

Контрольные задания для студентов дистанционного обучения групп специальности

21.05.04 Горное дело

ГМз

Горные машины и оборудование

2 сем контр №1, зач

3 сем контр №2, экз

4 сем контр №3, экз

Минобрнауки России										"Утверждаю"																
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова										Первый проректор																
Учебный график																										
По специальности		21.05.04		Горное дело																		Е.И. Евтушенко				
						Горные машины и оборудование																				
первый курс										Институт заочного образования										2024/2025 уч. год						
Наименование дисциплин		Трудоем- кость по ГОС (ЗЕ)	Количество часов по заочной системе обучения на год					Установочная сессия			Зимняя лабораторно - экзаменационная сессия							Летняя лабораторно-экзаменационная сессия							Кафедра	
			всего	лекций	лаборат. занятий	практич. занятий	консультации	лекций	практич. занятий	лаборат. занятий	Номер РГЗ	Номер ИДЗ	лекций	лаборат. занятий	практич. занятий	зачеты	консультации	экзамены	Номер РГЗ	Номер ИДЗ	лекций	лаборат. занятий	практич. занятий	зачеты		консультации
История России		144 (4)	56	38		18		2			1	18		9	зач				2	18		9	д.зач			СиУ
Иностранный язык		252 (7)	14		2	12			2		1			6	зач				2			6	зач			Ин.яз.
Основы российской государственности		72 (2)	8	4		4						2	*							2			4	зач		СиУ
Русский язык и культура речи		72 (2)	6	4		2						2	*						1	2		2	зач			Рус.яз.
Математика		432 (12)	30	14		12	4	2			1	6		6		2	экз		2	6		6		2	экз	ВМ
Физика		396 (11)	8	4	2	2						2	*					1		2	2	2	зач			Физики
Химия		180 (5)	10	4	4		2	2			1		2	4			2	экз								ТХПХ
Основы информационных технологий в цифровой среде		216 (6)	12	6	4		2	2				1	2	2		зач			2	2	2			2	экз	ИТ
Начертательная геометрия и инженерная графика		288 (8)	10	4		6		2			1	2		2	зач				2			4	зач			НГГ
Компьютерная графика		216 (6)	10	6		4		2			1	2		2	д.зач			1		2		2	д.зач			МО
История развития горного дела региона		108 (3)	8	4		2	2	2			1	2		2		2	экз									МО
Учебная ознакомительная практика		4 недели																					д.зач.			МО
Учебная профессиональная практика		4 недели																					д.зач.			МО
Философия*		144 (4)																		2*						ТМН
Теоретическая механика*		252 (7)																		2*						ТМнСМ
Прикладная механика*		540 (15)																		2*						МО

Минобрнауки России										"Утверждаю"									
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова										Первый проректор									
Учебный график																			
По направлению 21.05.04 "Горное дело"										Е.И. Евтушенко									
профиль Горные машины и оборудование																			
второй курс										Институт заочного образования									
										2024/2025 уч. год									

Дисциплина	Часы	ЗЕ	Осень (3)					ИДЗ/РГЗ	КПР	Контроль	Весна (4)					ИДЗ/РГЗ	КПР	Контроль	Каф	сем-сем
			Лек	Лаб	Прак	Конс	Всего				Лек	Лаб	Прак	Конс	Всего					
Философия	144	4	4		4		8	ИДЗ		Диф. зачет									ТМН	2_3
Иностранный язык	108	3			6	2	8	ИДЗ		Экзамен									Иня.яз	0_3
Безопасность жизнедеятельности	108	3	2				2				4	2	2		8	ИДЗ		Зачет	БЖД	3_4
Социология и психология управления											2				2				СиУ	4_5
Правоведение	72	2	2				2				2		2		4	ИДЗ		Зачет	СиУ	3_4
Математика	144	4	4		2		6	РГЗ		Зачет									ВМ	0_3
Физика	288	8	2	2	2	2	8	ИДЗ		Экзамен	2	2	2	2	8	ИДЗ		Экзамен	Физ.	1_4
Геология	252	7	2				2				2	2	2	2	8	РГЗ		Экзамен	ГКИИ	3_4
Начертательная геометрия и инженерная графика	72	2			4		4	ИДЗ		Зачет									НГГ	0_3
Теоретическая механика	252	7	2		2		4	РГЗ		Зачет	2		2	2	6	ИДЗ		Экзамен	ТМнСМ	2_4
Сопротивление материалов	108	3	2				2				2		2		4	ИДЗ		Диф. зачет	ТМнСМ	3_5
Материаловедение											2				2				ТМ	4_5
Физические основы добычи и переработки полезных ископаемых											2				2				МО	4_5
Основы конструкторской, изобретательской и научной деятельности											2				2				МО	4_5
Духовно-нравственная культура и патриотическое воспитание	72	2	2				2				2		2		4	ИДЗ		Зачет	МО	3_4
Прикладная механика	180	5	4	4			8			Зачет	2		4	2	8			Экзамен	МО	2_6
Гидравлика и гидравлический привод											2				2				ТГВ	4_6
Учебная профессиональная практика	108	3											6		6			Диф. зачет	МО	1_4
Учебная геологическая практика	108	3																Диф. зачет	ГКИИ	4

Основой для изучения курса физики студентами дистанционной формы обучения являются методические пособия, составленные для самостоятельной подготовки студентов к экзаменам. Для изучения вопросов, которые не освещены в методических пособиях, необходимо обратиться к специальной учебной литературе, например:

1. «Курс физики» А. А. Детлаф, Б. М. Яворский,
2. «Курс общей физики» И.В. Савельев т.1, 2, 3,
3. «Курс физики» Т. И. Трофимова.

или другим учебникам, предназначенным для изучения курса общей физики в высших учебных заведениях.

Для подготовки к решению контрольных работ предлагаем изучить следующие учебные пособия:

1. «Руководство к решению задач по курсу общей физики» Е.В. Фирганг,
2. «Все решения к «Сборнику задач по общему курсу физики» В. С. Волькенштейн» Е.Н. Изергина, Н.И. Петров т.1, 2,
- 3 «Сборник задач с решениями» В.М. Гладской, П.И. Самойленко,
- 4 «Задачник по физике» А.Г. Чертов, А.А. Воробьев.

Программа курса физики для студентов дистанционного образования.

Каждый студент должен иметь распечатку программы курса физики, которую необходимо самостоятельно изучить и составить конспект, чтобы успешно освоить учебный материал, необходимый для решения контрольных заданий и сдачи зачётов и экзаменов.

Вопросы для конспектирования в семестре № 1

Механика материальной точки и твердого тела

Основные понятия и законы движения.

Механика и её разделы. Основные понятия: материальная точка, механическая система, перемещение, путь, мгновенная и средняя скорости, ускорение, тангенциальная и нормальная составляющая ускорения. Период и частота обращения. Поступательное и вращательное движения. Уравнения поступательного и вращательного движения.

Инерция, масса, импульс, сила. Законы Ньютона. Силы в природе: сила гравитационного взаимодействия, сила тяжести, силы трения, вес, силы реакции опоры, сила Архимеда. Пластическая и упругая деформации, виды упругой деформации: сдвига, сжатия и растяжения, кручения, изгиба. Законы Гука для различных видов упругой деформации.

Инерциальные и неинерциальные системы отсчёта. Силы инерции. Преобразования Галилея и преобразования Лоренца. Следствия из преобразований Лоренца. Постулаты Эйнштейна.

Законы изменения и сохранения.

Работа. Мощность, КПД. Кинетическая, потенциальная и полная механическая энергии. Закон изменения и превращения энергии, закон изменения полной механической энергии, закон сохранения полной механической энергии. Закон изменения импульса и закон сохранения импульса механической системы. Удар, виды ударов. Запись законов сохранения для абсолютно упругого и абсолютно неупругого ударов.

Твердое тело как система частиц

Абсолютно твердое тело. Центр масс и центр тяжести тела. Закон движения центра масс. Момент силы относительно неподвижной точки и неподвижной оси. Момент инерции и кинетическая энергия вращающегося твёрдого тела. Собственные и главные оси и моменты инерции. Собственные моменты инерции различных тел. Теорема Штейнера.

Основной закон динамики вращательного движения. Момент импульса материальной точки и абсолютно твердого тела. Закон изменения момента импульса и закон сохранения момента импульса механической системы тел. Работа силы при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси.

Колебания и волны

Колебания, виды колебаний. Затухающие и незатухающие колебания. Периодические колебания. Свободные и вынужденные колебания.

Гармонические колебания. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний и его решение. График гармонических колебаний. Понятие об амплитуде, частоте, фазе, периоде.

Дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний и его решение. График затухающих колебаний. Понятие о коэффициенте затухания, декременте и логарифмическом декременте затухания, времени релаксации и добротности колебательной системы.

Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний и его решение. Понятие о резонансе.

Понятие о маятнике. Математический, физический, обратный и пружинный маятники. Период колебаний для этих маятников. Приведенная длина физического маятника.

Сложение гармонических колебаний одного направления. Метод векторных диаграмм.

Сложение двух взаимно перпендикулярных гармонических колебаний. Фигуры Лиссажу.

Волна. Механическая волна. Поперечные и продольные волны. Фронт волны, волновая поверхность, понятие о бегущей и стоячей волне. Плоские и сферические волны. Длина волны, период и частота волны.

Дифференциальное уравнение волны (волновое уравнение). Уравнения плоской бегущей гармонической волны.

Уравнение стоячей волны. Понятие о пучностях и узлах стоячей волны.

Понятие о групповой и фазовой скорости волн. Дисперсия волн. Скорости распространения волн в различных средах.

Молекулярно-кинетическая теория

Идеальный газ

Основные положения молекулярно-кинетической теории. Понятие об идеальном газе. Основные уравнения молекулярно-кинетической теории. Степени свободы молекулы. Средняя энергия теплового движения молекулы. Абсолютная температура.

Максвелловское распределение молекул по скоростям. Понятие о наиболее вероятной, средней арифметической и средней квадратической скоростях теплового движения молекул идеального газа. Барометрическая формула.

Уравнение Менделеева - Клапейрона. Изотермический, изобарический, изохорический, адиабатный и политропный процессы. Основное уравнение состояния идеального газа и его запись для различных изопроцессов. Смесь газов. Закон Дальтона для смеси газов.

Реальный газ

Реальные газы. Уравнения Ван-дер-Ваальса для реального газа и его анализ. Критическое состояние газа. Внутренняя энергия реального газа.

Явления переноса

Эффективный диаметр молекулы. Число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул. Явления переноса в газах: диффузия, теплопроводность и вязкость.

Термодинамика

Первое начало термодинамики

Термодинамическая система. Внутренняя энергия системы. Количество теплоты. Теплоемкость, виды теплоемкости. Связь теплоемкости и внутренней энергии с числом степеней свободы молекул.

Первое начало термодинамики и его применение к различным изопроцессам. Работа идеального газа.

Второе начало термодинамики

Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы. Принцип действия тепловой машины. Идеальная тепловая машина Карно и её КПД.

Энтропия. Второе начало термодинамики и его статистический смысл.

Вопросы для конспектирования в семестре № 2

Электростатика.

Электростатическое поле, его основные свойства и характеристики. Графическое изображение электростатического поля: силовые линии и эквипотенциали.

Точечный электрический заряд. Напряженность и потенциал неподвижного точечного заряда. Закон Кулона. Принцип суперпозиции для электростатических полей.

Потенциальная энергия электростатического взаимодействия точечных зарядов. Работа электростатического поля по перемещению точечного заряда.

Проводники и диэлектрики. Виды диэлектриков. Проводники и диэлектрики в электростатическом поле. Теорема Остроградского-Гаусса для электростатического поля неподвижных зарядов в вакууме и в веществе.

Емкость уединенного проводника и конденсатора. Виды конденсаторов. Формулы для расчета емкости плоского, цилиндрического и сферического конденсаторов. Виды соединения конденсаторов. Формулы для определения емкости батареи конденсаторов. Энергия электрического поля уединенного проводника и конденсатора. Объемная плотность энергии электрического поля.

Электрический диполь. Напряженность и потенциал точечного диполя.

Постоянный электрический ток

Электрический ток. Постоянный электрический ток и его основные характеристики: сила тока и плотность тока.

Сопротивление проводника. Последовательное и параллельное соединения проводников.

Законы Ома и Джоуля-Ленца. Работа и мощность постоянного электрического тока. Правила Кирхгофа для расчета электрических цепей постоянного тока.

Магнитное поле

Магнитное поле, его основные свойства и характеристики. Графическое изображение магнитного поля: силовые линии вектора магнитной индукции. Поток вектора магнитной индукции.

Закон Био-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиции для магнитных полей. Магнитное поле прямолинейного проводника с током конечной и бесконечной длины, бесконечно длинного соленоида и тороида с током, в центре кругового витка с током.

Силы Ампера и Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Взаимодействие двух параллельных проводников с током. Работа магнитного поля по перемещению проводника и контура с током. Магнитный механический момент контура с током в магнитном поле.

Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Их особенности и основные характеристики. Закон полного тока для магнитного поля в вакууме и в веществе.

Электромагнетизм

Опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея для электромагнитной индукции. Правило Ленца. Явление самоиндукции и взаимной индукции. Индуктивность контура и соленоида. Энергия магнитного поля контура с током и соленоида.

Переменный электрический ток

Переменный электрический ток и его основные характеристики. Цепь переменного тока только с активным сопротивлением, с чистой емкостью и чистой индуктивностью. Законы Ома и векторные диаграммы для таких цепей. Цепь переменного тока, содержащая последовательно соединенные активное сопротивление, емкость и индуктивность. Закон Ома и векторная диаграмма для такой цепи. Явление последовательного и параллельного резонанса.

Вопросы для конспектирования в семестре № 3

Оптика

Электромагнитные волны и их свойства. Шкала электромагнитных волн.

Интерференция света

Волновая природа света. Монохроматические и когерентные волны. Явление интерференции света. Условия усиления и ослабления света при интерференции. Интерференция света в тонких плёнках. Кольца Ньютона.

Дифракция света

Дифракция света. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля на небольшом круглом отверстии и диске. Дифракция Фраунгофера на одной и многих щелях. Дифракционная решетка и её основные характеристики. Виды дифракционных решеток. Формула дифракционной решетки.

Взаимодействие света с веществом

Поглощение света. Закон Бугера. Рассеяние света. Закон Релея. Дисперсия света.

Поляризации света

Явление поляризации света. Естественный и поляризованный свет. Виды поляризации. Степень поляризации. Способы получения линейно поляризованного света. Закон Брюстера. Закон Малюса.

Тепловое излучение

Тепловое излучение. Основные характеристики теплового излучения. Абсолютно черное тело, серое тело и их отличия от реальных тел. Модель абсолютно черного тела. Кривые теплового излучения абсолютно черного тела. Законы теплового излучения: Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина, Рэлея-Джинса, Планка.

Фотоэффект

Явление фотоэффекта и его виды. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Понятие о работе выхода и красной границе фотоэффекта.

Атомная и ядерная физика. Физика элементарных частиц

Явление радиоактивности. Законы радиоактивности. Обозначение атомных ядер.

Виды радиоактивных излучений и их свойства. Космическое излучение.

Современные представления о строении атома. Состав атомного ядра. Массовые и зарядовые числа. Ядерные силы. Дефект массы и энергия связи ядра. Ядерные реакции и их основные типы.

Корпускулярно-волновой дуализм свойств вещества. Волны де Бройля.

Соотношение неопределённостей Гейзенберга. Временное и стационарное уравнения Шредингера. Волновая функция и её статистический смысл.

Принцип Паули. Понятие о квантовых числах.

Фермионы и бозоны.

Элементарные частицы и типы их взаимодействий. Классификация элементарных частиц. Кварки.

Требования к выполнению контрольных заданий

Студент должен решить десять задач того варианта, номер которого совпадает с последней цифрой номера его зачётной книжки. Категорически запрещается изменять условия задач или заменять условия задач, взятых из других вариантов. Работы, выполненные с нарушениями, приниматься не будут.

При выполнении контрольных заданий студенту необходимо руководствоваться следующими правилами:

1. Контрольные задания выполняются в обычной школьной тетради, на обложке которой приводятся сведения по следующему образцу:

Студент
БГТУ им. В.Г. Шухова
Андреев И. П., группа ГМд - 11
номер зачётной книжки 257325
Адрес: г. Шебекино, Советская ул., 4, кв. 1
Контрольная работа №1
Вариант № 5

2. Контрольное задание выполняется чернилами. Для замечаний преподавателя оставляются поля. Каждая задача должна начинаться с новой страницы. Условия задач переписываются без сокращений.

3. Решения должны сопровождаться пояснениями, раскрывающими физический смысл применяемых формул или законов.

4. Необходимо решить задачу в общем виде, т.е. выразить искомую величину через буквенные обозначения величин, заданных в условии задачи.

5. Подставить в окончательную формулу все величины, выраженные в системе СИ. Произвести вычисления и записать ответ.

Алгоритм решения задач по физике

В виду того, что универсальной методики решения задач не существует, ниже приводится примерный алгоритм, который облегчит Вам решение задач по физике.

1. Внимательно прочитать задачу. Установить в общих чертах условия задачи и каким физическим законам они отвечают.
2. Сделать краткую запись условия задачи. Все данные задачи выразить в единицах системы СИ.
3. Сделать чертеж, схему или рисунок, поясняющие условие задачи. Указать на чертеже все данные и искомые величины задачи.
4. Написать уравнение или систему уравнений, отображающих происходящий в условии задачи физический процесс. При необходимости векторные уравнения записать в проекциях на оси координат
5. Используя условия задачи и чертеж, преобразовать исходные равенства так, чтобы в конечном виде в них входили лишь упомянутые в условиях задачи величины и табличные данные.
6. Решить задачу, получив окончательную формулу в буквенном виде. Проверить размерность полученного равенства и если она совпадает, подставить в неё исходные данные и произвести вычисления. Проанализировать полученный результат и записать окончательный ответ.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

Семестр 3

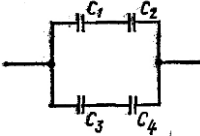
1. Электростатика. Виды электрических зарядов. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Электрическое поле и его основные свойства.
2. Напряженность и потенциал электростатического поля. Напряженность и потенциал поля точечного заряда. Принцип суперпозиции для электростатического поля.
3. Работа сил электростатического поля по перемещению точечного заряда.
4. Электрический диполь. Напряженность и потенциал точечного диполя.
5. Проводники и диэлектрики. Виды диэлектриков. Проводники и диэлектрики в электростатическом поле.
6. Емкость уединенного проводника и конденсатора. Виды конденсаторов. Последовательное и параллельное соединения конденсаторов. Формулы для определения емкости батареи конденсаторов. Энергия электрического поля уединенного проводника и конденсатора.
7. Постоянный электрический ток. Характеристики электрического тока: сила тока, вектор плотности тока. Электродвижущая сила и напряжение. Законы Ома для участка цепи и замкнутой цепи. Сопротивление. Последовательное и параллельное соединения проводников.
8. Закон Джоуля - Ленца. Работа и мощность тока. КПД источника тока.
9. Магнитное поле в вакууме. Вектор магнитной индукции и вектор напряженности магнитного поля. Силовые линии магнитного поля. Принцип суперпозиции для магнитного поля.
10. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле прямолинейного проводника с током конечной и бесконечной длины, бесконечно длинного соленоида и тороида с током, в центре кругового витка с током.
11. Сила Ампера и сила Лоренца.
12. Работа сил магнитного поля при перемещении проводника с током и контура с током в постоянном магнитном поле.
13. Явление самоиндукции и взаимной индукции. Энергия магнитного поля контура с током и соленоида.
14. Переменный электрический ток и его основные характеристики.
15. Цепь переменного тока только с активным сопротивлением, с чистой емкостью и чистой индуктивностью. Законы Ома и векторные диаграммы для таких цепей.
16. Цепь переменного тока, содержащая последовательно соединенные активное сопротивление, емкость и индуктивность. Закон Ома и векторная диаграмма для такой цепи.
17. Явление последовательного и параллельного резонанса в цепи переменного тока.
18. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Их особенности и основные характеристики.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

Семестр 4

1. Электромагнитные волны и их свойства. Шкала электромагнитных волн.
2. Интерференция света. Монохроматические и когерентные волны. Опыт Юнга. Условия максимума и минимума при интерференции света. Оптическая разность хода световых волн.
3. Явление дифракции света. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Принцип Гюйгенса – Френеля. Дифракционная решётка и её характеристики. Формула дифракционной решётки.
4. Явление поляризации света. Естественный и поляризованный свет. Степень поляризации света. Способы получения линейно поляризованного света. Закон Брюстера и закон Малюса.
5. Тепловое излучение, его свойства и характеристики. Основные законы теплового излучения: Кирхгофа, Стефана – Больцмана, Вина, Рэлея – Джинса и Планка. Кривые теплового излучения.
6. Фотоэффект и его основные виды. Законы Столетова для внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Понятие о красной границе и работе выхода.
7. Корпускулярно - волновой дуализм свойств вещества: гипотеза де Бройля. Волны де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга и их физический смысл.
8. Современные представления о строении атома. Обозначение атомных ядер. Энергия связи ядра. Ядерные силы.
9. Ядерные реакции. Реакции деления и реакции синтеза атомных ядер.
10. Явление радиоактивности. Закон радиоактивного распада. Виды радиоактивных излучений: α , β и γ – излучения. Их природа и основные свойства.
11. Элементарные частицы. Виды элементарных частиц и их основные свойства. Космическое излучение.

Контрольная № 1	семестр 2	вариант № 0
1. Точка движется по прямой согласно уравнению $x = At + Bt^2$, где $A = 6 \text{ м/с}$; $B = 0,125 \text{ м/с}^3$. Определить среднюю скорость $\langle \frac{\Delta s}{\Delta t} \rangle$ точки в интервале времени от $t_1 = 2 \text{ с}$ до $t_2 = 6 \text{ с}$.		
2. Пружина жесткостью $\kappa = 10^3 \text{ Н/м}$ сжата силой $F = 100 \text{ Н}$. Определить работу внешней силы, дополнительно сжимающей эту пружину еще на $\Delta l = 10 \text{ мм}$.		
3. Шар, двигавшийся горизонтально, столкнулся с неподвижным шаром и передал ему 64% своей кинетической энергии. Шары абсолютно упругие, удар прямой, центральный. Во сколько раз масса второго шара больше массы первого?		
4. Две пружины жесткостью $k_1 = 1 \text{ кН/м}$ и $k_2 = 3 \text{ кН/м}$ скреплены параллельно. Определить потенциальную энергию данной системы при абсолютной деформации $\Delta l = 5 \text{ см}$.		
5. Точка совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид $x = A \sin \omega t$, где $A = 5 \text{ см}$; $\omega = 2 \text{ с}^{-1}$. В момент, когда на точку действовала возвращающая сила $F = +5 \text{ мН}$, точка обладала потенциальной энергией $\Pi = 0,1 \text{ мДж}$. Найти этот момент времени t и соответствующую ему фазу колебания.		
6. Газ занимает объем $V = 1 \text{ л}$ под давлением $p = 0,2 \text{ МПа}$. Определить кинетическую энергию поступательного движения всех молекул, находящихся в данном объеме.		
7. В цилиндре под поршнем находится азот, имеющий массу $0,6 \text{ кг}$ и занимающий объем $V_1 = 1,2 \text{ м}^3$ при температуре $T_1 = 560 \text{ К}$. В результате нагревания газ расширился и занял объем $V_2 = 4,2 \text{ м}^3$, причем температура осталась неизменной. Найти изменение ΔU внутренней энергии газа, совершенную им работу A, и теплоту, сообщенную газу.		
8. При изотермическом расширении одного моля водорода, имевшего температуру $T = 300 \text{ К}$, затрачена теплота $Q = 2 \text{ кДж}$. Во сколько раз увеличился объем газа?		
9. Баллон емкостью $V = 30 \text{ л}$ содержит смесь водорода и гелия при температуре $T = 300 \text{ К}$ и давлении $p = 0,8 \text{ МПа}$. Определить массу смеси.		
10. Газ совершает цикл Карно. Абсолютная температура охладителя $T_2 = 290 \text{ К}$. Во сколько раз увеличится КПД цикла, если температура нагревателя повысится от $T_1' = 400 \text{ К}$ до $T_1'' = 600 \text{ К}$?		

Контрольная № 2	семестр 3	вариант № 0
1. Два одинаковых металлических заряженных шара находятся на расстоянии $r = 60\text{ см}$. Сила отталкивания шаров $F_1 = 70\text{ мкН}$. После того как шары привели в соприкосновение и удалили друг от друга на прежнее расстояние, сила отталкивания возросла и стала равной $F_2 = 160\text{ мкН}$. Вычислить заряды Q_1 и Q_2, которые были на шарах до их соприкосновения. Диаметр шаров считать много меньшим расстояния между ними.		
2. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими одинаковый равномерно распределенный по площади заряд ($\sigma = 1\text{ нКл/м}^2$). Определить напряженность E поля: 1) между пластинами; 2) вне пластин.		
3. В однородное электрическое поле напряженностью $E = 1\text{ кВ/М}$ влетает вдоль силовой линии электрон со скоростью $v_0 = 1\text{ Мм/с}$. определить расстояние l; пройденное электроном до точки, в которой его скорость v_1 будет равна половине начальной.		
4. Заряд равномерно распределен по бесконечной плоскости с поверхностной плотностью $\sigma = 10\text{ нКл/м}^2$. Определить разность потенциалов двух точек поля, одна из которых находится на плоскости, а другая удалена от нее на расстояние $a = 10\text{ см}$.		
5. Прямой провод длиной $l = 10\text{ см}$, по которому течет ток $I = 20\text{ А}$, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,01\text{ Тл}$. Найти угол α между направлениями вектора $\mathbf{B}$ и тока, если на провод действует сила $\mathbf{F} = 10\text{ мН}$.		
6. Перпендикулярно магнитному полю напряженностью $H = 104\text{ А/м}$ возбуждено электрическое поле напряженностью $E = 1000\text{ В/см}$. Перпендикулярно обоим полям движется, не отклоняясь от прямолинейной траектории, заряженная частица. Определить скорость частицы.		
7. Альфа-частица, находясь в однородном магнитном поле индукцией $B = 1\text{ Тл}$, движется по окружности. Определить силу I эквивалентного кругового тока, создаваемого движением альфа-частицы.		
8. При внешнем сопротивлении $r_1 = 3\text{ Ом}$ сила тока в цепи $I_1 = 0,3\text{ А}$, при сопротивлении $r_2 = 5\text{ Ом}$ сила тока $I_2 = 0,2\text{ А}$. Определить силу тока короткого замыкания источника ЭДС.		
9. Конденсаторы емкостями $C_1 = 10\text{ нФ}$, $C_2 = 40\text{ нФ}$, $C_3 = 2\text{ нФ}$ и $C_4 = 30\text{ нФ}$ соединены так, как это показано на рис. 17.3. Определить емкость этой батареи конденсаторов.		 Рис. 17.3
10. К зажимам батареи аккумуляторов присоединен нагреватель. ЭДС батареи равна 20 В. Внутреннее сопротивление $r = 1\text{ Ом}$. Нагреватель, включенный в цепь, потребляет мощность $P = 60\text{ Вт}$. Вычислить силу тока I в цепи и КПД η нагревателя.		

Контрольная № 3	семестр 4	вариант № 0
1. На пути световой волны, идущей в воздухе, поставили стеклянную пластинку толщиной $h = 1$ мм. На сколько изменится оптическая длина пути, если волна падает на пластинку: 1) нормально; 2) под углом 60° ?		
2. Параллельный пучок рентгеновского излучения падает на грань кристалла. Под углом $\vartheta = 65^\circ$ к плоскости грани наблюдается максимум первого порядка. Расстояние d между атомными плоскостями кристалла 280 пм. Определить длину волны λ рентгеновского излучения.		
3. Угол α между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора равен 45° . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, выходящего из анализатора, если угол увеличить до 70° ?		
4. При изучении спектра излучения некоторой туманности линия излучения водорода ($\lambda_\alpha = 650$ нм) оказалась смещенной на $\Delta\lambda = 3,5$ нм в область с большей длиной волны (красное смещение). Найти скорость v движения туманности относительно Земли и указать, удаляется она от Земли или приближается к ней.		
5. Температура верхних слоев Солнца равна 5,3 кК. Считая Солнце черным телом, определить длину волны λ_m , которой соответствует максимальная спектральная плотность энергетической светимости $(r_{\lambda,T})_{max}$ Солнца.		
6. Определить работу выхода A электронов из натрия, если красная граница фотоэффекта $\lambda_0 = 500$ нм.		
7. Определить угол θ рассеяния фотона, испытавшего соударение со свободным электроном, если изменение длины волны $\Delta\lambda$ при рассеянии равно 3,2 пм.		
8. Давление p монохроматического света ($\lambda = 500$ нм) на черную поверхность, расположенную перпендикулярно падающим лучам, равно 1 мкПа. Определить число N фотонов, падающих за время $t = 1$ с на поверхность площадью $S = 1$ см ² .		
9. Определить диаметры следующих ядер: 3) ${}^{64}_{29}\text{Cu}$; 4) ${}^{125}_{50}\text{Sn}$.		
10. За какое время t распадается $\frac{1}{2}$ начального количества ядер радиоактивного изотопа, если период его полураспада $T_{1/2} = 24$ ч?		

Контрольная № 1	семестр 2	вариант № 1
1. Две материальные точки движутся согласно уравнениям: $X_1 = A_1t + B_1t^2 + C_1t^3$ и $X_2 = A_2t + B_2t^2 + C_2t^3$, где $A_1 = 4 \text{ м/с}$; $B_1 = 8 \text{ м/с}^2$; $C_1 = -16 \text{ м/с}^2$; $A_2 = 2 \text{ м/с}$; $B_2 = -4 \text{ м/с}^2$; $C_2 = 1 \text{ м/с}^2$. В какой момент времени t ускорения этих точек будут одинаковы? Найти скорости v_1 и v_2 точек в этот момент.		
2. Через неподвижный блок массой $0,2 \text{ кг}$ перекинут шнур, к концам которого подвешены грузы массами $m_1 = 0,3 \text{ кг}$ и $m_2 = 0,5 \text{ кг}$. Определить силы натяжения шнура T_1 и T_2 по обе стороны блока во время движения грузов, если массу блока можно считать равномерно распределенной по ободу.		
3. Из пружинного пистолета выстрелили в горизонтальном направлении пулькой, масса которой равна 5 г . Жесткость пружины $k = 1,25 \text{ кН/м}$. Пружина была сжата на $\Delta l = 8 \text{ см}$. Определить скорость пульки при вылете ее из пистолета. Трением пренебречь.		
4. Акробат на мотоцикле описывает «мертвую петлю» радиусом $r = 4 \text{ м}$. С какой наименьшей скоростью $v_{\min}$ должен проезжать акробат верхнюю точку петли, чтобы не сорваться?		
5. Под действием постоянной силы $F = 400 \text{ Н}$, направленной вертикально вверх, груз массой $m = 20 \text{ кг}$ был поднят на высоту $h = 15 \text{ м}$. Какой потенциальной энергией $П$ будет обладать поднятый груз? Какую работу A совершит сила F ?		
6. Точка совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид $x = A \cdot \sin \omega t$, где $A = 5 \text{ см}$; $\omega = 2 \text{ с}^{-1}$. Найти момент времени (ближайший к началу отсчета), в который потенциальная энергия точки $П = 10^{-4} \text{ Дж}$, а возвращающая сила $F = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$. Определить также фазу колебаний в этот момент времени.		
7. Две точки находятся на расстоянии 50 см друг от друга на прямой, вдоль которой распространяется волна со скоростью 50 м/с . Период T колебаний равен $0,05 \text{ с}$. Найти разность фаз колебаний в этих точках.		
8. Определить температуру газа, если средняя кинетическая энергия $\langle \epsilon_{\text{пост}} \rangle$ поступательного движения его молекул равна $2,07 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$.		
9. В баллоне емкостью $V = 11,2 \text{ л}$ находится водород при нормальных условиях. После того как в баллон было дополнительно введено некоторое количество гелия, давление в баллоне возросло до $p = 0,15 \text{ МПа}$, а температура не изменилась. Определить массу гелия, введенного в баллон.		
10. Гелий массой $m = 1 \text{ г}$ был нагрет на $\Delta T = 100 \text{ К}$ при постоянном давлении p . Определить: 1) количество теплоты Q , переданное газу; 2) работу газа A при расширении; 3) приращение ΔU внутренней энергии газа.		

Контрольная № 2	семестр 3	вариант № 1
1. Два металлических шара радиусами $R_1 = 2$ см и $R_2 = 6$ см соединены проводником, емкостью которого можно пренебречь. Шарам сообщен заряд $Q = 1$ нКл. Найти поверхностную плотность σ зарядов на шарах.		
2. В вершинах квадрата находятся одинаковые заряды $Q = 3 \cdot 10^{-10}$ Кл каждый. Какой отрицательный заряд Q_1 нужно поместить в центре квадрата, чтобы сила взаимного отталкивания положительных зарядов была уравновешена силой притяжения отрицательного заряда?		
3. В элементарной теории атома водорода принимают, что электрон обращается вокруг ядра по круговой орбите. Определить скорость v электрона, если радиус орбиты $r = 53$ пм, а также частоту n вращения электрона.		
4. Параллельно бесконечной плоскости, заряженной с поверхностной плотностью заряда $\sigma = 1$ мкКл/м ² , расположена бесконечно длинная прямая нить, заряженная с линейной плотностью $\tau = 10$ нКл/м. Определить силу, действующую со стороны плоскости на единицу длины нити.		
5. Два бесконечно длинных прямых проводника скрещены под прямым углом. По проводникам текут токи $I_1 = 80$ А и $I_2 = 60$ А. Расстояние между проводниками $d = 10$ см. Определить индукцию магнитного поля в точке, лежащей на середине общего перпендикуляра к проводникам.		
6. Прямой провод, по которому течет ток $I = 1$ кА, расположен в однородном магнитном поле перпендикулярно линиям индукции. С какой силой F действует поле на отрезок провода длиной $l = 1$ м если магнитная индукция B равна 1 Тл?		
7. Вычислить радиус R дуги окружности, которую описывает протон в магнитном поле с индукцией $B = 15$ мТл, если скорость протона равна 2 Мм/с.		
8. Емкость плоского конденсатора $C = 100$ пФ. Диэлектрик - фарфор. Конденсатор зарядили до разности потенциалов $U = 600$ В и отключили от источника напряжения. Какую работу нужно совершить, чтобы вынуть диэлектрик из конденсатора?		
9. Две группы из трех последовательно соединенных элементов соединены параллельно. ЭДС каждого элемента равна 1,2 В, внутреннее сопротивление $r = 0,2$ Ом. Полученная батарея замкнута на внешнее сопротивление $R = 1,5$ Ом. Найти силу тока I во внешней цепи.		
10. При внешнем сопротивлении $r_1 = 3$ Ом сила тока в цепи $I_1 = 0,3$ А, при сопротивлении $r_2 = 5$ Ом сила тока $I_2 = 0,2$ А. Определить силу тока короткого замыкания источника ЭДС.		

Контрольная № 3	семестр 4	вариант № 1
1. Сколько длин волн монохроматического света с частотой колебаний $\nu = 5 \cdot 10^{14}$ Гц уложится на пути длиной $l = 1,2$ мм: 1) в вакууме; 2) в стекле ($n = 1.5$) ?		
2. Расстояние $\Delta r_{2,1}$ между вторым и первым темным кольцами Ньютона в отраженном свете равно 1 мм. Определить расстояние $\Delta r_{10,9}$ между десятым и девятым кольцами.		
3. В частично поляризованном свете амплитуда светового вектора, соответствующая максимальной интенсивности света, в $n = 2$ раза больше амплитуды, соответствующей минимальной интенсивности. Определить степень поляризации P света.		
4. Космический корабль удаляется от Земли со скоростью $v = 10$ км/с. Частота ν_0 электромагнитных волн, излучаемых антенной корабля, равна 30 МГц. Определить доплеровское смещение $\Delta \nu$ частоты, воспринимаемой приемником.		
5. Определить температуру T , при которой энергетическая светимость R_e черного тела равна 10 кВт/м ² .		
6. На поверхность лития падает монохроматический свет ($\lambda = 310$ нм) Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов U не менее 1,7 В. Определить работу выхода A электрона с поверхности лития.		
7 Энергия связи $E_{св}$ ядра, состоящего из двух протонов и одного нейтрона, равна 7,72 МэВ. Определить массу m_a нейтрального атома, имеющего это ядро.		
8. Определить энергию E , массу m и импульс p фотона, которому соответствует длина волны $\lambda = 380$ нм		
9. Определить энергию E , которая выделится при образовании из протонов и нейтронов ядер гелия ${}^4_2\text{He}$ массой $m = 1$ г. Масса протона $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27}$ кг, а масса нейтрона $m_n = 1.68 \cdot 10^{-27}$ кг.		
10. За время $t = 8$ сут распалось $k = \frac{3}{4}$ начального количества ядер радиоактивного изотопа. Определить период полураспада $T_{1/2}$.		

Контрольная № 1	семестр 2	вариант № 2
1. Точка движется по прямой согласно уравнению $x = At + Bt^2$, где $A = 6 \text{ м/с}$; $B = 0,125 \text{ м/с}^3$. Определить среднюю скорость $\langle \frac{\Delta s}{\Delta t} \rangle$ точки в интервале времени от $t_1 = 2 \text{ с}$ до $t_2 = 6 \text{ с}$.		
2. Пружина жесткостью $\kappa = 10^3 \text{ Н/м}$ сжата силой $F = 100 \text{ Н}$. Определить работу внешней силы, дополнительно сжимающей эту пружину еще на $\Delta l = 10 \text{ мм}$.		
3. Шар, двигавшийся горизонтально, столкнулся с неподвижным шаром и передал ему 64% своей кинетической энергии. Шары абсолютно упругие, удар прямой, центральный. Во сколько раз масса второго шара больше массы первого?		
4. Две пружины жесткостью $k_1 = 1 \text{ кН/м}$ и $k_2 = 3 \text{ кН/м}$ скреплены параллельно. Определить потенциальную энергию данной системы при абсолютной деформации $\Delta l = 5 \text{ см}$.		
5. Точка совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид $x = A \sin \omega t$, где $A = 5 \text{ см}$; $\omega = 2 \text{ с}^{-1}$. В момент, когда на точку действовала возвращающая сила $F = +5 \text{ мН}$, точка обладала потенциальной энергией $\Pi = 0,1 \text{ мДж}$. Найти этот момент времени t и соответствующую ему фазу колебания.		
6. Газ занимает объем $V = 1 \text{ л}$ под давлением $p = 0,2 \text{ МПа}$. Определить кинетическую энергию поступательного движения всех молекул, находящихся в данном объеме.		
7. В цилиндре под поршнем находится азот, имеющий массу $m = 0,6 \text{ кг}$ и занимающий объем $V_1 = 1,2 \text{ м}^3$ при температуре $T_1 = 560 \text{ К}$. В результате нагревания газ расширился и занял объем $V_2 = 4,2 \text{ м}^3$, причем температура осталась неизменной. Найти изменение ΔU внутренней энергии газа, совершенную им работу A, и теплоту, сообщенную газу.		
8. Найти среднюю кинетическую энергию $\langle \epsilon_{\text{пост}} \rangle$ поступательного движения одной молекулы, а также суммарную кинетическую энергию U всех молекул, заключенных в одном моле и в одном килограмме гелия при температуре $T = 70 \text{ К}$		
9. Смесь газов состоит из двух молей одноатомного и трех молей двухатомного газа. Определить молярные теплоемкости C_p и C_v этой смеси газов.		
10. В баллоне емкостью $V = 11,2 \text{ л}$ находится водород при нормальных условиях. После того как в баллон было дополнительно введено некоторое количество гелия, давление в баллоне возросло до $p = 0,15 \text{ МПа}$, а температура не изменилась. Определить массу гелия, введенного в баллон.		

1. Два шарика массой $m = 0,1$ г каждый подвешены в одной точке на нитях длиной $L = 20$ см каждая. Получив одинаковый заряд, шарики разошлись так, что нити образовали между собой угол $\alpha = 60^\circ$. Найти заряд каждого шарика.

2. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами $Q_1 = 10$ нКл и $Q_2 = -20$ нКл, находящимися на расстоянии $d = 20$ см друг от друга. Определить напряженность E поля в точке, удаленной от первого заряда на $r_1 = 30$ см и от второго на $r_2 = 50$ см.

3. Разность потенциалов U между катодом и анодом электронной лампы равна 90 В, расстояние $r = 1$ мм. За какое время t электрон пролетает расстояние от катода до анода? Поле считать однородным.

4. Определить потенциал ϕ электрического поля в точке, удаленной от зарядов $Q_1 = -0,2$ мкКл и $Q_2 = 0,5$ мкКл соответственно на $r_1 = 15$ см и $r_2 = 25$ см.

5. Определить работу $A_{1,2}$ сил поля по перемещению заряда $Q = 1$ мкКл из точки 1 в точку 2 поля, созданного заряженным проводящим шаром (рис. 15.15). Потенциал ϕ шара равен 1 кВ.

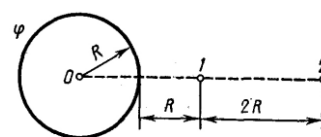


Рис. 15.15

6. Вычислить радиус R дуги окружности, которую описывает протон в магнитном поле с индукцией $B = 15$ мТл, если скорость v протона равна 2 Мм/с.

7. Проволочный виток радиусом $R = 5$ см находится в однородном магнитном поле напряженностью $H = 2$ кА/м. Плоскость витка образует угол $\alpha = 60^\circ$ с направлением поля. По витку течет ток $I = 4$ А. Найти механический момент M , действующий на виток.

8. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи $I_1 = 20$ А и $I_2 = 30$ А в одном направлении. Расстояние d между проводами равно 10 см. Вычислить магнитную индукцию B в точке, удаленной от обоих проводов на одинаковое расстояние $r = 10$ см.

9. При внешнем сопротивлении $r_1 = 3$ Ом сила тока в цепи $I_1 = 0,3$ А, при сопротивлении $r_2 = 5$ Ом сила тока $I_2 = 0,2$ А. Определить силу тока короткого замыкания источника ЭДС.

10. Определить плотность тока j в железном проводнике длиной, $l = 10$ м, если провод находится под напряжением $U = 6$ В.

Контрольная № 3	семестр 4	вариант № 2
1. Какой длины l_1 путь пройдет фронт волны монохроматического света в вакууме за то же время, за какое он проходит путь длиной $l_2 = 1$ м в воде ($n = 1.33$) ?		
2. На грань кристалла каменной соли падает параллельный пучок рентгеновского излучения ($\lambda = 147$ пм). Определить расстояние d между атомными плоскостями кристалла, если дифракционный максимум второго порядка наблюдается, когда излучение падает под углом $\vartheta = 31^\circ 30'$ к поверхности кристалла.		
3. На какой угловой высоте φ над горизонтом должно находиться Солнце, чтобы солнечный свет, отраженный от поверхности воды, был полностью поляризован?		
4. При изучении спектра излучения некоторой туманности линия излучения водорода ($\lambda_\alpha = 656,3$ нм) оказалась смещенной на $\Delta\lambda = 2,5$ нм в область с большей длиной волны (красное смещение). Найти скорость v движения туманности относительно Земли и указать, удаляется она от Земли или приближается к ней.		
5. С поверхности сажи площадью $S = 1$ см ² при температуре $T = 500$ К за время $t = 6$ мин излучается энергия $W = 80$ Дж. Определить коэффициент теплового излучения ϵ сажи.		
6. На поверхность калия падает монохроматический свет ($\lambda = 250$ нм) Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов U не менее 2.5 В. Определить работу выхода A электрона с поверхности калия.		
7 Рентгеновское излучение длиной волны $\lambda = 40$ пм рассеивается плиткой графита (комpton-эффект). Определить длину волны λ' света, рассеянного под углом $\theta = 45^\circ$ к направлению падающего пучка света.		
8. Укажите, сколько нуклонов, протонов, нейтронов содержат следующие ядра: 1) ${}^{54}_{26}\text{Fe}$; 2) ${}^{104}_{47}\text{Ag}$;		
9. За время $t = 8$ сут распалось $k = 1/4$ начального количества ядер радиоактивного изотопа. Определить период полураспада $T_{1/2}$.		
10. Определить энергию E , массу m и импульс p фотона, которому соответствует длина волны $\lambda = 600$ нм.		

Контрольная № 1	семестр 2	вариант № 3
1. Точка движется по окружности радиусом $R = 4$ м. Закон ее движения выражается уравнением $s = A + Bt^2$, где $A = 8$ м; $B = -2$ м/с ² . Найти момент времени t , когда нормальное ускорение точки $a_n = 9$ м/с ² ; скорость v ; тангенциальное a_t и полное a ускорения точки в этот момент времени.		
2. Период обращения искусственного спутника Земли $T = 50$ мин. Считая орбиту спутника круговой. Найти, на какой высоте над поверхностью Земли движется спутник.		
3. Диск радиусом $R = 20$ см и массой 7 кг вращается согласно уравнению $\varphi = A + Bt + Ct^2$, где $A = 3$ рад; $B = -1$ рад/с; $C = 0,1$ рад/с ³ . Найти закон, по которому меняется вращающий момент, действующий на диск. Определите момент сил M в момент времени $t = 2$ с.		
4. Снаряд, летящий со скоростью $v_0 = 500$ м/с, разорвался на два осколка. Меньший осколок, масса которого составляет 20% от общей массы снаряда, полетел в противоположном направлении со скоростью $v_1 = 200$ м/с. Определить скорость v_2 большого осколка.		
5. За время $t = 6$ с точка прошла путь, равный половине длины окружности радиусом $R = 0,8$ м. Определить среднюю путевую скорость $\langle v \rangle$ за это время и модуль вектора средней скорости $ \langle v \rangle $.		
6. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, уравнения которых: $x = A_1 \sin \omega_1 t$ и $y = A_2 \sin \omega_2 t$, где $A_1 = 2$ см; $A_2 = 1$ см; $\omega_1 = \omega_2 = 1$ с ⁻¹ . Написать уравнение траектории точки.		
7. Определить максимальное и минимальное значения длины λ звуковых волн, воспринимаемых человеческим ухом, соответствующие граничным частотам $\nu_1 = 16$ Гц и $\nu_2 = 20$ кГц. Скорость звука принять равной 340 м/с.		
8. В сосуде вместимостью 5 л находится атомарный водород, количество вещества ν которого равно $0,1$ моль. Определить плотность ρ газа.		
9. Сосуд емкостью $V = 0,01$ м ³ содержит азот массой 1 г и водород массой 1 г при температуре $T = 280$ К. Определить давление p смеси газов.		
10. Газ совершает цикл Карно. Абсолютная температура нагревателя в 3 раза выше, чем температура охладителя. Нагреватель передал газу $Q_1 = 41,9$ кДж теплоты. Какую работу совершил газ?		

Контрольная № 2	семестр 3	вариант № 3
1. Большая металлическая пластина несет равномерно распределенный по поверхности заряд ($\sigma = 10 \text{ нКл/м}^2$). На малом расстоянии от пластины находится точечный заряд $Q = 100 \text{ нКл}$. Найти силу F , действующую на заряд.		
2. Электрон с начальной скоростью $v_0 = 3 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ влетел в однородное электрическое поле напряженностью $E = 150 \text{ В/м}$. Вектор начальной скорости перпендикулярен линиям напряженности электрического поля. Найти: 1) силу, действующую на электрон; 2) ускорение, приобретаемое электроном; 3) скорость электрона через $t = 0,1 \text{ мкс}$.		
3. Точечные заряды $Q_1 = 10 \text{ мКл}$ и $Q_2 = 1 \text{ мКл}$ находятся на расстоянии $r_1 = 10 \text{ см}$ друг от друга. Какую работу A совершат силы поля, если второй заряд, отталкиваясь от первого, удалится от него на расстояние $r_2 = 20 \text{ м}$?		
4. Электрон с энергией $T = 200 \text{ эВ}$ (в бесконечности) движется вдоль силовой линии по направлению к поверхности металлической заряженной сферы радиусом $R = 10 \text{ см}$. Определить минимальное расстояние, на которое приблизится электрон к поверхности сферы, если заряд ее $Q = -10 \text{ нКл}$.		
5. По проводнику, согнутому в виде прямоугольника со сторонами $a = 6 \text{ см}$ и $b = 10 \text{ см}$, течет ток силой $I = 20 \text{ А}$. Определить напряженность H и индукцию B магнитного поля в точке пересечения диагоналей прямоугольника.		
6. Электрон движется в магнитном поле с индукцией $B = 0,02 \text{ Тл}$ по окружности радиусом $R = 1 \text{ см}$. Определить кинетическую энергию T электрона		
7. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1 \text{ Тл}$ находится прямой провод длиной $l = 10 \text{ см}$, расположенный перпендикулярно линиям индукции. По проводу течет ток $I = 1 \text{ А}$. Под действием сил поля провод переместился на расстояние $s = 5 \text{ см}$. Найти работу A сил поля.		
8. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 12 \text{ Ом}$ равномерно убывает от $I_0 = 5 \text{ А}$ до $I = 0$ в течение времени $t = 10 \text{ с}$. Какое количество теплоты Q выделяется в этом проводнике за указанный промежуток времени?		
9. К источнику тока с ЭДС $1,5 \text{ В}$ присоединили катушку с сопротивлением $R = 0,1 \text{ Ом}$. Амперметр показал силу тока, равную $I_1 = 0,5 \text{ А}$. Когда к источнику тока присоединили последовательно еще один источник тока с такой же ЭДС, то сила тока I в той же катушке оказалась равной $0,4 \text{ А}$. Определить внутренние сопротивления r_1 и r_2 первого и второго источников тока.		
10. Лампочка и реостат, соединенные последовательно присоединены к источнику тока. Напряжение U на зажимах лампочки равно 40 В , сопротивление R реостата равно 10 Ом . Внешняя цепь потребляет мощность $P = 120 \text{ Вт}$. Найти силу тока I в цепи.		

Контрольная № 3	семестр 4	вариант № 3
1. Какой длины l_1 путь пройдет фронт волны монохроматического света в вакууме за то же время, за какое он проходит путь длиной $l_2 = 1$ м в воде ($n = 1.33$) ?		
2. На дифракционную решетку, содержащую $n = 100$ штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет. Зрительная труба спектрометра наведена на максимум третьего порядка. Чтобы навести трубу на другой максимум того же порядка, ее нужно повернуть на угол $\Delta\varphi = 20^\circ$. Определить длину волны λ света.		
3. Угол α между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора равен 30° . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, выходящего из анализатора, если угол увеличить до 60° ?		
4. При изучении спектра излучения некоторой туманности линия излучения водорода ($\lambda_\alpha = 656,3$ нм) оказалась смещенной на $\Delta\lambda = 2,5$ нм в область с большей длиной волны (красное смещение). Найти скорость v движения туманности относительно Земли и указать, удаляется она от Земли или приближается к ней.		
5. На какую длину волны λ_m приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости $(r_{\lambda,T})_{max}$ черного тела при температуре $t = 0^\circ\text{C}$?		
6. На цинковую пластинку падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 220$ нм. Определить максимальную скорость v_{max} фотоэлектронов. Работа выхода электронов из цинка равна 4 эВ.		
7. Рентгеновское излучение длиной волны $\lambda = 40$ пм рассеивается плиткой графита (комpton-эффект). Определить длину волны λ' света, рассеянного под углом $\theta = 30^\circ$ к направлению падающего пучка света.		
8. Определить энергию E , массу m и импульс p фотона, которому соответствует длина волны $\lambda = 580$ нм		
9. Определить энергию E , которая выделится при образовании из протонов и нейтронов ядер гелия ${}^4_2\text{He}$ массой $m = 100$ мг. Масса протона $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27}$ кг, а масса нейтрона $m_n = 1.68 \cdot 10^{-27}$ кг.		
10. За время $t = 4$ сут распалось $k = \frac{3}{4}$ начального количества ядер радиоактивного изотопа. Определить период полураспада $T_{1/2}$.		

Контрольная № 1	семестр 2	вариант № 4
1. Материальная точка движется по окружности радиусом $R = 2$ м согласно уравнению $x = At + Bt^2$, где $A = 8$ м/с; $B = -0,2$ м/с ³ . Найти скорость v , тангенциальное a_t , нормальное a_n и полное a ускорения в момент времени $t = 3$ с.		
2. Искусственный спутник обращается вокруг Земли по круговой орбите на высоте $H=3200$ км над поверхностью Земли. Определить линейную скорость спутника.		
3. Шар массой $m_1 = 2$ кг движется со скоростью $v_1 = 3$ м/с и сталкивается с шаром массой 4 кг, движущимся ему навстречу со скоростью $v_2 = 4$ м/с. Определить скорости шаров после прямого центрального удара. Удар считать абсолютно упругим.		
4. На краю горизонтальной платформы, имеющей форму диска радиусом $R = 2$ м, стоит человек. Масса платформы $M = 200$ кг, масса человека 80 кг. Платформа может вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через ее центр. Пренебрегая трением, найти, с какой угловой скоростью будет вращаться платформа, если человек будет идти вдоль ее края со скоростью $v = 2$ м/с относительно платформы.		
5. Точка движется по окружности радиусом $R = 4$ м. Закон ее движения выражается уравнением $s = A + Bt^2$, где $A = 8$ м; $B = -2$ м/с ² . Найти момент времени t , когда нормальное ускорение точки $a_n = 9$ м/с ² ; скорость v ; тангенциальное a_t и полное a ускорения точки в этот момент времени.		
6. Точка совершает одновременно два гармонических колебания, происходящих по взаимно перпендикулярным направлениям и выражаемых уравнениями: $x = A_1 \cos \omega_1 t$ и $y = A_2 \cos \omega_2 (t + \tau)$, где $A_1 = 4$ см; $\omega_1 = \pi$ с ⁻¹ ; $A_2 = 8$ см; $\omega_2 = \pi$ с ⁻¹ , $t = 1$ с. Найти уравнение траектории, по которой движется точка.		
7. Задано уравнение плоской волны $\xi(x,t) = A \cos(\omega t - kx)$, где $A = 0,5$ см, $\omega = 628$ с ⁻¹ , $k = 2$ м ⁻¹ . Определите частоту колебаний ν и длину волны λ .		
8. В сосуде вместимостью $V = 2$ л находится кислород, количество вещества ν которого равно 0,2 моль. Определить плотность ρ газа.		
9. В цилиндр длиной $l = 150$ см, заполненный воздухом при нормальном атмосферном давлении p_0 , начали медленно вдвигать поршень площадью 20 см ² . Определить силу F , которая будет действовать на поршень, если его остановить на расстоянии $l_1 = 100$ см от дна цилиндра.		
10. Водород занимает объем $V_1 = 10$ м ³ при давлении $p_1 = 0,1$ Па. Газ нагрели при постоянном объеме до давления $p_2 = 0,3$ МПа. Определить изменение ΔU внутренней энергии газа, работу A , совершенную газом, и теплоту Q , сообщенную газу.		

Контрольная № 2	семестр 3	вариант № 4
1. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими одинаковый равномерно распределенный по площади заряд ($\sigma = 1 \text{ нКл/м}^2$). Определить напряженность E поля: 1) между пластинами; 2) вне пластин.		
2. Электрон с энергией $T = 100 \text{ эВ}$ (в бесконечности) движется вдоль силовой линии по направлению к поверхности металлической заряженной сферы радиусом $R = 5 \text{ см}$. Определить минимальное расстояние, на которое приблизится электрон к поверхности сферы, если заряд ее $Q = -1 \text{ нКл}$.		
3. В однородное электрическое поле напряженностью $E = 1 \text{ кВ/М}$ влетает вдоль силовой линии электрон со скоростью $v_0 = 1 \text{ Мм/с}$. определить расстояние l ; пройденное электроном до точки, в которой его скорость v_1 будет равна половине начальной.		
4. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,01 \text{ Тл}$ находится прямой провод длиной $l = 8 \text{ см}$, расположенный перпендикулярно линиям индукции. По проводу течет ток $I = 2 \text{ А}$. Под действием сил поля провод переместился на расстояние $s = 5 \text{ см}$. Найти работу A сил поля.		
5. Альфа-частица, находясь в однородном магнитном поле индукцией $B = 1 \text{ Тл}$, движется по окружности. Определить силу I эквивалентного кругового тока, создаваемого движением альфа-частицы.		
6. Прямой провод, по которому течет ток $I = 1 \text{ кА}$, расположен в однородном магнитном поле перпендикулярно линиям индукции. С какой силой F действует поле на отрезок провода длиной $l = 1 \text{ м}$ если магнитная индукция B равна 1 Тл ?		
7. Магнитный момент p_m витка равен $0,2 \text{ Дж/Тл}$. Определить силу тока I в витке, если его диаметр $d = 10 \text{ см}$.		
8. По проводнику сопротивлением $R = 3 \text{ Ом}$ течет ток, сила которого возрастает. Количество теплоты Q , выделившееся в проводнике за время $t = 8 \text{ с}$, равно 200 Дж . Определить количество электричества q , протекшее за это время по проводнику. В момент времени, принятый за начальный, сила тока в проводнике равна нулю.		
9. Лампочка и резистор, соединенные последовательно присоединены к источнику тока. Напряжение U на зажимах лампочки равно 50 В , сопротивление R резистора равно 100 Ом . Внешняя цепь потребляет мощность $P = 0,1 \text{ кВт}$. Найти силу тока I в цепи.		
10. Сила тока в проводнике равномерно нарастает от $I_0 = 10$ до $I = 15 \text{ А}$ в течение времени $t = 5 \text{ с}$. Определить заряд Q , прошедший в проводнике.		

Контрольная № 3	семестр 4	вариант № 4
1. Какой длины l_1 путь пройдет фронт волны монохроматического света в вакууме за то же время, за какое он проходит путь длиной $l_2 = 1$ м в воде ($n = 1.33$) ?		
2. На грань кристалла каменной соли падает параллельный пучок рентгеновского излучения ($\lambda = 147$ пм). Определить расстояние d между атомными плоскостями кристалла, если дифракционный максимум второго порядка наблюдается, когда излучение падает под углом $\vartheta = 31^\circ 30'$ к поверхности кристалла.		
3. На какой угловой высоте φ над горизонтом должно находиться Солнце, чтобы солнечный свет, отраженный от поверхности воды, был полностью поляризован?		
4. При изучении спектра излучения некоторой туманности линия излучения водорода ($\lambda_\alpha = 656,3$ нм) оказалась смещенной на $\Delta\lambda = 2,5$ нм в область с большей длиной волны (красное смещение). Найти скорость v движения туманности относительно Земли и указать, удаляется она от Земли или приближается к ней.		
5. С поверхности сажи площадью $S = 1$ см ² при температуре $T = 500$ К за время $t = 6$ мин излучается энергия $W = 80$ Дж. Определить коэффициент теплового излучения ϵ сажи.		
6. На поверхность калия падает монохроматический свет ($\lambda = 250$ нм) Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов U не менее 2.5 В. Определить работу выхода A электрона с поверхности калия.		
7 Рентгеновское излучение длиной волны $\lambda = 40$ пм рассеивается плиткой графита (комpton-эффект). Определить длину волны λ' света, рассеянного под углом $\theta = 45^\circ$ к направлению падающего пучка света.		
8. Укажите, сколько нуклонов, протонов, нейтронов содержат следующие ядра: 1) ${}^{54}_{26}\text{Fe}$; 2) ${}^{104}_{47}\text{Ag}$		
9. За время $t = 8$ сут распалось $k = 1/4$ начального количества ядер радиоактивного изотопа. Определить период полураспада $T_{1/2}$.		
10. Определить энергию E , массу m и импульс p фотона, которому соответствует длина волны $\lambda = 600$ нм.		

Контрольная № 1	Семестр 2	вариант № 5
1. Материальная точка движется прямолинейно. Уравнение движения имеет вид $x = At + Bt^2$, где $A = 3 \text{ м/с}$; $B = 0,06 \text{ м/с}^3$. Найти скорость v и ускорение точки в моменты времени $t_1 = 0$ и $t_2 = 3 \text{ с}$. Каковы средние значения скорости и ускорения за первые 3 с движения?		
2. Сплошной однородный диск катится по горизонтальной плоскости со скоростью $v = 10 \text{ м/с}$. Какое расстояние пройдет диск до остановки, если его предоставить самому себе? Коэффициент трения при движении диска равен 0,02.		
3. Тело массой 0,2 кг соскальзывает без трения с горки высотой 2 м. Найти изменение импульса Δp тела.		
4. На тележке, свободно движущейся по горизонтальному пути со скоростью 3 м/с, находится человек. Человек прыгает в сторону, противоположную движению тележки. После прыжка скорость тележки изменилась и стала равной 4 м/с. Определить горизонтальную составляющую скорости человека при прыжке относительно тележки. Масса тележки 210 кг, масса человека 70 кг.		
5. Под действием постоянной силы F вагонетка прошла путь $s = 5 \text{ м}$ и приобрела скорость $v = 2 \text{ м/с}$. Определить работу A силы, если масса m вагонетки равна 400 кг и коэффициент трения 0,01.		
6. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, выражаемых уравнениями: $x = A_1 \cos \omega_1 t$ и $y = A_2 \sin \omega_2 t$ где $A_1 = 2 \text{ см}$; $A_2 = 3 \text{ см}$; $\omega_1 = 2\omega_2$. Найти уравнение траектории точки.		
7. Звуковые колебания, имеющие частоту $\nu = 0,5 \text{ кГц}$ и амплитуду $A = 0,25 \text{ мм}$, распространяются в упругой среде. Длина волны $\lambda = 70 \text{ см}$. Найдите скорость v распространения волны.		
8. Определить среднюю кинетическую энергию $\langle \epsilon_{\text{вращ}} \rangle$ вращательного движения одной молекулы двухатомного газа, если суммарная кинетическая энергия молекул одного киломоля этого газа $U = 3,01 \text{ МДж}$.		
9. В баллоне емкостью $V = 20 \text{ л}$ находится аргон под давлением $p_1 = 800 \text{ кПа}$ и температуре $T_1 = 325 \text{ К}$. Когда из баллона было взято некоторое количество аргона, давление в баллоне понизилось до $p_2 = 600 \text{ кПа}$, а температура установилась $T_2 = 300 \text{ К}$. Определить массу m аргона, взятого из баллона.		
10. Кислород массой 2 кг занимает объем $V_1 = 1 \text{ м}^3$ и находится под давлением $p_1 = 0,2 \text{ МПа}$. Газ был нагрет сначала при постоянном давлении до объема $V_2 = 3 \text{ м}^3$, а затем при постоянном объеме до давления $p_2 = 0,5 \text{ МПа}$. Найти: 1) изменение внутренней энергии ΔU газа; 2) совершенную им работу A ; 3) количество теплоты Q , переданное газу.		

Контрольная № 2	семестр 3	вариант № 5
1. Расстояние d между двумя точечными зарядами $Q_1 = -180$ нКл и $Q_2 = 720$ нКл равно 60 см. Определить точку, в которую нужно поместить третий заряд Q_3 так, чтобы система зарядов находилась в равновесии. Определить величину и знак заряда.		
2. Плоская квадратная пластина со стороной длиной a , равной 10 см, находится на некотором расстоянии от бесконечной равномерно заряженной ($\sigma = 1$ мкКл/м ²) плоскости.. Плоскость пластины составляет угол $\beta = 30^\circ$ с линиями поля. Найти поток вектора E через эту пластину.		
3. В однородное электрическое поле напряженностью $E = 1$ кВ/М влетает вдоль силовой линии электрон со скоростью $v_0 = 1$ Мм/с. определить расстояние l ; пройденное электроном до точки, в которой его скорость v_1 будет равна половине начальной.		
4. Соленоид содержит $N=1000$ витков. Сила тока I в его обмотке равна 1 А, магнитный поток Φ через поперечное сечение соленоида равен 0,1 мВб. Вычислить энергию W магнитного поля.		
5. По проводнику, согнутому в виде квадрата со стороной $a = 10$ см, течет ток $I = 20$ А. Плоскость квадрата перпендикулярна магнитным силовым линиям поля. Определить работу A , которую необходимо совершить для того, чтобы удалить проводник за пределы поля. Магнитная индукция $B = 0,1$ Тл. Поле считать однородным.		
6. Ион, несущий один элементарный заряд, движется в однородном магнитном поле с индукцией $B=0,015$ Тл по окружности радиусом $R=10$ см. Определить импульс p иона.		
7. Прямой провод длиной $l=10$ см, по которому течет ток $I=20$ А, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B=0,01$ Тл. Найти угол α между направлениями вектора $\mathbf{B}$ и тока, если на провод действует сила $\mathbf{F}=10$ мН.		
8. Сопротивление $r_1 = 5$ Ом, вольтметр и источник тока соединены параллельно. Вольтметр показывает напряжение $U_1 = 10$ В. Если заменить сопротивление на $r_2 = 12$ Ом, то вольтметр покажет напряжение $U_2 = 12$ В. Определить ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока. Током через вольтметр пренебречь.		
9. Определить плотность тока j в железном проводнике длиной, $l = 10$ м, если провод находится под напряжением $U = 6$ В		
10. При внешнем сопротивлении $r_1 = 3$ Ом сила тока в цепи $I_1 = 0,3$ А, при сопротивлении $r_2 = 5$ Ом сила тока $I_2 = 0,2$ А. Определить силу тока короткого замыкания источника ЭДС.		

Контрольная № 3	Семестр 4	вариант № 5
1. Какой длины l_1 путь пройдет фронт волны монохроматического света в вакууме за то же время, за какое он проходит путь длиной $l_2 = 1$ м в стекле ($n = 1.5$) ?		
2. Плосковыпуклая линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Определить толщину d слоя воздуха там, где в отраженном свете ($\lambda = 0,6$ мкм) видно первое светлое кольцо Ньютона.		
3. Степень поляризации P частично поляризованного света равна 0,5. Во сколько раз отличается максимальная интенсивность света, пропускаемого через анализатор, от минимальной?		
4. При какой скорости v электронов (в долях скорости света) черенковское излучение происходит в среде с показателем преломления $n = 1,70$ под углом 30° к направлению их движения?		
5. Максимум спектральной плотности энергетической светимости $(r_{\lambda,T})_{\max}$ яркой звезды Арктур приходится на длину волны $\lambda_m = 600$ нм. Принимая, что звезда излучает как черное тело, определить температуру T поверхности звезды.		
6. На поверхность магния падает монохроматический свет ($\lambda = 350$ нм) Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов U не менее 1.2 В. Определить работу выхода A электрона с поверхности магния.		
7. Определить энергию E , массу m и импульс p фотона, которому соответствует длина волны $\lambda = 480$ нм.		
8. Определить угол θ рассеяния фотона, испытавшего соударение со свободным электроном, если изменение длины волны $\Delta\lambda$ при рассеянии равно 3,2 пм.		
9. Определить энергию E , которая выделится при образовании из протонов и нейтронов ядра изотопа гелия ${}^3_2\text{He}$ массой $m = 1$ г. Масса протона $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27}$ кг, а масса нейтрона $m_n = 1.68 \cdot 10^{-27}$ кг.		
10. За время $t = 2$ сут распалось $1/2$ начального количества ядер радиоактивного изотопа. Определить период полураспада $T_{1/2}$.		

Контрольная № 1	Семестр 2	вариант № 6
1. Две материальные точки движутся согласно уравнениям $x_1=A_1+B_1t+C_1t^2$, $x_2=A_2+C_2t^2$ где $A_1=10$ м; $B_1=32$ м/с; $C_1=-3$ м/с ² ; $A_2=5$ м; $C_2=5$ м/с ² . В какой момент времени скорости этих точек одинаковы? Чему равны скорости и ускорения точек в этот момент?		
2. Маховик радиусом $R = 10$ см насажен на горизонтальную ось. На обод маховика намотан шнур, к которому привязан груз массой 800г. Опускаясь равноускоренно, груз прошел расстояние $s = 160$ см за время $t = 2$ с. Определите момент инерции маховика.		
3. Метеорит массой $m = 10$ кг падает из бесконечности на поверхность Земли. Определите работу, которую совершают при этом силы гравитационного поля Земли.		
4. Шар массой 6 кг движется со скоростью 2 м/с и сталкивается с шаром массой 4 кг, который движется ему на встречу со скоростью 5 м/с. Найдите скорость шаров после прямого центрального удара. Шары считать абсолютно упругими.		
5. На столе стоит тележка массой $m_1 = 4$ кг. К тележке привязан один конец шнура, перекинутого через блок. С каким ускорением будет двигаться тележка, если к другому концу шнура привязать гирию массой $m_2 = 1$ кг?		
6. Движение точки по окружности радиусом $R = 4$ м задано уравнением $\xi = A+Bt+Ct^2$, где $A = 10$ м, $B = 2$ м/с, $C = 1$ м/с ² . Найти тангенциальное a_τ , нормальное a_n и полное a ускорения точки в момент времени $t = 2$ с.		
7. Две точки находятся на прямой, вдоль которой распространяются волны со скоростью $v = 50$ м/с. Период колебаний $T = 0,5$ с, расстояние между точками $x = 50$ см. Найти разность фаз $\Delta\phi$ колебаний в этих точках.		
8. Вычислить плотность ρ кислорода, находящегося в баллоне под давлением $p = 1$ МПа при температуре $T = 300$ К.		
9. Баллон вместимостью 20 л содержит углекислый газ массой 500 г под давлением 1,3 МПа. Определить температуру газа.		
10. Азот массой 200 г расширяется изотермически при температуре $T = 280$ К, причем объем газа увеличивается в 2 раза. Найти: 1) изменение ΔU внутренней энергии газа; 2) совершенную при расширении газа работу A ; 3) количество теплоты Q , полученное газом.		

Контрольная № 2	семестр 3	вариант № 6
1. Даны два шарика массой $m = 1$ г каждый. Какой заряд Q нужно сообщить каждому шарiku, чтобы сила взаимного отталкивания зарядов уравнивала силу взаимного притяжения шариков по закону тяготения Ньютона? Рассматривать шарики как материальные точки.		
2. Определить напряженность поля, создаваемого зарядом, равномерно распределенным по тонкому прямому стержню длиной $l = 10$ см в точке с линейной плотностью заряда $\tau = 100$ нКл/м, лежащей на продолжении оси стержня на расстоянии $a = 10$ см от ближайшего конца. Определить также силу, действующую в этой точке на точечный заряд $Q = 10$ нКл.		
3. Точечные заряды $Q_1 = 1$ мкКл и $Q_2 = 0,1$ мкКл находятся на расстоянии $r_1 = 10$ см друг от друга. Какую работу A совершат силы поля, если второй заряд, отталкиваясь от первого, удалится от него на расстояние: 1) $r_2 = 10$ м; 2) $r_3 = \infty$?		
4. Пылинка массой $m = 1$ пг, несущая на себе пять электронов, прошла в вакууме ускоряющую разность потенциалов $U = 3$ МВ. Какова кинетическая энергия T пылинки? Какую скорость v приобрела пылинка?		
5. Вычислить радиус R дуги окружности, которую описывает протон в магнитном поле с индукцией $B = 15$ мТл, если скорость v протона равна 2 Мм/с.		
6. Плоский контур, площадь S которого равна 300 см ² , находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,01$ Тл. Плоскость контура перпендикулярна линиям индукции. В контуре поддерживается неизменный ток $I = 10$ А. Определить работу A внешних сил по перемещению контура с током в область пространства, магнитное поле в которой отсутствует.		
7. Силу тока в катушке равномерно увеличивают при помощи реостата на $\Delta I = 0,5$ А в секунду. Найти среднее значение ЭДС самоиндукции, если индуктивность катушки $L = 2$ мГн.		
8. Сила тока в проводнике равномерно нарастает от $I_0 = 0$ А до $I = 3$ А в течение времени $t = 10$ с. Определить заряд Q , прошедший в проводнике.		
9. Сопротивление $r_1 = 5$ Ом, вольтметр и источник тока соединены параллельно. Вольтметр показывает напряжение $U_1 = 10$ В. Если заменить сопротивление на $r_2 = 12$ Ом, то вольтметр покажет напряжение $U_2 = 12$ В. Определить ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока. Током через вольтметр пренебречь.		
10. К зажимам батареи аккумуляторов присоединен нагреватель. ЭДС батареи равна 20 В. Внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом. Нагреватель, включенный в цепь, потребляет мощность $P = 60$ Вт. Вычислить силу тока I в цепи и КПД η нагревателя.		

Контрольная № 3	Семестр 4	вариант № 6
1. Какой длины l_1 путь пройдет фронт волны монохроматического света в вакууме за то же время, за какое он проходит путь длиной $l_2 = 200$ см в стекле ($n = 1.5$) ?		
2. Радиус ρ_4 четвертой зоны Френеля для плоского волнового фронта равен 3 мм. Определить радиус ρ_6 шестой зоны Френеля.		
3. Угол Брюстера ϵ_b при падении света из воздуха на кристалл каменной соли равен 57° . Определить скорость света в этом кристалле.		
4. При какой скорости v электронов (в долях скорости света) черенковское излучение происходит в среде с показателем преломления $n = 1,50$ под углом 40° к направлению их движения?		
5. На какую длину волны λ_m приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости $(r_{\lambda,T})_{max}$ черного тела при температуре $t = 10^\circ\text{C}$?		
6. На поверхность натрия падает монохроматический свет ($\lambda = 300$ нм) Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов U не менее 2 В. Определить работу выхода A электрона с поверхности натрия.		
7 Давление p монохроматического света ($\lambda = 380$ нм) на черную поверхность, расположенную перпендикулярно падающим лучам, равно 10 мкПа. Определить число N фотонов, падающих за время $t = 1$ с на поверхность площадью $S = 1$ см ² .		
8. Энергия связи $E_{св}$ ядра, состоящего из трёх протонов и двух нейтронов, равна 9,72 МэВ. Определить массу m_a нейтрального атома, имеющего это ядро.		
9. Определить энергию E , которая выделится при образовании из протонов и нейтронов ядра изотопа гелия ${}^3_2\text{He}$ массой $m = 1$ мг. Масса протона $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27}$ кг, а масса нейтрона $m_n = 1.68 \cdot 10^{-27}$ кг.		
10. За какое время t распадается $1/4$ начального количества ядер радиоактивного изотопа, если период его полураспада $T_{1/2} = 72$ ч?		

Контрольная № 1	Семестр 2	вариант № 7
1. Точка движется по окружности радиусом $R = 4$ м. Закон ее движения выражается уравнением $s = A + Bt^2$, где $A = 8$ м; $B = -2$ м/с ² . Найти момент времени t , когда нормальное ускорение точки $a_n = 9$ м/с ² ; скорость v ; тангенциальное a_t и полное a ускорения точки в этот момент времени.		
2. Диск радиусом $R = 20$ см и массой $m = 5$ кг вращается с частотой $n = 8$ об/с. При торможении он остановился через время $t = 4$ с. Определить тормозящий момент M , действующий на диск.		
3. Пружина жесткостью $k = 10^4$ Н/м сжата силой $F = 200$ Н. Определить работу внешней силы, дополнительно сжимающей эту пружину еще на $\Delta l = 1$ см.		
4. На железнодорожной платформе установлено орудие. Орудие жестко скреплено с платформой. Масса платформы и орудия $M = 20$ т. Орудие производит выстрел под углом $\alpha = 60^\circ$ к линии горизонта в направлении пути. Какую скорость v_1 приобретает платформа с орудием вследствие отдачи, если масса снаряда 50 кг и он вылетает из канала ствола со скоростью $v_2 = 500$ м/с относительно Земли?		
5. Период обращения T искусственного спутника Земли равен 2 ч. Считая орбиту спутника круговой, найти, на какой высоте над поверхностью Земли движется спутник.		
6. Материальная точка одновременно участвует в двух колебаниях, проходящих по одной прямой и выражаемых уравнениями $x_1 = A_1 \sin \omega_1 t$; $x_2 = A_2 \cos \omega_2$, где $A_1 = 1$ см; $A_2 = 2$ см; $\omega_1 = \omega_2 = 1$ с ⁻¹ . Найти амплитуду A результирующего колебания, его частоту ν и начальную фазу φ_0 . Написать уравнение движения.		
7. Плоская звуковая волна имеет период $T = 3$ мс, амплитуду $A = 0,2$ мм и длину волны $\lambda = 1,2$ м. Найдите смещение точек волны $\xi(x, t)$, удаленных от источника колебаний на расстояние $x = 2$ м в момент $t = 7$ мс.		
8. В баллоне вместимостью 3 л находится кислород массой 4 г. Определить количество вещества ν и число N молекул газа.		
9. Воздух, находившийся под давлением $p_1 = 0,1$ МПа, был адиабатически сжат до давления $p_2 = 1$ МПа. Каково будет давление p_3 , когда сжатый воздух, сохраняя объем неизменным, охладится до первичной температуры?		
10. Кислород при неизменном давлении $p = 80$ кПа нагревается. Его объем увеличивается от $V = 1$ м ³ до $V_2 = 3$ м ³ . Определить изменение ΔU внутренней энергии кислорода, работу A , совершенную им при расширении, а также теплоту Q , сообщенную газу.		

Контрольная № 2	семестр 3	вариант № 7
1. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами $Q_1 = 40$ нКл и $Q_2 = -10$ нКл, находящимися на расстоянии $d = 10$ см друг от друга. Определить напряженность E поля в точке, удаленной от первого заряда на $r_1 = 12$ см и от второго на $r_2 = 6$ см.		
2. Параллельно бесконечной плоскости, заряженной с поверхностной плотностью заряда $\sigma = 1$ мкКл/м ² , расположена бесконечно длинная прямая нить, заряженная с линейной плотностью $\tau = 10$ нКл/м. Определить силу, действующую со стороны плоскости на единицу длины нити.		
3. Емкость плоского конденсатора $C = 100$ пФ. Диэлектрик - фарфор ($\epsilon = 5$). Конденсатор зарядили до разности потенциалов $U = 600$ В и отключили от источника напряжения. Какую минимальную работу нужно совершить, чтобы вынуть диэлектрик из конденсатора?		
4. В элементарной теории атома водорода принимают, что электрон обращается вокруг ядра по круговой орбите. Определить скорость v электрона, если радиус орбиты $r = 53$ пм, а также частоту n вращения электрона.		
5. Заряженная частица прошла ускоряющую разность потенциалов $U = 104$ В и влетела в скрещенные под прямым углом электрическое ($E = 100$ В/м) и магнитное ($B = 0,1$ Тл) поля. Определить отношение заряда частицы к ее массе, если, двигаясь перпендикулярно обоим полям, частица не испытывает отклонений от прямолинейной траектории.		
6. Магнитный поток $\Phi = 40$ мВб пронизывает замкнутый контур. Определить среднее значение ЭДС индукции $\langle \mathcal{E}_i \rangle$, возникающей в контуре, если магнитный поток изменится до нуля за время $\Delta t = 2$ мс.		
7. По проводу, согнутому в виде квадрата со стороной длиной $a = 10$ см, течет ток $I = 20$ А, сила которого поддерживается неизменной. Плоскость квадрата составляет угол $\alpha = 20^\circ$ с линиями индукции однородного магнитного поля ($B = 0,1$ Тл). Вычислить работу A , которую необходимо совершить для того, чтобы удалить провод за пределы поля.		
8. В проводнике за время $t = 10$ с при равномерном возрастании тока от $I_1 = 0$ до $I_2 = 2$ А выделилась теплота $Q = 2$ кДж. Найти сопротивление r проводника.		
9. Лампочка и реостат, соединенные последовательно присоединены к источнику тока. Напряжение U на зажимах лампочки равно 40 В, сопротивление R реостата равно 10 Ом. Внешняя цепь потребляет мощность $P = 120$ Вт. Найти силу тока I в цепи.		
10. Сопротивление $r_1 = 5$ Ом, вольтметр и источник тока соединены параллельно. Вольтметр показывает напряжение $U_1 = 10$ В. Если заменить сопротивление на $r_2 = 12$ Ом, то вольтметр покажет напряжение $U_2 = 12$ В. Определить ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока. Током через вольтметр пренебречь.		

Контрольная № 3	Семестр 4	вариант № 7
1. Какой длины l_1 путь пройдет фронт волны монохроматического света в вакууме за то же время, за какое он проходит путь длиной $l_2 = 1000$ см в воде ($n = 1.33$) ?		
2. На грань кристалла каменной соли падает параллельный пучок рентгеновского излучения ($\lambda = 147$ пм). Определить расстояние d между атомными плоскостями кристалла, если дифракционный максимум второго порядка наблюдается, когда излучение падает под углом $\vartheta = 31^\circ 30'$ к поверхности кристалла.		
3. Пучок естественного света, идущий в воде, отражается от грани алмаза, погруженного в воду. При каком угле падения ϵ_v отраженный свет полностью поляризован?		
4. Какой наименьшей скоростью v должен обладать электрон, чтобы в среде с показателем преломления $n = 1,80$ возникло черенковское излучение?		
5. Принимая коэффициент теплового излучения в угля при температуре $T = 600$ К равным 0,8, определить энергетическую светимость R_e угля.		
6. На цинковую пластинку падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 220$ нм. Определить максимальную скорость $v_{\max}$ фотоэлектронов. Работа выхода электронов из цинка равна 4 эВ.		
7. Определить максимальное изменение длины волны при комптоновском рассеянии на свободных электронах.		
8. Энергия связи $E_{св}$ ядра, состоящего из двух протонов и одного нейтрона, равна 6,7 МэВ. Определить массу m_a нейтрального атома, имеющего это ядро.		
9. Определить энергию E , которая выделится при образовании из протонов и нейтронов ядра изотопа гелия ${}^3_2\text{He}$ массой $m = 100$ мг. Масса протона $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27}$ кг, а масса нейтрона $m_n = 1.68 \cdot 10^{-27}$ кг.		
10. За какое время t распадается $1/4$ начального количества ядер радиоактивного изотопа, если период его полураспада $T_{1/2} = 24$ ч?		

Контрольная № 1	Семестр 2	вариант № 8
1. Точка движется по прямой согласно уравнению $x = At + Bt^2$, где $A = 6 \text{ м/с}$; $B = 0,125 \text{ м/с}^3$. Определить среднюю скорость $\langle \frac{\Delta s}{\Delta t} \rangle$ точки в интервале времени от $t_1 = 2 \text{ с}$ до $t_2 = 6 \text{ с}$.		
2. Точка движется по кривой с постоянным тангенциальным ускорением $a_\tau = 0,5 \text{ м/с}^2$. Определить полное ускорение a точки на участке кривой с радиусом кривизны $R = 3 \text{ м}$, если точка движется на этом участке со скоростью $v = 2 \text{ м/с}$.		
3. Шар, двигавшийся горизонтально, столкнулся с неподвижным шаром и передал ему 64% своей кинетической энергии. Шары абсолютно упругие, удар прямой, центральный. Во сколько раз масса второго шара больше массы первого?		
4. Две пружины жесткостью $k_1 = 1 \text{ кН/м}$ и $k_2 = 3 \text{ кН/м}$ скреплены параллельно. Определить потенциальную энергию данной системы при абсолютной деформации $\Delta l = 5 \text{ см}$.		
5. Пружина жесткостью $\kappa = 10^3 \text{ Н/м}$ сжата силой $F = 100 \text{ Н}$. Определить работу внешней силы, дополнительно сжимающей эту пружину еще на $\Delta l = 10 \text{ мм}$.		
6. Точка совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид $x = A \sin \omega t$, где $A = 5 \text{ см}$; $\omega = 2 \text{ с}^{-1}$. В момент, когда на точку действовала возвращающая сила $F = +5 \text{ мН}$, точка обладала потенциальной энергией $\Pi = 0,1 \text{ мДж}$. Найти этот момент времени t и соответствующую ему фазу колебания.		
7. Волна с периодом $T = 1,2 \text{ с}$ и амплитудой колебаний $A = 2 \text{ см}$ распространяется со скоростью 15 м/с . Чему равно смещение $\xi(x, t)$ точки, находящейся на расстоянии $x = 45 \text{ м}$ от источника волн, в тот момент, когда от начала колебаний источника прошло время $t = 4 \text{ с}$?		
8. Газ при температуре 309 К и давлении $0,7 \text{ МПа}$ имеет плотность 12 кг/м^3 . Определить относительную молекулярную массу газа.		
9. Газ занимает объем $V = 1 \text{ л}$ под давлением $p = 0,2 \text{ МПа}$. Определить кинетическую энергию поступательного движения всех молекул, находящихся в данном объеме.		
10. В цилиндре под поршнем находится азот, имеющий массу $m = 0,6 \text{ кг}$ и занимающий объем $V_1 = 1,2 \text{ м}^3$ при температуре $T_1 = 560 \text{ К}$. В результате нагревания газ расширился и занял объем $V_2 = 4,2 \text{ м}^3$, причем температура осталась неизменной. Найти изменение ΔU внутренней энергии газа, совершенную им работу A , и теплоту, сообщенную газу.		

Контрольная № 2	семестр 3	вариант № 8
1. Большая металлическая пластина несет равномерно распределенный по поверхности заряд ($\sigma = 10 \text{ нКл/м}^2$). На малом расстоянии от пластины находится точечный заряд $Q = 100 \text{ нКл}$. Найти силу F , действующую на заряд.		
2. Электрон с начальной скоростью $v_0 = 3 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ влетел в однородное электрическое поле напряженностью $E = 150 \text{ В/м}$. Вектор начальной скорости перпендикулярен линиям напряженности электрического поля. Найти: 1) силу, действующую на электрон; 2) ускорение, приобретаемое электроном; 3) скорость электрона через $t = 0,1 \text{ мкс}$.		
3. Точечные заряды $Q_1 = 10 \text{ мКл}$ и $Q_2 = 1 \text{ мКл}$ находятся на расстоянии $r_1 = 10 \text{ см}$ друг от друга. Какую работу A совершат силы поля, если второй заряд, отталкиваясь от первого, удалится от него на расстояние $r_2 = 20 \text{ м}$?		
4. Электрон с энергией $T = 200 \text{ эВ}$ (в бесконечности) движется вдоль силовой линии по направлению к поверхности металлической заряженной сферы радиусом $R = 10 \text{ см}$. Определить минимальное расстояние, на которое приблизится электрон к поверхности сферы, если заряд ее $Q = -10 \text{ нКл}$.		
5. По проводнику, согнутому в виде прямоугольника со сторонами $a = 6 \text{ см}$ и $b = 10 \text{ см}$, течет ток силой $I = 20 \text{ А}$. Определить напряженность H и индукцию B магнитного поля в точке пересечения диагоналей прямоугольника.		
6. Электрон движется в магнитном поле с индукцией $B = 0,02 \text{ Тл}$ по окружности радиусом $R = 1 \text{ см}$. Определить кинетическую энергию T электрона		
7. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1 \text{ Тл}$ находится прямой провод длиной $l = 10 \text{ см}$, расположенный перпендикулярно линиям индукции. По проводу течет ток $I = 1 \text{ А}$. Под действием сил поля провод переместился на расстояние $s = 5 \text{ см}$. Найти работу A сил поля.		
8. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 12 \text{ Ом}$ равномерно убывает от $I_0 = 5 \text{ А}$ до $I = 0$ в течение времени $t = 10 \text{ с}$. Какое количество теплоты Q выделяется в этом проводнике за указанный промежуток времени?		
9. К источнику тока с ЭДС $1,5 \text{ В}$ присоединили катушку с сопротивлением $R = 0,1 \text{ Ом}$. Амперметр показал силу тока, равную $I_1 = 0,5 \text{ А}$. Когда к источнику тока присоединили последовательно еще один источник тока с такой же ЭДС, то сила тока I в той же катушке оказалась равной $0,4 \text{ А}$. Определить внутренние сопротивления r_1 и r_2 первого и второго источников тока.		
10. Лампочка и реостат, соединенные последовательно присоединены к источнику тока. Напряжение U на зажимах лампочки равно 40 В , сопротивление R реостата равно 10 Ом . Внешняя цепь потребляет мощность $P = 120 \text{ Вт}$. Найти силу тока I в цепи.		

Контрольная № 3	Семестр 4	вариант № 8
1. На пути световой волны, идущей в воздухе, поставили стеклянную пластинку толщиной $h = 1$ мм. На сколько изменится оптическая длина пути, если волна падает на пластинку: 1) нормально; 2) под углом $\alpha = 30^\circ$?		
2. Дифракционная решетка освещена нормально падающим монохроматическим светом. В дифракционной картине максимум второго порядка отклонен на угол $\varphi_1 = 14^\circ$. На какой угол φ_2 отклонен максимум третьего порядка?		
3. Угол α между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора равен 55°. Во сколько раз уменьшится интенсивность света, выходящего из анализатора, если угол увеличить до 80°?		
4. Какой наименьшей скоростью v должен обладать электрон, чтобы в среде с показателем преломления $n = 1,60$ возникло черенковское излучение?		
5. Можно условно принять, что Земля излучает как серое тело, находящееся при температуре $T = 280$ К. Определить коэффициент теплового излучения ϵ Земли, если энергетическая светимость M_e ее поверхности равна $325 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$.		
6. На поверхность магния падает монохроматический свет ($\lambda = 350 \text{ нм}$). Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов U не менее 2 В. Определить работу выхода A электрона с поверхности магния.		
7. Определить максимальное изменение длины волны при комптоновском рассеянии на свободных протонах.		
8. Давление p монохроматического света ($\lambda = 480 \text{ нм}$) на черную поверхность, расположенную перпендикулярно падающим лучам, равно 10 мкПа. Определить число N фотонов, падающих за время $t = 1 \text{ с}$ на поверхность площадью $S = 10 \text{ см}^2$.		
9. Укажите, сколько нуклонов, протонов, нейтронов содержат следующие ядра: 1) ${}^{54}_{26}\text{Fe}$; 2) ${}^{104}_{47}\text{Ag}$; 3) ${}^{238}_{92}\text{U}$.		
10. За какое время t распадается $\frac{1}{4}$ начального количества ядер радиоактивного изотопа, если период его полураспада $T_{1/2} = 48 \text{ ч}$?		

Контрольная № 1	Семестр 2	вариант № 9
1. Точка движется по окружности радиусом $R = 4$ м. Закон ее движения выражается уравнением $s = A + Bt^2$, где $A = 8$ м; $B = -2$ м/с ² . Найти момент времени t , когда нормальное ускорение точки $a_n = 9$ м/с ² ; скорость v ; тангенциальное a_t и полное a ускорения точки в этот момент времени.		
2. Период обращения искусственного спутника Земли $T = 50$ мин. Считая орбиту спутника круговой. Найти, на какой высоте над поверхностью Земли движется спутник.		
3. Диск радиусом $R = 20$ см и массой 7 кг вращается согласно уравнению $\varphi = A + Bt + Ct^2$, где $A = 3$ рад; $B = -1$ рад/с; $C = 0,1$ рад/с ³ . Найти закон, по которому меняется вращающий момент, действующий на диск. Определите момент сил M в момент времени $t = 2$ с.		
4. Снаряд, летящий со скоростью $v_0 = 500$ м/с, разорвался на два осколка. Меньший осколок, масса которого составляет 20% от общей массы снаряда, полетел в противоположном направлении со скоростью $v_1 = 200$ м/с. Определить скорость v_2 большого осколка.		
5. За время $t = 6$ с точка прошла путь, равный половине длины окружности радиусом $R = 0,8$ м. Определить среднюю путевую скорость $\langle v \rangle$ за это время и модуль вектора средней скорости $ \langle v \rangle $.		
6. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, уравнения которых: $x = A_1 \sin \omega_1 t$ и $y = A_2 \sin \omega_2 t$, где $A_1 = 2$ см; $A_2 = 1$ см; $\omega_1 = \omega_2 = 1$ с ⁻¹ . Написать уравнение траектории точки.		
7. Определить максимальное и минимальное значения длины λ звуковых волн, воспринимаемых человеческим ухом, соответствующие граничным частотам $\nu_1 = 16$ Гц и $\nu_2 = 20$ кГц. Скорость звука принять равной 340 м/с.		
8. В сосуде вместимостью 5 л находится атомарный водород, количество вещества ν которого равно $0,1$ моль. Определить плотность ρ газа.		
9. Сосуд емкостью $V = 0,01$ м ³ содержит азот массой 1 г и водород массой 1 г при температуре $T = 280$ К. Определить давление p смеси газов.		
10. Газ совершает цикл Карно. Абсолютная температура нагревателя в 3 раза выше, чем температура охладителя. Нагреватель передал газу $Q_1 = 41,9$ кДж теплоты. Какую работу совершил газ?		

Контрольная № 2	семестр 3	вариант № 9
1. Два шарика массой 1 г каждый подвешены на нитях, верхние концы которых соединены вместе. Длина каждой нити $l = 10$ см. Какие одинаковые заряды надо сообщить шарикам, чтобы нити разошлись на угол $\alpha = 60^\circ$?		
2. Два металлических шара радиусами $R_1 = 2$ см и $R_2 = 6$ см соединены проводником, емкостью которого можно пренебречь. Шарам сообщен заряд $Q = 1$ нКл. Найти поверхностную плотность σ зарядов на шарах.		
3. Заряд равномерно распределен по бесконечной плоскости с поверхностной плотностью $\sigma = 10$ нКл/м ² . Определить разность потенциалов двух точек поля, одна из которых находится на плоскости, а другая удалена от нее на расстояние $a = 10$ см.		
4. Два одинаковых проводящих заряженных шара находятся на расстоянии $r = 30$ см. Сила притяжения F_1 шаров равна 90 мкН. После того как шары были приведены в соприкосновение и удалены друг от друга на прежнее расстояние, они стали отталкиваться с силой $F_2 = 160$ мкН. Определить заряды Q_1 и Q_2 , которые были на шарах до их соприкосновения. Диаметр шаров считать много меньшим расстояния между ними.		
5. Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле напряженностью $H = 2,5 \cdot 10^4$ А/м. Определить период T обращения электрона.		
6. Протон, пройдя ускоряющую разность потенциалов $U = 800$ В, влетает в однородные, скрещенные под прямым углом магнитное ($B = 50$ мТл) и электрическое поля. Определить напряженность E электрического поля, если протон движется в скрещенных полях прямолинейно.		
7. Плоский контур, площадь S которого равна 100 см ² , находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл. Плоскость контура перпендикулярна линиям индукции. В контуре поддерживается неизменный ток $I = 10$ А. Определить работу A внешних сил по перемещению контура с током в область пространства, магнитное поле в которой отсутствует.		
8. Сила тока в проводнике сопротивлением $r = 100$ Ом равномерно нарастает от $I_0 = 0$ до $I_{\max} = 10$ А в течение времени $t = 30$ с. Определить количество теплоты Q , выделившееся за это время в проводнике.		
9. При внешнем сопротивлении $r_1 = 3$ Ом сила тока в цепи $I_1 = 0,3$ А, при сопротивлении $r_2 = 5$ Ом сила тока $I_2 = 0,2$ А. Определить силу тока короткого замыкания источника ЭДС.		
10. К зажимам батареи аккумуляторов присоединен нагреватель. ЭДС батареи равна 30 В. Внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом. Нагреватель, включенный в цепь, потребляет мощность $P = 60$ Вт. Вычислить силу тока I в цепи и КПД η нагревателя.		

Контрольная № 3	Семестр 4	вариант № 9
1. На пути световой волны, идущей в воздухе, поставили стеклянную пластинку толщиной $h = 2$ мм. На сколько изменится оптическая длина пути, если волна падает на пластинку: 1) нормально; 2) под углом 45° ?		
2. Какова длина волны λ монохроматического рентгеновского излучения, падающего на кристалл кальцита, если дифракционный максимум первого порядка наблюдается, когда угол θ между направлением падающего излучения и гранью кристалла равен 3° ? Расстояние d между атомными плоскостями кристалла принять равным $0,3$ нм.		
3. В частично поляризованном свете амплитуда светового вектора, соответствующая максимальной интенсивности света, в $n = 3$ раза больше амплитуды, соответствующей минимальной интенсивности. Определить степень поляризации P света.		
4. При изучении спектра излучения некоторой туманности линия излучения водорода ($\lambda_\alpha = 656,3$ нм) оказалась смещенной на $\Delta\lambda = 2$ нм в область с большей длиной волны (красное смещение). Найти скорость v движения туманности относительно Земли и указать, удаляется она от Земли или приближается к ней.		
5. Поток энергии Φ_e , излучаемый из смотрового окошка плавильной печи, равен 34 Вт. Определить температуру T печи, если площадь отверстия $S = 6$ см ² .		
6. На поверхность лития падает монохроматический свет ($\lambda = 310$ нм) Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов U не менее $1,7$ В. Определить работу выхода A электрона с поверхности лития.		
7 Давление p монохроматического света ($\lambda = 380$ нм) на черную поверхность, расположенную перпендикулярно падающим лучам, равно 1 мкПа. Определить число N фотонов, падающих за время $t = 1$ с на поверхность площадью $S = 10$ см ² .		
8. Определить максимальное изменение длины волны при комптоновском рассеянии на свободных электронах.		
9. Определить диаметры следующих ядер: 1) ${}^8_3\text{Li}$; 2) ${}^{27}_{13}\text{Al}$;		
10. За время $t = 2$ сут распалось $1/2$ начального количества ядер радиоактивного изотопа. Определить период полураспада $T_{1/2}$.		

По кинематике материальной точки чаще всего встречаются задачи на следующие темы:

- 1 на составление уравнений поступательного движения,
- 2 на составление уравнений вращательного движения,
- 3 на определение средней скорости,
- 4 по кинематике сложного движения,
- 5 по кинематике относительного движения.

СХЕМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО КИНЕМАТИКЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКЕ

- 1 Сделать чертёж к задаче, на котором отметить начальные координаты тел и направления векторов их начальных скоростей и ускорений (начало координат обычно помещают в начальной точке движения тела или одного из тел. При выборе направлений координатных осей следует учитывать направление векторов перемещений, скоростей и ускорений тел).
- 2 Затем делают аналогичные чертежи для характерных моментов времени, о которых есть информация в условии задачи.
- 3 Записать уравнения движения для каждого тела в проекциях на оси координат сначала в общем виде для начального момента времени, а затем для характерных моментов времени, о которых есть информация в условии задачи.

$$\begin{cases} x = \pm x_0 \pm v_{ox} t \pm \frac{a_x t^2}{2} \\ y = \pm y_0 \pm v_{oy} t \pm \frac{a_y t^2}{2} \end{cases}, \quad \begin{cases} v_x = \pm v_{ox} \pm a_x t \\ v_y = \pm v_{oy} \pm a_y t \end{cases},$$

При необходимости дополнить систему следующими уравнениями связи:

$$\begin{aligned} v^2 - v_0^2 &= 2aS & - \text{если движение равноускоренное,} \\ v^2 - v_0^2 &= -2aS & - \text{если движение равнозамедленное.} \end{aligned}$$

- 4 Решить полученную систему уравнений и найти решение задачи в общем (т.е. буквенном виде). Проанализировать полученное равенство.
- 5 Проверить размерность этого равенства и если она совпадает, подставить в окончательное уравнение числовые значения данных в условии задачи величин, предварительно переведя их в одну и ту же систему единиц.

СХЕМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО КИНЕМАТИКЕ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

- 1 Сделать чертёж к задаче, на котором отметить начальное положение материальной точки и направление её векторов скорости и центростремительного ускорения.
- 2 Затем сделать аналогичные чертежи для характерных моментов времени, о которых есть информация в условии задачи.
- 3 Записать уравнение вращательного движения сначала в общем виде для начального момента времени, а затем для характерных моментов времени, о которых есть информация в условии задачи:

$$\varphi = \pm \varphi_0 \pm \omega_0 t \pm \frac{\varepsilon t^2}{2}, \quad \omega = \pm \omega_0 \pm \varepsilon t,$$

где: φ_0 и φ – угол поворота радиус – вектора в начальный момент времени $t = 0$ с и в произвольный момент времени t .

- 4 При необходимости записать уравнения связи между угловыми и линейными величинами, характеризующими кинематику материальной точки:

$$\begin{cases} S = \varphi r \\ v = \omega r \\ a_{\text{ис}} = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r = \omega v \end{cases} \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi n$$

- 5 Решить полученную систему уравнений и найти решение задачи в общем (т.е. буквенном виде). Проанализировать полученное равенство.
- 6 Проверить размерность этого равенства и если она совпадает, подставить в окончательное уравнение числовые значения данных в условии задачи величин, предварительно переведя их в одну и ту же систему единиц.

СХЕМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО КИНЕМАТИКЕ СЛОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Если в задаче рассматривается движение тела одновременно относительно двух систем отсчёта, одна из которых условно принимается за «подвижную», а другая за «неподвижную» (например, человек идёт по движущемуся вагону или переплывает реку), то скорость или перемещение тела определяются по следующему правилу:

Вектор скорости тела относительно неподвижной системы координат равен векторной сумме скорости подвижной системы координат относительно неподвижной плюс скорость тела относительно подвижной системы координат. (аналогичное правило для перемещений).

$$\vec{v}_{abc} = \vec{v}_{пер} + \vec{v}_{отн}$$

$$\vec{S}_{abc} = \vec{S}_{пер} + \vec{S}_{отн}$$

где:

скорость тела относительно неподвижной системы координат называется **абсолютной скоростью** $\vec{v}_{abc}$
 скорость подвижной системы координат относительно неподвижной называется **переносной скоростью** $\vec{v}_{пер}$
 скорость тела относительно подвижной системы координат называется **относительной скоростью** $\vec{v}_{отн}$

СХЕМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО КИНЕМАТИКЕ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

Если в задаче рассматривается движение двух независимых друг от друга тел, движущихся в одной и той же системе координат (например, движение встречных поездов и т.д.), то скорость или перемещение одного тела относительно другого определяются по следующему правилу:

Вектор относительной скорости двух тел $\vec{v}_{21}$ равен векторной разности их абсолютных скоростей.

(аналогичное правило для перемещений)

$$\vec{v}_{21} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1 \quad - \text{ скорость второго тела относительно первого}$$

$$\vec{S}_{21} = \vec{S}_2 - \vec{S}_1 \quad - \text{ перемещение второго тела относительно первого}$$

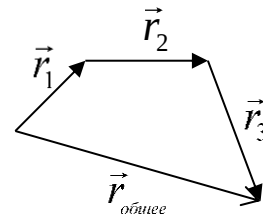
СХЕМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕЙ СКОРОСТИ

Следует различать: - среднюю скорость по перемещению $\langle \vec{v} \rangle$ (величина векторная)

- среднюю путевую скорость $\langle v \rangle$ (величина скалярная)

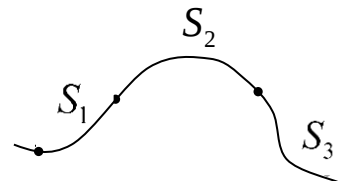
Средней скоростью по перемещению называется векторная величина, равная отношению перемещения тела за какой-либо промежуток времени к величине этого промежутка

$$\langle \vec{v} \rangle = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}_1 + \vec{r}_2 + \dots + \vec{r}_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$



Средней путевой скоростью называется скалярная величина, равная отношению пути пройденного телом за какой-либо промежуток времени к величине этого промежутка

$$\langle v \rangle = \frac{S}{t} = \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$



Особый случай: Если тело за рассматриваемый промежуток времени движется в одном и том же направлении с одним и тем же по величине и направлению ускорением, то среднюю скорость тела за этот промежуток времени

можно определить по формуле: $\langle v \rangle = \frac{v_1 + v_2}{2}$, где v_1 и v_2 - это начальная и конечная скорости тела на этом участке.

СХЕМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА ДИНАМИКУ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

1. Сделать чертёж к задаче, на котором:

- нарисовать все тела, рассматриваемые в задаче,
- нарисовать все силы, действующие на каждое тело, и, если возможно, указать направления ускорений каждого тела.

2. Для каждого тела записать второй закон Ньютона сначала в векторном виде $\sum \vec{F}_i = m\vec{a}$, а затем в проекциях на оси координат, для чего сначала:

- для каждого тела выбрать удобную систему координат (начало координат обычно помещают в центре тяжести тела, а одну из координатных осей направляют по вектору ускорения этого тела),
- для каждого тела расписывают своё векторное уравнение в проекциях на каждую ось с учётом знаков проекций сил.

3. Решают полученную систему уравнений.

(необходимо помнить, что число уравнений должно быть равно числу неизвестных. Если уравнений динамики окажется не достаточно, то полученную систему дополняют уравнениями кинематики или законами изменения и сохранения).

Если в задаче требуется найти вес тела или его силу нормального давления, то следует помнить, что по третьему закону Ньютона они равны по величине, но противоположны по направлению силе реакции опоры.

СХЕМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА ДИНАМИКУ РАВНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ ПО ОКРУЖНОСТИ

1. Сделать чертёж к задаче, на котором нарисовать тело, движущееся по окружности, и все силы, действующие на него.

2. Следует помнить, что тело движется равномерно по окружности постоянного радиуса только в том случае, если равнодействующая всех сил, действующих на тело, направлена по радиусу к центру этой окружности. Эта сила сообщает телу центростремительное ускорение, которое так же направлена к центру окружности, поэтому:

- ось ОХ направляют по направлению центростремительного ускорения, (то есть к центру окружности, по которой оно движется).

- записывают второй закон Ньютона сначала в векторном виде $\sum \vec{F}_i = m\vec{a}_{ц.с.}$, а затем в проекциях на оси координат,

где $a_{ц.с.} = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r = \omega v$.

3. решают полученную систему уравнений.

(при необходимости её дополняют уравнениями движения с учётом что $S = \varphi r$, $v = \omega r$; $\omega = 2\pi n = \frac{2\pi}{T}$)

Чтобы правильно определить количество сил, действующих на тело, необходимо придерживаться следующего правила:

Сколько тел и физических полей действует на данное тело, столько и сил (плюс силы трения и сопротивления, если они есть по условию задачи)

Схема решения задач на законы сохранения импульса

1. Сделать рисунок, на котором указать тела рассматриваемой системы и направления их векторов скоростей или импульсов непосредственно перед взаимодействием.

2. Затем сделать аналогичный рисунок для момента непосредственно после взаимодействия.

3. Проанализировать рассматриваемую систему:

- если система тел замкнута (то есть векторная сумма всех внешних сил, действующих на тела системы равна нулю), то записать закон сохранения импульса для этой системы в виде

$$\left(\sum \vec{p}_i \right)_{\text{до взаимодействия}} = \left(\sum \vec{p}_i \right)_{\text{после взаимодействия}}$$

- если система тел не замкнута, то записать закон изменения импульса для этой системы в виде

$$\left(\sum \vec{F}_i^{\text{внешних}} \right) \cdot \Delta t = \vec{p}_{\text{конечное}} - \vec{p}_{\text{начальное}}$$

Для незамкнутых механических систем закон сохранения импульса можно применить в следующих случаях:

а. Если проекции всех внешних сил, действующих на систему, на какое-либо направление в пространстве равны нулю, то на это направление выполняется закон сохранения проекции импульса,

$$\left(\text{то есть, если } \sum F_{xi}^{\text{внешних}} = 0 \Rightarrow \left(\sum p_{xi} \right)_{\text{начальное}} = \left(\sum p_{xi} \right)_{\text{конечное}} \right)$$

(обычно такой осью является горизонтальная ось ОХ)

б. Если внутренние силы по величине много больше внешних сил (например, **разрыв снаряда**), либо очень мал промежуток времени, в течение которого действуют внешние силы (например, **удар**), то закон сохранения импульса можно применить в векторном виде, (то есть $\left(\sum \vec{p}_i \right)_{\text{начальное}} = \left(\sum \vec{p}_i \right)_{\text{конечное}}$)

Следует помнить, что все скорости или импульсы тел системы должны быть записаны относительно одной и той же системы координат

4. Выбрать удобную систему координат и записать полученное векторное уравнение в проекциях на выбранные оси.

5. Решить полученную систему уравнений.

Схема решения задач на законы сохранения энергии

1. делать рисунок, на котором указать тела рассматриваемой системы и направления их векторов скоростей в начальном положении, а затем для других положений, о которых есть информация в задаче
2. Выбрать начальный уровень отсчёта потенциальной энергии
3. Проанализировать рассматриваемую систему:

- если на тела системы действуют только консервативные силы ($F_{грав}$, $F_{тяж}$, $F_{упр}$, $F_{кулона}$, $F_{арх}$)

или все действующие на систему неконсервативные силы работу не совершают, то записать закон сохранения полной механической энергии:

$$E_{начальная} = E_{конечная}$$

- если на тела системы действуют неконсервативные силы, то записать закон изменения энергии для этой системы в виде

$$\sum A_i^{\text{неконсервативных}} = E_{конечная} - E_{начальная}$$

Следует помнить, что все скорости тел системы должны быть записаны относительно одной и той же системы координат

4. Решить полученную систему уравнений.

Схема решения задач по термодинамике

- *если состояние газа не изменяется*, то записать уравнение Менделеева – Клапейрона:

$$PV = \nu RT = \frac{m}{\mu} RT$$

- *если в задаче рассматривается несколько состояний газа*, то для каждого состояния записать уравнение Менделеева – Клапейрона (или уравнение Клапейрона, если масса газа не изменяется

$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$) и решить полученную систему уравнений.

- *если масса газа остаётся постоянной и один из параметров газа не изменяется*, то записать уравнения состояния для данного изопроцесса:

изотермический процесс (т. е. $T = \text{const}$): $PV = \text{const}$ закон Бойля – Мариотта.

изохорический процесс (т. е. $V = \text{const}$): $\frac{P}{T} = \text{const}$ закон Шарля.

изобарический процесс (т. е. $P = \text{const}$): $\frac{V}{T} = \text{const}$ закон Гей – Люссака.

- *если в задаче рассматривается смесь газов*, то решение обычно начинается с записи закона Дальтона для этой смеси газов

$$P_{\text{смеси}} = p_1 + p_2 + \dots + p_n,$$

а затем по уравнению Менделеева – Клапейрона определяют парциальное давление каждого газа смеси

$$p_i V_{\text{смеси}} = \nu_i RT_{\text{смеси}} = \frac{m_i}{\mu_i} RT_{\text{смеси}}.$$

При необходимости записать уравнение Менделеева – Клапейрона для всей смеси газов в виде:

$$P_{\text{смеси}} V_{\text{смеси}} = \nu_{\text{смеси}} RT_{\text{смеси}} = \frac{m_{\text{смеси}}}{\mu_{\text{смеси}}} RT_{\text{смеси}}.$$

Формулы и законы, которые могут Вам понадобиться при решении контрольных работ

КИНЕМАТИКА

Положение материальной точки в пространстве задается радиусом-вектором: $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$, [м]

где $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ — единичные векторы направлений (орты); x, y, z — координаты точки.

Мгновенная скорость $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = v_x\vec{i} + v_y\vec{j} + v_z\vec{k}$, $\left[\frac{м}{с} \right]$

Где $v_x = \frac{dx}{dt}, v_y = \frac{dy}{dt}, v_z = \frac{dz}{dt}$ — проекции скорости v на оси координат.

Модуль скорости $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$

Мгновенное ускорение $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} + a_z\vec{k}$, $\left[\frac{м}{с^2} \right]$

Где $a_x = \frac{dv_x}{dt}, a_y = \frac{dv_y}{dt}, a_z = \frac{dv_z}{dt}$ — проекции ускорения a на оси координат.

Модуль ускорения $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$

Уравнения поступательного движения:

$$\begin{aligned} x &= \pm x_0 \pm v_{ox}t \pm \frac{a_x t^2}{2} & v_x &= \pm v_{ox} \pm a_x t \\ \vec{r} &= \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2} \equiv y = \pm y_0 \pm v_{oy}t \pm \frac{a_y t^2}{2}; & \vec{v} &= \vec{v}_0 + \vec{a}t \equiv v_y = \pm v_{oy} \pm a_y t; \\ z &= \pm z_0 \pm v_{oz}t \pm \frac{a_z t^2}{2} & v_z &= \pm v_{oz} \pm a_z t \end{aligned}$$

$$v^2 - v_0^2 = 2aS \quad - \quad \text{если движение равноускоренное,}$$

$$v^2 - v_0^2 = -2aS \quad - \quad \text{если движение равнозамедленное.}$$

Угловая скорость $\vec{\omega} = \frac{d\vec{\varphi}}{dt}$, $\left[\frac{рад}{с} \right]$

Угловое ускорение $\vec{\varepsilon} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}$, $\left[\frac{рад}{с^2} \right]$

Полное ускорение материальной точки при криволинейном движении

$$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_\tau$$

Модуль полного ускорение материальной точки при криволинейном движении

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}$$

Уравнения вращательного движения:

$$\varphi = \pm \varphi_0 \pm \omega_0 t \pm \frac{\varepsilon t^2}{2}, \quad \omega = \pm \omega_0 \pm \varepsilon t$$

Связь линейных и угловых величин:

$$T = \frac{t}{N}; \quad n = \frac{N}{t}; \quad T = \frac{1}{n}; \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi n; \quad S = \varphi r; \quad v = \omega r; \quad a_{uc} = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r = \omega v$$

Кинематика сложного движения: $\vec{v}_{abc} = \vec{v}_{пер} + \vec{v}_{отн}; \quad \vec{S}_{абсолютное} = \vec{S}_{переносное} + \vec{S}_{относительное}$

Кинематика относительного движения: $\vec{v}_{21} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1; \quad \vec{S}_{21} = \vec{S}_2 - \vec{S}_1$

средняя скорость по перемещению:

$$\langle \vec{v} \rangle = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}_1 + \vec{r}_2 + \dots + \vec{r}_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

средняя путевая скорость

$$\langle v \rangle = \frac{S}{t} = \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

ДИНАМИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

Законы $\begin{cases} \sum \vec{F}_i = m\vec{a} \\ \vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \end{cases}$ Ньютона:

- сила гравитации $F_{грав} = G \frac{Mm}{r^2}$

- сила тяжести $\vec{F}_{тяж} = m\vec{g}$

- сила упругости $\vec{F}_{упр} = -k \vec{x}$

жесткость системы пружин при их последовательном соединении $k = k_1 + k_1 + \dots + k_n$

жесткость системы пружин при их параллельном соединении $\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_n}$

- сила трения скольжения $F_{тр} = \mu \cdot N$

- сила Архимеда $F_{арх} = \rho_{ж} g V_T$

РАБОТА, МОЩНОСТЬ, КПД. ВИДЫ ЭНЕРГИИ.

- импульс материальной точки $\vec{p} = m \vec{v}, \left[\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} \right] \equiv [H \cdot c]$

- импульс системы материальных точек $\vec{p}_{системы} = \sum \vec{p}_i$

- кинетическая энергия $T = \frac{mv^2}{2}, [Дж]$

- потенциальная энергия материальной точки, поднятой на высоту h относительно нулевого уровня отсчёта потенциальной энергии $\Pi = mgh,$
[Дж]

- потенциальная энергия протяжённого тела, поднятого на высоту h относительно нулевого уровня отсчёта потенциальной энергии $\Pi = mgh_c,$
[Дж]

где h_c - высота центра тяжести тела относительно нулевого уровня отсчёта потенциальной энергии.

- потенциальная энергия упруго деформированной пружины $\Pi = \frac{kx^2}{2}, [Дж]$

- потенциальная энергия гравитационного взаимодействия $\Pi = -G \frac{Mm}{r}, [Дж]$

- полная механическая энергия $E = T + \Pi, [Дж]$

- связь силы с потенциальной энергией $\vec{F} = -\text{grad } W = -\frac{dW}{dx}$

- механическая работа силы $A = \int \vec{F} d\vec{s}, [Дж]$

- механическая работа постоянной по величине и направлению силы $A = FS \cos \alpha, [Дж]$

- средняя механическая мощность $N = \frac{A}{t}, [Вт]$

- мгновенная механическая мощность $N = Fv \cos \alpha, [Вт]$

- коэффициент полезного действия (КПД) $\eta = \frac{A_{полезная}}{A_{затраченная}} = \frac{N_{полезная}}{N_{затраченная}}$

ЗАКОНЫ ИЗМЕНЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ

- закон изменения импульса механической системы	$(\sum \vec{F}_i^{\text{внешних}}) \cdot \Delta t = \vec{p}_{\text{конечное}} - \vec{p}_{\text{начальное}}$
закон сохранения импульса замкнутой механической систем	$(\sum \vec{p}_i)_{\text{начальное}} = (\sum \vec{p}_i)_{\text{конечное}}$
- закон изменения момента импульса	$(\sum \vec{M}_i^{\text{внешних}}) \cdot \Delta t = \vec{L}_{\text{конечное}} - \vec{L}_{\text{начальное}}$
- закон сохранения момента импульса замкнутой системы	$(\sum \vec{L}_i)_{\text{начальное}} = (\sum \vec{L}_i)_{\text{конечное}}$
- закон изменения полной механической энергии	$\sum A_i^{\text{неконсервативных}} = E_{\text{конечная}} - E_{\text{начальная}}$
- закон сохранения полной механической энергии	$E_{\text{начальная}} = E_{\text{конечная}}$
- теорема о потенциальной энергии	$A_{\text{консервативной}} = -(\Pi_{\text{конечная}} - \Pi_{\text{начальная}})$
теорема о кинетической энергии	$\sum A_i = T_{\text{конечная}} - T_{\text{начальная}}$
- закон движения центра масс	$\sum \vec{F}_i = m \vec{a}_{\text{ц.м}}$
- закон движения центра масс замкнутой системы	если $\sum \vec{F}_i^{\text{внешних}} = 0 \Rightarrow \vec{a}_{\text{ц.м}} = 0 \Rightarrow \vec{v}_{\text{ц.м}} = \text{const}$

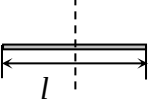
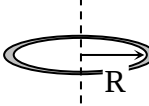
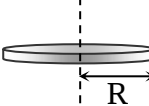
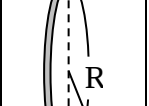
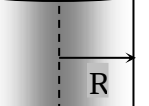
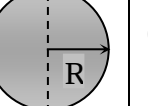
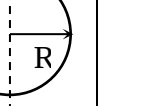
Запись законов сохранения и изменения при абсолютно упругом и абсолютно неупругом ударах:

Абсолютно упругий удар:	$m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$	$\frac{mv_{01}^2}{2} + \frac{mv_{02}^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$
Абсолютно неупругий удар:	$m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02} = (m_1 + m_2) \vec{v}$	$\frac{m_1 v_{01}^2}{2} + \frac{m_2 v_{02}^2}{2} = \frac{(m_1 + m_2) v^2}{2} + \begin{cases} Q \\ \Delta U \end{cases}$

ДИНАМИКА ТВЁРДОГО ТЕЛА

Момент силы относительно неподвижной точки	$\vec{M} = [\vec{r}\vec{F}], [H \cdot m]$
Модуль момента силы относительно неподвижной точки	$M = Fr \sin \alpha, [H \cdot m]$
Момент импульса тела относительно неподвижной точки	$\vec{L} = [\vec{r} \vec{p}], [Дж \cdot c]$
Модуль момента импульса тела относительно неподвижной точки	$L = rp \sin \alpha, [Дж \cdot c]$
Момент импульса твёрдого тела, вращающегося относительно неподвижной оси	$L = I\omega, [Дж \cdot c]$
Кинетическая энергия твёрдого тела, вращающегося относительно неподвижной оси	$T = \frac{I\omega^2}{2}, [Дж]$
Кинетическая энергия твёрдого тела, вращающегося относительно оси, движущейся поступательно	$T = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}, [Дж]$
Основное уравнение динамики вращательного движения твёрдого тела	$\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt}$ или $M = I\varepsilon,$
Теорема Штейнера	$I = I_c + ma^2,$
Момент инерции материальной точки	$I = mR^2, [кг \cdot м^2]$
Элементарная работа момента сил при вращении тела вокруг неподвижной оси	$dA = M_z d\varphi, [Дж]$
Работа момента сил при вращении тела вокруг неподвижной оси	$A = \int M_z d\varphi, [Дж]$

Собственные моменты инерции некоторых тел

однородный тонкий стержень длиной l	однородный тонкий обруч и тонкостенный цилиндр радиусом R	однородный тонкий диск радиусом R	однородный тонкий диск радиусом R	однородный сплошной цилиндр радиусом R	однородный шар радиусом R	однородная сфера радиусом R
						
$I = \frac{ml^2}{12}$	$I = mR^2$	$I = \frac{mR^2}{2}$	$I = \frac{mR^2}{4}$	$I = \frac{mR^2}{2}$	$I = \frac{2}{5}mR^2$	$I = \frac{2}{3}mR^2$

КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

- уравнение гармонических колебаний $x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$
- скорость тела при гармонических колебаниях $v = \frac{dx}{dt} = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0), \left[\frac{m}{c} \right]$
- ускорение тела при гармонических колебаниях $a = \frac{dv}{dt} = -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0), \left[\frac{m}{c^2} \right]$
- кинетическая энергия колеблющейся точки $T = \frac{mv^2}{2} = \frac{1}{2}mA^2\omega_0^2 \sin^2(\omega_0 t + \varphi), [Дж]$
- потенциальная энергия колеблющейся точки $\Pi = \frac{kx^2}{2} = \frac{1}{2}mA^2\omega_0^2 \cos^2(\omega_0 t + \varphi), [Дж]$
- полная механическая энергия колеблющейся точки $E = T + \Pi = \Pi_{max} = \frac{kx_{max}^2}{2} = T_{max} = \frac{mv_{max}^2}{2} = \frac{1}{2}mA^2\omega_0^2$
- дифференциальное уравнение гармонических колебаний $\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$
- дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний $\ddot{x} + 2\beta \dot{x} + \omega_0^2 x = 0$
- дифференциальное уравнение вынужденных колебаний $\ddot{x} + 2\beta \dot{x} + \omega_0^2 x = x_0 \cos \Omega t$
- декремент затухания $\mathcal{D} = \frac{A(t)}{A(t+T)} = e^{\beta t}$
- логарифмический декремент затухания $\lambda = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)} = \beta T$
- период колебаний математического маятника $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}, [c]$
- период колебаний пружинного маятника $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}, [c]$
- период колебаний физического маятника $T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mgd}}, [c]$
- период электромагнитных колебаний в колебательном контуре $T = 2\pi \sqrt{LC}, [c]$

- Амплитуда результирующего колебания, получающегося при сложении двух гармонических колебаний одинакового направления и одинаковой частоты:

$$A_{рез}^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

- Начальная фаза результирующего колебания, получающегося при сложении двух гармонических колебаний одинакового направления и одинаковой частоты:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2}$$

- Уравнение траектории движения точки, участвующей в двух взаимно перпендикулярных гармонических колебаниях одинаковой частоты:

$$\frac{x^2}{A^2} - 2 \frac{xy}{AB} \cos \varphi + \frac{y^2}{B^2} = \sin^2 \varphi$$

- Уравнение плоской гармонической бегущей волны $\xi(x, t) = A \cos(\omega t - kx + \varphi_0)$, где $k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\omega}{v}$ - волновое число

Связь между разностью фаз колебаний двух точек волны и расстоянием между ними $\Delta\varphi = k\Delta x = \frac{2\pi}{\lambda}(x_2 - x_1)$

- скорость продольной и поперечной волн в твёрдых телах $v_{прод} = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ $v_{попер} = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$, $\left[\frac{м}{с}\right]$

- скорость продольной волны в газе $v_{прод} = \sqrt{\frac{\gamma RT}{\mu}}$, $\left[\frac{м}{с}\right]$

ОСНОВЫ МКТ

- количество вещества $\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{\mu}$, $[моль]$

- основные уравнения МКТ: $p = \frac{2}{3}n\langle E_k \rangle$ и $p = nkT$, $[Па \cdot с]$

- средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул идеального газа $\langle E_k \rangle = \frac{3}{2}kT = \frac{m_0 \langle v \rangle^2}{2}$, $[Дж]$

- наиболее вероятная скорость теплового движения молекул идеального газа $v_v = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{2RT}{\mu}}$, $\left[\frac{м}{с}\right]$

- средняя квадратичная скорость теплового движения молекул идеального газа $\langle v_{кв} \rangle = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$, $\left[\frac{м}{с}\right]$

ТЕРМОДИНАМИКА

- закон Менделеева – Клапейрона $PV = \nu RT = \frac{m}{\mu} RT$;

- закон Клапейрона $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ или $\frac{PV}{T} = const$, если $m = const$;

- закон Дальтона $p_{смеси} = p_1 + p_2 + \dots + p_n$

- парциальное давление i – го газа смеси $p_i V_{смеси} = \nu_i RT_{смеси} = \frac{m_i}{\mu_i} RT_{смеси}$

- КПД теплового двигателя $\eta = \frac{A_{полезная}}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$

- КПД идеальной тепловой машины (машины Карно) $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$

- первое начало термодинамики $Q = \Delta U + A$, $[Дж]$

- внутренняя энергия идеального газа

$$U = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT, \quad [\text{Дж}]$$

- изменение внутренней энергии идеального газа

$$\Delta U = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R \Delta T, \quad [\text{Дж}]$$

где $i = 3$ для одноатомных газов, $i = 5$ для двухатомных газов, $i = 6$ для трёх и более атомных газов

- работа идеального газа при изохорическом процессе:

$$\text{если } V = \text{const, то } A = 0$$

- работа идеального газа при изобарическом процессе

$$\text{если } p = \text{const, то } \begin{cases} A = p \Delta V \\ A = \frac{m}{\mu} R \Delta T \end{cases}$$

- работа идеального газа при изотермическом процессе

$$\text{если } T = \text{const, то } \begin{cases} A = \frac{m}{\mu} RT \cdot \ln \frac{V_2}{V_1} \\ A = \frac{m}{\mu} RT \cdot \ln \frac{p_1}{p_2} \end{cases}$$

- уравнение Майера

$$R = C_p - C_v$$

- молярная теплоёмкость идеального газа при постоянном объёме

$$C_v = \frac{i}{2} R, \quad \left[\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \right]$$

- молярная теплоёмкость идеального газа при постоянном давлении

$$C_p = \frac{i+2}{2} R, \quad \left[\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \right]$$

- удельная теплоёмкость идеального газа при постоянном объёме

$$c_v = \frac{i}{2} \frac{R}{\mu}, \quad \left[\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \right]$$

- удельная теплоёмкость идеального газа при постоянном давлении

$$c_p = \frac{i+2}{2} \frac{R}{\mu}, \quad \left[\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \right]$$

- средняя длина свободного пробега молекул идеального газа

$$\langle l \rangle = \frac{1}{\sqrt{2} \pi d^2 n}$$

- количество теплоты необходимое для нагревания вещества

$$Q = cm(t_2 - t_1), \quad [\text{Дж}]$$

- количество теплоты, выделяющееся при сгорании вещества

$$Q = qm, \quad [\text{Дж}]$$

- количество теплоты необходимое для плавления вещества

$$Q = \lambda m, \quad [\text{Дж}]$$

- количество теплоты необходимое для испарения вещества

$$Q = Lm, \quad [\text{Дж}]$$

- закон Фика

$$m = -D \frac{d\rho}{dx} St$$

- закон Ньютона

$$p = -\eta \frac{dv}{dx} St$$

- закон Фурье

$$Q = -\lambda \frac{dT}{dx} St$$

- закон Ньютона для вязкого трения

$$F = -\eta \frac{dv}{dx} S$$

- коэффициент диффузии

$$D = \frac{1}{3} \langle v \rangle \langle l \rangle, \quad \left[\frac{\text{м}^2}{\text{с}} \right]$$

- коэффициент вязкости

$$\eta = \frac{1}{3} \rho \langle v \rangle \langle l \rangle, \quad [\text{Па} \cdot \text{с}]$$

- коэффициент теплопроводности

$$\lambda = \frac{1}{3} \rho \langle v \rangle \langle l \rangle c_v$$

- среднее число столкновений молекул идеального газа за 1 секунду

$$\langle z \rangle = \sqrt{2} \pi d^2 n \langle v \rangle$$

ЭЛЕКТРОСТАТИКА

- сила электростатического взаимодействия двух точечных зарядов $F_{кул} = k \frac{|q_1||q_2|}{\varepsilon r^2}$
- где $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{Нм^2}{Кл^2}$; $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{Ф}{м}$; $\varepsilon = \frac{F_{в.вакууме}}{F_{в.веществе}} = \frac{E_{в.вакууме}}{E_{в.веществе}}$
- напряжённость электрического поля $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}, \left[\frac{H}{Кл} \right] \equiv \left[\frac{В}{м} \right]$
- потенциал электростатического поля $\varphi = \frac{\Pi}{q}, [В]$
- принцип суперпозиции для электростатического поля
$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n = \sum \vec{E}_i$$
$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n = \sum \varphi_i$$
- сила, действующая на точечный заряд в электрическом поле $\vec{F} = q\vec{E}, [Н]$
- потенциальная энергия точечного заряда в электростатическом поле $\Pi = q\varphi, [Дж]$
- потенциальная энергия электростатического взаимодействия двух точечных зарядов $\Pi = k \frac{q_1 q_2}{\varepsilon r}, [Дж]$
- напряжённость электростатического поля точечного заряда $E = k \frac{q}{\varepsilon r^2}, \left[\frac{H}{Кл} \right] \equiv \left[\frac{В}{м} \right]$
- потенциал электростатического поля точечного заряда $\varphi = k \frac{q}{\varepsilon r}, [В]$
- напряжённость электростатического поля равномерно заряженной бесконечной плоскости $E = \frac{1}{2} \frac{\sigma}{\varepsilon \varepsilon_0}, \left[\frac{H}{Кл} \right] \equiv \left[\frac{В}{м} \right]$
- работа сил электрического поля по перемещению точечного заряда $A_{ЭП} = q(\varphi_{начальный} - \varphi_{конечный})$ или $A_{ЭП} = -(\Pi_{начальная} - \Pi_{конечная})$
- закон сохранения электрического заряда $\left(\sum q_i \right)_{начальное} = \left(\sum q_i \right)_{конечное}$
- Связь между напряжённостью электростатического поля и потенциалом $\vec{E} = -\frac{d\varphi}{d\vec{r}} = -grad\varphi$
- Теорема Остроградского – Гаусса для электрического поля в вакууме $\Phi = \oint_s \vec{E} d\vec{S} = \frac{1}{\varepsilon_0} \sum q_i$

МАГНЕТИЗМ

- связь магнитной индукции и напряжённости магнитного поля $\vec{B} = \mu\mu_0 \vec{H}, [Тл]$
- принцип суперпозиции для магнитного поля
$$\vec{B}_{рез} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n$$
$$\vec{H}_{рез} = \vec{H}_1 + \vec{H}_2 + \dots + \vec{H}_n$$
- закон Био – Савара – Лапласа
$$d\vec{B} = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I [d\vec{l} \times \vec{r}]}{r^3}$$
- закон полного тока для магнитного поля в вакууме
$$\oint_L \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 \sum_{k=1}^N I_k$$
- закон полного тока для магнитного поля в веществе
$$\oint_L \vec{H} d\vec{l} = \sum I$$
- теорема Гаусса для магнитного поля
$$\oint_s \vec{B} d\vec{S} = \oint_s \vec{B}_n dS = 0$$
- магнитное поле прямолинейного бесконечно длинного проводника с током $B = \mu\mu_0 \frac{I}{2\pi r}, [Тл]$

- магнитное поле в центре кругового витка с током $B = \mu\mu_0 \frac{I}{2R}, [Тл]$
- магнитное поле бесконечно длинного соленоида с током $B = \mu\mu_0 In = \mu\mu_0 I \frac{N}{l}, [Тл]$
- магнитное поле прямолинейного проводника конечной длины с током $B = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \frac{I}{a} (\cos \alpha - \cos \beta), [Тл]$
- магнитное поле по середине прямолинейного проводника с током $B = \frac{\mu\mu_0}{2\pi} \frac{I}{a} \cos \alpha, [Тл]$
- индуктивность соленоида $L = \mu\mu_0 n^2 V = \mu\mu_0 \frac{N^2}{l} S, [Гн]$
- сила магнитного взаимодействия двух параллельных прямолинейных проводников с током $F_{\text{магн}} = \frac{\mu\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I_2}{r} l$
- сила Ампера $d\vec{F}_A = I [d\vec{l} \vec{B}],$ где модуль силы $dF_A = IBdl \sin \alpha$
- сила Лоренца $\vec{F}_L = q [\vec{v} \vec{B}],$ где модуль силы $F_L = |q| v B \sin \alpha$
- механический магнитный момент, действующий на контур с током в магнитном поле $\vec{M} = [\vec{p}_m \vec{B}],$ где модуль момента силы $M = p_m B \sin \alpha = IBS \sin \alpha$
- поток вектора магнитной индукции $\Phi = BS \cos \alpha$
- собственный магнитный поток контура и соленоида с током $\Phi_{\text{собст}} = LI$
- изменение собственного магнитного потока контура и соленоида с током $\Delta \Phi_{\text{собст}} = L \Delta I \quad \Delta \Phi = \Phi_{\text{конечный}} - \Phi_{\text{начальный}}$
- работа сил магнитного поля по перемещению проводника или контура с током $A_{\text{мн}} = I \Delta \Phi, [Дж]$
- ЭДС индукции (закон Фарадея) $\mathcal{E}_{\text{инд}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}, [В]$
- ЭДС индукции, возникающая в движущемся в однородном магнитном поле прямолинейном проводнике $\mathcal{E}_{\text{инд}} = v B_{\perp} l \sin \alpha, [В]$
- ЭДС самоиндукции $\mathcal{E}_{\text{сам}} = - \frac{d \Phi_{\text{собст}}}{d t} = - L \frac{d I}{d t}, [В]$
- энергия магнитного поля проводника и контура с током $W_{\text{мн}} = \frac{LI^2}{2}, [Дж]$
- объёмная плотность энергии магнитного поля $w_m = \frac{B^2}{2\mu\mu_0} = \frac{\mu\mu_0 H^2}{2}$

ПОСТОЯННЫЙ ТОК

- сила тока $I = \frac{dq}{dt}$
- плотность тока $j = \frac{I}{S}$
- ЭДС источника тока $\mathcal{E} = \frac{A_{\text{см}}}{q}$
- закон Ома для участка электрической цепи $I = \frac{U}{R}$
- закон Ома для замкнутой электрической цепи $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$

зависимость сопротивления металлического проводника от его размеров	$R = \rho \frac{l}{S}$
зависимость сопротивления металлического проводника от его температуры	$R_t = R_0 (1 + \alpha t)$
зависимость удельного сопротивления металлического проводника от его температуры	$\rho_t = \rho_0 (1 + \alpha t)$
работа постоянного тока	$A = qU = IUt$ или $A = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t, [Дж]$
мощность постоянного тока	$P = IU$ или $P = I^2 R = \frac{U^2}{R}, [Вт]$
закон Джоуля – Ленца	$Q = IUt$ или $Q = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t, [Дж]$
ЭДС	$\mathcal{E} = \frac{A_{\text{сторонних}}}{q},$
напряжение	$U = \frac{A_{\text{сторонних}} + A_{\text{кулоновских}}}{q}$
напряжение на клеммах источника тока	$U_{\text{ист}} = \mathcal{E} - Ir = IR, [В]$
полезная работа источника постоянного тока	$A_{\text{полезная}} = qU_{\text{ист}} = IU_{\text{ист}} t, [Дж]$
затраченная (полная) работа источника постоянного тока	$A_{\text{затраченная}} = q\mathcal{E} = I\mathcal{E} t$ или $A_{\text{затраченная}} = \frac{\mathcal{E}^2}{R+r} = I^2 (R+r)$
полезная мощность источника постоянного тока	$P_{\text{полезная}} = \frac{A_{\text{полезная}}}{t} = IU_{\text{ист}}, [Вт]$
затраченная (полная) мощность источника постоянного тока	$P_{\text{затраченная}} = \frac{A_{\text{затраченная}}}{t} = I\mathcal{E}, [Вт]$
КПД источника тока	$\eta = \frac{A_{\text{полезная}}}{A_{\text{затраченная}}} = \frac{P_{\text{полезная}}}{P_{\text{затраченная}}}$
Ёмкость уединённого проводника	$C = \frac{q}{\varphi}$
Ёмкость уединённой проводящей сферы (шара)	$C = 4\pi\epsilon\epsilon_0 R$
Ёмкость конденсатора	$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} = \frac{q}{U}$
Ёмкость плоского конденсатора	$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$
Электрическая ёмкость сферического конденсатора	$C = 4\pi \frac{\epsilon\epsilon_0 R_1 R_2}{R_2 - R_1}$
Электрическая ёмкость цилиндрического конденсатора	$C = 2\pi \frac{\epsilon\epsilon_0 l}{\ln \frac{R_2}{R_1}}$
Энергия электрического поля уединённого проводника	$W_{\text{эл}} = \frac{C\varphi^2}{2} = \frac{q\varphi}{2} = \frac{q^2}{2C}, [Дж]$
Энергия электрического поля конденсатора	$W_{\text{эл}} = \frac{CU^2}{2} = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C}, [Дж]$

Объёмная плотность энергии электрического поля

$$w = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 E^2}{2} = \frac{ED}{2}, \left[\frac{\text{Дж}}{\text{м}^3} \right]$$

Последовательное соединение проводников

$$\begin{cases} R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n \\ U_{\text{общ}} = U_1 + U_2 + \dots + U_n \\ I_{\text{общ}} = I_1 = I_2 = \dots = I_n \\ I_i = \frac{U_i}{R_i} \quad I_{\text{общ}} = \frac{U}{R_{\text{общ}}} \end{cases}$$

Параллельное соединение проводников

$$\begin{cases} \frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \\ U_{\text{общ}} = U_1 = U_2 = \dots = U_n \\ I_{\text{общ}} = I_1 + I_2 + \dots + I_n \\ I_i = \frac{U_i}{R_i} \quad I_{\text{общ}} = \frac{U}{R_{\text{общ}}} \end{cases}$$

Последовательное соединение конденсаторов

$$\begin{cases} \frac{1}{C_{\text{общ}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} \\ U_{\text{общ}} = U_1 = U_2 = \dots = U_n \\ q_{\text{общ}} = q_1 = q_2 = \dots = q_n \\ C_i = \frac{q_i}{U_i} \quad C_{\text{общ}} = \frac{q_{\text{общ}}}{U_{\text{общ}}} \end{cases}$$

Параллельное соединение конденсаторов

$$\begin{cases} C_{\text{общ}} = C_1 + C_2 + \dots + C_n \\ U_{\text{общ}} = U_1 = U_2 = \dots = U_n \\ q_{\text{общ}} = q_1 + q_2 + \dots + q_n \\ C_i = \frac{q_i}{U_i} \quad C_{\text{общ}} = \frac{q_{\text{общ}}}{U_{\text{общ}}} \end{cases}$$

Правила Кирхгофа для цепей постоянного тока

Первое правило Кирхгофа

Алгебраическая сумма сил токов, сходящихся в узле, равна нулю, т.е. $\sum_{i=1}^n I_i = 0$

Второе правило Кирхгофа

В любом замкнутом контуре, произвольно выбранном в разветвленной электрической цепи, алгебраическая сумма падений напряжений (произведений сил токов J на сопротивление R) на отдельных участках цепи этого контура равна

алгебраической сумме ЭДС E_k , встречающихся в контуре: $\sum_{i=1}^n I_i R_i = \sum_{k=1}^m \varepsilon_k$

Применяя законы Кирхгофа необходимо:

1. Определить число электрических узлов и независимых контуров в схеме

Узлом называется место соединения трех и более проводников.

Контур – это любая замкнутая цепь.

Независимый контур – контур, который содержит хотя бы одну новую ветвь. Ветвь – участок цепи от узла до узла

2. Перед составлением уравнений произвольно выбрать и указать стрелками на чертеже:

а) направление токов (если они не заданы по условию задачи) во всех сопротивлениях, входящих в цепь, учитывая, что от узла до узла течёт один и тот же ток;

б) направление обхода контура.

3. При составлении уравнений по первому закону Кирхгофа считать токи, подходящие к узлу, положительными, а токи, отходящие от узла – отрицательными.

Число уравнений, составляемых по первому закону Кирхгофа, должно быть на единицу меньше числа узлов, содержащихся в цепи.

4. При составлении уравнений по второму правилу Кирхгофа следует считать:

а) падение напряжения на участке цепи (т.е. произведение $I \cdot R$) входит в уравнение со знаком плюс, если направление тока в данном участке совпадает с выбранным направлением обхода контура; в противном случае произведение $I \cdot R$ входит в уравнение со знаком минус;

б) ЭДС ε входит в уравнение со знаком плюс, если оно повышает потенциал в направлении обхода контура: т.е. если при обходе контура внутри источника тока приходится идти от минуса к плюсу, в противном случае ЭДС ε входит в уравнение со знаком минус.

Число независимых уравнений, которые могут быть составлены по второму закону Кирхгофа, равно числу независимых контуров, имеющих в цепи.

Для составления уравнений первый контур можно выбрать произвольно. Все следующие контуры следует выбирать

таким образом, чтобы в каждый новый контур входила хотя бы одна ветвь цепи, не участвовавшая ни в одном из ранее использованных контуров. Произвольно выбранное направление обхода по контурам не изменяется до конца решения задачи.

Если при решении уравнений, составленных вышеуказанным способом, получены отрицательные значения силы тока или напряжения, то это означает, что ток через данное сопротивление в действительности течет в направлении, противоположном выбранному.

ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК

Эффективное (или действующее) значение силы тока и напряжения

$$I_{\text{эфф}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \quad u \quad U_{\text{эфф}} = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

Закон Ома для цепи переменного тока только с активным сопротивлением

$$I_m = \frac{U_m}{R}$$

Закон Ома для цепи переменного тока с идеальной индуктивностью

$$I_m = \frac{U_m}{\omega L}$$

Индуктивное сопротивление

$$X_L = \omega L$$

Закон Ома для цепи переменного тока с идеальной ёмкостью

$$I_m = \omega C U_m = \frac{U_m}{\frac{1}{\omega C}}$$

Ёмкостное сопротивление

$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

Закон Ома для цепи переменного тока с последовательно соединёнными

$$I_m = \frac{U_m}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}} = \frac{U_m}{Z}$$

активным сопротивлением, ёмкостью и индуктивностью

Полное сопротивление (или импеданс) цепи переменного тока

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}$$

Сдвиг фаз между силой тока и напряжением в цепи переменного тока

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R} = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$$

ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

Уравнения Максвелла в интегральной форме (или полевые уравнения Максвелла)

Первое уравнение
$$\oint_L \vec{E} d\vec{l} = - \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$$

Второе уравнение
$$\oint_L \vec{H} d\vec{l} = \int_S \left(\vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S}$$

Третье уравнение
$$\oint_S \vec{D} d\vec{S} = \int_V \rho dV$$

Четвёртое уравнение
$$\oint_S \vec{B} d\vec{S} = 0$$

Уравнения Максвелла в дифференциальной форме

Первое уравнение
$$\operatorname{rot} \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

Второе уравнение
$$\operatorname{rot} \vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

Третье уравнение
$$\operatorname{div} \vec{D} = \rho$$

Четвёртое уравнение
$$\operatorname{div} \vec{B} = 0$$

ОПТИКА

Оптическая разность хода двух лучей	$\Delta = (n_2 l_2 - n_1 l_1)$
Условие интерференционных максимумов	$\Delta = \pm 2m \frac{\lambda}{2}$
Условие интерференционных минимумов	$\Delta = \pm (2m + 1) \frac{\lambda}{2}$
Оптическая разность хода двух лучей при интерференции света, отражённого от верхней и нижней границы тонкой плоскопараллельной пластины	$\Delta = 2d \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} \pm \frac{\lambda}{2} = 2dn \cos \alpha \pm \frac{\lambda}{2}$ (если $n > n_0$, то $+\frac{\lambda}{2}$, если $n < n_0$, то $-\frac{\lambda}{2}$)
Ширина интерференционной полосы в опыте Юнга	$\Delta x = \frac{b\lambda}{d} = \frac{bc}{d\nu}, [M]$
Радиусы светлых колец Ньютона в отражённом свете	$r_m^{светл} = \sqrt{(2m-1) \frac{\lambda}{2} R}, [M]$
Радиусы тёмных колец Ньютона в отражённом свете	$r_m^{темн} = \sqrt{m\lambda R}, [M]$
Радиус внешней границы m -ой зоны Френеля для сферической волны	$r_m = \sqrt{\frac{ab}{a+b} m\lambda}, [M]$
Радиус внешней границы m -ой зоны Френеля для плоской волны	$r_m = \sqrt{bm\lambda}, [M]$
Условие дифракционных максимумов от одной щели	$a \sin \varphi = \pm (2m+1) \frac{\lambda}{2}$
Условие дифракционных минимумов от одной щели	$a \sin \varphi = \pm 2m \frac{\lambda}{2}$
Условие главных дифракционных максимумов от дифракционной решётки	$d \sin \varphi = \pm 2m \frac{\lambda}{2}$
Условие главных дифракционных минимумов от дифракционной решётки	$a \sin \varphi = \pm 2m \frac{\lambda}{2}$
Условие дифракционных максимумов от пространственной дифракционной решётки (формула Вульфа - Брэггов)	$2d \sin \theta = m\lambda$
Давление света при нормальном падении на вещество	$p = \frac{E_e}{c} (1 + \rho) = \omega (1 + \rho), [Па]$
Закон Малюса	$I_2 = I_1 \cos^2 \varphi$
Закон Брюстера	$\operatorname{tg} \alpha_{Бр} = n_{21}$
Закон преломления света (закон Снеллиуса)	$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$
Закон Стефана – Больцмана для абсолютно чёрного тела	$R_T = \sigma T^4$
Закон Рэлея – Джинса	$r_{\lambda,T} = \frac{2\pi c^2}{\lambda^4} kT$
Закон смещения Вина	$\lambda_{\max} = \frac{b}{T}, \text{ где } b = 2.9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$

Зависимость максимальной спектральной плотности
энергетической светимости абсолютно чёрного тела
от его температуры

$$r_{\lambda,T}^{\max} = CT^5, \quad \text{где } C = 1,30 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}^5}$$

Изменение длины волны рентгеновского излучения
при комптоновском рассеивании (эффект Комптона)

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos\theta) = 2 \frac{h}{mc} \sin^2 \frac{\theta}{2}$$

Эффект Доплера для ЭМВ

$$\nu_{\text{приёмника}} = \nu_{\text{источника}} \frac{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 + \frac{v^2}{c^2} \cos\theta}$$

Степень поляризации света

$$P = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

АТОМНАЯ ФИЗИКА

Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv_{\max}^2}{2} \quad \text{или} \quad E_{\phi} = A_{\text{вых}} + T_{\max}$$

Запирающий (задерживающий) потенциал при фотоэффекте можно определить по формуле

$$|e|U_{\text{зан}} = \frac{mv_{\max}^2}{2}$$

Связь работы выхода с красной границей фотоэффекта

$$\begin{cases} h\nu_{\text{кр}} = A_{\text{вых}} \\ \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}} = A_{\text{вых}} \end{cases}$$

Энергия фотона

$$E_{\phi} = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad \text{или} \quad E_{\phi} = m_{\phi}c^2$$

Импульс фотона

$$p_{\phi} = \frac{h}{\lambda} \quad \text{или} \quad p_{\phi} = m_{\phi}c$$

Скорость света в вакууме

$$c = \lambda\nu = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Законы радиоактивного распада

$$\begin{cases} N = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}} = N_0 2^{-\frac{t}{T_1}} \\ m = m_0 e^{-\lambda t} = m_0 e^{-\frac{t}{\tau}} = m_0 2^{-\frac{t}{T_1}} \\ A = A_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\frac{t}{\tau}} = A_0 2^{-\frac{t}{T_1}} \end{cases}$$

Радиус ядра

$$R = R_0 \sqrt[3]{A}$$

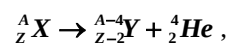
Дефект массы ядра

$$\Delta m = [Zm_p + (A - Z)m_n] - m_{\text{я}}$$

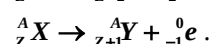
Энергия связи нуклонов в ядре

$$E_{\text{связи}} = \Delta mc^2 = [Zm_p + (A - Z)m_n - m_{\text{я}}]c^2$$

при α -распаде



при β -распаде



КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА

Соотношения неопределённости Гейзенберга

$$\Delta p_x \Delta x \geq \hbar, \quad \Delta E \Delta \tau \geq \hbar$$

Длина волны де Бройля

$$\lambda = \frac{h}{p}$$