Контрольные задания для студентов дистанционного обучения групп специальности 15.03.01 Машиностроение

2 семестр: контрольная № 1 зачёт,
3 семестр: контрольная №2 экзамен.

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. Воробьёв.

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 № 2

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. Связь между векторами линейных и угловых скоростей и ускорений. 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 и нормального давления, сила Архимеда. Пластическая и упругая деформации, виды упругой деформации. Законы Гука для различных видов упругой деформации.

Инерциальные и неинерциальные системы отсчёта. Силы инерции. Сравнительная характеристика классической и релятивистской механики. Преобразования Галилея и преобразования Лоренца. Следствия из преобразований Лоренца. Постулаты Эйнштейна.

Законы изменения и сохранения.

Работа. Мощность, КПД. Кинетическая, потенциальная и полная механическая энергии. Консервативные и диссипативные силы и системы. Связь консервативной силы с потенциальной энергией. Закон изменения и превращения энергии, закон изменения полной механической энергии системы тел, закон сохранения полной механической энергии системы тел. Внешние и внутренние силы. Замкнутая механическая система. Законы изменения импульса механической системы и закон сохранения импульса механической системы. Теорема о кинетической энергии и теорема потенциальной энергии.

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 относительно неподвижной точки и относительно неподвижной оси. Законы изменения момента импульса механической системы тел 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, оборотный и пружинный маятники. Период колебаний для этих маятников. Приведенная длина физического маятника.

Сложение гармонических колебаний одного направления. Метод векторных диаграмм. Биения.

Сложение двух взаимно перпендикулярных гармонических колебания. 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.

Физические основы молекулярно-кинетической теории

Идеальный газ

Основные положения молекулярно-кинетической теории. Понятие об идеальном газе. Основные уравнения молекулярно-кинетической теории. Степени свободы молекул. 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.

Первое начало термодинамики

Термодинамическая система. Внутренняя энергия системы. Количество теплоты. Теплоемкость, виды теплоёмкости. Связь теплоёмкости 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.

Электростатика.

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

Точечный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. 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. Поток вектора напряжённости электрического поля. Теорема Остроградского-Гаусса для электростатического поля неподвижных зарядов в вакууме и в веществе.

Электроемкость уединенного проводника и конденсатора. Виды конденсаторов. Формулы для расчета электроемкости 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.

Вопросы для конспектирования в семестре № 3

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 в цепи переменного тока.

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.
Оптически активные вещества. Формулы для определения угла поворота плоскости поляризации в оптически активных веществах.

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. Понятие об УФ катастрофе.

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.

Принцип неразличимости тождественных частиц. Фермионы и бозоны. Распределение Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна.

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 МТд-11
номер зачётной книжки 257320
Адрес: г. Шебекино, Советская ул., 4, кв. 1
Контрольная работа №1
Вариант № 0

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. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции и вектор напряжённости магнитного поля. Силовые линии магнитного поля. Принцип суперпозиции для магнитного поля.
2. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле прямолинейного проводника с током конечной и бесконечной длины, бесконечно длинного соленоида с током, в центре кругового витка с током.
3. Сила Ампера и сила Лоренца.
4. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея для электромагнитной индукции. Энергия магнитного поля контура и соленоида с током.
5. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Их особенности и основные характеристики.
6. Переменный электрический ток и его основные характеристики. Цепь переменного тока только с активным сопротивлением. Закон Ома и векторная диаграмма для такой цепи.
7. Переменный электрический ток и его основные характеристики. Цепь переменного тока только с чистой емкостью. Закон Ома и векторная диаграмма для такой цепи.
8. Переменный электрический ток и его основные характеристики. Цепь переменного тока только чистой индуктивностью. Закон Ома и векторная диаграмма для такой цепи.
9. Переменный электрический ток и его основные характеристики. Цепь переменного тока, содержащая последовательно соединенные активное сопротивление, емкость и индуктивность. Закон Ома и векторная диаграмма для такой цепи.
10. Электромагнитные волны и их свойства. Шкала электромагнитных волн.
11. Интерференция света. Монохроматические и когерентные волны. Опыт Юнга. Условия максимума и минимума при интерференции света. Оптическая разность хода световых волн.
12. Явление дифракции света. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Принцип Гюйгенса – Френеля. Дифракционная решётка и её характеристики. Формула дифракционной решётки.
13. Явление поляризации света. Естественный и поляризованный свет. Степень поляризации света. Способы получения линейно поляризованного света. Закон Брюстера и закон Малюса.
14. Тепловое излучение, его свойства и характеристики. Основные законы теплового излучения: Кирхгофа, Стефана – Больцмана, Вина, Рэлея – Джинса и Планка. Кривые теплового излучения.
15. Фотоэффект и его основные виды. Законы Столетова для внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Понятие о красной границе и работе выхода.
16. Корпускулярно - волновой дуализм свойств вещества: гипотеза де Бройля. Волны де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга и их физический смысл.
17. Современные представления о строении атома. Обозначение атомных ядер. Энергия связи ядра. Ядерные силы.
18. Ядерные реакции. Реакции деления и реакции синтеза атомных ядер.
19. Явление радиоактивности. Закон радиоактивного распада. Виды радиоактивных излучений: α, β и γ – излучения. Их природа и основные свойства.
20. Элементарные частицы. Виды элементарных частиц и их основные свойства. Космическое излучение.

Контрольная № 1 семестр 2 вариант № 0

Точка движется по окружности радиусом 400 см. Закон её движения выражается уравнением $S = \left(8 - 2t^2\right) м$. Найдите момент времени *t*, когда нормальное ускорение точки равно 9 м/с^2. Определите скорость υ; тангенциальное и полное ускорения точки в этот момент времени.

2. Маховик, имеющий вид диска радиусом R = 40 см и массой 50 кг, может вращаться вокруг горизонтальной оси. На этой оси жестко закреплен шкив радиусом r = 10 см. По касательной к шкиву приложена постоянная сила F = 500 Н. Через сколько времени маховик раскрутится до частоты n = 1 об/с?

3. Две пружины жесткостью κ_1 = 300 Н/м и κ_2 = 500 Н/м скреплены последовательно. Определите работу по растяжению обеих пружин, если вторая пружина была растянута на 3 см.

4. Два пластилиновых шарика движутся навстречу друг другу со скоростями 7.2 км/ч и 400 см/с. Найдите скорость шариков после абсолютно неупругого удара и количество теплоты, выделившееся при этом. Массы тел соответственно равны 2000 г и 1 кг.

5. Шарик массой 50 г, привязанный к концу нити длиной l_1 =1 м, вращается с частотой n_1 = 1об/с, опираясь на горизонтальную плоскость. Нить укорачивается, приближая шарик к оси вращения до расстояния 1_2 = 0,5 м. С какой частотой n_2 будет при этом вращаться шарик? Какую работу A совершает внешняя сила, укорачивая нить? Трением шарика о плоскость пренебречь

6. Точка совершает гармонические колебания. В некоторый момент времени смещение точки x = 5 см, скорость ее υ = 20 см/с и ускорение a = - 80 см/с^2. Найдите циклическую частоту и период колебаний; фазу колебаний в рассматриваемый момент времени и амплитуду колебаний.

7. При нагревании идеального газа на ΔT = 1 К при постоянном давлении объем его увеличился на 1/350 первоначального объема. Найдите начальную температуру T газа.

8. Кислород массой m = 2кг занимает объем V_1 = 1м^3 и находится под давлением p_1 = 0,2 МПа. Газ был нагрет сначала при постоянном давлении до объема V_2 = 3м^3, а затем при постоянном объеме до давления p_2 = 0,5МПа. Найдите: 1) изменение внутренней энергии ΔU газа; 2) совершенную им работу A ; 3) количество теплоты Q,переданное газу.

9. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими одинаковый равномерно распределенный по площади заряд (σ = 1 нКл/м^2). Определите напряженность E поля: 1) между пластинами; 2) вне пластин.

10. Конденсаторы электроемкостями C_1 = 10 нФ, C_2 = 40 нФ,. C_3 = 2 нФ и C_4 = 30 нФ соединены так, как это показано на рис. 17.3. Определите электроемкость этой батареи конденсаторов.

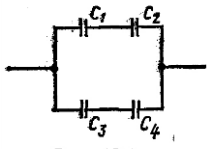


Рис. 17.3

Контрольная № 2 семестр 3 вариант № 0

1. Протон, прошедший ускоряющую разность потенциалов U = 600 В, влетел в однородное магнитное поле с индукцией B = 0,3 Тл и начал двигаться по окружности. Вычислите её радиус R.

2. В однородном магнитном поле перпендикулярно линиям индукции расположен плоский контур площадью S = 400 см2. Поддерживая в контуре постоянную силу тока I = 20 А, его переместили из поля в область пространства, где поле отсутствует. Определите индукцию B магнитного поля, если при перемещении контура была совершена работа A = 0,2 Дж.

3. Прямой провод, по которому течет ток 1=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?

4. Частица, несущая один элементарный заряд, влетела в однородное магнитное поле индукцией B = 0,5 Тл под углом α = 60° к направлению линий индукции. Определите силу Лоренца $F_л$ если скорость частицы v = 10 м/с.

5. Сколько длин волн монохроматического света с частотой колебаний $5 \cdot 10^{14}$ Гц уложится на пути длиной l = 1,2 мм в стекле (ε = 7) ?

6. Пучок света, идущий в воздухе, падает на поверхность жидкости под углом $\alpha = 54°$. Определите угол преломления β пучка света, если отраженный пучок полностью поляризован.

7. Поток энергии Φ_e, излучаемый из смотрового окошка плавильной печи, равен 30 Вт. Определите температуру T печи, если площадь отверстия S = 4 см^2.

8. На поверхность калия падает монохроматический свет (λ = 250 нм) Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов U не менее 2.5 В. Определите работу выхода A электрона с поверхности калия.

9. Определите энергию E , массу m и импульс p фотона, которому соответствует длина волны λ = 350 нм

10. Укажите, сколько нуклонов, протонов, нейтронов содержат следующие ядра: 1) $^{54}_{26}Fe$; 2) $^{104}_{47}Ag$.

Контрольная № 1 семестр 2 вариант № 1
1. Движение материальной точки задано уравнением $x = At+Bt^2$, где А = 4 м/с, B = - 0,05 м/с^2. Определить момент времени, в который скорость v точки равна нулю. Найдите координату и ускорение в этот момент.
2. Наклонная плоскость, образующая угол 25° с плоскостью горизонта, имеет длину l = 2 м. Тело, двигаясь равноускоренно, соскользнуло с этой плоскости за время t = 2 с. Определите коэффициент трения тела о плоскость.
3. Две пружины жесткостью $к_1$ = 100 Н/м и $к_2$ = 500 Н/м скреплены последовательно. Определить работу по растяжению обеих пружин, если вторая пружина была растянута на $\Delta l = 5$ см .
4. Тело массой m = 5 кг брошено под углом α = 30° к горизонту с начальной скоростью υ_0 = 20 м/с. Пренебрегая сопротивлением воздуха, найдите : 1) импульс силы F, действующей на тело, за время его полета; 2) изменение Δp импульса тела за время полета.
5. При подготовке игрушечного пистолета к выстрелу пружину с жёсткостью 8 Н/см сжали на 50 мм. Какую скорость приобретёт пуля массой 20 г при выстреле в горизонтальном направлении. Трением пренебречь.
6. Определите период, линейную частоту начальную фазу колебаний, заданных уравнением $x = A\sin\omega(t+\tau)$, где $\omega = 0.5\pi$ 1/с и $\tau = 0.2c$.
7. В сосуде вместимостью V = 5 л находится атомарный водород, количество вещества которого равно 0,1 моль. Определите плотность газа.
8. Кислород массой m = 2кг занимает объем $V_1 = 1м^3$ и находится под давлением p_1 = 0,2 МПа. Газ был нагрет сначала при постоянном давлении до объема $V_2 = 3м^3$, а затем при постоянном объеме до давления p_2 = 0,5МПа. Найдите: 1) изменение внутренней энергии ΔU газа; 2) совершенную им работу А ; 3) количество теплоты Q,переданное газу.
9. Даны два шарика массой m = 1 г каждый. Какой заряд q нужно сообщить каждому шарику, чтобы сила взаимного отталкивания зарядов уравновесила силу взаимного притяжения шариков по закону тяготения Ньютона? Рассматривать шарики как материальные точки.
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 Вт. Найдите силу тока I в цепи.

Контрольная № 2 семестр 3 вариант № 1

1. Два длинных параллельных провода находятся на расстоянии r = 5 см один от другого. По проводам текут в противоположных направлениях одинаковые токи I = 10 А каждый. Найдите напряженность H магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии r_1 = 2 см от одного и r_2 = 3 см от другого провода.

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

3. Прямой провод длиной l = 10 см, по которому течет ток I = 20 А, находится в однородном магнитном поле с индукцией B = 0,01 Тл. Найдите угол α между направлениями вектора B и тока, если на провод действует сила F = 10 мН.

4. Силу тока в катушке равномерно увеличивают при помощи реостата на ΔI = 0,5 А в секунду. Найдите среднее значение ЭДС самоиндукции, если индуктивность катушки равна $L = 2$ мГн.

5. Определите длину l_1 отрезка, на котором укладывается столько же длин волн в вакууме, сколько их укладывается на отрезке l_2 = 3 мм в воде (ε = 1.3).

6. На какой угловой высоте φ над горизонтом должно находиться Солнце, чтобы солнечный свет, отраженный от поверхности воды (ε = 1.3), был полностью поляризован?

7. На какую длину волны λ_m приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости $(r_{\lambda,T})_{max}$ черного тела при температуре t = 0°C?

8. Определите температуру T, при которой энергетическая светимость R_e черного тела равна 10 кВт/м^2 .

9. Постоянная распада λ рубидия ^{89}Rb равна 0,00077 с$^{-1}$. Определите его период полураспада $T_{1/2}$ рубидия.

10. Рентгеновское излучение длиной волны λ = 50 пм рассеивается плиткой графита (комптон-эффект). Определите длину волны λ' света, рассеянного под углом θ = 60° к направлению падающего пучка света.

Контрольная № 1 семестр 2 вариант № 2
1. Из одного и того же места начали равноускоренно двигаться в одном направлении две точки, причем вторая начала свое движение через 2 с после первой. Первая точка двигалась с начальной скоростью v_1 = 1 м/с и ускорением a_1 = 2 м/с^2, вторая — с начальной скоростью v_2 = 10 м/с и ускорением a_2 = 1 м/с^2. Через сколько времени и на каком расстоянии от исходного положения вторая точка догонит первую?
2. Самолет описывает петлю Нестерова радиусом R = 200 м. Во сколько раз сила F, с которой летчик давит на сиденье в нижней точке, больше силы тяжести P летчика, если скорость самолета v = 100 м/с?
3. Два тела движутся по взаимно перпендикулярным направлениям. Массы тел 2000 г и 4 кг, а скорости соответственно равны 300 см/с и 7.2 км/ч. Определите импульс этой системы тел.
4. Шарик массой m = 300 г ударился о стену и отскочил от нее. Определите импульс p_1, полученный стеной, если в последний момент перед ударом шарик имел скорость v_0 = 10 м/с, направленную под углом 30° к поверхности стены. Удар считать абсолютно упругим.
5. Небольшое тело из состояния покоя скользит с вершины полусферы вниз. На какой высоте от вершины полусферы тело оторвётся от её поверхности? Радиус полусферы 21 см. Трением пренебречь
6. Определите период, линейную частоту начальную фазу колебаний, заданных уравнением $x = A\sin\omega(t+\tau)$, где $\omega = 2.5\pi$ 1/с и $\tau = 0.5c$.
7. В цилиндр длиной l = 100 см, заполненный воздухом при нормальном атмосферном давлении p_0, начали медленно вдвигать поршень площадью 100 см^2. Определите силу F, которая будет действовать на поршень, если его остановить на расстоянии l_1 = 100 мм от дна цилиндра.
8. Кислород массой m = 2кг занимает объем V_1 = 1м^3 и находится под давлением p_1 = 0,2 МПа. Газ был нагрет сначала при постоянном давлении до объема V_2 = 3м^3, а затем при постоянном объеме до давления p_2 = 0,5МПа. Найдите: 1) изменение внутренней энергии ΔU газа; 2) совершенную им работу A ; 3) количество теплоты Q,переданное газу.
9. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами q_1 = 40 нКл и q_2 = –10 нКл, находящимися на расстоянии d = 10 см друг от друга. Определите напряженность E поля в точке, удаленной от первого заряда на r_1 = 12 см и от второго на r_2 = 6 см.
10. 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. Найдите силу тока I во внешней цепи.

Контрольная № 2 семестр 3 вариант № 2
1. 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. Вычислите магнитную индукцию *B* в точке, удаленной от обоих проводов на одинаковое расстояние г = 10 см.
2. Проводник, длина которого ℓ и масса *m,* подвешен на тонких проволочках. При прохождении по нему тока *I* он отклонился в однородном магнитном поле так, что нити образовали угол α с вертикалью. Какова индукция магнитного поля?
3. Вычислите радиус R дуги окружности, которую описывает протон в магнитном поле с индукцией B = 15 мТл, если скорость v протона равна 2 Мм/с.
4. Перпендикулярно магнитному полю напряженностью $H = 10^4$ А/м возбуждено электрическое поле напряженностью E = 1000 В/см . Перпендикулярно обоим полям движется, не отклоняясь от прямолинейной траектории, заряженная частица. Определите скорость v частицы.
5. Пучок естественного света, идущий в воде, отражается от грани алмаза, погруженного в воду. При каком угле падения α отраженный свет полностью поляризован?
6. Какой длины l_1 путь пройдет фронт волны монохроматического света в вакууме (ε = 1) за то же время, за какое он проходит путь длиной l_2 = 1 м в стекле (ε = 7)?
7. На какую длину волны λ_m приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости $(r_{\lambda,T})_{max}$ черного тела при температуре t = 10°С?
8. Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектрона, если красная граница фотоэффекта λ_0 = 300 нм и максимальная кинетическая энергия T_{max} фотоэлектрона равна 2 эВ?
9. Определите энергию *E* , массу *m* и импульс *p* фотона, которому соответствует длина волны λ = 500 нм.
10. За какое время *t* распадается ¼ начального количества ядер радиоактивного изотопа, если период его полураспада $T_{1/2}$ = 24 ч?

Контрольная № 1 семестр 2 вариант № 3

1. Движения двух материальных точек выражаются уравнениями $x_1 = A_1 + B_1t + C_1t^2$ и $x_2 = A_2 + B_2t + C_2t^2$ где $A_1 = 20$ м; $B_1 = 2$ м/с; $C_1 = -4$ м/с^2; $A_2 = 2$ м; $B_2 = 2$ м/с; $C_2 = 0{,}5$ м/с^2. В какой момент времени скорости этих точек будут одинаковы? Чему равны скорости и ускорения точек в этот момент?

2. Период обращения Т искусственного спутника Земли равен 2 ч. Считая орбиту спутника круговой, найдите, на какой высоте над поверхностью Земли движется спутник.

3. Камень массой 5000 г упал с некоторой высоты. Найдите кинетическую энергию камня в средней точке его пути, если он падал в течение 1/30 мин.

4. Шарик массой 100 г свободно падает с высоты 1 м на стальную плиту и подпрыгивает на высоту 0,5 м. Определите импульс р (по величине и направлению), сообщенный плитой шарику.

5. Гиря, положенная на верхний конец спиральной пружины, сжимает ее на $\Delta l = 2$ мм. На сколько сожмет пружину та же гиря, упавшая на конец пружины с высоты h = 5 см?

6. Материальная точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, происходящих согласно уравнениям: $x = A_1 \sin \omega_1 t$ и $y = A_2 \sin \omega_2 t$, где $A_1 = 3$ см; $\omega_1 = 1$ с$^{-1}$; $A_2 = 2$ см; $\omega_2 = 1$ с$^{-1}$. Запишите уравнение траектории точки.

7 . Кислород при нормальных условиях заполняет сосуд вместимостью V = 11,2 л. Определите количество вещества *v* газа и его массу m.

8. Молекулярный азот массой m = 2 кг занимает объем $V_1 = 1$м^3 и находится под давлением $p_1 = 0{,}2$ МПа. Газ был нагрет сначала при постоянном давлении до объема $V_2 = 3$м^3, а затем при постоянном объеме до давления $p_2 = 0{,}5$МПа. Найдите: 1) изменение внутренней энергии ΔU газа; 2) совершенную им работу А ; 3) количество теплоты Q,переданное газу.

9. Точечные заряды $q_1 = 10$ мкКл и $q_2 = 1$ 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 $r_2 = 20$ м ?

10. ЭДС батареи ε = 60 В, внутреннее сопротивление $r_1 = 4$ Ом. Внешняя цепь потребляет мощность P = 125 Вт. Определите силу тока I в цепи, напряжение U, под которым находится внешняя цепь, и ее сопротивление r.

Контрольная № 2 семестр 3 вариант № 3
1. Заряженная частица, прошедшая ускоряющую разность потенциалов $U = 2$ кВ, движется в однородном магнитном поле с индукцией $B = 15{,}1$ мТл по окружности радиусом $R = 1$ см. Определите отношение \e\/m заряда частицы к ее массе и скорость υ частицы.
2. По витку радиусом $R = 10$ см течет ток I = 50 А.Виток помещен в однородное магнитное поле индукцией $B = 0{,}2$ Тл. Определите момент сил M, действующий на виток, если плоскость витка составляет угол φ = 60° с линиями индукции.
3. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи $I = 50$ А и $I_2 = 100$ А в противоположных направлениях. Расстояние d между проводами равно 20 см. Определите магнитную индукцию B в точке, удаленной на $r_1 = 25$ см от первого и на $r_2 = 40$ см от второго провода.
4. 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. Определите работу A внешних сил по перемещению контура с током в область пространства, магнитное поле в которой отсутствует.
5. 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 ε = 30°?
6. Угол α между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора равен 45°. Во сколько раз уменьшится интенсивность света, выходящего из анализатора, если угол увеличить до 70°?
7. Принимая коэффициент теплового излучения в угля при температуре T = 600 К равным 0,8, определите энергетическую светимость R_e угля.
8. Определите работу выхода A электронов из натрия, если красная граница фотоэффекта $\lambda_0 = 500$ нм.
9. За какое время t распадается ¼ начального количества ядер радиоактивного изотопа, если период его полураспада $T_{1/2} = 2$ ч?
10. Определите энергию E , массу m и импульс p фотона, которому соответствует длина волны λ = 480 нм

Контрольная № 1 семестр 2 вариант № 4

1. Движения двух материальных точек выражаются уравнениями: $x_1 = A_1+B_1t+C_1t^2$, $x_2 = A_2+B_2t+C_2t^2$, где $A_1 = 20$ м, $A_2 = 2$ м, $B_1 = B_2 = 2$ м/с, $C_1 = -4$ м/с^2, $C_2 = 0{,}5$ м/с^2. В какой момент времени t скорости этих точек будут одинаковыми? Определите скорости υ_1 и υ_2 и ускорения a_1 и a_2 точек в этот момент времени.

2. Искусственный спутник обращается вокруг Земли по круговой орбите на высоте H=3200 км над поверхностью Земли. Определите линейную скорость спутника.

3. Шар массой $m_1 = 2$ кг движется со скоростью $\upsilon_1 = 3$ м/с и сталкивается с шаром массой 4 кг, движущимся ему навстречу со скоростью $\upsilon_2 = 4$ м/с. Определите 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 200 кг, масса человека 80 кг. Платформа может вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через ее центр. Пренебрегая трением, найдите, с какой угловой скоростью будет вращаться платформа, если человек будет идти вдоль ее края со скоростью $\upsilon = 2$ м/с относительно платформы.

5. Шарик массой 20 г подвешен на нерастяжимой нити. На какой минимальный угол надо отклонить шарик, чтобы при дальнейшем движении нить оборвалась, если максимально возможная сила натяжения нити равна 0.3 Н?

6. Определите период, линейную частоту начальную фазу колебаний, заданных уравнением $x = A\sin\omega(t+\tau)$, где $\omega = 2.5\pi$ 1/с и $\tau = 0.4c$.

7. Определите количество вещества молекулярного водорода, заполняющего сосуд вместимостью V = 3 л, если плотность газа $\rho = 6\cdot10^{-3} кг/м^3$.

8. 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. Определите изменение ΔU внутренней энергии газа, работу A, совершенную газом, и теплоту Q, сообщенную газу.

9. Два одинаковых металлических заряженных шара находятся на расстоянии r = 50см. Сила отталкивания шаров $F_1 = 100$ мкН. После того как шары привели в соприкосновение и удалили друг от друга на прежнее расстояние, сила отталкивания возросла и стала равной $F_2 = 200$ мкН . Вычислите заряды q_1 и q_2, которые были на шарах до их соприкосновения. Диаметр шаров считать много меньшим расстояния между ними.

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. Определите силу тока короткого замыкания источника ЭДС.

Контрольная № 2 семестр 3 вариант № 4

1. Плоский контур, площадь S которого равна 100 см^2, находится в однородном магнитном поле с индукцией B = 0,01 Тл. Плоскость контура перпендикулярна линиям индукции. В контуре поддерживается неизменный ток I = 5 А. Определите работу A внешних сил по перемещению контура с током в область пространства, магнитное поле в которой отсутствует.

2. Перпендикулярно магнитному полю напряженностью H = 10^3 А/м возбуждено электрическое поле напряженностью E = 100 В/см . Перпендикулярно обоим полям движется, не отклоняясь от прямолинейной траектории, заряженная частица. Определите скорость υ частицы.

3. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи I_1=10 А и I_2=20 А в одном направлении. Расстояние d между проводами равно 100 мм. Вычислите магнитную индукцию B в точке, удаленной от обоих проводов на одинаковое расстояние г =10 см.

4. Магнитный момент p_m витка равен 0,2 Дж/Тл. Определите силу тока I в витке, если его диаметр d = 10 см.

5. На дифракционную решетку, содержащую n = 400 штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет (λ = 0,6 мкм). Найдите общее число дифракционных максимумов, которые дает эта решетка. Определить угол φ дифракции, соответствующий последнему максимуму.

6. Предельный угол $\varepsilon`_1$ полного отражения пучка света на границе жидкости с воздухом равен 43°. Определите угол Брюстера $\varepsilon_в$ для падения луча из воздуха на поверхность этой жидкости.

7. На какую длину волны λ_m приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости $(r_{\lambda,T})_{max}$ черного тела при температуре t = 100°С?

8. На поверхность лития падает монохроматический свет (λ = 310 нм) Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов U не менее 1,7 В. Определите работу выхода A электрона с поверхности лития

9. Определите энергию E , массу m и импульс p фотона, которому соответствует длина волны λ = 580 нм

10. За время t = 8 сут распалось ¾ начального количества ядер радиоактивного изотопа. Определите период полураспада $T_{1/2}$.

Контрольная № 1 семестр 2 вариант № 5

1. Материальная точка движется прямолинейно. Уравнение движения имеет вид $x=At+Bt^2$, где $A=3$ м/с; $B=0{,}06$ м/с^3. Найдите скорость v и ускорение точки в моменты времени $t_1=0$с и $t_2=3$ с. Каковы средние значения скорости и ускорения за первые 3 с движения?

2. Сплошной однородный диск катится по горизонтальной плоскости со скоростью $v=10$ 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. Найдите 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. Определите горизонтальную составляющую скорости человека при прыжке относительно тележки. Масса тележки 210 кг, масса человека 70 кг.

5. Оконная штора массой 4000 г и длиной 250 см висит вертикально так, что нижний край её расположен на высоте 25 см от пола. Определите минимальную работу, которую необходимо совершить, чтобы полностью поднять штору.

6. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, выражаемых уравнениями: $x=A\cos\omega_1 t$ и $y=A_2\sin\omega_2 t$ где $A_1=2$ см; $A_2=3$ см; $\omega_1=2\omega_2$. Найдите уравнение траектории точки.

7. Баллон вместимостью V = 12 л содержит углекислый газ. Давление p газа равно 1 МПа, температура $T=300$ К. Определите массу m газа в баллоне.

8. В цилиндре под поршнем находится азот массой $m=0{,}6$ кг, занимающий объем $V_1=1{,}2$ м^3 при температуре $T=560$ К. В результате подвода теплоты газ расширился и занял объем $V_2=4{,}2$ м^3, причем температура осталась неизменной. Найдите: 1) изменение ΔU внутренней энергии газа; 2) совершенную им работу A; 3) количество теплоты Q, сообщенное газу.

9. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами $q_1=10$ нКл и $q_2=-20$ нКл, находящимися на расстоянии $d=20$ см друг от друга. Определите напряженность E поля в точке, удаленной от первого заряда на $r_1=30$ см и от второго на $r_2=50$ см.

10. Сила тока в проводнике равномерно нарастает от $I_0=0$ А до $I=3$ А в течение времени $t=10$с. Определите заряд , прошедший в проводнике за это время.

Контрольная № 2 семестр 3 вариант № 5
1. Двукратно ионизированный атом гелия (α-частица) движется в однородном магнитном поле напряженностью H = 100 кА/м по окружности радиусом R = 10 см. Найдите скорость α -частицы.
2. 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?
3. Два длинных параллельных провода находятся на расстоянии r = 5 см один от другого в вакууме. По проводам текут в противоположных направлениях одинаковые токи I = 10 А каждый. Найдите магнитную индукцию результирующего магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии r_1 = 2 см от одного и r_2 = 3 см от другого провода.
4. Напряженность H магнитного поля в центре круговой витка равна 200 А/м. Магнитный момент p_m витка равен 1 А· м^2. Вычислите силу тока I в витке и радиус R витка.
5. На щель шириной a = 0,05 мм падает нормально монохроматический свет (λ = 0,6 мкм). Определите угол φ между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.
6. Угол Брюстера $\varepsilon_в$ при падении света из воздуха на кристалл каменной соли равен 60°. Определите скорость света в этом кристалле.
7. Принимая коэффициент теплового излучения в угля при температуре T = 600 К равным 0,8, определите энергию W, излучаемую с поверхности угля с площадью S = 5 см^2 за время t = 10 мин.
8. Температура верхних слоев Солнца равна 5,3 кК. Считая Солнце черным телом, определите длину волны λ_m , которой соответствует максимальная спектральная плотность энергетической светимости $(r_{\lambda,T})_{max}$ Солнца.
9. За время t = 8 сут распалось 1/2 начального количества ядер радиоактивного изотопа. Определите период полураспада $T_{1/2}$.
10. Давление p монохроматического света (λ = 500 нм) на черную поверхность, расположенную перпендикулярно падающим лучам, равно 1 мкПа. Определите число N фотонов, падающих за время t = 1 с на поверхность площадью S = 10 см^2.

Контрольная № 1 семестр 2 вариант № 6
1. Две материальные точки движутся согласно уравнениям $x=A_1+B_1t+C_1t^2$, $x_2 = A_2+ C_2t^2$ 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 υ_1 = 2 м/с и сталкивается с шаром массой 4 кг, который движется ему на встречу со скоростью υ_2 = 5 м/с. Найдите скорость шаров после прямого центрального удара. Шары считать абсолютно упругими.
5. Пуля массой 10 г пробивает ящик массой 2000 г, стоящий на гладкой горизонтальной плоскости. Пуля подлетает к ящику со скоростью 0.7 км/с, вылетает из него со скоростью 300 м/с. Какое количество теплоты выделиться при движении пули в ящике? Начальную и конечную скорости пули считать горизонтальными.
6. Точка совершает гармонические колебания. В некоторый момент времени смещение точки x = 5 см, скорость ее υ = 20 см/с и ускорение a = - 80 см/с^2. Найдите циклическую частоту и период колебаний; фазу колебаний в рассматриваемый момент времени и амплитуду колебаний.
7. В цилиндр длиной l = 1 м, заполненный воздухом при нормальном атмосферном давлении p_0, начали медленно вдвигать поршень площадью 20 см^2. Определите силу F, которая будет действовать на поршень, если его остановить на расстоянии l_1 =50 см от дна цилиндра.
8. В баллоне емкостью V = 20 л находится аргон под давлением p_1 = 800 кПа и температуре T_1= 325 К. Когда из баллона было взято некоторое количество аргона, давление в баллоне понизилось до p_2 = 600 кПа, а температура установилась T_2 = 300 К. Определите массу m аргона, взятого из баллона.
9. 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. Определите величину и знак заряда.
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 Вт. Найдите силу тока I в цепи.

Контрольная № 2 семестр 3 вариант № 6
1. Силу тока в катушке равномерно увеличивают при помощи реостата на $\Delta I = 0{,}5$ А в секунду. Найдите среднее значение ЭДС самоиндукции, если индуктивность катушки равна L = 2 мГн.
2. Электрон движется в магнитном поле с индукцией $B = 0{,}02$ Тл по окружности радиусом $R = 1$ см. Определите кинетическую энергию T электрона.
3. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи $I = 50$ А и $I_2 = 100$ А в противоположных направлениях. Расстояние d между проводами равно 20 см. Определите магнитную индукцию B в точке, удаленной на $r_1 = 25$ см от первого и на $r_2 = 40$ см от второго провода.
4. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0{,}1$ Тл находится прямой провод длиной $l = 10$ см, расположенный перпендикулярно линиям индукции. По проводу течет ток $I = 5$ А. Под действием сил поля провод переместился на расстояние s = 100 мм. Найдите работу A сил поля.
5. На узкую щель падает нормально монохроматический свет. Угол φ отклонения пучков света, соответствующих второй светлой дифракционной полосе, равен 1°. Скольким длинам волн падающего света равна ширина щели?
6. Угол α между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора равен 25°. Во сколько раз уменьшится интенсивность света, выходящего из анализатора, если угол увеличить до 45°?
7. Определите температуру T черного тела, при которой максимум спектральной плотности энергетической светимости $(r_{\lambda,T})_{max}$ приходится на красную границу видимого спектра ($\lambda_1 = 750$ нм).
8. На цинковую пластинку падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 220$ нм. Определите максимальную скорость v_{max} фотоэлектронов. Работа выхода электронов из цинка равна 4 эВ.
9. Определите энергию E , массу m и импульс p фотона, которому соответствует длина волны $\lambda = 700$ нм
10. Определите диаметры следующих ядер: 1) $^{8}_{3}$Li; 2) $^{27}_{13}$A1

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. Найдите момент времени t, когда нормальное ускорение точки $a_n = 9$ м/с^2; скорость υ; тангенциальное $a_т$ и полное a ускорения точки в этот момент времени.

2. Маховик, имеющий вид диска радиусом R = 40 см и массой 50 кг, может вращаться вокруг горизонтальной оси. На этой оси жестко закреплен шкив радиусом r = 10 см. По касательной к шкиву приложена постоянная сила F = 500 Н. Через сколько времени маховик раскрутится до частоты n = 1 об/с?

3. Две пружины жесткостью $к_1$ = 300 Н/м и $к_2$ = 500 Н/м скреплены последовательно. Определите работу по растяжению обеих пружин, если вторая пружина была растянута на $\Delta l = 3$ см.

4. Два пластилиновых шарика движутся навстречу друг другу со скоростями 7.2 км/ч и 400 см/с. Найдите скорость шариков после абсолютно неупругого удара и количество теплоты, выделившееся при этом. Массы тел соответственно равны 2000 г и 1 кг.

5. Шарик массой 50 г, привязанный к концу нити длиной l_1 =1 м, вращается с частотой n_1 = 1об/с, опираясь на горизонтальную плоскость. Нить укорачивается, приближая шарик к оси вращения до расстояния 1_2 = 0,5 м. С какой частотой n_2 будет при этом вращаться шарик? Какую работу А совершает внешняя сила, укорачивая нить? Трением шарика о плоскость пренебречь

6. Точка совершает гармонические колебания. В некоторый момент времени смещение точки x = 5 см, скорость ее υ = 20 см/с и ускорение a = - 80 см/с^2. Найдите циклическую частоту и период колебаний; фазу колебаний в рассматриваемый момент времени и амплитуду колебаний.

7. При нагревании идеального газа на $\Delta T = 1$ К при постоянном давлении объем его увеличился на 1/350 первоначального объема. Найдите начальную температуру T газа.

8. Кислород массой m = 2кг занимает объем $V_1 = 1м^3$ и находится под давлением p_1 = 0,2 МПа. Газ был нагрет сначала при постоянном давлении до объема $V_2 = 3м^3$, а затем при постоянном объеме до давления p_2 = 0,5МПа. Найдите: 1) изменение внутренней энергии ΔU газа; 2) совершенную им работу A ; 3) количество теплоты Q,переданное газу.

9. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими одинаковый равномерно распределенный по площади заряд (σ = 1 нКл/м^2). Определите напряженность E поля: 1) между пластинами; 2) вне пластин.

10. Конденсаторы электроемкостями C_1 = 10 нФ, C_2 = 40 нФ,. C_3 = 2 нФ и C_4 = 30 нФ соединены так, как это показано на рис. 17.3. Определите электроемкость этой батареи конденсаторов.

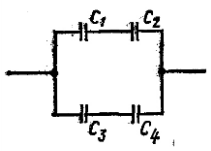


Рис. 17.3

Контрольная № 2 семестр 3 вариант № 7
1. 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. Вычислите магнитную индукцию B в точке, удаленной от обоих проводов на одинаковое расстояние г = 10 см.
2. Проводник, длина которого ℓ и масса m, подвешен на тонких проволочках. При прохождении по нему тока I он отклонился в однородном магнитном поле так, что нити образовали угол α с вертикалью. Какова индукция магнитного поля?
3. Вычислите радиус R дуги окружности, которую описывает протон в магнитном поле с индукцией В = 15 мТл, если скорость v протона равна 2 Мм/с.
4. Перпендикулярно магнитному полю напряженностью $H = 10^4$ А/м возбуждено электрическое поле напряженностью Е = 1000 В/см . Перпендикулярно обоим полям движется, не отклоняясь от прямолинейной траектории, заряженная частица. Определите скорость v частицы.
5. Пучок естественного света, идущий в воде, отражается от грани алмаза, погруженного в воду. При каком угле падения α отраженный свет полностью поляризован?
6. Какой длины l_1 путь пройдет фронт волны монохроматического света в вакууме (ε = 1) за то же время, за какое он проходит путь длиной l_2 = 1 м в стекле (ε = 7)?
7. На какую длину волны λ_m приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости $(r_{\lambda,T})_{max}$ черного тела при температуре t = 10°С?
8. Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектрона, если красная граница фотоэффекта $\lambda_0 = 300$ нм и максимальная кинетическая энергия T_{max} фотоэлектрона равна 2 эВ?
9. Определите энергию E , массу m и импульс p фотона, которому соответствует длина волны λ = 500 нм.
10. За какое время t распадается ¼ начального количества ядер радиоактивного изотопа, если период его полураспада $T_{1/2}$ = 24 ч?

Контрольная № 1 семестр 2 вариант № 8

1. Движение материальной точки задано уравнением $x = At+Bt^2$, где А = 4 м/с, B = - 0,05 м/с^2. Определите момент времени, в который скорость v точки равна нулю. Найдите координату и ускорение точки в этот момент времени.

2. Наклонная плоскость, образующая угол 25° с плоскостью горизонта, имеет длину $l = 2$ м. Тело, двигаясь равноускоренно, соскользнуло с этой плоскости за время t = 2 с. Определите коэффициент трения тела о плоскость.

3. Две пружины жесткостью $к_1$ = 100 Н/м и $к_2$ = 500 Н/м скреплены последовательно. Определите работу по растяжению обеих пружин, если вторая пружина была растянута на $\Delta l = 5$ см .

4. Тело массой m =5 кг брошено под углом $\alpha = 30°$ к горизонту с начальной скоростью $\upsilon_0 = 20$ м/с. Пренебрегая сопротивлением воздуха, найдите : 1) импульс силы F, действующей на тело, за время его полета; 2) изменение Δp импульса тела за время полета.

5. При подготовке игрушечного пистолета к выстрелу пружину с жёсткостью 8 Н/см сжали на 50 мм. Какую скорость приобретёт пуля массой 20 г при выстреле в горизонтальном направлении. Трением пренебречь.

6. Определите период, линейную частоту начальную фазу колебаний, заданных уравнением $x = A\sin\omega(t+\tau)$, где $\omega = 2\pi$ 1/с и $\tau = 0.5c$.

7. Определите количество вещества v и число N молекул азота массой m = 0,2 кг.

8. В цилиндр длиной l = 1,6 м, заполненный воздухом при нормальном атмосферном давлении p_0, начали медленно вдвигать поршень площадью 200 см^2. Определите силу F, которая будет действовать на поршень, если его остановить на расстоянии l_1 = 10 см от дна цилиндра.

9. При перемещении заряда $q = 2$ нКл между двумя точками поля внешними силами была совершена работа $A = 40$ мкДж. Определите работу A_1 сил поля и разность $\Delta\varphi$ потенциалов этих точек поля.

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. Определите ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока. Током через вольтметр пренебречь.

Контрольная № 2 семестр 3 вариант № 8

1. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи $I = 20$ А и $I_2 = 10$ А в противоположных направлениях. Расстояние d между проводами равно 10 см. Определите магнитную индукцию B в точке, удаленной на $r_1 = 25$ см от первого и на $r_2 = 40$ см от второго провода

2. Электрон движется в однородном магнитном поле напряженностью H = 4 кА/м со скоростью $v = 10$ Мм/с. Вектор скорости направлен перпендикулярно линиям напряженности. Найдите силу F, с которой поле действует на электрон, и радиус R окружности, по которой он движется.

3. Определите силу Лоренца F, действующую на электрон, влетевший со скоростью $v = 2$ Мм/с в однородное магнитное поле под углом $\alpha = 60°$ к линиям индукции. Магнитная индукция B поля равна 0,1 Тл.

4. Найдите магнитную индукцию в центре тонкого кольца, по которому идет ток $I = 10$ А. Радиус r кольца равен 5 см.

5. На щель шириной $a = 0{,}1$ мм падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0{,}5$ мкм). За щелью помещена собирающая линза, в фокальной плоскости которой находится экран. Что будет наблюдаться на экране, если угол φ дифракции равен 43'.

6. Угол α между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора равен 45°. Во сколько раз уменьшится интенсивность света, выходящего из анализатора, если угол увеличить до 60°?

7. Максимум спектральной плотности энергетической светимости $(r_{\lambda,T})_{max}$ яркой звезды Арктур приходится на длину волны $\lambda_m = 580$ нм. Принимая, что звезда излучает как черное тело, определите температуру T поверхности звезды.

8. На поверхность натрия падает монохроматический свет ($\lambda = 300$ нм) Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов U не менее 2 В. Определите работу выхода A электрона с поверхности натрия.

9. Определите угол θ рассеяния фотона, испытавшего соударение со свободным электроном, если изменение длины-волны $\Delta\lambda$ при рассеянии равно 3,5 пм.

10. Определите диаметры следующих ядер: 1) $^{8}_{3}$Li; 2) $^{216}_{84}$Po.

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. Найдите момент времени t, когда нормальное ускорение точки a_n = 9 м/с^2; скорость v; тангенциальное $a_т$ и полное a ускорения точки в этот момент времени.
2. Маховик, имеющий вид диска радиусом R = 40 см и массой 50 кг, может вращаться вокруг горизонтальной оси. На этой оси жестко закреплен шкив радиусом r = 10 см. По касательной к шкиву приложена постоянная сила F = 500 Н. Через сколько времени маховик раскрутится до частоты n = 1 об/с?
3. Две пружины жесткостью $к_1$ = 300 Н/м и $к_2$ = 500 Н/м скреплены последовательно. Определите работу по растяжению обеих пружин, если вторая пружина была растянута на Δl = 3 см .
4. На лёгкой нерастяжимой нити длиной 100 см подвешен шарик массой 100 г. Пуля массой 10 г, летящая горизонтально со скоростью 1100 см/с, попадает в шарик и застревает в нём. Определите величину силы натяжения нити сразу после соударения.
5. Шарик массой 50 г, привязанный к концу нити длиной l_1 =1 м, вращается с частотой n_1 = 1об/с, опираясь на горизонтальную плоскость. Нить укорачивается, приближая шарик к оси вращения до расстояния 1_2 = 0,5 м. С какой частотой n_2 будет при этом вращаться шарик? Какую работу А совершает внешняя сила, укорачивая нить? Трением шарика о плоскость пренебречь.
6. Точка совершает гармонические колебания. В некоторый момент времени смещение точки x = 5 см, скорость ее v = 20 см/с и ускорение a = - 80 см/с^2. Найдите циклическую частоту и период колебаний; фазу колебаний в рассматриваемый момент времени и амплитуду колебаний.
7. В сосуде вместимостью V = 2 л находится кислород, количество вещества ν которого равно 0,2 моль. Определите плотность газа.
8. Кислород массой m=2кг занимает объем V_1 = 1м^3 и находится под давлением p_1 = 0,2 МПа. Газ был нагрет сначала при постоянном давлении до объема V_2 = 3м^3, а затем при постоянном объеме до давления p_2 = 0,5МПа. Найдите: 1) изменение внутренней энергии ΔU газа; 2) совершенную им работу A ; 3) количество теплоты Q,переданное газу.
9. 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 60°?
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. Вычислите силу тока I в цепи и КПД η нагревателя.

Контрольная № 2 семестр 3 вариант № 9

1. 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. Определите работу A внешних сил по перемещению контура с током в область пространства, магнитное поле в которой отсутствует.

2. Прямой провод длиной l=10 см, по которому течет ток I=20 А, находится в однородном магнитном поле с индукцией B =0,01 Тл. Найдите угол α между направлениями вектора **B** и тока, если на провод действует сила $\boldsymbol{F}$=10 мН.

3. Расстояние d между двумя длинными параллельными проводами равно 10 см. По проводам в одном направлении текут одинаковые токи I = 50 А каждый. Найдите напряженность H магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии r_1 = 4 см от одного и r_2 = 3 см от другого провода.

4. Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле напряжённостью H = 2,5·10^4 А/м. Определите период T обращения электрона.

5. Пучок монохроматических (λ = 0,6 мкм) световых волн падает под углом ε_1 = 30° на находящуюся в воздухе мыльную пленку (n = 1,3). При какой наименьшей толщине d пленки отраженные световые волны будут максимально ослаблены интерференцией? максимально усилены?

6. Сколько штрихов на каждый миллиметр содержит дифракционная решетка, если при наблюдении в монохроматическом свете (λ = 0,6 мкм) максимум пятого порядка отклонен на угол φ = 18°?

7. Максимум спектральной плотности энергетической светимости $(r_{\lambda,T})_{max}$ яркой звезды Арктур приходится на длину волны λ_m = 600 нм. Принимая, что звезда излучает как черное тело, определите температуру T поверхности звезды.

8. На поверхность магния падает монохроматический свет (λ = 350 нм) Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов U не менее 1.2 В. Определите работу выхода A электрона с поверхности магния.

9. Давление p монохроматического света (λ = 600 нм) на черную поверхность, расположенную перпендикулярно падающим лучам, равно 0,1 мкПа. Определите число N фотонов, падающих за время t = 1 с на поверхность площадью S = 1 см^2.

10. Укажите, сколько нуклонов, протонов, нейтронов содержат следующие ядра: 1) $^{3}_{2}$He; 2) $^{10}_{5}$B.

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.

$$\begin{cases} x = \pm x_0 \pm v_{ox} t \pm \dfrac{a_x t^2}{2} \\ y = \pm y_0 \pm v_{oy} t \pm \dfrac{a_y t^2}{2} \end{cases}, \qquad \begin{cases} v_x = \pm v_{0x} \pm a_x t \\ v_y = \pm v_{oy} \pm a_y t \end{cases},$$

При необходимости дополнить систему следующими уравнениями связи:

$v^2 - v_0^2 = 2aS$ - если движение равноускоренное,

$v^2 - v_0^2 = -2aS$ - если движение равнозамедленное.

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:

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

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:

$$\begin{cases} S = \varphi r \\ v = \omega r \\ a_{цс} = \dfrac{v^2}{r} = \omega^2 r = \omega v \end{cases} \qquad \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi n$$

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).

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

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

где:

скорость тела относительно неподвижной системы координат называется **абсолютной скоростью** $\vec{v}_{абс}$

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)

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

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

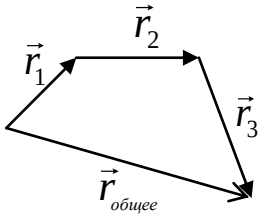
СХЕМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕЙ СКОРОСТИ

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

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

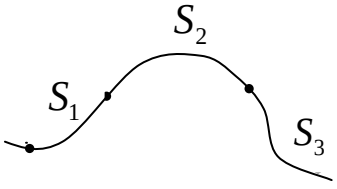
Средней скоростью по перемещению называется векторная величина, равная отношению перемещения тела за какой-либо промежуток времени к величине этого промежутка

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



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

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



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 чертеж 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 $a_{ц.с.} = \dfrac{v^2}{r} = \omega^2 r = \omega v$.

3. решают полученную систему уравнений.

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

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

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

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

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

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,

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

(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 $\left(\sum \vec{p}_i\right)_{начальное} = \left(\sum \vec{p}_i\right)_{конечное}$)

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

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

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 $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$) и решить полученную систему уравнений.

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

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

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

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

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

$$p_{смеси} = p_1 + p_2 + ... + p_n ,$$

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

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

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

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

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

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

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:

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2} \equiv \begin{cases} x = \pm x_0 \pm v_{ox} t \pm \frac{a_x t^2}{2} \\ y = \pm y_0 \pm v_{oy} t \pm \frac{a_y t^2}{2} \\ z = \pm z_0 \pm v_{oz} t \pm \frac{a_z t^2}{2} \end{cases}; \qquad \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t \equiv \begin{cases} v_x = \pm v_{0x} \pm a_x t \\ v_y = \pm v_{oy} \pm a_y t \\ v_z = \pm v_{0z} \pm a_z t \end{cases};$$

$v^2 - v_0^2 = 2aS$ - если движение равноускоренное,

$v^2 - v_0^2 = -2aS$ - если движение равнозамедленное.

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

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

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

Связь линейных и угловых величин:

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

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

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

средняя скорость по перемещению: $\langle\vec{v}\rangle = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}_1 + \vec{r}_2 + \ldots + \vec{r}_n}{t_1 + t_2 + \ldots t_n}$

средняя путевая скорость $\langle v\rangle = \frac{S}{t} = \frac{S_1 + S_2 + \ldots + S_n}{t_1 + t_2 + \ldots + t_n}$

ДИНАМИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

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

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

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

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

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

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

- 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 $\vec{p} = m\vec{v}$, $\left[\dfrac{кг \cdot м}{с}\right] \equiv \left[H \cdot c\right]$

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

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

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

- потенциальная энергия протяжённого тела, поднятого на высоту *h* относительно $П = mgh_c$, $\left[Дж\right]$
  нулевого уровня отсчёта потенциальной энергии
  где h_c - высота центра тяжести тела относительно нулевого уровня отсчёта потенциальной энергии.

- потенциальная энергия упруго деформированной пружины $П = \dfrac{\kappa x^2}{2}$, $\left[Дж\right]$

- потенциальная энергия гравитационного взаимодействия $П = -G\dfrac{Mm}{r}$, $\left[Дж\right]$

- полная механическая энергия $E = T + П$, $\left[Дж\right]$

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

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

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

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

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

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

ЗАКОНЫ ИЗМЕНЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ

- закон изменения импульса механической системы $\left(\sum \vec{F}_i^{\,внешних}\right)\cdot \Delta t = \vec{p}_{конечное} - \vec{p}_{начальное}$

закон сохранения импульса замкнутой механической систем $\left(\sum \vec{p}_i\right)_{начальное} = \left(\sum \vec{p}_i\right)_{конечное}$

- закон изменения момента импульса $\left(\sum \vec{M}_i^{\,внешних}\right)\cdot \Delta t = \vec{L}_{конечное} - \vec{L}_{начальное}$
- закон сохранения момента импульса замкнутой системы $\left(\sum \vec{L}_i\right)_{начальное} = \left(\sum \vec{L}_i\right)_{конечное}$
- закон изменения полной механической энергии $\sum A_i^{неконсервативных} = E_{конечная} - E_{начальная}$
- закон сохранения полной механической энергии $E_{начальная} = E_{конечная}$
- теорема о потенциальной энергии $A_{консервативной} = -\left(П_{конечная} - П_{начальная}\right)$

теорема о кинетической энергии $\sum A_i = T_{конечная} - T_{начальная}$

- закон движения центра масс $\sum \vec{F}_i = m\vec{a}_{ц.м}$
- закон движения центра масс замкнутой системы $если \ \sum \vec{F}_i^{\,внешних} = 0 \ \Rightarrow \ \vec{a}_{ц.м} = 0 \ \Rightarrow \ \vec{v}_{ц.м} = const$

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

Абсолютно упругий удар: $m_1\vec{v}_{01} + m_2\vec{v}_{02} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$ $\quad \frac{mv_{01}^2}{2} + \frac{mv_{02}^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$

Абсолютно неупругий удар: $m_1\vec{v}_{01} + m_2\vec{v}_{02} = \left(m_1 + m_2\right)\vec{v}$ $\quad \frac{m_1v_{01}^2}{2} + \frac{m_2v_{02}^2}{2} = \frac{\left(m_1 + m_2\right)v^2}{2} + \begin{cases} Q \\ \Delta U \end{cases}$

ДИНАМИКА ТВЁРДОГО ТЕЛА

Момент силы относительно неподвижной точки $\vec{M} = \left[\vec{r}\vec{F}\right], \ \left[Н\cdot м\right]$

Модуль момента силы относительно неподвижной точки $M = Fr\sin\alpha, \ \left[Н\cdot м\right]$

Момент импульса тела относительно неподвижной точки $\vec{L} = \left[\vec{r}\ \vec{p}\right], \ \left[Дж\cdot с\right]$

Модуль момента импульса тела относительно неподвижной точки $L = rp\sin\alpha, \ \left[Дж\cdot с\right]$

Момент импульса твёрдого тела, вращающегося относительно неподвижной оси $L = I\omega, \ \left[Дж\cdot с\right]$

Кинетическая энергия твёрдого тела, вращающегося относительно неподвижной оси $T = \frac{I\omega^2}{2}, \ \left[Дж\right]$

Кинетическая энергия твёрдого тела, вращающегося относительно оси, $T = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$, $\left[Дж\right]$
движущейся поступательно

Основное уравнение динамики вращательного движения твёрдого тела $\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt}$ или $M = I\varepsilon,$

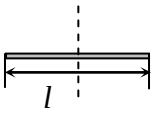
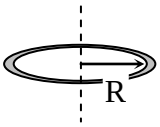
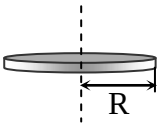
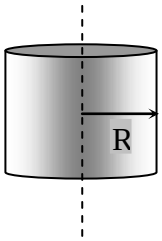
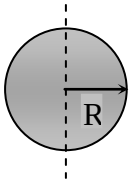
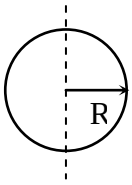
Теорема Штейнера $I = I_c + ma^2,$

Момент инерции материальной точки $I = mR^2, \ \left[кг\cdot м^2\right]$

Элементарная работа момента сил при вращении тела вокруг неподвижной оси $dA = M_z d\varphi, \ \left[Дж\right]$

Работа момента сил при вращении тела вокруг неподвижной оси $A = \int M_z d\varphi, \ \left[Дж\right]$

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 радиусомR	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 $x=A\cos(\omega t+\varphi_o)$

- скорость тела при гармонических колебаниях $v=\frac{dx}{dt}=-A\omega\sin(\omega t+\varphi_o),\ \left[\frac{м}{c}\right]$

- ускорение тела при гармонических колебаниях $a=\frac{dv}{dt}=-A\omega^2\cos(\omega t+\varphi_o),\ \left[\frac{м}{c^2}\right]$

- 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 $П=\frac{kx^2}{2}=\frac{1}{2}mA^2\omega_0^2\cos^2(\omega_0 t+\varphi),\ [Дж]$

- полная механическая энергия колеблющейся точки $E=T+П=П_{мах}=\frac{kx_{мах}^2}{2}=T_{мах}=\frac{mv_{мах}^2}{2}=\frac{1}{2}mA^2\omega_0^2$

- дифференциальное уравнение гармонических колебаний $\ddot{x}+\omega_0^2x=0$

- дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний $\ddot{x}+2\beta\dot{x}+\omega_0^2x=0$

- дифференциальное уравнение вынужденных колебаний $\ddot{x}+2\beta\dot{x}+\omega_0^2x=x_0\cos\Omega t$

- декремент затухания $Д=\frac{A(t)}{A(t+T)}=e^{\beta t}$

- 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:

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

- 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 $\xi(x,t) = A\cos(\omega t - kx + \varphi_o)$, 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 $\langle E_k\rangle = \frac{3}{2}kT = \frac{m_o\langle v\rangle^2}{2}$, $[Дж]$

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

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

ТЕРМОДИНАМИКА

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

- закон Клапейрона $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ или $\frac{PV}{T} = const$, если $m = const$;

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

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

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

- изменение внутренней энергии идеального газа $\Delta U = \frac{i}{2}\frac{m}{\mu}R\Delta T,\ [Дж]$

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: если $V = const$, то $A = 0$

- работа идеального газа при изобарическом процессе если $p = const$, то $\begin{cases} A = p\Delta V \\ A = \frac{m}{\mu}R\Delta T \end{cases}$

- работа идеального газа при изотермическом процессе если $T = const$, 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 $C_V = \frac{i}{2}R,\ \left[\frac{Дж}{моль \cdot К}\right]$

- молярная теплоёмкость идеального газа при постоянном давлении $C_p = \frac{i+2}{2}R,\ \left[\frac{Дж}{моль \cdot К}\right]$

- удельная теплоёмкость идеального газа при постоянном объёме $c_V = \frac{i}{2}\frac{R}{\mu},\ \left[\frac{Дж}{кг \cdot К}\right]$

- удельная теплоёмкость идеального газа при постоянном давлении $c_p = \frac{i+2}{2}\frac{R}{\mu},\ \left[\frac{Дж}{кг \cdot К}\right]$

- средняя длина свободного пробега молекул идеального газа $\langle l \rangle = \frac{1}{\sqrt{2}\pi d^2 n}$

- количество теплоты необходимое для нагревания вещества $Q = cm(t_2 - t_1),\ [Дж]$

- количество теплоты, выделяющееся при сгорании вещества $Q = qm,\ [Дж]$

- количество теплоты необходимое для плавления вещества $Q = \lambda m,\ [Дж]$

- количество теплоты необходимое для испарения вещества $Q = Lm,\ [Дж]$

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

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

- 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 $F_{кул} = k\dfrac{|q_1||q_2|}{\varepsilon r^2}$

где $k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\cdot10^9\ \dfrac{Нм^2}{Кл^2}$; $\varepsilon_0 = 8.85\cdot10^{-12}\ \dfrac{Ф}{м}$; $\varepsilon = \dfrac{F_{в.вакууме}}{F_{в.веществе}} = \dfrac{E_{в.вакууме}}{E_{в.веществе}}$

- напряжённость электрического поля $\vec{E} = \dfrac{\vec{F}}{q},\ \left[\dfrac{H}{Кл}\right] \equiv \left[\dfrac{B}{м}\right]$

- потенциал электростатического поля $\varphi = \dfrac{П}{q},\ [B]$

- принцип суперпозиции для электростатического поля

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \ldots + \vec{E}_n = \sum \vec{E}_i$$

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \ldots + \varphi_n = \sum \varphi_i$$

- сила, действующая на точечный заряд в электрическом поле $\vec{F} = q\vec{E}\ ,\ [H]$

- потенциальная энергия точечного заряда в электростатическом поле $П = q\varphi\ ,\ [Дж]$

- потенциальная энергия электростатического взаимодействия двух точечных зарядов $П = k\dfrac{q_1 q_2}{\varepsilon r},\ [Дж]$

- напряжённость электростатического поля точечного заряда $E = k\dfrac{q}{\varepsilon r^2},\ \left[\dfrac{H}{Кл}\right] \equiv \left[\dfrac{B}{м}\right]$

- потенциал электростатического поля точечного заряда $\varphi = k\dfrac{q}{\varepsilon r},\ [B]$

- напряжённость электростатического поля равномерно заряженной бесконечной плоскости $E = \dfrac{1}{2}\dfrac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0},\ \left[\dfrac{H}{Кл}\right] \equiv \left[\dfrac{B}{м}\right]$

- работа сил электрического поля по перемещению точечного заряда

$$A_{ЭП} = q\left(\varphi_{начальный} - \varphi_{конечный}\right) \quad \text{или} \quad A_{ЭП} = -\left(П_{начальная} - П_{конечная}\right)$$

- закон сохранения электрического заряда $\left(\sum q_i\right)_{начальное} = \left(\sum q_i\right)_{конечное}$

- Связь между напряжённостью электростатического поля и потенциалом $\vec{E} = -\dfrac{d\varphi}{d\vec{r}} = -grad\varphi$

- Теорема Остроградского – Гаусса для электрического поля в вакууме $Ф = \oint\limits_s \vec{E}d\vec{S} = \dfrac{1}{\varepsilon_0}\sum q_i$

МАГНЕТИЗМ

- связь магнитной индукции и напряжённости магнитного поля $\vec{B} = \mu\mu_0\vec{H}\ ,\ [Тл]$

- принцип суперпозиции для магнитного поля

$$\vec{B}_{рез} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \ldots + \vec{B}_n \qquad \vec{H}_{рез} = \vec{H}_1 + \vec{H}_2 + \ldots + \vec{H}_n$$

- закон Био – Савара – Лапласа $d\vec{B} = \dfrac{\mu\mu_0}{4\pi}\cdot\dfrac{I\left[d\vec{l}\times\vec{r}\right]}{r^3}$

- закон полного тока для магнитного поля в вакууме $\oint\limits_L \vec{B}d\vec{l} = \mu_0\sum\limits_{k=1}^{N} I_k$

- закон полного тока для магнитного поля в веществе $\oint\limits_L \vec{H}d\vec{l} = \sum I$

- теорема Гаусса для магнитного поля $\oint\limits_S \vec{B}d\vec{S} = \oint\limits_S B_n dS = 0$

- магнитное поле прямолинейного бесконечно длинного проводника с током $B = \mu\mu_0\dfrac{I}{2\pi r}\ ,\ [Тл]$

- 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 $F_{магн} = \frac{\mu\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I_2}{r} l$

- сила Ампера $d\vec{F}_A = I\left[d\vec{l}\ \vec{B}\right]$, где модуль силы $dF_A = IBdl\sin\alpha$

- сила Лоренца $\vec{F}_Л = q\left[\vec{v}\,\vec{B}\right]$, где модуль силы $F_Л = |q| vB\sin\alpha$

- механический магнитный момент, действующий на контур с током в магнитном поле

$\vec{M} = \left[\vec{p}_m \vec{B}\right]$, 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 $\Phi_{собст} = LI$

- изменение собственного магнитного потока контура и соленоида с током

$\Delta\Phi_{собст} = L\Delta I$ $\Delta\Phi = \Phi_{конечный} - \Phi_{начальный}$

- работа сил магнитного поля по перемещению проводника или контура с током $A_{мп} = I\Delta\Phi$, $[Дж]$

- ЭДС индукции (закон Фарадея) $\mathcal{E}_{инд} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$, $[В]$

- ЭДС индукции, возникающая в движущемся в однородном магнитном поле прямолинейном проводнике $\mathcal{E}_{инд} = vB_\perp l\sin\alpha$, $[В]$

- ЭДС самоиндукции $\mathcal{E}_{сам} = -\frac{d\Phi_{собст}}{dt} = -L\frac{dI}{dt}$, $[В]$

- энергия магнитного поля проводника и контура с током $W_{мп} = \frac{LI^2}{2}$, $[Дж]$

- 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 $\mathcal{E} = \frac{A_{ст}}{q}$

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 $A = I^2 Rt = \frac{U^2}{R} t$, $[Дж]$

мощность постоянного тока $P = IU$ или $P = I^2 R = \frac{U^2}{R}$, $[Вт]$

закон Джоуля – Ленца $Q = IUt$ или $Q = I^2 Rt = \frac{U^2}{R} t$, $[Дж]$

ЭДС $\mathcal{E} = \frac{A_{сторонних}}{q}$,

напряжение $U = \frac{A_{сторонних} + A_{кулоновских}}{q}$

напряжение на клеммах источника тока $U_{ист} = \varepsilon - Ir = IR$, $[В]$

полезная работа источника постоянного тока $A_{полезная} = qU_{ист} = IU_{ист} t$, $[Дж]$

затраченная (полная) работа источника постоянного тока $A_{затраченная} = q\mathcal{E} = I\mathcal{E}t$ или

$$A_{затраченная} = \frac{\mathcal{E}^2}{R + r} = I^2 (R + r)$$

полезная мощность источника постоянного тока $P_{полезная} = \frac{A_{полезная}}{t} = IU_{ист}$, $[Вт]$

затраченная (полная) мощность источника постоянного тока $P_{затраченная} = \frac{A_{затраченная}}{t} = I\mathcal{E}$, $[Вт]$

КПД источника тока $\eta = \frac{A_{полезная}}{A_{затраченная}} = \frac{P_{полезная}}{P_{затраченная}}$

Ёмкость уединённого проводника $C = \frac{q}{\varphi}$

Ёмкость уединённой проводящей сферы (шара) $C = 4\pi\varepsilon\varepsilon_0 R$

Ёмкость конденсатора $C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} = \frac{q}{U}$

Ёмкость плоского конденсатора $C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$

Электрическая емкость сферического конденсатора $C = 4\pi \frac{\varepsilon\varepsilon_0 R_1 R_2}{R_2 - R_1}$

Электрическая емкость цилиндрического конденсатора $C = 2\pi \frac{\varepsilon\varepsilon_0 l}{\ln \frac{R_2}{R_1}}$

Энергия электрического поля уединённого проводника $W_{ЭП} = \frac{C\varphi^2}{2} = \frac{q\varphi}{2} = \frac{q^2}{2C}$, $[Дж]$

Энергия электрического поля конденсатора $W_{ЭП} = \frac{CU^2}{2} = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C}$, $[Дж]$

Объёмная плотность энергии электрического поля $w = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2} = \frac{ED}{2}$, $\left[\frac{Дж}{м^3}\right]$

Последовательное соединение проводников

$$\begin{cases} R_{общ} = R_1 + R_2 + \ldots + R_n \\ U_{общ} = U_1 + U_2 + \ldots + U_n \\ I_{общ} = I_1 = I_2 = \ldots = I_n \\ I_i = \dfrac{U_i}{R_i} \qquad I_{общ} = \dfrac{U_{общ}}{R_{общ}} \end{cases}$$

Параллельное соединение проводников

$$\begin{cases} \dfrac{1}{R_{общ}} = \dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2} + \ldots \dfrac{1}{R_n} \\ U_{общ} = U_1 = U_2 = \ldots = U_n \\ I_{общ} = I_1 + I_2 + \ldots + I_n \\ I_i = \dfrac{U_i}{R_i} \qquad I_{общ} = \dfrac{U_{общ}}{R_{общ}} \end{cases}$$

Последовательное соединение конденсаторов

$$\begin{cases} \dfrac{1}{C_{общ}} = \dfrac{1}{C_1} + \dfrac{1}{C_2} + \ldots \dfrac{1}{C_n} \\ U_{общ} = U_1 + U_2 + \ldots + U_n \\ q_{общ} = q_1 = q_2 = \ldots = q_n \\ C_i = \dfrac{q_i}{U_i} \qquad C_{общ} = \dfrac{q_{общ}}{U_{общ}} \end{cases}$$

Параллельное соединение конденсаторов

$$\begin{cases} C_{общ} = C_1 + C_2 + \ldots + C_n \\ U_{общ} = U_1 = U_2 = \ldots = U_n \\ q_{общ} = q_1 + q_2 + \ldots + q_n \\ C_i = \dfrac{q_i}{U_i} \qquad C_{общ} = \dfrac{q_{общ}}{U_{общ}} \end{cases}$$

Правила Кирхгофа для цепей постоянного тока

Первое правило Кирхгофа

Алгебраическая сумма сил токов, сходящихся а 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 Ek, 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 задана 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, имеющихся 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 $I_{эфф} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ и $U_{эфф} = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$

Закон Ома для цепи переменного тока только с активным сопротивлением $I_m = \frac{U_m}{R}$

Закон Ома для цепи переменного тока с идеальной индуктивность $I_m = \frac{U_m}{\omega L}$

Индуктивное сопротивление $X_L = \omega L$

Закон Ома для цепи переменного тока с идеальной ёмкостью $I_m = \omega C U_m = \frac{U_m}{\frac{1}{\omega C}}$

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

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 $rot\, \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

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

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

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

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

$$\Delta = 2d\sqrt{n^2 - \sin\alpha} \pm \frac{\lambda}{2} = 2dn\cos\alpha \pm \frac{\lambda}{2}$$

(если $n \rangle n_0$, то $+\frac{\lambda}{2}$, если $n \langle n_0$, то $-\frac{\lambda}{2}$)

Ширина интерференционной полосы в опыте Юнга $\Delta x = \frac{b\lambda}{d} = \frac{bc}{d\nu}$, $[м]$

Радиусы светлых колец Ньютона в отражённом свете $r_m^{светл} = \sqrt{(2m-1)\frac{\lambda}{2}R}$, $[м]$

Радиусы тёмных колец Ньютона в отражённом свете $r_m^{темн} = \sqrt{m\lambda R}$, $[м]$

Радиус внешней границы *m*-ой зоны Френеля для сферической волны $r_m = \sqrt{\frac{ab}{a+b}m\lambda}$, $[м]$

Радиус внешней границы *m*-ой зоны Френеля для плоской волны $r_m = \sqrt{bm\lambda}$, $[м]$

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 $tg\alpha_{Бр} = n_{21}$

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 чётного тела $R_T = \sigma T^4$

Закон Рэлея – Джинса $r_{\lambda,T} = \frac{2\pi c^2}{\lambda^4}kT$

Закон смещения Вина $\lambda_{\max} = \frac{b}{T}$, где $b = 2.9\cdot 10^{-3} м\cdot К$

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

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

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

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

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

АТОМНАЯ ФИЗИКА

Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта $$h\nu = A_{вых} + \frac{mv_{max}^2}{2} \quad \text{или} \quad E_ф = A_{вых} + T_{\max}$$

Запирающий (задерживающий) потенциал при фотоэффекте можно определить по формуле $$|e|U_{зап} = \frac{mv_{max}^2}{2}$$

Связь работы выхода с красной границей фотоэффекта $$\begin{cases} h\nu_{кр} = A_{вых} \\ \dfrac{hc}{\lambda_{кр}} = A_{вых} \end{cases}$$

Энергия фотона $$E_ф = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad \text{или} \quad E_ф = m_ф c^2$$

Импульс фотона $$p_ф = \frac{h}{\lambda} \quad \text{или} \quad p_ф = m_ф c$$

Скорость света в вакууме $$c = \lambda\nu = 3 \cdot 10^8 \frac{м}{с}$$

Законы радиоактивного распада $$\begin{cases} N = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}} = N_0 2^{-\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}} \\ m = m_0 e^{-\lambda t} = m_0 e^{-\frac{t}{\tau}} = m_0 2^{-\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}} \\ A = A_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\frac{t}{\tau}} = A_0 2^{-\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}} \end{cases}$$

Радиус ядра $$R = R_0 \sqrt[3]{A}$$

Дефект массы ядра $$\Delta m = \left[Z m_p + (A - Z) m_n \right] - m_я$$

Энергия связи нуклонов в ядре $$E_{связи} = \Delta m c^2 = \left[Z m_p + (A - Z) m_n - m_я \right] c^2$$

при **α**-распаде $$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He\,,$$

при **β**-распаде $$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e\,.$$

КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА

Соотношения неопределённости Гейзенберга $$\Delta p_x \Delta x \geq \hbar\,, \quad \Delta E \Delta \tau \geq \hbar$$

Длина волны де Бройля $$\lambda = \frac{h}{p}$$