МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

ООП.11 Физика

программы подготовки специалистов среднего звена / квалифицированных рабочих и служащих

18.02.09 Переработка нефти и газа / техник-технолог

Форма обучения: очная

Находка 2026

Рабочая программа учебного предмета ООП.11 Физика разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности / профессии 18.02.09 Переработка нефти и газа/техник-технолог, утвержденного приказом Минобрнауки России от «17» ноября 2020 г. № 646, примерной образовательной программой.

Разработчик(и): *М. В. Зюзина, преподаватель филиала ВВГУ в г. Находке*

Рассмотрено и одобрено на заседании цикловой методической комиссии
Протокол № 10 от «29» июня 2026 г.
Председатель ЦМК _____ *В.В Плахотина*
подпись

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА **4**

2 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ **4**

3 ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА **11**

4 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА **16**

5 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА **18**

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Рабочая программа учебного предмета *ООП.11 «Физика»* является частью образовательной программы подготовки специалистов среднего звена разработанной в соответствии с ФГОС СПО по специальности 18.02.09 Переработка нефти и газа/техник-технолог.

1.2 Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

По итогам освоения дисциплины, обучающиеся должны продемонстрировать результаты обучения, соотнесённые с результатами освоения ООП СПО, приведенные в таблице.

Коды результатов	**Личностные результаты освоения дисциплины**
ЛР 01	Чувство уважения к России, осознание её безграничного научно-технологического потенциала, чувство гордости за свой народ и его достижения в области физики, ценностное отношение к историческому научному наследию, достижениям российских учёных в области физики.
ЛР 02	Сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития физической науки, устойчивый интерес к отечественным и мировым достижениям в области физики и астрономии.
ЛР 03	Осознание ценности научного развития и полученных в его ходе достижений для личности и гражданского общества.
ЛР 04	Осознание себя как активного и ответственного члена российского общества. Понимание ценности научной деятельности, готовность осуществлять проектную и исследовательскую деятельность в группе и самостоятельно.
ЛР 05	Понимание влияния научно-технологических физических процессов на состояние природы, умение прогнозировать неблагоприятные экологические последствия достижений физической и астрономической науки.
ЛР 06	Сформированность безопасного образа жизни, ответственного отношения к своему здоровью и здоровью окружающих, основанного на понимании физических процессов и явлений, принципов работы приборов и технологических устройств.
ЛР 07	Готовность к труду, осознание ценности мастерства. Готовность к технологической и научной деятельности и способность её планировать и выполнять.

Метапредметные	
МР 01	Умение осуществлять познавательную деятельность, анализировать процессы и явления в области физики и астрономии, выявлять их причинно-следственные связи, существенные признаки, критерии для сравнения, классификации, обобщения.
МР 02	Способность анализировать условие данной физической задачи и формулировать собственные задачи, разрабатывать план решения физических задач с учётом имеющихся знаний, анализировать полученные в ходе решения результаты, оценивать их достоверность, прогнозировать их изменение в иных условиях, выдвигать новые идеи.
МР 03	Овладение научной терминологией, ключевыми понятиям и методами физики.
МР 04	Применять основные методы научного познания - наблюдение, эксперимент, гипотеза - для изучения разных сторон научной картины мира и повседневной жизни, давать оценку новым ситуациям, аргументировать свою позицию.
МР 05	Осуществлять поиск научной физической информации, необходимой для решения задачи из различных источников, проводить её анализ и систематизацию, оценивать достоверность, научную логическую непротиворечивость.
МР 06	Способность ставить задачи и выполнять их в команде, учитывая возможности каждого члена коллектива, оценивать вклад каждого участника по разработанным критериям.
МР 07	Способность самостоятельно осуществлять познавательную деятельность, самостоятельно решать качественные и количественные физические задачи, делать осознанный выбор при решении и брать за него ответственность, оценивать приобретённый опыт.
МР 08	Умение адаптироваться к изменениям, брать ответственность за своё поведение, проявлять инициативу и действовать исходя и имеющихся возможностей при решении физических задач, не бояться ошибаться, стремиться привести решение любой начатой задачи к логическому
Предметные результаты	
ПР 01	сформированность представлений о роли и месте физики и астрономии в современной научной картине мира, о системообразующей роли физики в развитии естественных наук, техники и современных технологий, о вкладе российских и зарубежных ученых-физиков в развитие науки; понимание физической сущности наблюдаемых явлений микромира, макромира и мегамира; понимание роли астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач

ПР 02	сформированность умений распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов: равномерное и равноускоренное прямолинейное движение, свободное падение тел, движение по окружности, инерция, взаимодействие тел, колебательное движение, резонанс, волновое движение; диффузия, броуновское движение, строение жидкостей и твердых тел, изменение объема тел при нагревании (охлаждении), тепловое равновесие, испарение, конденсация, плавление, кристаллизация, кипение, влажность воздуха, связь средней кинетической энергии теплового движения молекул с абсолютной температурой, повышение давления газа при его нагревании в закрытом сосуде, связь между параметрами состояния газа в изопроцессах; электризация тел, взаимодействие зарядов, нагревание проводника с током, взаимодействие магнитов, электромагнитная индукция, действие магнитного поля на проводник с током и движущийся заряд, электромагнитные колебания и волны, прямолинейное распространение света, отражение, преломление, интерференция, дифракция и поляризация света, дисперсия света; фотоэлектрический эффект, световое давление, возникновение линейчатого спектра атома водорода, естественная и искусственная радиоактивность;
ПР 03	владение основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы (связанными с механическим движением, взаимодействием тел, механическими колебаниями и волнами; атомно-молекулярным строением вещества, тепловыми процессами; электрическим и магнитным полями, электрическим током, электромагнитными колебаниями и волнами; оптическими явлениями; квантовыми явлениями, строением атома и атомного ядра, радиоактивностью); владение основополагающими астрономическими понятиями, позволяющими характеризовать процессы, происходящие на звездах, в звездных системах, в межгалактической среде; движение небесных тел, эволюцию звезд и Вселенной;
ПР 04	владение закономерностями, законами и теориями (закон всемирного тяготения, I, II и III законы Ньютона, закон сохранения механической энергии, закон сохранения импульса, принцип суперпозиции сил, принцип равноправности инерциальных систем отсчета; молекулярно-кинетическую теорию условий протекания физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с бытовыми приборами и техническими устройствами, сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде; понимание необходимости применения достижений физики и технологий для рационального природопользования;
ПР 05	умение учитывать границы применения изученных физических моделей: материальная точка, инерциальная система отсчета, идеальный газ; модели строения вещества, газовые законы, первый закон термодинамики; закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, закон Ома для участка цепи, закон Ома для полной электрической цепи, закон Джоуля - Ленца, закон электромагнитной индукции, закон сохранения энергии, закон прямолинейного распространения света, закон отражения света, закон преломления света; закон сохранения энергии, закон сохранения импульса, закон сохранения электрического заряда, закон сохранения массового числа, постулаты Бора, закон радиоактивного распада); уверенное использование законов и газов, жидкостей и твердых тел, точечный электрический заряд, ядерная модель атома, нуклонная модель атомного ядра при решении физических задач;

ПР 06	владение основными методами научного познания, используемыми в физике: проводить прямые и косвенные измерения физических величин, выбирая оптимальный способ измерения и используя известные методы оценки закономерностей при анализе физических явлений и процессов; погрешностей измерений, проводит ь исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений, объяснять полученные результаты, используя физические теории, законы и понятия, и делать выводы; соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента и учебно-исследовательской деятельности с использованием цифровых измерительных устройств и лабораторного оборудования; сформированность представлений о методах получения научных астрономических знаний;
ПР 07	сформированность умения решать расчетные задачи с явно заданной физической моделью, используя физические законы и принципы; на основе анализа условия задачи выбирать физическую модель, выделять физические величины и формулы, необходимые для ее решения, проводить расчеты и оценивать реальность полученного значения физической величины; решать качественные задачи, выстраивая логически непротиворечивую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления;
ПР 08	сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников, умений использовать цифровые технологии для поиска, структурирования, интерпретации и представления учебной и научно-популярной информации; развитие умений критического анализа получаемой информации
ПР 09	сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников, умений использовать цифровые технологии для поиска, структурирования, интерпретации и представления учебной и научно-популярной информации; развитие умений критического анализа получаемой информации;
ПР 10	овладение умениями работать в группе с выполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы.

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
Объем образовательной программы учебного предмета	120
в том числе:	
- теоретическое обучение	38
- практические занятия	62
- самостоятельная работа	20
- промежуточная аттестация - *дифференцированный зачёт*	

2.2 Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем в часах	Коды результатов освоения ООП
1	*2*	*3*	*4*
Введение. Физика и методы научного познания	**Содержание учебного материала**	**1**	ЛР 02, 03, МР 04, ПР 01, 09
	Физика — фундаментальная наука о природе. Естественнонаучный метод познания, его возможности и границы применимости. Эксперимент и теория в процессе познания природы. Моделирование физических явлений и процессов. Роль эксперимента и теории в процессе познания природы. Физическая величина. Физические законы. Границы применимости физических законов и теорий. Принцип соответствия. Понятие о физической картине мира. Погрешности измерений физических величин.	1	
Раздел 1. Механика		**23**	
Тема 1.1. Основы кинематики	**Содержание учебного материала**	**10**	
	Механическое движение и его виды. Материальная точка. Скалярные и векторные физические величины. Относительность механического движения. Система отсчета. Траектория. Путь. Перемещение. Равномерное прямолинейное движение. Скорость. Уравнение движения. Мгновенная и средняя скорости. Ускорение. Прямолинейное движение с постоянным ускорением. Движение с постоянным ускорением свободного падения. Равномерное движение точки по окружности, угловая скорость. Центростремительное ускорение.	2	ЛР 01 03, 04, 06, 07 МР 01 - 04, 07, 08, ПР 01- 09
	Практическое занятие № 1. «Равномерное прямолинейное движение. Скорость. Перемещение».	2	
	Практическое занятие № 2. «Равноускоренное движение. Ускорение. Графическое представление движения. Графики скорости, ускорения, перемещения».	2	
Тема 1.2. Основы динамики	**Содержание учебного материала**	**9**	
	Основная задача динамики. Сила. Масса. Законы механики Ньютона. Силы в природе. Сила тяжести и сила всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения. Первая космическая скорость. Движение планет и малых тел Солнечной системы. Вес. Невесомость, перегрузка. Силы упругости. Силы трения.	3	ЛР 01, 03, 05, 06, 07 МР 01 - 03, ПР 01-07
	Практическое занятие № 3. «Второй закон Ньютона. Равнодействующая сила».	4	

	Практическое занятие № 4. «Движение тела под действием нескольких сил».	2	
Тема 1.3 Законы сохранения в механике	**Содержание учебного материала**	**6**	
	Импульс тела. Импульс силы. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Механическая работа и мощность. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии. Работа силы тяжести и силы упругости. КПД. Применение законов сохранения. Использование законов механики для объяснения движения небесных тел и для развития космических исследований, границы применимости классической механики.	4	ЛР 01 - 07, МР 01-03, 05, 06, 08 ПР 01-10
	Практическое занятие № 5. «Импульс тела. Закон сохранения импульса».	1	
	Практическое занятие № 6. «Энергия. Закон сохранения энергии».	1	
Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика		**16**	
Тема 2.1 Основы молекулярно-кинетической теории	**Содержание учебного материала**	**4**	ЛР 01, 03, 05, 06, 07 МР 01 - 03, ПР 01-07
	Основные положения молекулярно-кинетической теории. Размеры и масса молекул и атомов. Броуновское движение. Строение газообразных, жидких и твердых тел. Идеальный газ. Давление газа. Температура и ее измерение. Абсолютный нуль температуры. Термодинамическая шкала температуры. Температура звезд. Скорости движения молекул и их измерение, связь средней кинетической энергии молекул с абсолютной температурой. Уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы и их графики. Газовые законы.	2	
	Практическое занятие № 7. «Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы».	4	
Тема 2.2 Основы термодинамики	**Содержание учебного материала**	**10**	ЛР 01 - 06, 07 МР 01-03, 05, 06, 08 ПР 01-10
	Внутренняя энергия. Работа и теплопередача. Количество теплоты. Первое начало термодинамики. Адиабатный процесс. Второе начало термодинамики. Тепловые двигатели. КПД теплового двигателя. Охрана природы.	2	
	Практическое занятие № 8. «Внутренняя энергия. Работа газа. Первое начало термодинамики».	4	
	Практическое занятие № 9. «Количество теплоты. Нагревание/охлаждение тел».	4	
Тема 2.3 Агрегатные состояния вещества и фазовые переходы	**Содержание учебного материала**	**6**	
	Фазовые переходы 1го рода. Насыщенный пар и его свойства. Относительная влажность воздуха. Приборы для определения влажности воздуха. Кипение. Зависимость температуры кипения от давления.	2	ЛР 01 - 06, 07 МР 01-03, 05, 06, 08 ПР 01-10
	Практическое занятие № 10. «Насыщенный пар. Относительная влажность».	4	
Раздел 3. Электродинамика		**26**	

Тема 3.1 Электрическое поле	**Содержание учебного материала**	**6**	ЛР 01 - 06, 07 МР 01-03, 05, 06, 08 ПР 01-10
	Электрические заряды. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения заряда. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции полей. Проводники в электрическом поле. Диэлектрики в электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Потенциал. Разность потенциалов. Связь между напряженностью и разностью потенциалов электрического поля. Электроемкость. Конденсаторы. Энергия заряженного конденсатора. Применение конденсаторов.	2	
	Практическое занятие № 11. «Напряжённость электрического поля. Принцип суперпозиции».	4	
Тема 3.2 Законы постоянного тока	**Содержание учебного материала**	**6**	ЛР 01 - 06, 07 МР 01-03, 05, 06, 08 ПР 01-10
	Условия, необходимые для возникновения и поддержания электрического тока. Сила тока. Электрическое сопротивление. Закон Ома для участка цепи. Параллельное и последовательное соединение проводников. Работа и мощность постоянного тока. Тепловое действие тока Закон Джоуля—Ленца. Электродвижущая сила источника тока. Закон Ома для полной цепи.	2	
	Практическое занятие № 12. «Постоянный электрический ток. Закон Ома для участка цепи».	4	
Тема 3.3 Магнитное поле	**Содержание учебного материала**	**6**	
	Вектор индукции магнитного поля. Взаимодействие токов. Сила Ампера. Применение силы Ампера. Магнитный поток. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца. Применение силы Лоренца. Магнитные свойства вещества. Солнечная активность и её влияние на Землю. Магнитные бури.	2	ЛР 01, 03, 05, 06, 07 МР 01 - 03, ПР 01-07
	Практическая работа № 13. «Магнитное поле. Сила Ампера. Правило буравчика, правило левой руки».	4	
Тема 3.4 Электромагнитная индукция	**Содержание учебного материала**	**4**	
	Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Вихревое электрическое поле. Явление самоиндукции. Индуктивность. Энергия магнитного поля тока. Электромагнитное поле.	2	ЛР 01, 03, 05, 06, 07 МР 01 - 03, ПР 01-07
	Практическое занятие № 14. «Электромагнитная индукция Индуктивность».	2	
Раздел 4. Колебания и волны		**8**	
Тема 4.1 Механические колебания и волны	**Содержание учебного материала**	**4**	
	Гармонические колебания. Свободные механические колебания. Превращение энергии при колебательном движении. Математический маятник. Пружинный	2	ЛР 01 - 07,

	маятник. Вынужденные механические колебания. Резонанс. Характеристики волны. Звуковые волны. Ультразвук и его применение.		МР 01-03, 05, 06, 08 ПР 01-10
	Практическое занятие № 15. «Механические колебания и волны».	2	
Тема 4.2 Электромагнитные колебания и волны	**Содержание учебного материала**	**4**	
	Свободные электромагнитные колебания. Превращение энергии в колебательном контуре. Затухающие электромагнитные колебания. Трансформаторы. Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн. Открытый колебательный контур. Опыты Г.Герца. Изобретение радио А.С. Поповым. Понятие о радиосвязи. Принцип радиосвязи. Применение электромагнитных волн.	2	ЛР 01 - 07, МР 01-03, 05, 06, 08 ПР 01-10
	Практическое занятие № 16. «Электродинамика. Колебания и волны».	2	
Раздел 5. Оптика		**8**	
Тема 5.1 Природа света	**Содержание учебного материала**	**4**	
	Точечный источник света. Скорость распространения света. Законы отражения и преломления света. Солнечные и лунные затмения. Полное отражение. Линзы. Построение изображения в линзах. Формула тонкой линзы. Увеличение линзы. Глаз как оптическая система. Оптические приборы. Телескопы.	2	ЛР 01 -04, 06, МР 01-08 ПР 01-04, 07 -10
	Практическое занятие № 17. «Законы распространения света».	2	
Тема 5.2 Волновые свойства света	**Содержание учебного материала**	**4**	
	Интерференция света. Использование интерференции в науке и технике. Дифракция света. Дифракционная решетка. Поляризация света. Поляроиды. Дисперсия света. Виды излучений. Виды спектров. Спектры испускания. Спектры поглощения. Спектральный анализ. Спектральные классы звезд. Ультрафиолетовое излучение. Инфракрасное излучение. Рентгеновские лучи. Их природа и свойства. Шкала электромагнитных излучений.	2	ЛР 01 -04, 06, 07 МР 01-08 ПР 01-04, 07 -10
	Практическое занятие № 18. «Электромагнитные колебания и волны. Радио. Применение электромагнитных волн».	2	
	Самостоятельная работа «Электромагнитные колебания и волны. Радио. Применение электромагнитных волн».	10	
Раздел 6. Квантовая физика		**16**	
Тема 6.1 Квантовая оптика	**Содержание учебного материала**	**2**	
	Квантовая гипотеза Планка. Тепловое излучение. Корпускулярно-волновой дуализм. Фотоны. Гипотеза де Бройля о волновых свойствах частиц. Давление света. Химическое действие света. Опыты П.Н. Лебедева и Н.И. Вавилова. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Применение фотоэффекта	2	ЛР 01 - 06, МР 01-03, 05, 06-08 ПР 01-10
Тема 6.2	**Содержание учебного материала**	**4**	

Физика атома и атомного ядра	Развитие взглядов на строение вещества. Модели строения атомного ядра. Ядерная модель атома. Опыты Э.Резерфорда. Модель атома водорода по Н.Бору. Квантовые постулаты Бора. Лазеры. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Радиоактивные превращения. Способы наблюдения и регистрации заряженных частиц. Строение атомного ядра. Дефект массы, энергия связи и устойчивость атомных ядер. Ядерные реакции. Ядерная энергетика. Энергетический выход ядерных реакций. Искусственная радиоактивность. Деление тяжелых ядер. Цепная ядерная реакция. Управляемая цепная реакция. Ядерный реактор. Термоядерный синтез. Энергия звезд. Получение радиоактивных изотопов и их применение. Биологическое действие радиоактивных излучений. Элементарные частицы.	2	ЛР 01 - 06, МР 01-03, 05, 06-08 ПР 01-10
	Практическое занятие № 19. «Квантовая физика».	2	
	Самостоятельная работа «Квантовая физика»	10	
Раздел 7. Строение Вселенной		**6**	
Тема 7.1 Строение Солнечной системы	**Содержание учебного материала**	**2**	
	Солнечная система: планеты и малые тела, система Земля—Луна.	2	ЛР 01 - 06, 07 МР 01, 03-04, 06 ПР 01, 03, 08-10
Тема 7.2 Эволюция Вселенной	**Содержание учебного материала**	**4**	
	Строение и эволюция Солнца и звёзд. Классификация звёзд. Звёзды и источники их энергии. Галактика. Современные представления о строении и эволюции Вселенной.	2	
	Практическая работа № 20. Контрольная работа.	2	
Консультации:			
Промежуточная аттестация *(контрольная работа, дифференцированный зачёт)*			
Всего:		**120**	

4 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

4.1 Материально-техническое обеспечение

Для реализации программы учебного предмета предусмотрено наличие следующего основного оборудования:

Лаборатория физики

Основное оборудование: Виртуальный лабораторный стенд "Механика"; Виртуальный лабораторный стенд "Оптика"; Виртуальный лабораторный стенд "Электричество и магнетизм"; Генератор сигналов Keysight 3321OA; Доска маркерная; Лабораторное оборудование "Механика"; Лабораторное оборудование "Оптика"; Лабораторное оборудование "Физика - Электричество и магнетизм" ЭиМ-Р: ФПЭ модуль ФПЭ-03 - 1 шт., модуль ФПЭ-04 - 1 шт., модуль ФПЭ-10 - 1 шт., модуль ФПЭ-11 - 1 шт., модуль ФПЭ-МС - 1 шт., модуль ФПЭ-МЕ - 1 шт., модуль ФПЭ-ИП - 5 шт., реле мощности: РМС № 1 - 1 шт., РМС № 2 - 1 шт., РМС № 3 - 1 шт., РМС № 4 - 1 шт., РМС № 5 - 1 шт.; Лабораторное оборудование в области молекулярной физики и термодинамики: установка ФПТ1-1 - 1 шт., модуль ФПТ1-11 - 1 шт., установка ФПТ1-6 - 1 шт., установка ФПТ1-12 - 1 шт.; Монохроматор МУМ к установке ФПК; Мультимедийное оборудование; Осциллограф Акип-4115/5А; Осциллограф Акип-4122/1; Осциллограф Акип-4122/2; Стол специализированный; Парты ученические ; Стол преподавателя; Стулья; Точка подключения интернет; Установка ФПК 07; Установка ФПК 09; Установка ФПК 10; Установка ФПК 11; Шкаф для хранения учебно-наглядных пособий.

4.2 Информационное обеспечение реализации программы

Для реализации программы учебного предмета библиотечный фонд ВВГУ укомплектован печатными и электронными изданиями.

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Основная литература

1. Физика. 10 класс. Базовый уровень : учебник / Г. Я. Мякишев, М. А. Петрова, С. В. Степанов, В. Ф. Комиссаров. - 4-е изд., стереотипное - Москва : Издательство "Просвещение", 2024. - 400 с. - ISBN 978-5-09-101633-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium .com/catalog/product/2089984.
2. Физика. 11 класс. Базовый уровень : учебник / Г. Я. Мякишев, М. А. Петрова, В. В. Кудрявцев, О. С. Угольников. - 4-е изд., стереотипное - Москва : Издательство "Просвещение", 2024. - 480 с. - ISBN 978-5-09-101634-5. - Текст : электронный. - URL: https://znanium .com/catalog/product/2089986.
3. Васильев, А. А. Физика : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. А. Васильев, В. Е. Федоров, Л. Д. Храмов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 211 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-05702-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/514208.
4. Васильев, *А. А.* Физика. Базовый уровень: 10—11 классы : учебник для среднего общего образования / А. А. Васильев, В. Е. Федоров, Л. Д. Храмов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 211 с. — (Общеобразовательный цикл). — ISBN 978-5-534-16086-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/530393.

Дополнительные источники

1. Горлач, В. В. Физика. Самостоятельная работа студента : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. В. Горлач, Н. А. Иванов, М. В. Пластинина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 168 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-9916-9834-4. — Текст:

электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/beode/513708 .
2. Трофимова, Т.И. Физика. Теория, решение задач, лексикон: справочник /Трофимова Т.И. — Москва: КноРус, 2026. — 315 с. — Текст: электронный // ЭБС BOOK [сайт]. - URL: https://book.ru/book/936794.
3. Калашников, Н. П. Физика. Графические методы решения задач : учебное пособие для среднего профессионального образования / Н. П. Калашников, В. И. Кошкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 250 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-00186-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/beode/513364 .
4. Бордовский, Г. А. Физика в 2 т. Том 1 : учебное пособие для среднего профессионального образования / Г. А. Бордовский, Э. В. Бурсиан. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 242 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09574-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/beode/515438 .
5. Бордовский, Г. А. Физика в 2 т. Том 2 : учебное пособие для среднего профессионального образования / Г. А. Бордовский, Э. В. Бурсиан. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 299 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09572-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/beode/515439.

Электронные ресурсы

1. https://die.aeademie.ru/ (Академик. Словари и энциклопедии).
2. https://book.ru/ (Book-s Gid. Электронная библиотека).
3. https://evberleninka.ru/ (Научная электронная библиотке).
4. https://all.alleng.me/edu/phvs.htm (Образовательные ресурсы Интернета — Физика).
5. https://fiz.1sept.ru/ (Учебно-методическая газета «Физика»).
6. http://nuelphvs.sinp.msu.ru/introduetion/nobelpriee.htm (Нобелевские лауреаты по физике).
7. http://nuelphvs.sinp.msu.ru/ (Ядерная физика в Интернете).
8. https://ege-studv.ru/ru/ege/materialv/ (Подготовка к ЕГЭ).
9. https://eollege.ru/fizika/ (Подготовка к ЕГЭ).
10. https://phvsies.ru/ (Открытая физика, Физикон)
11. http://kvant.meeme.ru/ (Научно-популярный физико-математический журнал «Квант»).
12. https://naukaru.ru/ru/nauka/journal/66/view (Журнал естественнонаучных исследований).
13. http://seieneewav.ru/ (Международный научный журнал «Путь науки»).
14. https://www.getaclass.ru/ (Наглядные ролики по физике и математике с проверочными задачами и конспектами).
15. https://www.voutube.eom/@VideoTutorialsForSehool (Видеопособие для школьников).
16. https://simpleseienee.ru/eolleetion/phvsies (Физические эксперименты).

6 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Контроль и оценка сформированности личностных, метапредметных и предметных результатов осуществляются в соответствии со следующими показателями:

Результаты обучения	**Основные показатели**	**Показатели оценки результата** *на каком занятии*
Личностные	**Тема**	**Оценочное средство**
ЛР 01	Раздел 1. Тема 1.1, 1.2, 1.3 Раздел 2. Тема 2.1, 2.2, 2.3 Раздел 3. Тема 3.1, 3.3, 3.4 Раздел 4. Тема 4.1, 4.2 Раздел 5. Тема 5.1, 5.2 Раздел 6. Тема 6.1, 6.2 Раздел 7. Тема 7.1, 7.2	- устный опрос, беседа; - тестирование; - решение заданий для контрольных работ.
ЛР 02	Введение Раздел 1. Тема 1.3 Раздел 2. Тема 2.3 Раздел 3. Тема 3.1, 3.2 Раздел 4. Тема 4.1, 4.2 Раздел 5. Тема 5.1, 5.2 Раздел 6. Тема 6.1, 6.2 Раздел 7. Тема 7.1, 7.2	
ЛР 03	Введение Раздел 1. Тема 1.1, 1.2, 1.3 Раздел 2. Тема 2.1, 2.2, 2.3 Раздел 3. Тема 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 Раздел 4. Тема 4.1, 4.2 Раздел 5. Тема 5.1, 5.2 Раздел 6. Тема 6.1, 6.2 Раздел 7. Тема 7.1, 7.2	
ЛР 04	Раздел 1. Тема 1.3 Раздел 2. Тема 2.2, 2.3 Раздел 3. Тема 3.1, 3.2 Раздел 4. Тема 4.1, 4.2 Раздел 5. Тема 5.1, 5.2 Раздел 6. Тема 6.1, 6.2	
ЛР 05	Раздел 1. Тема 1.2, 1.3 Раздел 2. Тема 2.1, 2.2, 2.3 Раздел 3. Тема 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 Раздел 4. Тема 4.1, 4.2 Раздел 6. Тема 6.1, 6.2 Раздел 7. Тема 7.1, 7.2	
ЛР 06	Раздел 1. Тема 1.1, 1.2, 1.3 Раздел 2. Тема 2.1, 2.2, 2.3 Раздел 3. Тема 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 Раздел 4. Тема 4.1, 4.2 Раздел 5. Тема 5.1, 5.2	

	Раздел 6. Тема 6.1, 6.2 Раздел 7. Тема 7.1, 7.2	
ЛР 07	Раздел 1. Тема 1.1, 1.2, 1.3 Раздел 2. Тема 2.1, 2.2, 2.3 Раздел 3. Тема 3.1, 3.3, 3.4 Раздел 4. Тема 4.1, 4.2 Раздел 5. Тема 5.2	
Метапредметн ые		
МР 01	Раздел 1. Тема 1.1, 1.2, 1.3 Раздел 2. Тема 2.1, 2.2, 2.3 Раздел 3. Тема 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 Раздел 4. Тема 4.1, 4.2 Раздел 5. Тема 5.1, 5.2 Раздел 6. Тема 6.1, 6.2 Раздел 7. Тема 7.1, 7.2	- устный опрос, беседа; - тестирование; - решение заданий для контрольных работ.
МР 02	Раздел 1. Тема 1.1, 1.2, 1.3 Раздел 2. Тема 2.1, 2.2, 2.3 Раздел 3. Тема 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 Раздел 4. Тема 4.1, 4.2 Раздел 5. Тема 5.1, 5.2 Раздел 6. Тема 6.1, 6.2	
МР 03	Раздел 1. Тема 1.1, 1.2, 1.3 Раздел 2. Тема 2.1, 2.2, 2.3 Раздел 3. Тема 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 Раздел 4. Тема 4.1, 4.2 Раздел 5. Тема 5.1, 5.2 Раздел 6. Тема 6.1, 6.2 Раздел 7. Тема 7.1, 7.2	
МР 04	Введение Раздел 1. Тема 1.1 Раздел 5. Тема 5.1, 5.2 Раздел 7. Тема 7.1, 7.2	
МР 05	Раздел 1. Тема 1.3 Раздел 2. Тема 2.1, 2.2, 2.3 Раздел 3. Тема 3.1, 3.2 Раздел 4. Тема 4.1, 4.2 Раздел 5. Тема 5.1, 5.2 Раздел 6. Тема 6.1, 6.2 Раздел 7. Тема 7.1, 7.2	
МР 06	Раздел 1. Тема 1.3 Раздел 2. Тема 2.1, 2.2, 2.3 Раздел 3. Тема 3.1, 3.2 Раздел 4. Тема 4.1, 4.2 Раздел 5. Тема 5.1, 5.2 Раздел 6. Тема 6.1, 6.2 Раздел 7. Тема 7.1, 7.2	
МР 07	Раздел 1. Тема 1.1	

	Раздел 5. Тема 5.1, 5.2 Раздел 6. Тема 6.1, 6.2	
МР 08	Раздел 1. Тема 1.1, 1.3 Раздел 2. Тема 2.1, 2.2, 2.3 Раздел 3. Тема 3.1, 3.2 Раздел 4. Тема 4.2 Раздел 5. Тема 5.1, 5.2 Раздел 6. Тема 6.1, 6.2	
Предметные		
ПР 01	Введение Раздел 1. Тема 1.1, 1.2, 1.3 Раздел 2. Тема 2.1, 2.2, 2.3 Раздел 3. Тема 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 Раздел 4. Тема 4.1, 4.2 Раздел 5. Тема 5.1, 5.2 Раздел 6. Тема 6.1, 6.2 Раздел 7. Тема 7.1, 7.2	- устный опрос, беседа; - тестирование; - решение заданий для контрольных работ.
ПР 02	Раздел 1. Тема 1.1, 1.2, 1.3 Раздел 2. Тема 2.1, 2.2, 2.3 Раздел 3. Тема 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 Раздел 4. Тема 4.1, 4.2 Раздел 5. Тема 5.1, 5.2 Раздел 6. Тема 6.1, 6.2	
ПР 03	Раздел 1. Тема 1.1, 1.2, 1.3 Раздел 2. Тема 2.1, 2.2, 2.3 Раздел 3. Тема 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 Раздел 4. Тема 4.1, 4.2 Раздел 5. Тема 5.1, 5.2 Раздел 6. Тема 6.1, 6.2 Раздел 7. Тема 7.1, 7.2	
ПР 04	Раздел 1. Тема 1.1, 1.2, 1.3 Раздел 2. Тема 2.1, 2.2, 2.3 Раздел 3. Тема 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 Раздел 4. Тема 4.1, 4.2 Раздел 5. Тема 5.1, 5.2 Раздел 6. Тема 6.1, 6.2	- устный опрос, беседа; - тестирование; - решение заданий для контрольных работ.
ПР 05	Раздел 1. Тема 1.1, 1.2, 1.3 Раздел 2. Тема 2.1, 2.2, 2.3 Раздел 3. Тема 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 Раздел 4. Тема 4.1, 4.2 Раздел 6. Тема 6.1, 6.2	
ПР 06	Раздел 1. Тема 1.1, 1.2, 1.3 Раздел 2. Тема 2.1, 2.2, 2.3 Раздел 3. Тема 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 Раздел 4. Тема 4.1, 4.2 Раздел 6. Тема 6.1, 6.2	

ПР 07	Раздел 1. Тема 1.1, 1.2, 1.3 Раздел 2. Тема 2.1, 2.2, 2.3 Раздел 3. Тема 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 Раздел 4. Тема 4.1, 4.2 Раздел 5. Тема 5.1, 5.2 Раздел 6. Тема 6.1, 6.2	
ПР 08	Раздел 1. Тема 1.1, 1.3 Раздел 2. Тема 2.1, 2.2, 2.3 Раздел 3. Тема 3.1, 3.2 Раздел 4. Тема 4.1, 4.2 Раздел 5. Тема 5.1, 5.2 Раздел 6. Тема 6.1, 6.2 Раздел 7. Тема 7.1, 7.2	
ПР 09	Раздел 1. Тема 1.1, 1.3 Раздел 2. Тема 2.1, 2.2, 2.3 Раздел 3. Тема 3.1, 3.2 Раздел 4. Тема 4.1, 4.2 Раздел 5. Тема 5.1, 5.2 Раздел 6. Тема 6.1, 6.2 Раздел 7. Тема 7.1, 7.2	
ПР 10	Раздел 1. Тема 1.3 Раздел 2. Тема 2.1, 2.2, 2.3 Раздел 3. Тема 3.1, 3.2 Раздел 4. Тема 4.1, 4.2 Раздел 5. Тема 5.1, 5.2 Раздел 6. Тема 6.1, 6.2 Раздел 7. Тема 7.1, 7.2	

Для оценки достижения запланированных результатов обучения по предмету разработан фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, которые прилагаются к рабочей программе предмета.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
по учебному предмету
Физика
программы подготовки специалистов среднего звена

18.02.09 Переработка нефти и газа / техник-технолог

Форма обучения: *очная*

Находка 2026

1 Общие сведения

Фонд оценочных средств (далее - ФОС) предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся по программе учебного предмета *ООП.11 «Физика».* ФОС включают в себя контрольные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по предмету, которая проводится в форме контрольной работы (с использованием оценочных средств - *устный опрос в форме ответов на вопросы, устный опрос в форме собеседования, выполнение письменных заданий, тестирование')*

2 Планируемые результаты обучения по предмету, обеспечивающие результаты освоения образовательной программы

Код результата обучения[1]	Наименование результата обучения[1]
ЛР 01	Чувство уважения к России, осознание её безграничного научно-технологического потенциала, чувство гордости за свой народ и его достижения в области физики, ценностное отношение к историческому научному наследию, достижениям российских учёных в области физики.
ЛР 02	Сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития физической науки, устойчивый интерес к отечественным и мировым достижениям в области физики и астрономии.
ЛР 03	Осознание ценности научного развития и полученных в его ходе достижений для личности и гражданского общества.
ЛР 04	Осознание себя как активного и ответственного члена российского общества. Понимание ценности научной деятельности, готовность осуществлять проектную и исследовательскую деятельность в группе и самостоятельно.
ЛР 05	Понимание влияния научно-технологических физических процессов на состояние природы, умение прогнозировать неблагоприятные экологические последствия достижений физической и астрономической науки.
ЛР 06	Сформированность безопасного образа жизни, ответственного отношения к своему здоровью и здоровью окружающих, основанного на понимании физических процессов и явлений, принципов работы приборов и технологических устройств.
ЛР 07	Готовность к труду, осознание ценности мастерства. Готовность к технологической и научной деятельности и способность её планировать и выполнять.
МР 01	Умение осуществлять познавательную деятельность, анализировать процессы и явления в области физики и астрономии, выявлять их причинно-следственные связи, существенные признаки, критерии для сравнения, классификации, обобщения.
МР 02	Способность анализировать условие данной физической задачи и формулировать собственные задачи, разрабатывать план решения физических задач с учётом имеющихся знаний, анализировать полученные в ходе решения результаты, оценивать их достоверность, прогнозировать их изменение в иных условиях, выдвигать новые идеи.
МР 03	Овладение научной терминологией, ключевыми понятиям и методами физики.
МР 04	Применять основные методы научного познания - наблюдение, эксперимент, гипотеза - для изучения разных сторон научной картины мира и повседневной жизни, давать оценку новым ситуациям, аргументировать свою позицию.
МР 05	Осуществлять поиск научной физической информации, необходимой для решения задачи из различных источников, проводить её анализ и

Код результата обучения[1]	Наименование результата обучения[1]
	систематизацию, оценивать достоверность, научную логическую непротиворечивость.
МР 06	Способность ставить задачи и выполнять их в команде, учитывая возможности каждого члена коллектива, оценивать вклад каждого участника по разработанным критериям.
МР 07	Способность самостоятельно осуществлять познавательную деятельность, самостоятельно решать качественные и количественные физические задачи, делать осознанный выбор при решении и брать за него ответственность, оценивать приобретённый опыт.
МР 08	Умение адаптироваться к изменениям, брать ответственность за своё поведение, проявлять инициативу и действовать исходя и имеющихся возможностей при решении физических задач, не бояться ошибаться, стремиться привести решение любой начатой задачи к логическому результату.
ПР 01	Сформированность представлений о роли и месте физики и астрономии в современной научной картине мира, о системообразующей роли физики в развитии естественных наук, техники и современных технологий, о вкладе российских и зарубежных ученых-физиков в развитие науки; понимание физической сущности наблюдаемых явлений микромира, макромира и мегамира; понимание роли астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач.
ПР 02	Сформированность умений распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов: равномерное и равноускоренное прямолинейное движение, свободное падение тел, движение по окружности, инерция, взаимодействие тел, колебательное движение, резонанс, волновое движение; диффузия, броуновское движение, строение жидКОСтей и твердых тел, изменение объема тел при нагревании (охлаждении), тепловое равновесие, испарение, конденсация, плавление, кристаллизация, кипение, влажность воздуха, связь средней кинетической энергии теплового движения молекул с абсолютной температурой, повышение давления газа при его нагревании в закрытом сосуде, связь между параметрами состояния газа в изопроцессах; электризация тел, взаимодействие зарядов, нагревание проводника с током, взаимодействие магнитов, электромагнитная индукция, действие магнитного поля на проводник с током и движущийся заряд, электромагнитные колебания и волны, прямолинейное распространение света, отражение, преломление, интерференция, дифракция и поляризация света, дисперсия света; фотоэлектрический эффект, световое давление, возникновение линейчатого спектра атома водорода, естественная и искусственная радиоактивность;
ПР 03	Владение основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы (связанными с механическим движением, взаимодействием тел, механическими колебаниями и волнами; атомно-молекулярным строением вещества, тепловыми процессами; электрическим и магнитным полями, электрическим током, электромагнитными колебаниями и волнами; оптическими явлениями; квантовыми явлениями, строением атома и атомного ядра, радиоактивностью); владение основополагающими астрономическими понятиями, позволяющими

Код результата обучения[1]	Наименование результата обучения[1]
	характеризовать процессы, происходящие на звездах, в звездных системах, в межгалактической среде; движение небесных тел, эволюцию звезд и Вселенной;
ПР 04	Владение закономерностями, законами и теориями (закон всемирного тяготения, I, II и III законы Ньютона, закон сохранения механической энергии, закон сохранения импульса, принцип суперпозиции сил, принцип равноправности инерциальных систем отсчета; молекулярно-кинетическую теорию строения вещества, газовые законы, первый закон термодинамики; закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, закон Ома для участка цепи, закон Ома для полной электрической цепи, закон Джоуля - Ленца, закон электромагнитной индукции, закон сохранения энергии, закон прямолинейного распространения света, закон отражения света, закон преломления света; закон сохранения энергии, закон сохранения импульса, закон сохранения электрического заряда, закон сохранения массового числа, постулаты Бора, закон радиоактивного распада); уверенное использование законов и закономерностей при анализе физических явлений и процессов;
ПР 05	Умение учитывать границы применения изученных физических моделей: материальная точка, инерциальная система отсчета, идеальный газ; модели строения газов, жидКОСтей и твердых тел, точечный электрический заряд, ядерная модель атома, нуклонная модель атомного ядра при решении физических задач;
Пр 06	Владение основными методами научного познания, используемыми в физике: проводить прямые и КОСвенные измерения физических величин, выбирая оптимальный способ измерения и используя известные методы оценки погрешностей измерений, проводить исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений, объяснять полученные результаты, используя физические теории, законы и понятия, и делать выводы; соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента и учебно-исследовательской деятельности с использованием цифровых измерительных устройств и лабораторного оборудования; сформированность представлений о методах получения научных астрономических знаний;
ПР 07	Сформированность умения решать расчетные задачи с явно заданной физической моделью, используя физические законы и принципы; на основе анализа условия задачи выбирать физическую модель, выделять физические величины и формулы, необходимые для ее решения, проводить расчеты и оценивать реальность полученного значения физической величины; решать качественные задачи, выстраивая логически непротиворечивую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления;
ПР 08	Сформированность умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с бытовыми приборами и техническими устройствами, сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде; понимание необходимости применения достижений физики и технологий для рационального природопользования;
ПР 09	Сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников, умений использовать цифровые технологии для поиска, структурирования, интерпретации и

Код результата обучения[1]	Наименование результата обучения[1]
	представления учебной и научно-популярной информации; развитие умений критического анализа получаемой информации;
ПР 10	Овладение умениями работать в группе с выполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы;

3 Соответствие оценочных средств контролируемым результатам обучения
3.1 Средства, применяемые для оценки уровня теоретической и практической подготовки

Краткое наименование раздела (модуля) / темы предмета	Код результата обучения	Показатель овладения результатами обучения	Наименование оценочного средства и представление его в КОС[3]	
			Текущий контроль[4]	Промежуточная аттестация[4]
Введение. Физика и методы научного познания	ЛР 02, 03, МР 04, ПР 01, 09	Способность объяснить ценность научного развития и значение его достижений. Способность объяснить место физики в современной научной картине мира, развитии естественных наук. Способность объяснить, чем научное познание отличается от других видов познания, перечислить основные методы научного познания.	Вопросы для собеседования 1-4.	Вопросы для устного опроса 1-4.
Раздел 1. Механика.				
Тема 1.1. Основы кинематики.	ЛР 01 03, МР 02, 03, 04, 07, 08,	Способность сформулировать основную задачу механики и объяснить её ценность для развития общества и повседневной жизни. Способность делать выводы о безопасности движения объектов на основе знаний кинематики. Способность привести примеры достижений русских учёных в данной области физики.	Вопросы для собеседования 5-26. Тест 1. Задачи для контрольных работ, вар.1, 2, № 1-3.	Вопросы для устного опроса 5-26. Задачи для контрольных работ, вар. 1,2, № 1-3.
	ЛР 04, МР 01, 03, 04 ПР 01, 08, 09	Способность описывать движение предметов в терминах кинематики, оценивать среднюю и мгновенную скорость их движения, ускорение, путь, изменение координаты, прогнозировать изменение движения предметов.		
	ЛР 07 ПР 01 -09	Способность объяснить значение понятий: механическое движение, равномерное и равноускоренное движение,		

		траектория, путь перемещение, скорость, мгновенная скорость, средняя скорость, ускорение, свободное падение, ускорение свободного падения. Способность решать задачи на расчёт скорости, координаты, ускорения тел, определение направления и величины ускорения графически и аналитически.		
Тема 1.2. Основы динамики.	ЛР 01, 02, 03, 06	Способность привести примеры, доказывающие ценность законов динамики для повседневной жизни. Способность оценить безопасность процесса с применением законов Ньютона. Способность привести примеры достижений русских учёных в данной области физики.	Вопросы для собеседования 27-41. Тест 2 . Задачи для контрольных работ, вар.1, № 4-10, вар. 2, № 4-12.	Вопросы для собеседования 27-41. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 4-10, вар. 2, № 4-12.
	МР 01, 02, 03, 04, 07, 08 ПР 01	Способность проводить наблюдение за движением тел и делать выводы о причинах движения и его изменений. Способность определять силы, действующие на тела в повседневной жизни.		
	ЛР 07 ПР 02-09	Знание понятий: сила, равнодействующая сила, масса, инерция, сила тяготения, сила тяжести, сила трения, сила упругости. Знание первого, второго, третьего законов Ньютона, закона всемирного тяготения, законов движения планет Солнечной системы, вес тела, невесомость, перегрузка. Способность объяснять причины движения тел на основе законов Ньютона, способность определять силы, действующие на тело, прогнозировать изменения скорости тел, основываясь на наблюдении.		

Тема 1.3. Законы сохранения в механике.	ЛР 01, 02, 03, 04, 07	Способность обосновать значимость механических законов сохранения для технического развития общества и повседневной жизни человека. Способность привести примеры достижений русских учёных в данной области физики.	Вопросы для собеседования 42-49. Тест 3. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 11-16, вар. 2, № 13-16.	Вопросы для собеседования 42-49. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 11-16, вар. 2, № 13-16.
	МР 01-03, 05, 06-08, ПР 01	Способность анализировать явления и выявлять в них действие механических законов сохранения, объяснять их выполнение или невыполнение, оценивать и прогнозировать развитие ситуации в связи с этим.		
	ПР 02-05, 07, 08, 09	Способность объяснить значение понятий: импульс, работа, мощность, энергия, кинетическая, потенциальная энергия. Способность формулировать законы сохранения импульса и механической энергии, закон превращения энергии. Способность решать расчётные и качественные задачи на законы сохранения в механике		
Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика.				
Тема 2.1. Основы молекулярно-кинетической теории.	ЛР 01, 03, 05, 06	Способность объяснить значение молекулярно-кинетической теории для развития науки и техники. Способность привести примеры достижений русских учёных в данной области физики.	Вопросы для собеседования 63-81. Тест 4.	Вопросы для собеседования 63-81. Задачи для контрольных

	МР 01 - 03, ПР 01, 02	Способность анализировать явления, процессы, физические свойства тел, основываясь на знании о молекулярном строении веществ. Способность описывать состояние газов с помощью физических понятий, прогнозировать ход газовых процессов и делать выводы о их безопасности. Способность делать выводы о внутреннем состоянии веществ по макропроцессам и макропараметрам.	Задачи для контрольных работ, вар.1, № 23-28, вар. 2, № 23-28.	работ, вар.1, № 23-28, вар. 2, № 23-28.
	ЛР 07 ПР 03-07	Способность объяснить значение понятий: количество вещества, молярная масса, относительная молекулярная масса, диффузия, броуновское движение, объём, температура, абсолютный нуль, давление. Способность сформулировать газовые законы, описывать состояние газа с помощью формул и графиков. Способность решать с применением основного уравнения состояния идеального газа.		
Тема 2.2. Основы термодинамики.	ЛР 01, 03, 05, 06	Способность объяснить проявление законов термодинамики в природе, их роль в жизни человека и общества, в развитии техники. Способность оценивать влияние на экологию тепловых машин и предлагать способы минимизации такого влияния.	Вопросы для собеседования 82-93. Тест 5, вопросы 1-3, 5, 8, 10. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 29-32, вар. 2, № 29-32.	Вопросы для собеседования 82-93. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 29-32, вар. 2, № 29-32.
	МР 01 - 03, ПР 01, 02	Способность наблюдать за процессами и явлениями, анализировать наблюдения и выявлять в них процессы теплопередачи, совершения работы, изменения внутренней энергии. Способность выполнять данную работу в команде.		

	ЛР 07 ПР 03-07	Способность объяснить значение понятий: внутренняя энергия, количество теплоты, теплопередача. Способность сформулировать первое и второе начала термодинамики. Способность объяснить принцип работы тепловой машины, принципы. Способность решать задачи на применение первого начала термодинамики, расчёт КПД тепловой машины.		
Тема 2.3. Агрегатные состояния вещества.	ЛР 01 — ЛР 06	Способность объяснить ценность научных знаний об агрегатных состояниях вещества, способность прогнозировать направление тепловых процессов, изменение состояний веществ, делать выводы об их безопасности для человека.	Вопросы для собеседования 94-108. Тест 5, вопросы 4, 6, 7, 9, 11. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 33-35, вар. 2, № 33-38.	Вопросы для собеседования 94-108. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 33-35, вар. 2, № 33-38.
	МР 01-03, 05, 06, 08 ПР 01, 02	Способность объяснить, что происходит в веществе на атомарном уровне, когда оно из твёрдого состояния переходит в жидкое, из жидкого в газообразное и наоборот. Способность наблюдать за процессом, описать его, выявить, выделяется или поглощается количество теплоты в процессе и оценить это количество. Способность на основании знаний об агрегатных состояниях принимать безопасные решения в повседневной жизни.		
	ЛР 07 ПР 03 - 10	Способность объяснить значение понятий насыщенный пар, влажность, плавление, кристаллизация, испарение, конденсация, кипение. Способность рассчитывать в задачах и измерять		

		косвенными и прямыми измерениями влажность воздуха. Способностьрассчитывать количество теплоты, необходимое для изменения агрегатного состояния вещества.		
Раздел 3. Электродинамика.				
Тема 3.1. Электрическое поле.	ЛР 01 — ЛР 06	Способность объяснить значение электрических явлений для человека и общества. Способность привести примеры достижений русских учёных в данной области физики. Способность объяснить ценность научных знаний для безопасного пользования электроприборами.	Вопросы для собеседования 109-122. Тест 6. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 36-41, вар. 2, № 39-41.	Вопросы для собеседования 109-122. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 36-41, вар. 2, № 39-41.
	МР 01-03, 05, 06, 08 ПР 01, 02	Способность описывать природные и искусственные электрические явления и анализировать их с использованием терминов и законов электростатики, анализировать процессы и прогнозировать их течение. Способность искать научную информацию и систематизировать её.		
	ПР 03 - 10	Способность объяснять значение понятий: заряд, электрическое поле, электризация, напряжённость, напряжение, проводник, диэлектрик. Способность описать взаимодействие зарядов. Способность рассчитать по закону Кулона силу электростатического взаимодействия, напряжённость поля, созданного несколькими зарядами. Способность объяснить процессы электризации трением, электризации влиянием, принципы		

		безопасной работы с электроприборами.		
Тема 3.2. Законы постоянного тока.	ЛР 01 — ЛР 06	Способность объяснить ценность научных знаний об электрическом токе для человека и общества. Способность привести примеры достижений русских учёных в данной области физики. Способность, используя физические законы и закономерности, объяснить, как избежать удара электрическим током или минимизировать его при некоторых опасных ситуациях.	Вопросы для собеседования 123-134. Тест 7. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 42-47, вар. 2, № 42-47.	Вопросы для собеседования 123-134. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 42-47, вар. 2, № 42-47.
	МР 01-03, 05, 06, 08 ПР 01, 02	Способность исследовать электрические процессы и явления с помощью научных методов познания — наблюдение и эксперимент, анализировать, делать выводы, выполнять данные действия самостоятельно и в команде. Способность описать все возможные действия тока, привести примеры их проявлений в жизни, перечислить способы их использования.		
	ЛР 07 ПР 03 - 10	Способность объяснить значение понятий: электрический ток, сила тока, сопротивление, мощность тока, короткое замыкание. Способность сформулировать и записать закон Ома для участка цепи, для параллельного и последовательного соединения проводников. Способность изобразить в виде принципиальной схемы и практически осуществить последовательное и параллельное соединение проводников. Способность измерять силу тока, напряжение,		

		сопротивление с помощью измерительных приборов. Умение рассчитывать силу тока, напряжение, сопротивление с помощью закона Ома.		
Тема 3.3. Магнитное поле.	ЛР 01, 03, 05, 06	Способность объяснить ценность научных знаний в области магнитных полей для жизни человека и общества, привести примеры практического применения этих знаний. Способность привести примеры достижений русских учёных в данной области физики.	Вопросы для собеседования 135-139. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 48-55, вар. 2, № 48-54.	Вопросы для собеседования 135-139. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 48-55, вар. 2, № 48-54.
	МР 01 - 03, ПР 01, 02	Способность выделять магнитные явления, описывать, используя научную терминологию. Способность объяснить такое явление, как магнитная буря и её влияние на здоровье людей и технику.		
	ЛР 07 ПР 03-07	Способность объяснить понятия: магнитное поле, вектор индукции магнитного поля, сила Ампера, сила Лоренца. Способность сформулировать и применить при решении задач правило буравчика, правило левой руки. Способность объяснить взаимодействие проводников с током. Способность на практике определять направление магнитного поля.		
Тема 3.4. Электромагнитная индукция.	ЛР 01, 03, 05, 06	Способность обосновать ценность научного открытия закона Фарадея. Способность привести примеры достижений русских учёных в данной области физики.	Вопросы для собеседования 140-146. Задачи для контрольных работ, вар.1, №	Вопросы для собеседования 140-146. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 56-60, вар. 2, № 55-60.
	МР 01 - 03,	Способность верно объяснить причину возникновения		

	ПР 01, 02	индукционного тока и уметь определить его направление. Способность верно объяснить принцип работы электродвигателя и электрогенератора. Способность пользоваться электроизмерительными приборами магнитоэлектрической системы.	56-60, вар. 2, № 55-60.	
	ЛР 07 ПР 03-07	Способность объяснить понятие катушки индуктивности, контура, соленоида, в чём заключается явление электромагнитной индукции, самоиндукции, привести примеры. Способность формулировать и применять на практике правило Ленца, закон Фарадея. Способность решать задачи на расчёт ЭДС индукции, магнитного потока, индуктивности.		
Раздел 4. Колебания и волны.				
Тема 4.1. Механические колебания и волны.	ЛР 01 — ЛР 06	Способность на основе понимания, что такое волновой (колебательный) процесс, дать оценку значимости научных достижений в этой области физики. Способность привести примеры достижений русских учёных в данной области физики.	Вопросы для собеседования 50-62. Тест 9. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 18-22, вар. 2, №17-22.	Вопросы для собеседования 50-62. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 18-22, вар. 2, № 17-22.
	МР 01-03, 05, 06, 08 ПР 01, 02	Способность видеть колебательные и волновые процессы в жизни, описывать их, прогнозировать поведение колебательных систем. Способность составлять план исследования, искать информацию, осмысливать и систематизировать её, нести ответственность за результат, способность делать это самостоятельно и в команде.		
	ЛР 07	Способность объяснить значение понятий: колебание,		

	ПР 03 - 10	механическое колебание, гармонические колебания, период, частота, длина волны, свободные, затухающие, вынужденные колебания, математический маятник, пружинный маятник, звуковая волна, ультразвук. Способность прямыми и КОСвенными методами измерять период и частоту колебаний, длину волны, строить график колебаний, читать график колебаний. Способность решать задачи на расчёт характеристик колебаний и волн.		
Тема 4.2. Электромагнитные колебания и волны.	ЛР 01 — ЛР 06	Способность объяснить значение открытия электромагнитных волн для общества, привести примеры устройств, где используются электромагнитные колебания/волны. Способность привести примеры достижений русских учёных в данной области физики.	Вопросы для собеседования 147-152. Тест 9.	Вопросы для собеседования 147-152.
	МР 01-03, 05, 06, 08 ПР 01, 02	Способность перечислить свойства электромагнитных волн, их действие и способы их применения. Способность составлять план исследования, искать информацию, осмысливать и систематизировать её, нести ответственность за результат, способность делать это самостоятельно и в команде.		
	ПР 03 - 10	Способность объяснить значение понятий: колебательный контур, электромагнитная волна, знать скорость распространения электромагнитных волн в вакууме, знать связь частоты и длины волны. Способность объяснить работу колебательного контура и превращение электрической и магнитной энергии в нём.		

		Способность рассказать о принципах радиосвязи.		
Раздел 5. Оптика.				
Тема 5.1. Природа света.	ЛР 01 -04, 06, МР 01	Способность объяснить ценность знаний о геометрических законах распространения света для человека и общества. Способность на основе анализа хода световых лучей не допускать ситуаций, опасных для здоровья. Способность привести примеры достижений русских учёных в данной области физики.	Вопросы для собеседования 153-160. Тест 10. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 67-70, вар. 2, №67-70.	Вопросы для собеседования 153-160. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 67-70, вар. 2, № 67-70.
	МР 02-08 ПР 01, 02	Способность нарисовать схему солнечного и лунного затмений и рассказать о законах распространении света в масштабах Солнечной системы. Способность перечислить оптические приборы, использующие тонкие линзы.		
	ПР-04, 07 -10	Способность объяснить понятия: луч света, тень, полутень, тонкая линза, собирающая линза, рассеивающая линза. Способность сформулировать законы распространения света. Способность объяснить ход лучей в тонкой линзе, принцип работы телескопа, глаза.		
Тема 5.2. Волновые свойства света.	ЛР 01 -04, 06, МР 01	Способность объяснить ценность знаний о волновых свойствах света для человека и общества. Способность привести примеры достижений русских учёных в данной области физики.	Вопросы для собеседования 161-173. Тест 10. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 71-73, вар. 2, № 71-74.	Вопросы для собеседования 161-173 Задачи для контрольных работ, вар.1, № 71-73, вар. 2, № 71-74.
	МР 02-08 ПР 01, 02	Способность выявлять в окружающем мире примеры дисперсии, интерференции, дифракции, на основе объяснения явлений предполагать структуру		

		отражающей/преломляющей поверхности. Способность выполнять выше указанную работу самостоятельно и в команде. Способность ориентироваться в шкале электромагнитных волн и оценивать их воздействие на здоровье человека.		
	ЛР 07 ПР-04, 07 -10	Способность объяснить явления дисперсии, интерференции, дифракции, привести примеры их проявлений в повседневной жизни. Способность объяснить понятие спектра и вилы спектров, где волновые свойства света проявляются в космосе, способы определения космического вещества по его спектральному анализу. Способность описать спектральные классы звёзд.		
Раздел 6. Квантовая физика.				
Тема 6.1 Квантовая оптика.	ЛР 01 — ЛР 06	Способность объяснить важность открытий квантовой физики для человека и общества. Способность привести примеры устройств, работающих на квантовых эффектах. Способность привести примеры достижений русских учёных в данной области физики.	Вопросы для собеседования 174-180. Тест 11. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 74, вар. 2, № 75.	Вопросы для собеседования 174-180. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 74, вар. 2, № 75.
	МР 01-03, 05, 06, 08 ПР 01, 02	Способность объяснить принцип работы фотоэлементов в современных фотоаппаратах, сделать вывод о значимости квантовой физики для технического прогресса. Способность искать информацию по заданной теме, систематизировать её, оценивать достоверность, делать выводы, планировать		

		свою деятельность по поиску информации. Способность работать самостоятельно и в команде.		
	ПР 03 - 10	Способность объяснить понятия: корпускулярно-волновой дуализм, фотон, фотоэлектрический эффект, работа выхода, световое давление, химическое действие света. Способность записать уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, использовать его для решения задач.		
Тема 6.2 Физика атома и атомного ядра	ЛР 01 — ЛР 06	Способность объяснить значимость открытия состава атомного ядра и развития ядерной физики. Способность дать оценку научным открытиям в данной области с точки зрения этики и морали. Способность оценить влияние открытий ядерной физики на природу и здоровье человека. Способность объяснить ответственность человека за научные достижения. Способность привести примеры достижений русских учёных в данной области физики.	Вопросы для собеседования 181-197. Тест 11. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 75-78, вар. 2, № 76-78.	Вопросы для собеседования 181-197. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 75-78, вар. 2, № 76-78.
	МР 01-03, 05, 06, 08 ПР 01, 02	Способность описать применение достижений атомной и ядерной физики в технике (лазер, атомные электростанции, ядерное оружие, лекарство от болезней), дать оценку их значимости. Способность объяснить ядерные процессы, происходящие в звёздах.		
	ПР 03 - 10	Способность объяснить понятия: ядерная модель атома, энергетические уровни атома, энергия связи, радиоактивность. Способность объяснить строение атомного ядра, работу лазера.		

		Умение с помощью таблицы Менделеева рассчитывать количество нуклонов в ядре. Способность описать виды радиоактивности и их воздействие на живые и неживые объекты, перечислить способы их ослабления. Способность решать задачи на определение энергии, выделившейся/поглощённой в процессе перехода атома в новое состояние.		
Раздел 7. Строение Вселенной.				
Тема 7.1. Строение Солнечной системы.	ЛР 01 — ЛР 06	Способность описать значение исследования Солнечной системы для развития человечества. Способность рассказать о достижениях отечественной КОСмонавтики в исследовании Солнечной	Вопросы, для собеседования 198-199. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 79, вар. 2, № 79.	Вопросы, для собеседования 198-199. Задачи для контрольных работ, вар.1, № 79, вар. 2, № 79.
	МР 01-03, 05, 06, 08 ПР 01, 02	Способность анализировать известные научные данные об объектах Солнечной системы и делать прогнозы относительно дальнейшего развития космонавтики на благо человечества. Способность дать оценку влиянию космической деятельности человека на природу Земли и космос.		
	ПР 03 - 10	Способность объяснить понятия: планета, спутник, звезда, астероид, метеороид, метеор, метеорит. Способность описать строение Солнечной системы: перечислить планеты, их структуру, некоторые физические свойства Способность рассказать гипотезу о формировании планетных систем.		
Тема 7.2 Эволюция Вселенной.	ЛР 01 — ЛР 06	Способность ценность астрономических исследований для развития человеческой цивилизации и	Вопросы для собеседования 200-204.	Вопросы для собеседования 200-204.

		понимания фундаментальных законов жизни Вселенной. Способность рассказать о российских главных обсерваториях и их достижениях.	Задачи для контрольных работ, вар.1, № 83, вар. 2, № 83.	Задачи для контрольных работ, вар.1, № 83, вар. 2, № 83.
	МР 01-03, 05, 06, 08 ПР 01, 02	Способность объяснить временные и пространственные масштабы результатов астрономических наблюдений. Способность объяснить значимость астрономических исследований для понимания структуры мира.		
	ПР 03 - 10	Способность объяснить понятия: галактика, Галактика, Местная группа галактик, Вселенная, чёрная дыра, гравитационная линза, световой год, расширение Вселенной, реликтовое излучение.		

4 Описание процедуры оценивания

Результаты обучения по предмету, уровень знаний и умений оцениваются по пятибалльной шкале оценками: «5», «4», «3», «2», «1».

Текущая аттестация по предмету проводится с целью систематической проверки достижений обучающихся. Объектами оценивания являются: знание основных физических понятий, величин, законов и закономерностей; способность использовать их для описания различных процессов и явлений; способность самостоятельно решать расчётные задачи, оценивать правильность полученного ответа; способность применять основные методы научного познания (наблюдение, эксперимент, гипотеза, теория) для получения знаний; способность проводить измерения физических величин, оценивать погрешность измерений; учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине). При проведении промежуточной аттестации оценивается достижение студентом запланированных по дисциплине результатов обучения, обеспечивающих результаты освоения образовательной программы в целом. К сдаче промежуточной аттестации (зачёта, экзамена, итоговой контрольной работе) допускаются только те учащиеся, у которых сданы на положительную оценку текущие аттестации в количестве не менее 75 % от их общего числа в текущем расчётном периоде.

Критерии оценивания устного ответа

(оценочные средства: *собеседование, устный ответ на вопрос)*

5 баллов ставится, если учащийся показывает верное понимание физической сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, законов и теорий; правильно определяет физические величины и их единицы, а также способы измерения; правильно выполняет графики, чертежи, схемы; строит ответ по собственному плану, сопровождает рассказ собственными примерами, умеет применять знания в новой ситуации при выполнении дополнительных практических заданий и ответов на дополнительные вопросы; может

устанавливать связь между изучаемым и ранее изученным материалом по курсу физики, а также с материалом, усвоенным при изучении других предметов.

4 балла ставится, если ответ учащегося удовлетворяет основным требованиям на оценку «5», но дан без использования собственного плана, новых примеров, без применения знаний в новой ситуации, без использования связей с ранее изученным материалом и материалом, усвоенным при изучении других предметов, если учащийся допустил одну негрубую ошибку и не более двух недочётов и может их исправить самостоятельно или с небольшой помощью учителя.

3 балла - ставится, если учащийся понимает физическую сущность рассматриваемых явлений и закономерностей, но в ответе имеются отдельные пробелы в усвоении вопросов курса физики, не препятствующие дальнейшему усвоению вопросов программного материала; умеет применять полученные знания при решении простых задач с использованием готовых формул, но затрудняется при решении задач, требующих преобразования формул; допустил не более одной грубой ошибки и двух недочётов, не более одной грубой ошибки и одной негрубой ошибки, не более 2-3 негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трёх недочётов, допустил 4-5 недочётов.

2 **балла** ставится, если учащийся не овладел основными знаниями и умениями в соответствии с требованиями программы и допустил больше ошибок и недочётов, чем необходимо для оценки «3».

1 балл ставится, если учащийся не может ответить ни на один из поставленных вопросов.

Критерии оценивания контрольной работы

5 баллов ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочётов.

4 балла ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочёта, не более трёх недочётов.

3 **балл**а ставится, если ученик правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочётов, не более одной грубой ошибки и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочётов, при наличии 4 - 5 недочётов.

2 балла ставится, если число ошибок и недочётов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

1 балл ставится, если учащийся совсем не выполнил ни одного задания.

Критерии оценивания тестового задания

Оценка	*Отлично*	*Хорошо*	*Удовлетворительно*	*Неудовлетворительно*
Количество правильных ответов	91 % и >	от 80% до 90,9 %	не менее 66%	менее 66%

Критерии выставления оценки студенту на зачете/ экзамене

(оценочные средства: *устный опрос в форме ответов на вопросы билетов, устный опрос в форме собеседования, выполнение письменных задач и заданий)* _____

Оценка по промежуточной аттестации	Характеристика качества сформированности компетенций
«зачтено» / «отлично»	Учащийся демонстрирует сформированность дисциплинарных знаний, умений на продвинутом уровне: показывает верное понимание физической сущности рассматриваемых явлений, законов. закономерностей, легко ориентируется в физических величинах и их единицах, знает способы их измерения, правильно выполняет графики, чертежи, строит ответ по собственному плану, приводит собственные примеры,

	применяет знания в новой ситуации, умеет решать расчётные задачи быстро, правильно, без помощи учителя на 4 и более логических шага, правильно обосновывает решение проблемы, устанавливает связи между материалом по курсу физики и другими предметами.
«зачтено» / «хорошо»	Учащийся демонстрирует сформированность дисциплинарных знаний и умений на базовом уровне: верно понимает физическую сущность рассматриваемых явлений, законов, закономерностей, знает физические величины и их единицы, способы их измерения, умеет выполнять графики, чертежи, схемы, умеет самостоятельно без помощи учителя решать расчётные задачи на 3 -4 логических шага. При ответе допускает неточности в формулировках, определениях, законах, ошибки в условных обозначениях на графиках, чертежах, пропуски единиц измерения. Решает задачи нерациональным способом. Допускает не более 1 негрубой ошибки и 2 неточностей.
«зачтено» / «удовлетворительно»	Учащийся демонстрирует сформированность дисциплинарных знаний и умений на пороговом уровне: учащийся понимает физическую сущность только основных явлений и закономерностей, но не может объяснить детали физических процессов и явлений. Допускает ошибки в формулировках, нарушение логической последовательности в изложении материала, знает только основные физические величины и их единицы, не может привести способы их измерения. Умеет самостоятельно решать расчётные задачи на заданную формулу на 1 -2 логических шага, не способен применять знания в новой ситуации. В ходе ответа учащийся допускает не более одной грубой ошибки и двух недочётов, не более одной грубой ошибки и одной негрубой ошибки, не более 2-3 негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трёх недочётов, допустил 4-5 недочётов.
«не зачтено» / «неудовлетворительно»	Учащийся демонстрирует сформированность дисциплинарных знаний и умений на уровне ниже порогового: выявляется полное или практически полное отсутствие знаний значительной части физических законов, закономерностей, явлений, допускает 2 и более грубых ошибки, более 3х негрубых ошибок, более 5 недочётов.

5 Примеры оценочных средств для проведения текущей аттестации

5. 1 Вопросы для собеседования (устного опроса):

Раздел «Механика»

Тема " Кинематика"

1. Что изучает физика
2. Назовите особенности научного метода познания? Что такое наблюдение, эксперимент, теория?
3. Назовите известные вам законы физики и границы их применения.
4. Что такое погрешность?
5. Что изучает механика?
6. Что называют механическим движением?
7. Какова основная задача механики?
8. Что такое материальная точка?
9. Что такое система отсчета?
10. Что такое траектория, путь, перемещение?

11. Что такое поступательное движение?
12. Какое движение называется равномерным прямолинейным?
13. Физический смысл скорости. Формула скорости при равномерном прямолинейном движении. Единицы измерения. График зависимости скорости от времени.
14. Координата тела при равномерном прямолинейном движении. Формула. График.
15. Какое движение называется неравномерным? Что такое средняя скорость? Мгновенная скорость?
16. Что такое ускорение? Формула. Единицы измерения.
17. Скорость тела при равноускоренном движении. Формула. График.
18. Координата тела для равноускоренного прямолинейного движения. Формула. График.
19. Что называют свободным падением? Чему равно ускорение свободного падения? Что оно означает?
20. Что такое вращательное движение тел, равномерное движение по окружности?
21. Как направлены скорость и ускорение тела, движущегося по окружности?
22. Центростремительное ускорение, когда возникает, по какой формуле рассчитывается?
23. Что такое период вращения? В каких единицах он измеряется?
24. Что такое частота вращения? В каких единицах она измеряется?
25. Что такое угловая скорость вращения? Какова ее единица измерения?
26. Какой формулой связаны угловая и линейная скорости.

Тема "Динамика"

27. Что изучает динамика?
28. Сформулируйте первый закон Ньютона и приведите примеры.
29. Что такое инерциальная система отсчёта? Приведите примеры.
30. Что такое инертность?
31. Дайте определение силы и как она связана с ускорением тела.
32. Сформулируйте и запишите второй закон Ньютона, приведите примеры.
33. Как найти массу тела?
34. Сформулируйте и запишите третий закон Ньютона, приведите примеры.
35. Силы упругости. Когда возникает, какую природу имеет? Сформулируйте и запишите закон Гука. При каких условиях он выполняется? Приведите пример.
36. Закон всемирного тяготения. Для каких тел он выполняется? Нарисуйте силы всемирного тяготения, действующие между Землёй и Луной.
37. Дайте определение силы тяжести.
38. Что такое вес тела? Что такое перегрузка и невесомость, при каких условиях они появляются?

39. Чему равен вес тела, если оно находится на горизонтальной неподвижной опоре? опора движется равномерно вверх? опора движется равноускоренно вверх? опора движется равноускоренно вниз?
40. Сила трения. Когда возникает, какую природу имеет, по какой формуле рассчитывается, от чего зависит?
41. Назовите виды сил трения.

Тема "Законы сохранения в механике"

42. Что такое импульса тела. Формула. Единицы измерения?
43. Запишите второй закон Ньютона в импульсной форме.
44. Какая система тел является замкнутой? Сформулируйте и запишите закон сохранения импульса.
45. Механическая работа. Формула. Единица измерения. При каких условиях работа силы положительна, отрицательна, равна нулю? Приведите примеры.
46. Кинетическая энергия. Формула. Единицы измерения. Теорема о кинетической энергии.

47. Потенциальная энергия. Формула. Единицы измерения. Работа силы тяжести. Консервативные силы. Консервативные системы тел.
48. Полная механическая энергия тела. Закон сохранения полной механической энергии.
49. Закон превращения энергии.

Тема «Механические колебания и волны»
50. Что такое механические колебания.
51. Какие колебания называют свободными? Приведите примеры.
52. Какие колебания называют вынужденными? Приведите примеры.
53. Какие колебания называют гармоническими? Запишите уравнение гармонических колебаний.
54. Что такое амплитуда колебания?
55. Что такое период колебания? Формула. Единицы измерения.
56. Что такое частота колебания? Формула линейной частоты колебания. Единицы измерения.
57. Что такое фаза гармонического колебания?
58. Что представляет собой явление резонанса? Приведите примеры.
59. Колебания пружинного и математического маятника. Превращение энергий.
60. Что такое механическая волна? Продольная волна. Поперечная волна. Приведите примеры. Период волны. Частота. Длина.
61. Скорость волны. Связь скорости, периода, частоты, длины волны.
62. Что представляет собой звуковая волна? Скорость звуковой волны, ультразвук, инфразвук.

Раздел «Молекулярная физика и термодинамика»
Тема "Основы молекулярно-кинетической теории (МКТ)"
63. Сформулируйте основные положения МКТ. Какие опыты подтверждают эти положения?
64. Что такое относительная молекулярная (атомная) масса? Единицы измерения, где найти.
65. Что такое количеством вещества и его единица измерения? Что такое 1 моль? Число Авогадро.
66. Молярная масса. Как найти. Единицы измерения.
67. Объясните явление броуновского движение?
68. Объясните процесс диффузии? Как можно увеличить/уменьшить скорость диффузии?

69. На основе молекулярного строения вещества объясните свойства газов, жидкостей и твердых тел.
70. Что такое идеальный газ? Перечислите его основные свойства.
71. Каким образом газ производит давление на стенку сосуда?
72. Как связано давление газа со средней кинетической энергией движений его молекул?
73. Что такое тепловое равновесие?
74. Что такое температура и что она характеризует?
75. Что такое абсолютная шкала температур (шкала Кельвина)? Что такое абсолютный нуль? Каков смысл этого понятия с точки зрения МКТ?
76. Каков принцип построения абсолютной шкалы температур и температурной шкалы Цельсия? Какое соотношение между температурой в °С и К?
77. Как связана средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул с абсолютной температурой.
78. Какими параметрами описывается состояние идеального газа? Какое уравнение связывает между собой эти параметры?
79. Какой процесс называется изотермическим? Закон Бойля-Мариотта. График.
80. Какой процесс называется изобарным? Закон Гей-Люссака. График.

81. Какой процесс называется изохорным? Закон Шарля. График.

Тема "Основы термодинамики"

82. Что изучает термодинамика?
83. Что такое внутренняя энергия? Как рассчитать внутреннюю энергию одноатомного идеального газа?
84. Какие вы знаете способы изменения внутренней энергии?
85. Почему газы при сжатии нагреваются?
86. Всегда ли изменяется температура системы в результате теплопередачи?
87. Как в термодинамике найти работу газа при изобарном процессе.
88. В чем заключается геометрический смысл работы газа?
89. Как найти количество теплоты при нагревании тела, плавлении, парообразовании?
90. Сформулируйте и запишите первый закон термодинамики.
91. Что такое адиабатный процесс?
92. Что такое тепловой двигатель? Из каких основных частей состоят тепловые машины?
93. Как найти КПД двигателя? Почему КПД теплового двигателя не может быть 100%?

Тема "Агрегатные состояния вещества и фазовые переходы"

94. Что представляют собой процессы плавления/кристаллизации?
95. Почему температура тел при плавлении/кристаллизации не меняется?
96. Что такое парообразование? Назовите виды парообразования
97. От чего зависит скорость испарения?
98. Как изменяется температура жидкости при испарении
99. Объясните процесс испарения с точки зрения МКТ.
100. Что такое динамическое равновесие? Какой пар называется насыщенным, ненасыщенным?
101. Объясните зависимость давления насыщенного пара от температуры.
102. Что представляет собой процесс кипения? При каком условии он наступает?
103. Почему, пока жидкость кипит, ее температура не изменяется?
104. Как зависит температура кипения от внешнего давления и почему?
105. Что такое относительная влажность воздуха?
106. Перечислите величины, характеризующие влажность воздуха (абсолютной и относительной влажность)
107. Какие вы знаете приборы для измерения влажности воздуха?
108. Каковы субъективные ощущения влажности воздуха человеком? Приведите примеры.

5.2 Примеры тестовых заданий

Вариант 1

ПРОЧИТАЙТЕ ТЕКСТ, ВЫБЕРИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ВАРИАНТ ОТВЕТА И ЗАПИШИТЕ ЕГО В ВИДЕ БУКВЫ

Задание 1 Единица измерения силы тока:

а) Вольт
б) Ампер
в) Ом
г) Ватт.

Задание 2 Для какого из элементов цепи характерно свойство «индуктивность»:

а) катушка
б) резистор
в) конденсатор
г) ключ.

Задание 3 Закон сохранения импульса гласит:
а) импульс тела не меняется с течением времени.
б) суммарный импульс всех тел в замкнутой системе остается постоянным.
в) импульс силы равен изменению импульса тела.
г) импульс тела прямо пропорционален его скорости.

Задание 4 Что изучает кинематика?
а) причины возникновения движения;
б) механическое движение без выяснения его причин;
в) взаимодействие тел;
г) силы, действующие на тело.

ЗАДАНИЕ НА УСТАНОВЛЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ

Задание 5 Установите соответствие между физической величиной и её единицей:

Физическая величина	Единица измерения (СИ)
1) Сила	а) Джоуль (Дж)
2) Масса	б) Секунда (с)
3) Скорость	в) Метр в секунду (м/с)
4) Время	г) Килограмм (кг)
5) Работа, энергия	д) Ньютон (Н)

Задание 6 Установите соответствие между явлением и положением молекулярно-кинетической теории (МКТ), которое оно подтверждает:

Явление	Молекулярно-кинетическая теория (МКТ)
1) Запах цветов распространяется по комнате	а) Скорость движения молекул зависит от температуры
2) Стальной шарик не сжимается пальцами	б) Между частицами есть промежутки
3) Масло не смешивается с водой, а собирается в капли	в) Частицы взаимодействуют (притяжение)
4) Воздух в насосе легко сжимается	г) На малых расстояниях преобладает отталкивание
5) В стакан с горячей водой чай заваривается быстрее	Д) Частицы непрерывно хаотически движутся

Задание 7 Установите соответствие между термином и верным описанием:

Термин	Описание
1) Электрическое поле	а) Векторная величина, равная отношению силы, действующей на пробный заряд, к величине этого заряда; характеризует поле в данной точке.
2) Напряжённость электрического поля	б) Работа поля по перемещению единичного положительного заряда из данной точки в бесконечность; энергетическая характеристика поля.
3) Потенциал электрического поля	в) Особая форма материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между электрическими зарядами.
4) Силовые линии электрического поля	г) Условные линии, касательные к которым в каждой точке совпадают с направлением вектора напряжённости; начинаются на «+», заканчиваются на «−».

5) Принцип суперпозиции для электрических полей	д) Напряжённость поля системы зарядов равна векторной сумме напряжённостей полей, создаваемых каждым зарядом в отдельности.

ЗАДАНИЯ ОТКРЫТОГО ТИПА (ОТКРЫТЫЙ ОТВЕТ, БЕЗ ВЫБОРА ВАРИАНТОВ)
ПРОЧИТАЙТЕ ТЕКСТ ЗАДАНИЯ, ВЫЯВИТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ.

Задание 8 Изменение положения тела (или его частей) в пространстве относительно других тел с течением времени, называется …. Выявите определение.

Задание 9 Физическая величина, которая характеризует энергию движения тела. Она определяет запас энергии тела, обладающего скоростью, называется …. Выявите определение.

Задание 10 Хаотическое (беспорядочное) движение мельчайших частиц, взвешенных в жидкости или газе, которое возникает из-за столкновений с молекулами окружающей среды, называется …. Выявите определение.

Задание 11 Составляющая ускорения тела, характеризующая быстроту изменения направления вектора скорости. Направлено к центру кривизны траектории, называется... Выявите определение.

ЗАДАНИЕ НА УСТАНОВЛЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Задание 12 Установите правильную последовательность этапов расчёта работы идеального газа по графику зависимости давления от объёма (pV-диаграммы):

1. Определить площадь под соответствующим участком диаграммы (это и есть работа газа).
2. Установить тип процесса (изобарный, изотермический, изохорный) по виду диаграммы.
3. Применить соответствующее уравнение состояния (например, закон Бойля-Мариотта, Гей-Люссака или уравнение Менделеева-Клапейрона) для нахождения связи параметров.
4. Подставить известные значения в формулу для расчёта работы.

Варианты этапов: А) 1 → 2 → 3 → 4 Б) 4 → 3 → 2 → 1 В) 2 → 1 → 4 → 3 Г) 3 → 1 → 4 → 2

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

Задание 13 Установите правильную последовательность шагов решения задачи на расчёт напряжённости поля системы зарядов. Запишите в таблицу номера шагов в нужном порядке:

1) подстановка числовых значений из условия задачи и вычисление.
2) сложив векторно, находим модуль результирующего вектора по теореме Пифагора (если компоненты по осям известны) или через тригонометрию (если заданы углы).
3) после того как направления установлены, переходим к алгебраическому сложению векторов напряжённости.
4) анализируем знаки зарядов и определяем направление векторов $\vec{E}$ для каждого из них. Это критически важно, так как напряжённость — векторная величина.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

Задание 14 Снаряд массой 10 кг, выпущенный вертикально вверх, в верхней точке траектории разрывается на два осколка. Первый осколок массой 3 кг приобретает скорость 400 м/с, направленную горизонтально. Определите скорость второго осколка (массой 7 кг), если

известно, что он сразу после разрыва падает вертикально вниз.

Установите правильную последовательность шагов решения:

1. Записать закон сохранения импульса для системы до разрыва.
2. Найти импульс первого осколка (масса 3 кг, скорость 400 м/с, направленная горизонтально).
3. Определить импульс второго осколка, зная его массу (7 кг) и то, что он упал вертикально вниз.
4. Записать закон сохранения механической энергии для системы до и после разрыва.
5. Решить систему уравнений для нахождения скорости второго осколка.

Варианты ответа:

А) 1 → 2 → 3 → 4 → 5
Б) 2 → 1 → 3 → 4 → 5
В) 1 → 3 → 2 → 4 → 5
Г) 3 → 1 → 2 → 4 → 5

Задание 15 Установите правильную последовательность этапов, описывающих механизм и особенности броуновского движения, от начального наблюдения явления до его теоретического объяснения. **Запишите в таблицу номера шагов в нужном порядке:**

Элементы для упорядочивания:

1 Интенсивность броуновского движения возрастает при повышении температуры среды.
2 В результате нескомпенсированных ударов броуновская частица совершает беспорядочное движение.
3 Теоретическое обоснование (теория Эйнштейна) появилось уже как итог осмысления явления и стало важным доказательством реальности молекул.
4 Молекулы жидкости (или газа) находятся в непрерывном хаотическом тепловом движении.
5 Броуновская частица испытывает нескомпенсированные удары молекул среды с разных сторон.

5.3 Варианты заданий для контрольных работ

Вариант 1.

1. Плот плывёт по течению реки. Каково его движение относительно воды, относительно берега?
2. Какие нужно выполнить измерения, чтобы определить скорость движения тела при равномерном прямолинейном движении?
3. Ускорение тела равно 2 м/с^2. На сколько изменится скорость тела за 1 с?
4. Упавший на пол мяч отскочил вверх. Какие силы действовали на мяч, когда он падал и когда отскакивал? Почему мяч с проколом не отскакивает?
5. На пружину подвесили груз весом 10 Н. Какова величина силы упругости, возникшей в пружине? Объясните, почему вы так считаете.
6. На ленте транспортера лежит груз. Изобразите силы, действующие на груз со стороны ленты, когда он движется наклонно вверх. Назовите эти силы.
7. Как двигалась бы Луна, если бы исчезло тяготение между Луной и Землей? Если бы Луна остановилась на орбите?

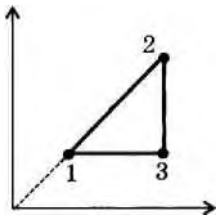
8. При каком соотношении сил, действующих на автомобиль, он будет двигаться равноускоренно по горизонтальному участку дороги с учетом сил сопротивления

движению. Решение сопроводите рисунком.

9. При каком соотношении сил, действующих на аэростат, он будет равноускоренно подниматься вертикально вверх при учете сил сопротивления движению. Решение сопроводите рисунком.
10. Мальчик массой 50 кг качается на качелях. Вес мальчика в нижней точке траектории больше или меньше 500 Н? Чему равно и куда направлено ускорение мальчика в нижней точке траектории? Куда направлена скорость мальчика в любой точке траектории?
11. Когда сила, действующая на тело, не производит работы при перемещении тела?
12. Приведите примеры использования потенциальной энергии деформированных пружин.
13. Объясните, почему единицы энергии те же, что и единицы работы.
14. Опишите опыт, в котором можно проследить переход кинетической энергии в потенциальную и обратно.
15. Приведите примеры использования потенциальной энергии тел, поднятых над поверхностью Земли.
16. Турист в одном случае прошел 800 м, а в другом - проехал на велосипеде такое же расстояние. Одинаковые ли мощности он развивал?
17. Какие из перечисленных движений являются механическими колебаниями? А. Движение качелей. Б. Движение мяча, падающего на землю. В. Движение звучащей струны гитары.
18. Какие из перечисленных колебаний являются свободными? А. Колебания груза, подвешенного к пружине, после однократного его отклонения от положения равновесия. Б. Колебания диффузора громкоговорителя во время работы приемника. В. Колебания груза на нити, один раз отведенного от положения равновесия и отпущенного.
19. На рисунке приведен график x, см гармонических колебаний. Укажите амплитуду, период и частоту колебаний.

X, см
10

20. Какие из перечисленных колебаний являются вынужденными? А. Колебания качелей, раскачиваемых человеком, стоящим на земле. Б. Колебание струны гитары. В. Колебания чашек рычажных весов.
21. В чем отличие графика волнового движения от графика колебательного движения?
22. Каковы свойства механических волн? Укажите правильные утверждения. А. Волны переносят энергию. Б. Волны переносят вещество. В. Источником волн являются колеблющиеся тела.
23. Почему движение молекул никогда не прекращается?
24. Приведите примеры опытного обоснования положений молекулярно-кинетической теории.
25. Что является наиболее наглядным опытным подтверждением существования молекул, движения молекул, взаимодействия молекул?
26. Какая физическая величина x вычисляется по формуле $x=nkT$? Здесь n - концентрация молекул, T - абсолютная температура идеального газа.
27. При какой температуре по шкале Кельвина кипит вода?
28. На рисунке представлен график зависимости давления данной массы идеального газа от температуры. Определите процессы, указанные на графике.



o *m*

29. Какой знак будет иметь изменение внутренней энергии идеального газа при адиабатическом расширении?

30. Газу передано количество теплоты 150 Дж, и внешние силы совершили над ним работы 350 Дж Чему равно изменение внутренней энергии?

31. Тепловая машина за цикл получает от нагревателя количество теплоты 1000 Дж и отдаёт холодильнику 600 Дж. Чему равен КПД тепловой машины?

32. В цилиндре, геометрически закрытом поршнем, находится вода и насыщенный пар. Как изменится давление в цилиндре при перемещении поршня, если температура поддерживается постоянной?

33. В герметически закрытом сосуде находятся вода и водяной пар. Как изменится концентрация молекул водяного пара при нагревании сосуда?

34. Кружка с водой плавает в кастрюле, стоящей на огне. Закипит ли вода в кастрюле?

35. Какое количество теплоты выделится при замерзании 2 кг воды, взятой при температуре 0 ^{0}С.

36. Какая физическая величина является силовой характеристикой электрического поля?

37. Два точечных электрических заряда q и 2q на расстоянии r друг от друга отталкиваются с силой F. С какой силой будут отталкиваться эти заряды на расстоянии 2r?

38. Как изменится электроёмкость воздушного конденсатора при уменьшении расстояния между пластинами в 2 раза?

39. Какая физическая величина определяется отношением потенциальной энергии электрического заряда в электрическом поле к заряду.

40. Как изменится по модулю напряженность электрического поля точечного заряда при увеличении расстояния от заряда в 4 раза?

41. Какое направление принято за направление вектора напряженности электрического поля.

42. Размеры медного и железного проводов одинаковы. Сопротивление какого провода больше?

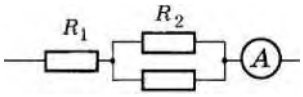
43. Каким прибором измеряют напряжение? Как его включают в цепь?

44. Каким прибором измеряют силу тока? Как его включают в цепь?

45. Кусок стальной проволоки разрезали пополам. Изменилось ли сопротивление проволоки? Во сколько раз?

46. Собрана цепь из источника тока, амперметра и лампы. Изменятся ли показания амперметра, если в цепь включить последовательно ещё такую же лампу? Ответ обоснуйте.

47. Используя схему электрической цепи, изображенной на рисунке, укажите, какие резисторы соединены параллельно, какие последовательно, и силу тока через какой резистор показывает амперметр.



«3

48. На какие частицы действует электрическое поле? магнитное?

49. Каким образом можно обнаружить наличие в пространстве магнитного поля?

50. Молния ударила в ящик со стальными ножами им вилками. После этого они оказались намагниченными. Как это объяснить?

51. Отклонится ли магнитная стрелка, если её разместить вблизи пучка движущихся

частиц: а) электронов; б) атомов; в) положительных ионов?

52. Магнитная стрелка, помещенная около провода, отклонилась при пропускании по нему тока. За счёт какой энергии совершена работа, необходимая для поворота стрелки?

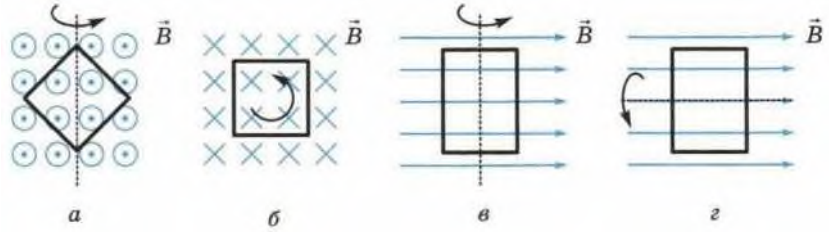
53. Как расположены магнитные полюса соленоида, по обмотке которого течёт ток указанного на рисунке направления?

ТШГ*

54. Что наблюдалось в опыте Ампера?

55. Как изменится сила Ампера, действующая на прямолинейный проводник с током, если длину проводника уменьшить в два раза. Проводник расположен перпендикулярно вектору магнитной индукции.

56. На рисунке представлены различные способы вращения рамки в однородном магнитном поле. В каких случаях в рамке возникает индукционный ток?



57. В металлическое кольцо в течение первых трёх секунд выдвигают магнит, в течение следующих двух секунд оставляют магнит неподвижным внутри кольца, в течение последующих трёх секунд его выдвигают из кольца. В какие промежутки времени в катушке течёт ток?

58. Сила тока в катушке возросла в два раза. Как изменилась индуктивность катушки?

59. При силе тока 3 А в проволочной рамке возникает магнитный поток 6 Вб. Чему равна индуктивность рамки?

60. В проводнике при изменении силы тока на 1 А за 1 с ЭДС самоиндукции 1 В. Чему равна индуктивность проводника?

61. Как изменится период электромагнитных колебаний в колебательном контуре, если электроёмКОСть конденсатора увеличить в два раза?

62. Как изменится период электромагнитных колебаний в колебательном контуре, если индуктивность катушки уменьшить в четыре раза?

63. Сила тока в контуре возросла в два раза. Как изменилась энергия магнитного поля контура?

64. Индуктивность катушки уменьшилась в два раза. Как изменилась энергия магнитного поля катушки?

65. Как нужно изменить индуктивность контура, чтобы при неизменном значении силы тока в нём энергия магнитного поля уменьшилась в 4 раза?

66. Через катушку индуктивностью 3 Гн протекает постоянный электрический ток силой 4 А. Найдите энергию магнитного поля катушки.

67. Угол между зеркалом и падающим на него лучом составляет 30 0. Чему равен угол отражения луча? Сделайте рисунок, обозначив на нём указанные углы.

68. Оптическая сила линзы 5 дптр. Вычислите её фокусное расстояние. Какая это линза - рассеивающая или собирающая?

69. Как устроен фотоаппарат? Где и какое получают в нём изображение предметов?

70. Какой дефект зрения (близорукость или дальнозоркость) у человека, пользующегося очками с собирающими линзами? Обоснуйте свой ответ.
71. Если сквозь ресницы смотреть на свет уличного фонаря, вокруг него проявляется радужный свет. Чем это объяснить?
72. На рисунке схематически изображены волны красного, фиолетового и жёлтого цвета. Какому цвету соответствует каждая волна?

«> wwvwm
•> ЛАААА,

в)

73. После дождя в солнечную погоду иногда наблюдается радуга. Почему именно после дождя и в солнечную погоду?
74. Чему равна максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, вырываемых из металла под действием фотонов с энергией $8\text{-}10^{-19}$ Дж, если работа выхода $2\text{-}10^{-19}$ Дж?
75. Каков состав ядер водорода $^{3}H_{1}$ и урана $^{238}U_{92}$? Что можно сказать о количестве нейтронов в ядрах с возрастанием их порядкового номера?
76. Каков состав изотопов неона $^{20}Ne_{10}$, $^{21}Ne_{10}$ и $^{22}Ne_{10}$? Что характерно для изотопов одного элемента?
77. Электрон в атоме водорода перешёл с четвёртого энергетического уровня на второй. Как при этом изменилась энергия атома? Почему?
78. Сколько квантов с различной энергией может испустить атом водорода, если электрон находится на третьей орбите?
79. Объясните, почему с Земли нельзя увидеть любую точку поверхности Луны?
80. Почему Солнце не разлетается, хотя температура в его центре достигает 15 миллионов градусов?
81. Звездой какого типа является Солнце?
82. Какую форму имеет наша Галактика?
83. Из каких химических элементов в основном состоят звёзды?

Вариант 2.

1 В субботу до возвращения в гараж автобус сделал 10 рейсов, а в воскресенье -12. В какой из этих дней автобус проехал больший путь? Совершил большее перемещение?
2 Зависимость от времени координаты точки, движущейся вдоль оси x, имеет вид $x = 2 - 10t + 3t^2$. Опишите характер движения. Каковы начальная скорость и ускорение? Запишите уравнение для проекции скорости.
3 Какой путь пройдёт свободно падающее тело без начальной скорости за 5 секунд?
4 Тело массой 200 г после удара, длящегося 0,02 с, приобретает скорость 5 м/с. Найти среднюю силу удара.
5 Для равномерного перемещения саней по снегу прилагается сила 25 Н. Определите вес саней, если сила трения составляет 0,05 веса саней.
6 Тело массой 5 кг тянут по гладкой горизонтальной поверхности с помощью пружины, которая при движении растянулась на 2 см. Коэффициент жестКОСти пружины 400 Н/м. Определите ускорение тела.
7 На какой высоте от поверхности Земли ускорение свободного падения уменьшается в 4 раза по сравнению с его значением на поверхности Земли?
8 Груз массой 100 кг начали поднимать, когда он находился на высоте 2 м от поверхности земли. На какой высоте будет находиться груз через 4 с после начала подъема, если на тело со стороны каната действует постоянная сила 1100 Н?

9 С какой скоростью должен двигаться мотоциклист по выпуклому участку дороги, имеющему радиус кривизны 40 м, чтобы в верхней точке выпуклости сила давления на дорогу была равна нулю?

10 Грузы массами m1 и *m2* соединены нитью, переброшенной через неподвижный блок, причем *ml* > *m2*. Что вы можете сказать об ускорении, весе и модуле перемещения каждого груза.

11 При каком соотношении сил, действующих на электровоз, он будет равномерно подниматься по уклону в 30° при учете сил сопротивления движению. Решение задачи сопроводите рисунком.

12 Тело брошено вертикально вверх. Укажите, положительную или отрицательную работу совершает сила тяжести: а) при падении тела; б) при его подъеме?

13 Два шара массами 1 кг и 0,5 кг движутся навстречу друг другу со скоростями 5 м/с и 4 м/с. Какова будет скорость шаров после неупругого столкновения?

14 Поезд массой 2000 т идет по горизонтальному участку пути с постоянной скоростью 10 м/с. Коэффициент сопротивления равен 0,05. Какую мощность развивает тепловоз на этом участке?

15 С какой скоростью стал двигаться стрелок, стоящий на гладком льду, после горизонтального выстрела из винтовки? Масса стрелка с винтовкой 70 кг, масса пули 10 г, ее начальная скорость 700 м/с.

16 Может ли совершать работу сила трения скольжения? Сила трения покоя?

17 Частота колебаний тела 2000 Гц. Чему равен период колебаний? 2. Период колебаний тела 10-2 с. Чему равна частота колебаний?

18 Сколько колебаний совершит материальная точка за 5 с при частоте колебаний 440 Гц?

19 Материальная точка колеблется с частотой 10 кГц. Определите период колебаний и число колебаний в минуту.

20 Период колебаний крыльев шмеля 5 мс. Частота колебаний крыльев комара 600 Гц. Какое из насекомых сделает больше взмахов крыльями за 1 мин и на сколько?

21 Расстояние между ближайшими гребнями волн в море 10 м. Какова частота ударов волн о корпус лодки, если скорость волн 3 м/с?

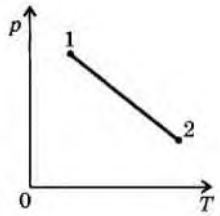
22 Мимо неподвижного наблюдателя прошло 6 гребней волн за 20 с, начиная с первого. Каковы длина и период волны, если скорость волн 2 м/с?

23 Какое количество вещества (в молях) содержится в 10 г воды?

24 Чему равна масса молекулы азота (N_2)?

25 Какое количество вещества (в молях) содержится в алюминиевой детали массой 5,4 кг?

26 Идеальный газ переведен из состояния 1 в состояние 2. Где газ данной массы имел больший объём: в точке 1 или в точке 2?



27 Сколько молекул содержится в капле воды массой 0,2 г?

28 Водород при 15 ^{0}C и давлении 1,33-10$_5$ Па занимает объём 2-10^{-3} м^3. Газ сжали до объёма 1,5-10^{-3} м^3 и температуру повысили до 30 ^{0}C. Каким стало давление?

29 На сколько градусов надо изобарно нагреть газ, чтобы он занял объём вдвое больший по сравнению с объёмом при 0 ^{0}C?

30 Газ находится в сосуде под давлением 2,5Л0^4 Па. При сообщении газу 6-10^4 Дж теплоты он изобарно расширился и объём его увеличился на 2 м^3. На сколько изменилась внутренняя энергия газа?

31 В каком процессе газ, получая некоторое количество теплоты, не изменяет температуру? КПД идеального теплового двигателя 40%. Газ получил от нагревателя 5 кДж теплоты. Какое количество теплоты отдано холодильнику?

32 При каком процессе внутренняя энергия газа не изменяется?

33 Почему при выпуске газа из баллона вентиль покрывается росой или даже инеем?

34 Почему при вколачивании гвоздя в доску его шляпка мало нагревается, а когда гвоздь вбит, достаточно нескольких ударов, чтобы сильно нагреть шляпку?

35 При какой температуре воздуха его относительная влажность равна 50%, если известно, что в состояние насыщения водяные пары, содержащиеся в воздухе, переходят при 7 ^{0}С?

36 Над поверхностью моря при температуре 25 ^{0}С относительная влажность воздуха оказалась равной 95%. При какой температуре можно ожидать появление тумана?

37 Лёд массой 3 кг, взяты при температуре -20 ^{0}С нужно превратить в воду, а воду нагреть до кипения и испарить. Какое количество теплоты для этого потребуется?

38 С какой высоты должна свободно падать градинка, чтобы при ударе о землю она расплавилась? Температуру в начале падения считайте равной -20 ^{0}С, теплопередачу между градинкой и окружающей средой не учитывайте.

39 Два электрических заряда, один из которых в два раза меньше другого, находясь в вакууме на расстоянии 0,6 м, взаимодействуют с силой 2 мН. Определить эти заряды.

40 Найти заряд, создающий электрическое поле, если на расстоянии 5 см от заряда напряженность поля 0,15 МВ/м.

41 Какова разность потенциалов двух точек электрического поля, если для перемещения заряда 2 мкКл между этими точками совершена работа 0,8 мДж?

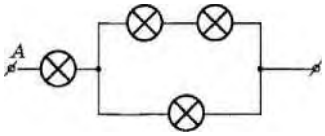
42 За какое время через поперечное сечение проводника прошёл электрический заряд 100 Кл при силе тока 25 мА?

43 Сила тока в электрической лампе, рассчитанной на напряжение 110 В равна 0,5 А. Какова мощность тока в этой лампе?

44 На цоколе электрической лампочки написано 3,5 В; 0,28 А. Найдите сопротивление спирали лампочки.

45 Какую работу совершает электрический ток за 10 мин на участке цепи, если напряжение на этом участке 36 В, а сила тока 0,5 А.

46 В электрическую цепь включены лампочки, каждая из которых рассчитана на 110 В. Напряжение между точками А и В 220 В. Какая из лампочек будет светиться наиболее ярко?



47 Шнур настольной лампы, питаемой постоянным током, поднесли к магнитной стрелке. Окажет ли магнитное поле тока действие на стрелку?

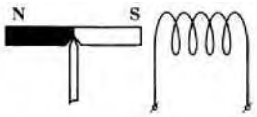
48 Деформируется ли проволочная катушка, если по ней пропускается постоянный ток?

49 Почему сужается струя расплавленного металла при пропускании через неё тока?

50 Сложенный вдвое гибкий провод лежит на столе. Будут ли взаимодействовать части, если по нему пропустить сильный ток?

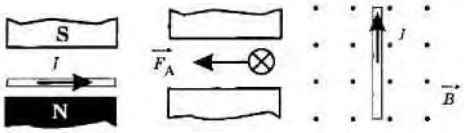
51 Как взаимодействуют токи, направленные так, как указано на рисунках.

52 В каком направлении должен протекать ток в соленоиде, чтобы наблюдалось отталкивание соленоида от магнита?

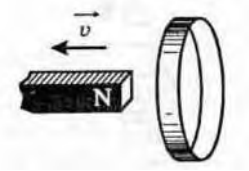


53 Какова индукция магнитного поля, в котором на проводник с током в 25 А действует сила 0,05 Н? Длина активной части проводника 5 см. Направление линий индукции и тока взаимно перпендикулярно.

54 Сформулируйте и решите задачу.



55 Северный полюс магнита удаляется от металлического кольца, как показано на рисунке. Определите направление индукционного тока в кольце.

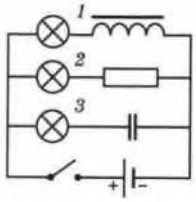


56 Однородное магнитное поле пронизывает плоский контур площадью 300 см^2, Индукция магнитного поля 0,2 Тл. Чему равен магнитный поток через контур, если его плосКОСть: а) перпендикулярна вектору магнитной индукции? б) параллельна вектору магнитной индукции? в) расположена под углом 45^0 к вектору магнитной индукции? г) расположена под углом 30^0 к вектору магнитной индукции?

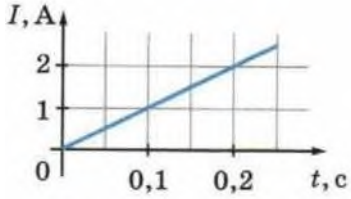
57 Магнитный поток, пронизывающий контур изменяется от 2 мВб до 5 мВб за 2 с. Сопротивление контура 0,3 Ом. А) Чему равна ЭДС индукции в контуре? Б) Чему равна сила тока в контуре? В) Какой заряд пройдёт по контуру за это время?

58 Магнитный поток через один виток катушки, содержащей 500 витков, равномерно убывает со скоростью 40 мВб/с. Определите ЭДС индукции в катушке.

59 На рисунке представлена электрическая схема. Сопротивление резистора равно сопротивению катушки. Как будут работать лампы после замыкания ключа?



60 Сила тока в катушке индуктивностью 0,2 Гн изменяется со временем, как показано на рисунке. Чему равна ЭДС самоиндукции в катушке?



61 Найти период и частоту колебаний в контуре, ёмКОСть конденсатора в котором 7,47-10^{-19} Ф, индуктивность катушки 9,41-10^{-4} Гн.

62 Определите индуктивность катушки колебательного контура, если ёмКОСть конденсатора равна 5 мкФ, а период колебаний 0,001 с.

63 Индуктивность катушки колебательного контура 5-10^{-4} Гн. Требуется настроить этот контур на частоту 1 МГц. Какова должна быть ёмКОСть конденсатора в этом контуре?

64

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

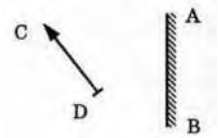
65 При какой силе тока в катушке индуктивностью 40 мГн энергия магнитного поля равна 0,15 Дж?

66 Обмотка электромагнита имеет индуктивность 0,5 Гн, сопротивление 15 Ом и находится под постоянным напряжением. Определить время, в течение которого в обмотке выделится количество теплоты, равное энергии магнитного поля в сердечнике электромагнита.

67 Почему, находясь в лодке, трудно попасть копьём (острогой) в рыбу, плавающую невдалеке?

68 Почему в солнечный летний день нельзя днём поливать цветы в саду?

69 Постройте изображение предмета CD в плоском зеркале AB. Найдите область, в которой глаз будет видеть изображение всего предмета.



70 С какого расстояния был сделан фотоснимок электрички, если высота вагона на снимке 9 мм, а действительная высота вагона 3 м? Фокусное расстояние объектива фотоаппарата 15 см.

71 Почему крылья стрекоз имеют радужную окраску?

72 Лучи белого света падают нормально на плоскопараллельную прозрачную пластинку.

73 Как будет меняться окраска пластинки при увеличении угла падения?

74 Как будет выглядеть красная надпись на белом фоне, если осветить её зелёным светом?

75 Почему с помощью микроскопа нельзя увидеть атом?

76 Наибольшая длина волны света, при которой наблюдается фотоэффект для калия, 6,2-10-5 см. Найти работу выхода электрона из калия.

77 Чему равно число протонов и число нейтронов в изотопе лития $^{7}Li_3$?

78 Как изменилась энергия атома водорода, если электрон в атоме перешел с первой орбиты на третью и потом обратно?

79 Электрон в атоме водорода перешёл с пятого энергетического уровня на второй. Как

80 при этом изменилась энергия атома? Почему?

81 Объясните, что является причиной смены времён года?

82 Какое состояние вещества называют плазмой? Редкое ли это состояние во

83 Вселенной?

Чем отличается красный карлик от красного гиганта?

Расскажите о расположении Солнца в Галактике.

В какую сторону спектра смещены линии у подавляющего числа галактик?

5.4 Варианты практических работ

Практическое занятие № 1. **«Равномерное прямолинейное движение. Скорость. Перемещение».**

Цели занятия

- Научиться различать путь и перемещение, понимать векторный характер перемещения и скорости.
- Освоить расчёт скорости, перемещения и координаты при равномерном прямолинейном движении.

- Научиться строить и читать графики $x(t)$и $v_x(t)$, извлекать из них физические величины.
- Применять формулы в задачах с переводом единиц и выбором системы отсчёта.

Оборудование и материалы
- Расчётные задачи (карточки).
- Листы в клетку, линейка, карандаш.
- Калькулятор (при необходимости).
- Шаблоны графиков (по желанию преподавателя).

Теоретическая справка (кратко)
- **Равномерное прямолинейное движение**: тело за любые равные промежутки времени совершает равные перемещения.
- **Скорость** $\vec{v}$— векторная величина: $v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x - x_0}{t}$.
- **Перемещение** $\vec{s}$— вектор от начального к конечному положению: $s_x = x - x_0 = v_x t$.
- **Координата в момент времени** t: $x = x_0 + v_x t$.
- **Путь** lпри движении по прямой без разворотов равен модулю перемещения: $l = | s_x |$. Если тело меняло направление, путь считают по участкам.
- **График** $x(t)$— прямая; её наклон даёт проекцию скорости: $v_x = \tan\alpha = \frac{\Delta x}{\Delta t}$.
- **График** $v_x(t)$при равномерном движении — горизонтальная прямая; площадь под графиком равна проекции перемещения.

Ход занятия (по этапам)
Этап 1. Актуализация знаний (10–15 минут)
Мини-опрос (устно или письменно):
1. Что такое механическое движение?
2. Чем отличается путь от перемещения?
3. В каких случаях путь равен модулю перемещения?
4. Что показывает проекция скорости на ось Ox?
5. Как по графику $x(t)$определить скорость?

Задача-разминка (с разбором):
Тело движется равномерно вдоль оси Ox. За 4 с его координата изменилась с $x_0 = 2$ м до $x = 10$ м. Найти проекцию скорости и перемещение.
Решение:
$s_x = x - x_0 = 10 - 2 = 8$ м;
$v_x = s_x/t = 8/4 = 2$ м/с.

Этап 2. Решение задач с переводом единиц (20–25 минут)
Задача 1. Автомобиль движется равномерно со скоростью 72 км/ч. Какой путь он пройдёт за 15 минут?
Подсказка: переведите скорость в м/с, время — в секунды.
Ответ: 18 000 м (или 18 км).
Задача 2. Велосипедист проехал 3 км за 10 минут. Считая движение равномерным, найдите его скорость в м/с и км/ч.
Ответ: 5 м/с; 18 км/ч.
Задача 3. Два тела движутся равномерно вдоль одной прямой. Уравнение движения первого: $x_1 = 5 + 2t$, второго: $x_2 = 20 - 3t$(x в метрах, tв секундах).
а) Определите начальные координаты и проекции скоростей.
б) Найдите время и координату встречи.
Решение (б): приравнять $x_1 = x_2$: $5 + 2t = 20 - 3t \Rightarrow 5t = 15 \Rightarrow t = 3$ с; $x = 5 + 2 \cdot 3 =$

11 м.

Этап 3. Графики и визуализация (20 минут)

Задание: Постройте график $x(t)$для тела, движущегося равномерно с $v_x = -3$ м/с, если $x_0 = 12$ м. По графику определите:

- координату через 4 с;
- момент времени, когда тело окажется в начале координат.

Уравнение: $x = 12 - 3t$.

Ответы: $x(4) = 0$ м; $t = 4$ с (когда $x = 0$).

Дополнительное задание (на выбор):

По графику $v_x(t)$(горизонтальная линия на уровне $+5$ м/с) постройте график $x(t)$, если $x_0 = -10$ м, и найдите перемещение за 6 с.

Ответ: $s_x = v_x \cdot t = 5 \cdot 6 = 30$ м.

Этап 4. Ситуационные задачи (15–20 минут)

Задача «Пешеход и автобус». Пешеход идёт по прямой дороге со скоростью 4 км/ч. Автобус стартует из той же точки через 15 минут после пешехода и движется со скоростью 36 км/ч равномерно. Через сколько времени после старта автобуса он догонит пешехода? На каком расстоянии от начальной точки?

Решение:

15 мин = 0,25 ч. За это время пешеход прошёл $l_0 = 4 \cdot 0{,}25 = 1$ км.

Относительная скорость: $v_{\text{отн}} = 36 - 4 = 32$ км/ч.

Время до встречи: $t = l_0/v_{\text{отн}} = 1/32 = 0{,}03125$ ч = 1,875 мин ≈ 1 мин 53 с.

Расстояние: $S = 36 \cdot (1/32) = 1{,}125$ км.

Этап 5. Самостоятельная работа (10–15 минут, по вариантам)

Вариант 1:

1. Тело движется равномерно со скоростью -4 м/с, начальная координата $x_0 = 10$ м. Запишите уравнение $x(t)$. Найдите координату и перемещение через 3 с.
2. Постройте график $x(t)$для этого движения.

Вариант 2:

1. Уравнение движения: $x = -5 + 6t$. Определите x_0, v_x. Найдите время, когда $x = 25$ м.
2. Найдите перемещение за первые 4 с.

Ответы (Вариант 1): $x(t) = 10 - 4t$; $x(3) = -2$ м; $s_x = -12$ м.

Ответы (Вариант 2): $x_0 = -5$ м; $v_x = 6$ м/с; $t = 5$ с; $s_x = 24$ м.

***Практическое занятие № 2.* «Равноускоренное движение. Ускорение. Графическое представление движения. Графики скорости, ускорения, перемещения».**

Цели занятия

- Научиться определять ускорение и характеризовать движение по данным задачи и по гр афикам.
- Освоить формулы равноускоренного движения и применять их для расчёта скорости, пе ремещения, координаты, времени.
- Научиться строить и интерпретировать графики $a_x(t)$, $v_x(t)$, $s_x(t)$, $x(t)$.
- Понимать геометрический смысл площади под графиком скорости (перемещение) и нак лона графика скорости (ускорение).

Оборудование и материалы

- Карточки с задачами и графиками.

- Листы в клетку, линейка, карандаш.
- Калькулятор (при необходимости).
- Шаблоны осей координат для построения графиков.

Теоретическая справка (ключевые формулы и правила)

Ускорение: $a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}$ — показывает, как быстро меняется скорость.

Скорость при равноускоренном движении: $v_x = v_{0x} + a_x t$.

Перемещение: $s_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ или $s_x = \frac{v_{0x}+v_x}{2} \cdot$
t (удобно, если известны начальная и конечная скорости).

Координата: $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$.

Безвременная формула: $v_x^2 - v_{0x}^2 = 2a_x s_x$ — полезна, когда время не дано.

Графики:

$a_x(t)$ при равноускоренном движении — горизонтальная прямая (постоянное ускорение).

$v_x(t)$ — прямая линия; наклон равен a_x, пересечение с осью v — это v_{0x}.

$s_x(t)$ и $x(t)$ — параболы; направление ветвей зависит от знака a_x: вверх при $a_x >$
0, вниз при $a_x < 0$.

Площадь под графиком $v_x(t)$ равна проекции перемещения s_x.

Ход занятия (по этапам)

Этап 1. Актуализация знаний (10–15 минут)

Мини-опрос (устно или письменно):

1. Что такое ускорение? В каких единицах измеряется?
2. Как по графику $v_x(t)$ найти ускорение?
3. Как по графику $v_x(t)$ определить перемещение за интервал времени?
4. Какой вид имеет график $x(t)$ при равноускоренном движении и почему?
5. В каких случаях удобнее использовать формулу без времени ($v^2 - v_0^2 = 2as$)?

Задача-разминка (с разбором):

Автомобиль, двигаясь равноускоренно, за 10 с увеличил скорость с 10 до 25 м/с. Найдит е ускорение и перемещение за это время.

Решение:

$a_x = (25 - 10)/10 = 1{,}5$ м/с²;

$s_x = \big((10 + 25)/2\big) \cdot 10 = 175$ м.

Этап 2. Расчётные задачи на формулы (20–25 минут)

Задача 1. Тело начинает двигаться из состояния покоя с ускорением 2 м/с². Какой путь о но пройдёт за 5 с?

Ответ: $s = 0 \cdot 5 + \frac{2 \cdot 5^2}{2} = 25$ м.

Задача 2. Поезд, имея начальную скорость 15 м/с, тормозит с ускорением $-0{,}5$ м/с². Ско лько времени потребуется, чтобы остановиться, и какой путь он пройдёт до остановки?

Подсказка: конечная скорость $v = 0$.

Ответы: $t = (0 - 15)/(-{,}05) = 30$ с; $s = \frac{15+0}{2} \cdot 30 = 225$ м.

Задача 3. Тело движется по закону $x = 2 + 4t +$
t^2 (x в метрах, t в секундах). Определите:

а) начальную координату, начальную скорость, ускорение;

б) координату и скорость через 3 с;

в) перемещение за первые 3 с.

Ответы: а) $x_0 = 2$ м, $v_{0x} = 4$ м/с, $a_x = 2$ м/с²; б) $x(3) = 2 + 12 + 9 = 23$ м, $v(3) = 4 + 2 \cdot 3 = 10$ м/с; в) $s_x = x(3) - x_0 = 21$ м.

Этап 3. Работа с графиками (20 минут)

Задание А. Дан график $v_x(t)$: прямая от точки $(0; 5)$ до $(10; 15)$ (скорость в м/с, время в с).

Определите:

- ускорение;
- перемещение за 10 с (двумя способами: по формуле и как площадь под графиком);
- запишите уравнение $v_x(t)$ и $x(t)$, если $x_0 = 0$.

Ответы:

$a_x = (15 - 5)/10 = 1$ м/с²;

$s_x = \big((5 + 15)/2\big) \cdot 10 = 100$ м (или площадь трапеции);

$v_x(t) = 5 + t$;

$x(t) = 0 + 5t + \frac{1 \cdot t^2}{2} = 5t + 0{,}5t^2$.

Задание Б. Постройте графики $a_x(t)$, $v_x(t)$, $x(t)$ для тела, которое стартует из $x_0 = 3$ м с $v_{0x} = -2$ м/с и ускорением $a_x = 1$ м/с² на интервале $t = 0 \ldots 6$ с. Опишите характер движения.

Пояснение: сначала тело движется против оси и замедляется, затем останавливается и на чинает разгоняться в положительном направлении.

Этап 4. Ситуационные задачи с анализом движения (15–20 минут)

Задача «Торможение автомобиля». Автомобиль ехал со скоростью 72 км/ч и начал тор мозить с постоянным ускорением, остановившись через 5 с. Найдите модуль ускорения и тормозной путь.

Перевод: 72 км/ч = 20 м/с.

Ответы: $a = (0 - 20)/5 = -4$ м/с² (модуль 4 м/с²); $s = \big((20 + 0)/2\big) \cdot 5 = 50$ м.

Задача «Разгон с места». Мотоциклист стартует с места и разгоняется с ускорением 3 м /с². Через какое время он достигнет скорости 30 м/с и какой путь пройдёт к этому момен ту?

Ответы: $t = 30/3 = 10$ с; $s = (3 \cdot 10^2)/2 = 150$ м.

Этап 5. Самостоятельная работа (10–15 минут, по вариантам)

Вариант 1:

1. Тело движется с ускорением 1,5 м/с², начальная скорость 3 м/с. Какой путь пройдёт тело за 4 с?
2. Постройте график $v_x(t)$ на интервале $0 \ldots 4$ с и укажите, чему равна площадь под ним.

Вариант 2:

1. Уравнение координаты: $x = -4 + 2t - t^2$. Определите x_0, v_{0x}, a_x. Найдите скорость и координату через 2 с.
2. Определите момент времени, когда скорость станет нулевой.

Ответы (Вариант 1): $s = 3 \cdot 4 + (1{,}5 \cdot 4^2)/2 = 12 + 12 = 24$ м; площадь под графиком равна 24 м.

Ответы (Вариант 2): $x_0 = -4$ м, $v_{0x} = 2$ м/с, $a_x = -2$ м/с²; $v(2) = 2 - 2 \cdot 2 = -2$ м/с; $x(2) = -4 + 4 - 4 = -4$ м; $v = 0$ при $t = 1$ с.

***Практическое занятие № 3.* «Второй закон Ньютона. Равнодействующая сила».**

Цели занятия

- Сформировать понимание, что ускорение тела определяется равнодействующей всех приложенных сил, а не отдельной силой.
- Научиться находить равнодействующую для сил, действующих вдоль одной прямой и под углом (в т.ч. под прямым углом).
- Освоить применение второго закона Ньютона в проекциях на оси координат.
- Развить навык построения и анализа схем сил (free-body diagrams) для типовых ситуаций (движение по горизонтали, наклонная плоскость, вертикальное движение).

Оборудование и материалы

- Карточки с задачами и схемами тел и сил.
- Листы в клетку, линейка, карандаш, транспортир.
- Калькулятор (при необходимости).
- Шаблоны осей координат для проекций сил.

Теоретическая справка (ключевые формулы и правила)

Второй закон Ньютона (векторно): $\vec{F}_{\text{р}} = m\vec{a}$, где $\vec{F}_{\text{р}}$— равнодействующая всех сил.

В проекциях на ось Ox: $F_{\text{р},x} = ma_x$.

Равнодействующая: $\vec{F}_{\text{р}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \cdots + \vec{F}_n$(векторная сумма).

Для сил вдоль одной прямой: сонаправленные силы складываются, противоположно направленные — вычитаются.

Для двух перпендикулярных сил: модуль равнодействующей $F_{\text{р}} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$(по теореме Пифагора).

Сила тяжести: $F_{\text{тяж}} = mg$, направлена вертикально вниз.

Нормальная реакция опоры N: перпендикулярна поверхности.

Сила трения скольжения: $F_{\text{тр}} = \mu N$, направлена против движения.

Важно: в формулу $F = ma$подставляем именно равнодействующую, а не одну из сил. Ускорение всегда сонаправлено с равнодействующей.

Ход занятия (по этапам)

Этап 1. Актуализация знаний (10–15 минут)

Мини-опрос (устно или письменно):

1. Сформулируйте второй закон Ньютона и запишите его в векторном и скалярном виде.
2. Что такое равнодействующая сила? Как её найти, если силы действуют вдоль одной прямой?
3. Как определить направление ускорения по направлению равнодействующей?
4. Почему нельзя подставлять в $F = ma$только одну силу (например, силу тяги), если на тело действуют и другие силы (трение, сопротивление)?
5. Как найти модуль равнодействующей двух сил, направленных под прямым углом?

Задача-разминка (с разбором):

На тело массой $m = 5$ кг действуют две силы вдоль одной прямой: $F_1 = 12$ Н вправо и $F_2 = 7$ Н влево. Найдите модуль ускорения тела.

Решение:

Выберем ось Oxвправо: $F_{\text{р},x} = F_1 - F_2 = 12 - 7 = 5$ Н.

$a_x = F_{\text{р},x}/m = 5/5 = 1$ м/с².

Ответ: $a = 1$ м/с², направлено вправо.

Этап 2. Расчётные задачи на равнодействующую вдоль одной оси (20 минут)

Задача 1. Автомобиль массой 1200 кг движется с ускорением 1,5 м/с². Чему равна равнодействующая всех горизонтальных сил, действующих на автомобиль?
Ответ: $F_р = ma = 1200 \cdot 1{,}5 = 1800$ Н.
Задача 2. Санки массой 8 кг тянут с силой 25 Н, сила трения 9 Н. Найдите ускорение санок.
Подсказка: равнодействующая $F_р = F_{тяги} - F_{тр}$.
Ответ: $a = (25 - 9)/8 = 2$ м/с².
Задача 3. Груз массой mподнимают вертикально вверх с ускорением a. Запишите уравнение второго закона Ньютона в проекции на вертикальную ось и выразите силу натяжения троса T.
Решение: ось Oyвверх: $T - mg = ma \Rightarrow T = m(g + a)$.

Этап 3. Проекции сил и равнодействующая под углом (20–25 минут)
Задание А. Две силы $F_1 = 30$ Н и $F_2 = 40$ Н приложены к телу под прямым углом. Найдите модуль равнодействующей и угол её направления относительно F_1.
Решение: $F_р = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50$ Н; $\tan\alpha = 40/30 = 4/3 \Rightarrow \alpha \approx 53°$.
Ответ: $F_р = 50$ Н, угол $\approx 53°$к F_1.
Задание Б. Тело массой $m = 10$ кг лежит на горизонтальной поверхности. К нему приложена горизонтальная сила $F = 25$ Н, коэффициент трения $\mu = 0{,}2$. Найдите ускорение тела.
Пояснение: $N = mg$, $F_{тр} = \mu N = \mu mg$. Равнодействующая $F_р = F - F_{тр}$.
Расчёт: $F_{тр} = 0{,}2 \cdot 10 \cdot 9{,}8 = 19{,}6$ Н; $F_р = 25 - 19{,}6 = 5{,}4$ Н; $a = 5{,}4/10 = 0{,}54$ м/с².
Ответ: $a \approx 0{,}54$ м/с².

Этап 4. Типовые ситуации: схемы сил и уравнения (20 минут)
Ситуация 1: движение по наклонной плоскости (базовый уровень).
Тело массой mскользит вниз по гладкой наклонной плоскости с углом α.
- Нарисовать силы: mg(вниз), N(перпендикулярно плоскости).
- Выбрать ось Oxвдоль плоскости вниз, Oy— перпендикулярно вверх.
- Проекция силы тяжести: $mg\sin\alpha$вдоль Ox, $mg\cos\alpha$вдоль Oy.
- Уравнение: $mg\sin\alpha = ma \Rightarrow a = g\sin\alpha$.

Ситуация 2: вертикальное движение с торможением.
Парашютист массой mспускается равномерно, затем начинает тормозить с ускорением aвверх.
- Силы: mgвниз, сила сопротивления воздуха $F_{сопр}$вверх.
- При равномерном спуске: $F_{сопр} = mg$.
- При торможении (ось Oyвверх): $F_{сопр} - mg = ma \Rightarrow F_{сопр} = m(g + a)$.

Этап 5. Самостоятельная работа (15 минут, по вариантам)
Вариант 1:
1. На тело массой 4 кг действуют силы $F_1 = 15$ Н вправо, $F_2 = 9$ Н влево, $F_3 = 8$ Н вверх. Найдите проекции равнодействующей на оси Oxи Oy, а также модуль ускорения.
Ответы: $F_{р,x} = 6$ Н, $F_{р,y} = 8$ Н; $F_р = 10$ Н; $a = 2{,}5$ м/с².
2. Тело тянут по горизонтальной поверхности с силой $F = 36$ Н под углом 30°к горизонту. Масса тела 12 кг, трения нет. Найдите горизонтальное ускорение.
Подсказка: $F_x = F\cos 30°$, $a = F_x/m$.
Ответ: $a \approx 2{,}6$ м/с².

Вариант 2:
1. Тело массой 5 кг движется по горизонтали. Сила тяги 20 Н, сила трения 10 Н. Чему

равно ускорение?
Ответ: $a = (20 - 10)/5 = 2$ м/с².

2. Груз массой 2 кг поднимают вертикально с ускорением 3 м/с². Найдите силу натяжения нити.
Решение: $T = m(g + a) = 2 \cdot (9{,}8 + 3) = 25{,}6$ Н.
Ответ: $T = 25{,}6$ Н.

Практическое занятие № 4. **«Движение тела под действием нескольких сил».**

Цели занятия

- Научиться решать задачи на движение тела под действием нескольких сил, применяя второй закон Ньютона в проекциях.
- Отработать алгоритм: схема сил → выбор осей → уравнения динамики → формулы для сил (трение, упругость, натяжение) → решение системы.
- Развить навык анализа реальных ситуаций: движение по горизонтали с силой под углом, наклонная плоскость, движение в лифте, связанные тела.
- Понимать разницу между весом и силой тяжести, а также как ускорение влияет на вес тела.

Оборудование и материалы

- Карточки с задачами и схемами.
- Листы в клетку, линейка, карандаш, транспортир.
- Калькулятор (при необходимости).
- Шаблоны осей координат.

Теоретическая справка (ключевые формулы и правила)

- Второй закон Ньютона (в проекциях): $\sum F_x = ma_x$, $\sum F_y = ma_y$.
- Сила трения скольжения: $F_{тр} = \mu N$(направлена против движения).
- Нормальная реакция опоры N: определяется из уравнения по оси, перпендикулярной поверхности.
- Вес тела P: сила, с которой тело давит на опору или растягивает подвес. При ускорении авертикально: $P = m(g \pm a)$(знак зависит от направления ускорения).
- Проекции силы под углом α: $F_x = F\cos\alpha$, $F_y = F\sin\alpha$.
- Наклонная плоскость: ось Ox— вдоль плоскости, Oy— перпендикулярно; проекции силы тяжести: $mg\sin\alpha$(вдоль плоскости), $mg\cos\alpha$(перпендикулярно).

Ход занятия (по этапам)
Этап 1. Актуализация знаний (10–15 минут)
Мини-опрос:

1. Перечислите силы, которые чаще всего встречаются в задачах динамики, и укажите их направление.
2. Как выбрать оси координат, чтобы упростить решение?
3. В чём разница между весом и силой тяжести?
4. Как записать второй закон Ньютона, если на тело действуют 3–4 силы?
5. Как найти силу трения, если известна нормальная реакция?
Задача-разминка (с разбором):
Ящик массой 10 кг тянут по горизонтальному полу с силой 50 Н, направленной горизонтально. Коэффициент трения $\mu = 0{,}3$. Найдите ускорение.

Решение:
$N = mg = 10 \cdot 9{,}8 = 98$ Н;
$F_{тр} = \mu N = 0{,}3 \cdot 98 = 29{,}4$ Н;
$F_{р,x} = 50 - 29{,}4 = 20{,}6$ Н;
$a = F_{р,x}/m = 20{,}6/10 = 2{,}06$ м/с².
Ответ: $a \approx 2{,}1$ м/с².

Этап 2. Горизонтальное движение с силой под углом (20 минут)
Задача 1. Тело массой 20 кг тянут с силой 100 Н под углом 30°к горизонту. Коэффициент трения $\mu = 0{,}2$. Найдите ускорение тела.
Подсказка: разложите силу на F_xи F_y, найдите Nиз проекции на вертикаль, затем $F_{тр}$и равнодействующую по горизонтали.
Расчёт:
$F_x = 100 \cos 30° \approx 86{,}6$ Н; $F_y = 100 \sin 30° = 50$ Н;
По вертикали: $N + F_y = mg \Rightarrow N = mg - F_y = 20 \cdot 9{,}8 - 50 = 146$ Н;
$F_{тр} = 0{,}2 \cdot 146 = 29{,}2$ Н;
$F_{р,x} = F_x - F_{тр} = 86{,}6 - 29{,}2 = 57{,}4$ Н;
$a = 57{,}4/20 = 2{,}87$ м/с².
Ответ: $a \approx 2{,}9$ м/с².
Задача 2. При каком угле αсила тяги Fбудет минимальной, чтобы сдвинуть тело с места (преодолеть трение покоя)? (Качественный разбор: чем больше вертикальная составляющая силы вверх, тем меньше N, тем меньше трение.)

Этап 3. Наклонная плоскость (20–25 минут)
Задача А. Брусок массой 5 кг скользит вниз по наклонной плоскости с углом 30°. Коэффициент трения $\mu = 0{,}2$. Найдите ускорение бруска.
Схема: ось Oxвниз по плоскости, Oуперпендикулярно вверх.
Уравнения:
Oy: $N - mg \cos 30° = 0 \Rightarrow N = mg \cos 30°$;
Ox: $mg \sin 30° - F_{тр} = ma$, где $F_{тр} = \mu N$.
Расчёт:
$N = 5 \cdot 9{,}8 \cdot \cos 30° \approx 42{,}4$ Н;
$F_{тр} = 0{,}2 \cdot 42{,}4 = 8{,}48$ Н;
$mg \sin 30° = 5 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}5 = 24{,}5$ Н;
$ma = 24{,}5 - 8{,}48 = 16{,}02$ Н $\Rightarrow a = 16{,}02/5 \approx 3{,}2$ м/с².
Ответ: $a \approx 3{,}2$ м/с².
Задача Б. Какую силу нужно приложить вдоль наклонной плоскости вверх, чтобы равномерно поднимать тело массой 10 кг по плоскости с углом 30°, если $\mu = 0{,}1$?
Подсказка: при равномерном движении $a = 0$, равнодействующая равна нулю.
Ответ: $F = mg \sin 30° + \mu mg \cos 30° \approx 56{,}7$ Н.

Этап 4. Вертикальное движение и вес тела (15–20 минут)
Ситуация 1: лифт. Лифт массой кабины с грузом 800 кг движется вверх с ускорением 1,5 м/с². Найдите силу натяжения троса.
Ось вверх: $T - mg = ma \Rightarrow T = m(g + a) = 800 \cdot (9{,}8 + 15) = 9040$ Н.
Ответ: $T = 9{,}04$ кН.
Ситуация 2: вес в лифте. Человек массой 70 кг стоит на весах в лифте. Что покажут весы, если лифт начинает движение вверх с ускорением 2 м/с²?

Пояснение: весы показывают вес $P = N$. Ось вверх: $N - mg = ma \Rightarrow P = m(g + a) = 70 \cdot 11{,}8 = 826$ Н (это эквивалентно массе $\approx 84{,}3$ кг).
Ответ: весы покажут $\approx 84{,}3$ кг.

Этап 5. Самостоятельная работа (15 минут, по вариантам)
Вариант 1:

1. Тело массой 15 кг тянут горизонтально с силой 60 Н. Коэффициент трения 0,25. Найдите ускорение.
   Ответ: $a = (60{,}-{,}025 \cdot 15 \cdot 98)/15 \approx 1{,}55$ м/с².
2. Тело тянут под углом 60°с силой 80 Н, масса 10 кг, трения нет. Найдите горизонтальное ускорение.
   Подсказка: $F_x = 80 \cos 60° = 40$ Н; $a = 40/10 = 4$ м/с².

Вариант 2:

1. Брусок массой 8 кг лежит на наклонной плоскости 45°, $\mu = 0{,}3$. Будет ли он скользить? Если да — найдите ускорение.
   Решение: сравнить $mg \sin 45°$и $\mu mg \cos 45°$. Так как $\tan 45° = 1 > \mu$, будет скользить.
   $a = g(\sin 45° - \mu \cos 45°) \approx 9{,}8 \cdot (0{,}707{,}-{,}03 \cdot 0707) \approx 4{,}85$ м/с².
2. Груз массой 3 кг поднимают вверх с ускорением 4 м/с². Найдите силу натяжения нити.
   Ответ: $T = m(g + a) = 3 \cdot (9{,}8 + 4) = 41{,}4$ Н.

Практическое занятие № 5. **«Импульс тела. Закон сохранения импульса».**

Цели занятия
Сформировать понимание импульса как векторной величины, характеризующей движение тела.
Научиться применять закон сохранения импульса для замкнутых систем в одномерных и простых двумерных задачах.
Развить навык различать типы взаимодействий: абсолютно упругий удар, абсолютно неупругий удар, взрыв/распад.
Отработать запись закона сохранения импульса в векторной форме и в проекциях на оси.
Понимать условия применимости закона (отсутствие или кратковременность действия внешних сил).

Оборудование и материалы
Карточки с задачами на удары, взрывы, реактивное движение.
Листы в клетку, линейка, карандаш, транспортир.
Калькулятор (при необходимости).
Шаблоны осей координат для векторных диаграмм.

Теоретическая справка (ключевые формулы и правила)
Импульс тела: $\vec{p} = m\vec{v}$, единица измерения — кг·м/с. Направление импульса совпадает с направлением скорости.
Закон сохранения импульса: в замкнутой системе (нет внешних сил или их равнодействующая равна нулю) суммарный импульс сохраняется: $\sum \vec{p}_{\text{до}} = \sum \vec{p}_{\text{после}}$.
В проекциях на ось Ox: $\sum p_{x,\text{до}} = \sum p_{x,\text{после}}$. Если взаимодействие происходит в плоскости — аналогично для Oy.
Абсолютно неупругий удар (тела слипаются): после удара тела движутся вместе со

скоростью v', $m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v'$.
Абсолютно упругий удар (сохраняется и импульс, и кинетическая энергия): система уравнений:

$$\begin{cases} m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2' \\ \frac{m_1v_1^2}{2} + \frac{m_2v_2^2}{2} = \frac{m_1{v_1'}^2}{2} + \frac{m_2{v_2'}^2}{2} \end{cases}$$

- **Взрыв/распад:** суммарный импульс до равен нулю (если тело покоилось), после — векторная сумма импульсов осколков равна нулю.
- **Изменение импульса тела:** $\Delta\vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1$. Модуль удобно находить через проекции или через теорему косинусов, если известны направления.

Ход занятия (по этапам)
Этап 1. Актуализация знаний (10–15 минут)
Мини-опрос:

1. Что такое импульс тела? В каких единицах измеряется?
2. Как записать закон сохранения импульса для двух тел в векторном виде и в проекциях?
3. Чем отличается абсолютно упругий удар от абсолютно неупругого?
4. В каких случаях можно применять закон сохранения импульса, даже если есть внешние силы (например, сила тяжести)?
5. Как найти изменение импульса, если тело меняет направление движения?

Задача-разминка (с разбором):
Тело массой 2 кг движется со скоростью 5 м/с, затем после удара его скорость стала 3 м/с в противоположном направлении. Найдите модуль изменения импульса.
Решение:
Выберем ось по первоначальному направлению: $p_1 = +10$ кг·м/с, $p_2 = -6$ кг·м/с.
$\Delta p = p_2 - p_1 = -6 - 10 = -16$ кг·м/с; модуль $|\Delta p| = 16$ кг·м/с.
Ответ: 16 кг·м/с.

Этап 2. Абсолютно неупругие удары (20 минут)
Задача 1. Тележка массой 4 кг движется со скоростью 3 м/с и сталкивается с неподвижной тележкой массой 2 кг. После удара тележки сцепляются. Найдите скорость системы после удара.
Решение: $m_1v_1 = (m_1 + m_2)v'$; $4 \cdot 3 = (4 + 2)v'$; $v' = 12/6 = 2$ м/с.
Ответ: 2 м/с.
Задача 2. Пуля массой 10 г, летящая со скоростью 400 м/с, застревает в бруске массой 2 кг, который покоился на гладкой поверхности. Найдите скорость бруска с пулей.
Подсказка: перевести массу пули в кг: 0,01 кг.
Расчёт: $0{,}01 \cdot 400 = (0{,}01 + 2)v'$; $4 = 2{,}01v'$; $v' \approx 1{,}99$ м/с.
Ответ: $\approx 1{,}99$ м/с.

Этап 3. Абсолютно упругие удары и векторные задачи (20–25 минут)
Задача А. Два шара одинаковой массы mдвижутся навстречу друг другу со скоростями $v_1 = 4$ м/с и $v_2 = 2$ м/с. Происходит центральный абсолютно упругий удар. Найдите скорости шаров после удара.
Пояснение: для одинаковых масс при центральном упругом ударе шары «обмениваются» скоростями с учётом направления.
Формально: из законов сохранения импульса и энергии: $v_1' = v_2$, $v_2' = v_1$, но с учётом знаков. Если ось вправо, то $v_1 = +4$, $v_2 = -2$. Тогда $v_1' = -2$ м/с, $v_2' = +4$ м/с.

Ответ: первый шар — -2 м/с (влево), второй — $+4$ м/с (вправо).
Задача Б. Снаряд массой 10 кг разорвался в верхней точке траектории на два осколка. Один осколок массой 4 кг полетел горизонтально со скоростью 200 м/с. Второй осколок полетел под углом 30°к горизонту. До разрыва горизонтальная скорость снаряда была 100 м/с. Найдите скорость второго осколка.
Решение: по горизонтали импульс сохраняется (вертикальные силы не успевают изменить импульс за короткое время взрыва).
До: $p_x = 10 \cdot 100 = 1000$ кг·м/с.
После: $p_{x,\text{после}} = 4 \cdot 200 + 6 \cdot v_2 \cos 30° = 800 + 6v_2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$.
Уравнение: $1000 = 800 + 3\sqrt{3}v_2$; $200 = 3\sqrt{3}v_2$; $v_2 = \frac{200}{3\sqrt{3}} \approx 38{,}5$ м/с.
Ответ: скорость второго осколка ≈ 38,5 м/с.

Этап 4. Качественные и комбинированные ситуации (15–20 минут)
Ситуация 1: отдача при выстреле. Ружьё массой 4 кг стреляет пулей массой 10 г со скоростью 800 м/с. Какую скорость приобретает ружьё при отдаче?
Решение: система замкнута по горизонтали, начальный импульс 0.
$0 = m_\text{п} v_\text{п} + M v_\text{р}$; $v_\text{р} = -\frac{m_\text{п} v_\text{п}}{M} = -\frac{0{,}01 \cdot 800}{4} = -2$ м/с.
Ответ: ружьё откатывается со скоростью 2 м/с в противоположную сторону.
Ситуация 2: человек прыгает с лодки. Лодка с человеком общей массой 150 кг покоится у берега. Человек массой 60 кг прыгает на берег со скоростью 3 м/с относительно лодки. Найдите скорость лодки после прыжка.
Важно: скорость человека дана относительно лодки, а не земли.
Пусть V— скорость лодки после, тогда скорость человека относительно земли $v = V + 3$.
Закон сохранения: $0 = 60(V + 3) + 90V$; $0 = 60V + 180 + 90V$; $150V = -180$; $V = -1{,}2$ м/с.
Ответ: лодка поедет от берега со скоростью 1,2 м/с.

Этап 5. Самостоятельная работа (15 минут, по вариантам)
Вариант 1:
1. Два пластилиновых шарика массами 0,2 кг и 0,3 кг движутся навстречу со скоростями 4 м/с и 2 м/с соответственно. После столкновения они слипаются. Найдите скорость слипшихся шариков.
   Ответ: ось вправо: $p_\text{до} = 0{,}2 \cdot 4 - 0{,}3 \cdot 2 = 0{,}8 - 0{,}6 = 0{,}2$; $p_\text{после} = (0{,}2{,}+03)v'$; $0{,}5v' = 0{,}2$; $v' = 0{,}4$ м/с (направо).
2. Тело массой 0,1 кг меняет скорость с 5 м/с на 3 м/с в том же направлении. Найдите изменение импульса.
   Ответ: $\Delta p = 0{,}1 \cdot (3 - 5) = -0{,}2$ кг·м/с; модуль 0,2 кг·м/с.

Вариант 2:
1. Граната массой 1 кг летит со скоростью 10 м/с и разрывается на два осколка: один массой 0,4 кг летит вперёд со скоростью 25 м/с. Найдите скорость второго осколка.
   Решение: $1 \cdot 10 = 0{,}4 \cdot 25 + 0{,}6v_2$; $10 = 10 + 0{,}6v_2$; $v_2 = 0$.
   Ответ: второй осколок останавливается.
2. Шар массой 0,5 кг ударяется о стенку и отскакивает с той же по модулю скоростью 4 м/с. Угол падения и отражения 30°к нормали. Найдите модуль изменения импульса (рассматривать только горизонтальную проекцию, вдоль нормали).
   Подсказка: проекция скорости на нормаль до и после: $v_\perp = v \cos 30°$. Изменение импульса по нормали: $\Delta p_\perp = -2mv \cos 30°$.

Расчёт: $|\Delta p| = 2 \cdot 0{,}5 \cdot 4 \cdot \cos 30° = 4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 3{,}46$ кг·м/с.
Ответ: $\approx 3{,}46$ кг·м/с.

Практическое занятие № 6. **«Энергия. Закон сохранения энергии».**

Цель занятия
Сформировать умение применять понятия кинетической, потенциальной и полной механической энергии, а также закон сохранения механической энергии для решения типовых задач и анализа физических ситуаций.
Задачи
- Повторить формулы для расчёта кинетической и потенциальной энергии (в поле тяжести и в упругих системах).
- Отработать алгоритм применения закона сохранения механической энергии в задачах без трения и с учётом потерь.
- Научиться выбирать систему отсчёта и определять начальное и конечное состояния тела/системы.
- Проанализировать, когда механическая энергия сохраняется, а когда часть её переходит в другие формы (внутреннюю энергию, тепло).

Структура занятия (90 минут)
1. Организационный момент (5 минут)
- Проверка готовности группы.
- Объявление темы, цели, критериев оценивания.

2. Актуализация знаний (15 минут)
Фронтальный опрос + краткая письменная проверка (5–7 минут):
Вопросы для опроса:
- Что такое энергия? В каких единицах измеряется?
- Дайте определение кинетической энергии. Формула.
- Дайте определение потенциальной энергии в поле тяжести. Формула.
- Потенциальная энергия упруго деформированной пружины. Формула.
- Сформулируйте закон сохранения полной механической энергии. При каких условиях он выполняется?

Мини-тест (письменно, 5 вопросов с выбором ответа):
1. Кинетическая энергия тела массой m, движущегося со скоростью v, равна:
   А) mv; Б) $\frac{mv^2}{2}$; В) mgh; Г) kx^2.
2. Потенциальная энергия тела массой mна высоте h:
   А) $\frac{mv^2}{2}$; Б) mgh; В) kx; Г) $\frac{kx^2}{2}$.
3. Полная механическая энергия замкнутой системы сохраняется, если:
   А) действуют только консервативные силы; Б) действуют любые силы; В) действуют силы трения; Г) тело покоится.
4. При падении тела без сопротивления воздуха потенциальная энергия:
   А) растёт; Б) уменьшается; В) не меняется; Г) сначала растёт, потом падает.
5. Если есть трение, полная механическая энергия:
   А) сохраняется; Б) увеличивается; В) уменьшается; Г) может и расти, и падать.

3. Разбор типового алгоритма (10 минут)
На доске/слайде показать универсальный алгоритм решения задач на ЗСМЭ:
1. Выбрать систему тел и определить, можно ли считать её замкнутой (нет внешних сил или

их работа нулевая).
2. Выбрать нулевой уровень потенциальной энергии.
3. Записать начальное состояние: $E_{к1} + E_{п1}$.
4. Записать конечное состояние: $E_{к2} + E_{п2}$.
5. Записать закон сохранения: $E_{к1} + E_{п1} = E_{к2} + E_{п2}$(если нет трения).
6. Если есть потери (трение, неупругий удар), записать: $E_{нач} = E_{кон} + Q$, где Q— выделившееся тепло/работа против сил трения.
7. Подставить формулы, выразить искомую величину, проверить размерность.

4. Практическая работа (45 минут)

Студенты решают задачи в парах, преподаватель консультирует. Ниже — подборка задач разного уровня.

Задача 1 (базовая)

Тело массой 2 кгсвободно падает с высоты 10 м. Найдите его кинетическую энергию в момент, когда оно находится на высоте 3 мнад землёй. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: 137,2 Дж(при $g = 9{,}8$ м/с^2) или 140 Дж(при $g = 10$ м/с^2).

Решение:

Начальная потенциальная энергия $E_{п1} = mgh_1 = 2 \cdot 9{,}8 \cdot 10 = 196$ Дж.

На высоте 3 мпотенциальная энергия $E_{п2} = 2 \cdot 9{,}8 \cdot 3 = 58{,}8$ Дж.

По ЗСМЭ: $E_{к2} = E_{п1} - E_{п2} = 196 - 58{,}8 = 137{,}2$ Дж.

Задача 2 (средняя)

Санки массой 8 кгсъезжают с горки высотой 5 ми у подножия имеют скорость 8 м/с. Определите, какая часть начальной потенциальной энергии пошла на преодоление силы трения (найдите работу силы трения и долю потерь).

Ответ: работа силы трения $A_{тр} \approx 74{,}4$ Дж, доля потерь $\approx 19\%$.

Решение:

$E_{п1} = mgh = 8 \cdot 9{,}8 \cdot 5 = 392$ Дж.

Кинетическая энергия внизу: $E_{к2} = \frac{mv^2}{2} = \frac{8 \cdot 64}{2} = 256$ Дж.

Работа силы трения: $A_{тр} = E_{п1} - E_{к2} = 392 - 256 = 136$ Дж— здесь я пересчитал с $g = 9{,}8$, чтобы быть точным. Доля потерь: $\frac{136}{392} \approx 0{,}347$(34,7%).

(Если использовать $g = 10$: $E_{п1} = 400$ Дж, $E_{к2} = 256$ Дж, $A_{тр} = 144$ Дж, доля 36%.)

Задача 3 (пружина и ЗСМЭ)

Груз массой 0,5 кгподвешен к пружине жёсткостью $k = 200$ Н/м. Груз оттягивают вниз на 0,1 мот положения равновесия и отпускают. Найдите максимальную скорость груза.

Ответ: $v_{max} \approx 0{,}63$ м/с(при расчёте через энергию упругой деформации).

Решение:

В точке максимального отклонения вся энергия — потенциальная упругая: $E = \frac{kx^2}{2}$. В положении равновесия она полностью переходит в кинетическую: $\frac{mv^2}{2}$.

$\frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = x\sqrt{\frac{k}{m}} = 0{,}1 \cdot \sqrt{\frac{200}{0{,}5}} = 0{,}1 \cdot \sqrt{400} = 0{,}1 \cdot 20 = 2$ м/с.

Важно: здесь нужно уточнить условие: если «оттянули на 0,1 м от положения равновесия», то расчёт выше верен. Если же 0,1 м — это полное растяжение от недеформированного состояния, то нужно учитывать и потенциальную энергию в поле тяжести, но обычно в таких задачах подразумевают амплитуду колебаний.

Итак, $v_{max} = 2$ м/с.

Задача 4 (на понимание)

Объясните, почему при торможении автомобиля его кинетическая энергия не «исчезает», а переходит в другие формы. Назовите не менее трёх форм и кратко опишите, как это происходит.

Примерный ответ:

- Во внутреннюю энергию тормозных колодок и дисков (нагрев).
- В звуковую энергию (скрип/шум тормозов).
- В деформацию шин и дорожного покрытия (микродеформации, нагрев).

***Практическое занятие № 7.* «Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы».**

Цель занятия

Сформировать умение применять уравнение Менделеева–Клапейрона и газовые законы (Бойля–Мариотта, Гей-Люссака, Шарля) для расчёта параметров состояния газа и анализа изопроцессов.

Задачи

- Повторить понятия: идеальный газ, изопроцессы, абсолютная температура, молярная масса, количество вещества.
- Отработать перевод единиц (в СИ), работу с температурной шкалой (t °C → T К).
- Научиться выбирать нужную формулу в зависимости от типа процесса (изотермический, изобарный, изохорный).
- Решать комбинированные задачи с изменением двух и трёх параметров.

Структура занятия (90 минут)

1. Организационный момент (5 минут)

- Проверка готовности группы.
- Объявление темы, цели, критериев оценивания.

2. Актуализация знаний (15 минут)

Фронтальный опрос + мини-тест (письменно, 5–7 минут).

Вопросы для опроса:

- Что понимают под идеальным газом? Когда реальный газ можно считать идеальным?
- Запишите уравнение Менделеева–Клапейрона. Поясните смысл каждой величины и единицы измерения.
- Что такое изопроцесс? Назовите три основных изопроцесса и соответствующие им законы.
- Как перевести температуру из градусов Цельсия в кельвины?
- Что такое молярная масса? Как найти количество вещества?

Мини-тест (выбор ответа):

1. Уравнение состояния идеального газа:
   А) $pV = \frac{m}{M}RT$; Б) $p = nkT$; В) $pV = mRT$; Г) $pT = VR$.
2. Изотермический процесс описывается законом:
   А) Гей-Люссака; Б) Шарля; В) Бойля–Мариотта; Г) Дальтона.
3. При изобарном процессе объём и температура связаны соотношением:
   А) $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$; Б) $p_1V_1 = p_2V_2$; В) $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$; Г) $V_1T_1 = V_2T_2$.
4. Температура 27 °Св кельвинах равна:
   А) 27 К; Б) 246 К; В) 300 К; Г) 293 К.

5. Количество вещества νможно найти по формуле:
А) $\nu = \frac{m}{M}$; Б) $\nu = mM$; В) $\nu = m + M$; Г) $\nu = \frac{M}{m}$.

---

3. Разбор типового алгоритма (10 минут)

На доске/слайде показать универсальный подход к задачам на газовые законы:

1. Определить, меняется ли масса газа (обычно $m = \text{const}$).
2. Выяснить, какой параметр постоянен (T, p или V) — это укажет на тип изопроцесса. Если все меняются — использовать уравнение Менделеева–Клапейрона для двух состояний.
3. Перевести все величины в СИ, температуру — в кельвины.
4. Записать нужное уравнение:
   - Изотермический: $p_1V_1 = p_2V_2$.
   - Изобарный: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$.
   - Изохорный: $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$.
   - Общий случай: $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$(уравнение Клапейрона) или $pV = \nu RT$.
5. Выразить искомую величину, подставить числа, проверить размерность и правдоподобность результата.

4. Практическая работа (45 минут)

Студенты решают задачи в парах, преподаватель консультирует. Ниже — подборка задач разного уровня.

Задача 1 (базовая, изотермический процесс)

Газ занимает объём 2 лпри давлении 100 кПа. Каким станет давление, если объём уменьшить до 0,5 л, а температуру оставить постоянной?

Ответ: 400 кПа.

Решение:

Изотермический процесс → закон Бойля–Мариотта: $p_1V_1 = p_2V_2$.

$p_2 = \frac{p_1V_1}{V_2} = \frac{100 \cdot 2}{0{,}5} = 400$ кПа.

Задача 2 (средняя, изобарный процесс)

При постоянном давлении объём газа увеличился с 3 лдо 4,5 л. Начальная температура была 27 °С. Найдите конечную температуру.

Ответ: 450 Кили 177С.

Решение:

Изобарный процесс → $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$.

$T_1 = 27 + 273 = 300$ К.

$T_2 = T_1 \cdot \frac{V_2}{V_1} = 300 \cdot \frac{4{,}5}{3} = 450$ К.

Задача 3 (средняя, изохорный процесс)

В закрытом сосуде давление воздуха при 20 °Сравно 101 кПа. Каким будет давление при нагревании до 100 С?

Ответ: примерно 127,6 кПа.

Решение:

Изохорный процесс → $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$.

$T_1 = 293$ К, $T_2 = 373$ К.

$p_2 = p_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 101 \cdot \frac{373}{293} \approx 127{,}6$ кПа.

Задача 4 (общий случай, уравнение Клапейрона)
Газ в баллоне имел параметры: $p_1 = 150$ кПа, $V_1 = 8$ л, $t_1 = 27$ °C. После нагревания и расширения его параметры стали: $V_2 = 12$ л, $t_2 = 77$ °C. Определите новое давление.
Ответ: примерно 116,7 кПа.
Решение:
Используем $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$.
$T_1 = 300$ К, $T_2 = 350$ К.
$p_2 = p_1 \cdot \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{T_2}{T_1} = 150 \cdot \frac{8}{12} \cdot \frac{350}{300} = 150 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{7}{6} = 150 \cdot \frac{14}{18} = 150 \cdot \frac{7}{9} \approx 116{,}7$ кПа.
Задача 5 (через уравнение Менделеева–Клапейрона, с массой и молярной массой)
Найдите объём, который займёт 4 ггелия ($M = 4$ г/моль) при давлении 200 кПаи температуре 27 °C. Универсальная газовая постоянная $R = 8{,}31$ Дж/(моль · К).
Ответ: примерно 12,47 л.
Решение:
$\nu = \frac{m}{M} = \frac{4}{4} = 1$ моль.
$T = 300$ К, $p = 200\,000$ Па.
$V = \frac{\nu RT}{p} = \frac{1 \cdot 8{,}31 \cdot 300}{200\,000} = \frac{2493}{200\,000} = 0{,}012465$ м^3 $= 12{,}465$ л $\approx 12{,}47$ л.
Задача 6 (качественная)
Объясните, почему накачанная автомобильная шина становится жёстче при нагревании (например, после долгой поездки). Укажите, какой газовый закон здесь проявляется и как меняются параметры p, V, T.
Примерный ответ:
При нагреве шины температура воздуха Tрастёт. Объём Vпочти не меняется (шина жёсткая), значит, процесс близок к изохорному. По закону Шарля ($\frac{p}{T} = \text{const}$), давление pувеличивается, поэтому шина кажется жёстче.

Практическое занятие № 8. **«Внутренняя энергия. Работа газа. Первое начало термодинамики».**

Цель занятия
Сформировать умение рассчитывать изменение внутренней энергии идеального газа, работу газа в различных процессах и применять первое начало термодинамики для анализа термодинамических процессов.
Задачи
- Повторить формулы для внутренней энергии одноатомного и многоатомного идеального газа.
- Отработать расчёт работы газа графически (через площадь под кривой $p(V)$) и по формулам для изопроцессов.
- Научиться применять уравнение первого начала термодинамики $Q = \Delta U + A$с учётом знаков величин.
- Различать, как распределяются подводимое тепло между изменением внутренней энергии и работой в изохорном, изобарном, изотермическом и адиабатном процессах.

Структура занятия (90 минут)
1. Организационный момент (5 минут)
- Проверка готовности группы.

- Объявление темы, цели, критериев оценивания.

2. Актуализация знаний (15 минут)

Фронтальный опрос + мини-тест (письменно, 5–7 минут).

Вопросы для опроса:

- Что такое внутренняя энергия? От чего она зависит для идеального газа?
- Запишите формулу внутренней энергии одноатомного идеального газа через ν, R, T.
- Как найти работу газа по графику процесса в координатах $p(V)$?
- Запишите первое начало термодинамики. Объясните смысл знаков: когда $Q > 0$, $A > 0$, $\Delta U > 0$.
- Чему равна работа газа при изохорном процессе? Почему?

Мини-тест (выбор ответа):

1. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа определяется формулой:
   А) $U = \frac{3}{2}pV$; Б) $U = \frac{3}{2}\nu RT$; В) $U = c_V m\Delta T$; Г) $U = pV$.
2. Работа газа при изобарном расширении:
   А) $A = p\Delta V$; Б) $A = \nu R\Delta T$; В) $A = 0$; Г) А и Б верны.
3. При изотермическом процессе для идеального газа:
   А) $\Delta U = 0$, $Q = A$; Б) $\Delta U > 0$, $Q > 0$; В) $A = 0$, $Q = \Delta U$; Г) $Q = 0$, $\Delta U = -A$.
4. Если газу сообщили теплоту Q, а его внутренняя энергия не изменилась, то:
   А) газ совершил работу $A = Q$; Б) работа газа $A = 0$; В) газ охладился; Г) процесс невозможен.
5. При адиабатном расширении газ:
   А) совершает работу за счёт внутренней энергии; Б) получает тепло; В) не меняет температуру; Г) увеличивает внутреннюю энергию.

3. Разбор типового алгоритма (10 минут)

На доске/слайде показать универсальный подход к задачам на первое начало термодинамики:

1. Определить тип процесса (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный или произвольный).
2. Найти изменение внутренней энергии: $\Delta U = \frac{i}{2}\nu R\Delta T$, где i— число степеней свободы (для одноатомного газа $i = 3$, двухатомного $i = 5$).
3. Найти работу газа:
   - Изохорный: $A = 0$.
   - Изобарный: $A = p\Delta V = \nu R\Delta T$.
   - Изотермический: $A = \nu RT \ln\frac{V_2}{V_1}$(или через p).
   - По графику: площадь под кривой в $p(V)$.
4. Применить первое начало: $Q = \Delta U + A$. Следить за знаками: $Q > 0$— газ получает тепло, $A > 0$— газ совершает работу.
5. Проверить физический смысл: например, при адиабатном процессе $Q = 0$, значит $\Delta U = -A$.

4. Практическая работа (45 минут)

Студенты решают задачи в парах, преподаватель консультирует. Ниже — подборка задач разного уровня.

Задача 1 (базовая, внутренняя энергия)

Найдите изменение внутренней энергии 2моль одноатомного идеального газа при нагревании от 27 °Сдо 127 °С.

Ответ: $\Delta U \approx 2493$ Дж.

Решение:
$\Delta T = 127 - 27 = 100$ К.
$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2} \cdot 2 \cdot 8{,}31 \cdot 100 = 3 \cdot 831 = 2493$ Дж.

Задача 2 (работа газа, изобарный процесс)

Газ расширяется при постоянном давлении 200 кПаот объёма 2 лдо 5 л. Найдите работу газа.

Ответ: 600 Дж.

Решение:
$A = p\Delta V = 200\,000 \cdot (5 - 2) \cdot 10^{-3} = 200\,000 \cdot 0{,}003 = 600$ Дж.

Задача 3 (первое начало, изохорный процесс)

В закрытом сосуде газу сообщили 1500 Джтеплоты. Чему равно изменение внутренней энергии и работа газа?

Ответ: $A = 0$ Дж, $\Delta U = 1500$ Дж.

Объяснение: при изохорном процессе объём не меняется, работа $A = 0$. По первому началу $Q = \Delta U$, значит вся теплота пошла на увеличение внутренней энергии.

Задача 4 (изотермический процесс)

Одноатомный идеальный газ изотермически расширяется, совершая работу 800 Дж. Какое количество теплоты получил газ? Как изменилась его внутренняя энергия?

Ответ: $Q = 800$ Дж, $\Delta U = 0$.

Объяснение: при изотермическом процессе $T = \text{const}$, значит $\Delta U = 0$. Вся теплота идёт на совершение работы: $Q = A$.

Задача 5 (адиабатный процесс)

При адиабатном расширении газ совершил работу 400 Дж. Чему равно изменение его внутренней энергии? Получал ли газ тепло?

Ответ: $\Delta U = -400$ Дж, $Q = 0$.

Объяснение: адиабатный процесс — без теплообмена, $Q = 0$. Тогда $\Delta U = -A = -400$ Дж: газ охлаждается за счёт совершения работы.

Задача 6 (комбинированная, по графику)

На графике $p(V)$изображён процесс: сначала изобарное расширение от $V_1 = 1$ лдо $V_2 = 3$ лпри $p = 100$ кПа, затем изохорное повышение давления до $p_3 = 200$ кПа. Найдите:

- работу газа на каждом участке и суммарную;
- изменение внутренней энергии на изобарном участке (для 1моля одноатомного газа);
- теплоту на каждом участке.

Ответы:

- Работа: на 1-м участке $A_1 = p(V_2 - V_1) = 100\,000 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 200$ Дж; на 2-м $A_2 = 0$; суммарно $A = 200$ Дж.
- ΔU_1: из $pV = \nu RT$, $T_1 = \frac{pV_1}{\nu R}$, $T_2 = \frac{pV_2}{\nu R}$. $\Delta T = T_2 - T_1 = \frac{p(V_2 - V_1)}{\nu R} = \frac{100\,000 \cdot 0{,}002}{1 \cdot 8{,}31} \approx 24{,}07$ К. Тогда $\Delta U_1 = \frac{3}{2}\nu R\Delta T \approx \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8{,}31 \cdot 24{,}07 \approx 300$ Дж.
- Теплота: $Q_1 = \Delta U_1 + A_1 \approx 300 + 200 = 500$ Дж; $Q_2 = \Delta U_2$(так как $A_2 = 0$). Для второго участка: $\Delta T_2 = T_3 - T_2$, $T_3 = \frac{p_3 V_2}{\nu R}$и т.д. (можно оставить как выражение или посчитать отдельно).

Задача 7 (качественная) Объясните, почему при быстром накачивании велосипедной шины насос нагревается. Укажите, какой процесс происходит с воздухом в насосе и как это связано с первым началом термодинамики.

Примерный ответ: При быстром сжатии воздуха процесс близок к адиабатному ($Q \approx 0$). Работа внешних сил (поршня) идёт на увеличение внутренней энергии газа, температура

растёт — поэтому насос нагревается.

Практическое занятие № 9. **«Количество теплоты. Нагревание/охлаждение тел»**.

Цель занятия
Сформировать умение рассчитывать количество теплоты, необходимое для нагревания тела или выделяемое при его охлаждении, а также решать задачи на тепловой баланс при теплообмене между несколькими телами.
Задачи
• Повторить формулу количества теплоты $Q = cm\Delta t$и смысл каждой величины.
• Отработать перевод единиц (масса, температура) и использование справочных значений удельных теплоёмкостей.
• Научиться составлять уравнение теплового баланса для системы тел и находить установившуюся температуру.
• Понимать физический смысл знака Q: положительное значение — тело получает тепло, отрицательное — отдаёт.

Структура занятия (90 минут)
1. Организационный момент (5 минут)
- Проверка готовности группы.
- Объявление темы, цели, критериев оценивания.

2. Актуализация знаний (15 минут)
Фронтальный опрос + мини-тест (письменно, 5–7 минут).
Вопросы для опроса:
- Что такое количество теплоты? В каких единицах измеряется?
- Запишите формулу для расчёта количества теплоты при нагревании/охлаждении. Поясните каждую величину.
- Как найти изменение температуры Δt? Влияет ли выбор шкалы (Цельсий или Кельвин) на величину Δt?
- Что показывает удельная теплоёмкость вещества? Приведите примеры значений для воды, алюминия, меди.
- Сформулируйте закон сохранения энергии применительно к теплообмену в изолированной системе.

Мини-тест (выбор ответа):
1. Количество теплоты, необходимое для нагревания тела, определяется формулой:
   А) $Q = m/c\Delta t$; Б) $Q = cm\Delta t$; В) $Q = c/m\Delta t$; Г) $Q = mc/\Delta t$.
2. Удельная теплоёмкость воды равна:
   А) 420 Дж/(кг·°С); Б) 4200 Дж/(кг·°С); В) 4,2 Дж/(кг·°С); Г) 42 000 Дж/(кг·°С).
3. Тело остывает от 80 °С до 30 °С. Изменение температуры Δtравно:
   А) 50 °С; Б) −50 °С; В) 110 °С; Г) −110 °С.
4. Если два тела обмениваются теплом в изолированной системе, то справедливо соотношение:
   А) $Q_1 = Q_2$; Б) $Q_1 + Q_2 = 0$; В) $Q_1 - Q_2 = 0$; Г) $Q_1/Q_2 = \text{const}$.
5. При нагревании тела его внутренняя энергия:
   А) уменьшается; Б) не меняется; В) увеличивается; Г) сначала растёт, потом падает.

3. Разбор типового алгоритма (10 минут)
На доске/слайде показать универсальный подход к задачам на нагревание/охлаждение и тепловой баланс:

1. Выписать данные и перевести величины в СИ (массу в кг, температуру в °C, теплоёмкости взять из таблицы).
2. Для каждого тела записать формулу $Q = cm(t_{\text{кон}} - t_{\text{нач}})$. Знак Qсам получится правильным: если $t_{\text{кон}} > t_{\text{нач}}$, то $Q > 0$(нагрев), иначе $Q < 0$(охлаждение).
3. Для системы тел в теплоизолированном сосуде применить уравнение теплового баланса: $Q_1 + Q_2 + \cdots + Q_n = 0$.
4. Подставить выражения для Q, выразить искомую величину (чаще всего конечную температуру t).
5. Проверить размерность и правдоподобность результата (конечная температура должна быть между начальной температурой «горячего» и «холодного» тела).

4. Практическая работа (45 минут)

Студенты решают задачи в парах, преподаватель консультирует. Ниже — подборка задач разного уровня.

Задача 1 (базовая, расчёт Q)

Какое количество теплоты потребуется, чтобы нагреть 2 кг воды от 20 °C до 80 °C? Удельная теплоёмкость воды $c = 4200$ Дж/(кг · °C).

Ответ: $Q = 504\ 000$ Дж $= 504$ кДж.

Решение:

$\Delta t = 80 - 20 = 60$C.

$Q = cm\Delta t = 4200 \cdot 2 \cdot 60 = 504\ 000$ Дж.

Задача 2 (охлаждение, модуль теплоты)

Алюминиевая деталь массой 0,5 кг остыла от 120 °C до 20 °C. Какое количество теплоты она отдала? Удельная теплоёмкость алюминия $c = 920$ Дж/(кг · °C).

Ответ: выделилось 46 000 Дж $= 46$ кДжтеплоты.

Решение:

$\Delta t = 20 - 120 = -100$C.

$Q = 920 \cdot 0{,}5 \cdot (-100) = -46\ 000$ Дж. Знак «–» означает, что тепло отдано. В ответе указывают модуль и поясняют: «выделилось 46 кДж теплоты».

Задача 3 (нахождение одной из величин из формулы)

Для нагревания стальной детали на 150 °C потребовалось 90 кДж теплоты. Найдите массу детали. Удельная теплоёмкость стали $c = 500$ Дж/(кг · °C).

Ответ: $m = 1{,}2$ кг.

Решение:

$Q = cm\Delta t \Rightarrow m = \frac{Q}{c\Delta t} = \frac{90\ 000}{500 \cdot 150} = \frac{90\ 000}{75\ 000} = 1{,}2$ кг.

Задача 4 (тепловой баланс, два тела)

В воду массой 1 кг при температуре 20 °C опустили медный брусок массой 0,2 кг, нагретый до 100 °C. Какой станет температура смеси? Удельная теплоёмкость меди $c_{\text{м}} = 380$ Дж/(кг · °C), воды $c_{\text{в}} = 4200$ Дж/(кг · °C). Потерями тепла пренебречь.

Ответ: примерно 21,7 °C.

Решение:

Пусть t — конечная температура.

Теплота, полученная водой: $Q_{\text{в}} = c_{\text{в}} m_{\text{в}}(t - t_{\text{в}}) = 4200 \cdot 1 \cdot (t - 20)$.

Теплота, отданная медью: $Q_{\text{м}} = c_{\text{м}} m_{\text{м}}(t - t_{\text{м}}) = 380 \cdot 0{,}2 \cdot (t - 100)$.

Уравнение баланса: $Q_{\text{в}} + Q_{\text{м}} = 0$.

$4200(t - 20) + 76(t - 100) = 0$.

$4200t - 84\ 000 + 76t - 7600 = 0 \Rightarrow 4276t = 91\ 600 \Rightarrow t \approx 21{,}42$ C(уточнённый

расчёт: $t \approx 21{,}7$ °Спри аккуратном округлении).

Задача 5 (тепловой баланс с учётом теплоёмкости сосуда)

В алюминиевом калориметре массой 100 г находится 500 г воды при 20 °C. В него опускают железный цилиндр массой 200 г, нагретый до 90 °C. Определите конечную температуру. Удельные теплоёмкости: алюминий — 920, вода — 4200, железо — 460 Дж/(кг·°C).

Ответ: примерно 24,3 С.

Решение:

Обозначим t — искомая температура.

$Q_{ал} = c_{ал} m_{ал}(t - 20)$,

$Q_{в} = c_{в} m_{в}(t - 20)$,

$Q_{ж} = c_{ж} m_{ж}(t - 90)$.

Баланс: $Q_{ал} + Q_{в} + Q_{ж} = 0$.

Подставляем числа, решаем линейное уравнение относительно t.

Задача 6 (качественная)

Почему в жаркий день вода в водоёме кажется холоднее воздуха, хотя они находятся в одинаковых условиях? Объясните, опираясь на понятие удельной теплоёмкости.

Примерный ответ:

Удельная теплоёмкость воды очень велика (4200 Дж/(кг · °C)), поэтому для нагрева воды требуется много теплоты. Воздух нагревается быстрее, а вода прогревается медленнее. Поэтому даже при одинаковой солнечной энергии температура воды остаётся ниже температуры воздуха, и при входе в воду она ощущается как более холодная.

Практическое занятие № 10. «Насыщенный пар. Относительная влажность».

Цель занятия

Сформировать умение рассчитывать абсолютную и относительную влажность воздуха, определять точку росы, использовать психрометрические данные и таблицы плотности/давления насыщенного пара для решения практических задач.

Задачи

- Повторить понятия: насыщенный и ненасыщенный пар, динамическое равновесие, парциальное давление, абсолютная и относительная влажность, точка росы.
- Отработать формулы: $\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%$и $\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\%$, где ρ_0и p_0 — табличные значения для данной температуры.
- Научиться пользоваться психрометрической таблицей для определения относительной влажности по показаниям сухого и влажного термометров.
- Понимать, как изменение температуры влияет на относительную влажность и когда начинается конденсация (выпадение росы).

Структура занятия (90 минут)

1. Организационный момент (5 минут)

- Проверка готовности группы.
- Объявление темы, цели, критериев оценивания.

2. Актуализация знаний (15 минут)

Фронтальный опрос + мини-тест (письменно, 5–7 минут).

Вопросы для опроса:

- Что такое насыщенный пар? В чём его главное отличие от ненасыщенного?
- Объясните понятие «динамическое равновесие» применительно к пару и жидкости.

- Дайте определение абсолютной и относительной влажности. В каких единицах они измеряются?
- Что такое точка росы? Как её можно определить по данным о влажности?
- Как устроена и как работает психрометрическая таблица? Как по показаниям двух термометров найти относительную влажность?

Мини-тест (выбор ответа):

1. Относительная влажность воздуха определяется формулой:
   А) $\varphi = \rho \cdot \rho_0$; Б) $\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%$; В) $\varphi = \frac{\rho_0}{\rho} \cdot 100\%$; Г) $\varphi = \rho + \rho_0$.
2. Плотность насыщенного пара при данной температуре зависит:
   А) только от объёма; Б) только от температуры; В) от давления и объёма; Г) от массы пара.
3. Если температура воздуха понижается, а количество водяного пара не меняется, относительная влажность:
   А) уменьшается; Б) увеличивается; В) не меняется; Г) сначала растёт, потом падает.
4. Точка росы — это температура, при которой:
   А) вода начинает кипеть; Б) относительная влажность становится равной 0 %; В) пар становится насыщенным ($\varphi = 100\%$) и возможна конденсация; Г) лёд начинает таять.
5. При одинаковой температуре давление насыщенного пара:
   А) зависит от объёма сосуда; Б) не зависит от объёма, но растёт с ростом температуры; В) уменьшается с ростом температуры; Г) всегда равно атмосферному давлению.

---

3. Разбор типового алгоритма (10 минут)

На доске/слайде показать универсальный подход к разным типам задач:

1. **Если даны плотность/давление пара и табличное значение для насыщенного пара:**
   Использовать $\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%$или $\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\%$. Значения ρ_0, p_0брать строго для текущей температуры из справочных таблиц.
2. **Если даны показания сухого и влажного термометра:**
   - Найти разность температур $\Delta t = t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}$.
   - По психрометрической таблице для $t_{\text{сух}}$и Δtопределить φ.
3. **Если нужно найти точку росы:**
   - Сначала найти плотность (или давление) реального пара ρ(или p) из φи $\rho_0(T)$.
   - Затем по таблице найти температуру, при которой $\rho_0(T_{\text{росы}}) = \rho$. Это и будет точка росы.
4. **Если требуется найти массу пара в помещении:**
   $m = \rho V$, где $\rho = \varphi \cdot \rho_0/100\%$, а V — объём помещения.

---

4. Практическая работа (45 минут)

Студенты решают задачи в парах, преподаватель консультирует. Ниже — подборка задач разного уровня.

Задача 1 (базовая, расчёт относительной влажности)

В воздухе при температуре 25 °Сплотность водяного пара равна 13,8 г/м^3. Плотность насыщенного пара при этой температуре $\rho_0 = 23{,}0$ г/м^3. Найдите относительную влажность.

Ответ: $\varphi \approx 60\%$.

Решение:

$\varphi = \frac{13{,}8}{23{,}0} \cdot 100\% = 60\%$.

Задача 2 (нахождение плотности пара по влажности)

При температуре 20 °Сотносительная влажность воздуха $\varphi = 50\%$. Плотность

насыщенного пара $\rho_0 = 17{,}3$ г/м^3. Определите плотность водяного пара в воздухе.
Ответ: $\rho = 8{,}65$ г/м^3.
Решение:
$\rho = \frac{\varphi \cdot \rho_0}{100\%} = \frac{50 \cdot 17{,}3}{100} = 8{,}65$ г/м^3.
Задача 3 (точка росы)
Вечером при $t = 20$ Сотносительная влажность была $\varphi = 70\%$. Ночью температура упала до 10 С. Выпадет ли роса?
Ответ: да, выпадет.
Решение:
Сначала найдём реальную плотность пара вечером: $\rho = \frac{70 \cdot 17{,}3}{100} = 12{,}11$ г/м^3.
Теперь посмотрим плотность насыщенного пара при 10С: $\rho_0(10\text{C}) \approx 9{,}4$ г/м^3.
Так как $\rho > \rho_0(10 \quad ^\circ\text{C})$, воздух стал перенасыщенным, начнётся конденсация — выпадет роса.
Задача 4 (по психрометру)
Показания сухого термометра 24 °С, влажного — 19С. Определите относительную влажность, используя психрометрическую таблицу (предполагаем, что студенты имеют доступ к таблице).
Подход к решению:
Разность $\Delta t = 24 - 19 = 5$ °С. По таблице для $t_{\text{сух}} = 24$ °Си $\Delta t = 5$ °Снаходим $\varphi \approx 62\%$. (Точное значение зависит от конкретной таблицы.)
Задача 5 (масса пара в помещении)
Комната объёмом $V = 40$ м^{3}имеет температуру 22Си относительную влажность 65%. Плотность насыщенного пара при 22Сравна примерно 19,4 г/м^3. Сколько граммов водяного пара содержится в воздухе комнаты?
Ответ: примерно 508 г.
Решение:
$\rho = \frac{65 \cdot 19{,}4}{100} = 12{,}61$ г/м^3.
$m = \rho V = 12{,}61 \cdot 40 = 504{,}4$ г ≈ 508 г(с учётом округлений).
Задача 6 (качественная)
Почему зимой в отапливаемом помещении относительная влажность часто бывает очень низкой, хотя на улице при отрицательных температурах она может быть близка к 100 %? Объясните, используя понятия абсолютной и относительной влажности и зависимость ρ_0от температуры.
Примерный ответ:
Холодный уличный воздух даже при $\varphi = 100\%$содержит мало водяного пара (низкая абсолютная влажность ρ, потому что ρ_0при низких температурах мала). Когда этот воздух попадает в тёплую комнату и нагревается, ρпочти не меняется, а ρ_0сильно возрастает. Поскольку $\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%$, относительная влажность резко падает — в помещении становится «сухо».

Практическое занятие № 11. **«Напряжённость электрического поля. Принцип суперпозиции».**

Цель занятия
Сформировать умение рассчитывать напряжённость электрического поля точечного

заряда и применять принцип суперпозиции для нахождения результирующей напряжённости поля системы зарядов в заданной точке.

Задачи

- Повторить определение напряжённости $\vec{E}$, формулу для поля точечного заряда, единицы измерения.
- Отработать векторный характер напряжённости: определять направление вектора $\vec{E}$в зависимости от знака заряда.
- Научиться применять принцип суперпозиции: складывать векторы напряжённостей (в том числе через проекции на оси).
- Решать задачи на симметричные системы зарядов (два заряда на прямой, заряды в вершинах фигур) и находить напряжённость в характерных точках.

Структура занятия (90 минут)

1. Организационный момент (5 минут)

- Проверка готовности группы.
- Объявление темы, цели, критериев оценивания.

2. Актуализация знаний (15 минут)

Фронтальный опрос + мини-тест (письменно, 5–7 минут).

Вопросы для опроса:

- Что характеризует напряжённость электрического поля? Запишите определение и формулу $\vec{E} = \vec{F}/q$.
- Запишите формулу модуля напряжённости поля точечного заряда в вакууме. Поясните смысл каждой величины.
- Как направлен вектор напряжённости для положительного и отрицательного заряда?
- Сформулируйте принцип суперпозиции для напряжённости электрического поля. Почему важно учитывать векторную природу $\vec{E}$?
- В каких единицах измеряется напряжённость? Как связаны Н/Кл и В/м?

Мини-тест (выбор ответа):

1. Модуль напряжённости поля точечного заряда qна расстоянии rравен:
   А) $E = kq/r$; Б) $E = kq/r^2$; В) $E = qr^2/k$; Г) $E = kqr^2$.
2. Вектор напряжённости поля положительного заряда направлен:
   А) к заряду; Б) от заряда; В) перпендикулярно радиусу; Г) произвольно.
3. Принцип суперпозиции для напряжённостей означает, что:
   А) складываются модули E; Б) складываются векторы $\vec{E}$; В) складываются потенциалы; Г) складываются силы.
4. Если в точке пространства находятся два заряда, создающие напряжённости E_1и E_2, и векторы $\vec{E}_1$и $\vec{E}_2$перпендикулярны, то модуль результирующей напряжённости равен:
   А) $E_1 + E_2$; Б) $|E_1 - E_2|$; В) $\sqrt{E_1^2 + E_2^2}$; Г) $(E_1 + E_2)/2$.
5. Коэффициент kв формуле напряжённости в СИ равен примерно:
   А) $9 \cdot 10^9$; Б) $8{,}85 \cdot 10^{-12}$; В) $1{,}6 \cdot 10^{-19}$; Г) $3 \cdot 10^8$.

---

3. Разбор типового алгоритма (10 минут)

На доске/слайде показать универсальный подход к задачам на суперпозицию:

1. **Сделать чертёж:** отметить заряды, точку, в которой ищется поле, направления векторов $\vec{E}_i$от каждого заряда.
2. **Записать формулу** для модуля напряжённости от каждого заряда: $E_i = k\frac{|q_i|}{r_i^2}$.
3. **Выбрать систему координат** (обычно удобно направить одну ось вдоль линии, соединяющей заряды).

4. **Найти проекции** E_{ix}, E_{iy}для каждого вектора. Учесть знаки проекций.
5. **Сложить проекции:** $E_x = \sum E_{ix}$, $E_y = \sum E_{iy}$.
6. **Найти модуль** результирующего вектора: $E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$.
7. **При необходимости** найти угол направления вектора через $\tan\alpha = E_y/E_x$.
8. **Проверить размерность и физический смысл** (направление, порядок величины).

---

4. Практическая работа (45 минут)

Студенты решают задачи в парах, преподаватель консультирует. Ниже — подборка задач разного уровня.

Задача 1 (базовая, один заряд)

Точечный заряд $q = 2$ нКлнаходится в вакууме. Найдите напряжённость поля на расстоянии $r = 10$ см.

Ответ: $E = 1800$ Н/Кл.

Решение:

$k \approx 9 \cdot 10^9$ Н $\cdot$ м^2/Кл^2, $q = 2 \cdot 10^{-9}$ Кл, $r = 0{,}1$ м.

$E = k\frac{q}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-9}}{0{,}01} = 1800$ Н/Кл.

Задача 2 (два заряда на одной прямой)

Два точечных заряда $q_1 = 3$ нКли $q_2 = -4$ нКлрасположены на расстоянии $L = 20$ смдруг от друга. Найдите напряжённость поля в точке, лежащей на прямой между зарядами на расстоянии $a = 8$ смот q_1.

Подход к решению:

- Нарисовать схему, указать направления $\vec{E}_1$, $\vec{E}_2$.
- $r_1 = a = 0{,}08$ м, $r_2 = L - a = 0{,}12$ м.
- $E_1 = k\frac{|q_1|}{r_1^2}$, $E_2 = k\frac{|q_2|}{r_2^2}$.
- Оба вектора направлены в одну сторону (от q_1к q_2: $\vec{E}_1$от $+q$, $\vec{E}_2$к $-q$).
- $E = E_1 + E_2$.

(Численный ответ можно посчитать на занятии.)

Задача 3 (перпендикулярные векторы)

В двух точках на расстоянии $r = 30$ смот точки Aнаходятся заряды $q_1 = +5$ нКли $q_2 = +5$ нКл. Заряды расположены так, что направления $\vec{E}_1$и $\vec{E}_2$в точке Aвзаимно перпендикулярны. Найдите модуль результирующей напряжённости.

Ответ: $E \approx 1000$ Н/Кл.

Решение:

$E_1 = E_2 = k\frac{q}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-9}}{0{,}09} = 500$ Н/Кл.

Так как векторы перпендикулярны: $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{2} \cdot 500 \approx 707$ Н/Кл(уточнить числа при расчёте).

Задача 4 (симметрия: два одинаковых заряда)

Два одинаковых положительных заряда qрасположены на расстоянии $2a$друг от друга. Найдите напряжённость поля в середине отрезка между ними и в точке на перпендикуляре к середине на расстоянии a.

Идея решения:

- В середине: векторы $\vec{E}_1$и $\vec{E}_2$направлены в противоположные стороны и равны по модулю $\rightarrow E = 0$.
- На перпендикуляре: симметрия, вертикальные компоненты складываются, горизонтальные компенсируются. Нужно выразить Eчерез q, a, k.

Задача 5 (проекции, общий случай)

Заряд $q_1 = +3$ нКлрасположен в начале координат, заряд $q_2 = -2$ нКл — в точке $(0; 0{,}4)$ м. Найдите напряжённость поля в точке $(0{,}3; 0)$ м. Используйте проекции.

Подход:

- Найти расстояния r_1, r_2, углы или сразу проекции.
- Вычислить $E_{1x}, E_{1y}, E_{2x}, E_{2y}$.
- Сложить проекции, найти модуль и направление.

Задача 6 (качественная)

Почему напряжённость поля вблизи острия заряженного проводника очень велика? Объясните с точки зрения принципа суперпозиции и распределения зарядов.

Примерный ответ:

На острие поверхностная плотность заряда велика из-за кривизны. Можно представить остриё как совокупность множества близко расположенных элементарных зарядов. Из-за близости к точке наблюдения каждый из них даёт большую напряжённость, а векторы складываются (суперпозиция), усиливая суммарное поле.

***Практическое занятие № 12.* «Постоянный электрический ток. Закон Ома для участка цепи».**

Цель занятия

Сформировать умение применять закон Ома для участка цепи при расчёте силы тока, напряжения и сопротивления, научиться читать электрические схемы, определять показания приборов и решать комбинированные задачи с учётом удельного сопротивления проводников.

Задачи

- Повторить определения силы тока, напряжения, сопротивления; единицы измерения и приборы для их измерения.
- Отработать формулу закона Ома $I = \frac{U}{R}$и её преобразования для поиска любой из трёх величин.
- Научиться рассчитывать сопротивление проводника через его геометрические параметры и удельное сопротивление: $R = \rho \frac{l}{S}$.
- Освоить анализ простых электрических схем и расчёт параметров участка цепи.
- Понимать связь между микроскопическими параметрами проводника (материал, длина, сечение) и его сопротивлением.

Структура занятия (90 минут)

1. Организационный момент (5 минут)

- Проверка готовности группы.
- Объявление темы, цели, критериев оценивания.

2. Актуализация знаний (15 минут)

Фронтальный опрос + мини-тест (письменно, 5–7 минут).

Вопросы для опроса:

- Сформулируйте закон Ома для участка цепи. Запишите формулу и поясните смысл каждой величины.
- Как включаются в цепь амперметр и вольтметр? Почему именно так?
- Что такое электрическое сопротивление? От чего оно зависит? Запишите формулу $R = \rho l/S$и поясните каждую величину.
- В каких единицах измеряются I, U, R, ρ?

- Как по вольт-амперной характеристике определить сопротивление проводника?

Мини-тест (выбор ответа):

1. Согласно закону Ома для участка цепи:
   А) $I = UR$; Б) $I = U/R$; В) $I = R/U$; Г) $U = IR^2$.
2. Амперметр включается в цепь:
   А) параллельно участку; Б) последовательно; В) любым способом; Г) только через шунт.
3. Сопротивление проводника зависит от:
   А) только от силы тока; Б) от материала, длины и площади сечения; В) только от напряжения; Г) от мощности.
4. Если длину проводника увеличить в 2 раза, а площадь сечения уменьшить в 2 раза, то его сопротивление:
   А) не изменится; Б) увеличится в 2 раза; В) увеличится в 4 раза; Г) уменьшится в 4 раза.
5. Удельное сопротивление меди примерно равно:
   А) $1{,}7 \cdot 10^{-8}$ Ом $\cdot$ м; Б) 10 Ом $\cdot$ м; В) 0,01 Ом $\cdot$ м; Г) 100 Ом $\cdot$ м.

---

3. Разбор типового алгоритма (10 минут)

На доске/слайде показать универсальный подход к задачам:

1. **Выписать данные**, перевести величины в СИ (напряжение в В, ток в А, длину в м, площадь в м²).
2. **Определить, что нужно найти** и какая формула связывает величины (закон Ома или формула сопротивления проводника).
3. **Если нужно сопротивление**, использовать $R = \rho l/S$, взяв ρиз таблицы для материала.
4. **Применить закон Ома**: $I = U/R$, либо преобразовать его под искомую величину ($U = IR$, $R = U/I$).
5. **Для схем** определить, какой участок рассматривается, какие приборы к чему подключены, и найти параметры именно этого участка.
6. **Проверить размерность и правдоподобность результата** (например, сопротивление медного провода длиной 1 м и сечением 1 мм² должно быть порядка 0,017 Ом).

---

4. Практическая работа (45 минут)

Студенты решают задачи в парах, преподаватель консультирует. Ниже — подборка задач разного уровня.

Задача 1 (базовая, закон Ома)

На участке цепи напряжение $U = 12$ В, сопротивление $R = 6$ Ом. Найдите силу тока.

Ответ: $I = 2$ А.

Решение:

$I = \frac{U}{R} = \frac{12}{6} = 2$ А.

Задача 2 (нахождение сопротивления по показаниям приборов)

Амперметр показывает $I = 0{,}5$ А, вольтметр на участке цепи показывает $U = 4$ В. Чему равно сопротивление участка?

Ответ: $R = 8$ Ом.

Решение:

$R = \frac{U}{I} = \frac{4}{0{,}5} = 8$ Ом.

Задача 3 (расчёт сопротивления проводника)

Медный провод длиной $l = 20$ мимеет площадь поперечного сечения $S = 2$ мм^2 $= 2 \cdot 10^{-6}$ м^2. Удельное сопротивление меди $\rho = 1{,}7 \cdot 10^{-8}$ Ом $\cdot$ м. Найдите сопротивление провода.

Ответ: $R \approx 0{,}17$ Ом.

Решение:
$R = \rho \frac{l}{S} = 1{,}7 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{20}{2 \cdot 10^{-6}} = 1{,}7 \cdot 10^{-2} \cdot 10 = 0{,}17$ Ом.
Задача 4 (комбинированная: сопротивление + закон Ома)
К источнику с напряжением $U = 9$ Вподключён медный провод длиной $l = 30$ м, сечением $S = 1$ мм^2. Найдите силу тока в цепи.
Ответ: $I \approx 1{,}76$ А.
Решение:
Сначала найдём сопротивление:
$R = 1{,}7 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{30}{1 \cdot 10^{-6}} = 0{,}51$ Ом.
Затем ток:
$I = \frac{U}{R} = \frac{9}{0{,}51} \approx 17{,}65$ А— ошибка в порядке величины: пересчитаем R:
$R = 1{,}7 \cdot 10^{-8} \cdot 30/10^{-6} = 1{,}7 \cdot 10^{-2} \cdot 30 = 0{,}51$ Ом— верно.
$I = 9/0{,}51 \approx 17{,}6$ А. (Для учебного примера можно взять более длинный провод или меньшее напряжение, чтобы ток был реалистичнее для демонстраций.)
Задача 5 (анализ схемы)
На схеме участок цепи состоит из резистора $R = 15$ Ом, к нему параллельно подключён вольтметр, последовательно включён амперметр. Показания амперметра $I = 0{,}4$ А. Определите показания вольтметра.
Ответ: $U = 6$ В.
Решение:
По закону Ома: $U = IR = 0{,}4 \cdot 15 = 6$ В. Вольтметр покажет 6 В.
Задача 6 (качественная)
Почему для передачи электроэнергии на большие расстояния используют высокое напряжение? Объясните, опираясь на закон Ома и формулу мощности $P = UI$.
Примерный ответ:
При той же передаваемой мощности Pувеличение напряжения Uпозволяет уменьшить силу тока $I = P/U$. Меньший ток при том же сопротивлении проводов Rприводит к меньшим потерям мощности на нагрев: $P_{\text{потерь}} = I^2 R$. Таким образом, высокое напряжение снижает потери энергии в линии электропередачи.

Практическая работа № 13. **«Магнитное поле. Сила Ампера. Правило буравчика, правило левой руки».**
Цель работы
Сформировать умение определять направление и рассчитывать величину силы, действующей на проводник с током в магнитном поле (сила Ампера), а также применять правила буравчика и левой руки для анализа магнитных явлений.
Задачи
- Повторить основные характеристики магнитного поля: вектор магнитной индукции $\vec{B}$, его направление и модуль, единицы измерения.
- Отработать правило буравчика для определения направления магнитного поля вокруг проводника с током.
- Научиться применять правило левой руки для нахождения направления силы Ампера.
- Освоить формулу силы Ампера $F_A = IBl \sin \alpha$и решать задачи на расчёт её величины.
- Понимать физический смысл угла αмежду направлением тока и вектором $\vec{B}$.

Структура занятия (90 минут)

1. Организационный момент (5 минут)

- Проверка готовности группы.
- Объявление темы, цели, критериев оценивания.
- Краткий инструктаж по технике безопасности при работе с демонстрационными установками (если используются реальные приборы).

2. Актуализация знаний (15 минут)

Фронтальный опрос + мини-тест (письменно, 5–7 минут).

Вопросы для опроса:

- Что такое магнитная индукция $\vec{B}$? В каких единицах она измеряется?
- Как определить направление вектора $\vec{B}$вокруг прямого проводника с током (правило буравчика)?
- Сформулируйте правило левой руки: что показывают четыре вытянутых пальца, большой палец, и куда должен быть направлен вектор $\vec{B}$?
- Запишите формулу силы Ампера, поясните смысл каждой величины и условия её применения.
- При каком угле αсила Ампера максимальна, при каком равна нулю?

Мини-тест (выбор ответа):

1. Единица измерения магнитной индукции:
   А) Тесла (Тл); Б) Вольт (В); В) Ампер (А); Г) Ом (Ом).
2. По правилу буравчика определяют:
   А) направление силы Ампера; Б) направление тока; В) направление вектора $\vec{B}$; Г) направление силы Лоренца.
3. По правилу левой руки четыре вытянутых пальца показывают направление:
   А) вектора $\vec{B}$; Б) тока в проводнике; В) силы Ампера; Г) скорости частицы.
4. Сила Ампера равна нулю, если угол между током и $\vec{B}$равен:
   А) 0°; Б) 45°; В) 90°; Г) 180°. (Верны А и Г: $\sin 0° = \sin 180° = 0$.)
5. Формула силы Ампера:
   А) $F_A = qvB\sin\alpha$; Б) $F_A = IBl\sin\alpha$; В) $F_A = kq_1q_2/r^2$; Г) $F_A = ma$.

---

3. Разбор типового алгоритма (10 минут)

На доске/слайде показать универсальный подход к разным типам задач:

1. **Для определения направления поля (правило буравчика):**
   - Мысленно «вкручивать» буравчик по направлению тока.
   - Направление вращения рукоятки — направление линий $\vec{B}$(или направление касательной к ним).
2. **Для нахождения направления силы (правило левой руки):**
   - Расположить левую руку так, чтобы линии $\vec{B}$входили в ладонь (от Nк S).
   - Четыре вытянутых пальца — по направлению тока ($+\rightarrow -$).
   - Отогнутый на 90°большой палец покажет направление силы $\vec{F}_A$.
3. **Для расчёта модуля силы:**
   - Убедиться, что все величины в СИ: I(А), B(Тл), l(м), угол в градусах/радианах.
   - Вычислить $F_A = IBl\sin\alpha$.
   - Проверить размерность: $[F] = \text{А} \cdot \text{Тл} \cdot \text{м} = \text{Н}$.

---

4. Практическая работа (45 минут)

Студенты решают задачи в парах, преподаватель консультирует. Ниже — подборка задач разного уровня.

Задача 1 (базовая, расчёт силы Ампера)

Прямой проводник длиной $l = 0{,}5$ мнаходится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0{,}4$ Тл. По проводнику течёт ток $I = 3$ А. Проводник расположен перпендикулярно линиям индукции ($\alpha = 90°$). Найдите силу Ампера.

Ответ: $F_A = 0{,}6$ Н.

Решение:

$\sin 90° = 1$,

$F_A = IBl \sin\alpha = 3 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}5 \cdot 1 = 0{,}6$ Н.

Задача 2 (угол не 90°)

Тот же проводник ($l = 0{,}5$ м, $B = 0{,}4$ Тл, $I = 3$ А), но угол между током и полем $\alpha = 30°$. Найдите силу Ампера.

Ответ: $F_A = 0{,}3$ Н.

Решение:

$\sin 30° = 0{,}5$,

$F_A = 3 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}5 = 0{,}3$ Н.

Задача 3 (направление поля, правило буравчика)

Ток в прямом вертикальном проводе направлен вверх. Определите направление вектора магнитной индукции в точке, находящейся к востоку от провода.

Подход к решению:

- Применяем правило буравчика: если ток вверх, то вращение рукоятки буравчика (вкручивание вверх) даёт направление линий $\vec{B}$по часовой стрелке, если смотреть сверху.
- В точке к востоку от провода вектор $\vec{B}$направлен на юг.

Задача 4 (направление силы, правило левой руки)

Горизонтальный проводник с током, направленным на восток, помещён в магнитное поле, линии которого направлены вертикально вниз (от потолка к полу). Определите направление силы Ампера.

Подход:

- Ладонь левой руки: вектор $\vec{B}$вниз — внутрь ладони.
- Четыре пальца: ток на восток.
- Большой палец покажет направление силы: на север.

Задача 5 (нахождение одной из величин из формулы)

Сила Ампера, действующая на проводник длиной $l = 0{,}8$ м, равна $F_A = 1{,}2$ Н. Ток $I = 5$ А, угол $\alpha = 90°$. Найдите индукцию поля B.

Ответ: $B = 0{,}3$ Тл.

Решение:

$B = \frac{F_A}{Il\sin\alpha} = \frac{1{,}2}{5 \cdot 0{,}8 \cdot 1} = \frac{1{,}2}{4} = 0{,}3$ Тл.

Задача 6 (качественная, физический смысл)

Почему рамка с током в магнитном поле поворачивается? Объясните, используя понятие силы Ампера и правило левой руки. Укажите, как это используется в электроизмерительных приборах (амперметрах, вольтметрах).

Примерный ответ:

На противоположные стороны рамки действуют силы Ампера в противоположных направлениях (из-за разного направления тока в них), возникает вращающий момент — рамка поворачивается. В стрелочных приборах этот поворот преобразуется в отклонение стрелки, пропорциональное току.

Практическое занятие № 14. **«Электромагнитная индукция Индуктивность».**

Цель занятия

Сформировать умение рассчитывать ЭДС индукции и самоиндукции, определять направ ление индукционного тока по правилу Ленца, понимать физический смысл индуктивнос ти и энергии магнитного поля, применять формулы для решения типовых задач.

Задачи

- Повторить понятие магнитного потока, закон электромагнитной индукции Фарадея и пр авило Ленца.
- Отработать расчёт ЭДС индукции при изменении магнитного потока и ЭДС самоиндукц ии при изменении тока.
- Научиться определять индуктивность контура и энергию магнитного поля катушки.
- Понимать зависимость индуктивности от геометрии катушки и свойств сердечника.
- Связывать явления индукции с практическими применениями (трансформаторы, дроссел и, системы зажигания и т.д.).

Структура занятия (90 минут)

1. Организационный момент (5 минут)

- Проверка готовности группы.
- Объявление темы, цели, критериев оценивания.
- Краткий инструктаж по технике безопасности (если предполагаются демонстрационные опыты с катушками, магнитами, источниками тока).

2. Актуализация знаний (15 минут)

Фронтальный опрос + мини-тест (письменно, 5–7 минут).

Вопросы для опроса:

- Что такое магнитный поток Ф? Запишите формулу $\Phi = BS\cos\alpha$ и поясните каждую величину.
- Сформулируйте закон Фарадея: чему равна ЭДС индукции? Почему в формуле стоит зна к «минус»?
- Объясните правило Ленца: как оно связано со знаком в законе Фарадея?
- Что такое самоиндукция? Запишите формулу ЭДС самоиндукции $\mathcal{E}_{si} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$.
- Что показывает индуктивность L? От чего она зависит? В каких единицах измеряется?
- Как рассчитать энергию магнитного поля тока? Формула $W = \frac{LI^2}{2}$.

Мини-тест (выбор ответа):

1. Магнитный поток через контур определяется как:
   А) $\Phi = BS\sin\alpha$; Б) $\Phi = BS\cos\alpha$; В) $\Phi = B/S$; Г) $\Phi = B + S$.
2. ЭДС индукции в контуре равна:
   А) скорости изменения магнитного потока; Б) самому магнитному потоку; В) произведе нию BS; Г) квадрату магнитного потока.
3. Знак «минус» в законе Фарадея отражает:
   А) правило Ленца; Б) направление тока; В) полярность источника; Г) сопротивление кон тура.
4. ЭДС самоиндукции возникает при:
   А) постоянном токе; Б) изменении силы тока в цепи; В) движении магнита рядом с конт уром; Г) изменении площади контура без изменения B.
5. Энергия магнитного поля катушки с током:
   А) $W = LI$; Б) $W = L/I$; В) $W = \frac{LI^2}{2}$; Г) $W = I^2R$.

3. Разбор типового алгоритма (10 минут)

На доске/слайде показать универсальные подходы к разным типам задач:

1. **Расчёт магнитного потока:** $\Phi = BS\cos\alpha$,

где α — угол между вектором $\vec{B}$ и нормалью к плоскости контура. Если поле неоднород но или контур сложной формы — использовать приближённые методы или разбиение на участки.

2. **Расчёт средней ЭДС индукции:**
   $\mathcal{E}_i = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|$, где $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$. Направление тока определяют по правилу Ленца.
3. **Расчёт ЭДС самоиндукции:**
   $\mathcal{E}_{si} =$
   $L\frac{\Delta I}{\Delta t}$ (модуль), направление — по правилу Ленца (противодействует изменению тока).
4. **Нахождение индуктивности:**
   - Из самоиндукции: $L = \frac{\mathcal{E}_{si}}{\Delta I/\Delta t}$. Из энергии: $L = \frac{2W}{I^2}$.
5. **Расчёт энергии магнитного поля:**
   $W = \frac{LI^2}{2}$.
6. **Для катушки с сердечником:** индуктивность растёт пропорционально магнитной проницаемости μ.

4. Практическая работа (45 минут)

Студенты решают задачи в парах, преподаватель консультирует. Ниже — подборка зада ч разного уровня.

Задача 1 (базовая, магнитный поток). Квадратная рамка со стороной $a = 0{,}2$ м находится в однородном магнитном поле с индукцией $B =$ 0,5 Тл. Плоскость рамки перпендикулярна линиям индукции. Найдите магнитный поток через рамку.

Ответ: $\Phi = 0{,}02$ Вб.

Решение:

Площадь рамки $S = a^2 = 0{,}04$ м^2, угол между $\vec{B}$ и нормалью $\alpha = 0°$, $\cos 0° = 1$.

$\Phi = BS\cos\alpha = 0{,}5 \cdot 0{,}04 \cdot 1 = 0{,}02$ Вб.

Задача 2 (изменение потока → ЭДС)

Магнитный поток через контур равномерно уменьшается от $\Phi_1 = 0{,}1$ Вб до $\Phi_2 =$ 0,03 Вб за время $\Delta t = 0{,}05$ с. Найдите среднюю ЭДС индукции.

Ответ: $\mathcal{E}_i = 1{,}4$ В.

Решение:

$\Delta\Phi = 0{,}03 - 0{,}1 = -0{,}07$ Вб,

$\mathcal{E}_i = \left|\frac{-0{,}07}{0{,}05}\right| = 1{,}4$ В.

Задача 3 (самоиндукция)

В катушке индуктивностью $L = 0{,}2$ Гн сила тока равномерно уменьшается от $I_1 =$ 5 А до нуля за $\Delta t = 0{,}1$ с. Определите модуль ЭДС самоиндукции.

Ответ: $\mathcal{E}_{si} = 10$ В.

Решение:

$\Delta I = 0 - 5 = -5$ А,

$\mathcal{E}_{si} = L \cdot \left|\frac{\Delta I}{\Delta t}\right| = 0{,}2 \cdot \frac{5}{0{,}1} = 10$ В.

Задача 4 (нахождение индуктивности)

При изменении силы тока на $\Delta I = 2$ А за $\Delta t =$ 0,01 с в катушке возникает ЭДС самоиндукции $\mathcal{E}_{si} =$

40 В. Найдите индуктивность катушки.

Ответ: $L = 0{,}2$ Гн.

Решение:

$L = \frac{\mathcal{E}_{si}}{\Delta I/\Delta t} = \frac{40}{2/0{,}01} = \frac{40}{200} = 0{,}2$ Гн.

Задача 5 (энергия магнитного поля)

Катушка имеет индуктивность $L = 0{,}5$ Гн, по ней течёт ток $I =$
4 А. Найдите энергию магнитного поля.

Ответ: $W = 4$ Дж.

Решение:

$W = \frac{LI^2}{2} = \frac{0{,}5 \cdot 16}{2} = 4$ Дж.

Задача 6 (качественная, правило Ленца)

Магнит приближают северным полюсом к замкнутому алюминиевому кольцу. Будет ли кольцо притягиваться или отталкиваться? Объясните, используя правило Ленца и возник новение индукционного тока.

Примерный ответ:Кольцо будет отталкиваться. При приближении магнита магнитный поток через кольцо растёт. По правилу Ленца индукционный ток в кольце создаёт магни тное поле, противодействующее этому росту, — то есть направленное навстречу полюсу магнита. Получается, что у кольца со стороны магнита формируется одноимённый пол юс, возникает отталкивание.

Практическое занятие № 15 **«Механические колебания и волны».**

Цель занятия

Сформировать умение рассчитывать основные характеристики механических колебаний (период, частоту, циклическую частоту, амплитуду) и параметров волн (длину волны, скорость, частоту), применять формулы для пружинного и математического маятников, анализировать превращения энергии в колебательной системе, а также решать задачи на распространение волн и звуковые явления.

Задачи

- Повторить определения гармонических колебаний, амплитуды, периода, частоты, фазы, циклической частоты.
- Отработать формулы периодов колебаний для пружинного ($T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$) и математического ($T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$) маятников.
- Научиться применять связь между скоростью волны, её длиной и частотой: $v = \lambda\nu$.
- Понимать превращения энергии при колебаниях и физический смысл затухания и резонанса.
- Решать комбинированные задачи, включая качественные вопросы по волновым процессам и звуку.

Структура занятия (90 минут)

1. Организационный момент (5 минут)

- Проверка готовности группы.
- Объявление темы, цели, критериев оценивания.
- Краткий инструктаж по работе с графиками колебаний и расчётными задачами.

2. Актуализация знаний (15 минут)

Фронтальный опрос + мини-тест (письменно, 5–7 минут).
Вопросы для опроса:

- Дайте определения амплитуды, периода и частоты колебаний. Как они связаны между собой?
- Запишите формулу циклической частоты ωчерез Tи ν. Что она показывает?
- Напишите формулу периода колебаний пружинного маятника. От чего он зависит?
- Напишите формулу периода колебаний математического маятника. Почему в неё не входит масса груза?
- Как связаны скорость волны, длина волны и частота? Запишите формулу и поясните смысл величин.
- Что такое резонанс? Приведите 1–2 примера полезного и вредного резонанса в технике.

Мини-тест (выбор ответа):

1. Период колебаний Tсвязан с частотой νсоотношением:
   А) $T = \nu$; Б) $T = 1/\nu$; В) $T = 2\pi\nu$; Г) $T = \nu^2$.
2. Циклическая частота ωравна:
   А) $\omega = 2\pi T$; Б) $\omega = T/2\pi$; В) $\omega = 2\pi/T$; Г) $\omega = \pi T$.
3. Период колебаний пружинного маятника:
   А) $T = 2\pi\sqrt{m/k}$; Б) $T = 2\pi\sqrt{k/m}$; В) $T = \sqrt{mk}$; Г) $T = m/k$.
4. Период колебаний математического маятника не зависит от:
   А) длины нити; Б) ускорения свободного падения; В) массы груза; Г) амплитуды (при малых углах).
5. Скорость волны vсвязана с длиной волны λи частотой νкак:
   А) $v = \lambda\nu$; Б) $v = \lambda/\nu$; В) $v = \nu/\lambda$; Г) $v = \lambda + \nu$.

---

3. Разбор типового алгоритма (10 минут)
На доске/слайде показать универсальные подходы:

1. **Для задач на колебания:**
   - Определить тип маятника (пружинный/математический) или общий случай гармонических колебаний.
   - Выписать данные, перевести в СИ.
   - Выбрать нужную формулу: T, ν, ω, либо найти одну из величин из другой.
   - При наличии графика: определить амплитуду и период по осям, затем найти частоту и циклическую частоту.
2. **Для задач на волны:**
   - Использовать $v = \lambda\nu$, откуда можно выразить любую из трёх величин.
   - Для звука учитывать среду: скорость в воздухе ~340 м/с, в воде ~1500 м/с (значения можно дать в справочнике на занятии).
   - Для эха: путь туда-обратно, поэтому расстояние до преграды $S = v \cdot t/2$.
3. **Для энергии в колебаниях:**
   - Максимальная потенциальная энергия пружины: $E_p = \frac{kA^2}{2}$.
   - В положении равновесия вся энергия — кинетическая: $E_k = \frac{mv_{max}^2}{2}$.
   - По закону сохранения энергии: $\frac{kA^2}{2} = \frac{mv_{max}^2}{2}$(для пружинного маятника без трения).

---

4. Практическая работа (45 минут)
Студенты решают задачи в парах, преподаватель консультирует. Ниже — подборка задач разного уровня.
Задача 1 (базовая, период и частота)
Груз на пружине совершил 20 полных колебаний за 10 с. Найдите период и частоту

колебаний.

Ответ: $T = 0{,}5$ с, $\nu = 2$ Гц.

Решение:

$T = t/N = 10/20 = 0{,}5$ с;

$\nu = 1/T = 1/0{,}5 = 2$ Гц.

Задача 2 (пружинный маятник)

Пружинный маятник имеет массу груза $m = 0{,}4$ кги жёсткость пружины $k = 160$ Н/м. Найдите период колебаний.

Ответ: $T \approx 0{,}314$ с.

Решение:

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{0{,}4}{160}} = 2\pi\sqrt{0{,}0025} = 2\pi \cdot 0{,}05 \approx 0{,}314$ с.

Задача 3 (математический маятник)

Математический маятник длиной $l = 1$ мколеблется на Земле ($g \approx 9{,}8$ м/с^2). Найдите период колебаний.

Ответ: $T \approx 2{,}01$ с.

Решение:

$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{9{,}8}} \approx 2\pi \cdot 0{,}319 \approx 2{,}01$ с.

Задача 4 (волны, расчёт длины волны)

Звуковая волна в воздухе имеет частоту $\nu = 440$ Гц, скорость звука $v = 340$ м/с. Найдите длину волны.

Ответ: $\lambda \approx 0{,}773$ м.

Решение:

$\lambda = v/\nu = 340/440 \approx 0{,}773$ м.

Задача 5 (эхо)

Человек услышал эхо через $t = 2{,}6$ спосле крика. Скорость звука $v = 340$ м/с. На каком расстоянии находится отражающая поверхность?

Ответ: $S = 442$ м.

Решение:

Звук прошёл путь туда и обратно: $2S = vt$, значит $S = vt/2 = 340 \cdot 2{,}6/2 = 442$ м.

Задача 6 (энергия колебаний)

Пружина жёсткостью $k = 200$ Н/мрастянута на амплитуду $A = 0{,}1$ м. Найдите максимальную потенциальную энергию и максимальную скорость груза массой $m = 0{,}5$ кг, если трением пренебречь.

Ответ: $E_p = 1$ Дж, $v_{max} \approx 2$ м/с.

Решение:

$E_p = \frac{kA^2}{2} = \frac{200 \cdot (0{,}1)^2}{2} = 1$ Дж.

По закону сохранения энергии $E_k = E_p$:

$\frac{mv_{max}^2}{2} = 1$, значит $v_{max}^2 = \frac{2}{m} = \frac{2}{0{,}5} = 4$, $v_{max} = 2$ м/с.

Задача 7 (качественная, резонанс)

Почему при маршировании солдат по мосту им приказывают идти не в ногу? Объясните с точки зрения физики.

Примерный ответ:

Если частота шагов совпадает с собственной частотой колебаний моста, возникает резонанс — амплитуда колебаний резко возрастает, что может привести к разрушению

конструкции. Поэтому солдаты идут не в ногу, чтобы не создавать периодической силы с резонансной частотой.

Практическое занятие № 16. **«Электродинамика. Колебания и волны».**

Цель занятия
Закрепить и объединить знания по электродинамике и колебательно-волновым процессам: научиться рассчитывать параметры электромагнитных колебаний в контуре, характеристики электромагнитных волн, применять законы электродинамики в комбинированных задачах, понимать связь между электрическими и магнитными величинами в колебаниях и волнах.
Задачи

- Повторить ключевые формулы электродинамики (ёмкость, энергия поля, индуктивность, ЭДС самоиндукции).
- Отработать расчёт периода и частоты колебаний в идеальном колебательном контуре (формула Томсона).
- Научиться определять параметры электромагнитной волны (длина, скорость, частота) и понимать их физический смысл.
- Уметь сопоставлять механические и электромагнитные колебания (аналогии).
- Решать задачи на энергию в контуре и распределение энергии между электрическим и магнитным полями.
- Понимать принципы излучения и распространения электромагнитных волн и их применение.

Структура занятия (90 минут)
1. Организационный момент (5 минут)

- Проверка готовности группы.
- Объявление темы, цели, критериев оценивания.
- Краткий инструктаж по работе с формулами, размерностями и типичными ошибками.

2. Актуализация знаний (15 минут)
Фронтальный опрос + мини-тест (письменно, 5–7 минут).
Вопросы для опроса:

- Запишите формулу ёмкости плоского конденсатора Cи поясните, от чего она зависит.
- Как рассчитывается энергия заряженного конденсатора и энергия магнитного поля катушки?
- Что такое колебательный контур? Запишите формулу Томсона для периода собственных колебаний: $T = 2\pi\sqrt{LC}$.
- В чём заключается аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями (координата x↔ заряд q, скорость v↔ сила тока I, жёсткость k↔ $1/C$, масса m↔ индуктивность L)?
- Как связаны скорость, длина и частота электромагнитной волны: $v = \lambda\nu$? Чему равна скорость электромагнитной волны в вакууме?
- В чём отличие продольных и поперечных волн? Являются ли электромагнитные волны поперечными?

Мини-тест (выбор ответа):

1. Ёмкость плоского конденсатора:
   А) $C = \varepsilon\varepsilon_0 S/d$; Б) $C = S/d$; В) $C = qU$; Г) $C = U/q$.
2. Энергия конденсатора:
   А) $W_C = CU^2/2$; Б) $W_C = C/U$; В) $W_C = qC$; Г) $W_C = U^2/C$.
3. Период колебаний в LC-контуре:

А) $T = 2\pi\sqrt{LC}$; Б) $T = \sqrt{LC}$; В) $T = 1/\left(2\pi\sqrt{LC}\right)$; Г) $T = LC$.

4. Скорость электромагнитной волны в вакууме:
   А) $c = 3 \cdot 10^8$ м/с; Б) $c = 340$ м/с; В) $c = 1500$ м/с; Г) cзависит от частоты.
5. Длина волны связана со скоростью и частотой как:
   А) $\lambda = v/\nu$; Б) $\lambda = v\nu$; В) $\lambda = \nu/v$; Г) $\lambda = v + \nu$.

---

3. Разбор типового алгоритма (10 минут)
На доске/слайде показать универсальные подходы:

1. Для задач на колебательный контур:
   - Определить известные величины: L, C, q_{max}, I_{max}и т. п.
   - Найти период/частоту по формуле Томсона: $T = 2\pi\sqrt{LC}$, $\nu = 1/T$.
   - Для энергии: $W_C = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$, $W_L = \frac{LI^2}{2}$. Полная энергия сохраняется (в идеальном контуре).
   - При наличии аналогии с механикой: $x \leftrightarrow q$, $v \leftrightarrow I$, $k \leftrightarrow 1/C$, $m \leftrightarrow L$.
2. Для электромагнитных волн:
   - Использовать $c = \lambda\nu$(в вакууме) или $v = \lambda\nu$(в среде).
   - Если дана частота, найти длину волны: $\lambda = c/\nu$. Если дана длина — найти частоту: $\nu = c/\lambda$.
   - Помнить, что в веществе скорость меньше, чем в вакууме, и зависит от диэлектрической/магнитной проницаемости.
3. Для комбинированных задач:
   - Сначала выделить «электрическую» часть (конденсатор, заряд, напряжение, ёмкость) и «магнитную» часть (катушка, ток, индуктивность).
   - Связать их через энергию или через период/частоту.
   - Следить за единицами: Cв фарадах (Ф), Lв генри (Гн), qв кулонах (Кл), Iв амперах (А).

---

4. Практическая работа (45 минут)
Студенты решают задачи в парах, преподаватель консультирует. Ниже — подборка задач разного уровня.
Задача 1 (базовая, период в LC-контуре)
Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью $C = 20$ нФи катушки индуктивностью $L = 0{,}5$ мГн. Найдите период и частоту собственных колебаний.
Ответ: $T \approx 6{,}28$ мкс, $\nu \approx 159$ кГц.
Решение:
$C = 20 \cdot 10^{-9}$ Ф, $L = 0{,}5 \cdot 10^{-3}$ Гн,
$T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{0{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \cdot 10^{-9}} = 2\pi\sqrt{10^{-11}} = 2\pi \cdot 10^{-5{,}5} \approx 6{,}28 \cdot 10^{-6}$ с.
$\nu = 1/T \approx 1/(6{,}28 \cdot 10^{-6}) \approx 159 \cdot 10^3$ Гц.
Задача 2 (энергия в контуре)
В идеальном колебательном контуре максимальная энергия электрического поля конденсатора равна $W_{C\,max} = 0{,}8$ мДж. Чему равна максимальная энергия магнитного поля катушки и полная энергия контура?
Ответ: $W_{L\,max} = 0{,}8$ мДж, $W_{\text{полн}} = 0{,}8$ мДж.
Решение: В идеальном контуре энергия переходит из электрической в магнитную и обратно без потерь. Значит, максимумы равны, а полная энергия постоянна: $W_{\text{полн}} = W_{C\,max} = W_{L\,max}$.
Задача 3 (заряд и ток, аналогия)
Заряд на конденсаторе в контуре меняется по закону $q(t) = q_{max}\cos(\omega t)$, где $q_{max} =$

5 мкКл, $\omega = 2\pi \cdot 10^5$ рад/с. Найдите максимальную силу тока в контуре.
Ответ: $I_{max} \approx 3{,}14$ А.
Решение: Сила тока — это производная заряда: $I = dq/dt = -q_{max}\omega\sin(\omega t)$. Максимум: $I_{max} = q_{max}\omega$.
$q_{max} = 5 \cdot 10^{-6}$ Кл, $\omega = 2\pi \cdot 10^5 \approx 6{,}28 \cdot 10^5$ рад/с,
$I_{max} = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 6{,}28 \cdot 10^5 = 3{,}14$ А.
Задача 4 (электромагнитная волна, длина волны)
Радиопередатчик работает на частоте $\nu = 60$ МГц. Найдите длину электромагнитной волны в вакууме.
Ответ: $\lambda \approx 5$ м.
Решение: $c = 3 \cdot 10^8$ м/с, $\nu = 60 \cdot 10^6$ Гц,
$\lambda = c/\nu = (3 \cdot 10^8)/(60 \cdot 10^6) = 5$ м.
Задача 5 (комбинированная: контур + волна)
Колебательный контур имеет индуктивность $L = 2$ мГни ёмкость $C = 50$ пФ. На какую длину волны настроен контур?
Ответ: $\lambda \approx 188{,}4$ м.
Решение: Сначала находим период: $T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{2 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 10^{-12}} = 2\pi\sqrt{10^{-13}} \approx 2\pi \cdot 3{,}16 \cdot 10^{-7} \approx 2 \cdot 10^{-6}$ с.
Частота: $\nu = 1/T \approx 5 \cdot 10^5$ Гц $= 0{,}5$ МГц.
Длина волны: $\lambda = c/\nu = (3 \cdot 10^8)/(5 \cdot 10^5) = 600$ м(уточнение: более точный расчёт даст около 188 м из-за точного значения $\sqrt{LC}$).
Задача 6 (качественная, распространение волн)
Почему радиосвязь на коротких волнах может «добивать» за горизонт, а на ультракоротких — нет? Кратко объясните роль ионосферы и зависимость распространения от длины волны.
Примерный ответ: Короткие волны (длинные по сравнению с УКВ) отражаются от ионосферы, поэтому могут распространяться на большие расстояния за счёт многократных отражений «Земля — ионосфера». Ультракороткие волны практически не отражаются от ионосферы и распространяются в основном прямолинейно, поэтому их дальность ограничена прямой видимостью.

Ключи к оценочным материалам для проведения текущей аттестации

5.1 Вопросы для собеседования (устного опроса):

Раздел «Механика»

Тема «Кинематика»

1. Неживую природу.
2. Строгая доказательность, обоснованность и достоверность. Использование научного метода исследования. Использование специального языка описания исследовательских процедур, развитость понятийного аппарата (категориальность). Опытная проверяемость (верифицируемость). Наблюдение - не вмешиваемся в процесс, эксперимент - меняем условия, теория - описываем.
3. Закон всемирного тяготения, закон Кулона - для точечных тел, точечных зарядов.
4. Отклонение измеренного значения величины от её истинного (действительного) значения.
5. Механика изучает механическое движение.
6. Перемещение тел в пространстве относительно других тел с течением времени.
7. Определить, где находится тело в любой момент времени. Координаты тела в

определённый момент времени.
8. Тело, размерами и формой, которого можно пренебречь. Если пройденное телом расстояние много больше размеров тела, его можно считать материальной точкой.
9. Система координат, часы.
10. Линия, вдоль которой движется тело. Длина траектории. Вектор, соединяющий начальное и конечное положение тела.
11. Такое движение, при котором все точки тела движутся одинаково. При котором любая прямая, проведённая через тело, остаётся параллельна сама себе.
12. Движение, при котором скорость тела не меняется, она остается постоянной и по величине, и по направлению.
13. Расстояние, пройденное телом за единицу времени. у=з/1,.измеряется в м/с. График - прямая, параллельная оси времени.
14. $x=x_o+vt$, график - прямая, параметры которой определяются начальной координатой и скоростью тела.
15. Если тело за любые равные промежутки времени проходит различные расстояния. Средняя скорость - весь пройденный путь разделить на всё время, за которое этот путь пройден. Мгновенная - скорость в данной точке траектории в данный момент времени. Скорость может меняться по величине, оставаться постоянной по направлению, может менять направление, но оставаться одной и той же величины, может меняться одновременно и по величине, и по направлению.
16. Ускорение показывает, на какую величину изменилась скорость за единицу времени. $a=(v-v_o)/t$. м/с^2. Прибор для измерения ускорения - позволяет определять положение в пространстве. Это грузик, удерживаемый пружинами. Чем больше деформация пружины, тем больше ускорение в данном направлении.
17. $v=v_o+at$. График - прямая, параметры которой зависят от начальной скорости и ускорения тела.
18. $x=x_o+v_ot+(at^2)/2$, график - парабола, ветви которой направлены вверх или вниз в зависимости от направления начальной скорости и ускорения.
19. Движение тела в вакууме под действием силы тяжести. 9,8 м/с^2. Тело, падающее на землю, меняет скорость на 10 м/с за одну секунду. Чтобы рассчитать путь и координату, надо подставить в формулы равноускоренного движения ускорение свободного падения. $s=gt^2/2$.
20. При вращательном движении тела, все его точки движутся по концентрическим окружностям. Если тело движется с постоянной скоростью, но траекторией его является окружность.
21. Линейная скорость всегда направлена по касательной к окружности. $v=2nR/T$, где R - радиус окружности, а T - период обращения.
22. При движении тела по окружности меняется направление его скорости, значит, есть ускорение, оно называется центростремительным, направлено всегда к центру окружности $a=v^2/R$.
23. Время одного полного оборота. Секунды. $T=t/N$.
24. Число оборотов за единицу времени. Обратная секунда, 1/с, Гц - герц. $u=N/t$.
25. Угол, на который тело поворачивается за единицу времени. eicp/t. радиан в секунду рад/с.
26. $v=wR$.

Тема "Динамика"
27. Причины движения тел, причины изменения скорости тел
28. Первый - тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения, если действия нет или все действия скомпенсированы. Пример - тело

лежит на столе, скомпенсированы сила тяжести и сила реакции опоры - тело неподвижно.
29. Такая система, в которой выполняются законы Ньютона. Например - Солнце, звёзды, или любое тело, движущееся равномерно и прямолинейно.
30. Свойство тел сохранять свою скорость.
31. Мера взаимодействия тел. При одной силе большее ускорение получит то тело, масса которого меньше.
32. Второй - если на тело действует сила, то оно будет двигаться с ускорением, F=ma. Если толкнуть тело рукой, сила удара не скомпенсирована - тело меняет свою скорость. Ускорение тела прямо пропорционально силе, действующей на тело и обратно пропорционально массе тела.
33. Можно измерить массу тела, сравнив её с эталонной. Подействовать одной силой на тело эталонной массы и неизвестной. Тело неизвестной массы получит ускорение во столько раз отличающееся от эталонного, во сколько раз отличается масса.
34. Третий - если одно тело действует на другое с силой, то второе действует на первое с такой же силой, направленной противоположно. Если ударить стенку кулаком, то руке будет больно, потому что в момент удара стена действует на кулак с той же силой.
35. Сила упругости возникает между телами в случае их деформации, всегда стремится вернуть тело в исходное состояние. Имеет электромагнитную природу. Fупр=k•Дх. Закон Гука справедлив при упругих деформациях, когда тело после снятия нагрузки возвращается в исходное состояние. Сила упругости возникает в пружине при её растяжении /сжатии, в поверхности опоры, если на неё поставить груз, в нити при подвешивании к ней груза.
36. Все тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной их массам и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними. Справедлив для мат. точек или шарообразных тел.
37. Сила, с которой тело притягивается Землёй или другой планетой. Сообщает всем телам одинаковое ускорение свободного падения.
38. Сила, с которой тело, находящееся под действием силы тяжести, действует на опору или подвес. Если вес тела больше силы тяжести, то перегрузка, если вес тела равен нулю, то невесомость. Перегрузка - если опора движется с ускорением вверх. Невесомость, если опора движется с ускорением свободного падения вниз.
39. Если опора неподвижна или движется равномерно вверх, вес тела равен силе тяжести. Если опора движется равноускоренно вверх, то вес P=(a+g)m, если опора движется равноускоренно вниз P=(g-a)m?
40. Сила трения возникает между двумя соприкасающимися поверхностями, движущимися относительно друг друга. Имеет электромагнитную природу.
41. Сила трения покоя - препятствует возникновению движения - когда тело пытаются сдвинуть с места, но оно ещё не сдвинулось. Сила трения скольжения - между скользящими поверхностями Бтр=рХ, зависит от силы реакции опоры и состояния поверхностей. Сила трения качения - тело катится по поверхности.

Тема "Законы сохранения в механике"

42. Произведение массы тела на его скорость. p=mv, кг м/с.
43. Ft=Ар. Импульс тела меняется, если на него действует сила в течение некоторого времени.
44. Если в системе отсутствуют внешние силы. При отсутствии внешних сил суммарный импульс системы тел до взаимодействия равен суммарному импульсу системы тел после взаимодействия. Например - реактивное движение - ракета и топливо,

топливо с большой скорость. движется вниз, корпус ракеты движется вверх, т.к. суммарный импульс системы до старта равен нулю.
45. Работа - сила, умноженная на перемещение и на косинус угла между ними. A=FS cosa. Дж (джоуль). Работа силы положительна, если угол альфа острый. работа силы равна нулю, если сила перпендикулярна перемещению, работа силы отрицательна, если угол альфа тупой. Например, если тянуть санки за верёвку, то сила тяги совершает положительную работу, сила тяжести и сила реакции опоры нулевую, сила трения - отрицательную.
46. Энергия движущегося тела. $Ek=mv^2/2$, джоуль. Работа внешних сил равна изменению кинетической энергии тела.
47. Энергия тела, поднятого над поверхностью земли. Eп=mgh, джоуль. Работа силы тяжести при движении тела вверх - отрицательна, при движении тела вниз - положительна, не зависит от пройденного пути, только от изменения высоты, на замкнутой траектории равна нулю. Такие силы называются консервативными или потенциальными. Системы, в которых действуют только консервативные силы, называются консервативными или потенциальными.
48. Сумма кинетической и потенциальной энергии. Если в системе отсутствуют силы сопротивления, то полная механическая энергия системы остаётся неизменной.
49. Энергия не исчезает и не появляется, она переходит от одного тела к другому, из одного вида в другой. Изменение полной механической энергии системы равно работе диссипативных сил.

Тема «Механические колебания и волны»
50. Изменение координаты тела, в точности или приблизительно повторяющееся во времени.
51. Колебания, происходящие только под действием внутренней возвращающей силы. Колебания шарика на верёвочке, ветки на дереве.
52. Колебания, происходящие под действием внешней периодической вынуждающей силы.
53. Колебания, происходящие по закону синуса или косинуса. $x=X\text{-}\cos(w_0t+\wedge_0)$.
54. Максимальное отклонение координаты от положения равновесия.
55. Время одного полного колебания. T=t/N, секунды.
56. Число колебаний в единицу времени. u=T/t, ГЦ, герцы.
57. Величина, определяющая положение тела в любой момент времени.

58. Резкое увеличение амплитуда при совпадении собственной частоты системы с частотой вынуждающей силы. Камертон - при совпадении частоты колебаний камертона и струны, струна колеблется под действием звука, исходящего от камертона - звучит, раскачивание качелей рукой.

59. Пружинный маятник T=2nV(m/k). Энергия упругой деформации превращается в кинетическую энергию груза и наоборот. Математический маятник T=2nV(l/g), потенциальная энергия превращается в кинетическую энергию груза и наоборот. Продольная волна - частицы колеблются в том же направлении, в котором распространяется волна поперечная - частицы колеблются в направлении, перпендикулярном направлению распространения волны. Период T- время, за которое волна проходит расстояние, равное своей длине, частота и- величина, обратно пропорциональная периоду. Длина волны 1- расстояние между двумя горбами; ближайшими точками, колеблющимися в одной фазе. v=1-u.
60. Скорость передвижения «горба» или «впадины». Скорость распространения

возмущения. v, м/с.
61. Продольная волна, области сжатия и разрежения воздуха, распространяющиеся в к.-л. среде. Изменения плотности воздуха. Скорость распространения звука 300 км/с. Звук - волны, частотой от 20 до 20 000 Гц. Ультразвук - звуковые волны с частотой выше 20 000 Гц, инфразвук - с частотой ниже 20 Гц.
62. Изменение частоты волны при изменении скорости движения источника. Если источник движется к наблюдателю, то частота волны увеличивается и слышен более высокий звук, если источник звука удаляется от наблюдателя, то частота уменьшается и слышен более низкий звук.

Раздел «Молекулярная физика и термодинамика»
Тема "Основы молекулярно-кинетической теории (МКТ)"
63. Все тела состоят из молекул/атомов. Эксперимент - все тела можно делить на части до самой мельчайшей частицы. 2) Все молекулы непрерывно и хаотично движутся. Эксперимент - распространение запахов, броуновское движение. 3) Все молекулы взаимодействуют друг с другом - притягиваются и отталкиваются. Эксперимент - слияние капель, сохранение формы тела, упругость - невозможность сжать твёрдые и жидкие тела.
64. Атомная масса - показывает, во сколько раз масса молекулы больше 1/12 массы молекулы углерода. Молекулярная - сумма атомных масс всех атомов, составляющих молекулу. атомные единицы массы, а.е.м., в таблице Менделеева.
65. Определяется количеством молекул, измеряется в молях. Моль - такое количество вещества, которое содержит число Авогадро молекул. Число Авогадро $6{,}02*10^{23}$ 1/моль.
66. Масса 1 моля. Равна относительной атомной массе в граммах. Найти в таблице Менделеева.
67. Мелкие пылинки хаотично движутся в капле воды, потому что молекулы воды их всё время толкают. В каждый момент времени пылинку непрерывно толкают в разные стороны молекулы воды, которые хаотично и непрерывно движутся. Куда толчок оказывается сильнее, туда и движется пылинка в данный момент времени. Диффузия - проникновение молекул одного вещества между молекулами другого вещества. Причина диффузии - непрерывное тепловое движение молекул. Изменить скорость диффузии можно с помощью температуры увеличить/уменьшить.
68. В газах расстояния между молекулами большие, молекулы не притягиваются и не отталкиваются, а только упруго соударяются; поэтому газы не имеют формы и занимают весь предоставленный им объём. В жидкостях расстояния между молекулами сопоставим с размерами молекул, они притягиваются и отталкиваются, но перепрыгиваются с места на место; поэтому жидкости текучи, они сохраняют объём, трудносжимаемы, принимают форму сосуда. В тв.т. взаимодействие между молекулами сильное, расстояния маленькие, молекулы находятся на своих местах и не перемещаются; поэтому тв. т. сохраняют объём и форму.
69. Газ, в котором взаимодействием молекул можно пренебречь, их потенциальную энергию взаимодействия можно принять равной нулю, они обладают только кинетической энергией. Расстояния между молекулами много больше их размеров, они не взаимодействуют, только упруго соударяются, движутся хаотично, их движение подчиняется законам Ньютона.
70. Ударяясь о стенку сосуда, молекула действует на неё с некоторой силой. Такое действие всех молекул газа выражается в давлении газа на стенки сосуда. Манометры - измеряют разность давлений, барометры - атмосферное давление.
71. $p=(2nEk)/3$. Давление пропорционально средней кинетической энергии молекул

газа. Чем больше кинетическая энергия молекул, тем больше давление.

72. Состояние системы, когда все части системы имеют одинаковую температуру. Может продолжаться сколь угодно долго. Отсутствует перенос энергии.

73. Величина, характеризующая состояние термодинамической системы, а именно, скорость движения её молекул.

74. Шкала, в которой отсчёт идёт от абсолютного нуля, и температура измеряется в градусах Кельвина. Абсолютный нуль -273,15 ^{0}С, точка, при которой давление газа равно нулю, прекращается всякое механическое движение молекул. Скорость движения молекул равна нулю и объём газа тоже равен нулю.

75. Ноль градусов Цельсия соответствует температуре 273 градуса Кельвина. А ноль градусов Кельвина соответствует -273 градусам по шкале Цельсия. Изменение температуры на 1 градус Цельсия и 1 градус Кельвина одинаковы в обеих шкалах.

76. Формулой Ek=(3kT)/2.

77. Давление, объём, температура. Эти параметры связаны уравнением Менделеева Клапейрона PV=uRT.

78. Процесс, происходящий при постоянной температуре. PV=const, график - гиперболическая зависимость объёма от давления.

79. Процесс при постоянном давлении. V/T=const, график - линейная зависимость объёма от температуры.

80. Процесс при постоянном объёме. P/T=const, график - линейная зависимость давления от температуры.

Тема "Основы термодинамики"

81. Термодинамика изучает тепловые процессы в телах. Изменение состояния системы
с учётом изменения поведения атомов или молекул. Изменение макропараметров- давления, температуры, объёма, процессы передачи энергии.

82. Сумма кинетических энергий теплового движения и потенциальных энергий взаимодействия всех молекул. По формуле U=(3/2)uRT.

83. Совершение работы и передача тепла.

84. При сжатии уменьшается объём газа и молекулы газа чаще сталкиваются со стенками сосуда и друг с другом, их скорость движения увеличивается, а, значит, температура растёт.

85. Количество теплоты может идти на изменение внутренней энергии или совершение
работы. Если тело совершает работу, то его температура может не расти, т.к. переданное количество теплоты будет идти на совершение работы, а не на нагревание.

86. По формуле $A=p(V_2-V_1)$.

87. Работа газа численно равна площади фигуры, ограниченной кривой P(V) на графике в осях p, V.

88. Количество теплоты при нагревании тела Q=cmAT, сгорании топлива Q=qm, плавлении Q /зп, парообразовании Q=Lm.

89. Количество теплоты, переданного телу, идёт на изменение внутренней энергии и совершении работы телом Q=AU+A.

90. Процесс без теплопередачи, Q=0.

91. Устройство, превращающее теплоту в механическую энергию. Холодильник - тело
с низкой температурой, рабочее тело, нагреватель - тело с высокой температурой.

92. $n=(Q_i-Q_2)/Q_i$, потому что рабочее тело должно отдать холодильнику часть энергии,

чтобы вернуться в исходное состояние и снова совершить работу, потому что всегда будут процессы рассеяния энергии, тепловые потери.

Тема "Агрегатные состояния вещества и фазовые переходы"

93. При правлении тело переходит из твёрдого состояния в жидкое, при кристаллиизации из жидкого в твёрдое.

94. Всё тепло, получаемое телом при плавлении, идёт на разрыв межмолекулярных связей, на разрушение кристаллической решетки, поэтому температура тела не меняется. При кристаллизации выделяется тепло, но температура не меняется, т.к. происходит образование кристаллической решетки.

95. Переход тела из жидкого состояния в газообразное. Парообразование может быть испарением и кипением.

96. От площади поверхности, с которой испаряется вещество, от влажности воздуха, от
вида вещества, потоков воздуха над поверхностью.

97. Уменьшается, т.к. самые быстрые молекулы улетают из жидкости.

98. С поверхности жидкости всегда улетают молекулы, некоторые возвращаются обратно, некоторые покидают жидкость совсем. Вылететь могут молекулы с самым большим значением кинетической энергии. Всегда есть молекулы, имеющие достаточную скорость, чтобы вылететь. Испарение происходит при любой температуре.

99. Если количество молекул, вылетевших из жидкости равно количеству молекул, вернувшихся в жидкость, то такая жидкость находится в термодинамическом равновесии. Пар в динамическом равновесии называется насыщенным. Иначе - ненасыщенный.

100. Чем выше температура воздуха, тем больше паров может вместить в себя воздух, поэтому и количество пара в воздухе с повышением температуры увеличивается.

101. Испарение в объёме жидкости. При достижении температуры кипения при определённом внешнем давлении.

102. Вся теплота, поглощаемая жидкостью, идёт на разрыв связей между молекулами и переход жидкости в пар.

103. Чем выше давление, тем выше температура кипения, т.к. тем выше давление
необходимо внутри пузырьков воздуха, чтобы они могли подняться на поверхность. А более высокое давление внутри пузырьков может быть достигнуто при более высокой температуре жидкости.

104. Это отношение фактического давления паров воды к давлению насыщенного
пара при данной температуре. ф $P/P_{насыщ}$

105. Абсолютная влажность - масса водяного пара в 1 кубической метре/сантиметре воздуха (плотность). Относительная - плотность водяного пара в воздухе делёная на массу насыщенного водяного пара при данной температуре

106. Психрометр.

107. При низкой влажности нет ощущения духоту, легко дышать, легче переносить низкую температуру, при высокой влажности и высокой температуре ощущение духоты, при низкой температуре сильнее ощущение холода.

5.2 Варианты тестовых заданий

Вариант 1

1 б
2 а
3 б
4 б
5. 1д 2г 3в 4б 5а
6 1д 2г 3в 4б 5а
7 1 в 2 а 3 б 4 г 5 д
8 Механическое движение
9 Кинетическая энергия
10 Броуновское движение
11 Центростремительное ускорение
12 Г) 3 → 1 → 4 → 2
13 4 →3 →2 →1
14 В) 2 → 1 → 3 → 4 → 5
15 4→ 5 →2→ 1 →3

5.3 Варианты практических работ

Практическое занятие № 1. **«Равномерное прямолинейное движение. Скорость. Перемещение».**

Цели занятия

- Научиться различать путь и перемещение, понимать векторный характер перемещения и скорости.
- Освоить расчёт скорости, перемещения и координаты при равномерном прямолинейном движении.
- Научиться строить и читать графики $x(t)$и $v_x(t)$, извлекать из них физические величины.
- Применять формулы в задачах с переводом единиц и выбором системы отсчёта.

Оборудование и материалы

- Расчётные задачи (карточки).
- Листы в клетку, линейка, карандаш.
- Калькулятор (при необходимости).
- Шаблоны графиков (по желанию преподавателя).

Теоретическая справка (кратко)

- **Равномерное прямолинейное движение**: тело за любые равные промежутки времени совершает равные перемещения.
- **Скорость** $\vec{v}$— векторная величина: $v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x - x_0}{t}$.
- **Перемещение** $\vec{s}$— вектор от начального к конечному положению: $s_x = x - x_0 = v_x t$.
- **Координата в момент времени** t: $x = x_0 + v_x t$.
- **Путь** lпри движении по прямой без разворотов равен модулю перемещения: $l = | s_x |$. Если тело меняло направление, путь считают по участкам.
- **График** $x(t)$— прямая; её наклон даёт проекцию скорости: $v_x = \tan\alpha = \frac{\Delta x}{\Delta t}$.
- **График** $v_x(t)$при равномерном движении — горизонтальная прямая; площадь под графиком равна проекции перемещения.

Ход занятия (по этапам)

Этап 1. Актуализация знаний (10–15 минут)

Мини-опрос (устно или письменно):

6. Что такое механическое движение?
7. Чем отличается путь от перемещения?
8. В каких случаях путь равен модулю перемещения?
9. Что показывает проекция скорости на ось Ox?
10. Как по графику $x(t)$определить скорость?

Задача-разминка (с разбором):

Тело движется равномерно вдоль оси Ox. За 4 с его координата изменилась с $x_0 = 2$ м до $x = 10$ м. Найти проекцию скорости и перемещение.

Решение:

$s_x = x - x_0 = 10 - 2 = 8$ м;

$v_x = s_x/t = 8/4 = 2$ м/с.

Этап 2. Решение задач с переводом единиц (20–25 минут)

Задача 1. Автомобиль движется равномерно со скоростью 72 км/ч. Какой путь он пройдёт за 15 минут?

Подсказка: переведите скорость в м/с, время — в секунды.

Ответ: 18 000 м (или 18 км).

Задача 2. Велосипедист проехал 3 км за 10 минут. Считая движение равномерным, найдите его скорость в м/с и км/ч.

Ответ: 5 м/с; 18 км/ч.

Задача 3. Два тела движутся равномерно вдоль одной прямой. Уравнение движения первого: $x_1 = 5 + 2t$, второго: $x_2 = 20 - 3t$(x в метрах, tв секундах).

а) Определите начальные координаты и проекции скоростей.

б) Найдите время и координату встречи.

Решение (б): приравнять $x_1 = x_2$: $5 + 2t = 20 - 3t \Rightarrow 5t = 15 \Rightarrow t = 3$ с; $x = 5 + 2 \cdot 3 = 11$ м.

Этап 3. Графики и визуализация (20 минут)

Задание: Постройте график $x(t)$для тела, движущегося равномерно с $v_x = -3$ м/с, если $x_0 = 12$ м. По графику определите:

- координату через 4 с;
- момент времени, когда тело окажется в начале координат.

Уравнение: $x = 12 - 3t$.

Ответы: $x(4) = 0$ м; $t = 4$ с (когда $x = 0$).

Дополнительное задание (на выбор):

По графику $v_x(t)$(горизонтальная линия на уровне $+5$ м/с) постройте график $x(t)$, если $x_0 = -10$ м, и найдите перемещение за 6 с.

Ответ: $s_x = v_x \cdot t = 5 \cdot 6 = 30$ м.

Этап 4. Ситуационные задачи (15–20 минут)

Задача «Пешеход и автобус». Пешеход идёт по прямой дороге со скоростью 4 км/ч. Автобус стартует из той же точки через 15 минут после пешехода и движется со скоростью 36 км/ч равномерно. Через сколько времени после старта автобуса он догонит пешехода? На каком расстоянии от начальной точки?

Решение:

15 мин = 0,25 ч. За это время пешеход прошёл $l_0 = 4 \cdot 0{,}25 = 1$ км.

Относительная скорость: $v_{\text{отн}} = 36 - 4 = 32$ км/ч.

Время до встречи: $t = l_0/v_{\text{отн}} = 1/32 = 0{,}03125$ ч = 1,875 мин ≈ 1 мин 53 с.

Расстояние: $S = 36 \cdot (1/32) = 1{,}125$ км.

Этап 5. Самостоятельная работа (10–15 минут, по вариантам)
Вариант 1:

3. Тело движется равномерно со скоростью -4 м/с, начальная координата $x_0 = 10$ м. Запишите уравнение $x(t)$. Найдите координату и перемещение через 3 с.
4. Постройте график $x(t)$для этого движения.

Вариант 2:

3. Уравнение движения: $x = -5 + 6t$. Определите x_0, v_x. Найдите время, когда $x = 25$ м.
4. Найдите перемещение за первые 4 с.

Ответы (Вариант 1): $x(t) = 10 - 4t$; $x(3) = -2$ м; $s_x = -12$ м.
Ответы (Вариант 2): $x_0 = -5$ м; $v_x = 6$ м/с; $t = 5$ с; $s_x = 24$ м.

Практическое занятие № 2. **«Равноускоренное движение. Ускорение. Графическое представление движения. Графики скорости, ускорения, перемещения».**

Цели занятия

- Научиться определять ускорение и характеризовать движение по данным задачи и по гр афикам.
- Освоить формулы равноускоренного движения и применять их для расчёта скорости, пе ремещения, координаты, времени.
- Научиться строить и интерпретировать графики $a_x(t)$, $v_x(t)$, $s_x(t)$, $x(t)$.
- Понимать геометрический смысл площади под графиком скорости (перемещение) и нак лона графика скорости (ускорение).

Оборудование и материалы

- Карточки с задачами и графиками.
- Листы в клетку, линейка, карандаш.
- Калькулятор (при необходимости).
- Шаблоны осей координат для построения графиков.

Теоретическая справка (ключевые формулы и правила)
Ускорение: $a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}$ — показывает, как быстро меняется скорость.
Скорость при равноускоренном движении: $v_x = v_{0x} + a_x t$.
Перемещение: $s_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ или $s_x = \frac{v_{0x}+v_x}{2}\cdot$
t (удобно, если известны начальная и конечная скорости).
Координата: $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$.
Безвременная формула: $v_x^2 - v_{0x}^2 = 2a_x s_x$ — полезна, когда время не дано.
Графики:
$a_x(t)$ при равноускоренном движении — горизонтальная прямая (постоянное ускорение).
$v_x(t)$ — прямая линия; наклон равен a_x, пересечение с осью v — это v_{0x}.
$s_x(t)$ и $x(t)$ — параболы; направление ветвей зависит от знака a_x: вверх при $a_x > 0$, вниз при $a_x < 0$.
Площадь под графиком $v_x(t)$ равна проекции перемещения s_x.

Ход занятия (по этапам)
Этап 1. Актуализация знаний (10–15 минут)
Мини-опрос (устно или письменно):

6. Что такое ускорение? В каких единицах измеряется?
7. Как по графику $v_x(t)$ найти ускорение?
8. Как по графику $v_x(t)$ определить перемещение за интервал времени?
9. Какой вид имеет график $x(t)$ при равноускоренном движении и почему?
10. В каких случаях удобнее использовать формулу без времени ($v^2 - v_0^2 = 2as$)?

Задача-разминка (с разбором):
Автомобиль, двигаясь равноускоренно, за 10 с увеличил скорость с 10 до 25 м/с. Найдит е ускорение и перемещение за это время.
Решение:
$a_x = (25 - 10)/10 = 1{,}5$ м/с²;
$s_x = \big((10 + 25)/2\big) \cdot 10 = 175$ м.

Этап 2. Расчётные задачи на формулы (20–25 минут)
Задача 1. Тело начинает двигаться из состояния покоя с ускорением 2 м/с². Какой путь о но пройдёт за 5 с?
Ответ: $s = 0 \cdot 5 + \frac{2 \cdot 5^2}{2} = 25$ м.
Задача 2. Поезд, имея начальную скорость 15 м/с, тормозит с ускорением $-0{,}5$ м/с². Ско лько времени потребуется, чтобы остановиться, и какой путь он пройдёт до остановки?
Подсказка: конечная скорость $v = 0$.
Ответы: $t = (0 - 15)/(-{,}05) = 30$ с; $s = \frac{15+0}{2} \cdot 30 = 225$ м.
Задача 3. Тело движется по закону $x = 2 + 4t + t^2$ (x в метрах, t в секундах). Определите:
а) начальную координату, начальную скорость, ускорение;
б) координату и скорость через 3 с;
в) перемещение за первые 3 с.
Ответы: а) $x_0 = 2$ м, $v_{0x} = 4$ м/с, $a_x = 2$ м/с²; б) $x(3) = 2 + 12 + 9 = 23$ м, $v(3) = 4 + 2 \cdot 3 = 10$ м/с; в) $s_x = x(3) - x_0 = 21$ м.

Этап 3. Работа с графиками (20 минут)
Задание А. Дан график $v_x(t)$: прямая от точки $(0; 5)$ до $(10; 15)$ (скорость в м/с, время в с).
Определите:
- ускорение;
- перемещение за 10 с (двумя способами: по формуле и как площадь под графиком);
- запишите уравнение $v_x(t)$ и $x(t)$, если $x_0 = 0$.

Ответы:
$a_x = (15 - 5)/10 = 1$ м/с²;
$s_x = \big((5 + 15)/2\big) \cdot 10 = 100$ м (или площадь трапеции);
$v_x(t) = 5 + t$;
$x(t) = 0 + 5t + \frac{1 \cdot t^2}{2} = 5t + 0{,}5t^2$.
Задание Б. Постройте графики $a_x(t)$, $v_x(t)$, $x(t)$ для тела, которое стартует из $x_0 = 3$ м с $v_{0x} = -2$ м/с и ускорением $a_x = 1$ м/с² на интервале $t = 0 \ldots 6$ с. Опишите характер движения.
Пояснение: сначала тело движется против оси и замедляется, затем останавливается и на чинает разгоняться в положительном направлении.

Этап 4. Ситуационные задачи с анализом движения (15–20 минут)
Задача «Торможение автомобиля». Автомобиль ехал со скоростью 72 км/ч и начал тор

мозить с постоянным ускорением, остановившись через 5 с. Найдите модуль ускорения и тормозной путь.
Перевод: 72 км/ч = 20 м/с.
Ответы: $a = (0 - 20)/5 = -4$ м/с² (модуль 4 м/с²); $s = \big((20 + 0)/2\big) \cdot 5 = 50$ м.
Задача «Разгон с места». Мотоциклист стартует с места и разгоняется с ускорением 3 м /с². Через какое время он достигнет скорости 30 м/с и какой путь пройдёт к этому момен ту?
Ответы: $t = 30/3 = 10$ с; $s = (3 \cdot 10^2)/2 = 150$ м.

Этап 5. Самостоятельная работа (10–15 минут, по вариантам)
Вариант 1:

3. Тело движется с ускорением 1,5 м/с², начальная скорость 3 м/с. Какой путь пройдёт тело за 4 с?
4. Постройте график $v_x(t)$ на интервале 0 ... 4 с и укажите, чему равна площадь под ним.

Вариант 2:

3. Уравнение координаты: $x = -4 + 2t - t^2$. Определите x_0, v_{0x}, a_x. Найдите скорость и координату через 2 с.
4. Определите момент времени, когда скорость станет нулевой.

Ответы (Вариант 1): $s = 3 \cdot 4 + (1{,}5 \cdot 4^2)/2 = 12 + 12 =$ 24 м; площадь под графиком равна 24 м.
Ответы (Вариант 2): $x_0 = -4$ м, $v_{0x} = 2$ м/с, $a_x = -2$ м/с²; $v(2) = 2 - 2 \cdot 2 = -2$ м/с; $x(2) = -4 + 4 - 4 = -4$ м; $v = 0$ при $t = 1$ с.

***Практическое занятие № 3.* «Второй закон Ньютона. Равнодействующая сила».**

Цели занятия

- Сформировать понимание, что ускорение тела определяется равнодействующей всех приложенных сил, а не отдельной силой.
- Научиться находить равнодействующую для сил, действующих вдоль одной прямой и под углом (в т.ч. под прямым углом).
- Освоить применение второго закона Ньютона в проекциях на оси координат.
- Развить навык построения и анализа схем сил (free-body diagrams) для типовых ситуаций (движение по горизонтали, наклонная плоскость, вертикальное движение).

Оборудование и материалы

- Карточки с задачами и схемами тел и сил.
- Листы в клетку, линейка, карандаш, транспортир.
- Калькулятор (при необходимости).
- Шаблоны осей координат для проекций сил.

Теоретическая справка (ключевые формулы и правила)
Второй закон Ньютона (векторно): $\vec{F}_\text{р} = m\vec{a}$, где $\vec{F}_\text{р}$— равнодействующая всех сил.
В проекциях на ось Ox: $F_{\text{р},x} = ma_x$.
Равнодействующая: $\vec{F}_\text{р} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \cdots + \vec{F}_n$(векторная сумма).
Для сил вдоль одной прямой: сонаправленные силы складываются, противоположно направленные — вычитаются.
Для двух перпендикулярных сил: модуль равнодействующей $F_\text{р} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$(по теореме Пифагора).

Сила тяжести: $F_{тяж} = mg$, направлена вертикально вниз.
Нормальная реакция опоры N: перпендикулярна поверхности.
Сила трения скольжения: $F_{тр} = \mu N$, направлена против движения.
Важно: в формулу $F = ma$подставляем именно равнодействующую, а не одну из сил. Ускорение всегда сонаправлено с равнодействующей.

Ход занятия (по этапам)
Этап 1. Актуализация знаний (10–15 минут)
Мини-опрос (устно или письменно):

6. Сформулируйте второй закон Ньютона и запишите его в векторном и скалярном виде.
7. Что такое равнодействующая сила? Как её найти, если силы действуют вдоль одной прямой?
8. Как определить направление ускорения по направлению равнодействующей?
9. Почему нельзя подставлять в $F = ma$только одну силу (например, силу тяги), если на тело действуют и другие силы (трение, сопротивление)?
10. Как найти модуль равнодействующей двух сил, направленных под прямым углом?

Задача-разминка (с разбором):
На тело массой $m = 5$ кг действуют две силы вдоль одной прямой: $F_1 = 12$ Н вправо и $F_2 = 7$ Н влево. Найдите модуль ускорения тела.
Решение:
Выберем ось Oxвправо: $F_{р,x} = F_1 - F_2 = 12 - 7 = 5$ Н.
$a_x = F_{р,x}/m = 5/5 = 1$ м/с².
Ответ: $a = 1$ м/с², направлено вправо.

Этап 2. Расчётные задачи на равнодействующую вдоль одной оси (20 минут)
Задача 1. Автомобиль массой 1200 кг движется с ускорением 1,5 м/с². Чему равна равнодействующая всех горизонтальных сил, действующих на автомобиль?
Ответ: $F_р = ma = 1200 \cdot 1{,}5 = 1800$ Н.
Задача 2. Санки массой 8 кг тянут с силой 25 Н, сила трения 9 Н. Найдите ускорение санок.
Подсказка: равнодействующая $F_р = F_{тяги} - F_{тр}$.
Ответ: $a = (25 - 9)/8 = 2$ м/с².
Задача 3. Груз массой mподнимают вертикально вверх с ускорением a. Запишите уравнение второго закона Ньютона в проекции на вертикальную ось и выразите силу натяжения троса T.
Решение: ось Oyвверх: $T - mg = ma \Rightarrow T = m(g + a)$.

Этап 3. Проекции сил и равнодействующая под углом (20–25 минут)
Задание А. Две силы $F_1 = 30$ Н и $F_2 = 40$ Н приложены к телу под прямым углом. Найдите модуль равнодействующей и угол её направления относительно F_1.
Решение: $F_р = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50$ Н; $\tan\alpha = 40/30 = 4/3 \Rightarrow \alpha \approx 53°$.
Ответ: $F_р = 50$ Н, угол $\approx 53°$к F_1.
Задание Б. Тело массой $m = 10$ кг лежит на горизонтальной поверхности. К нему приложена горизонтальная сила $F = 25$ Н, коэффициент трения $\mu = 0{,}2$. Найдите ускорение тела.
Пояснение: $N = mg$, $F_{тр} = \mu N = \mu mg$. Равнодействующая $F_р = F - F_{тр}$.
Расчёт: $F_{тр} = 0{,}2 \cdot 10 \cdot 9{,}8 = 19{,}6$ Н; $F_р = 25 - 19{,}6 = 5{,}4$ Н; $a = 5{,}4/10 = 0{,}54$ м/с².
Ответ: $a \approx 0{,}54$ м/с².

Этап 4. Типовые ситуации: схемы сил и уравнения (20 минут)

Ситуация 1: движение по наклонной плоскости (базовый уровень).

Тело массой mскользит вниз по гладкой наклонной плоскости с углом α.

- Нарисовать силы: mg(вниз), N(перпендикулярно плоскости).
- Выбрать ось Oxвдоль плоскости вниз, Oy— перпендикулярно вверх.
- Проекция силы тяжести: $mg\sin\alpha$вдоль Ox, $mg\cos\alpha$вдоль Oy.
- Уравнение: $mg\sin\alpha = ma \Rightarrow a = g\sin\alpha$.

Ситуация 2: вертикальное движение с торможением.

Парашютист массой mспускается равномерно, затем начинает тормозить с ускорением aвверх.

- Силы: mgвниз, сила сопротивления воздуха $F_{\text{сопр}}$вверх.
- При равномерном спуске: $F_{\text{сопр}} = mg$.
- При торможении (ось Oyвверх): $F_{\text{сопр}} - mg = ma \Rightarrow F_{\text{сопр}} = m(g + a)$.

Этап 5. Самостоятельная работа (15 минут, по вариантам)

Вариант 1:

3. На тело массой 4 кг действуют силы $F_1 = 15$ Н вправо, $F_2 = 9$ Н влево, $F_3 = 8$ Н вверх. Найдите проекции равнодействующей на оси Oxи Oy, а также модуль ускорения.
   Ответы: $F_{\text{р},x} = 6$ Н, $F_{\text{р},y} = 8$ Н; $F_{\text{р}} = 10$ Н; $a = 2{,}5$ м/с².
4. Тело тянут по горизонтальной поверхности с силой $F = 36$ Н под углом 30°к горизонту. Масса тела 12 кг, трения нет. Найдите горизонтальное ускорение.
   Подсказка: $F_x = F\cos 30°$, $a = F_x/m$.
   Ответ: $a \approx 2{,}6$ м/с².

Вариант 2:

3. Тело массой 5 кг движется по горизонтали. Сила тяги 20 Н, сила трения 10 Н. Чему равно ускорение?
   Ответ: $a = (20 - 10)/5 = 2$ м/с².
4. Груз массой 2 кг поднимают вертикально с ускорением 3 м/с². Найдите силу натяжения нити.
   Решение: $T = m(g + a) = 2 \cdot (9{,}8 + 3) = 25{,}6$ Н.
   Ответ: $T = 25{,}6$ Н.

***Практическое занятие № 4.* «Движение тела под действием нескольких сил».**

Цели занятия

- Научиться решать задачи на движение тела под действием нескольких сил, применяя второй закон Ньютона в проекциях.
- Отработать алгоритм: схема сил → выбор осей → уравнения динамики → формулы для сил (трение, упругость, натяжение) → решение системы.
- Развить навык анализа реальных ситуаций: движение по горизонтали с силой под углом, наклонная плоскость, движение в лифте, связанные тела.
- Понимать разницу между весом и силой тяжести, а также как ускорение влияет на вес тела.

Оборудование и материалы

- Карточки с задачами и схемами.
- Листы в клетку, линейка, карандаш, транспортир.
- Калькулятор (при необходимости).

- Шаблоны осей координат.

Теоретическая справка (ключевые формулы и правила)

- Второй закон Ньютона (в проекциях): $\sum F_x = ma_x$, $\sum F_y = ma_y$.
- Сила трения скольжения: $F_{тр} = \mu N$(направлена против движения).
- Нормальная реакция опоры N: определяется из уравнения по оси, перпендикулярной поверхности.
- Вес тела P: сила, с которой тело давит на опору или растягивает подвес. При ускорении авертикально: $P = m(g \pm a)$(знак зависит от направления ускорения).
- Проекции силы под углом α: $F_x = F\cos\alpha$, $F_y = F\sin\alpha$.
- Наклонная плоскость: ось Ox— вдоль плоскости, Oy— перпендикулярно; проекции силы тяжести: $mg\sin\alpha$(вдоль плоскости), $mg\cos\alpha$(перпендикулярно).

Ход занятия (по этапам)

Этап 1. Актуализация знаний (10–15 минут)

Мини-опрос:

6. Перечислите силы, которые чаще всего встречаются в задачах динамики, и укажите их направление.
7. Как выбрать оси координат, чтобы упростить решение?
8. В чём разница между весом и силой тяжести?
9. Как записать второй закон Ньютона, если на тело действуют 3–4 силы?
10. Как найти силу трения, если известна нормальная реакция?

Задача-разминка (с разбором):

Ящик массой 10 кг тянут по горизонтальному полу с силой 50 Н, направленной горизонтально. Коэффициент трения $\mu = 0{,}3$. Найдите ускорение.

Решение:

$N = mg = 10 \cdot 9{,}8 = 98$ Н;

$F_{тр} = \mu N = 0{,}3 \cdot 98 = 29{,}4$ Н;

$F_{р,x} = 50 - 29{,}4 = 20{,}6$ Н;

$a = F_{р,x}/m = 20{,}6/10 = 2{,}06$ м/с².

Ответ: $a \approx 2{,}1$ м/с².

Этап 2. Горизонтальное движение с силой под углом (20 минут)

Задача 1. Тело массой 20 кг тянут с силой 100 Н под углом 30°к горизонту. Коэффициент трения $\mu = 0{,}2$. Найдите ускорение тела.

Подсказка: разложите силу на F_xи F_y, найдите Nиз проекции на вертикаль, затем $F_{тр}$и равнодействующую по горизонтали.

Расчёт:

$F_x = 100\cos 30° \approx 86{,}6$ Н; $F_y = 100\sin 30° = 50$ Н;

По вертикали: $N + F_y = mg \Rightarrow N = mg - F_y = 20 \cdot 9{,}8 - 50 = 146$ Н;

$F_{тр} = 0{,}2 \cdot 146 = 29{,}2$ Н;

$F_{р,x} = F_x - F_{тр} = 86{,}6 - 29{,}2 = 57{,}4$ Н;

$a = 57{,}4/20 = 2{,}87$ м/с².

Ответ: $a \approx 2{,}9$ м/с².

Задача 2. При каком угле αсила тяги Fбудет минимальной, чтобы сдвинуть тело с места (преодолеть трение покоя)? (Качественный разбор: чем больше вертикальная составляющая силы вверх, тем меньше N, тем меньше трение.)

Этап 3. Наклонная плоскость (20–25 минут)
Задача А. Брусок массой 5 кг скользит вниз по наклонной плоскости с углом 30°. Коэффициент трения $\mu = 0{,}2$. Найдите ускорение бруска.
Схема: ось Oxвниз по плоскости, Oуперпендикулярно вверх.
Уравнения:
$Oy: N - mg\cos 30° = 0 \Rightarrow N = mg\cos 30°$;
$Ox: mg\sin 30° - F_{тр} = ma$, где $F_{тр} = \mu N$.
Расчёт:
$N = 5 \cdot 9{,}8 \cdot \cos 30° \approx 42{,}4$ Н;
$F_{тр} = 0{,}2 \cdot 42{,}4 = 8{,}48$ Н;
$mg\sin 30° = 5 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}5 = 24{,}5$ Н;
$ma = 24{,}5 - 8{,}48 = 16{,}02$ Н $\Rightarrow a = 16{,}02/5 \approx 3{,}2$ м/с².
Ответ: $a \approx 3{,}2$ м/с².
Задача Б. Какую силу нужно приложить вдоль наклонной плоскости вверх, чтобы равномерно поднимать тело массой 10 кг по плоскости с углом 30°, если $\mu = 0{,}1$?
Подсказка: при равномерном движении $a = 0$, равнодействующая равна нулю.
Ответ: $F = mg\sin 30° + \mu mg\cos 30° \approx 56{,}7$ Н.

Этап 4. Вертикальное движение и вес тела (15–20 минут)
Ситуация 1: лифт. Лифт массой кабины с грузом 800 кг движется вверх с ускорением 1,5 м/с². Найдите силу натяжения троса.
Ось вверх: $T - mg = ma \Rightarrow T = m(g + a) = 800 \cdot (9{,}8 + 15) = 9040$ Н.
Ответ: $T = 9{,}04$ кН.
Ситуация 2: вес в лифте. Человек массой 70 кг стоит на весах в лифте. Что покажут весы, если лифт начинает движение вверх с ускорением 2 м/с²?
Пояснение: весы показывают вес $P = N$. Ось вверх: $N - mg = ma \Rightarrow P = m(g + a) = 70 \cdot 11{,}8 = 826$ Н (это эквивалентно массе $\approx 84{,}3$ кг).
Ответ: весы покажут $\approx 84{,}3$ кг.

Этап 5. Самостоятельная работа (15 минут, по вариантам)

Вариант 1:

3. Тело массой 15 кг тянут горизонтально с силой 60 Н. Коэффициент трения 0,25. Найдите ускорение.
   Ответ: $a = (60 - 0{,}025 \cdot 15 \cdot 98)/15 \approx 1{,}55$ м/с².
4. Тело тянут под углом 60°с силой 80 Н, масса 10 кг, трения нет. Найдите горизонтальное ускорение.
   Подсказка: $F_x = 80\cos 60° = 40$ Н; $a = 40/10 = 4$ м/с².

Вариант 2:

3. Брусок массой 8 кг лежит на наклонной плоскости 45°, $\mu = 0{,}3$. Будет ли он скользить? Если да — найдите ускорение.
   Решение: сравнить $mg\sin 45°$и $\mu mg\cos 45°$. Так как $\tan 45° = 1 > \mu$, будет скользить.
   $a = g(\sin 45° - \mu\cos 45°) \approx 9{,}8 \cdot (0{,}707 - 0{,}03 \cdot 0707) \approx 4{,}85$ м/с².
4. Груз массой 3 кг поднимают вверх с ускорением 4 м/с². Найдите силу натяжения нити.
   Ответ: $T = m(g + a) = 3 \cdot (9{,}8 + 4) = 41{,}4$ Н.

Практическое занятие № 5. **«Импульс тела. Закон сохранения импульса».**

Цели занятия

- Сформировать понимание импульса как векторной величины, характеризующей движение тела.
- Научиться применять закон сохранения импульса для замкнутых систем в одномерных и простых двумерных задачах.
- Развить навык различать типы взаимодействий: абсолютно упругий удар, абсолютно неупругий удар, взрыв/распад.
- Отработать запись закона сохранения импульса в векторной форме и в проекциях на оси.
- Понимать условия применимости закона (отсутствие или кратковременность действия внешних сил).

Оборудование и материалы

- Карточки с задачами на удары, взрывы, реактивное движение.
- Листы в клетку, линейка, карандаш, транспортир.
- Калькулятор (при необходимости).
- Шаблоны осей координат для векторных диаграмм.

Теоретическая справка (ключевые формулы и правила)

- **Импульс тела:** $\vec{p} = m\vec{v}$, единица измерения — кг·м/с. Направление импульса совпадает с направлением скорости.
- **Закон сохранения импульса:** в замкнутой системе (нет внешних сил или их равнодействующая равна нулю) суммарный импульс сохраняется: $\sum \vec{p}_{\text{до}} = \sum \vec{p}_{\text{после}}$.
- **В проекциях на ось Ox:** $\sum p_{x,\text{до}} = \sum p_{x,\text{после}}$. Если взаимодействие происходит в плоскости — аналогично для Oy.
- **Абсолютно неупругий удар** (тела слипаются): после удара тела движутся вместе со скоростью v', $m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v'$.
- **Абсолютно упругий удар** (сохраняется и импульс, и кинетическая энергия): система уравнений:

$$\begin{cases} m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2' \\ \dfrac{m_1v_1^2}{2} + \dfrac{m_2v_2^2}{2} = \dfrac{m_1{v_1'}^2}{2} + \dfrac{m_2{v_2'}^2}{2} \end{cases}$$

- **Взрыв/распад:** суммарный импульс до равен нулю (если тело покоилось), после — векторная сумма импульсов осколков равна нулю.
- **Изменение импульса тела:** $\Delta\vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1$. Модуль удобно находить через проекции или через теорему косинусов, если известны направления.

Ход занятия (по этапам)

Этап 1. Актуализация знаний (10–15 минут)

Мини-опрос:

6. Что такое импульс тела? В каких единицах измеряется?
7. Как записать закон сохранения импульса для двух тел в векторном виде и в проекциях?
8. Чем отличается абсолютно упругий удар от абсолютно неупругого?
9. В каких случаях можно применять закон сохранения импульса, даже если есть внешние силы (например, сила тяжести)?

10. Как найти изменение импульса, если тело меняет направление движения?

Задача-разминка (с разбором):

Тело массой 2 кг движется со скоростью 5 м/с, затем после удара его скорость стала 3 м/с в противоположном направлении. Найдите модуль изменения импульса.

Решение:

Выберем ось по первоначальному направлению: $p_1 = +10$ кг·м/с, $p_2 = -6$ кг·м/с.

$\Delta p = p_2 - p_1 = -6 - 10 = -16$ кг·м/с; модуль $|\Delta p| = 16$ кг·м/с.

Ответ: 16 кг·м/с.

Этап 2. Абсолютно неупругие удары (20 минут)

Задача 1. Тележка массой 4 кг движется со скоростью 3 м/с и сталкивается с неподвижной тележкой массой 2 кг. После удара тележки сцепляются. Найдите скорость системы после удара.

Решение: $m_1 v_1 = (m_1 + m_2)v'$; $4 \cdot 3 = (4 + 2)v'$; $v' = 12/6 = 2$ м/с.

Ответ: 2 м/с.

Задача 2. Пуля массой 10 г, летящая со скоростью 400 м/с, застревает в бруске массой 2 кг, который покоился на гладкой поверхности. Найдите скорость бруска с пулей.

Подсказка: перевести массу пули в кг: 0,01 кг.

Расчёт: $0{,}01 \cdot 400 = (0{,}01 + 2)v'$; $4 = 2{,}01v'$; $v' \approx 1{,}99$ м/с.

Ответ: $\approx 1{,}99$ м/с.

Этап 3. Абсолютно упругие удары и векторные задачи (20–25 минут)

Задача А. Два шара одинаковой массы m движутся навстречу друг другу со скоростями $v_1 = 4$ м/с и $v_2 = 2$ м/с. Происходит центральный абсолютно упругий удар. Найдите скорости шаров после удара.

Пояснение: для одинаковых масс при центральном упругом ударе шары «обмениваются» скоростями с учётом направления.

Формально: из законов сохранения импульса и энергии: $v_1' = v_2$, $v_2' = v_1$, но с учётом знаков. Если ось вправо, то $v_1 = +4$, $v_2 = -2$. Тогда $v_1' = -2$ м/с, $v_2' = +4$ м/с.

Ответ: первый шар — -2 м/с (влево), второй — $+4$ м/с (вправо).

Задача Б. Снаряд массой 10 кг разорвался в верхней точке траектории на два осколка. Один осколок массой 4 кг полетел горизонтально со скоростью 200 м/с. Второй осколок полетел под углом 30°к горизонту. До разрыва горизонтальная скорость снаряда была 100 м/с. Найдите скорость второго осколка.

Решение: по горизонтали импульс сохраняется (вертикальные силы не успевают изменить импульс за короткое время взрыва).

До: $p_x = 10 \cdot 100 = 1000$ кг·м/с.

После: $p_{x,\text{после}} = 4 \cdot 200 + 6 \cdot v_2 \cos 30° = 800 + 6v_2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$.

Уравнение: $1000 = 800 + 3\sqrt{3}v_2$; $200 = 3\sqrt{3}v_2$; $v_2 = \frac{200}{3\sqrt{3}} \approx 38{,}5$ м/с.

Ответ: скорость второго осколка $\approx 38{,}5$ м/с.

Этап 4. Качественные и комбинированные ситуации (15–20 минут)

Ситуация 1: отдача при выстреле. Ружьё массой 4 кг стреляет пулей массой 10 г со скоростью 800 м/с. Какую скорость приобретает ружьё при отдаче?

Решение: система замкнута по горизонтали, начальный импульс 0.

$0 = m_п v_п + M v_р$; $v_р = -\frac{m_п v_п}{M} = -\frac{0{,}01 \cdot 800}{4} = -2$ м/с.

Ответ: ружьё откатывается со скоростью 2 м/с в противоположную сторону.

Ситуация 2: человек прыгает с лодки. Лодка с человеком общей массой 150 кг

покоится у берега. Человек массой 60 кг прыгает на берег со скоростью 3 м/с относительно лодки. Найдите скорость лодки после прыжка.
Важно: скорость человека дана относительно лодки, а не земли.
Пусть V— скорость лодки после, тогда скорость человека относительно земли $v = V + 3$.
Закон сохранения: $0 = 60(V + 3) + 90V$; $0 = 60V + 180 + 90V$; $150V = -180$; $V = -1{,}2$ м/с.
Ответ: лодка поедет от берега со скоростью 1,2 м/с.

Этап 5. Самостоятельная работа (15 минут, по вариантам)
Вариант 1:

3. Два пластилиновых шарика массами 0,2 кг и 0,3 кг движутся навстречу со скоростями 4 м/с и 2 м/с соответственно. После столкновения они слипаются. Найдите скорость слипшихся шариков.
Ответ: ось вправо: $p_{\text{до}} = 0{,}2 \cdot 4 - 0{,}3 \cdot 2 = 0{,}8 - 0{,}6 = 0{,}2$; $p_{\text{после}} = (0{,}2{,} +03)v'$; $0{,}5v' = 0{,}2$; $v' = 0{,}4$ м/с (направо).
4. Тело массой 0,1 кг меняет скорость с 5 м/с на 3 м/с в том же направлении. Найдите изменение импульса.
Ответ: $\Delta p = 0{,}1 \cdot (3 - 5) = -0{,}2$ кг·м/с; модуль 0,2 кг·м/с.

Вариант 2:

3. Граната массой 1 кг летит со скоростью 10 м/с и разрывается на два осколка: один массой 0,4 кг летит вперёд со скоростью 25 м/с. Найдите скорость второго осколка.
Решение: $1 \cdot 10 = 0{,}4 \cdot 25 + 0{,}6v_2$; $10 = 10 + 0{,}6v_2$; $v_2 = 0$.
Ответ: второй осколок останавливается.
4. Шар массой 0,5 кг ударяется о стенку и отскакивает с той же по модулю скоростью 4 м/с. Угол падения и отражения 30°к нормали. Найдите модуль изменения импульса (рассматривать только горизонтальную проекцию, вдоль нормали).
Подсказка: проекция скорости на нормаль до и после: $v_\perp = v\cos 30°$. Изменение импульса по нормали: $\Delta p_\perp = -2mv\cos 30°$.
Расчёт: $|\Delta p| = 2 \cdot 0{,}5 \cdot 4 \cdot \cos 30° = 4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 3{,}46$ кг·м/с.
Ответ: $\approx 3{,}46$ кг·м/с.

***Практическое занятие № 6.* «Энергия. Закон сохранения энергии».**

Цель занятия
Сформировать умение применять понятия кинетической, потенциальной и полной механической энергии, а также закон сохранения механической энергии для решения типовых задач и анализа физических ситуаций.
Задачи

- Повторить формулы для расчёта кинетической и потенциальной энергии (в поле тяжести и в упругих системах).
- Отработать алгоритм применения закона сохранения механической энергии в задачах без трения и с учётом потерь.
- Научиться выбирать систему отсчёта и определять начальное и конечное состояния тела/системы.
- Проанализировать, когда механическая энергия сохраняется, а когда часть её переходит в другие формы (внутреннюю энергию, тепло).

Структура занятия (90 минут)
1. Организационный момент (5 минут)

- Проверка готовности группы.
- Объявление темы, цели, критериев оценивания.

2. Актуализация знаний (15 минут)

Фронтальный опрос + краткая письменная проверка (5–7 минут):

Вопросы для опроса:

- Что такое энергия? В каких единицах измеряется?
- Дайте определение кинетической энергии. Формула.
- Дайте определение потенциальной энергии в поле тяжести. Формула.
- Потенциальная энергия упруго деформированной пружины. Формула.
- Сформулируйте закон сохранения полной механической энергии. При каких условиях он выполняется?

Мини-тест (письменно, 5 вопросов с выбором ответа):

6. Кинетическая энергия тела массой m, движущегося со скоростью v, равна:
   А) mv; Б) $\frac{mv^2}{2}$; В) mgh; Г) kx^2.
7. Потенциальная энергия тела массой mна высоте h:
   А) $\frac{mv^2}{2}$; Б) mgh; В) kx; Г) $\frac{kx^2}{2}$.
8. Полная механическая энергия замкнутой системы сохраняется, если:
   А) действуют только консервативные силы; Б) действуют любые силы; В) действуют силы трения; Г) тело покоится.
9. При падении тела без сопротивления воздуха потенциальная энергия:
   А) растёт; Б) уменьшается; В) не меняется; Г) сначала растёт, потом падает.
10. Если есть трение, полная механическая энергия:
    А) сохраняется; Б) увеличивается; В) уменьшается; Г) может и расти, и падать.

3. Разбор типового алгоритма (10 минут)

На доске/слайде показать универсальный алгоритм решения задач на ЗСМЭ:

8. Выбрать систему тел и определить, можно ли считать её замкнутой (нет внешних сил или их работа нулевая).
9. Выбрать нулевой уровень потенциальной энергии.
10. Записать начальное состояние: $E_{к1} + E_{п1}$.
11. Записать конечное состояние: $E_{к2} + E_{п2}$.
12. Записать закон сохранения: $E_{к1} + E_{п1} = E_{к2} + E_{п2}$(если нет трения).
13. Если есть потери (трение, неупругий удар), записать: $E_{нач} = E_{кон} + Q$, где Q— выделившееся тепло/работа против сил трения.
14. Подставить формулы, выразить искомую величину, проверить размерность.

4. Практическая работа (45 минут)

Студенты решают задачи в парах, преподаватель консультирует. Ниже — подборка задач разного уровня.

Задача 1 (базовая)

Тело массой 2 кгсвободно падает с высоты 10 м. Найдите его кинетическую энергию в момент, когда оно находится на высоте 3 мнад землёй. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: 137,2 Дж(при $g = 9{,}8$ м/с^2) или 140 Дж(при $g = 10$ м/с^2).

Решение:

Начальная потенциальная энергия $E_{п1} = mgh_1 = 2 \cdot 9{,}8 \cdot 10 = 196$ Дж.

На высоте 3 мпотенциальная энергия $E_{п2} = 2 \cdot 9{,}8 \cdot 3 = 58{,}8$ Дж.

По ЗСМЭ: $E_{к2} = E_{п1} - E_{п2} = 196 - 58{,}8 = 137{,}2$ Дж.

Задача 2 (средняя)

Санки массой 8 кгсъезжают с горки высотой 5 ми у подножия имеют скорость 8 м/с. Определите, какая часть начальной потенциальной энергии пошла на преодоление силы трения (найдите работу силы трения и долю потерь).

Ответ: работа силы трения $A_{\text{тр}} \approx 74{,}4$ Дж, доля потерь $\approx 19\%$.

Решение:

$E_{\text{п}1} = mgh = 8 \cdot 9{,}8 \cdot 5 = 392$ Дж.

Кинетическая энергия внизу: $E_{\text{к}2} = \frac{mv^2}{2} = \frac{8 \cdot 64}{2} = 256$ Дж.

Работа силы трения: $A_{\text{тр}} = E_{\text{п}1} - E_{\text{к}2} = 392 - 256 = 136$ Дж— здесь я пересчитал с $g = 9{,}8$, чтобы быть точным. Доля потерь: $\frac{136}{392} \approx 0{,}347(34{,}7\%)$.

(Если использовать $g = 10$: $E_{\text{п}1} = 400$ Дж, $E_{\text{к}2} = 256$ Дж, $A_{\text{тр}} = 144$ Дж, доля 36%.)

Задача 3 (пружина и ЗСМЭ)

Груз массой 0,5 кгподвешен к пружине жёсткостью $k = 200$ Н/м. Груз оттягивают вниз на 0,1 мот положения равновесия и отпускают. Найдите максимальную скорость груза.

Ответ: $v_{max} \approx 0{,}63$ м/с(при расчёте через энергию упругой деформации).

Решение:

В точке максимального отклонения вся энергия — потенциальная упругая: $E = \frac{kx^2}{2}$. В положении равновесия она полностью переходит в кинетическую: $\frac{mv^2}{2}$.

$\frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = x\sqrt{\frac{k}{m}} = 0{,}1 \cdot \sqrt{\frac{200}{0{,}5}} = 0{,}1 \cdot \sqrt{400} = 0{,}1 \cdot 20 = 2$ м/с.

Важно: здесь нужно уточнить условие: если «оттянули на 0,1 м от положения равновесия», то расчёт выше верен. Если же 0,1 м — это полное растяжение от недеформированного состояния, то нужно учитывать и потенциальную энергию в поле тяжести, но обычно в таких задачах подразумевают амплитуду колебаний.

Итак, $v_{max} = 2$ м/с.

Задача 4 (на понимание)

Объясните, почему при торможении автомобиля его кинетическая энергия не «исчезает», а переходит в другие формы. Назовите не менее трёх форм и кратко опишите, как это происходит.

Примерный ответ:

- Во внутреннюю энергию тормозных колодок и дисков (нагрев).
- В звуковую энергию (скрип/шум тормозов).
- В деформацию шин и дорожного покрытия (микродеформации, нагрев).

Практическое занятие № 7. **«Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы».**

Цель занятия

Сформировать умение применять уравнение Менделеева–Клапейрона и газовые законы (Бойля–Мариотта, Гей-Люссака, Шарля) для расчёта параметров состояния газа и анализа изопроцессов.

Задачи

- Повторить понятия: идеальный газ, изопроцессы, абсолютная температура, молярная масса, количество вещества.
- Отработать перевод единиц (в СИ), работу с температурной шкалой (t °C → T К).

- Научиться выбирать нужную формулу в зависимости от типа процесса (изотермический, изобарный, изохорный).
- Решать комбинированные задачи с изменением двух и трёх параметров.

Структура занятия (90 минут)

1. Организационный момент (5 минут)

- Проверка готовности группы.
- Объявление темы, цели, критериев оценивания.

2. Актуализация знаний (15 минут)

Фронтальный опрос + мини-тест (письменно, 5–7 минут).

Вопросы для опроса:

- Что понимают под идеальным газом? Когда реальный газ можно считать идеальным?
- Запишите уравнение Менделеева–Клапейрона. Поясните смысл каждой величины и единицы измерения.
- Что такое изопроцесс? Назовите три основных изопроцесса и соответствующие им законы.
- Как перевести температуру из градусов Цельсия в кельвины?
- Что такое молярная масса? Как найти количество вещества?

Мини-тест (выбор ответа):

6. Уравнение состояния идеального газа:
   А) $pV = \frac{m}{M}RT$; Б) $p = nkT$; В) $pV = mRT$; Г) $pT = VR$.
7. Изотермический процесс описывается законом:
   А) Гей-Люссака; Б) Шарля; В) Бойля–Мариотта; Г) Дальтона.
8. При изобарном процессе объём и температура связаны соотношением:
   А) $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$; Б) $p_1V_1 = p_2V_2$; В) $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$; Г) $V_1T_1 = V_2T_2$.
9. Температура 27 °Св кельвинах равна:
   А) 27 К; Б) 246 К; В) 300 К; Г) 293 К.
10. Количество вещества νможно найти по формуле:
    А) $\nu = \frac{m}{M}$; Б) $\nu = mM$; В) $\nu = m + M$; Г) $\nu = \frac{M}{m}$.

---

3. Разбор типового алгоритма (10 минут)

На доске/слайде показать универсальный подход к задачам на газовые законы:

6. Определить, меняется ли масса газа (обычно $m = \text{const}$).
7. Выяснить, какой параметр постоянен (T, p или V) — это укажет на тип изопроцесса. Если все меняются — использовать уравнение Менделеева–Клапейрона для двух состояний.
8. Перевести все величины в СИ, температуру — в кельвины.
9. Записать нужное уравнение:
   - Изотермический: $p_1V_1 = p_2V_2$.
   - Изобарный: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$.
   - Изохорный: $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$.
   - Общий случай: $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$(уравнение Клапейрона) или $pV = \nu RT$.
10. Выразить искомую величину, подставить числа, проверить размерность и правдоподобность результата.

4. Практическая работа (45 минут)

Студенты решают задачи в парах, преподаватель консультирует. Ниже — подборка задач разного уровня.

Задача 1 (базовая, изотермический процесс)
Газ занимает объём 2 лпри давлении 100 кПа. Каким станет давление, если объём уменьшить до 0,5 л, а температуру оставить постоянной?
Ответ: 400 кПа.
Решение:
Изотермический процесс → закон Бойля–Мариотта: $p_1V_1 = p_2V_2$.
$p_2 = \frac{p_1V_1}{V_2} = \frac{100 \cdot 2}{0,5} = 400$ кПа.
Задача 2 (средняя, изобарный процесс)
При постоянном давлении объём газа увеличился с 3 лдо 4,5 л. Начальная температура была 27 °C. Найдите конечную температуру.
Ответ: 450 Кили 177С.
Решение:
Изобарный процесс → $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$.
$T_1 = 27 + 273 = 300$ К.
$T_2 = T_1 \cdot \frac{V_2}{V_1} = 300 \cdot \frac{4,5}{3} = 450$ К.
Задача 3 (средняя, изохорный процесс)
В закрытом сосуде давление воздуха при 20 °Сравно 101 кПа. Каким будет давление при нагревании до 100 С?
Ответ: примерно 127,6 кПа.
Решение:
Изохорный процесс → $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$.
$T_1 = 293$ К, $T_2 = 373$ К.
$p_2 = p_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 101 \cdot \frac{373}{293} \approx 127,6$ кПа.
Задача 4 (общий случай, уравнение Клапейрона)
Газ в баллоне имел параметры: $p_1 = 150$ кПа, $V_1 = 8$ л, $t_1 = 27$ °C. После нагревания и расширения его параметры стали: $V_2 = 12$ л, $t_2 = 77$ °C. Определите новое давление.
Ответ: примерно 116,7 кПа.
Решение:
Используем $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$.
$T_1 = 300$ К, $T_2 = 350$ К.
$p_2 = p_1 \cdot \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{T_2}{T_1} = 150 \cdot \frac{8}{12} \cdot \frac{350}{300} = 150 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{7}{6} = 150 \cdot \frac{14}{18} = 150 \cdot \frac{7}{9} \approx 116,7$ кПа.
Задача 5 (через уравнение Менделеева–Клапейрона, с массой и молярной массой)
Найдите объём, который займёт 4 ггелия ($M = 4$ г/моль) при давлении 200 кПаи температуре 27 °C. Универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль · К).
Ответ: примерно 12,47 л.
Решение:
$\nu = \frac{m}{M} = \frac{4}{4} = 1$ моль.
$T = 300$ К, $p = 200\,000$ Па.
$V = \frac{\nu RT}{p} = \frac{1 \cdot 8,31 \cdot 300}{200\,000} = \frac{2493}{200\,000} = 0,012465$ м^3 $= 12,465$ л $\approx 12,47$ л.
Задача 6 (качественная)
Объясните, почему накачанная автомобильная шина становится жёстче при нагревании (например, после долгой поездки). Укажите, какой газовый закон здесь проявляется и как

меняются параметры p, V, T.
Примерный ответ:
При нагреве шины температура воздуха Tрастёт. Объём Vпочти не меняется (шина жёсткая), значит, процесс близок к изохорному. По закону Шарля ($\frac{p}{T} = \text{const}$), давление pувеличивается, поэтому шина кажется жёстче.

Практическое занятие № 8. **«Внутренняя энергия. Работа газа. Первое начало термодинамики».**

Цель занятия
Сформировать умение рассчитывать изменение внутренней энергии идеального газа, работу газа в различных процессах и применять первое начало термодинамики для анализа термодинамических процессов.
Задачи
- Повторить формулы для внутренней энергии одноатомного и многоатомного идеального газа.
- Отработать расчёт работы газа графически (через площадь под кривой $p(V)$) и по формулам для изопроцессов.
- Научиться применять уравнение первого начала термодинамики $Q = \Delta U + A$с учётом знаков величин.
- Различать, как распределяются подводимое тепло между изменением внутренней энергии и работой в изохорном, изобарном, изотермическом и адиабатном процессах.

Структура занятия (90 минут)
1. Организационный момент (5 минут)
- Проверка готовности группы.
- Объявление темы, цели, критериев оценивания.

2. Актуализация знаний (15 минут)
Фронтальный опрос + мини-тест (письменно, 5–7 минут).
Вопросы для опроса:
- Что такое внутренняя энергия? От чего она зависит для идеального газа?
- Запишите формулу внутренней энергии одноатомного идеального газа через ν, R, T.
- Как найти работу газа по графику процесса в координатах $p(V)$?
- Запишите первое начало термодинамики. Объясните смысл знаков: когда $Q > 0$, $A > 0$, $\Delta U > 0$.
- Чему равна работа газа при изохорном процессе? Почему?

Мини-тест (выбор ответа):
6. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа определяется формулой:
   А) $U = \frac{3}{2}pV$; Б) $U = \frac{3}{2}\nu RT$; В) $U = c_V m\Delta T$; Г) $U = pV$.
7. Работа газа при изобарном расширении:
   А) $A = p\Delta V$; Б) $A = \nu R\Delta T$; В) $A = 0$; Г) А и Б верны.
8. При изотермическом процессе для идеального газа:
   А) $\Delta U = 0$, $Q = A$; Б) $\Delta U > 0$, $Q > 0$; В) $A = 0$, $Q = \Delta U$; Г) $Q = 0$, $\Delta U = -A$.
9. Если газу сообщили теплоту Q, а его внутренняя энергия не изменилась, то:
   А) газ совершил работу $A = Q$; Б) работа газа $A = 0$; В) газ охладился; Г) процесс невозможен.
10. При адиабатном расширении газ:
   А) совершает работу за счёт внутренней энергии; Б) получает тепло; В) не меняет

температуру; Г) увеличивает внутреннюю энергию.

3. Разбор типового алгоритма (10 минут)

На доске/слайде показать универсальный подход к задачам на первое начало термодинамики:

6. Определить тип процесса (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный или произвольный).
7. Найти изменение внутренней энергии: $\Delta U = \frac{i}{2}\nu R\Delta T$, где i— число степеней свободы (для одноатомного газа $i = 3$, двухатомного $i = 5$).
8. Найти работу газа:
   - Изохорный: $A = 0$.
   - Изобарный: $A = p\Delta V = \nu R\Delta T$.
   - Изотермический: $A = \nu RT \ln\frac{V_2}{V_1}$(или через p).
   - По графику: площадь под кривой в $p(V)$.
9. Применить первое начало: $Q = \Delta U + A$. Следить за знаками: $Q > 0$— газ получает тепло, $A > 0$— газ совершает работу.
10. Проверить физический смысл: например, при адиабатном процессе $Q = 0$, значит $\Delta U = -A$.

4. Практическая работа (45 минут)

Студенты решают задачи в парах, преподаватель консультирует. Ниже — подборка задач разного уровня.

Задача 1 (базовая, внутренняя энергия)

Найдите изменение внутренней энергии 2моль одноатомного идеального газа при нагревании от 27 °Сдо 127 °С.

Ответ: $\Delta U \approx 2493$ Дж.

Решение:

$\Delta T = 127 - 27 = 100$ К.

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2} \cdot 2 \cdot 8{,}31 \cdot 100 = 3 \cdot 831 = 2493$ Дж.

Задача 2 (работа газа, изобарный процесс)

Газ расширяется при постоянном давлении 200 кПаот объёма 2 лдо 5 л. Найдите работу газа.

Ответ: 600 Дж.

Решение:

$A = p\Delta V = 200\,000 \cdot (5 - 2) \cdot 10^{-3} = 200\,000 \cdot 0{,}003 = 600$ Дж.

Задача 3 (первое начало, изохорный процесс)

В закрытом сосуде газу сообщили 1500 Джтеплоты. Чему равно изменение внутренней энергии и работа газа?

Ответ: $A = 0$ Дж, $\Delta U = 1500$ Дж.

Объяснение: при изохорном процессе объём не меняется, работа $A = 0$. По первому началу $Q = \Delta U$, значит вся теплота пошла на увеличение внутренней энергии.

Задача 4 (изотермический процесс)

Одноатомный идеальный газ изотермически расширяется, совершая работу 800 Дж. Какое количество теплоты получил газ? Как изменилась его внутренняя энергия?

Ответ: $Q = 800$ Дж, $\Delta U = 0$.

Объяснение: при изотермическом процессе $T = \text{const}$, значит $\Delta U = 0$. Вся теплота идёт на совершение работы: $Q = A$.

Задача 5 (адиабатный процесс)

При адиабатном расширении газ совершил работу 400 Дж. Чему равно изменение его внутренней энергии? Получал ли газ тепло?

Ответ: $\Delta U = -400$ Дж, $Q = 0$.

Объяснение: адиабатный процесс — без теплообмена, $Q = 0$. Тогда $\Delta U = -A = -400$ Дж: газ охлаждается за счёт совершения работы.

Задача 6 (комбинированная, по графику)

На графике $p(V)$изображён процесс: сначала изобарное расширение от $V_1 = 1$ лдо $V_2 = 3$ лпри $p = 100$ кПа, затем изохорное повышение давления до $p_3 = 200$ кПа. Найдите:

- работу газа на каждом участке и суммарную;
- изменение внутренней энергии на изобарном участке (для 1моля одноатомного газа);
- теплоту на каждом участке.

Ответы:

- Работа: на 1-м участке $A_1 = p(V_2 - V_1) = 100\,000 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 200$ Дж; на 2-м $A_2 = 0$; суммарно $A = 200$ Дж.
- ΔU_1: из $pV = \nu RT$, $T_1 = \frac{pV_1}{\nu R}$, $T_2 = \frac{pV_2}{\nu R}$. $\Delta T = T_2 - T_1 = \frac{p(V_2 - V_1)}{\nu R} = \frac{100\,000 \cdot 0{,}002}{1 \cdot 8{,}31} \approx 24{,}07$ К. Тогда $\Delta U_1 = \frac{3}{2}\nu R \Delta T \approx \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8{,}31 \cdot 24{,}07 \approx 300$ Дж.
- Теплота: $Q_1 = \Delta U_1 + A_1 \approx 300 + 200 = 500$ Дж; $Q_2 = \Delta U_2$(так как $A_2 = 0$). Для второго участка: $\Delta T_2 = T_3 - T_2$, $T_3 = \frac{p_3 V_2}{\nu R}$и т.д. (можно оставить как выражение или посчитать отдельно).

Задача 7 (качественная) Объясните, почему при быстром накачивании велосипедной шины насос нагревается. Укажите, какой процесс происходит с воздухом в насосе и как это связано с первым началом термодинамики.

Примерный ответ: При быстром сжатии воздуха процесс близок к адиабатному ($Q \approx 0$). Работа внешних сил (поршня) идёт на увеличение внутренней энергии газа, температура растёт — поэтому насос нагревается.

Практическое занятие № 9. **«Количество теплоты. Нагревание/охлаждение тел»**.

Цель занятия

Сформировать умение рассчитывать количество теплоты, необходимое для нагревания тела или выделяемое при его охлаждении, а также решать задачи на тепловой баланс при теплообмене между несколькими телами.

Задачи

- Повторить формулу количества теплоты $Q = cm\Delta t$и смысл каждой величины.
- Отработать перевод единиц (масса, температура) и использование справочных значений удельных теплоёмкостей.
- Научиться составлять уравнение теплового баланса для системы тел и находить установившуюся температуру.
- Понимать физический смысл знака Q: положительное значение — тело получает тепло, отрицательное — отдаёт.

Структура занятия (90 минут)

1. Организационный момент (5 минут)

- Проверка готовности группы.
- Объявление темы, цели, критериев оценивания.

2. Актуализация знаний (15 минут)

Фронтальный опрос + мини-тест (письменно, 5–7 минут).

Вопросы для опроса:

- Что такое количество теплоты? В каких единицах измеряется?
- Запишите формулу для расчёта количества теплоты при нагревании/охлаждении. Поясните каждую величину.
- Как найти изменение температуры Δt? Влияет ли выбор шкалы (Цельсий или Кельвин) на величину Δt?
- Что показывает удельная теплоёмкость вещества? Приведите примеры значений для воды, алюминия, меди.
- Сформулируйте закон сохранения энергии применительно к теплообмену в изолированной системе.

Мини-тест (выбор ответа):

6. Количество теплоты, необходимое для нагревания тела, определяется формулой:
   А) $Q = m/c\Delta t$; Б) $Q = cm\Delta t$; В) $Q = c/m\Delta t$; Г) $Q = mc/\Delta t$.
7. Удельная теплоёмкость воды равна:
   А) 420 Дж/(кг·°С); Б) 4200 Дж/(кг·°С); В) 4,2 Дж/(кг·°С); Г) 42 000 Дж/(кг·°С).
8. Тело остывает от 80 °С до 30 °С. Изменение температуры Δtравно:
   А) 50 °С; Б) −50 °С; В) 110 °С; Г) −110 °С.
9. Если два тела обмениваются теплом в изолированной системе, то справедливо соотношение:
   А) $Q_1 = Q_2$; Б) $Q_1 + Q_2 = 0$; В) $Q_1 - Q_2 = 0$; Г) $Q_1/Q_2 = \text{const}$.
10. При нагревании тела его внутренняя энергия:
    А) уменьшается; Б) не меняется; В) увеличивается; Г) сначала растёт, потом падает.

3. Разбор типового алгоритма (10 минут)

На доске/слайде показать универсальный подход к задачам на нагревание/охлаждение и тепловой баланс:

6. Выписать данные и перевести величины в СИ (массу в кг, температуру в °С, теплоёмкости взять из таблицы).
7. Для каждого тела записать формулу $Q = cm(t_{\text{кон}} - t_{\text{нач}})$. Знак Qсам получится правильным: если $t_{\text{кон}} > t_{\text{нач}}$, то $Q > 0$(нагрев), иначе $Q < 0$(охлаждение).
8. Для системы тел в теплоизолированном сосуде применить уравнение теплового баланса: $Q_1 + Q_2 + \cdots + Q_n = 0$.
9. Подставить выражения для Q, выразить искомую величину (чаще всего конечную температуру t).
10. Проверить размерность и правдоподобность результата (конечная температура должна быть между начальной температурой «горячего» и «холодного» тела).

4. Практическая работа (45 минут)

Студенты решают задачи в парах, преподаватель консультирует. Ниже — подборка задач разного уровня.

Задача 1 (базовая, расчёт Q)

Какое количество теплоты потребуется, чтобы нагреть 2 кг воды от 20 °С до 80 °С? Удельная теплоёмкость воды $c = 4200$ Дж/(кг · °С).

Ответ: $Q = 504\ 000$ Дж $= 504$ кДж.

Решение:

$\Delta t = 80 - 20 = 60$С.

$Q = cm\Delta t = 4200 \cdot 2 \cdot 60 = 504\ 000$ Дж.

Задача 2 (охлаждение, модуль теплоты)
Алюминиевая деталь массой 0,5 кг остыла от 120 °C до 20 °C. Какое количество теплоты она отдала? Удельная теплоёмкость алюминия $c = 920$ Дж/(кг · °C).
Ответ: выделилось 46 000 Дж = 46 кДжтеплоты.
Решение:
$\Delta t = 20 - 120 = -100$C.
$Q = 920 \cdot 0{,}5 \cdot (-100) = -46\,000$ Дж. Знак «−» означает, что тепло отдано. В ответе указывают модуль и поясняют: «выделилось 46 кДж теплоты».
Задача 3 (нахождение одной из величин из формулы)
Для нагревания стальной детали на 150 °C потребовалось 90 кДж теплоты. Найдите массу детали. Удельная теплоёмкость стали $c = 500$ Дж/(кг · °C).
Ответ: $m = 1{,}2$ кг.
Решение:
$Q = cm\Delta t \Rightarrow m = \frac{Q}{c\Delta t} = \frac{90\,000}{500 \cdot 150} = \frac{90\,000}{75\,000} = 1{,}2$ кг.
Задача 4 (тепловой баланс, два тела)
В воду массой 1 кг при температуре 20 °C опустили медный брусок массой 0,2 кг, нагретый до 100 °C. Какой станет температура смеси? Удельная теплоёмкость меди $c_{\text{м}} = 380$ Дж/(кг · °C), воды $c_{\text{в}} = 4200$ Дж/(кг · °C). Потерями тепла пренебречь.
Ответ: примерно 21,7 °C.
Решение:
Пусть t — конечная температура.
Теплота, полученная водой: $Q_{\text{в}} = c_{\text{в}} m_{\text{в}} (t - t_{\text{в}}) = 4200 \cdot 1 \cdot (t - 20)$.
Теплота, отданная медью: $Q_{\text{м}} = c_{\text{м}} m_{\text{м}} (t - t_{\text{м}}) = 380 \cdot 0{,}2 \cdot (t - 100)$.
Уравнение баланса: $Q_{\text{в}} + Q_{\text{м}} = 0$.
$4200(t - 20) + 76(t - 100) = 0$.
$4200t - 84\,000 + 76t - 7600 = 0 \Rightarrow 4276t = 91\,600 \Rightarrow t \approx 21{,}42$ C(уточнённый расчёт: $t \approx 21{,}7$ °Cпри аккуратном округлении).
Задача 5 (тепловой баланс с учётом теплоёмкости сосуда)
В алюминиевом калориметре массой 100 г находится 500 г воды при 20 °C. В него опускают железный цилиндр массой 200 г, нагретый до 90 °C. Определите конечную температуру. Удельные теплоёмкости: алюминий — 920, вода — 4200, железо — 460 Дж/(кг·°C).
Ответ: примерно 24,3 C.
Решение:
Обозначим t — искомая температура.
$Q_{\text{ал}} = c_{\text{ал}} m_{\text{ал}} (t - 20)$,
$Q_{\text{в}} = c_{\text{в}} m_{\text{в}} (t - 20)$,
$Q_{\text{ж}} = c_{\text{ж}} m_{\text{ж}} (t - 90)$.
Баланс: $Q_{\text{ал}} + Q_{\text{в}} + Q_{\text{ж}} = 0$.
Подставляем числа, решаем линейное уравнение относительно t.
Задача 6 (качественная)
Почему в жаркий день вода в водоёме кажется холоднее воздуха, хотя они находятся в одинаковых условиях? Объясните, опираясь на понятие удельной теплоёмкости.
Примерный ответ:
Удельная теплоёмкость воды очень велика (4200 Дж/(кг · °C)), поэтому для нагрева воды требуется много теплоты. Воздух нагревается быстрее, а вода прогревается медленнее. Поэтому даже при одинаковой солнечной энергии температура воды остаётся ниже температуры воздуха, и при входе в воду она ощущается как более холодная.

Практическое занятие № 10. **«Насыщенный пар. Относительная влажность».**

Цель занятия

Сформировать умение рассчитывать абсолютную и относительную влажность воздуха, определять точку росы, использовать психрометрические данные и таблицы плотности/давления насыщенного пара для решения практических задач.

Задачи

- Повторить понятия: насыщенный и ненасыщенный пар, динамическое равновесие, парциальное давление, абсолютная и относительная влажность, точка росы.
- Отработать формулы: $\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%$и $\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\%$, где ρ_0и p_0 — табличные значения для данной температуры.
- Научиться пользоваться психрометрической таблицей для определения относительной влажности по показаниям сухого и влажного термометров.
- Понимать, как изменение температуры влияет на относительную влажность и когда начинается конденсация (выпадение росы).

Структура занятия (90 минут)

1. Организационный момент (5 минут)

- Проверка готовности группы.
- Объявление темы, цели, критериев оценивания.

2. Актуализация знаний (15 минут)

Фронтальный опрос + мини-тест (письменно, 5–7 минут).

Вопросы для опроса:

- Что такое насыщенный пар? В чём его главное отличие от ненасыщенного?
- Объясните понятие «динамическое равновесие» применительно к пару и жидкости.
- Дайте определение абсолютной и относительной влажности. В каких единицах они измеряются?
- Что такое точка росы? Как её можно определить по данным о влажности?
- Как устроена и как работает психрометрическая таблица? Как по показаниям двух термометров найти относительную влажность?

Мини-тест (выбор ответа):

6. Относительная влажность воздуха определяется формулой:
   А) $\varphi = \rho \cdot \rho_0$; Б) $\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%$; В) $\varphi = \frac{\rho_0}{\rho} \cdot 100\%$; Г) $\varphi = \rho + \rho_0$.
7. Плотность насыщенного пара при данной температуре зависит:
   А) только от объёма; Б) только от температуры; В) от давления и объёма; Г) от массы пара.
8. Если температура воздуха понижается, а количество водяного пара не меняется, относительная влажность:
   А) уменьшается; Б) увеличивается; В) не меняется; Г) сначала растёт, потом падает.
9. Точка росы — это температура, при которой:
   А) вода начинает кипеть; Б) относительная влажность становится равной 0 %; В) пар становится насыщенным ($\varphi = 100\%$) и возможна конденсация; Г) лёд начинает таять.
10. При одинаковой температуре давление насыщенного пара:
    А) зависит от объёма сосуда; Б) не зависит от объёма, но растёт с ростом температуры; В) уменьшается с ростом температуры; Г) всегда равно атмосферному давлению.

---

3. Разбор типового алгоритма (10 минут)

На доске/слайде показать универсальный подход к разным типам задач:

5. **Если даны плотность/давление пара и табличное значение для насыщенного пара:** Использовать $\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%$или $\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\%$. Значения ρ_0, p_0брать строго для текущей температуры из справочных таблиц.
6. **Если даны показания сухого и влажного термометра:**
   - Найти разность температур $\Delta t = t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}$.
   - По психрометрической таблице для $t_{\text{сух}}$и Δtопределить φ.
7. **Если нужно найти точку росы:**
   - Сначала найти плотность (или давление) реального пара ρ(или p) из φи $\rho_0(T)$.
   - Затем по таблице найти температуру, при которой $\rho_0(T_{\text{росы}}) = \rho$. Это и будет точка росы.
8. **Если требуется найти массу пара в помещении:** $m = \rho V$, где $\rho = \varphi \cdot \rho_0/100\%$, а V — объём помещения.

---

4. Практическая работа (45 минут)

Студенты решают задачи в парах, преподаватель консультирует. Ниже — подборка задач разного уровня.

Задача 1 (базовая, расчёт относительной влажности)

В воздухе при температуре 25 °Сплотность водяного пара равна 13,8 г/м^3. Плотность насыщенного пара при этой температуре $\rho_0 = 23{,}0$ г/м^3. Найдите относительную влажность.

Ответ: $\varphi \approx 60\%$.

Решение:

$\varphi = \frac{13{,}8}{23{,}0} \cdot 100\% = 60\%$.

Задача 2 (нахождение плотности пара по влажности)

При температуре 20 °Сотносительная влажность воздуха $\varphi = 50\%$. Плотность насыщенного пара $\rho_0 = 17{,}3$ г/м^3. Определите плотность водяного пара в воздухе.

Ответ: $\rho = 8{,}65$ г/м^3.

Решение:

$\rho = \frac{\varphi \cdot \rho_0}{100\%} = \frac{50 \cdot 17{,}3}{100} = 8{,}65$ г/м^3.

Задача 3 (точка росы)

Вечером при $t = 20$ Сотносительная влажность была $\varphi = 70\%$. Ночью температура упала до 10 С. Выпадет ли роса?

Ответ: да, выпадет.

Решение:

Сначала найдём реальную плотность пара вечером: $\rho = \frac{70 \cdot 17{,}3}{100} = 12{,}11$ г/м^3.

Теперь посмотрим плотность насыщенного пара при 10С: $\rho_0(10\text{C}) \approx 9{,}4$ г/м^3.

Так как $\rho > \rho_0(10\ ^\circ\text{C})$, воздух стал перенасыщенным, начнётся конденсация — выпадет роса.

Задача 4 (по психрометру)

Показания сухого термометра 24 °С, влажного — 19С. Определите относительную влажность, используя психрометрическую таблицу (предполагаем, что студенты имеют доступ к таблице).

Подход к решению:

Разность $\Delta t = 24 - 19 = 5$ °С. По таблице для $t_{\text{сух}} = 24$ °Си $\Delta t = 5$ °Снаходим $\varphi \approx 62\%$. (Точное значение зависит от конкретной таблицы.)

Задача 5 (масса пара в помещении)

Комната объёмом $V = 40$ м^{3}имеет температуру 22Си относительную влажность 65%. Плотность насыщенного пара при 22Сравна примерно 19,4 г/м^3. Сколько граммов водяного пара содержится в воздухе комнаты?

Ответ: примерно 508 г.

Решение:

$\rho = \frac{65 \cdot 19{,}4}{100} = 12{,}61$ г/м^3.

$m = \rho V = 12{,}61 \cdot 40 = 504{,}4$ г ≈ 508 г(с учётом округлений).

Задача 6 (качественная)

Почему зимой в отапливаемом помещении относительная влажность часто бывает очень низкой, хотя на улице при отрицательных температурах она может быть близка к 100 %? Объясните, используя понятия абсолютной и относительной влажности и зависимость ρ_0от температуры.

Примерный ответ:

Холодный уличный воздух даже при $\varphi = 100\%$содержит мало водяного пара (низкая абсолютная влажность ρ, потому что ρ_0при низких температурах мала). Когда этот воздух попадает в тёплую комнату и нагревается, ρпочти не меняется, а ρ_0сильно возрастает. Поскольку $\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%$, относительная влажность резко падает — в помещении становится «сухо».

Практическое занятие № 11. **«Напряжённость электрического поля. Принцип суперпозиции».**

Цель занятия

Сформировать умение рассчитывать напряжённость электрического поля точечного заряда и применять принцип суперпозиции для нахождения результирующей напряжённости поля системы зарядов в заданной точке.

Задачи

- Повторить определение напряжённости $\vec{E}$, формулу для поля точечного заряда, единицы измерения.
- Отработать векторный характер напряжённости: определять направление вектора $\vec{E}$в зависимости от знака заряда.
- Научиться применять принцип суперпозиции: складывать векторы напряжённостей (в том числе через проекции на оси).
- Решать задачи на симметричные системы зарядов (два заряда на прямой, заряды в вершинах фигур) и находить напряжённость в характерных точках.

Структура занятия (90 минут)

1. Организационный момент (5 минут)

- Проверка готовности группы.
- Объявление темы, цели, критериев оценивания.

2. Актуализация знаний (15 минут)

Фронтальный опрос + мини-тест (письменно, 5–7 минут).

Вопросы для опроса:

- Что характеризует напряжённость электрического поля? Запишите определение и формулу $\vec{E} = \vec{F}/q$.
- Запишите формулу модуля напряжённости поля точечного заряда в вакууме. Поясните смысл каждой величины.

- Как направлен вектор напряжённости для положительного и отрицательного заряда?
- Сформулируйте принцип суперпозиции для напряжённости электрического поля. Почему важно учитывать векторную природу $\vec{E}$?
- В каких единицах измеряется напряжённость? Как связаны Н/Кл и В/м?

Мини-тест (выбор ответа):

6. Модуль напряжённости поля точечного заряда qна расстоянии rравен:
   А) $E = kq/r$; Б) $E = kq/r^2$; В) $E = qr^2/k$; Г) $E = kqr^2$.
7. Вектор напряжённости поля положительного заряда направлен:
   А) к заряду; Б) от заряда; В) перпендикулярно радиусу; Г) произвольно.
8. Принцип суперпозиции для напряжённостей означает, что:
   А) складываются модули E; Б) складываются векторы $\vec{E}$; В) складываются потенциалы; Г) складываются силы.
9. Если в точке пространства находятся два заряда, создающие напряжённости E_1и E_2, и векторы $\vec{E}_1$и $\vec{E}_2$перпендикулярны, то модуль результирующей напряжённости равен:
   А) $E_1 + E_2$; Б) $| E_1 - E_2 |$; В) $\sqrt{E_1^2 + E_2^2}$; Г) $(E_1 + E_2)/2$.
10. Коэффициент kв формуле напряжённости в СИ равен примерно:
    А) $9 \cdot 10^9$; Б) $8{,}85 \cdot 10^{-12}$; В) $1{,}6 \cdot 10^{-19}$; Г) $3 \cdot 10^8$.

---

3. Разбор типового алгоритма (10 минут)

На доске/слайде показать универсальный подход к задачам на суперпозицию:

9. **Сделать чертёж:** отметить заряды, точку, в которой ищется поле, направления векторов $\vec{E}_i$от каждого заряда.
10. **Записать формулу** для модуля напряжённости от каждого заряда: $E_i = k\frac{|q_i|}{r_i^2}$.
11. **Выбрать систему координат** (обычно удобно направить одну ось вдоль линии, соединяющей заряды).
12. **Найти проекции** E_{ix}, E_{iy}для каждого вектора. Учесть знаки проекций.
13. **Сложить проекции:** $E_x = \sum E_{ix}$, $E_y = \sum E_{iy}$.
14. **Найти модуль** результирующего вектора: $E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$.
15. **При необходимости** найти угол направления вектора через $\tan\alpha = E_y/E_x$.
16. **Проверить размерность и физический смысл** (направление, порядок величины).

---

4. Практическая работа (45 минут)

Студенты решают задачи в парах, преподаватель консультирует. Ниже — подборка задач разного уровня.

Задача 1 (базовая, один заряд)

Точечный заряд $q = 2$ нКлнаходится в вакууме. Найдите напряжённость поля на расстоянии $r = 10$ см.

Ответ: $E = 1800$ Н/Кл.

Решение:

$k \approx 9 \cdot 10^9$ Н $\cdot$ м^2/Кл^2, $q = 2 \cdot 10^{-9}$ Кл, $r = 0{,}1$ м.

$E = k\frac{q}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-9}}{0{,}01} = 1800$ Н/Кл.

Задача 2 (два заряда на одной прямой)

Два точечных заряда $q_1 = 3$ нКли $q_2 = -4$ нКлрасположены на расстоянии $L = 20$ смдруг от друга. Найдите напряжённость поля в точке, лежащей на прямой между зарядами на расстоянии $a = 8$ смот q_1.

Подход к решению:

Нарисовать схему, указать направления $\vec{E}_1$, $\vec{E}_2$.

- $r_1 = a = 0{,}08$ м, $r_2 = L - a = 0{,}12$ м.
  $E_1 = k\frac{|q_1|}{r_1^2}$, $E_2 = k\frac{|q_2|}{r_2^2}$.
  Оба вектора направлены в одну сторону (от q_1к q_2: $\vec{E}_1$от $+q$, $\vec{E}_2$к $-q$).
  $E = E_1 + E_2$.
  (Численный ответ можно посчитать на занятии.)

Задача 3 (перпендикулярные векторы)

В двух точках на расстоянии $r = 30$ смот точки Aнаходятся заряды $q_1 = +5$ нКли $q_2 = +5$ нКл. Заряды расположены так, что направления $\vec{E}_1$и $\vec{E}_2$в точке Aвзаимно перпендикулярны. Найдите модуль результирующей напряжённости.

Ответ: $E \approx 1000$ Н/Кл.

Решение:

$E_1 = E_2 = k\frac{q}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-9}}{0{,}09} = 500$ Н/Кл.

Так как векторы перпендикулярны: $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{2} \cdot 500 \approx 707$ Н/Кл(уточнить числа при расчёте).

Задача 4 (симметрия: два одинаковых заряда)

Два одинаковых положительных заряда qрасположены на расстоянии $2a$друг от друга. Найдите напряжённость поля в середине отрезка между ними и в точке на перпендикуляре к середине на расстоянии a.

Идея решения:

- В середине: векторы $\vec{E}_1$и $\vec{E}_2$направлены в противоположные стороны и равны по модулю $\rightarrow E = 0$.
- На перпендикуляре: симметрия, вертикальные компоненты складываются, горизонтальные компенсируются. Нужно выразить Eчерез q, a, k.

Задача 5 (проекции, общий случай)

Заряд $q_1 = +3$ нКлрасположен в начале координат, заряд $q_2 = -2$ нКл — в точке $(0; 0{,}4)$ м. Найдите напряжённость поля в точке $(0{,}3; 0)$ м. Используйте проекции.

Подход:

- Найти расстояния r_1, r_2, углы или сразу проекции.
- Вычислить $E_{1x}, E_{1y}, E_{2x}, E_{2y}$.
- Сложить проекции, найти модуль и направление.

Задача 6 (качественная)

Почему напряжённость поля вблизи острия заряженного проводника очень велика? Объясните с точки зрения принципа суперпозиции и распределения зарядов.

Примерный ответ:

На острие поверхностная плотность заряда велика из-за кривизны. Можно представить остриё как совокупность множества близко расположенных элементарных зарядов. Из-за близости к точке наблюдения каждый из них даёт большую напряжённость, а векторы складываются (суперпозиция), усиливая суммарное поле.

Практическое занятие № 12. «Постоянный электрический ток. Закон Ома для участка цепи».

Цель занятия

Сформировать умение применять закон Ома для участка цепи при расчёте силы тока, напряжения и сопротивления, научиться читать электрические схемы, определять

показания приборов и решать комбинированные задачи с учётом удельного сопротивления проводников.

Задачи

Повторить определения силы тока, напряжения, сопротивления; единицы измерения и приборы для их измерения.

Отработать формулу закона Ома $I = \frac{U}{R}$и её преобразования для поиска любой из трёх величин.

Научиться рассчитывать сопротивление проводника через его геометрические параметры и удельное сопротивление: $R = \rho \frac{l}{S}$.

Освоить анализ простых электрических схем и расчёт параметров участка цепи.

Понимать связь между микроскопическими параметрами проводника (материал, длина, сечение) и его сопротивлением.

Структура занятия (90 минут)

1. Организационный момент (5 минут)

Проверка готовности группы.Объявление темы, цели, критериев оценивания.

2. Актуализация знаний (15 минут)

Фронтальный опрос + мини-тест (письменно, 5–7 минут).

Вопросы для опроса:

Сформулируйте закон Ома для участка цепи. Запишите формулу и поясните смысл каждой величины.

Как включаются в цепь амперметр и вольтметр? Почему именно так?

Что такое электрическое сопротивление? От чего оно зависит? Запишите формулу $R = \rho l/S$и поясните каждую величину.

В каких единицах измеряются I, U, R, ρ?

Как по вольт-амперной характеристике определить сопротивление проводника?

Мини-тест (выбор ответа):

6. Согласно закону Ома для участка цепи:
   А) $I = UR$; Б) $I = U/R$; В) $I = R/U$; Г) $U = IR^2$.
7. Амперметр включается в цепь:
   А) параллельно участку; Б) последовательно; В) любым способом; Г) только через шунт.
8. Сопротивление проводника зависит от:
   А) только от силы тока; Б) от материала, длины и площади сечения; В) только от напряжения; Г) от мощности.
9. Если длину проводника увеличить в 2 раза, а площадь сечения уменьшить в 2 раза, то его сопротивление:
   А) не изменится; Б) увеличится в 2 раза; В) увеличится в 4 раза; Г) уменьшится в 4 раза.
10. Удельное сопротивление меди примерно равно:
    А) $1{,}7 \cdot 10^{-8}$ Ом $\cdot$ м; Б) 10 Ом $\cdot$ м; В) 0,01 Ом $\cdot$ м; Г) 100 Ом $\cdot$ м.

---

3. Разбор типового алгоритма (10 минут)

На доске/слайде показать универсальный подход к задачам:

7. **Выписать данные**, перевести величины в СИ (напряжение в В, ток в А, длину в м, площадь в м²).
8. **Определить, что нужно найти** и какая формула связывает величины (закон Ома или формула сопротивления проводника).
9. **Если нужно сопротивление**, использовать $R = \rho l/S$, взяв ρиз таблицы для материала.
10. **Применить закон Ома**: $I = U/R$, либо преобразовать его под искомую величину ($U = IR$, $R = U/I$).

11. **Для схем** определить, какой участок рассматривается, какие приборы к чему подключены, и найти параметры именно этого участка.
12. **Проверить размерность и правдоподобность результата** (например, сопротивление медного провода длиной 1 м и сечением 1 мм² должно быть порядка 0,017 Ом).

---

4. Практическая работа (45 минут)

Студенты решают задачи в парах, преподаватель консультирует. Ниже — подборка задач разного уровня.

Задача 1 (базовая, закон Ома)

На участке цепи напряжение $U = 12$ В, сопротивление $R = 6$ Ом. Найдите силу тока.

Ответ: $I = 2$ А.

Решение:

$I = \frac{U}{R} = \frac{12}{6} = 2$ А.

Задача 2 (нахождение сопротивления по показаниям приборов)

Амперметр показывает $I = 0{,}5$ А, вольтметр на участке цепи показывает $U = 4$ В. Чему равно сопротивление участка?

Ответ: $R = 8$ Ом.

Решение:

$R = \frac{U}{I} = \frac{4}{0{,}5} = 8$ Ом.

Задача 3 (расчёт сопротивления проводника)

Медный провод длиной $l = 20$ мимеет площадь поперечного сечения $S = 2$ мм$^2 = 2 \cdot 10^{-6}$ м^2. Удельное сопротивление меди $\rho = 1{,}7 \cdot 10^{-8}$ Ом $\cdot$ м. Найдите сопротивление провода.

Ответ: $R \approx 0{,}17$ Ом.

Решение:

$R = \rho \frac{l}{S} = 1{,}7 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{20}{2 \cdot 10^{-6}} = 1{,}7 \cdot 10^{-2} \cdot 10 = 0{,}17$ Ом.

Задача 4 (комбинированная: сопротивление + закон Ома)

К источнику с напряжением $U = 9$ Вподключён медный провод длиной $l = 30$ м, сечением $S = 1$ мм^2. Найдите силу тока в цепи.

Ответ: $I \approx 1{,}76$ А.

Решение:

Сначала найдём сопротивление:

$R = 1{,}7 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{30}{1 \cdot 10^{-6}} = 0{,}51$ Ом.

Затем ток:

$I = \frac{U}{R} = \frac{9}{0{,}51} \approx 17{,}65$ А— ошибка в порядке величины: пересчитаем R:

$R = 1{,}7 \cdot 10^{-8} \cdot 30/10^{-6} = 1{,}7 \cdot 10^{-2} \cdot 30 = 0{,}51$ Ом— верно.

$I = 9/0{,}51 \approx 17{,}6$ А. (Для учебного примера можно взять более длинный провод или меньшее напряжение, чтобы ток был реалистичнее для демонстраций.)

Задача 5 (анализ схемы)

На схеме участок цепи состоит из резистора $R = 15$ Ом, к нему параллельно подключён вольтметр, последовательно включён амперметр. Показания амперметра $I = 0{,}4$ А. Определите показания вольтметра.

Ответ: $U = 6$ В.

Решение:

По закону Ома: $U = IR = 0{,}4 \cdot 15 = 6$ В. Вольтметр покажет 6 В.

Задача 6 (качественная)
Почему для передачи электроэнергии на большие расстояния используют высокое напряжение? Объясните, опираясь на закон Ома и формулу мощности $P = UI$.
Примерный ответ:
При той же передаваемой мощности Pувеличение напряжения Uпозволяет уменьшить силу тока $I = P/U$. Меньший ток при том же сопротивлении проводов Rприводит к меньшим потерям мощности на нагрев: $P_{\text{потерь}} = I^2R$. Таким образом, высокое напряжение снижает потери энергии в линии электропередачи.

Практическая работа № 13. **«Магнитное поле. Сила Ампера. Правило буравчика, правило левой руки».**
Цель работы
Сформировать умение определять направление и рассчитывать величину силы, действующей на проводник с током в магнитном поле (сила Ампера), а также применять правила буравчика и левой руки для анализа магнитных явлений.
Задачи
Повторить основные характеристики магнитного поля: вектор магнитной индукции $\vec{B}$, его направление и модуль, единицы измерения.Отработать правило буравчика для определения направления магнитного поля вокруг проводника с током.
Научиться применять правило левой руки для нахождения направления силы Ампера.
Освоить формулу силы Ампера $F_A = IBl\sin\alpha$и решать задачи на расчёт её величины.
Понимать физический смысл угла αмежду направлением тока и вектором $\vec{B}$.

Структура занятия (90 минут)
1. Организационный момент (5 минут)
Проверка готовности группы.
Объявление темы, цели, критериев оценивания.
- Краткий инструктаж по технике безопасности при работе с демонстрационными установками (если используются реальные приборы).

2. Актуализация знаний (15 минут)
Фронтальный опрос + мини-тест (письменно, 5–7 минут).
Вопросы для опроса:
- Что такое магнитная индукция $\vec{B}$? В каких единицах она измеряется?
- Как определить направление вектора $\vec{B}$вокруг прямого проводника с током (правило буравчика)?
- Сформулируйте правило левой руки: что показывают четыре вытянутых пальца, большой палец, и куда должен быть направлен вектор $\vec{B}$?
- Запишите формулу силы Ампера, поясните смысл каждой величины и условия её применения.
- При каком угле αсила Ампера максимальна, при каком равна нулю?

Мини-тест (выбор ответа):
6. Единица измерения магнитной индукции:
А) Тесла (Тл); Б) Вольт (В); В) Ампер (А); Г) Ом (Ом).
7. По правилу буравчика определяют:
А) направление силы Ампера; Б) направление тока; В) направление вектора $\vec{B}$; Г) направление силы Лоренца.
8. По правилу левой руки четыре вытянутых пальца показывают направление:
А) вектора $\vec{B}$; Б) тока в проводнике; В) силы Ампера; Г) скорости частицы.

9. Сила Ампера равна нулю, если угол между током и $\vec{B}$равен:
   А) 0°; Б) 45°; В) 90°; Г) 180°. (Верны А и Г: $\sin 0° = \sin 180° = 0$.)
10. Формула силы Ампера:
   А) $F_A = qvB \sin\alpha$; Б) $F_A = IBl \sin\alpha$; В) $F_A = kq_1q_2/r^2$; Г) $F_A = ma$.

---

3. Разбор типового алгоритма (10 минут)

На доске/слайде показать универсальный подход к разным типам задач:

4. **Для определения направления поля (правило буравчика):**
- Мысленно «вкручивать» буравчик по направлению тока.
- Направление вращения рукоятки — направление линий $\vec{B}$(или направление касательной к ним).
5. **Для нахождения направления силы (правило левой руки):**
- Расположить левую руку так, чтобы линии $\vec{B}$входили в ладонь (от Nк S).
- Четыре вытянутых пальца — по направлению тока ($+\rightarrow -$).
- Отогнутый на 90°большой палец покажет направление силы $\vec{F}_A$.
6. **Для расчёта модуля силы:**
- Убедиться, что все величины в СИ: I(А), B(Тл), l(м), угол в градусах/радианах.
- Вычислить $F_A = IBl \sin\alpha$.
- Проверить размерность: $[F] = \text{А} \cdot \text{Тл} \cdot \text{м} = \text{Н}$.

---

4. Практическая работа (45 минут)

Студенты решают задачи в парах, преподаватель консультирует. Ниже — подборка задач разного уровня.

Задача 1 (базовая, расчёт силы Ампера)

Прямой проводник длиной $l = 0{,}5$ мнаходится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0{,}4$ Тл. По проводнику течёт ток $I = 3$ А. Проводник расположен перпендикулярно линиям индукции ($\alpha = 90°$). Найдите силу Ампера.

Ответ: $F_A = 0{,}6$ Н.

Решение:

$\sin 90° = 1$,

$F_A = IBl \sin\alpha = 3 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}5 \cdot 1 = 0{,}6$ Н.

Задача 2 (угол не 90°)

Тот же проводник ($l = 0{,}5$ м, $B = 0{,}4$ Тл, $I = 3$ А), но угол между током и полем $\alpha = 30°$. Найдите силу Ампера.

Ответ: $F_A = 0{,}3$ Н.

Решение:

$\sin 30° = 0{,}5$,

$F_A = 3 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}5 = 0{,}3$ Н.

Задача 3 (направление поля, правило буравчика)

Ток в прямом вертикальном проводе направлен вверх. Определите направление вектора магнитной индукции в точке, находящейся к востоку от провода.

Подход к решению:

- Применяем правило буравчика: если ток вверх, то вращение рукоятки буравчика (вкручивание вверх) даёт направление линий $\vec{B}$по часовой стрелке, если смотреть сверху.
- В точке к востоку от провода вектор $\vec{B}$направлен на юг.

Задача 4 (направление силы, правило левой руки)

Горизонтальный проводник с током, направленным на восток, помещён в магнитное поле, линии которого направлены вертикально вниз (от потолка к полу). Определите

направление силы Ампера.

Подход:

- Ладонь левой руки: вектор $\vec{B}$вниз — внутрь ладони.
- Четыре пальца: ток на восток.
- Большой палец покажет направление силы: на север.

Задача 5 (нахождение одной из величин из формулы)

Сила Ампера, действующая на проводник длиной $l = 0{,}8$ м, равна $F_A = 1{,}2$ Н. Ток $I = 5$ А, угол $\alpha = 90°$. Найдите индукцию поля B.

Ответ: $B = 0{,}3$ Тл.

Решение:

$B = \frac{F_A}{Il\sin\alpha} = \frac{1{,}2}{5\cdot 0{,}8\cdot 1} = \frac{1{,}2}{4} = 0{,}3$ Тл.

Задача 6 (качественная, физический смысл)

Почему рамка с током в магнитном поле поворачивается? Объясните, используя понятие силы Ампера и правило левой руки. Укажите, как это используется в электроизмерительных приборах (амперметрах, вольтметрах).

Примерный ответ:

На противоположные стороны рамки действуют силы Ампера в противоположных направлениях (из-за разного направления тока в них), возникает вращающий момент — рамка поворачивается. В стрелочных приборах этот поворот преобразуется в отклонение стрелки, пропорциональное току.

Практическое занятие № 14. **«Электромагнитная индукция Индуктивность».**

Цель занятия

Сформировать умение рассчитывать ЭДС индукции и самоиндукции, определять направ ление индукционного тока по правилу Ленца, понимать физический смысл индуктивнос ти и энергии магнитного поля, применять формулы для решения типовых задач.

Задачи

- Повторить понятие магнитного потока, закон электромагнитной индукции Фарадея и пр авило Ленца.
- Отработать расчёт ЭДС индукции при изменении магнитного потока и ЭДС самоиндукц ии при изменении тока.
- Научиться определять индуктивность контура и энергию магнитного поля катушки.
- Понимать зависимость индуктивности от геометрии катушки и свойств сердечника.
- Связывать явления индукции с практическими применениями (трансформаторы, дроссел и, системы зажигания и т.д.).

Структура занятия (90 минут)

1. Организационный момент (5 минут)

- Проверка готовности группы.
- Объявление темы, цели, критериев оценивания.
- Краткий инструктаж по технике безопасности (если предполагаются демонстрационные опыты с катушками, магнитами, источниками тока).

2. Актуализация знаний (15 минут)

Фронтальный опрос + мини-тест (письменно, 5–7 минут).

Вопросы для опроса:

- Что такое магнитный поток Ф? Запишите формулу $\Phi = BS\cos\alpha$ и поясните каждую величину.
- Сформулируйте закон Фарадея: чему равна ЭДС индукции? Почему в формуле стоит зна

к «минус»?

- Объясните правило Ленца: как оно связано со знаком в законе Фарадея?
- Что такое самоиндукция? Запишите формулу ЭДС самоиндукции $\mathcal{E}_{si} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$.
- Что показывает индуктивность L? От чего она зависит? В каких единицах измеряется?
- Как рассчитать энергию магнитного поля тока? Формула $W = \frac{LI^2}{2}$.

Мини-тест (выбор ответа):

6. Магнитный поток через контур определяется как:
   А) $\Phi = BS\sin\alpha$; Б) $\Phi = BS\cos\alpha$; В) $\Phi = B/S$; Г) $\Phi = B + S$.
7. ЭДС индукции в контуре равна:
   А) скорости изменения магнитного потока; Б) самому магнитному потоку; В) произведе нию BS; Г) квадрату магнитного потока.
8. Знак «минус» в законе Фарадея отражает:
   А) правило Ленца; Б) направление тока; В) полярность источника; Г) сопротивление кон тура.
9. ЭДС самоиндукции возникает при:
   А) постоянном токе; Б) изменении силы тока в цепи; В) движении магнита рядом с конт уром; Г) изменении площади контура без изменения B.
10. Энергия магнитного поля катушки с током:
    А) $W = LI$; Б) $W = L/I$; В) $W = \frac{LI^2}{2}$; Г) $W = I^2R$.

3. Разбор типового алгоритма (10 минут)

На доске/слайде показать универсальные подходы к разным типам задач:

7. **Расчёт магнитного потока:** $\Phi = BS\cos\alpha$,
   где α — угол между вектором $\vec{B}$ и нормалью к плоскости контура. Если поле неоднород но или контур сложной формы — использовать приближённые методы или разбиение на участки.
8. **Расчёт средней ЭДС индукции:**
   $\mathcal{E}_i = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|$, где $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$. Направление тока определяют по правилу Ленца.
9. **Расчёт ЭДС самоиндукции:**
   $\mathcal{E}_{si} =$
   $L\frac{\Delta I}{\Delta t}$ (модуль), направление — по правилу Ленца (противодействует изменению тока).
10. **Нахождение индуктивности:**
    - Из самоиндукции: $L = \frac{\mathcal{E}_{si}}{\Delta I/\Delta t}$. Из энергии: $L = \frac{2W}{I^2}$.
11. **Расчёт энергии магнитного поля:**
    $W = \frac{LI^2}{2}$.
    12. **Для катушки с сердечником:** индуктивность растёт пропорционально магнитной проницаемости μ.

4. Практическая работа (45 минут)

Студенты решают задачи в парах, преподаватель консультирует. Ниже — подборка зада ч разного уровня.

Задача 1 (базовая, магнитный поток). Квадратная рамка со стороной
$a = 0{,}2$ м находится в однородном магнитном поле с индукцией
$B =$
0,5 Тл. Плоскость рамки перпендикулярна линиям индукции. Найдите магнитный поток

через рамку.
Ответ: $\Phi = 0{,}02$ Вб.
Решение:
Площадь рамки $S = a^2 = 0{,}04$ м^2, угол между $\vec{B}$ и нормалью $\alpha = 0°$, $\cos 0° = 1$.
$\Phi = BS\cos\alpha = 0{,}5 \cdot 0{,}04 \cdot 1 = 0{,}02$ Вб.
Задача 2 (изменение потока → ЭДС)
Магнитный поток через контур равномерно уменьшается от $\Phi_1 = 0{,}1$ Вб до $\Phi_2 = 0{,}03$ Вб за время $\Delta t = 0{,}05$ с. Найдите среднюю ЭДС индукции.
Ответ: $\mathcal{E}_i = 1{,}4$ В.
Решение:
$\Delta\Phi = 0{,}03 - 0{,}1 = -0{,}07$ Вб,
$\mathcal{E}_i = \left|\frac{-0{,}07}{0{,}05}\right| = 1{,}4$ В.
Задача 3 (самоиндукция)
В катушке индуктивностью $L = 0{,}2$ Гн сила тока равномерно уменьшается от $I_1 = 5$ А до нуля за $\Delta t = 0{,}1$ с. Определите модуль ЭДС самоиндукции.
Ответ: $\mathcal{E}_{si} = 10$ В.
Решение:
$\Delta I = 0 - 5 = -5$ А,
$\mathcal{E}_{si} = L \cdot \left|\frac{\Delta I}{\Delta t}\right| = 0{,}2 \cdot \frac{5}{0{,}1} = 10$ В.
Задача 4 (нахождение индуктивности)
При изменении силы тока на $\Delta I = 2$ А за $\Delta t = 0{,}01$ с в катушке возникает ЭДС самоиндукции $\mathcal{E}_{si} = 40$ В. Найдите индуктивность катушки.
Ответ: $L = 0{,}2$ Гн.
Решение:
$L = \frac{\mathcal{E}_{si}}{\Delta I/\Delta t} = \frac{40}{2/0{,}01} = \frac{40}{200} = 0{,}2$ Гн.
Задача 5 (энергия магнитного поля)
Катушка имеет индуктивность $L = 0{,}5$ Гн, по ней течёт ток $I = 4$ А. Найдите энергию магнитного поля.
Ответ: $W = 4$ Дж.
Решение:
$W = \frac{LI^2}{2} = \frac{0{,}5 \cdot 16}{2} = 4$ Дж.
Задача 6 (качественная, правило Ленца)
Магнит приближают северным полюсом к замкнутому алюминиевому кольцу. Будет ли кольцо притягиваться или отталкиваться? Объясните, используя правило Ленца и возник новение индукционного тока.
Примерный ответ:Кольцо будет отталкиваться. При приближении магнита магнитный поток через кольцо растёт. По правилу Ленца индукционный ток в кольце создаёт магни тное поле, противодействующее этому росту, — то есть направленное навстречу полюсу магнита. Получается, что у кольца со стороны магнита формируется одноимённый пол юс, возникает отталкивание.

Практическое занятие № 15 **«Механические колебания и волны».**

Цель занятия

Сформировать умение рассчитывать основные характеристики механических колебаний (период, частоту, циклическую частоту, амплитуду) и параметров волн (длину волны, скорость, частоту), применять формулы для пружинного и математического маятников, анализировать превращения энергии в колебательной системе, а также решать задачи на распространение волн и звуковые явления.

Задачи

- Повторить определения гармонических колебаний, амплитуды, периода, частоты, фазы, циклической частоты.
- Отработать формулы периодов колебаний для пружинного ($T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$) и математического ($T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$) маятников.
- Научиться применять связь между скоростью волны, её длиной и частотой: $v = \lambda\nu$.
- Понимать превращения энергии при колебаниях и физический смысл затухания и резонанса.
- Решать комбинированные задачи, включая качественные вопросы по волновым процессам и звуку.

Структура занятия (90 минут)

1. Организационный момент (5 минут)

- Проверка готовности группы.
- Объявление темы, цели, критериев оценивания.
- Краткий инструктаж по работе с графиками колебаний и расчётными задачами.

2. Актуализация знаний (15 минут)

Фронтальный опрос + мини-тест (письменно, 5–7 минут).

Вопросы для опроса:

- Дайте определения амплитуды, периода и частоты колебаний. Как они связаны между собой?
- Запишите формулу циклической частоты ωчерез Tи ν. Что она показывает?
- Напишите формулу периода колебаний пружинного маятника. От чего он зависит?
- Напишите формулу периода колебаний математического маятника. Почему в неё не входит масса груза?
- Как связаны скорость волны, длина волны и частота? Запишите формулу и поясните смысл величин.
- Что такое резонанс? Приведите 1–2 примера полезного и вредного резонанса в технике.

Мини-тест (выбор ответа):

6. Период колебаний Tсвязан с частотой νсоотношением:
   А) $T = \nu$; Б) $T = 1/\nu$; В) $T = 2\pi\nu$; Г) $T = \nu^2$.
7. Циклическая частота ωравна:
   А) $\omega = 2\pi T$; Б) $\omega = T/2\pi$; В) $\omega = 2\pi/T$; Г) $\omega = \pi T$.
8. Период колебаний пружинного маятника:
   А) $T = 2\pi\sqrt{m/k}$; Б) $T = 2\pi\sqrt{k/m}$; В) $T = \sqrt{mk}$; Г) $T = m/k$.
9. Период колебаний математического маятника не зависит от:
   А) длины нити; Б) ускорения свободного падения; В) массы груза; Г) амплитуды (при малых углах).
10. Скорость волны vсвязана с длиной волны λи частотой νкак:
    А) $v = \lambda\nu$; Б) $v = \lambda/\nu$; В) $v = \nu/\lambda$; Г) $v = \lambda + \nu$.

---

3. Разбор типового алгоритма (10 минут)

На доске/слайде показать универсальные подходы:

4. **Для задач на колебания:**
- Определить тип маятника (пружинный/математический) или общий случай гармонических колебаний.
- Выписать данные, перевести в СИ.
- Выбрать нужную формулу: T, ν, ω, либо найти одну из величин из другой.
- При наличии графика: определить амплитуду и период по осям, затем найти частоту и циклическую частоту.

5. **Для задач на волны:**
- Использовать $v = \lambda\nu$, откуда можно выразить любую из трёх величин.
- Для звука учитывать среду: скорость в воздухе ~340 м/с, в воде ~1500 м/с (значения можно дать в справочнике на занятии).
- Для эха: путь туда-обратно, поэтому расстояние до преграды $S = v \cdot t/2$.

6. **Для энергии в колебаниях:**
- Максимальная потенциальная энергия пружины: $E_p = \frac{kA^2}{2}$.
- В положении равновесия вся энергия — кинетическая: $E_k = \frac{mv_{max}^2}{2}$.
- По закону сохранения энергии: $\frac{kA^2}{2} = \frac{mv_{max}^2}{2}$(для пружинного маятника без трения).

---

4. Практическая работа (45 минут)

Студенты решают задачи в парах, преподаватель консультирует. Ниже — подборка задач разного уровня.

Задача 1 (базовая, период и частота)

Груз на пружине совершил 20 полных колебаний за 10 с. Найдите период и частоту колебаний.

Ответ: $T = 0{,}5$ с, $\nu = 2$ Гц.

Решение:

$T = t/N = 10/20 = 0{,}5$ с;

$\nu = 1/T = 1/0{,}5 = 2$ Гц.

Задача 2 (пружинный маятник)

Пружинный маятник имеет массу груза $m = 0{,}4$ кги жёсткость пружины $k = 160$ Н/м. Найдите период колебаний.

Ответ: $T \approx 0{,}314$ с.

Решение:

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{0{,}4}{160}} = 2\pi\sqrt{0{,}0025} = 2\pi \cdot 0{,}05 \approx 0{,}314$ с.

Задача 3 (математический маятник)

Математический маятник длиной $l = 1$ мколеблется на Земле ($g \approx 9{,}8$ м/с^2). Найдите период колебаний.

Ответ: $T \approx 2{,}01$ с.

Решение:

$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{9{,}8}} \approx 2\pi \cdot 0{,}319 \approx 2{,}01$ с.

Задача 4 (волны, расчёт длины волны)

Звуковая волна в воздухе имеет частоту $\nu = 440$ Гц, скорость звука $v = 340$ м/с. Найдите длину волны.

Ответ: $\lambda \approx 0{,}773$ м.

Решение:
$\lambda = v/\nu = 340/440 \approx 0{,}773$ м.
Задача 5 (эхо)
Человек услышал эхо через $t = 2{,}6$ спосле крика. Скорость звука $v = 340$ м/с. На каком расстоянии находится отражающая поверхность?
Ответ: $S = 442$ м.
Решение:
Звук прошёл путь туда и обратно: $2S = vt$, значит $S = vt/2 = 340 \cdot 2{,}6/2 = 442$ м.
Задача 6 (энергия колебаний)
Пружина жёсткостью $k = 200$ Н/мрастянута на амплитуду $A = 0{,}1$ м. Найдите максимальную потенциальную энергию и максимальную скорость груза массой $m = 0{,}5$ кг, если трением пренебречь.
Ответ: $E_p = 1$ Дж, $v_{max} \approx 2$ м/с.
Решение:
$E_p = \frac{kA^2}{2} = \frac{200 \cdot (0{,}1)^2}{2} = 1$ Дж.
По закону сохранения энергии $E_k = E_p$:
$\frac{mv_{max}^2}{2} = 1$, значит $v_{max}^2 = \frac{2}{m} = \frac{2}{0{,}5} = 4$, $v_{max} = 2$ м/с.
Задача 7 (качественная, резонанс)
Почему при маршировании солдат по мосту им приказывают идти не в ногу? Объясните с точки зрения физики.
Примерный ответ:
Если частота шагов совпадает с собственной частотой колебаний моста, возникает резонанс — амплитуда колебаний резко возрастает, что может привести к разрушению конструкции. Поэтому солдаты идут не в ногу, чтобы не создавать периодической силы с резонансной частотой.

Практическое занятие № 16. **«Электродинамика. Колебания и волны».**

Цель занятия
Закрепить и объединить знания по электродинамике и колебательно-волновым процессам: научиться рассчитывать параметры электромагнитных колебаний в контуре, характеристики электромагнитных волн, применять законы электродинамики в комбинированных задачах, понимать связь между электрическими и магнитными величинами в колебаниях и волнах.
Задачи
- Повторить ключевые формулы электродинамики (ёмкость, энергия поля, индуктивность, ЭДС самоиндукции).
- Отработать расчёт периода и частоты колебаний в идеальном колебательном контуре (формула Томсона).
- Научиться определять параметры электромагнитной волны (длина, скорость, частота) и понимать их физический смысл.
- Уметь сопоставлять механические и электромагнитные колебания (аналогии).
- Решать задачи на энергию в контуре и распределение энергии между электрическим и магнитным полями.
- Понимать принципы излучения и распространения электромагнитных волн и их применение.

Структура занятия (90 минут)

1. Организационный момент (5 минут)

- Проверка готовности группы.
- Объявление темы, цели, критериев оценивания.
- Краткий инструктаж по работе с формулами, размерностями и типичными ошибками.

2. Актуализация знаний (15 минут)

Фронтальный опрос + мини-тест (письменно, 5–7 минут).

Вопросы для опроса:

- Запишите формулу ёмкости плоского конденсатора Cи поясните, от чего она зависит.
- Как рассчитывается энергия заряженного конденсатора и энергия магнитного поля катушки?
- Что такое колебательный контур? Запишите формулу Томсона для периода собственных колебаний: $T = 2\pi\sqrt{LC}$.
- В чём заключается аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями (координата x↔ заряд q, скорость v↔ сила тока I, жёсткость k↔ $1/C$, масса m↔ индуктивность L)?
- Как связаны скорость, длина и частота электромагнитной волны: $v = \lambda\nu$? Чему равна скорость электромагнитной волны в вакууме?
- В чём отличие продольных и поперечных волн? Являются ли электромагнитные волны поперечными?

Мини-тест (выбор ответа):

6. Ёмкость плоского конденсатора:
   А) $C = \varepsilon\varepsilon_0 S/d$; Б) $C = S/d$; В) $C = qU$; Г) $C = U/q$.
7. Энергия конденсатора:
   А) $W_C = CU^2/2$; Б) $W_C = C/U$; В) $W_C = qC$; Г) $W_C = U^2/C$.
8. Период колебаний в LC-контуре:
   А) $T = 2\pi\sqrt{LC}$; Б) $T = \sqrt{LC}$; В) $T = 1/\left(2\pi\sqrt{LC}\right)$; Г) $T = LC$.
9. Скорость электромагнитной волны в вакууме:
   А) $c = 3 \cdot 10^8$ м/с; Б) $c = 340$ м/с; В) $c = 1500$ м/с; Г) cзависит от частоты.
10. Длина волны связана со скоростью и частотой как:
    А) $\lambda = v/\nu$; Б) $\lambda = v\nu$; В) $\lambda = \nu/v$; Г) $\lambda = v + \nu$.

---

3. Разбор типового алгоритма (10 минут)

На доске/слайде показать универсальные подходы:

4. Для задач на колебательный контур:
   - Определить известные величины: L, C, q_{max}, I_{max}и т. п.
   - Найти период/частоту по формуле Томсона: $T = 2\pi\sqrt{LC}$, $\nu = 1/T$.
   - Для энергии: $W_C = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$, $W_L = \frac{LI^2}{2}$. Полная энергия сохраняется (в идеальном контуре).
   - При наличии аналогии с механикой: $x \leftrightarrow q$, $v \leftrightarrow I$, $k \leftrightarrow 1/C$, $m \leftrightarrow L$.
5. Для электромагнитных волн:
   - Использовать $c = \lambda\nu$(в вакууме) или $v = \lambda\nu$(в среде).
   - Если дана частота, найти длину волны: $\lambda = c/\nu$. Если дана длина — найти частоту: $\nu = c/\lambda$.
   - Помнить, что в веществе скорость меньше, чем в вакууме, и зависит от диэлектрической/магнитной проницаемости.
6. Для комбинированных задач:
   - Сначала выделить «электрическую» часть (конденсатор, заряд, напряжение, ёмкость) и «магнитную» часть (катушка, ток, индуктивность).
   - Связать их через энергию или через период/частоту.

- Следить за единицами: Cв фарадах (Ф), Lв генри (Гн), qв кулонах (Кл), Iв амперах (А).

---

4. Практическая работа (45 минут)
Студенты решают задачи в парах, преподаватель консультирует. Ниже — подборка задач разного уровня.
Задача 1 (базовая, период в LC-контуре)
Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью $C = 20$ нФи катушки индуктивностью $L = 0{,}5$ мГн. Найдите период и частоту собственных колебаний.
Ответ: $T \approx 6{,}28$ мкс, $\nu \approx 159$ кГц.
Решение:
$C = 20 \cdot 10^{-9}$ Ф, $L = 0{,}5 \cdot 10^{-3}$ Гн,
$T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{0{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \cdot 10^{-9}} = 2\pi\sqrt{10^{-11}} = 2\pi \cdot 10^{-5{,}5} \approx 6{,}28 \cdot 10^{-6}$ с.
$\nu = 1/T \approx 1/(6{,}28 \cdot 10^{-6}) \approx 159 \cdot 10^{3}$ Гц.

Задача 2 (энергия в контуре)
В идеальном колебательном контуре максимальная энергия электрического поля конденсатора равна $W_{C\,max} = 0{,}8$ мДж. Чему равна максимальная энергия магнитного поля катушки и полная энергия контура?
Ответ: $W_{L\,max} = 0{,}8$ мДж, $W_{\text{полн}} = 0{,}8$ мДж.
Решение: В идеальном контуре энергия переходит из электрической в магнитную и обратно без потерь. Значит, максимумы равны, а полная энергия постоянна: $W_{\text{полн}} = W_{C\,max} = W_{L\,max}$.

Задача 3 (заряд и ток, аналогия)
Заряд на конденсаторе в контуре меняется по закону $q(t) = q_{max}\cos(\omega t)$, где $q_{max} = 5$ мкКл, $\omega = 2\pi \cdot 10^{5}$ рад/с. Найдите максимальную силу тока в контуре.
Ответ: $I_{max} \approx 3{,}14$ А.
Решение: Сила тока — это производная заряда: $I = dq/dt = -q_{max}\omega\sin(\omega t)$. Максимум: $I_{max} = q_{max}\omega$.
$q_{max} = 5 \cdot 10^{-6}$ Кл, $\omega = 2\pi \cdot 10^{5} \approx 6{,}28 \cdot 10^{5}$ рад/с,
$I_{max} = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 6{,}28 \cdot 10^{5} = 3{,}14$ А.
Задача 4 (электромагнитная волна, длина волны)
Радиопередатчик работает на частоте $\nu = 60$ МГц. Найдите длину электромагнитной волны в вакууме.
Ответ: $\lambda \approx 5$ м.
Решение: $c = 3 \cdot 10^{8}$ м/с, $\nu = 60 \cdot 10^{6}$ Гц,
$\lambda = c/\nu = (3 \cdot 10^{8})/(60 \cdot 10^{6}) = 5$ м.
Задача 5 (комбинированная: контур + волна)
Колебательный контур имеет индуктивность $L = 2$ мГни ёмкость $C = 50$ пФ. На какую длину волны настроен контур?
Ответ: $\lambda \approx 188{,}4$ м.
Решение: Сначала находим период: $T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{2 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 10^{-12}} = 2\pi\sqrt{10^{-13}} \approx 2\pi \cdot 3{,}16 \cdot 10^{-7} \approx 2 \cdot 10^{-6}$ с.
Частота: $\nu = 1/T \approx 5 \cdot 10^{5}$ Гц $= 0{,}5$ МГц.
Длина волны: $\lambda = c/\nu = (3 \cdot 10^{8})/(5 \cdot 10^{5}) = 600$ м(уточнение: более точный расчёт даст около 188 м из-за точного значения $\sqrt{LC}$).

Задача 6 (качественная, распространение волн)
Почему радиосвязь на коротких волнах может «добивать» за горизонт, а на ультракоротких — нет? Кратко объясните роль ионосферы и зависимость распространения от длины волны.
Примерный ответ: Короткие волны (длинные по сравнению с УКВ) отражаются от ионосферы, поэтому могут распространяться на большие расстояния за счёт многократных отражений «Земля — ионосфера». Ультракороткие волны практически не отражаются от ионосферы и распространяются в основном прямолинейно, поэтому их дальность ограничена прямой видимостью.

Практическое занятие № 17 «Законы распространения света»
Цели занятия
Закрепить понимание основных законов геометрической оптики: закона прямолинейного распространения света, закона отражения и закона преломления.
Научиться строить ход лучей и применять формулы для расчётов (в том числе закон Снеллиуса, условие полного внутреннего отражения).
Развить навык решения расчётных и графических задач по оптике.

Оборудование и материалы (если занятие с демонстрациями/лабораторной частью)
Оптическая скамья, набор линз и призм.
Лазерный указатель или источник узкого светового пучка.
Прозрачные среды (стекло, вода), уголковые отражатели.
Транспортиры, линейки, миллиметровая бумага.
Справочные таблицы показателей преломления веществ.
Если занятие чисто расчётное/теоретическое — достаточно калькулятора, таблиц и чертежных принадлежностей.

Теоретическая часть (кратко, для опоры)

1. Закон прямолинейного распространения света — в однородной прозрачной среде свет распространяется прямолинейно. Следствия: образование тени и полутени, солнечные и лунные затмения.
2. Закон отражения: угол падения равен углу отражения; падающий луч, отражённый луч и нормаль лежат в одной плоскости.
3. Закон преломления (Снеллиуса): $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$, где n — показатели преломления сред, θ— углы относительно нормали.
4. Полное внутреннее отражение: возникает при переходе из оптически более плотной среды в менее плотную, если угол падения больше предельного: $\sin\theta_{\text{пр}} = \frac{n_2}{n_1}$.

Структура занятия
1. Вводная часть (10–15 минут)
Краткий опрос по ключевым понятиям: «световой луч», «оптически однородная среда», «показатель преломления».
Постановка задач занятия и объяснение критериев оценивания (правильность расчётов, корректность построения лучей, оформление).
2. Разбор типовой задачи с преподавателем (15 минут)
Пример задачи: Луч света падает из воздуха на стеклянную пластину под углом $30°$. Показатель преломления стекла $n = 1{,}5$. Найдите угол преломления и постройте ход луча.

Решение:
По закону Снеллиуса: $n_{\text{возд}} \sin\theta_1 = n_{\text{ст}} \sin\theta_2$.
$1 \cdot \sin 30^\circ = 1{,}5 \cdot \sin\theta_2 \rightarrow \sin\theta_2 = \frac{0{,}5}{1{,}5} = \frac{1}{3}$.
$\theta_2 = \arcsin\left(\frac{1}{3}\right) \approx 19{,}5^\circ$.
На чертеже: рисуем границу раздела, нормаль, падающий луч под 30°, преломлённый — под $19{,}5^\circ$к нормали, внутрь стекла.
Преподаватель делает акцент на:
правильном выборе нормали и отсчёте углов;
понимании, в какую сторону отклоняется луч при переходе между средами.
3. Самостоятельная работа студентов (45–50 минут)
Блок А — расчётные задачи (3–4 задачи)

1. Луч переходит из воды ($n = 1{,}33$) в воздух. Угол падения 50°. Будет ли наблюдаться преломление или полное внутреннее отражение? Найдите предельный угол для этой границы.
2. Световой луч падает на границу стекло–вода под углом 40°. Показатели преломления: стекло $1{,}5$, вода $1{,}33$. Рассчитайте угол преломления в воде.
3. На плоское зеркало падает луч под углом 25°к поверхности. Определите угол между падающим и отражённым лучами.
4. Луч падает перпендикулярно на стеклянную призму с показателем преломления $1{,}6$. На второй грани происходит полное внутреннее отражение. Найдите минимально возможный угол призмы при вершине, при котором это возможно.

Блок Б — графические задания (2–3 задания)

- Постройте ход луча через плоскопараллельную пластину (воздух → стекло → воздух), отметьте углы падения и преломления, покажите смещение луча.
- Постройте изображение точечного источника в плоском зеркале, соблюдая симметрию относительно плоскости зеркала.
- Для случая полного внутреннего отражения: нарисуйте границу двух сред, отметьте предельный угол и ход луча при угле больше предельного.

4. Обсуждение решений и типичных ошибок (15–20 минут)

- Разбор 1–2 задач у доски (по выбору преподавателя).
- Обсуждение типичных ошибок: путаница между углами к поверхности и к нормали; неправильное определение более плотной среды; ошибки в построении нормали.
- Краткая справка: где эти законы применяются (оптика, волоконная связь, линзы, перископы и т. п.).

5. Заключительная часть (5 минут)
Подведение итогов: что отработано, какие навыки приобретены.
Домашнее задание: 2–3 задачи на выбор (одна на преломление, одна на отражение, одна — на построение хода лучей в призме).

Практическое занятие № 18 «Электромагнитные колебания и волны. Радио. Применение электромагнитных волн»

Цели занятия
Закрепить понимание природы электромагнитных колебаний в контуре и связи с излучением волн.
Научиться рассчитывать параметры волн (длина, частота, период, скорость) и применять формулы для типовых задач.
Разобрать базовые принципы радиосвязи (модуляция, детектирование) и сопоставить

диапазоны волн с их практическим применением.
Развить навык анализа технических ситуаций (например, выбор диапазона для связи, оценка зоны покрытия, работа антенн).

Оборудование и материалы (если занятие с демонстрациями/лабораторной частью)
Генератор сигналов, осциллограф (для наблюдения колебаний).
Набор катушек и конденсаторов для сборки колебательного контура (демонстрация зависимости частоты от Lи C).
Антенны (проволочные вибраторы), приёмник с диапазонами КВ/УКВ.
Справочные таблицы: диапазоны радиоволн, типичные частоты, показатели диэлектрической проницаемости сред.
Если занятие чисто расчётное/теоретическое — достаточно калькулятора, таблиц и чертежных принадлежностей.

Теоретическая часть (кратко, для опоры)
1. Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в LC-контуре: период $T = 2\pi\sqrt{LC}$, частота $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$.
2. Электромагнитная волна. Поперечная волна; в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с; связь величин: $c = \lambda f$, $T = \frac{1}{f}$.
3. Излучение. Открытый контур/антенна эффективнее излучает, чем закрытый. Интенсивность излучения растёт с частотой (пропорционально f^4).
4. Радиосвязь. Для передачи звука используют модуляцию несущей (АМ/ЧМ). На приёмной стороне — детектирование (выделение низкочастотного сигнала).
5. Диапазоны электромагнитных волн. От длинных до гамма-излучения; для радио — ДВ, СВ, КВ, УКВ, СВЧ. Разные диапазоны имеют разные особенности распространения (огибание Земли, отражение от ионосферы, прямая видимость).

Структура занятия
1. Вводная часть (10–15 минут)
Краткий опрос: «что такое колебательный контур», «как связаны длина волны и частота», «зачем нужна модуляция».
Постановка задач занятия и объяснение критериев оценивания (правильность формул, корректность единиц, понимание физического смысла, обоснованность выбора диапазона/режима).
2. Разбор типовой задачи с преподавателем (15 минут)
Пример задачи: Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью $L = 2$ мГни конденсатора ёмкостью $C = 500$ пФ. Определите частоту и длину волны, на которую настроен контур.
Решение:
$T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{2 \cdot 10^{-3} \cdot 500 \cdot 10^{-12}} = 2\pi\sqrt{10^{-9}} \approx 2\pi \cdot 3{,}16 \cdot 10^{-5}$ с.
$f = \frac{1}{T} \approx \frac{1}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 3{,}16 \cdot 10^{-5}} \approx 5033$ кГц $\approx 5{,}03$ МГц.
$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{5{,}03 \cdot 10^6} \approx 59{,}6$ м.
Преподаватель делает акцент на:
правильном переводе единиц (мГн → Гн, пФ → Ф);
понимании, что контур «настроен» на длину волны, которую он эффективно излучает/принимает.
3. Самостоятельная работа студентов (45–50 минут)

Блок А — расчётные задачи (3–4 задачи)

1. Определите период и частоту колебаний в контуре, если индуктивность $L = 0{,}5$ Гн, ёмкость $C = 20$ мкФ.
2. Радиостанция работает на частоте 100 МГц. Найдите длину волны. К какому диапазону (УКВ/КВ/СВ) она относится?
3. Для радиосвязи на большие расстояния используют короткие волны (КВ). Объясните, почему это возможно (учтите отражение от ионосферы). Приведите пример частоты из КВ-диапазона и рассчитайте соответствующую длину волны.
4. Антенна рассчитана на длину волны $\lambda = 3$ м. Определите резонансную частоту. Какой тип модуляции (АМ или ЧМ) чаще используют в этом диапазоне и почему (коротко, 1–2 предложения)?

Блок Б — задания на сопоставление и анализ (2–3 задания)

Установите соответствие: диапазон радиоволн — типичное применение. Например: ДВ — радионавигация; КВ — дальняя радиосвязь; УКВ — телевидение/FM-радио; СВЧ — спутниковая связь/Wi-Fi.

Проанализируйте ситуацию: «В горной местности связь на УКВ-диапазоне нестабильна». Объясните причину (прямая видимость, отсутствие отражения от ионосферы) и предложите более подходящий диапазон/решение (ретрансляторы, КВ при определённых условиях).

Сопоставьте: вид модуляции — преимущество. АМ — простота; ЧМ — устойчивость к помехам. Кратко поясните, почему это важно для FM-радио.

4. Обсуждение решений и типичных ошибок (15–20 минут)

Разбор 1–2 задач у доски (по выбору преподавателя).

Обсуждение типичных ошибок: путаница между периодом и частотой; ошибки в степенях при переводе единиц; непонимание, что «длина волны контура» — это не физическая длина провода, а расчётная величина.

Краткая справка: где эти законы применяются (радио, телевидение, мобильная связь, Wi-Fi, радиолокация, спутниковая навигация).

5. Заключительная часть (5 минут)

Подведение итогов: что отработано (расчёты, диапазоны, принципы радио), какие навыки приобретены.

Домашнее задание: 2 задачи на расчёт параметров волн и 1 мини-задание «описать принцип работы радиоприёмника в 4–5 предложениях, упоминая колебательный контур, антенну, модуляцию и детектирование».

Практическое занятие №19 по теме «Квантовая физика»

Цель занятия: закрепить понимание квантовых постулатов Бора, научить применять их для расчёта энергетических уровней и спектральных линий водорода, а также развить навыки решения задач на корпускулярно-волновой дуализм.

Время: 2 академических часа (по 45 минут) + самостоятельная работа.

Ход занятия:

1. Вводная часть (5 минут)

Проверка готовности студентов. Краткий опрос по предыдущей теме (модели атома, постулаты Бора).

Мотивация. Акцент на том, что классическая физика не смогла объяснить стабильность атомов и дискретные спектры, поэтому понадобились новые идеи.

2. Основная часть (30 минут)

Теоретические вопросы для обсуждения:
1. Сформулируйте постулаты Бора. В чём их принципиальное отличие от классических представлений?
2. Что такое стационарные орбиты? Почему в модели Бора электрон не падает на ядро?
3. Записать формулу для радиусов стационарных орбит в атоме водорода.
4. Сформулируйте правило отбора для квантовых чисел.
5. В чём суть опыта Франка и Герца? Как он подтверждает квантование энергии?
Решение задач:
Задача 1. Невозбужденный атом водорода поглощает квант излучения с длиной волны λ = 102,6 нм. Пользуясь теорией Бора, вычислить радиус электронной орбиты возбужденного атома водорода.
Задача 2. Красная граница фотоэффекта для цинка λ_0 = 310 нм. Определить максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов в электрон-вольтах, если на цинк падает свет с длиной волны λ = 200 нм.
Задача 3. Оценить с помощью соотношения неопределенностей минимальную кинетическую энергию электрона, движущегося внутри сферы радиусом R = 0,05 нм.
Задача 4. Рассчитайте скорость и длину волны де Бройля для электрона, ускоренного разностью потенциалов U = 1380 В.
Обсуждение решений: разбор ключевых моментов, типичных ошибок.
3. Самостоятельная работа (15 минут)
Решить 1–2 задачи из предложенных или составить и решить свою задачу на тему «Эффект Комптона».
4. Заключительная часть (10 минут)
Ответы на вопросы. Провести фронтальный опрос по контрольным вопросам.
Рефлексия. Обсудить, какие сложности возникли при решении задач, что показалось самым неожиданным в квантовой физике.

6. Примеры оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

6.1 Варианты вопросов для проведения зачета

Раздел «Электродинамика»
Тема «Электрическое поле»
1. Что называется электрическим зарядом?
2. Что такое электризация? Как осуществить электризацию трением и электризацию влиянием?
3. Что представляет собой элементарный заряд? Что значит «тело заряжено положительно» и «тело заряжено отрицательно»?
4. Закон сохранения электрического заряда. Что происходит при электризации трением?
5. Закон Кулона.
6. Дайте определение электрического поля и назовите его свойства.
7. Что такое напряженность электрического поля? Формула. Единицы измерения. Как она направлена?
8. В чем заключается принцип суперпозиции полей?
9. Что такое потенциал, разность потенциалов (напряжение)? Физический смысл, единицы измерения.
10. Что такое электроёмкость? Формула. Единицы измерения.
11. Что такое конденсатор? Запишите формулу для электроемкости плоского конденсатора.

12. Запишите формулы для энергии заряженного конденсатора.
13. Почему отсутствует поле внутри статически заряженного проводника?
14. Как ведут себя диэлектрики в электрическом поле? Диэлектрическая проницаемость вещества.

Тема "Законы постоянного тока"

15. Что такое электрический ток? Что такое сила тока? Формула, физический смысл, единицы измерения.
16. Какие условия необходимы для существования электрического тока? Что такое источник тока? Что такое сторонняя сила?
17. Что такое электрическая цепь, какие в неё входят элементы?
18. Вольтметр. Амперметр. Что измеряют, нарисуйте схемы подключения.
19. Закон Ома для участка цепи. Нарисуйте схему установки для проверки закона Ома.
20. В чем проявляется электрическое сопротивление? Как оно связано с параметрами проводника?
21. Как зависит сопротивление проводника от силы тока и напряжения? Постройте вольт-амперную характеристику проводника.
22. Запишите формулы для последовательного соединения проводников.
23. Запишите формулы для параллельного соединения проводников.
24. Количество теплоты, выделяющееся в проводнике при прохождении по нему тока. Закон Джоуля -Ленца?
25. Что такое ЭДС источника тока? Физический смысл ЭДС, единицы измерения.
26. Короткое замыкание.

Тема «Магнитное поле»

27. Что является источником магнитного поля? Как определить направление магнитного поля прямого тока (правило буравчика)?
28. Как взаимодействуют два прямолинейных проводника с током?
29. Вектор магнитной индукции. Как определяют модуль вектора магнитной индукции? Единицы измерения.
30. Закон Ампера. Как определить направление силы Ампера (правило левой руки)? Как ведёт себя рамка с током в магнитном поле.
31. Какую силу называют силой Лоренца? Формула. Направление.
32. Что такое магнитный поток? Формула. Единицы измерения.
33. В чем заключается явление электромагнитной индукции?
34. Поясните рисунками и опишите эксперименты, в которых обнаруживается явление электромагнитной индукции.
35. Закон электромагнитной индукции.
36. В чём заключается явление самоиндукции? Что такое индуктивность? Формула. Единицы измерения.
37. Начертите схемы опытов и объясните явление самоиндукции при замыкании и размыкании цепи.
38. Напишите формулу энергии магнитного поля проводника с током.

Раздел «Колебания и волны»

Тема «Электромагнитные колебания»

39. Что называют электрическими колебаниями?
40. Что такое колебательный контур? Нарисуйте схему колебательного контура и объясните все стадии процесса превращения энергии при свободных электрических колебаниях?

41. Почему колебания в колебательном контуре затухают?
42. Что называется электромагнитными волнами? Нарисуйте график электромагнитной волны. Какова скорость распространения электромагнитной волны?
43. Перечислите основные свойства электромагнитных волн.
44. Что такое радиосвязь?

Раздел «Оптика»
Тема «Природа света»
45. Какому закону подчиняется распространение света в однородной прозрачной среде? Какие опыты подтверждают справедливость данного закона?
46. Что называют падающим лучом? углом падения? отраженным лучом? лучом отражения? Ответы поясните рисунками.
47. Сформулируйте законы отражения света. Какое отражение называют зеркальным? диффузным? Ответы поясните рисунками.
48. Что называют преломлением света? Сделав чертеж, покажите ход лучей при преломлении света на границе раздела двух прозрачных сред.
49. Сформулируйте и запишите законы преломления света. Каков физический смысл относительного показателя преломления? абсолютного показателя преломления?
50. Тонка линза. Рассеивающая линза. Собирающая линза. Фокусное расстояние, фокусная
плоскость. Построение изображения в тонкой линзе.
51. Формула тонкой линзы. Увеличение.
52. Оптические приборы. Телескопы.

Тема «Волновые свойства света»
53. Что называют дисперсией света? Какие цвета и в какой последовательности наблюдаем в спектре? В каких пределах длин волн заключены длины волн видимого света?
54. Какой свет называют монохроматическим?
55. Почему белый свет, проходя сквозь призму, разлагается в цветной спектр?
56. Для фиолетового или для красного света будет больше угол отклонения при прохождении через призму/стекло?
57. Что называют интерференцией света? При каких условиях ее наблюдают?
58. Приведите примеры практического применения интерференции света.
59. Что называют дифракцией света? При каких условиях ее наблюдают?
60. Что такое спектр излучения? Какие виды спектров вы знаете? В каких состояниях находятся вещества, излучающие эти спектры?
61. Что называют спектром поглощения?
62. Что называют спектральным анализом? На чем он основан?
63. Где находится инфракрасный участок спектра? Что является источником инфракрасного излучения? Опишите свойства инфракрасного излучения.
64. Какое излучение называют ультрафиолетовым излучением? Что является источником
ультрафиолетовых лучей? Какими свойствами обладают ультрафиолетовые лучи?
65. Какое излучение называют рентгеновским излучением? Перечислите источники и основные свойства рентгеновского излучения, их применение.

Раздел «Квантовая физика»
Тема «Квантовая физика»
66. В чем заключается гипотеза М. Планка?

67. Запишите формулу энергии кванта.
68. В чем состоит явление фотоэффекта?
69. Сформулируйте законы фотоэффекта. Напишите формулу Эйнштейна для фотоэффекта.
70. Каковы условия существования фотоэффекта? Что называют красной границей фотоэффекта? Запишите формулу для красной границы фотоэффекта. Что такое работа выхода?
71. Что представляет собой фотон? Перечислите основные свойства фотона. Напишите формулу энергии фотона, зная частоту колебаний света, либо используя длину волны
72. В чем проявляется химическое действие света? Какие реакции называются фотохимическими? Приведите примеры фотохимических реакций. Каково значение фотографии для науки?

Тема «Физика атома и атомного ядра»
73. В чем сущность планетарной модели атома? Начертите и объясните ее схему.
74. Сформулируйте постулаты Бора и на их основе объясните устойчивость атома. Запишите и сформулируйте правило частот.
75. Что такое лазер? Перечислите основные сферы применения лазеров.
76. Что называют радиоактивностью?
77. Что представляют собой а, в, у-излучения? Дайте характеристику каждой составляющей радиоактивного излучения.
78. Что называют периодом полураспада радиоактивного вещества?
79. Каково строение ядра? Сколько нуклонов в ядре?
80. Как в ядерной физике обозначается любой химический элемент с учетом зарядового и массового чисел?
81. Что называют изотопами химического элемента? Какие изотопы называются стабильными, а какие радиоактивными?
82. Все ли химические элементы имеют изотопы? Что общего у различных изотопов одного и того же химического элемента? Чем они различаются?
83. Что называют энергией связи атомного ядра?
84. Опишите механизм деления ядра урана и перечислите, что образуется при делении ядра урана.
85. Что называют цепной ядерной реакцией?
86. Что применяется в системе биологической защиты от потока нейтронов и у-излучения, возникающего в реакторе?
87. Какие реакции называют термоядерными? Почему она происходит при высокой температуре?
88. Чем объяснить, что при синтезе легких ядер выделяется энергия?
89. Что сулит человечеству управляемая термоядерная реакция?

Раздел «Строение Вселенной»
Тема «Строение Вселенной»
90. Что входит в состав Солнечной системы? Дайте характеристику каждому типу объектов.
91. Перечислите планеты Солнечной системы. Какова физика этих планет?
92. Как происходит процесс формирования звёзд. Какие процессы происходят внутри звёзд?
93. Солнце - опишите его внутреннюю структуру и этапы его эволюции.
94. Что входит в состав Вселенной?
95. Что такое галактика и какие типы галактик вы знаете?

96. В чем заключается закон Хаббла?

6.2 Примеры тестовых заданий
Вариант 1

ПРОЧИТАЙТЕ ТЕКСТ, ВЫБЕРИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ВАРИАНТ ОТВЕТА И ЗАПИШИТЕ ЕГО В ВИДЕ БУКВЫ

Задание 1 Что такое импульс силы?
а) Произведение силы на время её действия.
б) Произведение массы на скорость.
в) Отношение силы к массе.
г) Произведение работы на время.

Задание 2 Закон сохранения механической энергии утверждает:
а) Полная механическая энергия системы остается постоянной.
б) Кинетическая энергия переходит в потенциальную и наоборот.
в) Работа силы тяжести равна нулю.
г) Мощность силы постоянна.

Задание 3 Что такое мощность электрического тока?
а) Работа тока в единицу времени
б) Количество заряженных частиц
в) Сопротивление проводника
г) Напряжение на участке цепи

Задание 4 Кто первым предложил корпускулярную теорию света?
а) Максвелл
б) Ньютон
в) Гюйгенс
г) Эйнштейн.

ЗАДАНИЕ НА УСТАНОВЛЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ

Задание 5 Соотнесите названиями законов и их формулировками:

Закон	Формулировка
1) Закон прямолинейного распространения света	а) описывает изменение направления луча при переходе из одной среды в другую.
2) Закон отражения света	б) гласит, что луч падающий, луч отражённый и перпендикуляр к отражающей поверхности в точке падения лежат в одной плоскости, а угол отражения равен углу падения.
3) Закон преломления света (закон Снеллиуса)	в) утверждает, что в оптически однородной среде свет движется по прямой линии. Это объясняет образование чётких теней от предметов.

Задание 6 Установите соответствие между понятием/формулой и его описанием/смыслом:

Понятие/формула	Описание/смысл
1) Колебательный контур	а) электромагнитные волны, которые занимают спектральную область между красным концом видимого света и микроволновым радиоизлучением.

2) Формула Томсона $T = 2\pi\sqrt{LC}$	б) электрический ток, который с течением времени изменяется по величине, направлению или и по тому, и по другому.
3) Резонанс в колебательном контуре	в) явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний (силы тока или напряжения) при совпадении частоты внешнего переменного напряжения с собственной (естественной) частотой контура.
4) Переменный ток	г) математическое выражение, связывающее собственную частоту, индуктивность и ёмкость электрических или электромагнитных колебаний в электрическом колебательном контуре.
5) Инфракрасное излучение	д) электрическая цепь, в которой могут происходить свободные электромагнитные колебания. Он состоит из конденсатора (ёмкостью C), катушки индуктивности (индуктивностью L) и иногда резистора (сопротивлением R).

Задание 7 Установите соответствие между явлением/понятием и его характеристикой:

Явление/Понятие	Характеристика
1) внешний фотоэффект	а) свет проявляет одновременно свойства волны и частицы; это объясняет, например, и интерференцию, и выбивание электронов.
2) энергия фотона	б) минимальная энергия, которую нужно передать электрону, чтобы он покинул поверхность вещества (зависит от материала).
3) работа выхода	в) вырывание электронов с поверхности вещества под действием света.
4) волново-корпускулярный дуализм	г) определяется формулой $E = h\nu$, где h — постоянная планка, ν — частота света.
5) давление света	д) подтверждает корпускулярную природу света: фотоны передают импульс поверхности, как маленькие частицы.
6) красная граница фотоэффекта	е) наименьшая частота света, при которой ещё возможен фотоэффект; если частота ниже — электроны не вылетают, какой бы ни была интенсивность света.

ЗАДАНИЯ ОТКРЫТОГО ТИПА (ОТКРЫТЫЙ ОТВЕТ, БЕЗ ВЫБОРА ВАРИАНТОВ)
ПРОЧИТАЙТЕ ТЕКСТ ЗАДАНИЯ, ВЫЯВИТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ.

Задание 8 Термодинамический процесс, при котором система не обменивается теплотой с окружающей средой. То есть количество теплоты, переданное системе или отданное ею, равно нулю: $Q = 0$., называется …. Выявите определение.

Задание 9 Физический закон, который количественно описывает тепловое действие

электрического тока. Он устанавливает связь между количеством выделяемой теплоты, электрическими параметрами цепи и характеристиками проводника. Выявите название закона.

Задание 10 Сила, с которой магнитное поле действует на движущуюся заряженную частицу, называется …. Выявите название закона.

Задание 11 Явление перераспределения энергии световых волн в пространстве при их наложении друг на друга. В результате в одних точках пространства свет усиливается (максимумы), а в других — ослабляется или полностью гасится (минимумы), называется... Выявите определение.

ЗАДАНИЕ НА УСТАНОВЛЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Задание 12 Установите правильную последовательность этапов расчёта работы идеального газа по графику зависимости давления от объёма (pV-диаграммы):

5. Определить площадь под соответствующим участком диаграммы (это и есть работа газа).
6. Установить тип процесса (изобарный, изотермический, изохорный) по виду диаграммы.
7. Применить соответствующее уравнение состояния (например, закон Бойля-Мариотта, Гей-Люссака или уравнение Менделеева-Клапейрона) для нахождения связи параметров.
8. Подставить известные значения в формулу для расчёта работы.

Варианты этапов: А) 1 → 2 → 3 → 4 Б) 4 → 3 → 2 → 1 В) 2 → 1 → 4 → 3 Г) 3 → 1 → 4 → 2

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

Задание 13 Установите правильную последовательность шагов решения задачи на расчёт напряжённости поля системы зарядов. Запишите в таблицу номера шагов в нужном порядке:

5) подстановка числовых значений из условия задачи и вычисление.
6) сложив векторно, находим модуль результирующего вектора по теореме Пифагора (если компоненты по осям известны) или через тригонометрию (если заданы углы).
7) после того как направления установлены, переходим к алгебраическому сложению векторов напряжённости.
8) анализируем знаки зарядов и определяем направление векторов $\vec{E}$ для каждого из них. Это критически важно, так как напряжённость — векторная величина.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

Задание 14 Снаряд массой 10 кг, выпущенный вертикально вверх, в верхней точке траектории разрывается на два осколка. Первый осколок массой 3 кг приобретает скорость 400 м/с, направленную горизонтально. Определите скорость второго осколка (массой 7 кг), если известно, что он сразу после разрыва падает вертикально вниз.

Установите правильную последовательность шагов решения:

6. Записать закон сохранения импульса для системы до разрыва.
7. Найти импульс первого осколка (масса 3 кг, скорость 400 м/с, направленная горизонтально).
8. Определить импульс второго осколка, зная его массу (7 кг) и то, что он упал вертикально вниз.
9. Записать закон сохранения механической энергии для системы до и после разрыва.
10. Решить систему уравнений для нахождения скорости второго осколка.

Варианты ответа:

А) 1 → 2 → 3 → 4 → 5
Б) 2 → 1 → 3 → 4 → 5
В) 1 → 3 → 2 → 4 → 5
Г) 3 → 1 → 2 → 4 → 5

Задание 15 Установите правильную последовательность этапов, описывающих механизм и особенности броуновского движения, от начального наблюдения явления до его теоретического объяснения. **Запишите в таблицу номера шагов в нужном порядке:**

Элементы для упорядочивания:

1 Интенсивность броуновского движения возрастает при повышении температуры среды.
2 В результате нескомпенсированных ударов броуновская частица совершает беспорядочное движение.
3 Теоретическое обоснование (теория Эйнштейна) появилось уже как итог осмысления явления и стало важным доказательством реальности молекул.
4 Молекулы жидкости (или газа) находятся в непрерывном хаотическом тепловом движении.
5 Броуновская частица испытывает нескомпенсированные удары молекул среды с разных сторон.

6 Ключи оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

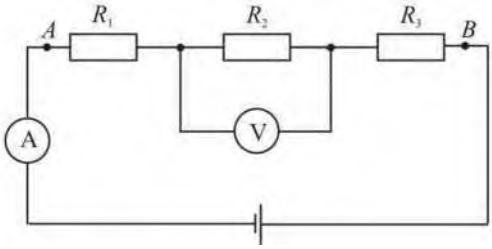
6.1 Ключи зачетных вопросов:

Раздел «Электродинамика»

Тема "Электрическое поле"

1. Свойство тел, проявляющееся в их взаимодействии - притяжении и отталкивании. Чем больше угол отклонения прибора, тем выше заряд тела.
2. Передача заряда. Трением, влиянием. Трением - потереть, влиянием - поднести заряженное тело, а с другой стороны, можно коснуться быстро рукой.
3. Минимальный возможный заряд - заряд электрона. Если тело имеет избыток электронов, то оно имеет отрицательный заряд, если недостаток электронов, то положительный заряд.
4. Алгебраическая сумма зарядов в замкнутой системе остаётся постоянной. Электроны с одного тела переходят на другое.
5. Два заряженных точечных тела взаимодействуют с силой пропорциональной их зарядам и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними.
6. Вид материи, возникающей вокруг заряженных тел.

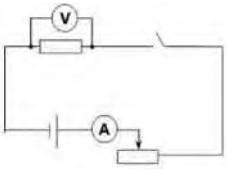
7. Сила, действующая на единичный заряд в данной точке поля. E=F/q, В/м - вольт, делёный на метр Направлена всегда в сторону силы, действующей на положительный заряд в данной точке поля.
8. Если поле создано несколькими зарядами, то результирующая напряженность в данной точке электрического поля равна векторной сумме напряжённостей каждого заряда в этой точке.
9. Энергия которой обладает единичный заряд в данной точке поля. Разность потенциалов - работа поля по перемещению единичного заряда из одной точки поля в другую. ^=W/q, A^=U=A/q. В - вольт.
10. Характеризует способность проводника накапливать электрический заряд. C=q/^. Ф - фарад.
11. Два проводника, разделённых диэлектриком. $C=(sB_0S)/d$.
12. $W=(CU^2)/2$.
13. Внутри проводника возникает внутреннее поле, компенсирующее внешнее, поэтому поле внутри проводника всегда равно нулю.



14. Молекулы диэлектрика поляризуются,если они неполяризованные, внутри диэлектрика возникает внутреннее поле которое уменьшает внешнее. Диэлектрическая проницаемость показывает, во сколько эл. поле внутри диэлектрика меньше внешнего.

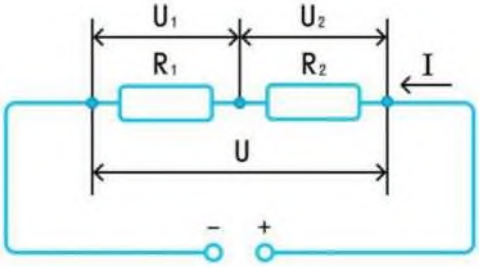
Тема "Законы постоянного тока"

15. Направленное движение заряженных частиц. Сила тока - количество заряда, проходящего через поперечное сечение проводника за единицу времени. А - ампер. I=q/t.
16. Электрическое поле, свободные носители заряда, источник тока. Источник тока - прибор, в котором происходит перенос зарядов против электрического поля, против электрических сил. Сторонняя сила - та, которая переносит заряд против электрического поля, она всегда неэлектрической природы.
17. Электрическая цепь - это совокупность источника тока, проводов, нагрузки, коммутационных элементов.
18. Прибор для измерения напряжения. Подключается параллельно участку, на котором хотим измерить напряжение. Прибор для измерения силы тока,



подключается в разрыв цепи, в которой хотим измерить силу тока.I=U/R.
19. В препятствовании прохождения тока по проводнику. R=pl/s.
20. Не зависит от силы тока и напряжения, т.к. при увеличении напряжения, в
21. цепи, сила тока увеличится во столько же раз, а сопротивление останется прежним. В системах координат напряжение - сила тока - прямая, наклон которой зависит от сопротивления, чем выше сопротивление, тем более полого идёт прямая.
22. Последовательное соединение.

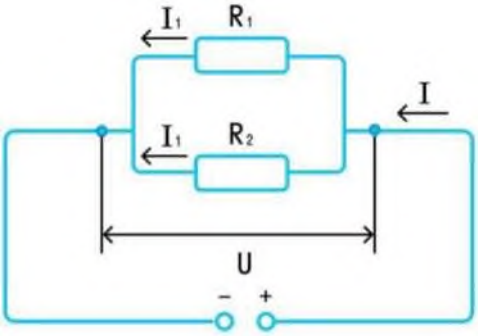
23. Последовательное соединение проводников.



Сила тока	Напряжение	Сопротивление
I = Ii=L	и = и. + Uz	R = RI + R2
	IR=IR,+IRz U, _R, Uz Rz	при Ri = R? =... = Rn 4 R = nRi

Параллельное соединение.

Параллельное соединение проводников



24. $Q=IR^2t$ - при прохождении тока по проводнику, он нагревается, количество
25. выделившейся теплоты можно рассчитать по формуле.ЭДС источника тока - характеристика источника тока, это работа, которую совершают сторонние силы по перемещение заряда во всей цепи. В - вольты.
26. Резкое увеличение силы тока в цепи, в случае, когда сопротивление цепи падает почти до 0.

Тема "Магнитное поле"

27. Движущийся электрический заряд. Если поступательное движение буравчика совпадает с направлением тока в проводнике, то направление вращения ручки буравчика покажет направление магнитного поля вокруг проводника.
28. Два прямых проводника с током притягиваются, если направления тока в них совпадают и отталкиваются, если направления токов в них противоположны.
29. Вектор магнитной индукции - это максимальная сила, действующая со стороны магнитного поля на проводник с током I длиной l. $B=F_{A\ max}/(Il)$. Тл, тесла. Направление определяем по правилу буравчика.
30. На проводник с током в магнитном поле действует сила, называемая силой Ампера FA=IBlsina.. Если линии магнитного поля входят в ладонь, а 4 пальца направлены по направлению тока в проводнике, то отогнутый на 90 градусов большой палец покажет направление силы Ампера. Если поместить рамку с током в магнитное поле, то под действием силы Ампера она будет поворачиваться таким образом, её магнитное поле совпадало по направлению с внешним магнитным полем.
31. Сила, действующая заряд, движущийся в магнитном поле. Fл=qvBsina. Направление силы Лоренца также определяется по правилу левой руки, но теперь 4 пальца должны совпадать с направлением скорости положительного заряда.
32. Произведение вектора магнитной индукции на площадь контура на косинус угла между нормалью к контуру и вектором магнитной индукции. Измеряется в веберах - Вб. Q=B-S-cosa.
33. Возникновение тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока через этот контур.
34. Если через катушку проносить магнит, то в катушке возникает электрический ток. Если к катушке подносить другую катушку с током, то в первой возникает электрический ток

36. ЭДС индукции равна скорости изменения магнитного потока через контур Е=АФ/АГ

Явление самоиндукции при замыкании и размыкании цепи.

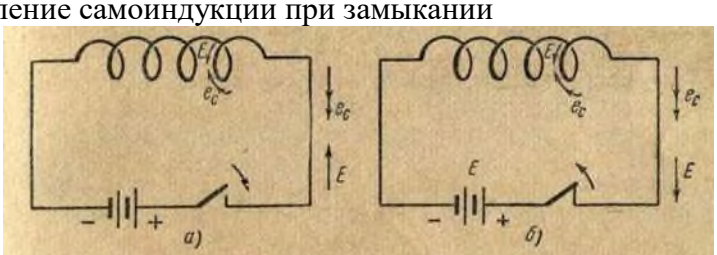


Рис. 45. Схема возникновения э. д. с. самоиндукции:
а — при замыкании цепи, б — при размыкании цепи; E — э. д. с., e_c — э. д. с. самоиндукции

WMarH=(LI2)/2

37. Возникновение индукционного тока в цепи при изменении тока, проходящего в

Раздел «Колебания и волны»

Тема "Электромагнитные колебания"

38. Периодическое изменение напряжённости, силы тока в цепи.
39. Простейшая система, в которой могут происходить электромагнитные колебания, состоит из катушки индуктивности и конденсатора.
40. Энергия электромагнитных колебаний переходит в тепловую
41. Колебания электрического и магнитного полей, распространяющиеся в пространстве. Распространяются со скоростью света - 300 000 км/с.

ль

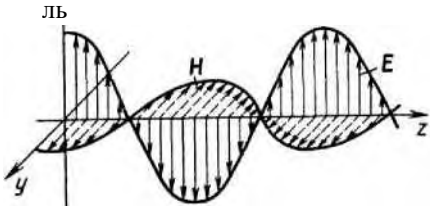


Рис. 3.6. Эскиз векторов плоской электромагнитной волны, распространяющейся в вакууме

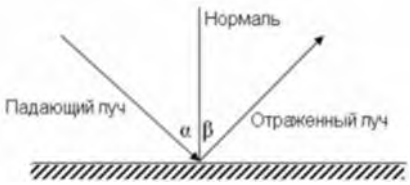
Отражаются от металлических предметов, угол падения равен углу отражения. Поглощаются при переходе через диэлектрик. Меняют своё направление - преломляются, при переходе из одной среды в другую, можно наблюдать интерференцию и дифракцию электромагнитных волн.

Беспроводная связь, в качестве носителя сигнала используются электромагнитные колебания, распространяющиеся свободно в пространстве.

Раздел «Оптика» Тема "Природа света"

42. В однородной прозрачной среде свет распространяется прямолинейно.

Резкие границы тени.

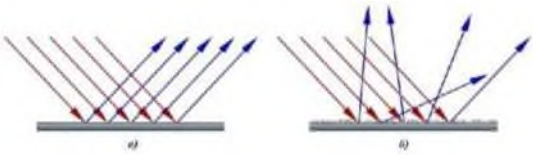


а - угол падения

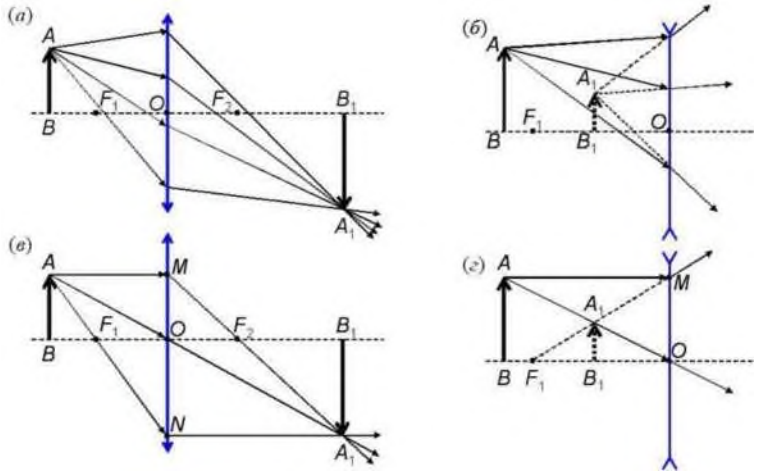
р - угол отражения

43. Отражение от гладкой поверхности - зеркальное, отражение от шероховатой поверхности - диффузное? диффузным? Ответы поясните рисунками.

44. Виды отражений: Зеркальное Диффузное



45. Изменение направления света при прохождении из одной среды в другую.
46. Падающий луч, перпендикуляр к границе раздела сред в точке падения и преломленный луч лежат в одной плоскости, причем отношение синуса угла падения к синусу угла преломления постоянно для данной пары сред и равно показателю преломления второй среды относительно первой.
47. Линза - оптический прибор, рассеивающая превращает параллельный пучок света в расходящийся, собирающая в сходящийся.



49. 1/F=1/f+1/d. r=H/h.
50. Телескоп - специальный оптический прибор для астрономических наблюдений объектов ночного неба.

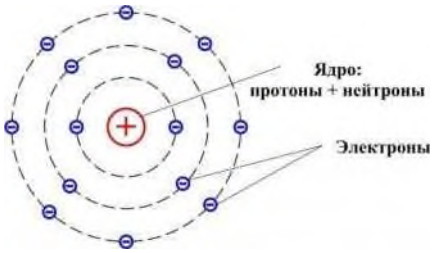
51. **Тема «Волновые свойства света»**
52. Дисперсией называется зависимость показателя преломления света от частоты колебаний или длины волны. 320-760 нм. В порядке цветов радуги. КОЖЗГСФ
53. Свет одной длины волны.
54. Потому что содержит в себе набор электромагнитных колебаний с различными длинами волн (цветам).
55. Для фиолетового больше - он сильнее отклоняется призмой.
56. Сложение двух и более когерентных волн, приводящее к образованию в пространстве устойчивых картин чередующихся максимумов и минимумов интенсивности света. Для наблюдения интерференции нужны 2 когерентных источника света.
57. Явление интерференции применяется для определения малых показателей преломления (например, газообразных веществ, слабых растворов и т.д.), для точного измерения длин и углов, для контроля чистоты обработки отражающих поверхностей прозрачных и непрозрачных тел. Применение интерференции Интерферометры. Просветление оптики. Проверка качества обработки поверхностей. Сверхточное определение размеров. Определение

длин световых волн.
58. Огибание волной препятствия, то есть проникновение волны в область геометрической тени. Длина волны должна быть сравнима с размерами препятствия.
59. Это набор длин волн, содержащихся в излучении какого-либо вещества. В газообразном, жидком, твёрдом. Спектр поглощений, спектр излучения.
60. Тёмные линии на сплошном спектре, обусловленные поглощением света определенной длины волны конкретным веществом.
61. Метод определения химического состава вещества, основанный на анализе спектров излучения и поглощения.
62. Тепловое излучение в основном приходится на инфракрасный участок спектра от 0,74 мкм до 1000 мкм. Теплые тела. ИК-излучение имеет низкую энергию, что делает его невидимым для человеческого глаза. Оно может проникать через некоторые материалы, такие как стекло и пластик, но не через металлы. Оно также может быть поглощено некоторыми веществами, такими как вода и углекислый газ. Существует множество источников ИК-излучения, включая звезды, планеты, космические объекты, лазеры и другие источники света. ИК-излучение используется в различных областях, включая тепловидение, медицину, астрономию, контроль качества и другие. Например, тепловизоры используются для обнаружения тепловых источников, таких как люди и животные, а также для контроля качества продукции.
63. Ультрафиолетовое излучение - невидимое для глаз
64. электромагнитное излучение волн света в диапазоне менее 400 нанометров (нм). Кроме Солнца, существуют производственные источники УФ-излучения - электрические дуги, ртутно-кварцевые горелки, автогенное пламя.? УФ-лучи запускают фотохимические и биологические процессы в организме, что обеспечивает их применение в медицине.
65. Рентгеновские лучи - это электромагнитное излучение, которое возникает либо при торможении свободно движущейся заряженной частицы, либо при электронных переходах во внутренних оболочках атома. Основным свойством рентгеновских лучей является их способность проникать во все вещества, теряя при этом, в той или иной степени, свою интенсивность. Не менее важным свойством этих лучей является их действие на светочувствительные материалы и элементы детекторов рентгеновского излучения.

Раздел «Квантовая физика»
Тема "Квантовая физика"
66. Планк предположил, что энергия излучается и поглощается атомами не непрерывно, а дискретно, одна порция энергии света пропорциональна частоте.
67. E=hu.
68. Вырывание электронов с поверхности материала под действием света.
69. 1) Количество вырываемый электронов прямо пропорционально 2интенсивности света. 2) Максимальная , t Hl V "
70. /7 v = Л + _____ 1
кинетическая энергия электрона «.п- пропорциональна частоте света и не зависит от его “ интенсивности. 3) Для каждого вещества существует минимальная частота света, при которой возможен фотоэффект.
71. Энергия кванта должна быть больше работы выхода электрона из металла. Минимальная частота света, при которой возможен фотоэффект. Авых=йушт. Минимальная энергия, которую надо сообщить электрону, чтобы он покинул

металл. которую нужно сообщить электрону, для того чтобы он мог преодолеть силы, удерживающие его внутри металла.
72. Это элементарная частица, которая несет квант (т.е. одну порцию) энергии электромагнитного излучения. E=hu.
73. Энергии световой волны оказывается достаточно для расщепления некоторых молекул, поэтому под действием света протекают химические процессы.

Тема "Физика атома и атомного ядра"
74. В центре атома находится положительное ядро, вокруг которого вращаются электроны по орбитам, подобно планетам, вращающимся вокруг Солнца.
75. Планетарная модель атома



77. а) Атом может находиться в особых состояниях, каждому из которых соответствует определенная энергия $E_п$. В стационарном состоянии атом не излучает. б) При переходе атома из состояния с большей /меньшей энергией, атом излучает/поглощает квант света определённой частоты. в) Атомы могут двигаться по строго определённым орбитам, радиус которых определяется соотношением $m_e ur=nh$. При переходе атома из одного стационарного состояния Еп в другое Em излучается или поглощается квант энергии hu= Em- Еп. Согласно постулатам Бора атом может долгое время находиться на стационарной орбите, не излучая (не теряя) энергию.
78. Прибор, создающий когерентный монохроматичный, параллельный пучок света. В его основе лежит явление вынужденного излучения. Для резки, сверления, сварки, пайки, закалки, обработки поверхностей, маркировки, гравировки, микрообработки, импульсного лазерного напыления, литографии, регулировки и т.д. В большинстве случаев, относительно высокая оптическая интенсивность в небольшом пятне, ведет к интенсивному нагреву, возможному испарению материала и образованию плазмы
79. Самопроизвольное испускание атомным ядром элементарных частиц, при котором происходит изменение состава исходного ядра и/или его энергетического состояния.
80. а- поток ядер гелия, два протона, два нейтрона, в- поток электронов, у- электромагнитная волна высокой частоты.
81. Альфа-частицы обладают наибольшей ионизирующей способностью, но при этом неспособны глубоко проникать в вещество. Альфа-радиоактивными являются все тяжелые элементы. При альфа-распаде номер элемента уменьшается на две единицы, а его масса уменьшается на четыре единицы.
82. Бета-излучение имеет большую проникающую способность, по сравнению с альфа-излучением, но при этом его ионизирующая способность меньше. Бета-радиоактивными являются элементы, в которых число нейтронов повышено, по сравнению с энергетически выгодным. Нейтрон является нестабильной частицей и распадается на протон, электрон и антинейтрино. Поэтому при бета-распаде номер элемента увеличивается на один, а масса остается прежней.
83. Они обладают самой высокой проникающей способностью и меньше всего ионизируют вещество. Гамма-частицы излучаются ядрами, которые в результате распада имеют повышенный уровень энергии. «Лишняя» энергия излучается в виде гамма-квантов.

84. Время, в течение которого распадётся половина атомов вещества.
85. Ядро состоит из протонов и нейтронов, количество протонов равно порядковому номеру элемента в таблице Менделеева, суммарное количество протонов и нейтронов - массовому числу.
86. $_{z}^{A}X$. Z - зарядовое число - число протонов в ядре, A - массовое число - число нуклонов в ядре.
87. Атомы одного химического элемента, имеющие одинаковое количество протонов и разное количество нейтронов. Ядра радиоактивных изотопов испытывают радиоактивный распад, стабильные изотопы устойчиво существуют долгое время.
88. Почти все имеют изотопы, отличаются числом нейтронов, стабильностью.
89. Минимальная энергия, которую надо затратить, чтобы разделить ядро на составляющие его нуклоны.
90. Деление атомных ядер - их распад на две части (осколка) сравнимой массы. Деление может быть самопроизвольным (спонтанным) или вынужденным, вызванным взаимодействием ядра с внешней частицей. Деление энергетически выгодно, т.е. сопровождается освобождением энергии, для тяжёлых ядер и является основным источником ядерной энергии. Одна из наиболее типичных реакций деления ядра урана-235 выглядит так:
91. n + -A^Ba + ^Кг+Зп.
92. Она протекает за время не более, чем 10^{-12} сек и сопровождается испусканием трёх нейтронов. Увеличение числа нейтронов в процессе деления открывает возможность протекания цепной ядерной реакции деления.
93. Последовательность единичных ядерных реакций, каждая из которых вызывается частицей, появившейся как продукт этой реакции на предыдущем шаге последовательности. Примером цепной ядерной реакции является цепная реакция деления ядер тяжёлых элементов, при которой основное число актов деления инициируется нейтронами, полученными при делении ядер в предыдущем поколении.
94. В качестве защитных материалов для ослабления нейтронного излучения используют воду, бетон; для защиты от гамма-излучений - сталь, свинец.
95. Реакция слияния лёгких ядер, происходящая при очень высокой температуре. Для объединения лёгкие ядра должны приблизиться друг к другу на малое расстояние, это возможно при условии, что они имеют большую кинетическую энергию. Высокую кинетическую энергию они могут иметь только при очень высокой температуре.
96. Энергия покоя двух отдельных ядер больше, чем у образованного результирующего ядра. Лишняя энергия выделяется при слиянии.
97. Она позволяет высвободить почти в 4 миллиона раз больше энергии, чем химические реакции, такие как сжигание угля, нефти или газа, и в четыре раза больше энергии, чем реакция деления атомного ядра, используемая сегодня на атомных электростанциях по всему миру.

Раздел «Строение Вселенной»

Тема "Строение Вселенной"

98. Мегамир - входят планеты, звездные скопления, галактики, метагалактики. Это мир огромных масштабов и скоростей. Расстояние в мегамире измеряется астрономическими единицами, световыми годами, парсеками. Время жизни космических объектов исчисляется миллионами и миллиардами лет.

99. Солнце, планеты, астероиды, кометы, межпланетная пыль, газ, электромагнитные поля. Солнце - звезда, масса составляет 99,98% массы всей СС, центральное тело, руководит движением всех других объектов СС. Вращается вокруг своей оси, и совершает сложное движение вокруг центра тяжести СС. Восемь планет, движутся по эллиптическим орбитам вокруг Солнца (эксцентриситет небольшой, самая вытянутая орбита у Меркурия). Астероиды - твёрдые тела, вращающиеся по эллиптическим орбитам, кометы- льдистые тела, вращаются по сильно вытянутым эллипсам или по параболам/гиперболам. Кометы основное время проводят далеко от Солнца (облако Оорта, пояс Койпера).

100.СС сформировалась из газопылевого облака, которое сжималось под действием гравитационной силы. В центре повышалась температура, началась термоядерная реакция, образовалась звезда, из остатков газа и пыли постепенно сформировались планеты. около 5 млрд лет назад.

101.Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. **Внутренние планеты или планеты земной группы** - Меркурий, Венера, Земля и Марс. Они состоят, в основном, из силикатов и металлов. **Внешние планеты** - Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун - так называемые газовые гиганты. Они намного более массивны, чем планеты земной группы. Крупнейшие планеты Солнечной системы, Юпитер и Сатурн, состоят в основном, из водорода и гелия. Меньшие газовые гиганты, Уран и Нептун, помимо водорода и гелия, содержат в составе своих атмосфер метан и угарный газ. **Меркурий** - является ближайшей планетой к Солнцу и наименьшей планетой системы. У планеты нет спутников.Венера - самая горячая планета нашей системы, температура ее поверхности превышает 400 градусов по Цельсию. Наиболее вероятной причиной столь высокой температуры является парниковый эффект, возникающий из-за плотной атмосферы (давление в 90 раз выше земного), богатой углекислым газом. **Марс** - меньше Земли и Венеры. Он обладает атмосферой, состоящей главным образом из углекислого газа. На его поверхности есть вулканы, самый большой из которых, Олимп, превышает размерами все земные вулканы, достигая высоты 21,2 км. **Юпитер** - обладает массой в 318 раз больше земной, и в 2,5 раза массивнее всех остальных планет вместе взятых. Он состоит главным образом из водорода и гелия. У Юпитера имеется 95 спутников. **Сатурн** - известен своей обширной системой колец. Это наименее плотная планета Солнечной системы (его средняя плотность меньше плотности воды). У Сатурна имеется 72 спутника. На спутник Сатурна Титан опускался космический аппарат. **Уран** - седьмая планета от Солнца является самой легкой из планет-гигантов. Вращается «лежа на боку»: наклон оси его вращения к плоскости эклиптики равен примерно 98 градусам. **Нептун** - последняя планета в Солнечной системе.

102.Звёзды образуются из холодных разреженных облаков межзвёздного газа, которые сжимаются из-за гравитационной неустойчивости, в процессе сжатия разогреваются настолько, что в их недрах начинаются термоядерные реакции синтеза гелия из водорода.

103.Видимая поверхность Солнца. Плотность меньше - 1/1000000 г/см куб, температура 6000 К, давление 1/6 атмосферы;Конвективная зона. По мере приближения к поверхности Солнца температура быстро уменьшается. В результате происходит конвекция - перемешивание вещества и перенос энергии к поверхности светила самим веществом;Зона переноса энергии излучением. Она представляет собой как бы стенки ядерного котла, через которые энергия медленно просачивается наружу;Ядро Солнца - естественный термоядерный реактор, где происходит выделение энергии за счет превращения водорода в гелий. В центре ядра: плотность - 160 г/см куб, температура - 15 млн К, давление - 340 млрд атмосфер, т.е. условия точно такие, какие нужны для работы ядерного реактора;Фотосфера - из нее исходит большая часть излучаемой Солнцем энергии в видимой области

спектра;Хромосфера - плотность и давление с высотой убывают, а температура возрастает;Корона - самый верхний слой атмосферы Солнца - состоит из чрезвычайно разреженной плазмы. Она постоянно расширяется в окружающее пространство и переходит в солнечный ветер. Во внутренней короне 1 млн К и выше. Рождение (4,6 млрд. лет назад) Основной этап (1-10 млрд. лет) Красный гигант (10,5-11 млрд. лет) Белый карлик (0,12-1+ трлн. лет) Черный (темный) карлик.

104.**В состав Вселенной входят** звёзды и планеты, которые объединяются в галактики. Космическое пространство между звёздами в галактике заполнено межзвёздным газом и космической пылью.

105.Гигантская система, состоящая из миллиардов звёзд и их скоплений, газа, пыли, магнитного поля и космических лучей. Основные типы галактик: эллиптические, спиральные, неправильные. Местная группа галактик - около 40 наиболее близких гравитационно связанных галактик, среди них галактика Андромеда, Треугольник и другие.

106.Закон Хаббла говорит, что чем дальше галактика, тем выше скорость её удаления. **Реликтовое излучение** - это электромагнитное **излучение**, которое осталось после Большого Взрыва и заполнило всю Вселенную. **Реликтовое излучение** является тепловым **излучением**, имеет определенную температуру, которая сейчас составляет около 2,7 Кельвина (-270,45 градусов Цельсия). Такая низкая температура объясняется расширением Вселенной после Большого Взрыва. Равномерное распределение.

6.2 Примеры тестовых заданий

Вариант 1

1 а
2 а
3 а
4 б
5. 1в 2б 3а
6. 1д 2г 3в 4б 5 а
7. 1в 2г 3б 4 а 5 д 6 е
8 Адиабатический (адиабатный) процесс
9 Закон Джоуля — Ленца
10 Сила Лоренца
11 Интерференция света
12 Г) 3 → 1 → 4 → 2
13 4 →3 →2 →1
14 В) 2 → 1 → 3 → 4 → 5
15 4→ 5 →2→ 1 →3