надо сообщить **третью космическую скорость**: $v_{III} = 16,7 \text{ км/с}$.

Развив скорость больше третьей космической, автоматическая межпланетная станция «Пионер» вышла в 1983 г. за пределы Солнечной системы.

Космические скорости могут быть вычислены также и для поверхностей других небесных тел. Так, для Луны первая космическая скорость составляет 1,7 км/с, а вторая — 2,4 км/с.

Задание 1. Решите задачи.

1. Найдите первую космическую скорость для Марса. Средний радиус Марса равен $3,4 \cdot 10^3 \text{ км}$, а ускорение свободного падения на Марсе равно $3,7 \text{ м/с}^2$.

2. Космический корабль движется вокруг Земли по круговой орбите радиусом 20 000 км. Масса Земли $6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$. Определите скорость корабля. (4,5 км/с.)

3. Плотность Меркурия примерно равна плотности Земли, а радиус в 2,63 раза меньше. Определите отношение первой космической скорости на Меркурии к первой космической скорости на Земле: v_M/v_3 . (0,38.)

4. Искусственный спутник обращается по круговой орбите на высоте 600 км от поверхности планеты со скоростью 3,4 км/с. Радиус плане-

ты равен 3400 км. Чему равно ускорение свободного падения на поверхности планеты? (4 м/с^2 .)

Задание 2. Ответьте на вопросы.

1. На какой планете будет самая маленькая первая космическая скорость? самая большая?

Планета	Радиус (в радиусах Земли)	Масса (в массах Земли)	Ускорение свободного падения (м/с^2)
Венера	0,95	0,816	8,9
Земля	1,00	1,000	9,8
Марс	0,53	0,107	3,7
Юпитер	11,2	318	26
Сатурн	9,5	95,2	12

2. По какой траектории будет двигаться тело, если ему сообщить в горизонтальном направлении на высоте h от поверхности Земли скорость:

- 1) меньшую первой космической;
- 2) равную первой космической;
- 3) бóльшую первой космической, но меньшую второй космической;
- 4) равную второй космической;
- 5) бóльшую второй космической?

3. По каким траекториям движутся планеты и кометы в Солнечной системе?

4. Как изменится линейная скорость и период обращения спутника Земли, если он переместится на более высокую орбиту?

5. Какие скорости надо сообщить космическим аппаратам массами 10 и 20 т, чтобы они стали искусственными спутниками Земли?

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Чему вы научились?

● Домашнее задание

Прочитайте § 12 (с. 54 учебника). Придумайте по одному вопросу к рисункам 12.1—12.3 учебника.

* Прочитайте текст «Движение планет и спутников» (с. 56 учебника). Разберите примеры решения задач (с. 57 учебника) и запишите их в тетрадь. Решите задачу 12.1 (с. 56 учебника).

Урок 25 Вес тела. Невесомость. Перегрузки

Цель урока: повторить понятия: вес, перегрузка, невесомость; ввести формулы для расчёта веса тела, движущегося с ускорением, направленным вертикально; развивать умения решать задачи

и изображать на рисунке точку приложения и направление веса тела.

Демонстрация. Изменение веса тела при ускоренном движении.

Проверка домашнего задания

Учащиеся задают вопросы к рисункам 12.1—12.3 (с. 54 учебника) и отвечают на них.

Задача урока. Научиться рассчитывать вес тела при движении тела с ускорением.

Вес — сила, с которой тело вследствие притяжения к Земле действует на опору или подвес.

По третьему закону Ньютона $\vec{P} = -\vec{F}_{\text{упр}}$.

Если на тело действуют только сила тяжести и сила упругости и при этом тело неподвижно, то по второму закону Ньютона $m\vec{g} + \vec{F}_{\text{упр}} = 0$, $m\vec{g} = -\vec{F}_{\text{упр}}$.

Следовательно, вес неподвижного тела на горизонтальной опоре или вертикальном подвесе равен: $\vec{P} = m\vec{g}$.

• Является ли вес тела постоянной величиной?

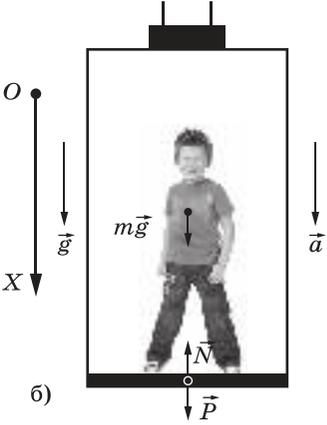
Демонстрация 1. Изменение веса человека при приседании на весах.

Демонстрация 2. Изменение веса груза при вертикальном ускоренном движении динамометра вверх и вниз.

Демонстрация 3. Изменение веса колеблющегося тела (тело на нити подвешивают к динамометру).

Вывод. При ускоренном движении тела и опоры вес тела может быть больше или меньше силы тяжести.

Ситуация: тело находится в лифте	Направление ускорения	Формула для определения веса тела	Рисунок
1) Лифт трогается вверх; 2) лифт движется вниз и тормозит перед остановкой	Ускорение лифта направлено вверх	$P = m(g + a)$ Перегрузка	

Ситуация: тело находится в лифте	Направление ускорения	Формула для определения веса тела	Рисунок
1) Лифт начи- нает движе- ние вниз; 2) лифт подни- мается вверх и тормозит перед остановкой	Ускорение лифта направ- лено вниз	$P = m(g - a)$	
Лифт движется вниз с ускоре- нием, равным \vec{g}	$\vec{a} = \vec{g}$	$P = 0$ Невесомость	

Задание 1. Изобразите точку приложения и направление веса тела для следующих случаев.

- 1) тело лежит на столе
- 2) тело висит на нити
- 3) тело лежит на наклонной плоскости

Задание 2. Выберите правильный ответ.

1. В состоянии невесомости
 - 1) *вес тела равен нулю*
 - 2) на тело не действуют никакие силы
 - 3) сила тяжести равна нулю
 - 4) масса тела равна нулю
2. Спортсмен совершает прыжок в высоту. Он испытывает невесомость
 - 1) только в тот момент, когда он летит вверх до планки
 - 2) только в тот момент, когда он летит вниз после преодоления планки
 - 3) только в тот момент, когда в верхней точке его скорость равна нулю
 - 4) *во время всего полёта*
3. Космический корабль после выключения ракетных двигателей движется вертикально вверх, достигает верхней точки траектории и затем движется вниз. На каком участке траектории в корабле наблюдается состояние невесомости?
 - 1) только во время движения вверх
 - 2) только во время движения вниз
 - 3) только в момент достижения верхней точки траектории
 - 4) *во время всего полёта с неработающими двигателями*

4. На какой стадии полёта в корабле-спутнике будет наблюдаться невесомость?

- 1) на стартовой позиции
- 2) при выходе на орбиту
- 3) при орбитальном полёте
- 4) при посадке с парашютом

Задание 3. Ответьте на вопросы.

1. Три книги, каждая массой m , одновременно начинают падать в воздухе (рис. 6). Чему равна сила воздействия нижней книги на среднюю? (0.)

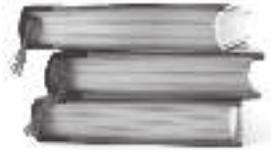


Рис. 6

2. Одна книга массой m лежит на покоем столе, а вторая книга такой же массы свободно падает в воздухе. Чему равен вес первой и второй книги? ($m\vec{g}$ и 0.)

3. На полу лифта, движущегося с постоянным ускорением \vec{a} , направленным вертикально вверх, лежит груз массой m . Чему равен вес этого груза? ($m(g + a)$.)

4. На полу лифта, движущегося с постоянным ускорением \vec{a} , направленным вертикально вниз, лежит груз массой m . Чему равен вес этого груза? ($m(g - a)$.)

5. Скорость грузового лифта изменяется в соответствии с графиком, представленным на рисунке 7. В какой промежуток времени сила давления груза на пол совпадает по модулю с силой тяжести? (От t_1 до t_2 .)

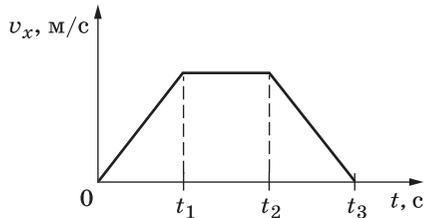


Рис. 7

6. Лыжник идёт по ровной лыжне (этап 1), не спеша поднимается в горку (этап 2) и съезжает с неё (этап 3) с постоянной скоростью. На каком этапе движения лыжник испытывает состояние, близкое к невесомости? (Ни на одном из перечисленных этапов.)

7. Масса космонавта 70 кг. Изменится ли его масса, вес и действующая на него сила тяжести, если он окажется на Луне?

8. Вы погрузились в воду. Изменились ли при этом ваша масса, вес, действующая на вас сила тяжести?

Задание 4. Решите задачи.

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Чему вы научились?
- ◆ Для чего вам могут пригодиться полученные знания?

● Домашнее задание

Прочитайте § 12 (с. 55 учебника). Ответьте на вопросы 3, 4, 5, 6 (с. 55 учебника).

* Решите задачи 12.3, 12.4 (с. 57 учебника).

Разберите пример решения задачи (с. 58 учебника) и запишите его в тетрадь.

Урок 26 Подготовка к контрольной работе**Цель урока:**

1. Проверить усвоение учащимися понятий: инерция, инертность, масса, сила, первая и вторая космические скорости.
2. Проверить степень сформированности у учащихся умений: находить результирующую силу, применять законы Ньютона и всемирного тяготения для решения задач.
3. Подготовить учащихся к тестовой проверке знаний.

Ход урока**Проверка домашнего задания**

Проверка решения задач 12.3, 12.4 (с. 57 учебника).

Ответьте на вопросы.

1. Что называется весом тела?
2. От чего зависит вес тела?
3. При каком условии наблюдается явление невесомости?
4. Что называется перегрузкой?

Задачи урока. Повторить изученные понятия, законы и формулы; подготовиться к контрольной работе по теме «Законы Ньютона».

Учитель сам делает подборку задач (аналогичных контрольному варианту) для проверки знаний учащихся по изученным темам. Желательно включить тестовые задания из сборников для подготовки к итоговой аттестации.

Из теста 2 (с. 92, 93 учебника) выполняются задания А1—А7 и В1, В2.

Подведение итогов урока

- ◆ Какие вопросы у вас возникли?
- ◆ Задачи по каким темам вызывают у вас затруднения?

Домашнее задание

Повторите § 7—12 (основные понятия, законы, формулы).

Урок 27 Контрольная работа 2. Законы Ньютона

Цель урока: контролировать знания по темам: «Инерция. Первый закон Ньютона», «Инертность. Масса», «Сила. Второй закон Ньютона», «Третий закон Ньютона», «Закон всемирного тяготения», «Движение тел под действием силы тяжести», «Вес тела».

Ход урока

Учитель сам делает подборку задач для проверки знаний учащихся по изученным темам. В контрольную работу желательно включить тестовые задания из сборников для подготовки к итоговой аттестации.

Домашнее задание

Не задано.

ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ

Урок 28 Импульс тела. Импульс силы

Цель урока: сформировать понятия: импульс тела, импульс силы; развивать умения наблюдать физическое явление и делать выводы; описывать физические величины по плану; решать задачи.

Демонстрация. Зависимость результата действия силы от времени действия.

● **Ход урока**

Очень часто при решении задач мы сталкиваемся с ситуацией, когда силы, действующие между телами, трудно определить, например при взаимодействии оболочки ракеты и вытекающих из неё газов, при взаимодействии столкнувшихся тел. Но и в этом случае результат взаимодействия можно предсказать благодаря существованию сохраняющихся величин, характеризующих движение тела. К таким величинам относятся энергия и импульс. Эти величины подчиняются соответствующим законам сохранения.

Задача урока. Познакомиться с новыми физическими величинами — импульсом тела и импульсом силы.

Слово *импульс* (impulsus) в переводе с латинского означает «толчок». **Импульс** тела ещё называют **количеством движения**.

Демонстрация. Зависимость результата действия силы от времени действия.

Гири на нити подвешена к штативу. Снизу к гире привязана ещё одна нить. Учитель дёргает за нижнюю нить медленно, рвётся верхняя нить, гиря падает. Учитель опять подвешивает гири, дёргает за нижнюю нить быстро, нижняя нить рвётся, гиря продолжает висеть.

Выход. Результат действия тел друг на друга зависит от времени их взаимодействия.

Подтвердим результаты эксперимента математическими расчётами.

Допустим, что на тело массой m действует сила \vec{F} в течение времени t и сообщает телу ускорение

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}.$$

По второму закону Ньютона $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t} = \frac{\vec{F}}{m}$, или $\vec{F}t = m\vec{v} - m\vec{v}_0$.

Введём новые физические величины.

Название величины	Импульс силы	Импульс тела
Определение	Физическая величина, равная произведению силы на время её действия	Физическая величина, равная произведению массы тела на скорость его движения

Формула для вычисления	$\vec{I} = \vec{F}t$	$\vec{p} = m\vec{v}$
Единица величины в СИ	1 Н · с	$1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$
Величина скалярная или векторная	Векторная	Векторная

Вывод. Изменение импульса тела равно импульсу силы:

$$\Delta(m\vec{v}) = \vec{F}t; \quad \Delta\vec{p} = \vec{F}t.$$

Именно в таком виде Ньютон сформулировал второй закон.

Закрепление материала

Задание 1. Ответьте на вопросы и выполните задания.

1. При каком условии импульс тела может быть равен нулю?
2. Докажите, что импульс тела зависит от выбора системы отсчёта.
3. Почему при прыжках в высоту спортсмены приземляются на мягкие маты?

(При приземлении спортсмена его импульс изменяется в результате действия силы реакции опоры. Для уменьшения силы надо увеличить время торможения, что и позволяют сделать маты.)

4. Два тела одинаковой массы движутся с одинаковыми по модулю скоростями в противоположных направлениях. Чему равен суммарный импульс системы этих тел?
5. Теннисный мячик массой m подлетает перпендикулярно к вертикальной стенке со скоростью \vec{v} и после удара отскакивает от неё с той же по модулю скоростью. Найдите модуль изменения импульса мячика.
6. Пластилиновый шарик массой m подлетает перпендикулярно к вертикальной стенке со скоростью \vec{v} , ударяется об неё и прилипает. Найдите модуль изменения импульса шарика.

Задание 2. Решите задачи.

Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Чему вы научились?

Домашнее задание

Прочитайте § 13 (с. 60 учебника) (до «Закона сохранения импульса»). Решите задачи Д.51, Д.52, Д.56, Д.66 (с. 52, 53 задачника).

Урок 29 Закон сохранения импульса

Цель урока: закрепить понятия: импульс тела, импульс силы; сформировать понятия: замкнутая система тел, упругий и неупругий удары; вывести закон сохранения импульса на основе второго и третьего

законов Ньютона; развивать умения производить действия с векторами и решать задачи.

Демонстрации. Упругий и неупругий удары.

● **Ход урока**

Проверка домашнего задания

Проверка решения задач Д.51, Д.52, Д.56, Д.66 (с. 52, 53 задачника).

Закон сохранения механической энергии и закон сохранения импульса позволяют находить решения механических задач в тех случаях, когда действующие силы неизвестны.

Задачи урока. Изучить фундаментальный закон природы — закон сохранения импульса и научиться применять его при решении задач.

Рассмотрим взаимодействие двух тел массами m_1 и m_2 .

По третьему закону Ньютона силы взаимодействия между телами \vec{F}_1 и \vec{F}_2 равны по модулю и противоположны по направлению: $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$. Используя второй закон Ньютона, получим $m_1\vec{a}_1 = -m_2\vec{a}_2$,

$$m_1 \frac{\vec{v}_1' - \vec{v}_1}{t} = -m_2 \frac{\vec{v}_2' - \vec{v}_2}{t},$$

отсюда $m_1\vec{v}_1' - m_1\vec{v}_1 = -(m_2\vec{v}_2' - m_2\vec{v}_2)$.

Перенесём импульсы тел до взаимодействия в одну сторону, а после взаимодействия в другую, получим

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}_1' + m_2\vec{v}_2', \text{ или } \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2'.$$

Закон сохранения импульса: векторная сумма импульсов взаимодействующих тел, составляющих замкнутую систему, остаётся постоянной при любых взаимодействиях тел этой системы между собой.

Замкнутой системой называется система тел, взаимодействующих только друг с другом и не взаимодействующих с другими телами (внешние силы не действуют, компенсируют друг друга ($F_{\text{тяж}}$ и $F_{\text{упр}}$) или очень малы, например сила трения).

Силы, с которыми взаимодействуют тела, входящие в замкнутую систему, называют **внутренними**.

Замкнутая система — это идеализация.

Закон сохранения импульса является **фундаментальным законом природы**, так как он выполняется и в макромире, и в микромире.

В механике часто используются две модели ударного взаимодействия — абсолютно упругий и абсолютно неупругий удары.

Абсолютно упругим ударом называется столкновение, при котором тела не деформируются и не слипаются.

Демонстрация 1. Упругий удар.

При абсолютно упругом ударе наряду с законом сохранения импульса выполняется закон сохранения механической энергии.

Центральный удар двух бильярдных шаров, столкновения атомов, молекул и элементарных частиц часто можно рассматривать как абсолютно упругий удар.

Абсолютно неупругим ударом называется такое взаимодействие, при котором тела соединяются (слипаются) друг с другом и движутся дальше как одно тело.

Демонстрация 2. Неупругий удар.

При абсолютно неупругом ударе механическая энергия не сохраняется. Она частично или полностью переходит во внутреннюю энергию тел (нагревание).

Закрепление материала

Задание 1. Найдите и прочитайте в учебнике описание опытов, изображённых на рисунках 13.1, 13.2 учебника. Ответьте на вопросы.

1. Что изображено на рисунке 13.1?
2. Опишите этапы опыта по рисунку 13.1.
3. Что доказывает данный опыт?
4. Чем опыт на рисунке 13.2 отличается от опыта на рисунке 13.1?
5. Опишите этапы опыта по рисунку 13.2.
6. Что доказывает данный опыт?
7. Какое соударение (упругое или неупругое) было между шариками в обоих опытах?
8. Какими были бы результаты обоих опытов, если бы удар был неупругим?

Задание 2. Решите задачи.

1. Два шара массами m и $2m$ движутся со скоростями, равными соответственно $2v$ и v . Первый шар движется за вторым и, догнав, прилипает к нему. Каков суммарный импульс шаров после удара? ($4mv$.)
2. Навстречу друг другу летят шарики из пластилина. Модули их импульсов равны соответственно $5 \cdot 10^{-2}$ кг·м/с и $3 \cdot 10^{-2}$ кг·м/с. Столкнувшись, шарики слипаются. Чему равен импульс слипшихся шариков? ($2 \cdot 10^{-2}$ кг·м/с.)
3. Мальчик массой 30 кг, бегущий со скоростью 3 м/с, вскакивает на платформу массой 15 кг. Чему равна скорость платформы с мальчиком? (2 м/с.)
4. Вагон массой 30 т, движущийся по горизонтальному пути со скоростью 1,5 м/с, автоматически на ходу сцепляется с неподвижным вагоном массой 20 т. С какой скоростью движется сцепка? (0,9 м/с.)
5. Две тележки движутся вдоль одной прямой в одном направлении. Массы тележек m и $2m$, скорости соответственно равны $2v$ и v . Какой будет их скорость после абсолютно неупругого столкновения? ($\frac{4}{3}v$.)
6. Два неупругих шара массами 6 и 4 кг движутся навстречу друг другу со скоростями 8 и 3 м/с соответственно, направленными вдоль одной прямой. С какой по модулю скоростью они будут двигаться после абсолютно неупругого соударения? (3,6 м/с.)

Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Чему вы научились?
- ◆ Что было наиболее сложным?

● Домашнее задание

Прочитайте § 13 (с. 60, 61 учебника). Ответьте на вопросы (с. 61 учебника).

* Решите задачи 13.1, 13.2 (с. 61 учебника).

Урок 30 Реактивное движение

Цель урока: изучить физические основы реактивного движения и явления отдачи, показать их распространённость в природе и технике; показать роль физики в развитии техники; сформировать умение применять закон сохранения импульса для объяснения наблюдаемых реактивного движения и явления отдачи.

Демонстрации. Старт ракеты (видеозапись); реактивное движение (воздушный шарик, сегнерово колесо); явление отдачи при стрельбе (видеозапись).

● Ход урока

Проверка домашнего задания

Проверка решения задач 13.1, 13.2 (с. 61 учебника) и ответов на вопросы (с. 61 учебника).

На прошлом уроке мы изучили закон сохранения импульса.

Задачи урока. Используя полученные знания, объяснить механизм реактивного движения и явления отдачи, выяснить особенности реактивного движения, объяснить работу реактивных устройств.

Под **реактивным движением** понимают движение тела, возникающее при отделении некоторой его части с определённой скоростью относительно тела.

Чтобы рассчитать скорость движения оболочки ракеты, запишем закон сохранения импульса для замкнутой системы двух тел — газа и оболочки ракеты:

$$m_p \vec{v}_p + m_r \vec{v}_r.$$

Направим ось OY по направлению скорости движения ракеты (вверх), тогда в проекции на ось OY получим

$$m_p v_p - m_r v_r.$$

Найдём скорость ракеты: $v_p = \frac{m_r}{m_p} v_r$.

В данной формуле не учитываются сопротивление воздуха, сила притяжения ракеты к Земле и то, что выброс газов происходит не мгновенно, а постепенно.

Если учесть все условия, то топлива надо брать во много раз больше массы полезного груза. Чтобы ракета стала искусственным спутником Земли, ей необходимо сообщить скорость 7,9 км/с. Для достижения такой скорости масса топлива должна превышать массу полезного груза почти в 55 раз.

У двухступенчатой ракеты в центральной части находится вторая ступень, а вокруг неё расположены топливные баки и реактивные двигатели первой ступени. На старте начинают работать двигатели обеих ступеней. Когда запасы топлива в первой ступени заканчиваются, она отделяется. Полезный груз находится в головной части ракеты, он укрыт головным обтекателем, форма которого уменьшает сопротивление воздуха во время полёта в атмосфере. После выхода в космическое пространство обтекатель тоже сбрасывается и автоматический спутник или пилотируемый корабль начинает самостоятельный полёт. Для изменения направления и модуля скорости космического корабля также используются миниатюрные реактивные двигатели. Ракеты на жидком топливе используют керосин и кислород как окислитель.

Идея использования ракет для космических полётов впервые была высказана русским учёным и изобретателем К. Э. Циолковским. Его идеи были осуществлены учёными и инженерами под руководством выдающегося учёного и конструктора, академика С. П. Королёва.

Демонстрация 1. Старт ракеты (видеозапись).

- Что можно сказать о направлении движения ракеты и газов?
- Какими способами можно добиться увеличения скорости движения ракеты?
- Почему использование многоступенчатых ракет выгоднее?
- Почему ракета взлетает не сразу после начала выхода газов, а через некоторое время?

Задание 1. Решите задачу 13.3 (с. 63 учебника).

Задание 2. Объясните работу простейших реактивных устройств.

Демонстрация 2. Крутящийся воздушный шар.

Надуем детский воздушный шар и, прежде чем перевязать отверстие ниткой, вставим в него согнутую под прямым углом трубочку для сока. В тарелку размером меньше диаметра шара нальём воду и опустим туда шар так, чтобы трубочка была сбоку. Воздух из шара будет выходить, и шар начнёт вращаться.

- Докажите, что наблюдаемое движение является реактивным.
- Обладает ли вытекающий из шарика воздух импульсом?
- Чему равен полный импульс системы шарик—воздух?
- От чего зависит скорость вращения шарика? Когда она больше?

Демонстрация 3. Сегнерово колесо.

Это колесо можно сделать из пакета для молока или пластиковой бутылочки. Внизу у противоположных стенок пакета (бутылочки) надо проделать отверстия, воткнуть изогнутые под прямым углом трубочки для сока. К верхней части пакета (бутылочки) привязать нить. Пакет (бутылочку) заполнить водой. При вытекании воды из отверстий пакет (бутылочка) вращается.

- Докажите, что наблюдаемое движение является реактивным.
- От чего зависит скорость вращения пакета (бутылочки)? Когда она больше?
- Чему равен полный импульс системы пакет—вода?

Задание 3. Объясните наблюдаемое явление и ответьте на вопросы.

Демонстрация 4. Стрельба из пушки (видеофрагмент).

- Как называется наблюдаемое явление?

(Отдача — движение ствола или орудия в целом под давлением пороховых газов на дно орудия или оружия. Отдача производит движение его в сторону, обратную выстрелу, и давит на опору оружия — плечо стреляющего или лафет.)

- Почему при выстреле пушка откатывается назад?
- От чего зависит результат отдачи?

(Результат отдачи зависит от массы и скорости отделяющегося тела или вещества.)

- Что надо сделать для уменьшения отдачи?
- Приведите примеры наблюдения явления отдачи.

Задание 4. Решите задачи Д.69, Д.70, Д.72, Д.73 (с. 54 задачника).

Интересные факты¹

1. Первые пороховые фейерверочные и сигнальные ракеты были применены в Китае в X в. В XVIII в. при ведении боевых действий между Индией и Англией, а также в Русско-турецких войнах были использованы боевые ракеты.

2. Реактивное движение, используемое в самолётах, ракетах и космических снарядах, свойственно осьминогам, кальмарам, каракатицам, медузам — все они без исключения используют для плавания реакцию (отдачу) выбрасываемой струи воды.

3. Инженеры уже создали двигатель, подобный двигателю кальмара. Его называют водомётом. В нём вода засасывается в камеру, а затем выбрасывается из неё через сопло; судно движется в сторону, противоположную направлению выброса струи. Вода засасывается при помощи обычного бензинового или дизельного двигателя.

4. В южных странах произрастает растение под названием бешеный огурец. Стоит только слегка прикоснуться к созревшему плоду, похожему на огурец, как он отскакивает от плодоножки, а через образовавшееся отверстие из плода фонтаном со скоростью до 10 м/с вылетает жидкость с семенами.

Закрепление материала

Задание 5. Ответьте на вопросы и выполните задания.

1. Какое движение называется реактивным?
2. Какой закон лежит в основе реактивного движения?
3. Приведите примеры использования реактивного движения.
4. Как можно увеличить скорость ракеты?
5. Где в природе встречается реактивное движение?
6. Выберите верные утверждения.

Реактивное движение позволяет

- 1) двигаться в безвоздушном пространстве
- 2) перемещаться в воздушной и жидкой среде
- 3) тормозить в безвоздушном пространстве
- 4) сообщать ракете первую космическую скорость

¹ http://class-fizika.narod.ru/9_19.htm

7. Кто впервые разработал теорию движения ракет?
8. В каком году был запущен первый ИСЗ?
9. Назовите фамилию первого космонавта.
10. Что можно предпринять для уменьшения отдачи?

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Чему вы научились?
- ◆ Что ещё вы хотели бы узнать по этой теме?

● Домашнее задание

Повторите § 12. Прочитайте § 13 (с. 62 учебника), ответьте на вопросы (с. 63 учебника).

Выполните одно из заданий.

1. Подготовьте презентацию по одной из тем: «История создания и применения ракет», «Проекты первых реактивных летательных аппаратов Н. И. Кибальчича, К. Э. Циолковского», «История создания реактивных двигателей», «Реактивное движение в природе», «Реактивное движение в технике».
2. Подготовьте действующую модель реактивного устройства.
3. Придумайте, решите и оформите задачу по теме «Закон сохранения импульса».

Урок 31 Кинетическая энергия

Цель урока: повторить понятие *кинетическая энергия* (7 класс); научить решать задачи на расчёт кинетической энергии тела.

● Ход урока

Проверка домашнего задания

1. Проверка ответов на вопросы (с. 63 учебника).
2. Заслушивание 1—2 презентаций.
3. Демонстрация действующих моделей реактивного устройства.

Самостоятельная работа 7 (10 мин)	
1-й вариант	2-й вариант
1. Опишите по обобщённому плану физическую величину <i>импульс тела</i> .	1. Опишите по обобщённому плану физическую величину <i>импульс силы</i> .
2. Сформулируйте закон сохранения импульса.	2. Какая система тел называется замкнутой?
3. Какой удар называется упругим?	3. Какой удар называется неупругим?
4. Какое движение называется реактивным? Приведите примеры.	4. Выведите формулу для расчёта скорости ракеты. Как можно увеличить скорость ракеты?

Продолжение

Самостоятельная работа 7 (10 мин)	
1-й вариант	2-й вариант
5. Что такое отдача?	5. От чего зависит результат отдачи?

Задачи урока. Повторить понятие *кинетическая энергия* и научиться решать задачи на расчёт кинетической энергии тела.

Задание 1. Опишите физическую величину *кинетическая энергия* по обобщённому плану.

Физическая величина	Кинетическая энергия
Определение	Энергия, которой обладает движущееся тело
Обозначение	E_k
Единица величины в СИ	Дж (джоуль)
Формула для вычисления	$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$
Величина скалярная или векторная	Скалярная

Задание 2. Ответьте на вопросы и выполните задания.

1. Приведите примеры тел, обладающих кинетической энергией.
2. Докажите, что значение кинетической энергии зависит от выбора системы отсчёта.
3. Докажите, что физическая величина, вычисленная по формуле

$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$, имеет размерность *джоуль*.

4. Хоккейная шайба массой 160 г летит со скоростью 10 м/с. Чему равна её кинетическая энергия? (8 Дж.)
5. Автомобиль массой 1 т движется равномерно по мосту на высоте 10 м над поверхностью земли. Скорость автомобиля равна 10 м/с. Чему равна кинетическая энергия автомобиля? (50 кДж.)
6. Во сколько раз надо увеличить скорость тела, чтобы кинетическая энергия тела увеличилась в 9 раз? (В 3 раза.)

Задание 3. Решите задачи 14.1—14.5 (с. 65, 67 учебника).

● Подведение итогов урока

- ◆ Чему вы научились на уроке?
- ◆ Что было наиболее сложным?

● Домашнее задание

Прочитайте § 14 (с. 64, 65 учебника).

Подготовьте рассказ об опытах, изображённых на рисунках 14.1, 14.2, 14.3, 14.4 (с. 64, 65 учебника).

Составьте вопросы к тексту параграфа, начинающиеся словами:

1. Докажите, что...
2. Как найти...
3. От чего зависит...

* Решите задачи 14.6—14.8 (с. 67 учебника).

Урок 32 Работа

Цель урока: повторить понятие *механическая работа* (7 класс); установить связь между работой, совершённой равнодействующей силой, и изменением кинетической энергии тела; научить определять работу в случае, когда сила направлена под углом к перемещению тела; научить определять скорость автомобиля по длине тормозного пути.

Демонстрация. Зависимость работы от угла между направлениями силы и перемещения тела.

● Ход урока

Проверка домашнего задания

Расскажите об опытах, изображённых на рисунках 14.1, 14.2, 14.3, 14.4.

Задайте одноклассникам составленные вами вопросы к тексту параграфа и проверьте правильность ответа.

Проверка решения задач.

В 7 классе мы изучили физическую величину *механическая работа*. Опишите её по обобщённому плану.

Физическая величина	Механическая работа
Определение	Физическая величина, равная произведению силы, действующей на тело, на пройденный телом путь
Обозначение	A
Формула для вычисления	$A = F \cdot s$
Единица величины в СИ	Дж (джоуль) $1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}$ 1 Дж — это работа, совершаемая силой 1 Н при перемещении тела на 1 м
Величина скалярная или векторная	Скалярная

Задачи урока.

1. Установить связь между работой, совершённой равнодействующей силой, и изменением кинетической энергии тела.
2. Научиться определять работу в случае, когда сила направлена под углом к перемещению тела.
3. Научиться определять скорость автомобиля по длине тормозного пути.

Задание 1. Покоящееся тело массой m под действием силы \vec{F} начинает двигаться равноускоренно.

Докажите, что изменение кинетической энергии тела равно работе силы.

Через время t тело под действием силы \vec{F} приобретает скорость \vec{v} . Изменение кинетической энергии при этом равно:

$$\Delta E_k = E_{k2} - E_{k1} = \frac{mv^2}{2} - 0 = \frac{mv^2}{2}, \text{ где } v = at.$$

После подстановки получим $\Delta E_k = \frac{m(at)^2}{2} = ma \frac{at^2}{2} = Fs$.

Следовательно, $A = \Delta E_k$.

- Для сообщения неподвижному телу заданной скорости требуется совершить работу A . Какую работу надо совершить для увеличения скорости этого тела от значения v до значения $2v$? (3 А.)
- Докажите, что работа сил, равная изменению кинетической энергии тела, является относительной величиной.
- Какой знак будет иметь работа, совершаемая силой трения, при торможении машины?

Задание 2. Решите задачи 15.2, 15.5 (с. 68 учебника).

Далее учитель объясняет, как найти работу при непараллельном направлении вектора силы и скорости тела.

- Приведите примеры, когда работа силы является положительной, отрицательной, равной нулю.

Задание 3. Решите задачу.

На горизонтальной поверхности находится тело, на которое действуют силой 10 Н, направленной под углом 60° к горизонту. Под действием этой силы тело перемещается по поверхности на 5 м. Определите работу этой силы. (25 Дж.)

Задание 4. Решите задачу.

Для установления виновника автомобильной аварии надо определить скорость машины перед началом торможения. Как это сделать, если известны тормозной путь и коэффициент трения резиновых шин об асфальт?

(Для работы силы трения запишем: $A = -F_{\text{тр}}s = -\frac{mv^2}{2}$.)

Отсюда выразим скорость: $v = \sqrt{\frac{2Fs}{m}} = \sqrt{\frac{2\mu mgs}{m}} = \sqrt{2\mu gs}$.)

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Чему вы научились на уроке?
- ◆ Что было наиболее сложным?
- ◆ Все ли задачи, поставленные в начале урока, выполнили?

● Домашнее задание

Прочитайте § 15 (с. 68, 69 учебника). Устно ответьте на вопросы (с. 68 учебника).

Решите задачи 15.1, 15.3, 15.4 (с. 68 учебника) и задачу 821 (с. 108 задачника).

* Разберите пример решения задачи (с. 71 учебника) и запишите его в тетрадь.

Урок 33 Лабораторная работа 6

Определение кинетической энергии и скорости тела по длине тормозного пути

Цель работы: научиться экспериментально определять кинетическую энергию и скорость тела по длине тормозного пути; развивать экспериментальные умения учащихся.

● Ход урока

Проверка домашнего задания

Учащиеся отвечают на вопросы к § 15 (с. 68 учебника).

Разбираются задачи, вызвавшие затруднения у учащихся.

Задачи урока. Научиться экспериментально определять кинетическую энергию и скорость тела по длине тормозного пути; развивать экспериментальные умения учащихся.

Ознакомьтесь с описанием и выполните экспериментальное задание 15.1 (с. 70 учебника).

● Подведение итогов урока

- ◆ Чему вы научились на уроке?
- ◆ Что вызвало затруднения?

● Домашнее задание

Прочитайте § 16 (с. 72, 73 учебника). Устно ответьте на вопросы (с. 73 учебника).

* Решите задачи 15.6, 15.7 (с. 70, 71 учебника) и задачу 835 (с. 109 задачника).

Урок 34 Потенциальная энергия гравитационного притяжения тел

Цель урока: повторить понятие *потенциальная энергия* (7 класс) и расширить его; сформировать представление о консервативных силах; научиться экспериментально определять потенциальную энергию тела;

развивать умение доказывать; развивать экспериментальные умения учащихся; развивать умение решать физические задачи.

● **Ход урока**

В 7 классе мы изучили физическую величину *потенциальная энергия*.

Задача урока. Вспомнить, какая энергия называется потенциальной, от чего она зависит, и научиться её определять.

Задание 1. Опишите физическую величину *потенциальная энергия* по обобщённому плану.

Название величины	Потенциальная энергия
Определение	Энергия, которая зависит от взаимного расположения взаимодействующих тел или частей одного тела
Обозначение	$E_{\text{п}}$
Единица величины в СИ	Дж (джоуль)
Формула для вычисления	$E_{\text{п}} = m \cdot g \cdot h$
Величина скалярная или векторная	Скалярная

Задание 2. Ответьте на вопросы и выполните задания.

- Докажите, что поднятое над землёй тело обладает энергией.
 - Докажите, что чем выше тело поднято над поверхностью земли, тем больше его потенциальная энергия.
 - Что иллюстрирует рисунок 16.1 учебника?
 - Как вы понимаете выражение «однородное гравитационное поле»?
 - В каком случае гравитационное поле Земли можно считать однородным?
 - По какой формуле можно найти работу силы тяжести?
 - Докажите, что при совершении работы силой тяжести потенциальная энергия тела уменьшается.
 - Докажите, что работа силы тяжести по замкнутой траектории равна нулю.
 - Зависит ли от выбора начала отсчёта:
 - значение потенциальной энергии тела в гравитационном поле;
 - изменение потенциальной энергии тела?
 - Используя рисунок 16.4 учебника, докажите, что работа силы тяжести не зависит от формы траектории.
- Силы, работа которых не зависит от формы траектории, называются **консервативными**.
- Сила тяжести — консервативная сила.
- В каком случае значение работы силы тяжести является величиной положительной? отрицательной? Почему?
 - Одинаковой ли потенциальной энергией обладает тело массой 1 кг, поднятое на высоту 1 м над поверхностью Земли и Луны?

13. Могут ли два тела массами m и $2m$, поднятые над поверхностью Земли, иметь одинаковую потенциальную энергию?

Задание 3. Ответьте на вопросы (с. 73 учебника).

Задание 4. Решите задачи.

1. Мальчик подбросил футбольный мяч массой $0,4$ кг на высоту 3 м. На сколько изменилась потенциальная энергия мяча? (12 Дж.)

2. Санки массой m тянут в гору с постоянной скоростью. Как изменится их полная механическая энергия, когда санки поднимутся на высоту h от первоначального положения? (Увеличится на mgh .)

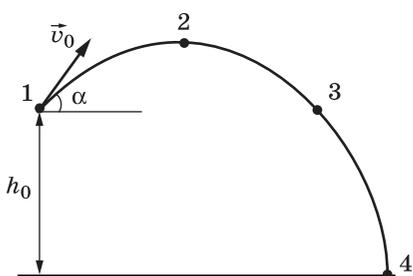


Рис. 8

3. На рисунке 8 представлена траектория движения тела, брошенного под углом к горизонту. В какой из четырёх точек, отмеченных на траектории, потенциальная энергия имеет минимальное значение? максимальное значение?

Задание 5. Выполните экспериментальное задание 16.1 (с. 73 учебника).

Лабораторная работа 7

Измерение потенциальной энергии тела

Цель работы: научиться определять потенциальную энергию тела.

Оборудование: учебник, нить, динамометр, измерительная лента.

Обсуждение результатов лабораторной работы

- Чему равна потенциальная энергия учебника относительно пола?
- Сравните потенциальную энергию учебника относительно стола, пола и земли.
- Как изменится потенциальная энергия учебника, если его передвинуть на другой конец парты?
- Какой предмет на вашей парте обладает наименьшей потенциальной энергией?

Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Чему вы научились на уроке?
- ◆ Что было наиболее сложным?

Домашнее задание

- * Разберите пример решения задачи (с. 75 учебника) и запишите его в тетрадь.

Урок 35 Потенциальная энергия при упругой деформации тел

Цель урока: повторить закон Гука; сформировать представление о потенциальной энергии при упругой деформации тел; научить решать задачи на расчёт потенциальной энергии при упругой деформации тел;

научить определять экспериментально потенциальную энергию при упругой деформации тел; развивать экспериментальные умения; развивать умение доказывать; развивать умение решать физические задачи.

● **Ход урока**

Задача урока. Научиться рассчитывать потенциальную энергию при упругой деформации тел.

Задание 1. Ответьте на вопросы и выполните задания.

1. Что такое деформация?
2. Какая деформация называется упругой?
3. По какой формуле можно рассчитать силу упругости?
4. Как можно найти работу силы упругости?

(Сила упругости зависит от смещения, и для вычисления работы можно взять среднее значение силы:

$$F_{\text{ср}} = \frac{F_1 + F_2}{2}, \text{ где } F_1 = kx_1, F_2 = kx_2.$$

$$\text{Поэтому } F_{\text{ср}} = \frac{kx_1 + kx_2}{2} = \frac{k}{2}(x_1 + x_2).$$

$$\text{Тогда } A = F_{\text{ср}} s = \frac{k}{2}(x_1 + x_2)(x_1 - x_2) = \frac{k}{2}(x_1^2 - x_2^2).$$

$$\text{Таким образом, } A = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2} = -\left(\frac{kx_2^2}{2} - \frac{kx_1^2}{2}\right) = -\Delta E_{\text{п}}.$$

Вывод. Работа силы упругости равна изменению потенциальной энергии упруго деформированного тела (пружины), взятому с противоположным знаком.)

5. Как изменится потенциальная энергия упруго деформированного тела при увеличении его деформации в 3 раза? (Увеличится в 9 раз.)
6. Первая пружина имеет жёсткость 20 Н/м, вторая — 40 Н/м. Обе пружины растянуты на 1 см. Чему равно отношение потенциальных энергий пружин E_2/E_1 ? (2.)
7. Приведите примеры преобразования упругой деформации тел в кинетическую энергию.
8. Докажите, что сила упругости является консервативной.

Задание 2. Решите задачи 17.5, 17.6 (с. 77 учебника).

Задание 3. Выполните экспериментальное задание 17.1 (с. 76, 77 учебника).

Лабораторная работа 8

Измерение потенциальной энергии упруго деформированной пружины

Цель работы: измерить потенциальную энергию при упругой деформации пружины.

Оборудование: динамометр, деревянный брусок, линейка, нить.

Обсуждение результатов лабораторной работы

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Чему вы научились на уроке?
- ◆ Что было наиболее сложным?

● Домашнее задание

Прочитайте § 17 (с. 76, 78 учебника). Устно ответьте на вопросы (с. 76 учебника).

Решите задачи 17.1—17.4 (с. 77 учебника).

Урок 36 Превращения потенциальной и кинетической энергии при колебаниях груза на пружине

Цель урока: изучить превращения потенциальной и кинетической энергии при колебаниях груза на пружине; исследовать колебания груза на пружине; развивать экспериментальные умения.

Демонстрация. Колебания груза на пружине.

● Ход урока

Проверка домашнего задания

Учащиеся отвечают на вопросы (с. 76 учебника).

Проверка решения задач 17.1—17.4 (с. 77 учебника).

Задачи урока. Научиться описывать превращения энергии при колебаниях груза на пружине и исследовать колебания груза на пружине.

Задание 1. Ответьте на вопросы.

Демонстрация 1. Груз висит на пружине.

1. При каком условии груз, подвешенный на пружине, находится в состоянии равновесия?
2. При каком условии груз, подвешенный на пружине, будет совершать колебания?

Демонстрация 2. Груз совершает колебания на пружине.

3. Как меняются смещение, скорость, кинетическая и потенциальная энергия груза при движении? Заполните таблицу.

Время	0	$\frac{1}{4}T$	$\frac{1}{2}T$	$\frac{3}{4}T$	T
Смещение	X_{\max}	0	X_{\max}	0	X_{\max}
Скорость	0	v_{\max}	0	v_{\max}	0
Потенциальная энергия	$E_{\text{п max}}$	0	$E_{\text{п max}}$	0	$E_{\text{п max}}$
Кинетическая энергия	0	$E_{\text{к max}}$	0	$E_{\text{к max}}$	0

4. Что можно сказать о полной энергии груза, колеблющегося на пружине?

Задание 2. Выполните экспериментальное задание 17.2 (с. 79 учебника).

Лабораторная работа 9

Исследование колебаний груза на пружине

Цель работы: изучить зависимость периода колебаний груза на пружине от массы груза, жёсткости пружины и амплитуды колебаний.

Оборудование: пружина, груз, измерительная линейка, секундомер.

Обсуждение результатов лабораторной работы

Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Чему вы научились на уроке?
- ◆ Что было наиболее сложным?

Домашнее задание

Решите задачи 878, 879 (с. 114 задачника).

Урок 37 Закон сохранения механической энергии

Цель урока: сформировать представление о законе сохранения механической энергии и границах его применимости; развивать умение самостоятельно работать с текстом; развивать умение решать физические задачи.

Демонстрации. Превращения энергии при свободном падении, колебаниях нитяного и пружинного маятников.

Ход урока

Проверка домашнего задания

Разбор задач, вызвавших затруднения у учащихся.

Задача урока. Изучить закон сохранения механической энергии.

Задание 1. Прочитайте текст § 18, ответьте на вопросы и выполните задания (с. 80, 81 учебника).

1. Как изменяются потенциальная и кинетическая энергии тела массой m при его падении с высоты h ?

Демонстрация 1. Превращения энергии при свободном падении тела.

2. Докажите, что сумма изменений потенциальной энергии гравитационного взаимодействия тел и кинетической энергии под действием только гравитационных сил равна нулю.

3. Как вы понимаете равенство $\Delta E_{\text{к}} = -\Delta E_{\text{п}}$?

4. Из чего складывается полная механическая энергия тела? ($E = E_{\text{п}} + E_{\text{к}}$.)

5. Сформулируйте закон сохранения полной механической энергии.

(В системе тел, взаимодействующих только гравитационными силами, полная механическая энергия сохраняется: $E = \text{const.}$)

6. При каких условиях выполняется закон сохранения полной механической энергии?

(В инерциальных системах отсчёта. При взаимодействии тел гравитационными и электростатическими силами.)

Закон сохранения энергии можно сформулировать и в такой форме: **в замкнутой системе, в которой действуют только консервативные силы, полная механическая энергия тел сохраняется. Энергия не создаётся и не уничтожается, а только превращается из одного вида в другой.**

Из этого определения следует, что закон сохранения полной механической энергии не выполняется в системах, где действуют силы трения и сопротивления воздуха.

Демонстрация 2. Колебания нитяного и пружинного маятников.

7. Какие превращения энергии происходят при колебаниях маятников?

8. Объясните, почему колебания маятников со временем затухают.

Задание 2. Решите задачи.

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Чему вы научились на уроке?
- ◆ Для чего вам могут пригодиться полученные знания?

● Домашнее задание

Прочитайте § 18 (с. 80 учебника).

Придумайте, решите и оформите задачу по теме «Работа» или «Закон сохранения механической энергии».

* Разберите пример решения задачи (с. 80, 81 учебника) и запишите его в тетрадь.

* Решите задачу 839 (с. 109 задачника).

Урок 38 Лабораторная работа 10

Исследование превращений механической энергии

Цель работы: экспериментально определить, на какую высоту поднимется груз под действием пружины динамометра; развивать экспериментальные умения учащихся.

● Ход урока

Ознакомьтесь с описанием и выполните экспериментальное задание 18.1 (с. 81 учебника).

Обсуждение результатов лабораторной работы

● Подведение итогов урока

- ◆ Чему вы научились на уроке?
- ◆ Что было наиболее сложным?

● Домашнее задание

Повторите § 14—18. Подготовьтесь к самостоятельной работе.

* Прочитайте § 18 (с. 82 учебника).

Разберите пример решения задачи (с. 83 учебника) и запишите его в тетрадь.

Урок 39 Решение задач

Цель урока: повторить понятия: работа, потенциальная энергия, кинетическая энергия, закон сохранения энергии; развивать умение решать задачи.

● Ход урока

Задачи урока. Вспомнить изученный материал по темам: «Работа», «Кинетическая энергия», «Потенциальная энергия», «Закон сохранения энергии»; научиться решать задачи по этим темам.

Самостоятельная работа 8 (10 мин)	
1-й вариант	2-й вариант
1. Докажите, что значение кинетической энергии тела зависит от выбора системы отсчёта.	1. Докажите, что значение потенциальной энергии тела, поднятого над землёй, зависит от выбора начала отсчёта.
2. Чему равна работа силы тяжести?	2. Чему равна работа силы упругости?
3. Какие силы называются консервативными? Приведите примеры.	3. Запишите закон сохранения энергии и условия, при которых он выполняется.
4. В каком случае значение работы силы равно нулю? Приведите примеры.	4. В каком случае значение работы силы больше нуля, меньше нуля? Приведите примеры.
5. Как найти скорость автомобиля до торможения по длине тормозного пути?	5. Работа каких сил не зависит от формы траектории?

Задание 1. Ответьте на вопросы.

1. Два тела движутся с одинаковыми скоростями. Масса второго тела в 3 раза меньше массы первого. Во сколько раз отличаются их кинетические энергии? (*В 3 раза.*)

2. Два тела находятся на одной и той же высоте над поверхностью земли. Масса первого тела в 2 раза больше массы второго тела. Во сколько раз различаются их потенциальные энергии? (*В 2 раза.*)

3. Три шарика одинаковых размеров — свинцовый, стеклянный и деревянный — подняты на одну и ту же высоту над столом. Одинаковой ли потенциальной энергией они обладают? (*Потенциальную энергию отсчитывают от поверхности стола.*)

(*Энергия свинцового шара больше, чем деревянного и стеклянного.*)

4. Тело, брошенное вертикально вверх с поверхности земли, достигает наивысшей точки и падает на землю. Как при этом изменяется кинетическая энергия тела?

5. Первоначальное удлинение пружины равно Δx . Как изменится потенциальная энергия пружины, если её удлинение станет вдвое меньше? (Уменьшится в 4 раза.)

6. Автомобиль движется равномерно по мосту, перекинутому через реку. Значение каких физических величин вам надо знать, чтобы найти полную механическую энергию автомобиля?

(Скорость, массу, уровень отсчёта потенциальной энергии и высоту машины над этим уровнем.)

7. Санки массой m съезжают с гладкой наклонной плоскости высотой h , после чего они продолжают движение по горизонтальной поверхности и спустя некоторое время останавливаются. Как при этом изменилась их полная механическая энергия? (Уменьшилась на mgh .)

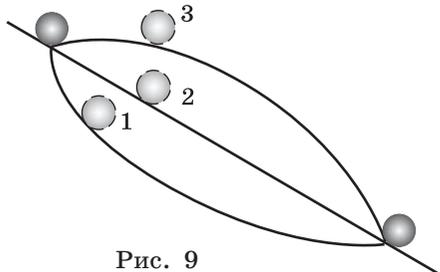


Рис. 9

8. Шарик скатывали с горки по трём разным гладким желобам (выпуклому, прямому и вогнутому) (рис. 9). В начале пути скорости шарика одинаковы. В каком случае скорость шарика в конце пути наибольшая? Трением пренебречь. (Во всех случаях скорость одинаковая.)

Задание 2. Решите задачи.

1. Ученик исследовал зависимость модуля силы упругости F пружины от её растяжения x и получил следующие результаты:

F , Н	0	0,5	1	1,5	2	2,5
x , м	0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1

Определите потенциальную энергию пружины при растяжении на 0,08 м. (0,08 Дж.)

2. Скорость автомобиля массой 1 т увеличилась от 10 до 20 м/с. Чему равна работа равнодействующей силы? (150 кДж.)

3. Шарик массой 100 г скатился с горки длиной 2 м и высотой 1 м. Определите работу силы тяжести. (1 Дж.)

4. Тело массой 1 кг, брошенное с уровня земли вертикально вверх, упало обратно. Перед ударом о землю оно имело кинетическую энергию 200 Дж. С какой скоростью тело было брошено вверх? Сопротивлением воздуха пренебречь. (20 м/с.)

5. Груз массой 100 г свободно падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. Определите кинетическую энергию груза на высоте 6 м. (4 Дж.)

6. Тело массой 1 кг, брошенное вертикально вверх, достигло максимальной высоты 20 м. Какой кинетической энергией обладало тело сразу после броска? Сопротивлением воздуха пренебречь. (200 Дж.)

7. Шарик на нити, находящемся в положении равновесия, сообщили небольшую горизонтальную скорость. На какую высоту поднимется шарик? $\left(\frac{v_0^2}{2g}\right)$

8. Мяч брошен вертикально вверх. На рисунке 10 показан график изменения кинетической энергии мяча по мере его подъёма над точкой бросания. Чему равна полная энергия мяча на высоте 2 м? (9 Дж.)

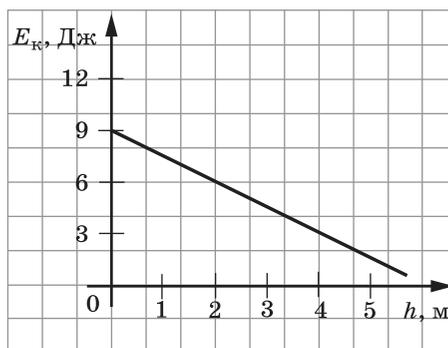


Рис. 10

Подведение итогов урока

- ◆ Чему вы научились на уроке?
- ◆ Какие вопросы у вас возникли?

Домашнее задание

Прочитайте § 19 (с. 84, 85 учебника).

Разберите пример решения задачи (с. 85 учебника) и запишите его в тетрадь.

Составьте вопросы к тексту параграфа, начинающиеся словами:

1. Что являлось мерой....
2. Какие явления указывали на связь между...
3. Что определил...
4. Какими двумя способами...
5. Чем характеризуется...
6. Как формулируется...
7. Какой вид имеет математическое...
8. Как называется раздел физики...

Ответьте на вопросы письменно.

* Подготовьте презентацию о моделях вечного двигателя. Воспользуйтесь материалами сайтов: <http://elementy.ru/posters/perpetuum>, <http://ru.wikipedia.org> и др.

Урок 40 Закон сохранения энергии в тепловых процессах

Цель урока: установить связь между работой, количеством теплоты и внутренней энергией тела; сформулировать закон сохранения и превращения энергии в тепловых процессах и сравнить его с законом сохранения полной механической энергии; развивать умение работать с текстом, формулировать вопросы и давать на них ответы; доказать невозможность существования вечного двигателя; развивать умение решать задачи.

Ход урока

Проверка домашнего задания

1. Что являлось мерой *механического движения тел и теплового движения?*
2. Какие явления указывали на связь между *работой и количеством теплоты?*

3. Что определил *Джеймс Джоуль* в своих опытах?
4. Какими двумя способами можно изменить внутреннюю энергию тела?
5. Чем характеризуется состояние тела?
6. Как формулируется закон сохранения и превращения энергии?
7. Какой вид имеет математическое выражение закона сохранения и превращения энергии?
8. Как называется раздел физики, изучающий тепловые явления?

Заслушивается сообщение (презентация) о моделях вечного двигателя, доказывающаяся невозможность создания вечного двигателя.

Задание 1. Сравните закон сохранения полной механической энергии и закон сохранения и превращения энергии в тепловых процессах.

Название закона	Закон сохранения полной механической энергии	Закон сохранения и превращения энергии в тепловых процессах (первый закон термодинамики)
Формулировка	В замкнутой системе, в которой действуют только консервативные силы, полная механическая энергия тел сохраняется. Энергия не создаётся и не уничтожается, а только превращается из одного вида в другой (из кинетической в потенциальную и наоборот)	При любых физических взаимодействиях энергия не возникает и не исчезает, а только передаётся от одного тела другому или превращается из одной формы в другую. Изменение внутренней энергии тела равно сумме количества теплоты, переданного телу, и работы, совершённой над телом
Математическая запись	$E = E_{\text{п}} + E_{\text{к}} = \text{const}$	$\Delta U = Q + A$
Условия выполнения	В инерциальных системах отсчёта. В замкнутой системе тел. При взаимодействии тел консервативными силами	Всегда

Задача урока. Научиться применять закон сохранения и превращения энергии в тепловых процессах при решении задач.

- Задание 2.** Решите задачи, используя первый закон термодинамики.
1. Идеальный газ получил количество теплоты, равное 300 Дж, и совершил работу, равную 100 Дж. Как изменилась при этом внутренняя энергия газа? (*Увеличилась на 200 Дж.*)
 2. Идеальный газ передал количество теплоты, равное 300 Дж, а внешние силы совершили над ним работу, равную 100 Дж. Как при этом изменилась внутренняя энергия газа? (*Уменьшилась на 200 Дж.*)

3. В процессе эксперимента внутренняя энергия газа уменьшилась на 40 кДж, и он совершил работу 35 кДж. Какое количество теплоты газ передал окружающей среде в результате теплообмена? (5 кДж.)

4. Газ передал 300 Дж теплоты. При этом внутренняя энергия газа увеличилась на 100 Дж. Чему равна работа, совершённая над газом? (400 Дж.)

Задание 3. Заслушайте сообщение (презентацию) о разных моделях вечного двигателя. Докажите невозможность создания вечного двигателя.

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Чему вы научились на уроке?
- ◆ Что было наиболее сложным?

● Домашнее задание

Прочитайте § 20 учебника.

Используя Интернет, подготовьте презентацию по одной из тем:

1. Паровая турбина.
2. Карбюраторный двигатель внутреннего сгорания.
3. Дизельный двигатель.
4. Газовая турбина.
5. Реактивный и турбореактивный двигатели.
6. Компрессорный холодильник.
7. Экологические проблемы использования тепловых машин.

План описания двигателя

1. Название.
2. Кем и когда изобретён.
3. Внешний вид и устройство.
4. Принцип работы.
5. Применение.
6. КПД.

* Прочитайте § 19 (с. 86, 87 учебника).

Решите задачи 19.1, 19.2 (с. 85 учебника).

Урок 41 Урок-семинар по теме «Принцип работы тепловых машин»

Цель урока: сформировать представление о принципах работы тепловых машин и экологических проблемах при их использовании; развивать умение коллективно обсуждать проблему, выражать и отстаивать свою точку зрения; развивать информационные умения.

● Ход урока

Задачи урока. Изучить принципы работы тепловых машин и проанализировать экологические проблемы, связанные с их использованием.

План обсуждения материалов

1. Паровая турбина.
2. Карбюраторный двигатель внутреннего сгорания.

3. Дизельный двигатель.
4. Газовая турбина.
5. Реактивный двигатель.
6. Компрессорный холодильник.
7. Экологические проблемы использования тепловых машин.

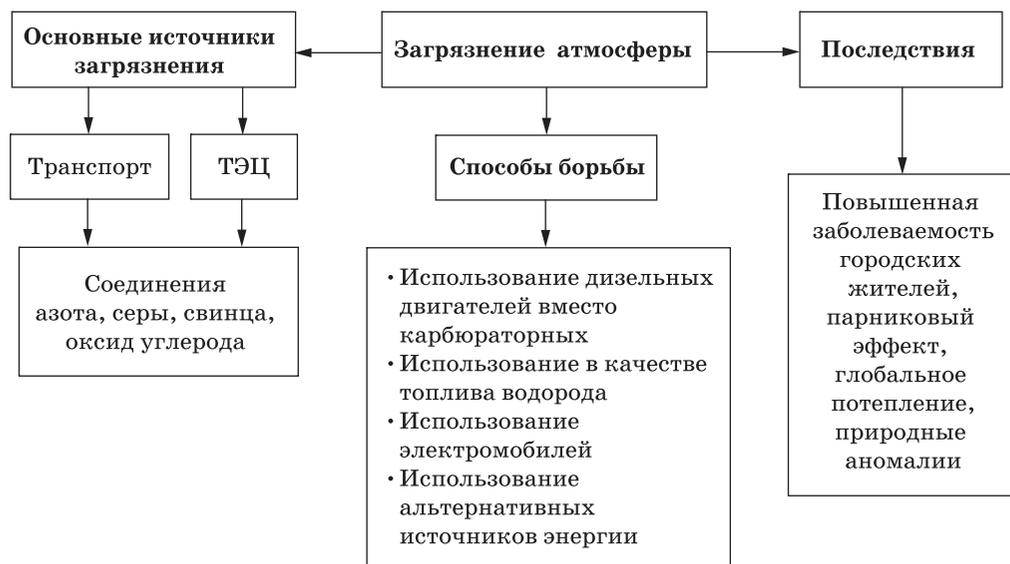
После каждого сообщения учащиеся задают вопросы, делают дополнения, записывают важные моменты в тетрадах.

Паровая турбина	
Кем и когда изобретена	В 1884—1889 гг. независимо друг от друга К. Г. П. Лавалем (Швеция) и Ч. А. Парсонсом (Великобритания)
Устройство	Паровая турбина состоит из двух основных частей. Ротор с лопастями — подвижная часть турбины. Статор с соплами — неподвижная часть
Принцип работы	Поток водяного пара поступает на лопасти, закреплённые по окружности ротора, и, воздействуя на них, приводит ротор во вращение. Это тепловой двигатель непрерывного действия, в котором потенциальная энергия сжатого и нагретого водяного пара преобразуется в механическую работу (вращает вал)
Применение	Генераторы электрического тока на тепловых и атомных электростанциях, насосы, воздухоудвки, для вращения судовых винтов
КПД	До 90 %
Карбюраторный двигатель внутреннего сгорания	
Кем и когда изобретён	Первый практически пригодный газовый ДВС был сконструирован французским механиком Э. Ленуаром в 1860 г. В 1880-х гг. О. С. Костович (Россия) построил первый бензиновый карбюраторный двигатель
Устройство	Внутри цилиндра двигателя находится поршень, соединённый шатуном с коленчатым валом. Имеются два клапана для впуска горючей смеси и выпуска отработанных газов. Свеча даёт искру для поджигания горючей смеси
Принцип работы	Цикл работы двигателя совершается за четыре такта. 1-й такт. В п у с к. Клапан впуска открывается, горючая смесь поступает в цилиндр, клапан закрывается. 2-й такт. С ж а т и е. Под действием коленчатого вала поршень движется вверх и сжимает горючую смесь. В момент достижения поршнем верхней точки горючая смесь зажигается электрической искрой. 3-й такт. Ра б о ч и й х о д. Горючая смесь сгорает, газ расширяется и двигает поршень вниз. Поршень вращает коленчатый вал, который через систему передач вызывает вращение ведущих колёс машины. 4-й такт. В ы п у с к. Поршень идёт вверх, клапан выпуска открывается, происходит выпуск газов.

Продолжение

	В ДВС внутренняя энергия топлива преобразуется в механическую работу
Применение	Легковые машины
КПД	20—30 %
Дизельный двигатель	
Кем и когда изобретён	В 1892 г. изобретён и в 1897 г. построен Р. Дизелем
Устройство	Практически не отличается от обычного бензинового. Принципиальное отличие заключается в способах формирования топливно-воздушной смеси, её воспламенения и сгорания. В дизельном двигателе нет свечи, подача топлива и воздуха происходит отдельно
Принцип работы	1-й такт. Впуск. Клапан впуска открывается, чистый воздух поступает в цилиндр, клапан закрывается. 2-й такт. Сжатие. Поршень сжимает воздух, он нагревается до температуры 700—800 °С. В камеру сгорания форсунками под большим давлением (10—30 МПа) впрыскивается топливо, которое почти мгновенно самовоспламеняется. 3-й такт. Рабочий ход. Топливо сгорает, газ расширяется и двигает поршень вниз. 4-й такт. Выпуск. Поршень идёт вверх, клапан выпуска открывается, происходит выпуск газов
Применение	Тракторы, большегрузные машины, тепловозы, легковые автомобили и внедорожники
КПД	35—45%
Реактивные двигатели	
Кем и когда изобретены	Родоначальником можно считать шар (эолипил) Герона. Твердотопливные ракетные двигатели — пороховые ракеты появились в Китае в X в. В 1903 г. К. Э. Циолковский предложил основные элементы устройства реактивного двигателя на жидком топливе
Устройство	Внутри оболочки находится отсек для полезного груза, горючее и окислитель, которые соединяются в камере сгорания; из неё через сопло газы (продукты горения) вырываются наружу
Принцип работы	Топливо поступает в камеру сгорания, образовавшиеся продукты горения (газы) выходят с большой скоростью из сопла и создают реактивную силу
Применение	Ракеты
КПД	47—80%

Экологические проблемы использования тепловых машин



Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Какое практическое значение имеют знания, полученные вами на уроке?
- ◆ Какие вопросы у вас возникли?

Домашнее задание

Повторите § 13—20 (основные понятия и формулы).

Урок 42 Подготовка к контрольной работе

Цель урока:

1. Проверить усвоение учащимися понятий: импульс тела, импульс силы, работа, кинетическая энергия, потенциальная энергия, полная механическая энергия, замкнутая система тел, консервативные силы, абсолютно упругий и неупругий удары.
2. Проверить степень сформированности у учащихся умения решать задачи по темам: «Работа», «Закон сохранения импульса», «Закон сохранения механической энергии», «Закон сохранения энергии в тепловых процессах».
3. Подготовить учащихся к тестовой проверке знаний.

Ход урока

Задачи урока. Повторить изученные понятия, законы и формулы; подготовиться к контрольной работе по теме «Законы сохранения».

Задание 1.

1. Запишите на доске формулы для вычисления импульса тела, импульса силы, работы, кинетической энергии, потенциальной энергии.
2. Приведите примеры, когда работа силы является положительной величиной, отрицательной, равной нулю.
3. Какие силы называются консервативными? Приведите примеры консервативных сил.
4. Приведите примеры абсолютно упругого и неупругого ударов.
5. Сформулируйте и запишите на доске закон сохранения импульса, закон сохранения механической энергии, закон сохранения энергии в тепловых процессах. При каких условиях выполняются данные законы?
6. Какие превращения энергии происходят:
 - 1) при свободном падении мячика;
 - 2) при броске мячика вверх;
 - 3) при колебаниях нитяного маятника;
 - 4) при колебаниях пружинного маятника;
 - 5) при попадании летящей пули в деревянный брусок?

Задание 2. Из теста 2 (с. 92, 93 учебника) выполните задания А8—А12 и В3.

Задание 3. Выполните тестовые задания.

Учитель сам делает подборку задач (аналогичных контрольному варианту) для проверки знаний учащихся по изученным темам. Желательно включить тестовые задания из сборников для подготовки к итоговой аттестации.

● Подведение итогов урока

- ◆ Какие вопросы у вас возникли?
- ◆ Какого типа задачи вызывают у вас затруднения?

● Домашнее задание

Повторить § 13—20 (основные понятия и формулы).

* Решите задачи 1—7 (с. 94 учебника).

Урок 43 Контрольная работа 3. Законы сохранения

Цель урока: контролировать знания по темам: «Закон сохранения импульса», «Работа», «Кинетическая энергия», «Потенциальная энергия», «Закон сохранения механической энергии», «Закон сохранения энергии в тепловых процессах».

● Ход урока

Учитель сам делает подборку задач для проверки знаний учащихся по изученным темам. В контрольную работу желательно включить тестовые задания из сборников для подготовки к итоговой аттестации.

● Домашнее задание

Не задано.

КВАНТОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Урок 44 Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома

Цель урока: раскрыть предпосылки изучения строения атома; ознакомить учащихся с моделью атома Дж. Дж. Томсона; показать роль эксперимента в науке (фундаментальный опыт Резерфорда); сформировать представление о ядерной модели атома, предложенной Резерфордом, и её недостатках; развивать умение описывать опыт по обобщённому плану.

Демонстрация. Опыт Резерфорда (анимация).

● Ход урока

Вы уже знаете, что атом состоит из положительного ядра и отрицательных частиц — электронов, которые вращаются вокруг ядра.

Задачи урока. Изучить факты, натолкнувшие учёных на мысль о том, что атом имеет структуру, и познакомиться с опытом, позволившим построить модель атома.

Факты, натолкнувшие учёных на мысль о том, что атом имеет структуру

В 1820 г. французский физик Андре Анри Ампер (1775—1836) создал теорию магнетизма, в которой все магнитные взаимодействия свёл к взаимодействию скрытых в телах так называемых **круговых электрических молекулярных токов**. Таким образом, он предполагал, что молекула имеет строение и в её состав входят заряженные частицы.

В 1833 г. английский физик Майкл Фарадей (1791—1867) при изучении явления электролиза высказал гипотезу о том, что в природе существует элементарный электрический заряд, который не делится на части.

В 1859 г. немецкий физик Густав Роберт Кирхгоф (1824—1887) изучал спектры излучения и поглощения. Он выяснил, что каждому элементу присущ свой линейчатый спектр, т. е. строго определённый набор спектральных линий. Причину и объяснение спектров надо искать в свойствах атомов.

В 1896 г. французский физик Анри Беккерель (1852—1908) открыл **явление естественной радиоактивности**, причины которой тоже следовало искать внутри атома.

Открытие электрона

В 1897 г. молодой английский физик Дж. Дж. Томсон (1856—1940) открыл **электрон**. Он установил, что масса электрона в 1837 раз меньше массы атома водорода (самого лёгкого атома). Он доказал, что электроны находятся внутри атомов всех химических элементов.

Модель атома Томсона

В 1903 г. Томсон предложил такую модель атома: «Внутри положительного равномерно заряженного атома-шара диаметром 10^{-8} см плавают отрицательные электроны. Число электронов равно заряду шара, так что в целом атом оказывается нейтральным». В 1904 г. он предположил, что электроны в атоме разделяются на группы, образуя

различные конфигурации (рис. 21.1, с. 96 учебника), обуславливающие периодичность химических элементов.

В начале XX в. почти все физики приняли модель Томсона.

Опыт Резерфорда

7 марта 1911 г. Манчестерское философское общество услышало доклад английского физика Эрнеста Резерфорда (1871—1937) «Рассеяние α -частиц и строение атома».

1. Цель опыта

Исследовать распределение «+» заряда и массы внутри атома.

2. Метод

Зондирование атомов золота с помощью α -частиц (положительные ионы атома гелия, движущиеся со скоростью $1/15$ скорости света).

3. Описание установки

Под вакуумным колпаком находится свинцовый контейнер с радиоактивным веществом, испускающим α -частицы, диафрагма, которая выделяет из них узкий пучок и направляет его на экран из сернистого цинка, и микроскоп, через который наблюдают сцинтилляции (вспышки) на экране при ударе α -частиц.

4. Ход опыта

Вспышки на экране от ударов α -частиц возникают беспорядочно, но так, что в целом на экране получается довольно резкое изображение щели диафрагмы.

Если на пути α -частиц поставить золотую фольгу (толщиной около 400 нм, что соответствует нескольким тысячам слоёв атомов золота), то на экране возникает полоса немного шире изображения щели, получаемого в первом случае. α -Частицы отклоняются от прямолинейного пути в среднем всего на $1-2^\circ$.

После проведения ещё ряда опытов было доказано, что 1 из 8000 α -частиц отражается от фольги и летит назад. Это столь же невероятно, как если бы мы стреляли из пушки по листу тонкой бумаги, а снаряды отскакивали бы назад. Это возможно, если предположить, что положительный заряд в атоме не распределён по объёму равномерно, а сосредоточен в очень малой области.

5. Вывод

Модель атома Томсона противоречит результатам опыта.

Модель атома Резерфорда (ядерная модель)

Атом состоит из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов, которые обращаются вокруг него по круговым орбитам на расстояниях примерно 10^{-10} м.

Размеры ядра очень малы: $10^{-14}-10^{-15}$ м, но в нём заключена практически вся масса атома (~99,4%).

Заряд ядра положителен и численно равен примерно половине атомной массы элемента.

Атом подобен Солнечной системе: диаметр Солнца ($1,4 \cdot 10^6$ км) почти во столько же раз меньше размеров Солнечной системы ($6 \cdot 10^9$ км), во сколько раз размеры ядер (10^{-12} см) меньше диаметра атома (10^{-8} см).

6. Объяснение результатов опыта

α -Частицы без рассеяния проходят через тысячи слоёв атомов потому, что большая часть пространства внутри атомов пуста, а столкно-

вения с лёгкими электронами почти не влияют на движение тяжёлых α -частиц. Изменение движения α -частицы на противоположное происходит только при редких столкновениях с ядрами.

Осенью того же года (1911) состоялся первый Сольвеевский конгресс в Брюсселе, на который приехали выдающиеся физики Европы: М. Планк, А. Пуанкаре, А. Эйнштейн, Х. А. Лоренц, В. Нернст и др. Среди приглашённых был и Э. Резерфорд. С волнением он ожидал оценки своей работы. И что же он услышал? Ничего. О предложенной им модели атома не было сказано ни слова. Вообще-то председательствующий на конгрессе Лоренц говорил о достоинствах атомной модели, только не Резерфордовской, а той, которая была предложена сэром Дж. Дж. Томсоном.

Таким образом, научный мир не принял всерьёз модель атома Резерфорда. Об этом говорил и тот факт, что в статье известного русского физика П. Н. Лебедева «Успехи физики в 1911 г.» также ничего не говорилось ни о планетарной модели, ни о результатах опытов Резерфорда по рассеянию α -частиц.

В чём же дело? Почему проведённые Резерфордом исследования структуры атома не заинтересовали учёных?¹

Недостатки модели атома Резерфорда

Простая и наглядная модель, построенная Резерфордом, хорошо объясняла рассеяние α -частиц, но не могла объяснить факт существования атома, его устойчивость.

Движение электронов по орбитам происходит с ускорением, а ускоренно движущийся заряд по законам электродинамики Максвелла должен излучать электромагнитные волны с частотой, равной частоте его обращения вокруг ядра. Излучение сопровождается потерей энергии. Теряя энергию, электроны должны приближаться к ядру. Как показывают строгие расчёты, основанные на механике Ньютона и электродинамике Максвелла, электрон за 10^{-8} с должен упасть на ядро. В действительности ничего подобного не происходит. Атомы устойчивы и в невозбуждённом состоянии могут существовать неограниченно долго, совершенно не излучая электромагнитные волны.

Кроме того, излучающий и приближающийся к ядру электрон должен давать непрерывный спектр излучения, а на практике наблюдается линейчатый спектр.

Закрепление материала

1. Назовите факты, натолкнувшие учёных на мысль о том, что атом имеет структуру.
2. Что вы знаете об открытии электрона?
3. Опишите модель атома, предложенную Дж. Дж. Томсоном (рис. 21.1 учебника).
4. Какова была цель опыта Резерфорда?
5. Каким методом пользовался Резерфорд при изучении строения атома?

¹ Громов С. В. Физика. Учебник для 11 класса / Под ред. Н. В. Шароновой. — М.: Просвещение, 2006. — С. 181—182.

6. Опишите экспериментальную установку, которой пользовался Резерфорд (рис. 21.2 учебника).
 7. Опишите ход опыта и наблюдаемые явления.
 8. Опишите модель атома Резерфорда.
 9. Чем строение атома напоминает строение Солнечной системы?
 10. Почему модель атома, предложенная Резерфордом, называется ядерной?
 11. Почему представление о строении атома, предложенное Резерфордом, назвали моделью?
 12. Как Резерфорд объяснил результаты своего опыта (рис. 21.4 учебника)?
 13. Почему проведённые Резерфордом исследования структуры атома не заинтересовали учёных (рис. 21.5 учебника)?
 14. С каким утверждением вы согласны?
- I. Планетарная модель атома обоснована опытами по
 - 1) растворению и плавлению твёрдых тел
 - 2) ионизации газа
 - 3) химическому получению новых веществ
 - 4) *рассеянию α -частиц*
 - II. В опыте Резерфорда α -частицы рассеиваются
 - 1) *электростатическим полем ядра атома*
 - 2) электронной оболочкой атомов мишени
 - 3) гравитационным полем ядра атома
 - 4) поверхностью мишени
 - III. В опыте Резерфорда большая часть α -частиц свободно проходит сквозь фольгу, практически не отклоняясь от прямолинейных траекторий, потому что
 - 1) ядро атома имеет положительный заряд
 - 2) электроны имеют отрицательный заряд
 - 3) *ядро атома имеет малые (по сравнению с атомом) размеры*
 - 4) α -частицы имеют большую (по сравнению с ядрами атомов) массу
 - IV. Модель атома Резерфорда описывает атом как
 - 1) однородное электрически нейтральное тело очень малого размера
 - 2) шар из протонов, окружённый слоем электронов
 - 3) сплошной однородный положительно заряженный шар с вкраплениями электронов
 - 4) *положительно заряженное малое ядро, вокруг которого движутся электроны*
 - V. Планетарной модели атома соответствует утверждение
 - 1) ядро — в центре, оно электрически нейтрально, масса атома сосредоточена в электронной оболочке
 - 2) ядро — в центре, заряд ядра положителен, масса атома сосредоточена в электронной оболочке
 - 3) *ядро — в центре, заряд ядра положителен, масса атома сосредоточена в ядре*
 - 4) ядро — в центре, заряд ядра отрицателен, масса атома сосредоточена в ядре

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Что вас заинтересовало?
- ◆ Какие вопросы у вас возникли по этой теме?

● Домашнее задание

Прочитайте § 21 (с. 96—98 учебника). Устно ответьте на вопросы (с. 97 учебника).

Подготовьте устный рассказ об опыте Резерфорда, используя рисунки 21.2—21.5 учебника. Опишите модель атома Резерфорда.

* Используя оборудование кабинета физики, выполните экспериментальное задание 21.1 (с. 99 учебника).

Урок 45 Постулаты Бора. Поглощение и испускание света атомами

Цель урока: изучить постулаты Бора, объяснить образование линейчатых спектров испускания и поглощения и устойчивость атома; показать роль догадки в научном открытии; провести наблюдение линейчатого спектра испускания; развивать умение работать с текстом.

Демонстрации. Спектроскоп, линейчатый спектр излучения.

● Ход урока

Проверка домашнего задания

1. Ответьте на вопросы (с. 97 учебника).
2. Расскажите об опыте Резерфорда, используя рисунки 21.2—21.5 учебника.
3. Опишите модель атома Резерфорда.

На прошлом уроке мы выяснили, что модель атома Резерфорда имела два существенных недостатка (каких?) и из-за этого не получила признания в научном сообществе.

Задача урока. Выяснить, каким образом удалось преодолеть противоречия в модели атома Резерфорда.

Повторение материала, изученного в 8 классе

1. Что представляет собой непрерывный спектр?
2. Как можно получить спектр?

Задание 1. Прочитайте текст «Линейчатые спектры» и ответьте на вопросы (с. 100 учебника).

1. В какой последовательности располагаются химические элементы в таблице Д. И. Менделеева?
2. О чём свидетельствует повторяемость химических свойств элементов при таком их расположении в таблице Д. И. Менделеева?
3. Что обнаружили немецкие учёные Г. Кирхгоф и Р. Бунзен в 1859 г.?
4. Что представляет собой линейчатый спектр испускания?
5. Могут ли два разных химических элемента иметь одинаковый линейчатый спектр?

6. Спектры каких химических элементов представлены на рисунке 22.1 учебника? Как они были получены?
7. Что представляет собой линейчатый спектр поглощения?
8. Какие спектры изображены на рисунке 22.2 учебника? Чем они различаются? Как был получен линейчатый спектр поглощения паров ртути?
9. На какую мысль наталкивает факт совпадения частот линейчатых спектров излучения и поглощения для одного вещества?

Из идеи движения электронов, подобно движению планет, возникла атомная физика.

М. Планк

Годом рождения квантовой физики принято считать 1900 год, когда немецкий физик Макс Планк (1858—1947) выдвинул предположение, что энергия нагретыми телами испускается прерывисто — порциями или квантами.

Энергию одного кванта можно рассчитать по формуле $E = h\nu$, где $h = 6,67 \cdot 10^{-34}$ Дж · с — постоянная Планка.

Альберт Эйнштейн (1879—1955) в 1905 г. выдвинул идею, что энергия не только излучается, но и распространяется и поглощается тоже квантами.

В 1912 г. в лаборатории Резерфорда появился 26-летний датский физик Нильс Бор (1885—1962).

Бор усмотрел глубокую связь между линейчатой структурой атомных спектров и идеями Планка и Эйнштейна о дискретном характере процессов испускания и поглощения света атомами. Ему стало ясно, что три физические идеи — **атом, излучение, электроны** — связаны между собой понятием **кванта**. Принципиально новым в теории Бора было и то, что он допустил существование в атоме таких состояний, в которых движущиеся с ускорением электроны не излучают электромагнитных волн. Да, существование таких состояний противоречило законам классической электродинамики, но, вместо того чтобы отказаться из-за этого от планетарной модели, Бор счёл сами эти законы несправедливыми в области атомных явлений. После нескольких месяцев работы Бор в 1913 г. опубликовал свою квантовую теорию атома.

Первый постулат Бора: атом может находиться лишь в определённых состояниях, называемых стационарными, в стационарном состоянии атом не излучает.

Второй постулат Бора: излучение или поглощение света происходит при переходе атома из одного стационарного состояния в другое. При переходе атома из состояния с энергией E_m в состояние с энергией E_n частота испускаемого электромагнитного излучения прямо пропорциональна разности энергий атома в этих состояниях:

$$h\nu = E_m - E_n.$$

Стационарное состояние атома с минимальным запасом энергии называют **основным состоянием**, остальные стационарные состояния называют **возбуждёнными**.

На основе двух постулатов Бор определил радиус атома водорода ($0,53 \cdot 10^{-10}$ м — боровский радиус) и энергии стационарных состояний атома. Это позволило вычислить частоты излучаемых атомом электромагнитных волн и объяснить линейчатые спектры испускания и поглощения атома водорода, найти скорость вращения электрона в атоме ($2,3 \cdot 10^6$ м/с).

Выводы из теории Бора

1. Радиус орбиты электрона в атоме не может быть любым.
2. В стационарном состоянии электрон имеет минимальную энергию и может находиться сколь угодно долго.
3. Время жизни в возбуждённом состоянии $\tau = 10^{-8}$ с. За это время электрон успевает совершить 100 млн оборотов вокруг ядра.
4. Поглощение света — процесс, обратный излучению. Поглощая свет, атом переходит из низшего энергетического состояния в высшее (рис. 22.3, с. 101 учебника). При этом он поглощает излучение той же частоты, что и излучает при переходе из высшего состояния в низшее (рис. 22.4, с. 101 учебника).

Недостатки теории Бора

1. Не смог построить теорию атома гелия и других элементов.
2. Совмещение классической механики и электродинамики с квантовыми представлениями. Возникла необходимость создания квантовой механики и электродинамики.
3. На самом деле движение электронов в атоме имеет очень мало общего с движением планет по орбитам.

За заслуги в изучении строения атома Нильс Бор в 1922 г. получил Нобелевскую премию.

Задание 2. Прочитайте описание спектрографа (с. 101 учебника). Объясните по рисунку 22.6 (с. 101 учебника) его устройство. Чем спектрограф отличается от спектроскопа?

Демонстрация. Линейчатый спектр излучения.

Опишите спектр излучения, который вы наблюдали при помощи спектроскопа.

Задание 3. Ответьте на вопросы и выполните задания.

1. Что послужило основанием для гениальной догадки Бора?
(Бор усмотрел глубокую связь между линейчатой структурой атомных спектров и идеями Планка и Эйнштейна о дискретном характере процессов испускания и поглощения света атомами.)
2. В чём заключалась научная смелость Бора?
(Вместо того чтобы отказаться от планетарной модели, Бор счёл законы классической электродинамики несправедливыми в области атомных явлений.)
3. Сформулируйте постулаты Бора.
4. Используя рисунки 22.3, 22.4 учебника, объясните поглощение и излучение электромагнитных волн атомом.
5. В каком состоянии энергия электрона меньше: в основном или в возбуждённом?
6. Сколько фотонов с различной частотой могут испускать атомы водорода, находящиеся во втором возбуждённом состоянии? (3.)

7. На рисунке 11 представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой из отмеченных стрелками переходов между энергетическими уровнями сопровождается испусканием кванта минимальной частоты? (4-й.)
8. Какие выводы следуют из теории Бора?
9. Какие недостатки были у теории Бора?

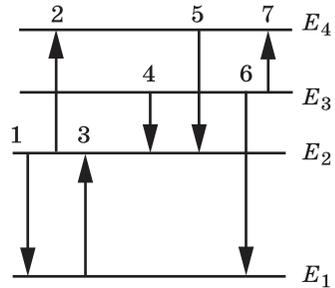


Рис. 11

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Какие вопросы по этой теме у вас возникли?

● Домашнее задание

Прочитайте § 22 (с. 100, 101 учебника). Устно ответьте на вопросы (с. 100 учебника).

Решите задачи 1643, 1645, 1648, 1650 (с. 201 задачника).

* Прочитайте § 22 (с. 102, 103 учебника). Устно ответьте на вопросы (с. 103 учебника).

Выполните экспериментальное задание 22.1 (с. 101 учебника).

Урок 46 Состав атомного ядра. Изотопы. Ядерные силы

Цель урока: сформировать представление о протонно-нейтронной модели ядра и новом виде взаимодействия — ядерном; сравнить элементарные частицы — протон и нейтрон; ввести понятия: зарядовое число, массовое число, нуклоны, изотопы, атомная единица массы; сравнить ядерные силы с гравитационными и электромагнитными; научить определять состав атома.

Демонстрация. Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева.

● Ход урока

Проверка домашнего задания

1. Ответьте на вопросы (с. 100 учебника).
2. Сформулируйте постулаты Бора.
3. Что помогло объяснить постулаты Бора?
4. Какие новые закономерности микромира открыл Нильс Бор? Почему они были сформулированы в виде постулатов? В чём они противоречат классическим представлениям?
5. Проверка решения задач 1643, 1645, 1648, 1650 (с. 201 задачника).

На прошлых уроках вы получили представление о ядерной модели атома. Вы знаете, что 99,9% массы атома сосредоточено в ядре, которое имеет очень малый размер (10^{-15} м).

Задача урока. Изучить строение ядра.

Из таблицы Менделеева можно установить важную закономерность: масса любого ядра превышает массу ядра водорода приблизительно в

целое число раз. Заряд ядра по модулю равен заряду всех электронов: $q = n|e|$, где n — число электронов в атоме, а $e = -1,602189 \cdot 10^{-19}$ Кл — заряд электрона.

В 1919 г. Э. Резерфорд установил, что при столкновениях с ядрами атомов бора, азота, фтора, натрия и других химических элементов альфа-частицы выбивают из них частицы с элементарным положительным зарядом и массой, равной массе атома водорода. Таким образом было доказано, что ядро атома водорода — это один протон. В ядро атома гелия входит два протона, так как заряд ядра гелия равен двум. Но масса гелия примерно в 4 раза больше массы атома водорода, значит, в состав ядра входит ещё две частицы с такой же массой, как у протона, но не имеющие заряда. В 1932 г. ученик Резерфорда английский физик Д. Чедвик открыл нейтрон.

Основные сведения о протоне и нейтроне

Название частицы	Обозначение	Заряд, Кл	Масса, кг	Масса, а. е. м.	Кто и когда открыл
Протон	p	$1,6 \cdot 10^{-19}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$	1,007276470	1919 г. Э. Резерфорд
Нейтрон	n	Нет	$1,6749 \cdot 10^{-27}$	1,008665012	1932 г. Д. Чедвик

В 1932 г. советский физик Д. Д. Иваненко и немецкий физик В. Гейзенберг предложили протонно-нейтронную модель ядра.

• Какие же силы удерживают эти частицы внутри ядра?

Мы уже изучили два вида взаимодействий — гравитационное и электромагнитное. Могут ли сила тяготения и сила Кулона обеспечить стабильность ядра?

В природе существует ещё один вид взаимодействия — ядерное, или сильное.

Свойства ядерных сил

1. Это силы притяжения (в 100 раз больше сил кулоновского отталкивания).
2. Зарядовая независимость (не зависят от вида частиц). Они действуют между протонами, нейтронами, протонами и нейтронами.
3. Короткодействие — имеют малый радиус действия, около $1,4 \cdot 10^{-15}$ м, т. е. действуют только внутри ядра.

Так как взаимодействие между частицами не зависит от их вида (наличия или отсутствия заряда), то протон и нейтрон рассматривают как одну частицу — **нуклон** (от латинского *nucleus* — ядро) — в двух разных состояниях.

• Как же определить состав ядра любого химического элемента?

A_ZX — обозначение ядра, где

X — обозначение химического элемента;

A — массовое число (число нуклонов в ядре; округлённая до целого числа атомная масса элемента);

Z — зарядовое число (число протонов в ядре; порядковый номер химического элемента в периодической системе Менделеева).

- Как найти число нейтронов в ядре?

$$N = A - Z.$$

Для удобства измерения в физике введена **атомная единица массы** (1 а. е. м.), примерно равная массе одного нуклона: 1 а. е. м. = $= 1,6605 \cdot 10^{-27}$ кг.

- Если ядро состоит из целого числа нуклонов, то почему атомная масса всех элементов не является целым числом?

Один и тот же элемент может существовать в природе в виде двух или нескольких изотопов. **Изотопы** — ядра с одинаковыми зарядами (Z), но разными массами (A). Химические свойства атома зависят практически только от строения электронной оболочки, которая, в свою очередь, определяется зарядом ядра Z и не зависит от его массового числа A , поэтому все изотопы одного и того же элемента химически неотличимы, но физические свойства у них разные.

Например, у кислорода существует три стабильных изотопа: $^{16}_8\text{O}$, $^{17}_8\text{O}$, $^{18}_8\text{O}$.

Атомная масса химического элемента является средневзвешенной атомной массой всех стабильных изотопов данного химического элемента с учётом их природной распространённости в земной коре и атмосфере. Именно эта атомная масса представлена в периодической таблице Д. И. Менделеева.

Закрепление материала

Задание 1. Ответьте на вопросы.

1. По современным представлениям ядро атома углерода состоит из
 - 1) электронов и протонов
 - 2) нейтронов и позитронов
 - 3) протонов
 - 4) *протонов и нейтронов*
2. Чему равно число нейтронов в ядре урана $^{238}_{92}\text{U}$? (146.)
3. Какая из строчек таблицы правильно отражает структуру ядра $^{48}_{20}\text{Ca}$?

	p — число протонов	n — число нейтронов
1	48	68
2	48	20
3	20	48
4	20	28

4. Сколько электронов содержит электронная оболочка в нейтральном атоме фосфора $^{31}_{15}\text{P}$? (15 электронов.)
5. Сколько протонов, нейтронов и электронов содержит атом натрия $^{23}_{11}\text{Na}$? (11 протонов, 12 нейтронов и 11 электронов.)
6. В ядре атома железа содержится 56 частиц. Вокруг ядра движется 26 электронов. Какой состав имеет ядро атома железа?
7. Чем различаются атомы разных химических элементов?

8. Число каких частиц в атоме не влияет на его химические свойства? Почему?

9. Размер чего больше: протона или атома водорода? Во сколько раз?

10. Почему и протоны, и нейтроны называются нуклонами?

Задание 2. Решите задачи 1657, 1659, 1661 (с. 202 задачника).

Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Чему вы научились на уроке?
- ◆ Что было наиболее сложным?

Домашнее задание

Прочитайте § 23 (с. 104 учебника) и «Изотопы» (с. 106 учебника).

Устно ответьте на вопросы 1—6 (с. 105 учебника).

Решите задачи 1655, 1656, 1658 (с. 201, 202 задачника).

Урок 47 Дефект масс. Энергия связи атомных ядер

Цель урока: сформировать представление о дефекте массы атомного ядра, об энергии покоя, энергии связи атомных ядер, удельной энергии связи ядра; научить вычислять дефект массы атомного ядра и энергию связи нуклонов в ядре.

Ход урока

Проверка домашнего задания

1. Ответьте на вопросы 1—6 (с. 105 учебника).

2. Проверка задач 1655, 1656, 1658 (с. 201, 202 задачника).

Самостоятельная работа 9 (10 мин)	
1-й вариант	2-й вариант
1. Сколько протонов, нейтронов и электронов содержится в атоме	
селена ${}_{34}^{79}\text{Se}$?	урана ${}_{92}^{235}\text{U}$?
2. Назовите химический элемент, в атомном ядре которого содержатся нуклоны:	
а) $14p + 14n$ б) $47p + 61n$	а) $20p + 20n$ б) $55p + 78n$
3. Какие атомы называются изотопами? Что можно сказать о физических и химических свойствах изотопов?	3. Перечислите свойства ядерных сил.

Задача урока. Научить вычислять дефект массы атомного ядра и энергию связи нуклонов в ядре.

Точные измерения показали, что масса любого ядра $m_{\text{я}}$ всегда немного меньше суммы масс входящих в его состав протонов и нейтронов: $m_{\text{я}} < Zm_p + Nm_n$.

Разность этих масс называется **дефектом массы**: $\Delta m = Zm_p + Nm_n - m_{\text{я}}$.

В 1905 г. Альберт Эйнштейн вывел формулу для энергии покоя: $E_0 = m_0 c^2$, где m_0 — масса покоя частицы и c — скорость света в вакууме. Он сделал вывод о том, что масса тела является мерой его энергии покоя. В энергию покоя входят все виды энергии, кроме кинетической энергии движения тела как целого и его потенциальной энергии.

Энергия, которая необходима для полного расщепления ядра на отдельные нуклоны, называется **энергией связи**. Энергию связи можно определить по формуле $E_{\text{св}} = \Delta m c^2$.

Энергия связи, приходящаяся на один нуклон в ядре, называется **удельной энергией связи**: $f = \frac{\Delta E}{A}$. Удельная энергия связи равна сред-

нему значению энергии, необходимой для освобождения из ядра одного нуклона. Для большинства ядер (кроме самых лёгких) удельная энергия связи примерно равна 8 МэВ/нуклон. Энергия связи электрона с ядром в атоме водорода, т. е. энергия ионизации (13,6 эВ), почти в миллион раз меньше этого значения.

$$1 \text{ МэВ} = 10^6 \text{ эВ} \approx 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ Дж.}$$

$$1 \text{ а. е. м.} = 931,5 \text{ МэВ.}$$

Задание 1. Рассмотрите график на рисунке 23.4 (с. 105 учебника) и ответьте на вопросы.

1. Как изменяется удельная энергия связи нуклонов в ядре при увеличении массового числа?

(Сначала увеличивается до элементов с массовым числом около 60, далее почти не изменяется, но начиная с элементов с массовым числом, близким к 100, постепенно начинает уменьшаться.)

2. В каком диапазоне лежат удельные энергии связи нуклонов в различных ядрах? *(Возрастает от 2 до 9 МэВ/нуклон.)*

3. Какие химические элементы имеют самую большую удельную энергию связи нуклонов?

(Элементы с массовыми числами от 50 до 60: железо, кобальт, никель, медь. Ядра этих элементов наиболее устойчивы.)

4. Как вы думаете, почему у тяжёлых ядер удельная энергия связи уменьшается? К чему это приводит?

(Из-за растущей с увеличением Z кулоновской энергии отталкивания протонов. Тяжёлые ядра могут распадаться. Все ядра с $Z > 82$ нестабильны.)

Задание 2. Разберите пример решения задачи (с. 107 учебника) и запишите его в тетрадь.

Задание 3. Решите задачу 23.2 (с. 107 учебника).

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Чему вы научились на уроке?
- ◆ Что было наиболее сложным?

● Домашнее задание

Прочитайте § 23 (с. 105 учебника).

Устно ответьте на вопросы 7—13 (с. 105 учебника).

Решите задачу 23.3 (с. 107 учебника).

Решите задачу 1698 (с. 205 задачника).

* Прочитайте § 23 (с. 106, 107 учебника).

Урок 48 Радиоактивность

Цель урока: сформировать представление о радиоактивности, α - и β -распаде, γ -излучении; раскрыть смысл закона радиоактивного распада; сравнить разные виды излучений.

● Ход урока

Проверка домашнего задания

1. Ответьте на вопросы 7—13 (с. 105 учебника).

2. Разбор задач 23.3 (с. 107 учебника) и 1698 (с. 205 задачника).

Задача урока. Изучить явление радиоактивности.

Естественной радиоактивностью называется явление самопроизвольного превращения неустойчивых ядер одного химического элемента в ядра другого химического элемента с испусканием частиц и излучением энергии.

В 1896 г. Беккерель открыл радиоактивность урана. В 1898 г. Мария Кюри и Пьер Кюри обнаружили радиоактивность тория, позднее ими были открыты радиоактивные элементы полоний и радий.

Почти 90% известных ядер нестабильны. Радиоактивные ядра при распаде могут испускать α -частицы, β -частицы и γ -лучи.

Радиоактивность — это результат внутриядерного процесса. Именно открытие радиоактивности послужило толчком к изучению строения атома и ядра. Изучение распадов дало первые сведения о сложном строении ядра и средствах для зондирования атома в опыте Резерфорда.

Сравним разные виды излучений

Название	α -излучение	β -излучение	γ -излучение
Кем и когда открыто	1903 г., Резерфорд	1900 г., Беккерель	
Что собой представляет	Ядра атома гелия ${}^4_2\text{He}$	Электроны ${}^0_{-1}e$	Электромагнитное излучение λ от 10^{-10} м, ν от $3 \cdot 10^{19}$ Гц
Скорость	$\sim \frac{1}{15}c$	$\sim 0,999 c$	$c = 3 \cdot 10^8$ м/с
При прохождении в магнитном поле (перпендикулярно)	Слабо отклоняется	Сильно отклоняется	Не отклоняется

Продолжение

Название	α -излучение	β -излучение	γ -излучение
линиям магнитной индукции)			
Ионизирующая способность	Очень большая	Средняя	Очень слабая
Проникающая способность	Очень маленькая. Задерживаются листом бумаги толщиной около 0,1 мм. Длина пробега в воздухе 3—11 см, а в жидких и твёрдых средах — сотые доли миллиметра	Длина пробега β -частиц с высокой энергией составляет в воздухе до 20 м, в воде и в живых тканях — до 3 см, в металле — до 1 см. Почти полностью поглощаются оконным стеклом и металлическими экранами толщиной в несколько миллиметров. Одежда поглощает до 50% β -частиц	Очень большая. Для ослабления его энергии в 2 раза необходим слой вещества (слой половинного ослабления) толщиной: воды — около 23 см, стали — около 3 см, бетона — 10 см, дерева — 30 см

Виды радиоактивного распада

Вид распада	α -распад	β -распад
Особенности распада	Ядро испускает одну α -частицу, и из одного химического элемента образуется другой, расположенный в периодической системе Менделеева на две клетки левее	Ядро испускает один электрон, и из одного химического элемента образуется другой, расположенный на клетку правее, кроме того, из ядра вылетает ещё одна частица, называемая электронным <i>антинейтрино</i> ($\bar{\nu}$)
Правило смещения при распаде	${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\text{He}$	${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e + \bar{\nu}_e$
Примеры	${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He}$	${}^{137}_{55}\text{Cs} \rightarrow {}^{137}_{56}\text{Ba} + e^- + \bar{\nu}_e$

γ -Излучение не является самостоятельным видом радиоактивности, а уносит избыточную энергию возбуждённого ядра при α - и β -распаде, число протонов и нейтронов при этом не изменяется.

При радиоактивных распадах сохраняется электрический заряд и приближённо сохраняется относительная атомная масса ядер (число нуклонов).

Закон радиоактивного распада

Радиоактивный распад любого атомного ядра — это случайный процесс, его предсказать невозможно. Вероятность распада в течение ближайшей секунды любого из атомных ядер данного вещества одинакова. Однако если радиоактивных ядер много, то можно определить, какая часть ядер распадётся через заданный интервал времени.

Суть закона радиоактивного распада состоит в том, что для каждого вещества существует определённый интервал времени (**период полураспада**), за который радиационный распад претерпевает половина атомов данного вещества.

Закрепление материала

Задание 1. Рассмотрите график на рисунке 24.6 (с. 109 учебника) и ответьте на вопросы.

1. Зависимость между какими величинами представлена на графике?
2. Сколько атомов вещества имелось в начальный момент времени?
3. Чему равен период полураспада для данного вещества?
4. Сколько атомов вещества останется через 2 периода полураспада? через 3 периода полураспада?

Задание 2. Ответьте на вопросы.

1. Какое из трёх типов излучений (α -, β - или γ -излучение) обладает наибольшей проникающей способностью? (*γ -излучение.*)
2. Какой из типов радиоактивного излучения представляет собой поток положительно заряженных частиц? (*α -излучение.*)
3. Какой из типов радиоактивного излучения представляет собой поток отрицательно заряженных частиц? (*β -излучение.*)
4. Какой из типов радиоактивного излучения представляет собой поток нейтральных частиц? (*γ -излучение.*)
5. Что представляет собой α -излучение? (*Поток ядер атомов гелия.*)
6. Что представляет собой β -излучение? (*Поток электронов.*)
7. Как при α -распаде ядра изменяется его зарядовое и массовое число? (*Зарядовое число уменьшается на 2 единицы, а массовое уменьшается на 4 единицы.*)
8. Как при β -распаде ядра изменяется его зарядовое и массовое число? (*Зарядовое число увеличивается на единицу, а массовое не изменяется.*)
9. Как при испускании γ -кванта изменяются его зарядовое и массовое число? (*Не изменяются.*)
10. Какое излучение имеет наибольшую ионизирующую способность? (*α -излучение.*)
11. Какое излучение сильнее всего отклоняется в магнитном поле? Почему? (*β -излучение.*)
12. Ядро тория ${}_{90}^{230}\text{Th}$ превратилось в ядро радия ${}_{88}^{226}\text{Ra}$. Какую частицу испустило при этом ядро тория? (*α -частицу ${}_{2}^4\text{He}$.*)
13. Ядро ${}_{91}^{226}\text{Pa}$ претерпело α -распад. Что в результате образовалось? (*Ядро ${}_{89}^{222}\text{Ac}$ и ${}_{2}^4\text{He}$.*)
14. Период полураспада ядер атомов некоторого вещества составляет 17 с. Что это означает? (*Половина изначально имевшихся атомов распадается за 17 с.*)

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Чему вы научились?
- ◆ Какие вопросы у вас возникли?

● Домашнее задание

Прочитайте § 24 (с. 108, 109 учебника).

Устно ответьте на вопросы (с. 109 учебника).

Подготовьте комментарии к рисункам 24.1—24.6 (с. 108, 109 учебника).

* Прочитайте § 24 (с. 110, 111 учебника).

Устно ответьте на вопросы (с. 111 учебника).

Разберите примеры решения задач (с. 111 учебника) и запишите их в тетрадь.

Урок 49 Решение задач

Цель урока: закрепить представление о радиоактивности, α - и β -распаде, γ -излучении; научить записывать уравнения α - и β -распада; научить определять период полураспада радиоактивных элементов.

● Ход урока

Проверка домашнего задания

Ответьте на вопросы (с. 109 учебника).

- Что происходит внутри ядра при электронном β -распаде?
- Что показывает диаграмма на рисунке 24.2 учебника?
- Что показывает диаграмма на рисунке 24.5 учебника?
- Что изображено на рисунках 24.1, 24.3, 24.4, 24.6 учебника?

Самостоятельная работа 10 (10 мин)

1-й вариант	2-й вариант
1. Перечислите свойства α -излучения.	1. Перечислите свойства β -излучения.
2. Запишите правило смещения при α -распаде.	2. Запишите правило смещения при β -распаде.
3. Что такое естественная радиоактивность?	3. Что такое период полураспада?
4. В чём проявляется вероятностный характер радиоактивного распада?	4. Что такое γ -излучение?

Задачи урока. Закрепить знания, полученные на прошлом уроке, научиться записывать уравнения α - и β -распада и определять период полураспада радиоактивных элементов.

Задание 1. Решите задачи 1664—1673, 1675, 1677, 1679, 1689 (с. 202—204 задачника).

Задание 2. Ответьте на вопросы и выполните задания.

1. Период полураспада ядер атомов некоторого вещества составляет 45 мин. Это означает, что

- 1) за 45 мин атомный номер каждого атома уменьшится вдвое
- 2) один атом распадается каждые 45 мин
- 3) все изначально имевшиеся атомы распадутся через 45 мин
- 4) половина имевшихся атомов распадается за 45 мин

2. Наблюдение за препаратом актиния массой 1 г показало, что период полураспада ядер атомов актиния $^{227}_{89}\text{Ac}$ составляет 21,6 года. Это означает, что

- 1) за 21,6 года массовое число каждого атома уменьшится вдвое
- 2) одно ядро актиния распадается каждые 21,6 года
- 3) все изначально имевшиеся ядра актиния распадутся за 43,2 года
- 4) половина изначально имевшихся ядер актиния распадается за 21,6 года

3. Радиоактивный изотоп имеет период полураспада 2 мин. Сколько ядер из 1000 ядер этого изотопа испытает радиоактивный распад за 2 мин?

- 1) Точно 500 ядер
- 2) 500 или немного меньше ядер
- 3) 500 или немного больше ядер
- 4) Около 500 ядер, может быть, немного больше или немного меньше

4. Какой из графиков зависимости (рис. 12) числа нераспавшихся ядер от времени правильно отражает закон радиоактивного распада? (4.)

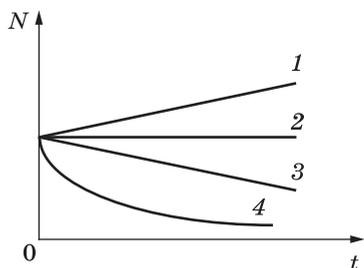


Рис. 12

5. На рисунке 13 показан график изменения массы находящегося в пробирке радиоактивного изотопа с течением времени. Чему равен период полураспада этого изотопа? (2 мес.)

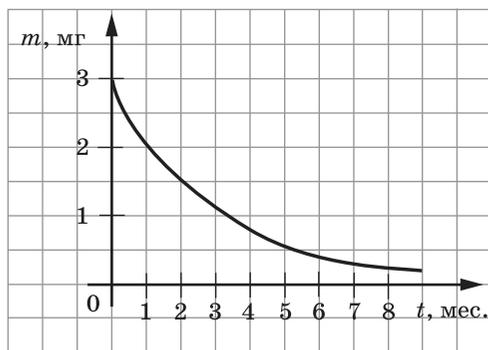


Рис. 13

6. Дан график зависимости (рис. 14) числа N нераспавшихся ядер платины $^{200}_{78}\text{Pt}$ от времени. Чему равен период полураспада изотопа платины (в минутах)? (750 мин.)

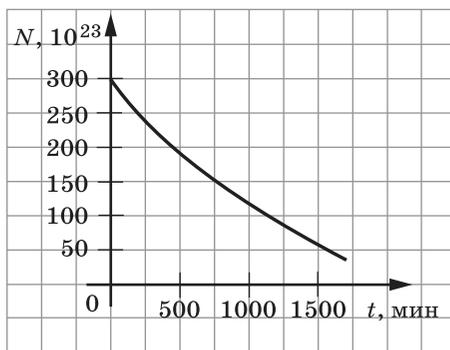


Рис. 14

● Подведение итогов урока

- ◆ Чему вы научились на уроке?
- ◆ Что было наиболее сложным?

● Домашнее задание

Повторите § 24 (с. 108, 109 учебника).

Урок 50 Методы регистрации заряженных частиц

Цель урока: сформировать представление о методах регистрации заряженных частиц; научить описывать устройство и принцип работы камеры Вильсона и счётчика Гейгера; научить измерять радиационный фон дозиметром; развивать умение самостоятельно работать с текстом.

Демонстрации. Камера Вильсона, дозиметр, правила работы с дозиметром.

● Ход урока

Самостоятельная работа 11 (15 мин)	
1-й вариант	2-й вариант
1. Элемент A_ZX испытал α -распад. Какой заряд и массовое число будет у нового элемента Y? (${}^{A-4}_{Z-2}Y$.)	1. Элемент A_ZX испытал β -распад. Какой заряд и массовое число будет у нового элемента Y? (${}^{A}_{Z+1}Y$.)
2. Из какого ядра после α -распада образовалось ядро изотопа ${}^{216}_{84}\text{Po}$? (${}^{220}_{86}\text{Rn}$.)	2. Из какого ядра после α -распада образовалось ядро изотопа ${}^{108}_{52}\text{Te}$? (${}^{112}_{54}\text{Xe}$.)
3. Ядро изотопа ${}^{208}_{84}\text{Po}$ испускает α -частицу. Сколько протонов и нейтронов при этом остаётся в ядре образовавшейся частицы? (82 протона, 122 нейтрона.)	3. Ядро изотопа ${}^{237}_{94}\text{Pu}$ испускает α -частицу. Сколько протонов и нейтронов при этом остаётся в ядре образовавшейся частицы? (92 протона, 141 нейтрон.)
4. Ядро изотопа золота ${}^{204}_{79}\text{Au}$ претерпевает β -распад. Что образовалось в результате? (Ядро ${}^{204}_{80}\text{Hg}$ и ${}^0_{-1}e$.)	4. Ядро стронция ${}^{90}_{38}\text{Sr}$ претерпело β -распад. Что образовалось в результате? (Ядро ${}^{90}_{39}\text{Y}$ и ${}^0_{-1}e$.)
5. Период полураспада ядер атомов некоторого вещества составляет 17 с. Что это означает? (Примерно половина изначально имевшихся атомов распадается за 17 с.)	5. Период полураспада ядер атомов некоторого вещества составляет 45 мин. Что это означает? (Примерно половина изначально имевшихся атомов распадается за 45 мин.)

Задача урока. Изучить методы регистрации заряженных частиц.

Задание 1. Прочитайте § 25 (с. 112, 113 учебника). Ответьте на вопросы.

1. О каких методах регистрации заряженных частиц вы узнали?
2. Какая способность заряженных частиц чаще всего используется для их регистрации?

(Ионизировать и возбуждать атомы вещества.)

3. Как Беккерель обнаружил явление радиоактивности?

(По воздействию радиации на фотографические эмульсии.)

4. По рисунку 25.3 учебника расскажите об устройстве камеры Вильсона.

5. Можно ли с помощью камеры Вильсона увидеть сами заряженные частицы?

(Нет. Можно увидеть только их следы — мелкие капельки, образовавшиеся вдоль линии их движения.)

Демонстрация 1. Камера Вильсона.

- Найдите и покажите элементы устройства камеры Вильсона.

6. Расскажите об устройстве газоразрядного счётчика Гейгера—Мюллера.

7. Одинаковое ли назначение имеют камера Вильсона и счётчик Гейгера—Мюллера?

(При помощи камеры Вильсона можно наблюдать следы движения заряженных частиц, а счётчик Гейгера—Мюллера регистрирует все виды ионизирующих излучений.)

8. На чём основан сцинтилляционный метод регистрации заряженных частиц?

(В кристаллах сернистого цинка при ударах α -частиц возникают вспышки света.)

9. Что позволяет измерить сцинтилляционный метод?

(Позволяет регистрировать ионизирующее излучение и энергию частиц.)

10. Каким методом пользовался Резерфорд при проведении опыта по изучению распределения заряда внутри атома?

(Он использовал сцинтилляционный метод.)

Задание 2. Заполните таблицу.

Название прибора	Назначение	Принцип работы
Фотографическая эмульсия	По длине и толщине трека можно оценить энергию и массу частицы	Быстрые заряженные частицы при движении в фотоэмульсии ионизируют атомы и этим создают скрытые изображения следа движения. При проявлении фотоэмульсии обнаруживаются тёмные следы от воздействия частиц
Камера Вильсона	Наблюдение следов (треков) заряженных частиц	Конденсация перенасыщенного пара на ионах с образованием капелек воды. Ионы создаёт вдоль своей траектории движущаяся заряженная частица

Продолжение

Название прибора	Назначение	Принцип работы
Счётчик Гейгера—Мюллера	Автоматизированный подсчёт частиц	Действие основано на ударной ионизации. Заряженная частица, пролетая в газе, ионизирует его. Электрическое поле между анодом и катодом ускоряет электроны до энергий, при которых начинается ударная ионизация, возникает лавина ионов, ток резко возрастает. Этот процесс завершается за миллионные доли секунды и регистрируется счётчиком
Сцинтилляционный счётчик	Позволяет регистрировать заряженные частицы и их энергию	В кристаллах сернистого цинка при ударах α -частиц возникают вспышки света. Интенсивность вспышки и импульс тока пропорциональны энергии частицы

Демонстрация 2. Правила работы с дозиметром.

Задание 3. Измерьте радиационный фон в классе и исследуйте радиоактивность предметов при помощи дозиметра. Запишите в тетрадь измеренные данные.

Задание 4. Прочитайте описание камеры Вильсона в экспериментальном задании 25.1 (с. 114 учебника). Сравните её устройство с устройством описанной камеры Вильсона (с. 112 учебника).

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Чему вы научились?
- ◆ Какие вопросы у вас возникли?

● Домашнее задание

Прочитайте § 26 (с. 116 учебника).

Письменно ответьте на вопросы (с. 116 учебника).

- * Используя оборудование кабинета физики, выполните экспериментальное задание 25.1 (с. 114 учебника).

Урок 51 Ядерные реакции

Цель урока: сравнить ядерные реакции с реакциями радиоактивного распада; научить записывать уравнения ядерных реакций и рассчитывать энергетический выход ядерной реакции.

● Ход урока

Проверка домашнего задания

Ответьте на вопросы (с. 116 учебника).

Задачи урока.

1. Выяснить, чем отличаются ядерные реакции от реакций радиоактивного распада.
2. Научиться записывать уравнения ядерных реакций.
3. Научиться рассчитывать энергетический выход ядерной реакции.

Задание 1. Сравните ядерные реакции с реакциями радиоактивного распада.

Тип	Ядерная реакция	Радиоактивный распад
Определение	Взаимодействие частицы или атомного ядра с другим атомным ядром, приводящее к превращению этого ядра в новое ядро	Превращение неустойчивых ядер одного химического элемента в ядра другого химического элемента с испусканием частиц и излучением энергии
Условия протекания	При сближении ядер на расстояние, на котором действуют ядерные силы (в ускорителях заряженных частиц)	Самопроизвольно
Пример	${}^1_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$	${}^{238}_{92}\text{N} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He}$

Задание 2. Решите задачи 1683, 1684, 1685, 1687, 1688 (с. 204 задачника).

Задание 3. Решите задачу 26.4 (с. 119 учебника).

Для вычисления энергетического выхода ядерной реакции надо:

1. Найти дефект массы

$$\Delta m = (m_1 + m_2) - (m_3 + m_4).$$

2. Вычислить энергетический выход в джоулях по формуле $E = \Delta m \cdot c^2$ или в мегаэлектронвольтах по формуле $E = \Delta m \cdot 931 \text{ МэВ/а. е. м.}$
Это полезно знать: $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$, $1 \text{ МэВ} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$.

Подведение итогов урока

- ◆ Чему вы научились на уроке?
- ◆ Все ли задачи, поставленные в начале урока, мы выполнили?
- ◆ Какие вопросы у вас возникли?

Домашнее задание

Используя материалы учебника (§ 26, с. 117 и § 27 учебника) и Интернета, подготовьте презентацию или сообщение (сопровожающееся иллюстрациями на компьютере) по одной из тем:

1. Цепная реакция ядер урана.
2. Ядерный реактор. (Устройство и принцип работы.)
3. Ядерная энергетика. (Развитие в нашей стране и в мире, преимущества и недостатки, события на Чернобыльской АЭС и АЭС «Фукусима-1», проблема захоронения радиоактивных отходов.)

4. Термоядерный синтез. (Источник энергии звёзд, альтернативный источник энергии, преимущества и недостатки, перспективы развития термоядерной энергетики в России и в мире.)

5. Атомная бомба. (Создание, устройство, бомбардировка Хиросимы и Нагасаки, гонка вооружений, опасность ядерной угрозы в современном мире.)

6. Термоядерная бомба.

Урок 52 Урок-семинар по теме «Использование атомной энергии»

Цель урока: сформировать гражданскую позицию учащихся по вопросу использования ядерной энергии в мирных и военных целях; развитие умения коллективно обсуждать проблему, выражать и отстаивать свою точку зрения; развитие информационных умений.

● Ход урока

Задача урока. Изучить направления использования ядерной энергии и связанные с этим экологические и нравственные проблемы.

План обсуждения материалов

1. Цепная реакция ядер урана.
2. Ядерный реактор.
3. Ядерная энергетика.
4. Термоядерный синтез.
5. Атомная бомба.
6. Термоядерная бомба.

После каждого сообщения учащиеся обсуждают материал, задают вопросы, делают дополнения. Особое внимание следует уделить вопросам ядерной безопасности и экологическим проблемам, связанным с использованием ядерной энергии, в современном мире.

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Какие выводы вы для себя сделали?
- ◆ Какие вопросы у вас возникли?

● Домашнее задание

Прочитайте § 26 (с. 117 учебника). Устно ответьте на вопросы (с. 117 учебника).

Прочитайте § 27. Устно ответьте на вопросы (с. 121 учебника).

Урок 53 Биологическое действие ионизирующих излучений

Цель урока: введение понятий «доза облучения» и «единицы дозы излучения»; изучение вредного влияния ионизирующих излучений на человека и способов защиты от вредного излучения; развитие умения работать с текстом, заполнять таблицы.

● Ход урока

Проверка домашнего задания

1. Ответьте на вопросы (с. 117 учебника).
2. Ответьте на вопросы (с. 121 учебника).

Задача урока. Изучить биологическое действие ионизирующего излучения и способы защиты от него.

Задание 1. Прочитайте в § 28 (с. 124 учебника) текст «Поглощённая доза излучения».

Заполните таблицу.

Название физической величины	Формула	Единица	Что показывает
Поглощённая доза излучения	$D = \frac{E}{m}$, где E — энергия, переданная излучением веществу, m — масса вещества	Гр (грей)	Какая энергия передана ионизирующим излучением веществу массой 1 кг
Эквивалентная доза излучения	$H = kD$, где k — коэффициент относительной биологической эффективности	Зв (зиверт)	Биологический эффект от облучения любым ионизирующим излучением в сравнении с эффектом от рентгеновского или гамма-излучения

Зиверт (1 Зв) — это энергия, поглощённая килограммом биологической ткани, равная по воздействию поглощённой дозе γ -излучения 1 Гр.

Коэффициент качества ионизирующего излучения

Ионизирующее излучение	Рентгеновское и γ -излучение	α -излучение	β -излучение	p	n	
					медленные	быстрые
k	1	20	1—1,5	10	3—5	10

Задание 2. Прочитайте в § 28 (с. 124, 125 учебника) текст «Естественный радиационный фон».

Заполните таблицу.

Эквивалентная доза излучения	Условия облучения
1—10 мЗв/год	Естественный фон на значительной территории Земли

Продолжение

Эквивалентная доза излучения	Условия облучения
3—5 мЗв/год	Среднее значение естественного радиационного фона
1—2 мЗв/год	От искусственных источников излучения
4—7 мЗв/год	Среднее значение естественного и искусственного радиационного фона
5 мЗв/год	Максимально допустимое техногенное увеличение радиационного фона за 1 год
20 мЗв/год	Предельно допустимая доза облучения для работников АЭС в среднем за 5 лет
50 мЗв/год	Предельно допустимая доза облучения для работников АЭС за 1 год

- Что такое естественный радиационный фон?

(Естественный радиационный фон обусловлен внешним и внутренним облучением тела человека.)

- Какие источники ионизирующего излучения формируют естественный радиационный фон?

(Космические лучи, проникающие сквозь атмосферу; радиоактивный газ радон, образующийся в почве и выходящий на поверхность; естественные радиоактивные изотопы земной коры (уран, торий, калий); радиоактивные химические элементы, попадающие в организм вместе с пищей, водой и воздухом; искусственные источники радиации (ядерные реакторы, ускорители, рентгеновские установки).)

- Надо ли бояться естественного радиационного фона?

(Этот фон не представляет опасности для человека.)

- Как можно снизить воздействие радиационного (ионизирующего) излучения на организм?

(Чаще проветривать помещение, особенно в полуподвалах и на 1—2-м этажах; проверять бытовым дозиметром радиационный фон продуктов и помещения; делать рентген только в случае крайней необходимости и следить за дозой облучения; не посещать территории, подвергшиеся радиационному заражению, и т. д.)

Задание 3. Прочитайте в § 28 (с. 126 учебника) текст «Биологическое действие ионизирующих излучений». Ответьте на вопросы.

1. Какое физическое воздействие оказывает ионизирующее излучение на любое вещество?
2. Как ионизирующее излучение воздействует на живой организм?
3. К каким изменениям в организме приводит действие ионизирующего излучения?

Биологические нарушения при однократном облучении всего тела человека

Доза облучения, Гр	Степень лучевой болезни	Начало проявления первичной реакции	Характер первичной реакции	Последствия облучения
До 0,25—1,0	Видимых нарушений нет. Возможны изменения в крови, нарушение трудоспособности			
1—2	Лёгкая (1)	Через 2—3 ч	Слабая тошнота с рвотой	Проходит в день облучения. 100 %-ное выздоровление даже при отсутствии лечения
2—4	Средняя (2)	Через 1—2 ч, длится 1 сутки	Рвота, слабость, недомогание	Выздоровление у 100 % пострадавших при условии лечения
4—6	Тяжёлая (3)	Через 20—40 мин	Множественная рвота, сильное недомогание, температура до 38 °С	Выздоровление у 50—80 % пострадавших при условии специального лечения
Более 6	Крайне тяжёлая (4)	Через 20—30 мин	Эритема кожи и слизистых, жидкий стул, температура выше 38 °С	Выздоровление у 30—50 % пострадавших при условии специального лечения
6—10	Переходная форма (исход непредсказуем)			
Более 10	Встречается крайне редко (100 %-ный смертельный исход)			

Меры защиты от воздействия ионизирующего излучения

В зависимости от типа ионизирующего излучения могут быть разные меры защиты: уменьшение времени облучения, увеличение расстояния до источников ионизирующего излучения, ограждение источников ионизирующего излучения, герметизация источников ионизирующего излучения, оборудование и устройство защитных средств, организация дозиметрического контроля, меры гигиены и санитарии.

От α -лучей можно защититься путём:

- 1) увеличения расстояния до источника ионизирующего излучения, так как α -частицы имеют небольшой пробег;
- 2) использования спецодежды и спецобуви, так как проникающая способность α -частиц невысока;
- 3) исключения попадания источников α -частиц с пищей, водой, воздухом и через слизистые оболочки, т. е. применения противогазов, масок, очков и т. п.

В качестве защиты от β -излучения используют:

- 1) экраны из алюминия толщиной в несколько миллиметров;
- 2) методы и способы, исключающие попадание источников β -излучения внутрь организма.

Рентгеновское излучение и γ -излучение имеют большую проникающую способность. Наиболее эффективны следующие мероприятия:

- 1) увеличение расстояния до источника излучения;
- 2) сокращение времени пребывания в опасной зоне;
- 3) экранирование источника излучения листами из свинца, железа, бетона;
- 4) использование защитных сооружений (укрытий, подвалов и т. п.) для населения;
- 5) использование индивидуальных средств защиты органов дыхания, кожных покровов и слизистых оболочек;
- 6) дозиметрический контроль внешней среды и продуктов питания.

Иодная профилактика заключается в приёме препаратов стабильного иода: иодистого калия или водно-спиртового раствора иода. При этом достигается 100%-ная степень защиты от накопления радиоактивного иода в щитовидной железе.

Задание 4. Предложите план действий в случае, если недалеко от места вашего проживания произошла техногенная авария с выбросом радиоактивных веществ в атмосферу.

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Какие вопросы у вас возникли?

● Домашнее задание

Повторите § 21—26 (основные понятия и формулы).

Урок 54 Подготовка к контрольной работе

Цель урока: проверить усвоение учащимися понятий: ядерная модель атома, линейчатые спектры испускания и поглощения, энергия кванта излучения, радиоактивность, α -распад и β -распад, γ -излучение, изотопы, ядерная реакция, ядерные силы, период полураспада, энергия связи, дефект массы, энергетический выход ядерной реакции, цепная реакция, критическая масса, термоядерная реакция; проверить сформированность умений: определять продукты α - и β -распада, ядерных реакций; объяснять результаты опыта Резерфорда и недостатки модели атома Резерфорда; объяснять условия наблюдения линейчатых спектров излучения и поглощения; определять состав атома.

● Ход урока

Задача урока. Повторить изученные понятия, явления и законы, подготовиться к контрольной работе.

Вопросы для повторения

1. В чём заключался опыт Резерфорда? Что наблюдал Резерфорд? К какому выводу он пришёл?
2. Опишите ядерную модель атома. Какие у неё были недостатки?
3. Сформулируйте постулаты Бора.
4. Как получают линейчатые спектры испускания и поглощения?
5. Чему равна энергия кванта излучения?
6. Что такое фотон?
7. Какой состав имеет ядро атома?
8. Какими свойствами обладают ядерные силы?
9. Как найти дефект массы атомного ядра?
10. Как найти энергию связи атомных ядер?
11. Какие атомы называются изотопами?
12. Что такое радиоактивность?
13. Что представляют собой α -распад и β -распад, γ -излучение?
14. Что происходит с радиоактивными ядрами за период полураспада?
15. Какими методами регистрируют заряженные частицы?
16. Какой процесс называется ядерной реакцией?
17. Какой процесс называется цепной ядерной реакцией?
18. Как определить, с поглощением или выделением энергии идёт ядерная реакция?
19. Что такое критическая масса?
20. Какая реакция называется термоядерной?

Задание. Выполните под руководством учителя тест 3 (с. 128, 129 учебника).

Подведение итогов урока

- ◆ Какие вопросы у вас возникли?
- ◆ Задачи какого типа вызывают у вас затруднения?

Домашнее задание

Повторите § 21—26 (основные понятия, явления, формулы).

Урок 55 Контрольная работа 4. Квантовые явления

Цель урока: контролировать знания по изученному материалу.

Ход урока

Учитель раздаёт учащимся контрольный тест. Учащиеся выполняют задания.

В контрольную работу можно дополнительно включить задания по изученной теме, взятые из сборников для подготовки к итоговой аттестации.

Домашнее задание

Не задано.

ПОВТОРЕНИЕ

Урок 56 Подготовка к итоговой контрольной работе по курсу физики за 9 класс (теория)

Цель урока: повторить первый, второй и третий законы Ньютона, закон всемирного тяготения, закон Гука, закон сохранения импульса, закон сохранения механической энергии, первый закон термодинамики, закон сохранения зарядового и массового числа; повторить основные понятия и формулы из разделов «Кинематика», «Динамика», «Законы сохранения».

● Ход урока

Вопросы для повторения

1. Опишите по плану прямолинейное равномерное и равноускоренное движения, свободное падение.
 - 1) Определение.
 - 2) Уравнение координаты.
 - 3) Уравнение скорости.
 - 4) Формулы для расчёта пройденного телом пути.
2. Как найти центростремительное ускорение и линейную скорость при равномерном движении по окружности? Куда они направлены?
3. Сформулируйте первый, второй и третий законы Ньютона, закон всемирного тяготения, закон Гука, закон сохранения импульса, закон сохранения механической энергии, первый закон термодинамики. Заполните таблицу.

Название закона	Математическая запись	Условия выполнения
Первый закон Ньютона		В инерциальных системах отсчёта
Второй закон Ньютона	$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$	В инерциальных системах отсчёта
Третий закон Ньютона	$\vec{F}_{1-2} = -\vec{F}_{2-1}$	В инерциальных системах отсчёта
Закон всемирного тяготения	$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$	Формула справедлива для: тел, которые можно принять за материальные точки; сферических однородных тел; Земли и тела (материальной точки) у её поверхности
Закон Гука	$F_{\text{упр}} = k x $	Для упругих деформаций
Закон сохранения импульса	$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$	В инерциальных системах отсчёта. В замкнутой системе тел

Название закона	Математическая запись	Условия выполнения
Закон сохранения механической энергии	$E = E_{\text{п}} + E_{\text{к}} = \text{const}$	В инерциальных системах отсчёта. В замкнутой системе тел. При взаимодействии тел консервативными силами
Первый закон термодинамики	$\Delta U = Q + A$	Всегда

4. Заполните таблицу.

Название физической величины	Формула для вычисления	Единица величины
Сила тяжести	$F_{\text{т}} = mg$	Н
Сила всемирного тяготения	$F_{\text{тяг}} = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$	Н
Сила упругости	$F_{\text{упр}} = k x $	Н
Вес	$P = mg$ $P = m(g + a)$ $P = m(g - a)$	Н
Сила трения	$F_{\text{тр}} = \mu N$	Н
Работа	$A = F \cdot s \cdot \cos\alpha$	Дж
Кинетическая энергия	$E_{\text{к}} = \frac{m \cdot v^2}{2}$	Дж
Потенциальная энергия гравитационного притяжения тел	$E_{\text{п}} = m \cdot g \cdot h$	Дж
Потенциальная энергия упругой деформации тел	$E_{\text{п}} = \frac{k \cdot x^2}{2}$	Дж
Импульс силы	$\vec{I} = \vec{F}t$	1 Н · с
Импульс тела	$\vec{p} = m\vec{v}$	1 $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$

Подведение итогов урока

- ◆ Какие вопросы у вас возникли?
- ◆ Какие темы вы хотели бы ещё повторить?

Домашнее задание

Повторите § 1—19 (основные понятия и формулы).

Урок 57 Подготовка к итоговой контрольной работе по курсу физики за 9 класс (решение задач)

Цель урока: проверить степень сформированности у учащихся умений: решать задачи на расчёт пройденного пути и скорости при равноускоренном движении, центростремительного ускорения, равнодействующей силы, силы трения, энергии связи нуклонов в ядре; объяснять результаты опыта Резерфорда, образование линейчатого спектра излучения вещества; определять состав атома, продукты α -распада и β -распада.

● **Ход урока**

Выполните задания (с. 129, 130 учебника) для подготовки к итоговому контролю с разбором и обсуждением.

● **Подведение итогов урока**

- ◆ Какие вопросы у вас возникли?
- ◆ Задачи какого типа вызывают у вас затруднения?

● **Домашнее задание**

Повторите § 1—26 (основные понятия и формулы).

Урок 58 Итоговая контрольная работа 5

Цель урока: контроль знаний по курсу физики за 9 класс.

● **Ход урока**

Учитель раздаёт учащимся контрольный тест. Учащиеся выполняют задания.

● **Домашнее задание**

Не задано.

СТРОЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ

Урок 59 Урок-семинар по теме «Геоцентрическая система мира»

Цель урока: показать роль наблюдений за движением светил в формировании представлений о системе мира; сформировать представление о геоцентрической системе мира; развивать умения коллективно обсуждать проблему, выражать и отстаивать свою точку зрения; развивать информационные умения.

● **Ход урока**

Человека всегда волновал смысл жизни и связанные с ним вопросы: «Где я живу? Зачем я живу?» Ради ответа на эти вопросы человек и познаёт природу. Из всех накопленных знаний люди строят модель мира, чтобы получить общее представление об окружающем мире. Знания обновляются, накапливаются, и это приводит к смене картин мира.

Задача урока. Выяснить роль наблюдений за звёздным небом и светилами в формировании представлений людей о строении мира.

Вопросы для обсуждения

1. Кто впервые выдвинул идею о шарообразности Земли?
2. Какой факт приводил Аристотель в доказательство шарообразности Земли?
3. Как появилась идея о том, что Земля является центром мира?
4. Используя рисунок 29.3 учебника, опишите геоцентрическую систему мира.
5. Что представляли собой геоцентрические системы мира Пифагора?

В VI в. до н. э. знаменитый древнегреческий учёный Пифагор (570—500 гг. до н. э.) пришёл к выводу, что Земля имеет форму шара. Он сделал этот вывод из идеи гармонии и совершенства мира. Воплощением гармонии формы является сфера. Пифагор представлял Вселенную как восемь вложенных друг в друга концентрических небесных сфер, в центре которых находится неподвижный земной шар.

В гармоничной и совершенной Вселенной расстояния до небесных сфер не могли быть случайными — они должны были подчиняться каким-то общим законам гармонии. Ярким примером гармонии являлась музыкальная октава. Пифагор выяснил, что причина её гармоничного звучания связана с тем, что длины натянутых струн музыкальных инструментов имеют строго определённые соотношения. Оказалось, что гармония описывается математически. Небесные сферы должны были звучать подобно нотам и наполнять музыкой космос. Тональность звучания зависела от размеров сферы. Это была простая и прекрасная теория. Она явила миру картину рационально организованной Вселенной, но не могла объяснить неравномерность движения планет на фоне звёзд и попятное движение некоторых планет.

6. Как геоцентрические системы мира Аристотеля, Аполлония Пергского и Гиппарха объясняли неравномерное движение некоторых планет?

Аристотель (384—322 гг. до н. э.) — ученик Платона и учитель Александра Македонского — разработал и научно обосновал теорию строения мира, которая была опубликована в 355 г. до н. э. в книге «О небе». Для объяснения неравномерности движения планет он ввёл 56 сцепленных между собой хрустальных сфер. Внешняя, божественная сфера приводила в движение все остальные. Но и эта модель, как выяснилось впоследствии, не совсем точно описывала движение планет.

Аполлоний Пергский предложил принципиально иное решение — он ввёл понятие об эпициклах и дифферентах для объяснения неравномерности наблюдаемого движения планет.

Дифференты являются большими кругами с центром на Земле, а эпициклы — круги меньшего диаметра, центры которых равномерно перемещаются по окружностям дифферентов.

Во II в. до н. э. Гиппарх — один из лучших астрономов Античности — обнаружил, что Солнце и Луна движутся по небу тоже не совсем равномерно, поэтому он сместил центры орбит Солнца и Луны относительно Земли. Но Землю Гиппарх продолжал считать неподвижным центром Вселенной (рис. 15).

7. Что представляла собой птолемеевская система мира?

Совершенствование геоцентрической модели Вселенной было завершено через три столетия, во II в. н. э., знаменитым александрийским астрономом Клавдием Птолемеем (87—165 гг.). Он изложил её в сочинении, состоящем из 13 книг, — «Великом математическом построении астрономии» (Альмагест). Его система была более сложной, чем системы Аполлония и Гиппарха. Он ввёл понятие о дополнительных эпициклах более высоких рангов (всего 88). Эта система была очень громоздкой, но почти безупречно описывала движение светил, позволяла предсказывать наступление солнечных и лунных затмений, поэтому просуществовала в качестве общепринятой более 1500 лет.

8. Как Аристарх Самосский определил расстояние от Земли до Луны и Солнца?

9. Как Аристарх Самосский оценил размеры Земли, Луны и Солнца?

10. Найдите в справочнике размеры Земли, Луны и Солнца, расстояния от Земли до Луны и Солнца. Заполните таблицу.

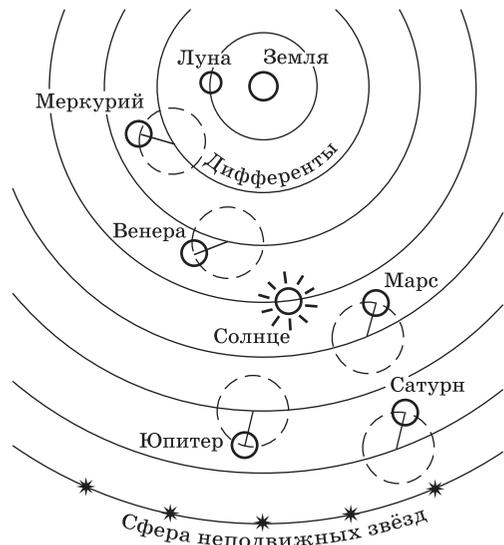


Рис. 15

	Радиус, км	Масса, кг	Расстояние до Земли, км
Солнце			
Луна			
Земля			

После каждого сообщения учащиеся обсуждают материал, задают вопросы, делают дополнения, записывают важные моменты в тетрадях.

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Какие вопросы у вас возникли?

● Домашнее задание

Прочитайте § 30 и ответьте на вопросы (с. 136—139 учебника).

Подготовьте презентацию по одной из тем:

1. Система мира Николая Коперника.
2. Система мира Тихо Браге.
3. Система мира Кеплера.
4. Открытия Г. Галилея.
5. Представления Джордано Бруно о Вселенной.
6. Маятник Фуко.

Урок 60 Урок-семинар по теме «Гелиоцентрическая система мира»

Цель урока: показать роль наблюдений и математических расчётов в смене представлений о системе мира; сформировать представление о становлении гелиоцентрической системы мира; развивать умения коллективно обсуждать проблему, выражать и отстаивать свою точку зрения; развивать информационные умения.

● Ход урока

Если бы Господь Бог посоветовался со мной,
перед тем как сотворить Вселенную,
то я предложил бы Богу создать нечто
более простое и логичное.

*Король Кастилии и Леона Альфонс X (XIII в.)
о картине мира Птолемея*

Задача урока. Выяснить, что привело к смене картин мира и как формировалась гелиоцентрическая картина мира.

Заслушиваются сообщения по темам:

1. Система мира Николая Коперника.

«Нет единого центра для всех небесных окружностей или сфер. Центр Земли не есть центр Вселенной, но только центр тяжести и

центр лунной орбиты. Все сферы обращаются вокруг Солнца, и, таким образом, Солнце является центром Вселенной».

2. Система мира Тихо Браге.

По мнению Тихо Браге, небесные движения происходят таким образом, что Солнце, Луна и сфера неподвижных звёзд, замыкающая всю Вселенную, имеют центром Землю. Пять планет обращаются вокруг Солнца, как около своего вождя и короля, а Солнце в сопровождении их совершает своё годовое движение вокруг Земли.

Тихо Браге впервые поднял науку на качественно новый уровень. В роли арбитра должна была выступить не умозрительная идея, не религиозная догма, а строгий математический анализ.

3. Система мира Кеплера.

Первый закон: каждая планета движется по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце.

Второй закон: радиус-вектор планеты в равные промежутки времени описывает равные площади.

Третий закон: квадраты периодов обращения планет вокруг Солнца относятся так же, как кубы больших полуосей орбит планет:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}.$$

Труды Кеплера показали, что природа подчиняется вполне определённым закономерностям и они имеют точное математическое выражение.

4. Открытия Галилео Галилея.

1) Усовершенствовал телескоп.

2) Обнаружил горы на Луне и измерил их высоту. То есть другие небесные тела похожи на Землю.

3) Открыл 4 спутника у Юпитера: Ио, Ганимед, Европа и Каллисто. То есть другие тела тоже могут быть центрами вращения.

4) Наблюдал пятна на Солнце и с их помощью обнаружил вращение Солнца. То есть Солнце является обычным небесным телом.

5) Открыл фазы у Венеры и объяснил их.

6) Млечный Путь — скопление звёзд. То есть Вселенная огромна.

5. Представления Джордано Бруно о Вселенной.

В 1548 г. в Лондоне Джордано Бруно издал один из главных своих трудов — «О бесконечности Вселенной и мирах». В нём он изложил свои взгляды на строение мира. Кратко их можно сформулировать так:

Каждая из звёзд — огромное Солнце, вокруг которого вращаются, как малые песчинки, планеты, подобно тому, как вокруг нашего Солнца песчинкой движется Земля.

Мир, Вселенная не имеет предела и края — она безмерна и бесконечна!

Солнце ничем не лучше других звёзд, и нет причины полагать, что наш солнечный мир находится в центре Вселенной.

И на других мирах обитают живые существа.

6. Маятник Фуко. Доказательство вращения Земли.

После каждого сообщения учащиеся обсуждают материал, задают вопросы, делают дополнения, записывают важные моменты в тетрадях.

Закрепление материала

Учащиеся отвечают на вопросы в конце параграфа (с. 137 учебника).

Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Какие вопросы у вас возникли?

Домашнее задание

Прочитайте § 31 и ответьте на вопросы (с. 141, 143 учебника).

Подготовьте рассказ о планетах по плану:

1. Общая характеристика планеты (размер, масса, удалённость от Солнца, продолжительность года и суток и т. д.).
2. Внутреннее строение и рельеф.
3. Атмосфера.
4. Климат.
5. Спутники и кольца.

Дополнительную информацию о планетах можно взять в Интернете.

* Подготовьте сообщение или презентацию по одной из тем:

1. Полёты к планетам Солнечной системы.
2. Методы изучения планет Солнечной системы.
3. Загадки планет Солнечной системы.
4. Есть ли жизнь на Марсе.
5. Полярные сияния на Земле и других планетах.
6. Самые известные спутники планет-гигантов.
7. Плутон и плутоноиды.

Урок 61 Урок-семинар по теме «Физическая природа планет Солнечной системы»

Цель урока: сформировать представление о планетах Солнечной системы; развивать умения анализировать данные таблиц, выделять и сравнивать группы объектов; развивать умения коллективно обсуждать проблему, выражать и отстаивать свою точку зрения; развивать информационные умения.

Ход урока

Задачи урока. Изучить характеристики планет Солнечной системы, обсудить перспективы освоения их человеком.

Задание 1. Ознакомьтесь с таблицей «Данные о планетах Солнечной системы».

Планета	Среднее расстояние от Солнца, а. е.	Звёздный период обращения, сутки/годы	Период вращения	Радиус (в радиусах Земли)	Масса (в массах Земли)	Число известных спутников
Меркурий	0,4	88/0,24	59 сут.	0,38	0,055	—
Венера	0,7	225/0,62	243 дня	0,95	0,816	—
Земля	1,0	365/1,0	24 ч 56 мин	1,00	1,000	1
Марс	1,5	687/1,88	24 ч 37 мин	0,53	0,107	2
Юпитер	5,2	4333/11,86	9 ч 50 мин	11,2	318	65
Сатурн	9,5	10 759/29,46	10 ч 14 мин	9,5	95,2	62
Уран	19,2	30 700/84,0	17,54 сут.	4,01	14,5	27
Нептун	30,1	60 200/164,8	19 ч 02 мин	3,88	17,1	13

1. Чему равна астрономическая единица (1 а. е.)? Для чего её вводят?
2. Почему в таблице радиус и масса планет указаны в сравнении с Землёй?
3. Запишите планеты по степени:
 - 1) удалённости их от Солнца;
 - 2) возрастания их радиуса;
 - 3) возрастания их массы.
4. На какой планете самые короткие сутки? самые длинные сутки? сутки, примерно равные земным?
5. На какой планете год самый длинный?
6. Какие планеты имеют наибольшее количество спутников?

Задание 2. Используя данные таблицы и текст учебника, сравните планеты земной группы с планетами-гигантами.

Параметры сравнения	Планеты земной группы	Планеты-гиганты
Размер	Маленькие	Большие
Расположение	Ближе к Солнцу	Дальше от Солнца
Наличие твёрдой поверхности	Есть	Нет
Химический состав	Силикаты и металлы	Водород и гелий
Атмосфера	Может быть плотной или разреженной	Всегда очень плотная и протяжённая
Вращение вокруг оси	Сравнительно медленное	Быстрое

Параметры сравнения	Планеты земной группы	Планеты-гиганты
Наличие колец	Нет	Есть
Спутники	Нет или 1—2	Много

Задание 3. Используя данные таблицы и текст учебника, дайте краткую характеристику каждой планеты Солнечной системы по плану:

1. Общая характеристика планеты.
2. Внутреннее строение и рельеф.
3. Атмосфера.
4. Климат.
5. Спутники и кольца.

Задание 4. Ответьте на вопросы.

1. Чем объясняются существенные различия физических условий на поверхностях планет?
2. Почему Юпитер считается большой планетой, а не маленькой звездой?
3. На каких планетах есть кратеры от падения космических тел?
4. На каких планетах есть следы вулканической деятельности?
5. На каких планетах могут наблюдаться полярные сияния? Отличаются ли они от земных?
6. Насколько комфортны условия пребывания человека на Марсе, Луне и Венере? Какие негативные факторы надо учесть при посещении данных объектов?

Задание 5. Заслушайте сообщения по темам и сделайте свои дополнения.

1. Полёты к планетам Солнечной системы.
2. Методы изучения планет Солнечной системы.
3. Загадки планет Солнечной системы.
4. Есть ли жизнь на Марсе.
5. Полярные сияния на Земле и других планетах.
6. Самые известные спутники планет-гигантов.
7. Плутон и плутоноиды.

Важные особенности Солнечной системы

1. Планеты обращаются вокруг Солнца в одном направлении по орбитам, близким к окружностям и лежащим примерно в одной плоскости.
2. Направление осевого вращения почти всегда совпадает с направлением движения по орбите (исключения — Венера и Уран).
3. На долю планет приходится чуть более 0,1% массы Солнечной системы. Поэтому Солнце своим притяжением управляет движением всех тел Солнечной системы.
4. По размеру, массе и строению планеты делятся на планеты земной группы и планеты-гиганты (за поясом астероидов).
5. Возраст Солнечной системы примерно 5 млрд лет.

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Что бы вы ещё хотели узнать по данной теме?

● Домашнее задание

Прочитайте § 32 и ответьте на вопросы (с. 145—147 учебника).
Подготовьте презентацию по одной из тем:

1. Астероиды. Пояс астероидов.
2. Метеоры и метеориты.
3. Кометы. Облако Оорта.
4. Размеры и состав Солнечной системы.

Урок 62 Урок-семинар по теме «Малые тела Солнечной системы. Происхождение Солнечной системы»

Цель урока: сформировать представление о малых телах Солнечной системы (метеорит, комета, астероид) и происхождении Солнечной системы; развивать умения коллективно обсуждать проблему, выражать и отстаивать свою точку зрения; развивать информационные умения.

● Ход урока

Задачи урока. Изучить, что представляют собой малые тела Солнечной системы (астероиды, метеориты и кометы), и обсудить происхождение Солнечной системы.

Заслушиваются сообщения по темам:

1. Астероиды. Пояс астероидов.
2. Метеоры и метеориты.
3. Кометы. Облако Оорта.
4. Размеры и состав Солнечной системы.

Закрепление материала

1. Чем отличаются астероиды от больших планет?
2. Бывает ли у астероидов атмосфера?
3. Как описан в произведении «Маленький принц» Антуана де Сент-Экзюпери астероид, на котором жил главный герой?
4. Что такое метеор?
5. Можно ли наблюдать метеоры на Луне?
6. Что такое метеорит?
7. Каких типов бывают метеориты?
8. Чем отличается движение комет от движения планет?
9. Что входит в состав Солнечной системы?
10. Каковы размеры Солнечной системы?

Задание 1. Используя рисунок 32.10 (с. 146 учебника), расскажите о происхождении Солнечной системы.

Задание 2. Ответьте на вопросы (с. 147 учебника).

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Какие вопросы у вас возникли?

● Домашнее задание

Прочитайте § 33 и ответьте на вопросы.

Подготовьте презентацию по одной из тем:

1. Характеристики Солнца и его строение.
2. Солнечная активность.
3. Физические характеристики звёзд. (Какие бывают звёзды?)
4. Источники энергии звёзд.
5. Эволюция звёзд.
6. Нейтронные звёзды.
7. Чёрные дыры.
8. Новые и сверхновые звёзды. Планетарные туманности.

Урок 63 Урок-семинар по теме «Физическая природа Солнца и звёзд»

Цель урока: сформировать представления о Солнце и звёздах (характеристики, строение, источники энергии и т. д.); развивать умения коллективно обсуждать проблему, выражать и отстаивать свою точку зрения; развивать информационные умения.

● Ход урока

Открылась бездна звезд полна.
Звездам числа нет, бездне – дна.

*Из стихотворения М.В. Ломоносова
«Вечернее размышление о Божием
величестве при случае великого северного сияния»*

Задача урока. Изучить, что представляют собой Солнце и другие звёзды.

Заслушиваются и обсуждаются сообщения по темам:

1. Характеристики Солнца и его строение.
2. Солнечная активность.
3. Физические характеристики звёзд. (Какие бывают звёзды?)
4. Источники энергии звёзд.
5. Эволюция звёзд.
6. Нейтронные звёзды.
7. Чёрные дыры.
8. Новые и сверхновые звёзды. Планетарные туманности.

Закрепление материала

Учащиеся отвечают на вопросы (с. 149, 151 учебника).

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Какие вопросы у вас возникли?

● Домашнее задание

Прочитайте § 34 и ответьте на вопросы (с. 153, 155 учебника).
Подготовьте презентацию по одной из тем:

1. Развитие представлений о строении звёздной системы.
2. Состав и структура Галактики.
3. Газовые туманности.
4. Внегалактические туманности.
5. Модель расширяющейся Вселенной.
6. Теория большого взрыва.

Урок 64 Урок-семинар по теме «Строение и эволюция Вселенной»

Цель урока: сформировать представления о строении и эволюции Вселенной; развивать умения коллективно обсуждать проблему, выражать и отстаивать свою точку зрения; развивать информационные умения.

● Ход урока

Задача урока. Изучить, что представляет собой Вселенная и как происходил процесс её эволюции.

Заслушиваются сообщения по темам:

1. Развитие представлений о строении звёздной системы.
2. Состав и структура Галактики.
3. Газовые туманности.
4. Внегалактические туманности.
5. Модель расширяющейся Вселенной.
6. Теория Большого взрыва.

Закрепление материала

Учащиеся отвечают на вопросы (с. 153, 155 учебника).

● Подведение итогов урока

- ◆ Что нового вы узнали на уроке?
- ◆ Какие вопросы у вас возникли?

● Домашнее задание

Не задано.

Резерв времени — 4 ч

Примерные темы исследовательских и проектных работ по физике для 9 класса

1. Изучение зависимости тормозного пути от массы тела и его начальной скорости движения.
2. Изучение условий успешного прохождения телом «мёртвой петли».
3. Изучение границ применимости закона Гука для медной проволоки.
4. Изучение прочности полиэтиленовых пакетов (измерение силы разрыва образцов полиэтиленовых пакетов).
5. Изучение влияния дефектов (продольных и поперечных разрезов и дырки) на прочность полиэтиленовых пакетов.
6. Измерение высоты тел разными способами.
7. Изучение радиоактивного фона в школе и на пришкольном участке.
8. Определение ускорения свободного падения тел разными способами.
9. Самодельные реактивные устройства.

Примерные темы теоретических исследований

1. Маятник Фуко.
2. Изучение Г. Галилеем законов движения тел.
3. История использования атомных двигателей.
4. Плюсы и минусы атомной энергетики.
5. Современное состояние развития термоядерной энергетики.
6. Ядерные трагедии в истории человечества.
7. Тёмная материя и энергия Вселенной.
8. Изучение кометы Чурюмова — Герасименко.
9. Изучение Солнца: космический аппарат SOHO.
10. «Вояджер-1» и «Вояджер-2».
11. Жизнь в невесомости.
12. Космические вулканы и гейзеры.
13. Покорение Луны.
14. Кольца Сатурна.
15. Полярные сияния на Земле и других планетах.
16. Плутон и его «семья».
17. Экзопланеты.
18. Изучение Венеры.
19. Суточное и годовое движение звёзд.

ОБ ЭЛЕКТРОННОЙ ФОРМЕ УЧЕБНИКА

Электронная форма учебника, созданная АО «Издательство «Промсвещение», представляет собой электронное издание, которое соответствует по структуре и содержанию печатному учебнику, а также содержит мультимедийные элементы, расширяющие и дополняющие содержание учебника.

Электронная форма учебника (ЭФУ) представлена в общедоступных форматах, не имеющих лицензионных ограничений для участников образовательного процесса. ЭФУ воспроизводится в том числе при подключении устройства к интерактивной доске любого производителя.

Для начала работы с ЭФУ на планшет или стационарный компьютер необходимо установить приложение «Учебник цифрового века». Скачать приложение можно из магазинов мобильных приложений или с сайта издательства.

Электронная форма учебника включает в себя не только изложение учебного материала (текст и зрительный ряд), но и тестовые задания (тренажёр, контроль) к каждой теме учебника, обширную базу мультимедиа-контента. ЭФУ имеет удобную навигацию, инструменты изменения размера шрифта, создания заметок и закладок.

Данная форма учебника может быть использована как *на уроке в классе* (при изучении новой темы или в процессе повторения материала, при выполнении как самостоятельной, так и парной или групповой работы), так и *во время самостоятельной работы дома, при подготовке к уроку*, для проведения внеурочных мероприятий.

Учебное издание

Казакова Юлия Владимировна

ФИЗИКА

Поурочные разработки

9 класс

Учебное пособие для
общеобразовательных организаций

Центр естественно-математического образования

Руководитель Центра *М. Н. Бордин*

Редакция физики и химии

Зав. редакцией *Н. А. Коновалова*

Редактор *Т. П. Каткова*

Младший редактор *Т. И. Бочалина*

Художественный редактор *Т. В. Глушкова*

Техническое редактирование и компьютерная вёрстка *С. В. Китаевой*

Корректор *Е. В. Аратова*

Налоговая льгота — Общероссийский классификатор продукции ОК 005-93—953000.
Изд. лиц. Серия ИД № 05824 от 12.09.01. Подписано в печать 25.05.16. Формат
70 × 100¹/₁₆. Бумага офсетная. Гарнитура Школьная. Уч.-изд. л. 7,94. Тираж 50 экз.
Заказ № .

Акционерное общество «Издательство «Просвещение».
127521, Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Отпечатано в филиале «Смоленский полиграфический комбинат»

ОАО «Издательство «Высшая школа».

214020, г. Смоленск, ул. Смольянинова, 1.

Тел.: +7(4812) 31-11-96. Факс: +7(4812) 31-31-70.

E-mail: spk@smolpk.ru <http://www.smolpk.ru>