

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ПОДГОТОВКЕ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ  
В АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПО ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОМУ ПРЕДМЕТУ  
«ФИЗИКА»**

В качестве вступительного испытания по физике в АлтГУ действует тестирование, включающее задачи по основным вопросам школьного курса физики. Тестовые задания включают следующие разделы: механика, молекулярная физика и термодинамика, электродинамика, оптика, колебания и волны, квантовая физика. Количество задач каждого раздела в тесте пропорционально объёму его содержания в школьном курсе физики.

По каждому разделу два типа вариантов.

Первый тип тестовых заданий предназначен для диагностики усвоения основного понятийного аппарата. Это задания с выбором ответа и заданий с кратким ответом, включают преимущественно вопросы базового уровня сложности.

Второй тип заданий предназначен для проверки умения решать задачи по физике по соответствующим разделам. Тестовые задания содержат задачи повышенного уровня сложности и включают в себя расчетные задачи.

Задания с выбором ответа разнообразны по содержанию, но однотипны по форме представления. Все они состоят из текста задания и четырех ответов. Тестовые задания могут включать иллюстративный материал; графики, схемы электрических цепей, оптические схемы, иллюстрации экспериментальных установок.

Тестовые задания составлены на основании вариантов тестов и задач для ЕГЭ, предлагаемых центром тестирования Минобрнауки Российской Федерации в 1996-2020 годах.

Методическое указание предназначено помочь в самостоятельной подготовке школьников и абитуриентов к тестированию по физике в АлтГУ.

Представленный ниже материал разбит на шесть глав, которые в свою очередь разделены на параграфы соответствующие разделам тестовых заданий. Каждый параграф включает в себя:

- список основных понятий и тем, соответствующих данному разделу физики;
- приведены методические рекомендации по решению задач данного раздела;
- представлены основные формулы, необходимые в решении задач.

В конце методических указаний приведены необходимые в решение задач справочные данные.

# I. МЕХАНИКА

## 1. КИНЕМАТИКА

Механическое движение. Относительность движения. Система отчета. Материальная точка. Траектория. Путь и перемещение. Ускорение. Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение. Сложение скоростей. Графики зависимости кинематических величин при равномерном и равноускоренном движении. Свободное падение тел. Ускорение свободного падения. Равномерное движение по окружности (центростремительное ускорение).

### Методические рекомендации

Можно предложить следующий порядок решения задач по кинематике.

1. Выбрать систему отчета на основании тщательного анализа условия задачи, связав начало отчета с началом отчета времени и положительном направлением координатных осей. Рациональный выбор системы отчета значительно упрощает решение задачи. При выборе положительных направлений осей выбираем направление движения (скорости) или направлением ускорения.

2. Сделать схематичный рисунок в виде траектории движущейся точки в выбранной системе отсчета с изображением векторов перемещения, скорости и ускорения.

3. Составить систему уравнений на основании законов движения в координатной форме, т.е. спроецированных на оси координат векторных уравнений. Знаки проекций определяются соответствием направлений этих векторов направлениям координатных осей. При необходимости система уравнений должна быть дополнена соотношениями, составленными на основе конкретной ситуации, описанной в задаче.

### Основные формулы

$\Delta \vec{r} = \vec{r}(t) - \vec{r}_0$	- перемещение (приращение радиуса-вектора) движущейся материальной точки, где $r_0$ - радиус-вектор в начальный момент $t_0$ , $r(t)$ - радиус-вектор в произвольный момент $t$ .
$\langle \vec{v} \rangle = \Delta \vec{r} / \Delta t$	- средняя скорость, где $\Delta r$ – перемещение точки за интервал времени $\Delta t$ .
$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \langle \vec{v} \rangle = \frac{d\vec{r}}{dt}$	- мгновенная скорость.
$\langle v \rangle = s / \Delta t$	- средняя скорость прохождения пути $s$ .
$\langle \vec{a} \rangle = \Delta \vec{v} / \Delta t$	- среднее ускорение, где $\Delta v$ – приращение скорости точки за интервал времени $\Delta t$ .
$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \langle \vec{a} \rangle = \frac{d\vec{v}}{dt}$	- мгновенное ускорение
$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_\tau$	- разложение вектора ускорения на нормальную $a_n$ и тангенциальную $a_\tau$ составляющие.
$a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}$	- модуль вектора ускорения.
$a_n = v^2 / R$	- модуль нормального ускорения, где $v$ – модуль скорости тела в данной точке траектории; $R$ – радиус кривизны траектории в этой же точке.
$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{u}$	- закон сложения скоростей в инерциальных системах отчета, где $v$ – скорость тела относительно неподвижной системы отсчета; $v'$ - скорость тела относительно подвижной системы отсчета; $u$ – скорость подвижной системы отсчета относительно неподвижной.

$\begin{cases} \vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}t \\ \vec{v}(t) = const \\ \vec{a}(t) = 0 \end{cases}$	- уравнения равномерного прямолинейного движения материальной точки, где $r_0$ – начальный радиус-вектор точки; $v$ – её скорость.
$\begin{cases} \vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0t + \frac{\vec{a}t^2}{2} \\ \vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{a}t \\ \vec{a}(t) = const \end{cases}$	- уравнения равнопеременного движения материальной точки, где $v_0$ – начальная скорость точки; $a$ – её ускорение.
$\varphi = l/R$	- определение центрального угла, измеряемого в радианах, где $R$ – радиус окружности, $l$ – длина дуги, на которую опирается данный угол.
$\langle v \rangle = l/\Delta t$	- средняя линейная скорость движения материальной точки по окружности, где $l$ – путь (длина дуги), пройденной точкой за интервал времени $\Delta t$ .
$\langle \omega \rangle = \varphi/\Delta t$	- средняя угловая скорость, где $\varphi$ – угол поворота радиус-вектора движущейся по окружности точки за интервал времени $\Delta t$ .
$v = \omega R$	- связь между линейной скоростью и угловой.
$a_{ц} = v^2/R = \omega^2 R$	- центростремительное ускорение.
$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$	- связь между угловой скоростью и периодом $T$ обращения точки по окружности и частотой $\nu$ .
$\langle \beta \rangle = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$	- среднее угловое ускорение, где $\Delta\omega$ – приращение угловой скорости за интервал времени $\Delta t$ .
$a_{\tau} = \beta R$	- связь между угловым ускорением и тангенциальным.
$\begin{cases} \varphi = \omega t \\ \omega = const \\ \beta = 0 \end{cases}$	- уравнения равномерного вращательного движения при $\varphi_0 = 0$ .
$\begin{cases} \varphi = \omega_0 t \pm \frac{\beta t^2}{2} \\ \omega = \omega_0 \pm \beta t \\ \beta = const \end{cases}$	- уравнения равнопеременного вращательного движения при $\varphi_0 = 0$ .

## 2. ОСНОВЫ ДИНАМИКИ

I закон Ньютона. Инерциальная система отсчета. Принцип относительности Галилея. Масса. Сила. Импульс тела. II закон Ньютона. Сложение сил. III закон Ньютона. Закон Гука. Сила трения, коэффициент трения скольжения. Гравитационные силы. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Вес тела. Движение тела под действием силы тяжести. Движение искусственных спутников. Невесомость. Первая космическая скорость.

### Методические рекомендации

При решении задач на динамику материальной точки рекомендуется следующая последовательность.

1. Сделать схематический рисунок, изобразить все силы, действующие на каждое тело рассматриваемой системы.

2. Выбрать систему координат  $XU$ . Положительное направление оси  $X$  рекомендуется выбирать так, чтобы оно совпадало с направлением ускорения тела. В задачах на движение по окружности ось  $x$  необходимо направить по направлению центростремительного ускорения (к центру окружности).

3. Для каждого тела записать II закон Ньютона в векторном виде:  $m\vec{a} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$ .

4. Спроецировать эти уравнения на выбранные оси координат.

5. Дополнить при необходимости полученную систему уравнений кинематическими и динамическими соотношениями и решить относительно искомой неизвестной.

### Основные формулы

$m = \rho V$	- масса однородного тела, где $\rho$ - плотность тела; $V$ - его объём.
$m\vec{a} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$	- II закон Ньютона; $m = const$ , $a$ - ускорение материальной точки.
$\vec{F} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$	- принцип суперпозиции сил.
$\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}$	- III закон Ньютона, где $F_{1,2}$ , $F_{2,1}$ - силы действующие на материальные точки 1 и 2 при их взаимодействии.
$\vec{F}_{упр} = k \Delta l $	- закон Гука, где $ \Delta l $ - модуль линейной деформации тела (удлинение, сжатие), $k$ - коэффициент жесткости тела.
$\vec{F}_{упр} = kx$	- закон Гука в проекции на ось X
$\vec{F}_{тр.ск} = \vec{F}_{тр.пок}^{max} = \mu N$	- сила трения скольжения, где $F_{тр.пок}^{max}$ - максимальная сила трения покоя; $N$ - сила нормального давления; $\mu$ - коэффициент трения.
$\vec{F} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$	- закон всемирного тяготения, где $F$ - сила притяжения материальных точек массами $m_1$ и $m_2$ ; $r$ - расстояние между ними; $G = 6,67 \cdot 10^{-34} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$ - гравитационная постоянная.
$\vec{F} = m\vec{g}$	- сила тяжести материальной точки массой $m$ , где $g$ - ускорение свободного падения.
$g = G \frac{M_3}{R_3^2}$	- ускорение свободного падения тел на Земле, где $M_3$ - масса Земли; $R_3$ - радиус Земли.
$v_1 = \sqrt{\frac{GM_3}{R_3}}$	первая космическая скорость тел для Земли.

### 3. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА. МОЩНОСТЬ

Импульс тела. Импульс силы. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Механическая работа. Мощность. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения энергии в механике.

#### Методические рекомендации

При решении задач на закон сохранения импульса необходимо:

1. сделать рисунок, указав на нем векторы импульсов тел до и после взаимодействия.
2. определить, является ли система замкнутой. Если система замкнута то необходимо записать закон сохранения импульса  $\sum_{i=1}^n \vec{p}_i = const$ . Если система не замкнута, то необходимо записать  $\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t$ .
3. спроецировать записанные уравнения на выбранные оси координат.
4. дополнить систему полученных уравнений кинематическими и динамическими уравнениями при необходимости.

При решении задач на расчет работы постоянной силы рекомендуется следующая последовательность действий.

1. записать исходную формулу работы  $A = F\Delta r \cos\alpha$  для силы работу, которой необходимо определить.

2. сделать рисунок, указав на нем все силы, приложенные к телу и вектор перемещения, определить угол между силой и перемещением. Если сила не задана, найти её из уравнений динамики. Определить перемещение, если оно не задано, из кинематических уравнений.

3. подставить значение силы и перемещения в формулу для расчета работы.

4. при расчете работы переменной силы лучше воспользоваться графическим способом решения.

При решении задач на закон сохранения в механике лучше использовать следующий алгоритм.

1. сделать рисунок, отметив на нем начальное и конечное положение тела, указанные в задаче. Выбрать нулевой уровень отсчета потенциальной энергии.

2. указать скорости и координаты тела, характеризующие состояния тела в обоих положениях. Записать формулы для расчета полной механической тела в обоих положениях

3. записать закон сохранения механической энергии. Если в системе действуют силы трения, учесть их. Если система не замкнутая учесть работу внешних сил.

4. написать формулы для расчета работы.

5. при необходимости использовать дополнительные уравнения из динамики и кинематики. В некоторых задачах закон сохранения энергии используется совместно с законом сохранения импульса.

#### Основные формулы

$\vec{p} = m\vec{v}$	- импульс тела (количество движения), где $m$ - масса тела; $v$ - скорость тела.
$\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p}$	- второй закон Ньютона, где $F\Delta t$ - импульс силы $F$ , $\Delta t$ - время её действия, $= \Delta p$ - изменения импульса тела.
$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}'_1 + m_2\vec{v}'_2$	-закон сохранения импульса, где $m_1v_1$ , $m_2v_2$ - импульсы тел до взаимодействия; $m_1v'_1$ , $m_2v'_2$ - импульсы тел после взаимодействия.
$A = F\Delta r \cos\alpha$	- работа постоянной силы $F$ , где $\Delta r$ - модуль перемещения; $\alpha$ - угол между силой и перемещением.
$A = mg(h_1 - h_2)$	- работа силы тяжести, $h_1$ , $h_2$ - начальная и конечная высота тела относительно начала отсчета.
$A = k\left(\frac{x_1^2}{2} - \frac{x_2^2}{2}\right)$	- работа сил упругости, где $k$ - жесткость пружины; $x_1$ , $x_2$ - начальная и конечная величина линейной деформации.
$A = -F_{\text{тр}}\Delta r$	работа силы трения $F_{\text{тр}}$ .
$N = A/t$	- мощность (средняя), где $t$ - время.
$N = Fv$	- мощность мгновенная.
$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A} 100\%$	- КПД механизма, где $A_{\text{п}}$ - полезная работа; $A$ - вся совершаемая работа.
$W_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2}$	- кинетическая энергия
$A = \Delta W_{\text{к}}$	- теорема о кинетической энергии, где $W_{\text{к}}$ - изменение кинетической энергии.
$W_{\text{п}} = mgh$	- потенциальная энергия тела, поднятого над Землей.

$W_{\text{п}} = \frac{kx^2}{2}$	- потенциальная энергия упругодеформированного тела.
$W = W_{\text{к}} + W_{\text{п}}$	- полная механическая энергия
$\begin{cases} W_{\text{к}} + W_{\text{п}} = \text{const} \\ \frac{mv_1^2}{2} + mgh_1 = \\ = \frac{mv_2^2}{2} + mgh_2 \end{cases}$	- закон сохранения механической энергии.
$\Delta W_{\text{к}} = A_1 + A_2$	- изменение механической энергии, где $A_1$ - работа внешних сил; $A_2$ - работа неконсервативных сил.

#### 4. СТАТИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

Основная задача статики. Сложение сил. Момент силы. Условия равновесия тела. Центр тяжести. Виды равновесия тела.

##### Методические рекомендации

При решении задач по статике твердого тела необходимо:

1. Сделать рисунок, изобразить все силы, действующие на тело находящиеся в положении равновесия.

2. для тела, не имеющего оси вращения, использовать первое условие равновесия  $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$ .

3. выбрать оси и записать уравнения равновесия в проекциях.

4. для тел с закрепленной осью вращения использовать уравнение моментов. Составить алгебраическую сумму моментов этих сил с учетом знаков и приравнять её к нулю  $\sum_{i=1}^n M_i = 0$ .

5. если ось вращения не закреплена, необходимо использовать оба условия равновесия. Для записи правила моментов необходимо выбрать ось вращения, так чтобы через неё должно проходить наибольшее число линий действия неизвестных сил.

6. решить полученную систему уравнений.

##### Основные формулы

$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$	- равнодействующая сил. $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$ .
$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha}$	- модуль равнодействующей, где $\alpha$ - угол между силами $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$ .
$M = Fd$	- момент силы $\vec{F}$ , где $d$ - плечо силы относительно оси, проходящей через начала координат.
$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0 \quad \sum_{i=1}^n M_i = 0$	- условия равновесия твердого тела, где $\vec{F}_i$ - силы, действующие на тело; $M_i$ - моменты этих сил.

#### 5. МЕХАНИКА ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

Давление. Закон Паскаля для жидкостей и газов. Гидростатическое давление. Давление жидкости на дно и стенки сосуда. Сообщающиеся сосуды. Атмосферное давление. Барометр. Архимедова сила для жидкостей и газов. Условие плавания тел. Зависимость давления жидкости от скорости её течения.

## Методические рекомендации

Задачи по гидростатике решаются на основе закона Паскаля и его следствий. Для решения таких задач необходимо:

1. сделать рисунок и отметить уровни жидкости, которые она занимала по условию задачи. Если жидкостей несколько, отметить границы раздела и высоты столбов этих жидкостей. В сообщающихся сосудах выбрать горизонтальный уровень в однородной жидкости.

2. составить уравнение равновесия жидкости для произвольных точек, лежащих на выбранном горизонтальном уровне.

3. если до наступления равновесия жидкость перетекала из одной части сосуда в другую, то следует записать условие несжимаемости жидкости.

Решение задач на движение тела в жидкости или газе основано на законах динамики с учетом закона Архимеда.

1. сделать рисунок и указать силы, действующие на тело, погруженное в жидкость.

2. составить основное уравнение динамики  $m\vec{a} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$  или записать уравнение равновесия, если погруженное тело покоится. При необходимости применить уравнение моментов.

### Основные формулы

$p = F/S$	- давление, где $F$ - сила, действующая нормально к площади $S$ .
$\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2}$	- соотношение сил в гидравлическом прессе
$p = \rho gh$	- гидростатическое давление, где $\rho$ - плотность жидкости; $g$ - ускорение свободного падения; $h$ - высота столба жидкости.
$p = p_0 + \rho gh$	- полное давление в любой точке жидкости, где $p_0$ - давление на её свободной поверхности.
$F = \rho ghS_d$	- сила, обусловленная давлением жидкости на дно сосуда, где $S_d$ - площадь дна.
$F = \frac{\rho gh}{2} S_{ст}$	- сила, обусловленная давлением жидкости на стенки сосуда, где $S_{ст}$ - площадь стенок.
$\sum_{i=1}^n p_i = \sum_{k=1}^n p_k$	- закон сообщающихся сосудов, где $\sum_{i=1}^n p_i$ , $\sum_{k=1}^n p_k$ - суммы давлений столбов жидкостей находящихся над нулевым уровнем соответственно в $i$ и $k$ сосудах.
$V_1 = V_2, \quad S_1 h_1 = S_2 h_2$	- условие несжимаемости жидкости, где $V_1, V_2$ , - объёмы порций жидкости, перетекающей из одного сосуда в другой; $S_1, S_2$ - площади поперечного сечения сосудов; $h_1, h_2$ - высоты столбов жидкости.
$F_A = \rho_{ж} gV$	- закон Архимеда, где $F_A$ - выталкивающая сила, $V$ - объём погруженного в жидкость тела; $\rho_{ж}$ - плотность жидкости.
$vS = const$	- уравнение неразрывности, где $v$ - модуль скорости несжимаемой жидкости; $S$ - площадь сечения трубки, по которой течет жидкость.
$p + \rho gh + \frac{\rho v^2}{2} = const$	- уравнение Бернулли, где $p$ - внешнее давление; $h$ - высота на которой находится сечение трубки тока, отсчитанная от нулевого уровня; $p + \rho gh$ - статическое давление; $\frac{\rho v^2}{2}$ - динамическое давление жидкости.

## II. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

### 1. ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ СТРОЕНИЯ ВЕЩЕСТВА. ИДЕАЛЬНЫЙ ГАЗ

Основные положения молекулярно-кинетической теории. Масса и размер молекул. Моль вещества. Число Авогадро. Броуновское движение. Диффузия в газах, жидкостях, твердых телах. Взаимодействие атомов и молекул вещества.

Статические и термодинамические методы в молекулярной физике. Тепловое равновесие. Шкала температур.

Идеальный газ. Основное уравнение идеального газа. Кинетическая энергия молекул и температура. Скорость молекул газа.

Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона). Универсальная газовая постоянная. Изотермический, изохорный и изобарный процессы.

#### Методические рекомендации

При решении задач на расчет параметров состояния газа рекомендуется следующая последовательность.

1. определить, изменяется ли состояние газа. Если газ имеет одно состояние, то используется уравнение Менделеева-Клапейрона.

2. если заданы несколько состояний газа, то записываются параметры этих состояний.

3. выяснить, изменяется ли масса газа. Если масса меняется, то каждого состояния записывается уравнение Менделеева-Клапейрона. Если масса газа не меняется, то записывается один из законов идеального газа: Бойля-Мариотта, Гей-Люссака или Шарля.

4. записать дополнительные уравнения, связывающие искомые величины или параметры состояния.

5. если в задаче рассматриваются процессы, связанные с изменением состояния двух и более газов, все предыдущие шаги необходимо проделать для каждого газа отдельно.

6. решить полученную систему уравнений.

#### Основные формулы

$\nu = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_M}$	- количество вещества, где $m$ – масса вещества; $M$ – молярная масса; $N$ – число частиц (атомов, молекул); $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ моль <sup>-1</sup> – постоянная Авогадро; $V$ – объём газа; $V_M = 22,4 \cdot 10^{-3}$ м <sup>3</sup> /моль – молярный объём газа при нормальных условиях.
$m_0 = m/M$	- масса молекулы.
$\langle v \rangle = \frac{v_1 + v_2 + \dots + v_n}{N}$	- средняя арифметическая скорость хаотического движения молекул.
$\langle v_{\text{кв}} \rangle = \sqrt{\langle v^2 \rangle} = \sqrt{\frac{v_1^2 + \dots + v_n^2}{N}}$	- средняя квадратичная скорость хаотического движения молекул.
$p = \frac{1}{3} m_0 n \langle v_{\text{кв}} \rangle^2$	основное уравнение МКТ, $p$ – давление газа; $n$ – концентрация молекул.
$\langle W_{\text{к}} \rangle = \frac{m_0 \langle v_{\text{кв}} \rangle^2}{2} = \frac{3}{2} kT$	- средняя кинетическая энергия поступательного движения молекулы одноатомного газа, где $T$ – абсолютная температура; $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К – постоянная Больцмана.

$pV = \frac{m}{M}RT$	- уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона), где $V$ - объём газа, $R = 8,31$ Дж/(К · моль) - универсальная газовая постоянная.
$\frac{pV}{T} = const$ при $m = const$	- уравнение Клапейрона.
$pV = const$ при $m = const$ $T = const$	- закон Бойля-Мариотта.
$\frac{p}{T} = const$ при $m = const$ $V = const$	- закон Шарля.
$\frac{V}{T} = const$ при $m = const$ $p = const$	- закон Гей-Люссака.

## 2. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Внутренняя энергия. Количество теплоты. Удельная теплоемкость вещества. Уравнение теплового баланса.

Работа в термодинамике. Закон сохранения энергии в тепловых процессах. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам. Адиабатный процесс. Необратимость тепловых процессов.

Тепловые двигатели. КПД теплового двигателя.

Испарение и конденсация. Удельная теплота парообразования. Насыщенные и ненасыщенные пары. Влажность воздуха. Точка росы.

Поверхностное натяжение жидкостей. Сила поверхностного натяжения. Смачивание. Капиллярные явления.

Кристаллическое и аморфное состояние вещества. Механические свойства твердых тел. Плавление. Удельная теплота плавления. Упругие деформации.

### Методические рекомендации

Решение задач данного раздела основано на применении первого закона термодинамики. При решении задач рекомендуется следующая последовательность действий.

1. определить какие тела входят в рассматриваемую систему. Определить причину изменения внутренней энергии тел системы.

2. если система адиабатически изолирована и замкнута, то необходимо установить у каких тел внутренняя энергия увеличивается или уменьшается. Есть ли агрегатные превращения.

3. составить уравнение теплового баланса. Следует помнить, что слагаемые соответствующие плавлению твердых тел или парообразованию, берут со знаком плюс, а соответствующие кристаллизации жидкостей или конденсации пара, со знаком минус.

4. если внутренняя энергия изменяется вследствие совершенной работы, необходимо определить у какого из тел изменяется внутренняя энергия и эта работа, совершаемая самим телом или работа совершаемая над телом.

5. записать первый закон термодинамики, который при отсутствии подвода теплоты извне имеет вид  $\Delta U + A = 0$  или  $\Delta U = A_{вн}$ . Если в задаче дан КПД, то эти уравнения запишутся так:  $\eta\Delta U + A = 0$  или  $\Delta U = \eta A_{вн}$ .

6. если происходит взаимодействие трех и более тел и есть теплообмен с окружающей средой и совершается механическая работа, первый закон термодинамики записывается в общем виде.

## Основные формулы

$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$	- внутренняя энергия одноатомного идеального газа, где $m$ – масса газа; $M$ – молярная масса; $T$ – абсолютная температура; $R$ – универсальная газовая постоянная.
$Q = cm(T_2 - T_1)$	- количество теплоты, необходимое для нагревания тела, где $c$ – удельная теплоемкость вещества; $m$ – масса тела; $T_2$ и $T_1$ – конечная и начальная температуры тела.
$Q = \begin{cases} \lambda m \\ r m \\ q m \end{cases}$	- количество теплоты, необходимое для изменения агрегатного состояния вещества, где $\lambda$ – удельная теплота плавления; $r$ – удельная теплота парообразования; $q$ – удельная теплота сгорания топлива.
$\Delta U = A_{\text{вн}} + Q$ $Q = A + \Delta U$	- первый закон термодинамики, где $\Delta U$ – изменение внутренней энергии; $A_{\text{вн}}$ – работа, произведенная внешними силами над системой; $A$ – работа, произведенная системой над внешними телами; $Q$ – количество теплоты, сообщенное системе.
$A = p\Delta V$	- работа газа при изобарном процессе, где $\Delta V$ – изменение объема газа; $p$ – давление газа.
$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$	- КПД теплового двигателя, где $A$ – полезная работа, совершаемая двигателем; $Q_1$ – количество теплоты, полученное двигателем от нагревателя; $Q_2$ – количество теплоты, отданное холодильнику.
$\eta_{\text{max}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$	- максимальное значение КПД теплового двигателя, где $T_1, T_2$ – температура нагревателя и холодильника соответственно.
$\alpha = \frac{F}{l}$	- коэффициент поверхностного натяжения, где $F$ – модуль силы поверхностного натяжения; $l$ – длина границы поверхности жидкости.
$A = \alpha \Delta S$	- работа сил поверхностного натяжения при изотермическом сокращении поверхности жидкости на $\Delta S$ .
$p = \frac{2\alpha}{r}$	- избыточное давление жидкости в капилляре, $r$ – радиус капилляра.
$h = \frac{2\alpha}{\rho g r}$	- высота подъема столба смачивающей жидкости в капилляре, где $\rho$ – плотность жидкости; $g$ – ускорение свободного падения.

### III. ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

#### 1. ЭЛЕКТРОСТАТИКА

Электрический заряд. Взаимодействие заряженных частиц. Закон Кулона. Закон сохранения электрического заряда.

Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Электрическое поле точечного заряда. Принцип суперпозиции полей. Проводники в электрическом поле. Диэлектрики в электрическом поле. Диэлектрическая проницаемость.

Работа электрического поля при перемещении заряда. Потенциал и разность потенциалов.

Емкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля.

#### Методические рекомендации

При решении задач по электростатике рекомендуется:

1. сделать рисунок с изображением взаимодействующих зарядов, заданных проводников, ёмкостей, полей (не забыть, что взаимодействие между зарядами рассчитывается по закону Кулона, только если заряды можно считать точечными);

2. учесть в какой среде находятся заряды (если среда не указана считаем, что заряды находятся в вакууме с диэлектрической проницаемостью равной единице). Диэлектрическую проницаемость воздуха считаем близкой к единице;

3. для нахождения величин зарядов после соприкосновения заряженных тел применяем закон сохранения зарядов;

4. при действии на точечный заряд нескольких сил или полей используем принцип суперпозиции;

5. расчет скоростей, энергий точечных зарядов или работы по их перемещению производим на основании закона сохранения энергии.

#### Основные формулы

$q = eN$	- заряд тела (частицы), где $e$ - элементарный заряд; $N$ - число элементарных зарядов.
$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$	- закон Кулона, где $F$ - модуль силы взаимодействия точечных зарядов в вакууме; $q_1, q_2$ - точечные заряды; $r$ - расстояние между ними; $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м - электрическая постоянная.
$\vec{E} = \vec{F}/q_0$	- напряженность электрического поля, где $\vec{F}$ - сила, действующая на положительный пробный заряд $q_0$ .
$\epsilon = E_0/E$	- диэлектрическая проницаемость среды, где $E_0, E$ - напряженность электрического поля в вакууме и среде соответственно.
$E = q/4\pi\epsilon_0\epsilon r^2$	- напряженность электрического поля точечного заряда в некоторой точке, где $q$ - заряд, создающей поле; $r$ - расстояние от заряда до точки (формула справедлива и для сферы, если $r$ больше радиуса сферы).
$\vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i$	- принцип суперпозиции полей, где $\vec{E}$ - напряженность результирующего поля; $\vec{E}_i$ - напряженность $i$ поля.
$\sigma = q/S$	- поверхностная плотность заряда, где $q$ - величина заряда; $S$ - площадь поверхности.

$E = \sigma / 2\epsilon_0\epsilon$	- модуль напряженности поля создаваемой бесконечной равномерно заряженной плоскостью.
$\varphi = W/q_0$	- потенциал электростатического поля в точке, где $W$ - потенциальная энергия пробного заряда $q_0$ , находящегося в данной точке.
$A = q_0(\varphi_1 - \varphi_2) = q_0U$	- работа электрического поле по перемещению пробного заряда между двумя точками поля, где $(\varphi_1 - \varphi_2) = U$ -разность потенциалов (напряжение) между этими точками.
$\varphi = q/4\pi\epsilon_0\epsilon r$	- потенциал поля точечного заряда в некоторой точке.
$C = q/\varphi$	- электроёмкость единенного проводника, где $q$ - заряд проводника; $\varphi$ - потенциал проводника.
$C = q/U$	- ёмкость конденсатора, где $q$ - заряд конденсатора; $U$ - напряжение между пластинами.
$C = \epsilon_0\epsilon S/d$	- ёмкость плоского конденсатора, где $S$ - площадь пластин; $d$ - расстояние между ними; $\epsilon$ - диэлектрическая проницаемость среды между пластинами.
$E = \sigma/\epsilon_0\epsilon$	- напряженность поля между пластинами плоского конденсатора.
$C = \sum_{i=1}^n C_i$	- электроемкость батареи конденсаторов при их параллельном соединении.
$1/C = \sum_{i=1}^n 1/C_i$	- электроемкость батареи конденсаторов при их последовательном соединении.
$W = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2}$	- энергия электростатического поля плоского конденсатора.

## 2. ПОСТОЯННЫЙ ТОК

Электрический ток. Сила тока. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление проводников. Последовательное и параллельное соединение проводников. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи. Работа и мощность тока.

Электронная проводимость металлов. Электрический ток в растворах электролитов. Электрический ток в газах. Полупроводники.

### Методические рекомендации

При решении задач на законы постоянного тока необходимо:

1. сделать рисунок с изображением элементов цепи, указать направление тока;
2. разделить сложную цепь на участки последовательного и параллельного соединения проводников;
3. определить, что в данной задаче понимается под полезной мощностью и работой, потерями можно пренебречь, если это оговорено в условии;
4. помнить, что закон Ома выполняется только на линейных участках вольтамперных характеристик.

### Основные формулы

$E = A_{ст}/q$	- электродвижущая сила источника, где $A_{ст}$ - работа сторонних сил по перемещению положительного заряда $q$ .
----------------	--

$U = \frac{(A + A_{ст})}{q} = (\varphi_1 - \varphi_2) + E$	- напряжение на участке цепи.
$I = q/t = ne\langle v \rangle S$	- сила постоянного тока, где $q$ - заряд проходящей через поперечное сечение проводника за время $t$ ; $e$ - элементарный заряд; $n$ - концентрация свободных зарядов в проводнике; $\langle v \rangle$ - средняя скорость движения зарядов; $S$ - площадь поперечного сечения проводника.
$R = \rho l/S$	- сопротивление проводника, где $l$ - длина проводника; $\rho$ - удельное сопротивление проводника.
$I = U/R = GU$	- закон Ома для участка цепи, где $G$ - проводимость проводника.
$R = \sum_{i=1}^n R_i$	- сопротивление последовательно соединенных проводников.
$1/R = \sum_{i=1}^n 1/R_i$	- общее сопротивление при параллельном соединении проводников.
$I = E/(R + r)$	- закон Ома для замкнутой цепи, где $E$ - ЭДС источника; $R$ - внешнее сопротивление; $r$ - внутреннее сопротивление источника.
$A = \frac{U^2 t}{R} = IUt = I^2 R t$	- работа тока на участке цепи за время $t$ .
$N = U^2/R = IU = I^2 R$	- мощность тока на участке цепи.

### 3. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

Магнитное поле. Индукция магнитного поля. Сила, действующая на проводник в магнитном поле. Закон Ампера. Действие магнитного поля на заряд. Сила Лоренца.

Магнитная проницаемость.

Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Индуктивность. Энергия магнитного поля.

#### Методические рекомендации

При решении задач на данную тему необходимо:

1. знать правила изображения магнитных полей;
2. помнить, что силы, действующие на проводники с током, и движущиеся заряды в магнитном поле всегда перпендикулярны к направлению вектора магнитной индукции;
3. при наличии нескольких магнитных полей использовать принцип суперпозиции;
4. помнить о различном направлении сил со стороны электрического и магнитного полей;
5. помнить, что закон сохранения энергии выполняется для любых физических явлений и процессов.

#### Основные формулы

$B = M_{max}/\rho_m$	- индукция магнитного поля, где $M_{max}$ - максимальный вращательный момент, действующий в данной точке на рамку с током; $\rho = IS$ , собственный магнитный момент рамки с током; $I$ - сила тока; $S$ - площадь, ограниченная контуром с
----------------------	--

	током.
$\vec{B} = \sum_{i=1}^n \vec{B}_i$	- принцип суперпозиции магнитных полей
$B = \mu\mu_0 I / 2\pi r$	- индукция магнитного поля прямого бесконечно длинного проводника стоком в точке, где $r$ - расстояние от проводника до этой точки; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м - магнитная постоянная; $\mu = B/B_0$ - магнитная проницаемость среды; $B$ - магнитная индукция поля в среде; $B_0$ - магнитная индукция поля в вакууме.
$F_A = BIl\sin\alpha$	- сила Ампера, где $B$ - индукция магнитного поля; $I$ - сила тока; $l$ - длина проводника; $\alpha$ - угол между направлением тока и магнитной индукцией.
$F_L = Bqv\sin\alpha$	- сила Лоренца, где $v$ - скорость частицы; $\alpha$ - угол между направлением скорости и вектором магнитной индукции.
$\Phi = BScos\alpha$	- магнитный поток, где $S$ - площадь поверхности пронизываемой линиями магнитной индукции; $\alpha$ - угол между направлением нормали к поверхности и вектором магнитной индукции.
$E_{\text{и}} = -\Delta\Phi/\Delta t$	- закон электромагнитной индукции.
$E_{\text{и}} = Blv\sin\alpha$	- ЭДС индукции в движущемся проводнике, где $v$ - скорость проводника; $\alpha$ - угол между направлением скорости проводника и вектором магнитной индукции; $l$ - длина проводника.
$W = LI^2/2$	- энергия магнитного проводника с током, где $L$ - индуктивность проводника.

## IV. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

### 1. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

Гармонические колебания. Амплитуда, период, частота и фаза колебаний. Скорость и ускорение при гармонических колебаниях.

Математический маятник. Колебание груза на пружине. Превращение энергии при гармонических колебаниях. Резонанс.

#### Методические рекомендации

Задачи о колебательном движении можно разделить на две группы: 1) задачи, требующие применения общих уравнений гармонических колебаний; 2) задачи о маятниках.

При решении задач первой группы рекомендуется:

1. записать заданное уравнение и уравнение гармонических колебаний в общем виде;

2. определить величины характеризующие колебания, построить график колебаний;

3. в некоторых задачах, наоборот по данным параметрам записать уравнение гармонических колебаний.

Задачи второй группы решают, используя закон сохранения энергии. Для их решения необходимо:

1. сделать рисунок;

2. выбрать нулевой уровень отсчета потенциальной энергии, определить начальное и конечное положение системы;

3. составить уравнение закона сохранения энергии.

#### Основные формулы

$x = A \sin(\omega t + \varphi_0)$	- уравнение гармонических колебаний, где $x$ - смещение; $A$ - амплитуда; $\omega$ - циклическая частота; $\varphi_0$ - начальная фаза.
$T = \frac{t}{N}$	- период колебаний, где $N$ - число полных колебаний за время $t$ .
$\nu = \frac{1}{T}$	- частота колебаний.
$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$	- циклическая частота.
$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$	- период колебаний математического маятника.
$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$	- период колебаний пружинного маятника.
$W = \frac{m\omega^2 A^2}{2}$	- энергия гармонических механических колебаний.
$W = \frac{mv_x^2}{2} + \frac{kx^2}{2}$	- полная энергия пружинного маятника, где $x$ - смещение; $v_x$ - скорость при гармонических колебаниях.

## 2. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ

Электромагнитные колебания в контуре. Собственная частота колебаний в контуре. Переменный электрический ток. Активное, емкостное и индуктивное сопротивление в цепи переменного тока. Закон Ома для цепи переменного тока. Трансформатор.

### Методические рекомендации

При решении задач об электромагнитных колебаниях в колебательном контуре можно воспользоваться рекомендациями по теме механические колебания. В задачах по переменному току необходимо помнить, что в расчетах принимаются действующие значения напряжения и тока, а не амплитудные. Следует помнить, что емкость и индуктивность представляют собой дополнительные реактивные сопротивления в отличие от активного сопротивления. Теплота выделяется только на активном сопротивлении.

### Основные формулы

$T = 2\pi\sqrt{LC}$	- период собственных колебаний в контуре, где $L$ - индуктивность контура; $C$ - его емкость.
$W = \frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2}$	- полная энергия колебательного контура, где $q$ - заряд на конденсаторе; $I$ - сила тока в контуре.
$P = IU$	- мощность переменного тока.
$X_L = L\omega$	- индуктивное сопротивление
$X_C = \frac{1}{C\omega}$	- емкостное сопротивление
$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$	- закон Ома для цепи переменного тока.
$K = \frac{n_1}{n_2}$	- коэффициент трансформации, где $n_1, n_2$ - число витков первичной и вторичной обмоток трансформатора.

## 3. ВОЛНЫ

Понятие о волновых процессах. Колебания в упругих средах. Поперечные и продольные волны. Длина волны. Связь длины волны со скоростью её распространения.

### Методические рекомендации

Задачи по этой теме можно разделить на три группы: 1) задачи учитывающие скорость распространения волны в различных средах; 2) задачи на применение уравнения плоской волны; 3) задачи на применения уравнения стоячей волны. При решение задач данного типа необходимо:

1. определить характер волны и записать соответствующее уравнение;
2. определить свойства среды, в которой распространяется волна и определить скорость распространения волны;
3. учесть разность фаз колебаний двух точек. Распространение электромагнитных волн аналогично распространению упругих волн;
4. составить систему уравнений и решить её относительно искомой величины.

## Основные формулы

$\lambda = vT$	- длина волны, где $v$ - скорость распространения волны; $T$ - период колебаний источника.
$v = \lambda\nu = \lambda \frac{\omega}{2\pi}$	- связь между длиной волны и скоростью её распространения и частотой.
$x = A\sin(\omega t - kr)$	- уравнение плоской волны, где $x$ - смещение от положения равновесия точки среды, отстоящей от источника на расстоянии $r$ в направлении распространения волны; $A$ - амплитуда колебаний в источнике; $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ - волновое число.
$x = 2A\cos(kr)\sin(\omega t)$	- уравнение стоячей волны.
$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}}$	- скорость электромагнитной волны в среде, где $c$ - скорость света в вакууме; $\epsilon, \mu$ - относительные диэлектрическая и магнитная проницаемости среды соответственно.

## V. ОПТИКА

### 1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

Прямолинейное распространение света. Скорость света. Законы отражения и преломления света. Тонкая линза. Фокусное расстояние линзы. Формула тонкой линзы. Построение изображений в плоском зеркале и линзах. Оптические приборы.

#### Методические рекомендации

Для задач геометрической оптики можно определить следующую последовательность решения:

1. тщательно сделать чертеж;
2. записать математические соотношения соответствующих оптических законов или формулы, определяющие оптические величины;
3. записать вспомогательные соотношения, вытекающие из геометрических построений;
4. решить полученную систему уравнений относительно искомой величины.

#### Основные формулы

$\alpha = \gamma$	- закон отражения, угол падения $\alpha$ равен углу отражения $\gamma$ .
$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = n_{2,1} = \frac{n_2}{n_1}$	- закон преломления, где $n_{2,1}$ - относительный показатель преломления (второй среды относительно первой); $n_2, n_1$ - абсолютные показатели преломления второй и первой сред; $\beta$ - угол преломления.
$n = \frac{c}{v} = \sqrt{\epsilon\mu}$	- абсолютный показатель преломления среды.
$D = 1/F$	- оптическая сила линзы, где $F$ - фокусное расстояние линзы.
$\pm \frac{1}{F} = \frac{1}{d} \pm \frac{1}{f}$	- формула тонкой линзы, где $d$ - расстояние от предмета до линзы; $f$ - расстояние от изображения до линзы.
$\Gamma = f/d$	- увеличение линзы.

### 2. ФИЗИЧЕСКАЯ ОПТИКА

Волновые свойства света. Интерференция света. Дифракция света. Дифракционная решетка. Спектр.

#### Методические рекомендации

В качестве подхода к решению задач на интерференцию можно предложить следующие действия: выяснить причины появления оптической разности хода между лучами, определить эту разность и записать условия максимума или минимума освещенности в интерференционной картине; находим искомую величину.

Задачи на дифракцию света предполагают расчет дифракции в параллельных лучах на дифракционной решетке. В этом случае необходимо составить уравнения с учетом положения главных максимумов освещенности на экране. Полагаем, что дифракционная картина симметрична относительно центрального максимума. Решаем составленную систему относительно искомой величины.

### Основные формулы

$n = \frac{c}{v} = \frac{c}{\lambda v} = \frac{\lambda_0}{\lambda}$	- абсолютный показатель преломления среды, где $c$ - скорость света в вакууме; $v$ - скорость света в данной среде; $\nu$ - частота световой волны; $\lambda_0, \lambda$ - длина волны в вакууме и в данной среде соответственно.
$L = nl$	- оптическая длина пути светового луча, где $l$ - геометрическая длина пути луча.
$\Delta = L_2 - L_1$	- оптическая разность хода двух световых лучей.
$\Delta_{max} = k\lambda$	- условие интерференционного максимума; $k = 0, 1, 2, \dots$ .
$\Delta_{min} = (2k + 1)\lambda/2$	- условие интерференционного минимума; $k = 0, 1, 2, \dots$ .
$d \sin \varphi = n\lambda$	- условие положения главных максимумов освещенности на экране при дифракции, где $d$ - период решетки; $n$ - порядок спектра; $\varphi$ - угол под которым наблюдается данный главный максимум.

### 3. ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Принцип относительности Эйнштейна. Скорость света как предельная скорость передачи сигнала. Связь между массой и энергией.

#### Методические рекомендации

При решении задач на основы теории относительности необходимо:

1. четко определить подвижную и неподвижную систему отсчета;
2. определит собственные параметры тела, покоящегося относительно подвижной системы отсчета;
3. записать соотношения между собственными и релятивистскими параметрами тела;
4. решить задачу относительно искомой величины.

### Основные формулы

$l = l_0 \sqrt{1 - v^2/c^2}$	- длина тела, движущегося относительно инерциальной системы отсчета со скоростью $v$ ; $l_0$ - собственная длина тела.
$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$	- промежуток времени между событиями, измеренный в неподвижной системе отсчета, где $\tau_0$ - собственное время, измеренное в системе отсчета, движущейся со скоростью $v$ относительно неподвижной системы отсчета.
$v = \frac{v' + u}{1 + v'u/c^2}$	- релятивистской закон сложения скоростей, где $v$ - скорость тела относительно неподвижной системы отсчета; $v'$ - скорость тела относительно подвижной системы отсчета; $u$ - скорость подвижной системы отсчета относительно неподвижной.
$\vec{p} = \frac{m_0 \vec{v}}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$	- релятивистской импульс тела, где $m_0$ - масса покоя тела.

$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$	- релятивистская масса тела.
$E = mc^2$	- полная энергия тела.
$E_0 = m_0c^2$	- энергия покоя тела.
$T = E - E_0 = (m - m_0)c^2$	- кинетическая энергия свободного тела.

## VI. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

### 1. СВЕТОВЫЕ КВАНТЫ

Фотоэффект и его законы. Кванты света. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Постоянная Планка.

#### Методические рекомендации

При решении задач по этой теме необходимо:

1. помнить о взаимосвязи между волновыми и квантовыми характеристиками частиц;
2. знать, что взаимодействие фотонов с веществом подчиняется законам сохранения энергии и импульса. Законы фотоэффекта следуют из закона сохранения энергии, а световое давление из закона сохранения импульса.
3. учитывать, что радиус орбиты электрона, энергия атома, энергия кванта могут иметь только определенные дискретные значения;
4. знать, что при любых ядерных реакциях выполняются законы сохранения и смещения.

#### Основные формулы

$E = h\nu = hc/\lambda$	- энергия фотона, где $\nu$ - частота; $\lambda$ - длина волны; $c$ - скорость света; $h = 6,625 \cdot 10^{-34}$ Дж·с - постоянная Планка.
$p = mc = h\nu/c$	- импульс фотона.
$m = h\nu/c^2$	- масса фотона.
$h\nu = A + mv_{max}^2/2$	- уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, где $A$ - работа выхода; $m$ - масса электрона; $v_{max}$ - максимальная скорость вылетевшего электрона.
$\frac{mv_{max}^2}{2} = eU_3$	- максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона, где $U_3$ - задерживающее напряжение.
$\nu_{кр} = \frac{A}{h} = c/\lambda_{кр}$	- красная граница фотоэффекта.
$I = E/(St)$	- интенсивность света, где $E$ - энергия света; $S$ - площадь освещаемой поверхности; $t$ - время освещения.

### 2. АТОМ И АТОМНОЕ ЯДРО

Рассеяние  $\alpha$  - частиц. Ядерная модель строения атома. Квантовые постулаты Бора. Испускание и поглощение света атомом. Непрерывный и линейчатый спектр. Спектральный анализ. Состав ядра атома. Энергия связи атомных ядер. Ядерные реакции. Радиоактивность. Альфа и бета частицы, гамма-излучение.

#### Основные формулы

$E = -e^2/8\pi\epsilon_0 r$	- энергия электрона в атоме водорода, где $e$ - заряд электрона; $r$ - радиус первой боровской орбиты; $\epsilon_0$ - электрическая постоянная.
$h\nu = E_2 - E_1$	- энергия, излученная или поглощенная атомом водорода, где $E_2, E_1$ - энергии атома в соответствующих стационарных состояниях; $\nu$ - частота излучения; $h$ - постоянная Планка.

$\Delta m = zm_p + Nm_n - m_{\text{я}}$	<p>- дефект массы атомного ядра, где <math>z</math> - число протонов; <math>m_p</math> - масса протона; <math>N</math> - число нейтронов; <math>m_n</math> - масса нейтрона; <math>m_{\text{я}}</math> - масса ядра.</p>
$\begin{cases} N = N_0 2^{-t/T} = N_0 e^{-\lambda t} \\ T = \ln 2 / \lambda = 0,693 / \lambda \end{cases}$	<p>- закон радиоактивного распада, где <math>N_0</math> - число атомов в начальный момент времени; <math>N</math> - число атомов в некоторый момент времени; <math>T</math> - период полураспада; <math>\lambda</math> - постоянная радиоактивного распада.</p>

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Физика. 11 класс: дидактические материалы/ А.Е. Марон, Е.А. Марон. – 8-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2012.- 143, [1] с.: ил.
2. Рымкевич А.П. Сборник задач по физике. М.: Дрофа, 2003.
3. Сборник задач по физике: Для 10-11 кл. общеобразоват. Учреждений/ Сост. Г.Н. Степанова. – М.: Просвещение, 2000.
4. Кабардин О.Ф., Кабардина С.И., Орлов В.А. Задания для итогового контроля знаний учащихся по физике в 8-11 кл. – М.: Просвещение, 1999.
5. Марон А.Е., Марон Е.А. Контрольные тесты по физике. 10-11 кл. – М.: Просвещение, 2003.
6. Хорошавина С.Г. Экспресс-курс физики для школьников, абитуриентов, студентов/ -Изд. 3-е, перераб. И доп. – Ростов н/Д: Феникс, 2010. – 479 с.: ил.
7. Тесты. Физика. 11 класс. Варианты и ответы государственного тестирования. Пособие для подготовки к тестированию. – М.: Прометей, 1996-2009.
8. Единый государственный экзамен. Физика. Варианты контрольных измерительных материалов. МО РФ – М.: Центр тестирования Минобразования России, 2002-2009.
9. ЕГЭ-2013. Физика: тематические и типовые экзаменационные варианты: 32 варианта/ под ред.М.Ю. Демидовой. – М.: Издательство «Национальное образование», 2012.- 272 с.
10. ЕГЭ 2016. Физика. Типовые тестовые задания/ М.Ю. Демидова, В.А.Грибов. – М.: Издательство «Экзамен», 2016. – 191, [1] с. (Серия «ЕГЭ. Типовые тестовые задания»)
11. Репетиционные варианты. Единый государственный экзамен 2015. Физика. 12 вариантов. Учебное пособие./ А.И. Гигало; Федеральный институт педагогических измерений. – Москва: Интеллект-Центр, 2015. – 176 с.

## СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться при выполнении работы.

### Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
мега	М	$10^6$	милли	м	$10^{-3}$
кило	к	$10^3$	микро	мк	$10^{-6}$
гекто	г	$10^2$	нано	н	$10^{-9}$
деци	д	$10^{-1}$	пико	п	$10^{-12}$
санти	с	$10^{-2}$	фемто	ф	$10^{-15}$

### *Физические константы*

число $\pi$	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
заряд электрона	$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
масса Земли	$6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$
масса Солнца	$2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$
расстояние между Землей и Солнцем	$1 \text{ а.е.} \approx 1,5 \cdot 10^{-11} \text{ м}$ $\approx 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}$
1 астрономическая единица	
примерное число секунд в году	$3 \cdot 10^7 \text{ с}$

**Соотношение между различными единицами**

температура	$0 \text{ К} = -273,15^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электрон-вольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

**Масса частиц**

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

**Плотность**

воды	$1000 \text{ кг/м}^3$
древесины (ели)	$450 \text{ кг/м}^3$
парафина	$900 \text{ кг/м}^3$
пробки	$250 \text{ кг/м}^3$
алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
ртути	$13600 \text{ кг/м}^3$

**Удельная**

теплоемкость воды	$4,2 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$
теплота плавления льда	$333 \text{ кДж/кг}$

**Нормальные условия**    давление  $10^5 \text{ Па}$ , температура  $0^\circ\text{С}$

**Молярная масса**

азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водяных паров	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	серебра	$108 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

**Энергия покоя**

	электрона	0,5 МэВ		
	нейтрона	939,6 МэВ		
	протона	938,3 МэВ		
ядра водорода	${}^1_1\text{H}$	938,3 МэВ	ядра фосфора	${}^{30}_{15}\text{P}$ 27917,1 МэВ
ядра дейтерия	${}^2_1\text{H}$	1875,6 МэВ	ядра азота	${}^{14}_7\text{N}$ 13040,3 МэВ
ядра трития	${}^3_1\text{H}$	2809,4 МэВ	ядра кислорода	${}^{15}_8\text{O}$ 13971,3 МэВ