

Министерство образования Республики Беларусь
Белорусский государственный университет
Институт дополнительного образования
Кафедра общеобразовательных дисциплин

СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой
общеобразовательных дисциплин
_____ Бируля И. А.
«29» сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО
Директор-декан
_____ Навойчик П. И.
«21» ноября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО
Председатель
учебно-методической комиссии Института
_____ Хальпукова Е. Л.
«13» октября 2022 г.

Физика

Электронный учебно-методический комплекс для белорусских и
иностраных обучающихся Института дополнительного образования и
подготовительных курсов

Регистрационный № 2.4.2-20/303

Составители:
Демидович С. В., старший преподаватель;
Молофеев В. М., заместитель декана по учебной работе факультета
доуниверситетского образования иностранных граждан.

Рассмотрено и утверждено на заседании Научно-методического совета БГУ
29.11.2022 г., протокол № 2.

Минск 2022

УДК 53(075.8)
Ф 503

Утверждено на заседании Научно-методического совета БГУ
Протокол № 2 от 29.11.2022 г.

Решение о депонировании вынес:
Совет института дополнительного образования
Протокол № 2 от 21.11.2022 г.

Составители:

Демидович Светлана Владимировна, старший преподаватель кафедры общеобразовательных дисциплин Института дополнительного образования БГУ,

Молофеев Вячеслав Михайлович, заместитель декана по учебной работе факультета доуниверситетского образования иностранных граждан ИДО БГУ.

Рецензенты:

кафедра физических и математических основ информатики Белорусской государственной академии связи (заведующий кафедрой Булдык Г.М., доктор педагогических наук, профессор);

Янукович Т. П., доцент кафедры физики и аэрокосмических технологий факультета радиофизики и компьютерных технологий, кандидат физико-математических наук, доцент.

Физика : электронный учебно-методический комплекс для белорусских и иностранных обучающихся Института дополнительного образования и подготовительных курсов / БГУ, Институт дополнительного образования, Каф. общеобразовательных дисциплин ; сост.: С. В. Демидович, В. М. Молофеев. – Минск : БГУ, 2022. – 94 с. : ил. – Библиогр.: с. 93–94.

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) по учебной дисциплине «Физика» предназначен для обучающихся подготовительных отделений и подготовительных курсов. В ЭУМК содержатся учебные программы для белорусских и иностранных граждан, осваивающих образовательные программы подготовки к поступлению в УВО Республики Беларусь, конспект теоретического материала, практический раздел, раздел контроля знаний и список литературы.

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	7
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	8
1.1. Вводный курс по физике.....	8
1.1.1. Общие понятия в физике.	8
1.1.2. Математические действия с векторами.....	8
1.1.3 Движение материальной точки.	9
1.2. Основы кинематики.....	10
1.2.1. Равномерное прямолинейное движение.	10
1.2.2. Равноускоренное прямолинейное движение.	11
1.2.3. Движение тела, брошенного горизонтально.....	12
1.2.4. Движение тела по окружности с постоянной по модулю скоростью.	13
1.2.5. Закон сложения скоростей в классической механике.	14
1.3. Основы динамики	16
1.3.1. Законы Ньютона.	16
1.3.2. Силы в природе.....	17
1.3.3. Применение законов динамики.....	19
1.4. Законы сохранения в механике	20
1.4.1. Импульс тела.....	20
1.4.2. Механическая работа. Мощность. Энергия.....	20
1.4.3. Применение законов сохранения к ударам.....	22
1.5. Элементы статики гидростатики.....	22
1.5.1 Виды равновесия. Условия равновесия тела.	22
1.5.2 Закон Паскаля.	23
1.5.3 Закон Архимеда.	24
1.6. Основы молекулярной физики и термодинамики.....	24
1.6.1. Основные положения МКТ. Идеальный газ.	24
1.6.2. Основы термодинамики.	27
1.6.3. Теплопередача.....	29
1.6.4. Влажность воздуха.	31
1.7. Основы электродинамики.....	32
1.7.1. Электрический заряд.....	33

1.7.2. Напряженность электростатического поля.....	33
1.7.3. Потенциал электростатического поля.....	34
1.7.4. Проводники и диэлектрики в электростатическом поле. Электроемкость. Конденсаторы.....	35
1.7.5. Законы постоянного тока для участка цепи.	36
Общее сопротивление одинаковых $R_1 = R_2 = \dots = R_n$	38
1.7.6. Законы тока для полной цепи.....	38
1.7.7. Магнитные явления.	40
1.7.8. Явление электромагнитной индукции.....	41
1.8. Колебания и волны	43
1.8.1. Механические колебания.....	43
1.8.2. Волны в упругих средах.	45
1.8.3. Электромагнитные колебания.....	46
1.8.4. Электромагнитные волны.....	47
1.9. Оптика. Элементы теории относительности.	49
1.9.1. Геометрическая оптика.	49
1.9.2. Волновая оптика.	51
1.9.3. Элементы теории относительности.	53
1.10. Элементы квантовой и ядерной физики.....	53
1.10.1. Кванты света. Явление фотоэффекта.	53
1.10.2. Строение атома.	54
1.10.3. Атомное ядро.	56
1.10.4. Радиоактивность.	57
2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	59
2.1. Практические задания раздела «Вводный курс по физике»	59
2.1.1. Общие понятия в физике	59
2.1.2. Математические действия с векторами.....	59
2.1.3. Движение материальной точки.	60
2.2. Практические задания раздела «Основы кинематики»	60
2.2.1. Равномерное прямолинейное движение.	60
2.2.2. Равноускоренное прямолинейное движение.	61
2.2.3. Движение тела, брошенного горизонтально.....	62

2.2.4. Движение тела по окружности с постоянной по модулю скоростью.	63
2.2.5. Закон сложения скоростей в классической механике.	64
2.3. Практические задания раздела «Основы динамики».....	65
2.3.1. Законы Ньютона.	65
2.3.2. Силы в природе.....	65
2.3.3. Применение законов динамики.....	66
2.4. Практические задания раздела «Законы сохранения в механике»67	
2.4.1. Импульс тела.....	67
2.4.2 Механическая работа. Мощность. Энергия.....	68
2.4.3. Применение законов сохранения к ударам.....	69
2.5. Практические задания раздела «Элементы статики и гидростатики»	
.....	69
2.5.1. Виды равновесия. Условия равновесия тела.	69
2.5.2. Закон Паскаля.	70
2.5.3. Закон Архимеда.	70
2.6. Практические задания раздела «Основы молекулярной физики и термодинамики».....	71
2.6.1. Основные положения МКТ. Идеальный газ.	71
2.6.2. Основы термодинамики.	72
2.6.3. Теплопередача.....	73
2.6.4. Влажность воздуха.	74
2.7. Практические задания раздела «Основы электродинамики».	75
2.7.1. Электрический заряд.....	75
2.7.2. Напряженность электростатического поля.....	76
2.7.3. Потенциал электростатического поля.	76
2.7.4. Проводники и диэлектрики в электростатическом поле. Электроёмкость. Конденсаторы.....	77
2.7.5. Законы постоянного тока для участка цепи.	78
2.7.6 Законы тока для полной цепи.....	79
2.7.7. Магнитные явления.	80
2.7.8. Явление электромагнитной индукции.....	81
2.8. Практические задания раздела «Колебания и волны».....	82

2.8.1. Механические колебания.....	82
2.8.2. Волны в упругих средах.	83
2.8.3. Электромагнитные колебания.....	84
2.8.4. Электромагнитные волны.....	84
2.9. Практические задания раздела «Оптика. Элементы теории относительности».....	85
2.9.1. Геометрическая оптика.	85
2.9.2. Волновая оптика.	86
2.9.3. Элементы теории относительности.	87
2.10. Практические задания раздела «Элементы квантовой и ядерной физики».	87
2.10.1. Кванты света. Явление фотоэффекта.	87
2.10.2. Строение атома.	88
2.10.3. Атомное ядро.	89
2.10.4. Радиоактивность.	89
2.11. Материал для самостоятельного изучения.	91
3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ.....	92
4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	93
4.1. Рекомендуемая литература.....	93
4.2. Электронные ресурсы.....	93

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебно-методический комплекс по дисциплине физика предназначен для подготовки слушателей подготовительного отделения и курсов и соответствует стандартным требованиям «Программы вступительных испытаний по учебному предмету «Физика» для лиц, имеющих общее среднее образование, для получения высшего образования I ступени или среднего специального образования», утвержденной приказом Министра образования Республики Беларусь от 11.11.2021 № 768.

Структурные компоненты разделов УМК представляют собой согласованный целостный комплекс, отвечающий требованиям нормативных документов (типовая программа и учебные программы) и отражающий современные подходы к обучению физики, а также методическую концепцию авторов. Современная концепция физического образования основывается на следующих принципах:

- принцип научности изучаемого материала, связь с вузовским образованием;
- принцип соответствия содержания требуемому уровню усвоения знаний для поступления и дальнейшего обучения в ВУЗе;
- принцип дифференцированного подхода и индивидуализации процесса образования;
- принцип логически взаимосвязанного построения учебного материала «от простого к сложному».

УМК включает теоретический блок с перечнем рассматриваемых вопросов в теме, практический блок с заданиями по самостоятельному изучению тем дисциплины, вопросы для самоконтроля, а также задания по промежуточной аттестации.

Для обеспечения максимального эффекта обучения с помощью УМК учебная информация представлена в различных формах и на разных носителях: издания на печатной основе, издания в электронном виде.

Приступая к изучению учебной дисциплины, слушателям рекомендуется внимательно изучить список основной и вспомогательной литературы.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Краткий конспект

Основные понятия, законы, формулы по каждому разделу курса физики.

1.1. Вводный курс по физике

1.1.1. Общие понятия в физике.

Физика — это наука о природе. Познание природы начинается с наблюдений и накопления фактов.

Для объяснения фактов выдвигается гипотеза. Результаты экспериментальной проверки гипотезы позволяют установить закон.

Основные понятия физики — «физическое тело», «физическое явление» и «физическая величина».

Физическое тело — это любой предмет. **Физическое явление** — изменения, которые происходят с физическими телами и полями. **Физическая величина** описывает свойства физических тел и явлений.

Каждая физическая величина имеет символическое обозначение, числовое значение и единицу измерения.

Основными единицами СИ являются: метр (м), килограмм (кг), секунда (с), Кельвин (К), моль, Ампер (А).

Основные единицы измерения имеют свои эталоны. Физическую величину можно измерить или вычислить и выразить результат в соответствующих единицах.

Измерения бывают прямые и косвенные.

Если физическая величина измеряется непосредственно путём снятия данных со шкалы прибора, то такое измерение называют прямым.

При косвенных измерениях физическая величина определяется по формуле.

Для одних физических величин достаточно знать их числовое значение и единицу измерения. Например, масса $m = 5$ кг (килограмм), путь $s = 15$ м (метров). Такие величины называют скалярными.

Для других величин необходимо знать числовое значение и направление. Их называют векторными. Например, векторной величиной является сила. В качестве вектора мы принимаем отрезок на плоскости или в пространстве.

1.1.2. Математические действия с векторами.

Вектор имеет модуль и направление в пространстве.

Модуль вектора – это его числовое значение.

Вектор изображают в виде направленного отрезка (стрелки).

Сумму двух векторов находят по правилу параллелограмма или треугольника.

Чтобы найти разность двух векторов, надо провести вектор из конца вычитаемого вектора в конец уменьшаемого (сначала совместить начала векторов).

Так же разность векторов $\vec{a} - \vec{b}$ можно найти как сумму $\vec{a} + (-\vec{b})$.

Произведение вектора \vec{a} на число k есть вектор $\vec{b} = k\vec{a}$. При $k > 0$ направления векторов совпадают, а при $k < 0$ — противоположны.

Модуль вектора \vec{b} равен $b = |k| a$.

Вектор \vec{b} называется противоположным вектору \vec{a} ($\vec{b} = -\vec{a}$), если они имеют одинаковые модули, но противоположные направления.

Проекция точки — это основание перпендикуляра, опущенного из данной точки на ось.

Проекция вектора на ось — это длина отрезка, который заключён между проекциями начала и конца вектора на эту ось. Проекция вектора может иметь знак «+» (плюс) или «-» (минус).

Если угол α между вектором \vec{a} и осью x острый $\alpha < 90^\circ$, то его проекция на эту ось положительна $a_x > 0$, если угол тупой $90^\circ < \alpha < 180^\circ$ — отрицательна ($a_x < 0$), если угол прямой $\alpha = 90^\circ$ — проекция равна нулю ($a_x = 0$).

Проекция вектора на ось равна произведению его модуля на косинус угла между вектором и осью: $a_x = a \cos \alpha$.

Проекция суммы векторов на ось равна сумме их проекций на эту ось: например, если $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_N$, то $F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \dots + F_{Nx}$

1.1.3 Движение материальной точки.

Материальной точкой — это тело, размеры и форма которого в данной задаче можно пренебречь. Материальную точку часто называют телом.

Механическое движение — это изменение взаимного положения тел или частей одного тела в пространстве с течением времени.

Траектория движения — это непрерывная линия, которую описывает в пространстве движущаяся точка по отношению к данной системе отсчёта.

Движение и покой, траектория, скорость, путь и другие характеристики движения относительны. Они зависят от выбора системы отсчёта.

Тело отсчёта — это тело, относительно которого рассматривается движение других тел.

Тело отсчёта, связанная с ним система координат, и часы образуют **систему отсчёта**.

Для описания движения тела по заданной прямой каждого момента времени t достаточно знать значение одной координаты.

Для описания движения тела по плоскости следует использовать две координатные оси (Ox и Oy) и для каждого момента времени t знать две координаты (x и y) тела.

Перемещение (\vec{r}) материальной точки — это вектор, который соединяет её начальное и конечное положения. В случае прямолинейной траектории модуль вектора перемещения равен пройденному пути.

Путь (S) — это длина участка траектории, которую проходит материальная точка за некоторый промежуток времени.

Путь не меньше модуля перемещения тела за то же время: $S \geq |r|$

Пройденные пути складываются арифметически, а перемещения складываются по правилам сложения векторов.

1.2. Основы кинематики

1.2.1. Равномерное прямолинейное движение.

Кинематика - это раздел механики, который исследует способы описания движений и связей между величинами, этого движения. Кинематика отвечает на вопрос: как движется тело?

Равномерное прямолинейное движение - это такое движение, при котором за любые равные промежутки времени тело совершает одинаковые перемещения.

Траектория движения – прямая линия.

Скорость \vec{g} – это векторная физическая величина, которая равна перемещению тела за единицу времени.

$$\vec{g} = \frac{\vec{r}}{t} \quad (2.1)$$

Единица измерения скорости в СИ $[g] = \frac{m}{c}$

Скорость равномерного прямолинейного движения постоянна: с течением времени не изменяется ни её модуль, ни её направление.

График проекции скорости — прямая, параллельная оси времени.

Основные формулы прямолинейного равномерного движения представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные формулы прямолинейного равномерного движения.

Проекция скорости в момент времени t	$g_x = g_{0x} + a_x t$ $g_y = g_{0y} + a_y t$
Путь	$S = g t$
Проекция перемещения	$\vec{r} = \vec{g} \cdot t$ $r_x = g_x \cdot t = x - x_0$ $r_y = g_y \cdot t = y - y_0$
Координата тела в любой момент времени t	$x = x_0 + g_x \cdot t$ $y = y_0 + g_y \cdot t$

Пройденный путь S и проекция перемещения измеряются в метрах $[S] = [r] = m$

При равномерном прямолинейном движении тела модуль перемещения равен пути, пройденному за тот же промежуток времени.

Путь и перемещение можно определить графическим способом. Площадь фигуры между графиком проекции скорости и осью времени определяет проекцию перемещения.

Координата равномерно и прямолинейно движущегося тела линейно зависит от времени.

Графики проекции перемещения и координаты — прямые, наклон которых к оси времени определяется скоростью движения.

1.2.2. Равноускоренное прямолинейное движение.

Ускорение \vec{a} — это векторная физическая величина, которая равна изменению вектора скорости $\Delta\vec{v}$ за промежуток времени Δt .

$$\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} \quad (2.2)$$

Ускорение характеризует быстроту изменения скорости.

Ускорение направлено по вектору изменения скорости.

Если ускорение направлено по скорости, то скорость движения растёт, если противоположно скорости — то скорость уменьшается.

Единица измерения ускорения в СИ: $[a] = \frac{м}{с^2}$

Равноускоренное прямолинейное движение — это движение по прямой с постоянным ускорением. Это такое прямолинейное движение, при котором за любые равные промежутки времени скорость тела изменяется одинаково.

Основные формулы прямолинейного равноускоренного движения представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Основные формулы прямолинейного равноускоренного движения

Мгновенная скорость в момент времени t	$v = v_0 \pm at$
Проекция скорости в момент времени t	$v_x = v_{0x} + a_x t$ $v_y = v_{0y} + a_y t$
Путь	$S = v_0 t \pm \frac{at^2}{2}$ $S = \frac{ v^2 - v_0^2 }{2a}$ $S = \frac{v + v_0}{2} t$
Проекция перемещения	$r_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2} = x - x_0$

	$r_y = \mathcal{G}_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2} = y - y_0$
Координата тела в любой момент времени t	$x(t) = x_0 + \mathcal{G}_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ $y(t) = y_0 + \mathcal{G}_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2}$

Средняя скорость движения с постоянным ускорением равна полусумме начальной и конечной скоростей.

При равнопеременном движении тела его перемещение и координата — квадратичные функции времени.

Графики зависимости проекции перемещения и координаты от времени для равнопеременного движения являются участками парабол.

Вершина параболы на графике проекции перемещения соответствует моменту времени, при котором мгновенная скорость равна нулю.

1.2.3. Движение тела, брошенного горизонтально.

Свободное падение – это движение тела только под действием силы тяжести.

Ускорение \vec{g} , с которым свободно падает тело, называется **ускорением свободного падения**. Оно направлено вертикально вниз, не зависит от массы падающего тела, одинаково для всех тел. На Земле ускорение свободно падающего тела зависит от высоты над уровнем моря и от географической широты. На широте $\varphi = 45^\circ$ на уровне моря ускорение свободно падающего тела

$g = 9.80665 \frac{м}{с^2}$. Для упрощения расчётов в задачах принимаем его значение равным

$$g = 10 \frac{м}{с^2}.$$

Движение тела, брошенного горизонтально, можно представить как суперпозицию двух движений: равномерного по горизонтали со скоростью $\mathcal{G}_{0x} = \mathcal{G}_0$ и свободное падение по вертикали. Основные формулы движения тела, брошенного горизонтально представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Основные формулы движения тела, брошенного горизонтально

Проекция скорости в момент времени t	$\mathcal{G}_x = \mathcal{G}_{0x} = \mathcal{G}_0$ $\mathcal{G}_y = gt$
Мгновенная скорость в момент времени t	$\mathcal{G} = \sqrt{\mathcal{G}_x^2 + \mathcal{G}_y^2} = \sqrt{\mathcal{G}_0^2 + (gt)^2}$
Дальность полёта по горизонтали	$S = \mathcal{G}_0 t$

Высота полёта	$H = \frac{gt^2}{2}$
Перемещение	$r = \sqrt{S^2 + H^2}$
Тангенс угла наклона вектора скорости к горизонту	$tg\alpha = \frac{g_y}{g_x} = \frac{gt}{g_0}$

1.2.4. Движение тела по окружности с постоянной по модулю скоростью.

Рассмотрим самое простое из криволинейных движений — движение по окружности, при котором за любые равные промежутки времени тело (материальная точка) проходит одинаковые пути.

Когда тело движется по окружности, его радиус-вектор совершает вращательное движение. В СИ угол поворота тела измеряется в радианах (сокращенно — рад).

1 рад — это центральный угол, длина дуги которого равна радиусу окружности.

Период вращения T — это скалярная физическая величина, которая показывает время Δt одного полного оборота.

Частота вращения ν — это скалярная физическая величина, которая показывает число полных оборотов N за единицу времени Δt .

Угловая скорость ω — это физическая величина, которая численно равна отношению угла поворота $\Delta\varphi$ радиус-вектора к промежутку времени Δt , за которое этот поворот произошёл.

Линейная скорость \mathcal{V} — это скорость отдельной точки вращающегося тела. Линейная скорость зависит от угловой скорости и зависит от расстояния от точки до оси вращения. Линейная скорость материальной точки численно равна расстоянию S , которое точка проходит в единицу времени Δt .

Центростремительное ускорение (нормальное) направлено по радиусу к центру окружности. Основные формулы движения тела по окружности с постоянной по модулю скоростью представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Основные формулы движения тела по окружности с постоянной по модулю скоростью

Период	Частота	Линейная скорость	Угловая скорость	Центростремительное ускорение
$T = \frac{t}{N} =$ $= \frac{1}{\nu}$	$\nu = \frac{N}{t} =$ $= \frac{1}{T}$	$g = \frac{S}{t} =$ $= \frac{2\pi R}{T} =$ $= 2\pi R\nu =$ $= \omega R$	$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} =$ $= \frac{2\pi}{T} =$ $= 2\pi\nu$	$a_u = \frac{g^2}{R} =$ $= \omega^2 R =$ $= g\omega =$ $= 4\pi^2\nu^2 R =$ $= \frac{4\pi^2 R}{T^2}$

1.2.5. Закон сложения скоростей в классической механике.

Абсолютное движение – это движение тела относительно условно неподвижной системы отсчёта.

Относительное движение – движение точки или тела относительно движущейся системы отсчёта.

Переносное движение - это движение подвижной системы отсчёта относительно неподвижной.

Скорость тела в неподвижной системе отсчёта равна векторной сумме его скорости относительно движущейся системы и скорости движущейся системы относительно неподвижной.

Это утверждение называют **законом сложения скоростей Галилея**.

$$\vec{g}_1 = \vec{g}_{1/2} + \vec{g}_2 \quad (2.3)$$

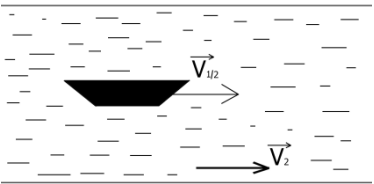
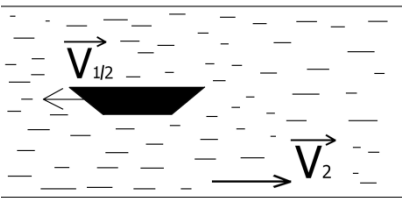
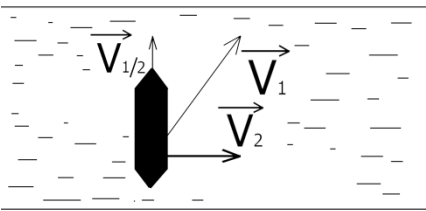
Закон сложения скоростей справедлив и для неравномерного движения, только в этом случае $\vec{g}_1, \vec{g}_{1/2}, \vec{g}_2$ - мгновенные скорости.

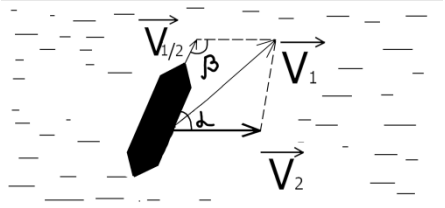
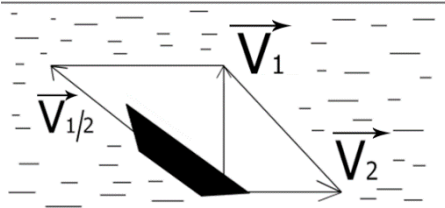
Перемещение тела относительно неподвижной системы отсчёта равно векторной сумме его перемещения относительно движущейся системы и перемещения движущейся системы относительно неподвижной.

$$\vec{r}_1 = \vec{r}_{1/2} + \vec{r}_2 \quad (2.4)$$

Закон сложения скоростей используется при решении многих практических задач. Например, рассмотрим таблицу 5.

Таблица 5 - Применение закона сложения скоростей при прямолинейном движении

<p>Взаимное расположение векторов</p> $\vec{g}_{1/2} \text{ и } \vec{g}_2$	<p>Возможная ситуация</p>	<p>Вычисление модуля абсолютной скорости (скорость тела относительно неподвижной системы отсчёта)</p>
$\vec{g}_{1/2} \uparrow \uparrow \vec{g}_2$	<p><i>Движение по течению:</i></p> <p>$\vec{g}_{1/2}$ - скорость лодки относительно течения реки;</p> <p>\vec{g}_2 - скорость течения реки</p> 	$g_1 = g_{1/2} + g_2$ <p>модуль абсолютной скорости (скорость по течению)</p>
$\vec{g}_{1/2} \uparrow \downarrow \vec{g}_2$	<p><i>Движение против течения:</i></p> 	$g_1 = g_{1/2} - g_2$ <p>модуль абсолютной скорости (скорость против течения)</p> <p>равен разности относительной и переносной скоростей</p>
$\vec{g}_{1/2} \perp \vec{g}_2$	<p><i>Лодка держит курс перпендикулярно берегу:</i></p>  <p>лодку «сносит»</p>	$g_1 = \sqrt{g_{1/2}^2 + g_2^2}$ <p>модуль абсолютной скорости определяется по теореме Пифагора</p>

<p>Произвольное расположение</p> <p>$\vec{g}_{1/2}$ и \vec{g}_2</p> <p>$\alpha(\vec{g}_{1/2}, \vec{g}_2) \neq 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ$</p>		<p>Вектор абсолютной скорости \vec{g}_1 строится по правилу параллелограмма и является его диагональю. Модуль g_1 определяется по теореме косинусов:</p> $g_1 = \sqrt{g_{1/2}^2 + g_2^2 - 2g_{1/2}g_2 \cos \beta}$ <p>так как $\beta = 180^\circ - \alpha$, то</p> $g_1 = \sqrt{g_{1/2}^2 + g_2^2 + 2g_{1/2}g_2 \cos \alpha}$
	<p><i>Частный случай:</i></p> <p>лодка переплывает реку перпендикулярно берегу</p> 	<p>Вектор абсолютной скорости также является диагональю параллелограмма, но модуль g_1 можно определить по теореме Пифагора:</p> $g_1 = \sqrt{g_{1/2}^2 - g_2^2}$

1.3. Основы динамики

1.3.1. Законы Ньютона.

Динамика -раздел механики, который изучает влияние взаимодействий между телами на их механическое движение. Динамика отвечает на вопрос: почему движется тело? Это причинная часть механики.

Законы Ньютона - три закона, которые лежат в основе классической механики. Законы Ньютона являются обобщением опыта.

Сила - это количественная мера взаимодействия. Сила вызывает изменение скорости тела или его деформацию. Сила - векторная физическая величина. В каждый момент времени сила характеризуется числовым значением, направлением и точкой приложения.

Единица измерения силы в СИ – 1 Ньютон $[F] = H$.

Инерция – это явление сохранения скорости прямолинейного равномерного движения или состояния покоя при компенсации внешних воздействий. Все материальные объекты обладают инерцией в одинаковой степени. Движение по инерции - движение тела, которое происходит без внешних воздействий. Если все силы, действующие на тело, скомпенсированы или их нет, то тело находится в состоянии покоя или в состоянии равномерного прямолинейного движения.

Инертность – это свойство материальных объектов приобретать разные ускорения при одинаковых внешних воздействиях со стороны других тел. Мерой инертности тела в поступательном движении является его масса.

Масса – мера инертных и гравитационных свойств тела.

Инерциальная система отсчёта - система отсчёта, в которой тело находится в покое или движется равномерно и прямолинейно до тех пор, пока на него не действуют другие тела или это действие скомпенсировано. Смысл первого закона Ньютона в утверждении существования таких систем отсчёта.

Принцип относительности классической механики - постулат Г. Галилея, согласно которому в любых инерциальных системах отсчёта все механические явления протекают одинаково при одних и тех же условиях.

Первый закон Ньютона (открыт Галилеем) - физический закон, в соответствии с которым материальная точка сохраняет состояние покоя или равномерного движения до тех пор, пока внешние воздействия не изменят это состояния.

Второй закон Ньютона - физический закон, в соответствии с которым ускорение, которое приобретает материальная точка в инерциальной системе отсчёта, прямо пропорционально действующей на тело (равнодействующей) силе, обратно пропорционально массе тела, и направлено в сторону действия силы.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_N = m\vec{a} \quad (3.1)$$

В данной форме закон применим только для тел, масса которых при движении не меняется.

Равнодействующая сила равна векторной сумме всех сил системы.

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_N \quad (3.2)$$

Третий закон Ньютона - физический закон, в соответствии с которым силы взаимодействия двух материальных точек равны по модулю, противоположны по направлению и действуют вдоль прямой, которая соединяет эти точки.

Парой сил называется система, которая состоит из двух сил равных по модулю и противоположных по направлению. Пара сил не имеет равнодействующей силы.

1.3.2. Силы в природе.

Деформация – это изменение размеров или формы тела. По видам различают деформации сжатия (растяжения), сдвига, изгиба и кручения. Деформации, которые полностью исчезают после прекращения действия на тело сил, называются упругими. А деформации, которые сохраняются и после того, как внешние силы перестали действовать на тело - пластическими.

Сила упругости приложена к телу, которая вызывает деформацию, и направлена противоположно деформирующей силе. При упругих деформациях сжатия и растяжения модуль силы упругости прямо пропорционален модулю изменения длины тела. Это закон Гука.

$$|F_{уп.}| = k\Delta x \quad (3.3)$$

Коэффициент пропорциональности k при этом называется коэффициентом упругости или жёсткостью.

В СИ коэффициент упругости (жёсткость) вычисляется в ньютонах на метр $[k] = \frac{H}{m}$.

Трение - явление сопротивления тел относительно перемещению. Возникает между двумя телами в плоскости соприкосновения их поверхностей и сопровождается рассеиванием энергии.

Опытным путём установлено, что максимальная сила трения покоя $\vec{F}_{\text{покоя}}^{\text{max}}$ и сила трения скольжения $\vec{F}_{\text{тр.ск}}$ не зависят от площади соприкосновения тел и пропорциональна силе нормального давления \vec{N} , прижимающей поверхности друг к другу.

$$F_{\text{тр.ск}} = \mu N \quad (3.4)$$

Коэффициент пропорциональности μ называется коэффициентом трения (покоя или скольжения). Коэффициент трения скольжения зависит от материалов и состояния соприкасающихся поверхностей, но практически не зависит от их площади.

Сила трения скольжения направлена противоположно скорости движения тела относительно опоры.

Сила трения качения намного меньше силы трения скольжения.

Сила трения покоя возникает при наличии внешней силы, которая стремится вызвать движение тела.

Сила сопротивления движению тела в газе или жидкости зависят от свойств среды, размеров и формы тела и от скорости его движения.

Закон всемирного тяготения: сила взаимодействия двух материальных точек прямо пропорциональна массам этих точек, обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними и направлена вдоль прямой соединяющей точки.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}, \quad G = 6,67 \times 10^{-11} \frac{H M^2}{\text{к}^2} \quad (3.5)$$

Гравитационная постоянная G показывает, с какой силой притягиваются две материальные точки массами по 1 кг на расстоянии 1 м друг от друга.

Сила тяжести $m\vec{g}$ – сила, с которой Земля действует на тело и сообщает ему ускорение свободного падения \vec{g} .

Вес тела \vec{P} — это сила, с которой тело действует на опору или на подвес из-за притяжения к Земле.

Сила тяжести приложена к телу, а вес — к опоре или подвесу.

Свободно падающие тела находятся в состоянии невесомости.

Первая космическая скорость – минимальная скорость, которую необходимо сообщить телу, находящемуся в гравитационном поле Земли (или иного массивного тела), чтобы оно стало искусственным спутником планеты, т. е. двигалось по круговой орбите радиусом $r=R+h$.

$$g = R \sqrt{\frac{g_0}{(R+h)}} \quad (3.6)$$

Вблизи поверхности Земли первая космическая скорость равна $g_1 = \sqrt{g_0 R} = 7,9 \frac{\text{км}}{\text{с}}$.

1.3.3. Применение законов динамики.

Динамические уравнения движения – это второй закон Ньютона, записанный для данного тела. Эти уравнения можно записать в векторном виде и в проекциях на оси координат. Составление и решение таких уравнений – главная задача динамики.

Умение решать задачи на законы Ньютона - это важный показатель понимания физических процессов, которые происходят в задаче, умение находить связи между ними. Динамические уравнения движения будут рассматриваться и в других разделах физики (например, движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях).

План решения задач.

1. Сделать рисунок, указать все силы, действующие на тело.
2. Если тело движется с ускорением, указать направление его вектора.
3. Нарисовать оси OX и OY декартовой системы координат. Удобно совмещать одну ось с направлением вектора ускорения.
4. Записать уравнение второго закона Ньютона в векторном виде, указав в нём силы, действующие на тело, согласно условию задачи.
5. Записать полученное уравнение в проекциях на оси OX и OY .
6. Указать дополнительные формулы, необходимые в каждой конкретной задаче.

Дополнительно необходимо помнить о следующих понятиях и формулах:

- Вес тела \vec{P} - сила, с которой тело давит на опору или подвес. По третьему закону Ньютона, если тело находится на поверхности, вес тела равен по модулю и противоположен по направлению силе нормальной реакции опоры $\vec{N} : |P| = |N|$.

Если тело висит на нити: $|P| = |F_n|$ где \vec{F}_n – сила натяжения нити, она приложена к телу и направляется всегда вдоль нити;

- сила трения скольжения $F_{\text{тр ск}} = \mu \cdot N$, μ - коэффициент трения. Следует иметь в виду, что сила трения скольжения всегда направлена в сторону, противоположную направлению скорости тела. Под действием силы трения скольжения тело может остановиться, тогда сила трения скольжения исчезнет. Если в задаче не указано, движется ли тело, необходимо провести исследование о его состоянии (покой или скольжение) и определить значение силы трения скольжения или покоя;

- при наличии в задачах пружин, растяжимых эластичных лент использовать закон Гука для упругих деформаций: $|F_{\text{упр.}}| = k \Delta x$, k – коэффициент жёсткости, Δx – величина деформации;

- кинематические уравнения;

- понятия давления, плотности и другие.

7. Решить полученную систему уравнений относительно неизвестных величин.

1.4. Законы сохранения в механике

1.4.1. Импульс тела.

Импульс тела — это векторная физическая величина, которая равна произведению массы тела на скорость его движения.

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad (4.1)$$

Направление вектора импульса тела совпадает с направлением вектора его скорости. В системе СИ единицей измерения импульса тела является килограмметр в секунду $[\vec{p}] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.

Изменение импульса тела равно импульсу результирующей всех сил, которые приложены к телу.

$$m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1 = \vec{F}\Delta t \quad (4.2)$$

$$[\vec{F}\Delta t] = H \cdot c = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

Изменить импульс механической системы могут только внешние силы.

Закон сохранения импульса: если результирующая внешних сил равна нулю, то импульс системы сохраняется.

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + m_3\vec{v}_3 + \dots + m_n\vec{v}_n = \text{const} \quad (4.3)$$

Закон сохранения импульса можно применить к незамкнутым системам, если влиянием внешних сил можно пренебречь. Например, закон сохранения импульса применяют при решении задач о столкновениях тел, выстрелах, взрывах, ударах, когда в течение крайне малых промежутков времени внутри системы возникают огромные силы.

Реактивное движение — движение тела, которое возникает при отделении от тела его части с некоторой скоростью относительно тела. При этом появляется сила, которая толкает тело в сторону, противоположную направлению движения отделившейся от него части тела.

1.4.2. Механическая работа. Мощность. Энергия.

Механическая работа — это процесс передачи механической энергии от одного тела (или системы тел) к другому.

Работа A постоянной силы F — скалярная физическая величина, Она равна произведению модуля силы F и модуля перемещения r на косинус угла α между ними.

$$A = Fr\cos\alpha \quad (4.4)$$

Единицей измерения работы в СИ является 1 джоуль: $[A] = 1 \text{ Дж}$.

Если угол между силой и перемещением острый, то работа силы положительна, если тупой — отрицательна. Силы, перпендикулярные перемещению тела, работу не совершают.

Мощность P – скалярная физическая величина, которая равна отношению работы A , совершённой механизмом, к промежутку времени Δt , за который эта работа совершается.

$$P = \frac{A}{\Delta t} = Fg \cos \alpha \quad (4.5)$$

где g - скорость движения.

Мощность пропорциональна произведению действующей силы и скорости движения тела.

При вычислении мгновенной мощности (мощность механизма в данный момент времени) в формулу необходимо подставлять мгновенное значение скорости.

Единицей измерения мощности в СИ является 1 ватт: $[P] = 1 \text{ Вт}$.

Коэффициентом полезного действия η называется отношение полезной мощности $P_{\text{плз}}$ к затраченной P_z (потреблённой).

В каждом механизме происходит потеря потреблённой мощности за счёт трения, сопротивления воздуха и т.д. Если продолжительность подвода и выделение энергии одинакова, то КПД можно вычислить по формулам:

$$\eta = \frac{P_{\text{плз}}}{P_z} \cdot 100\% = \frac{A_{\text{плз}}}{A_z} \cdot 100\% \quad (4.6)$$

Энергия E – это функция состояния физической системы, изменение которой равно работе.

Следовательно, единицей измерения энергии в СИ тоже является джоуль (Дж).

Кинетическая энергия E_k – это энергия, которой обладает тело массой m , вследствие движения и которая зависит от скорости движения g тела.

$$E_k = \frac{mg^2}{2} \quad (4.7)$$

Потенциальная энергия E_n – характеризует способность тела совершать работу. Так как силы взаимодействия могут иметь различную физическую природу и по-разному зависеть от расстояния между взаимодействующими телами, то единой формулы потенциальной энергии нет.

Потенциальная энергия тела массой m , которое поднято на высоту h относительно земли (нулевого уровня) определяется по формуле:

$$E_n = mgh \quad (4.8)$$

Потенциальная энергия упруго деформированного тела определяется по формуле:

$$E_n = \frac{kx^2}{2} \quad (4.9)$$

Полная механическая энергия - сумма кинетической и потенциальной энергии тела (или системы тел). Полная механическая энергия характеризует движение и взаимодействие тел и зависит от скоростей тел и их взаимного расположения.

$$E = \sum E_k + \sum E_n \quad (4.10)$$

Закон сохранения механической энергии - физический закон, в соответствии с которым: в замкнутой системе сумма кинетической и потенциальной энергии всех тел системы остаётся величиной постоянной.

1.4.3. Применение законов сохранения к ударам.

Удар - это кратковременное взаимодействие соприкасающихся тел, которое приводит к значительному изменению состояния их движения.

Центральный удар - это столкновение, при котором тела до удара движутся вдоль прямой, которая проходит через их центры масс.

Абсолютно упругий удар — модель соударения, при которой сохраняется полная кинетическая энергия системы. При абсолютно упругом ударе выполняется закон сохранения импульса.

Абсолютно неупругий удар – удар, после которого сохраняются возникающие в телах деформации. После абсолютно неупругого удара тела движутся как единое целое. При абсолютно неупругом ударе выполняется закон сохранения импульса, а кинетическая энергия тел не сохраняется, часть энергии переходит в тепловую энергию.

1.5. Элементы статики гидростатики

1.5.1 Виды равновесия. Условия равновесия тела.

Состояние тела, при котором оно остаётся неподвижным относительно данной инерциальной системы отсчёта, называют **состоянием механического равновесия**.

Существует три вида равновесия: устойчивое, неустойчивое и безразличное.

Чем ниже расположен центр тяжести тела и чем больше опорная площадь, тем более устойчиво состояние тела.

Первое условие равновесия следует из второго закона Ньютона:

для равновесия тела необходимо, чтобы векторная сумма всех сил, приложенных к нему, была равна нулю

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_N = 0 \quad (5.1)$$

Второе условие равновесия: для равновесия необходимо равенство нулю алгебраической суммы моментов всех сил, действующих на тело:

$$M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_n = 0 \quad (5.2)$$

где $M = F \times l$ - **момент силы** (вращающий момент) - произведение модуля силы на плечо. **Плечо силы** – это расстояние от оси вращения до линии действия силы.

Единица момента силы в СИ — ньютон-метр.

Момент силы может быть положительным или отрицательным.

Знак зависит от того, в какую сторону сила стремится повернуть тело вокруг данной оси. Если против хода часовой стрелки, то $M > 0$. Если по ходу часовой стрелки, то $M < 0$.

Простые механизмы дают возможность изменить точку приложения силы, её модуль и направление.

Рычагом может быть любое твёрдое тело, которое способно вращаться вокруг заданной оси (или точки опоры).

Различают рычаги первого и второго рода. У рычага первого рода вес поднимаемого груза и приложенная сила F находятся по разные стороны от точки опоры O , а у рычага второго рода — по одну сторону от неё.

Рычаг даёт выигрыш в силе во столько раз, во сколько раз плечо прилагаемой силы больше плеча веса поднимаемого груза.

Неподвижный блок не даёт выигрыша в силе, а только изменяет её направление.

Подвижный блок даёт выигрыш в силе в 2 раза (если пренебречь весом блока и трением).

Наклонная плоскость даёт выигрыш в силе во столько раз, во сколько раз её длина больше высоты.

Ни один механизм не даёт выигрыша в работе: во сколько раз выигрывают в силе, во столько раз проигрывают в пути.

Из-за силы трения и других потерь коэффициент полезного действия любого механизма меньше, чем 100 %.

1.5.2 Закон Паскаля.

Давление p — скалярная физическая величина, равная модулю силы давления F_{∂} , действующей на единицу площади поверхности S .

$$p = \frac{F_{\partial}}{S} \quad (5.3)$$

Единица давления в СИ - паскаль $[p] = 1 \text{Па} = 1 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$

Гидростатическое давление — давление покоящейся жидкости, обусловленное её силой тяжести.

$$p = \rho gh \quad (5.4)$$

ρ — плотность жидкости, h — высота столба жидкости.

Закон Паскаля: жидкость (газ) передаёт производимое на неё поверхностными силами внешнее давление по всем направлениям без изменения.

Из закона Паскаля следует:

- **полное давление** в любой точке жидкости складывается из давления p_0 на её поверхности и гидростатического давления столба жидкости, находящейся над этой точкой:

$$p = p_0 + \rho gh \quad (5.5)$$

- в сообщающихся сосудах однородные жидкости устанавливаются на одном уровне;

- при равновесии в сообщающихся сосудах разнородных жидкостей отношение высот столбов жидкостей обратно отношению их плотностей:

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \quad (5.6)$$

Гидравлический пресс – это устройство, которое состоит из двух сообщающихся между собой цилиндрических сосудов различного диаметра, снабжённых подвижными поршнями. Гидравлический пресс *даёт выигрыш в силе* во столько раз, во сколько площадь широкого поршня превышает площадь узкого (n – раз).

$$F_2 = \frac{S_2}{S_1} F_1 = nF_1 \quad (5.7)$$

1.5.3 Закон Архимеда.

Закон Архимеда: на тело, погруженное в жидкость (газ), действует выталкивающая сила (архимедова), численно равная весу жидкости или газа, вытесненного телом, направленная вертикально вверх и приложенная к центру тяжести вытесненного объёма жидкости (газа):

$$F_A = \rho_{ж} g V \quad (5.8)$$

где $\rho_{ж}$ - плотность жидкости, g – ускорение свободного падения, V – объём погруженной части тела.

Возможны три ситуации поведения тела в жидкости (газе):

- 1) однородное тело тонет, если плотность тела больше плотности жидкости;
- 2) тело плавает, частично погружившись в жидкость, если плотность тела меньше плотности жидкости ($F_a = mg$);
- 3) находится в равновесии внутри жидкости, если их плотности равны.

1.6. Основы молекулярной физики и термодинамики

1.6.1. Основные положения МКТ. Идеальный газ.

МКТ – теория тепловых явлений, основанная на представлении о мельчайших частицах вещества – атомах и молекулах.

Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ):

1. Вещество имеет дискретное строение, то есть состоит из частиц.
2. Частицы вещества беспорядочно и непрерывно движутся.
3. Частицы вещества взаимодействуют между собой.

Взаимодействие складывается из притяжения и отталкивания. Силы притяжения и отталкивания действуют одновременно, очень быстро уменьшаются с увеличением расстояния и практически исчезают на расстоянии $r = 10^{-9}$ м. Без притяжения частиц тело не могло бы существовать как целое, а без отталкивания невозможна его дискретная структура.

Реальное существование молекул, атомов, ионов подтверждается большим числом экспериментальных фактов. Растворение веществ, испарение жидкостей и твёрдых тел свидетельствует о дискретности физических тел.

Броуновское движение – беспорядочное движение взвешенных в жидкостях или газах мельчайших твёрдых частиц размерами порядка 1 мкм и меньше.

Диффузия – самопроизвольное взаимное проникновение молекул соприкасающихся веществ вследствие хаотического (теплового) движения молекул, приводящая к выравниванию концентрации вещества по всему объёму.

Явления диффузии, броуновское движение доказывают, что частицы находятся в непрерывном беспорядочном движении.

1 моль - это количество вещества, которое содержит столько же частиц, сколько атомов содержится в 0,012 кг изотопа углерода $^{12}_6\text{C}$. Значит, в одном моле любого вещества находится одинаковое число атомов или молекул. Это число частиц обозначили N_A и назвали постоянной Авогадро в честь итальянского учёного Амедео Авогадро (1776–1856). Постоянная Авогадро является одной из фундаментальных физических постоянных, её значение $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$.

Основные величины МКТ представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Основные величины МКТ

Название величины	Единица измерения	формула
m_0 – масса одной молекулы	[кг] килограмм	$m_0 = \frac{m}{N} = \frac{M}{N_a} = \frac{\rho}{n}$
m – масса газа	[кг] килограмм	$m = m_0 \cdot N$
N - число частиц	-	$N = \frac{m}{m_0}$
N_a - число Авогадро	[моль ⁻¹] моль в степени минус один	$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
ν - количество вещества	[моль] МОЛЬ	$\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}$
M молярная масса	$\left[\frac{\text{кг}}{\text{моль}} \right]$ килограмм на моль	$M = \frac{m}{\nu}$
n - концентрация	[м ⁻³] метр в минус кубе	$n = \frac{N}{V}$
ρ плотность	$\left[\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right]$ килограмм на метр в кубе	$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_0 N}{V} = m_0 n$
T - температура	[К] Кельвин	$T = t + 273$

При описании реальных физических процессов часто упрощают задачу, рассматривая только существенные свойства явления. Приём замены реального объёма идеальным называются идеализацией. Этот метод широко используется в физике. Модель идеального газа вводится для упрощения выводов закономерностей реального газа.

Идеальный газ (с точки зрения МКТ) – это газ, молекулы которого имеют нулевой собственный объем и не взаимодействуют на расстоянии. Реальный газ при условиях, близких к нормальным, можно приближенно считать идеальным.

Уравнение молекулярно-кинетической теории (МКТ) для давления (уравнение Клаузиуса):

$$p = \frac{1}{3} nm_0 \langle v_{кв} \rangle^2 \quad (6.1)$$

p – давление на стенку сосуда, $\langle v_{кв} \rangle$ – средняя квадратичная скорость движения молекул газа.

Молекулы и атомы характеризуются: диаметром ($d = 10^{-10} м$), объёмом ($V = 10^{-30} м^3$), массой ($m_0 = 10^{-27} кг$).

Уравнение молекулярно-кинетической теории (МКТ) для энергии (уравнение Больцмана):

$$\langle E_k \rangle = \frac{3}{2} kT \quad (6.2)$$

$\langle E_k \rangle$ – средняя кинетическая энергия одной молекулы, T – абсолютная температура, $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{Дж}{К}$ – постоянная Больцмана.

Для идеального газа температура T есть мера средней кинетической энергии молекулы.

Уравнением состояния называется уравнение, связывающее параметры состояния: давление, объём и температуру.

Идеальный газ – модель газа, удовлетворяющая следующим условиям: 1) молекулы газа можно считать материальными точками, которые хаотически движутся; 2) силы взаимодействия между молекулами идеального газа практически отсутствуют (потенциальная энергия их взаимодействия равна нулю); силы действуют только во время столкновений молекул, причём это силы отталкивания.

Состояние идеального газа описывается уравнением Клапейрона-Менделеева:

$$pV = \frac{m}{M} RT, \quad (6.3)$$

Где p – давление, V – объём, $R = 8,31 \frac{Дж}{мольК}$ – универсальная газовая постоянная.

На опыте были открыты газовые законы, которые устанавливают связь для определённой массы газа в изопроцессах.

Изопроцессы - это процессы, при которых один из параметров системы не изменяется.

Изотермический процесс – это процесс изменения состояния физической системы при постоянной температуре. ($T = const$).

Закон Бойля-Мариотта (изотермический процесс). Закон Бойля-Мариотта утверждает, что для данной массы газа, при постоянной температуре, произведение давления на объём есть величина постоянная:

$$pV = \text{const.} \quad (6.4)$$

Изобарный процесс – это процесс изменения состояния газа при постоянном давлении. ($p = \text{const}$).

Закон Гей-Люссака (изобарный процесс). Закон Гей-Люссака утверждает, что для данной массы газа, при постоянном давлении, объем газа прямо пропорционален абсолютной температуре:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}. \quad (6.5)$$

Изохорный процесс – это процесс изменения состояния газа при постоянном объеме. ($V = \text{const}$).

Закон Шарля (изохорный процесс). Закон Шарля утверждает, что для данной массы газа, при постоянном объеме, давление газа прямо пропорционален абсолютной температуре:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}. \quad (6.6)$$

Любой изопроцесс изображается на диаграмме линией, а состояние газа – точкой. Одноименные изолинии никогда не пересекаются.

Парциальное давление – это давление смеси газа, которое было бы, если бы этот газ занимал объем, занимаемый смесью газов.

Закон Дальтона утверждает о том, что давление смеси газов, химически не взаимодействующих между собой, равно сумме парциальных давлений каждого из компонентов смеси:

$$p = p_1 + p_2 + \dots + p_N \quad (6.7)$$

1.6.2. Основы термодинамики.

Термодинамика – наука о самых разнообразных процессах и сопровождающих их энергетических превращениях. Термодинамика отвлекается от подразумеваемого молекулярного строения вещества и учитывает только поведение системы в целом.

Внутренняя энергия идеального газа равна суммарной кинетической энергии молекул.

Изменение внутренней энергии при переходе термодинамической системы из одного состояния в другое зависит только от значений параметров этих состояний и не зависит от процесса перехода.

Внутренняя энергия U идеального одноатомного газа:

$$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT \quad (6.8)$$

Работа в термодинамике, которую совершает система при переходе из одного состояния в другое, зависит:

- 1) от начального и конечного состояний системы;
- 2) от вида процесса.

Работу газа A при изобарном процессе выражают через макроскопические параметры термодинамической системы:

$$A = p\Delta V \quad (6.9)$$

Количество теплоты – это количественная мера энергии, полученной (или отданной) системой при теплообмене.

Первое начало термодинамики – количество теплоты, полученное (или отданное) термодинамической системой при взаимодействии с внешними телами при её переходе из одного состояния в другое, идёт на приращение внутренней энергии системы и на работу, которую она совершает против внешних сил:

$$Q = \Delta U + A \quad (6.10)$$

Применение данного закона к изопроцессам рассмотрено в таблице 7.

Таблица 7 – Применение первого закона термодинамики к изопроцессам

Изотермический процесс	$T = const \Rightarrow \Delta U = 0$ $Q = A$
Изохорный процесс	$V = const \Rightarrow A = 0$ $Q = \Delta U$
Изобарный процесс	$Q = \Delta U + A$ $Q = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R \Delta T + p \Delta V =$ $= \frac{5}{2} \frac{m}{M} R \Delta T =$ $= \frac{5}{2} p \Delta V$

Адиабатический процесс – это процесс, происходящий в условиях теплоизоляции, $Q=0$.

Вечным двигателем первого рода называется устройство, создающее энергию из ничего. Невозможность такого двигателя вытекает из первого начала термодинамики (закона сохранения энергии).

Второе начало термодинамики. Существует свыше 20 формулировок второго начала термодинамики. Первая формулировка: теплота может самопроизвольно передаваться только от более нагретых тел к менее нагретым телам. Второе начало указывает, на направление процессов.

Тепловые машины – это устройства для преобразования внутренней энергии в механическую работу. Любая тепловая машина состоит из нагревателя, холодильника и рабочего тела.

Термический коэффициент полезного действия теплового двигателя — отношение работы $A_{ц}$, совершаемой рабочим телом за цикл, к количеству теплоты $Q_{н}$, полученному им от нагревателя:

$$\eta = \frac{A_{ц}}{Q_{н}} \quad (6.11)$$

Какие процессы наиболее выгодны для тепловой машины? Французский инженер С. Карно предложил для работы тепловой машины обратимый

циклический процесс, который состоит из двух изотерм и двух адиабат. Карно рассчитал КПД идеальной тепловой машины. Для цикла Карно КПД зависит только от температуры теплоотдатчика T_1 и теплоприёмника T_2 . Энергия беспорядочного движения в тепловой машине может быть превращена в механическую энергию только частично.

Вечным двигателем второго рода называется устройство, превращающее в полезную работу всё количество теплоты, полученное от нагревателя (без передачи некоторого количества теплоты холодильнику). Утверждение о невозможности вечного двигателя второго рода – одна из возможных формулировок второго начала термодинамики.

1.6.3. Теплопередача.

Количество теплоты – это энергия, полученная (или отданная) системой при теплообмене.

Теплопроводность – это процесс выравнивания температур при соприкосновении тел (твёрдых, жидких или газообразных), имеющих разную температуру. Теплопроводность объясняется переходом энергии от более нагретых к менее нагретым областям вещества при отсутствии (если это газ или жидкость) перемешивания или конвекции.

Конвекция - процесс перемешивания слоев жидкости или газа, имеющих разную температуру и находящихся в поле тяготения. Причиной конвекции является зависимость плотности жидкости или газа от температуры. Конвекция – один из способов теплообмена.

Фазовые переходы 1-го рода - это превращения, которые сопровождаются выделением или поглощением энергии (скрытой теплоты перехода) и изменением удельного объема. К таким переходам относятся: плавление и кристаллизация, испарение и конденсация, сублимация (испарение твёрдых тел) и конденсация.

Плавление – фазовый переход вещества из твёрдого состояния в жидкое. Этот фазовый переход всегда сопровождается поглощением энергии $Q > 0$, т.е. к веществу необходимо подводить теплоту.

Удельная теплота кристаллизации равна удельной теплоте плавления.

При плавлении внутренняя энергия вещества увеличивается. Плавление происходит только при определенной температуре, называемой температурой плавления. Каждое вещество имеет свою температуру плавления. Пока происходит плавление, температура вещества не изменяется.

Кристаллизация - процесс, обратный плавлению. Кристаллизация всегда сопровождается выделением энергии $Q < 0$, т.е. от вещества необходимо отводить теплоту. При этом внутренняя энергия вещества уменьшается. Кристаллизация происходит только при определенной температуре, совпадающей с температурой плавления.

Пока происходит кристаллизация, температура вещества не изменяется.

Аморфные тела не имеют определённой точки плавления и кристаллизации.

Испарение - это процесс парообразования, происходящий при любой температуре с поверхности жидкости.

Парообразование вещества – переход вещества из жидкого состояния в газообразное.

Кипение - это процесс парообразования, происходящий не только со свободной поверхности жидкости, но и во всем объеме, внутри образующихся пузырьков пара. Пузырьки пара увеличиваются в размерах и всплывают на поверхность и лопаются, создавая характерную картину кипения. Температура кипения соответствует равенству давления насыщенного пара жидкости внешнему давлению.

Этот фазовый переход всегда сопровождается поглощением энергии $Q > 0$, т.е. к веществу необходимо подводить теплоту.

При этом внутренняя энергия вещества увеличивается. Каждое вещество имеет свою температуру кипения. Пока происходит кипение, температура вещества не изменяется.

Конденсация – обратный переход из газообразной фазы в жидкую.

При конденсации пар отдаёт то количество энергии, которое было затрачено на его образование. Конденсация пара сопровождается выделением энергии. Опыты показывают, что удельная теплота парообразования равна удельной теплоте конденсации.

Горение топлива — химическая реакция соединения горючих элементов топлива с окислителем (чаще всего кислородом) при высокой температуре, которая сопровождается интенсивным выделением теплоты и света.

Формулы теплопередачи представлены в таблице 8.

Таблица 8 - Формулы теплопередачи.

Процесс	Формула
Нагревание-охлаждение	$Q = C\Delta t = cm\Delta t,$ <p>где теплоёмкость C – это количество теплоты, необходимое для нагревания тела (<i>системы</i>) на один кельвин.</p> $C = \frac{Q}{\Delta T}$ <p>Если расчёт ведётся на один килограмм, то c – удельная теплоёмкость:</p> $c = \frac{Q}{m\Delta T}$

	<p>Единица измерения теплоёмкости в СИ: <i>джоуль на кельвин</i>: $[C] = \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$.</p> <p>Единица измерения удельной теплоёмкости в СИ: <i>джоуль на килограмм-кельвин</i>: $[c] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$.</p>
Плавление-кристаллизация	$Q = \lambda m$ <p>где λ - удельная теплота плавления.</p> <p>Единица измерения в СИ <i>джоуль на килограмм</i>: $[\lambda] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$</p>
Парообразование (кипение) - конденсация	$Q = Lm$ <p>где L - удельная теплота парообразования.</p> <p>Единица измерения в СИ <i>джоуль на килограмм</i>: $[L] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$</p>
Горение	$Q = qm$ <p>где q - удельная теплота сгорания топлива.</p> <p>Единица измерения в СИ <i>джоуль на килограмм</i>: $[q] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$</p>

Уравнение теплового баланса: «Если тела образуют замкнутую систему и между ними происходит только теплообмен, то алгебраическая сумма полученных энергий Q_n и отданных энергий Q_0 равна нулю. При этом $Q_n > 0, Q_0 < 0$ ». Уравнение теплового баланса:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_N = 0 \quad (6.12)$$

1.6.4. Влажность воздуха.

Пар – это газ при температуре ниже критической. Пар можно превратить в жидкость простым сжатием. Всякий пар – это газ, но не всякий газ есть пар.

Критическая температура – температура, выше которой газ невозможно сжатием превратить в жидкость. Критическая температура у разных веществ может быть довольно высокой и очень низкой. Например, у водяного пара (H_2O) она равна 647 К, у молекулярного водорода (H_2) 33 К, у гелия (He) 5,2 К.

Агрегатные состояния вещества находятся в **динамическом равновесии**, если количество молекул, переходящих из одного состояния в другое в единицу времени, равно числу молекул, переходящих за то же время из второго агрегатного состояния в первое. Равновесие может быть на границе «жидкость-пар», «твёрдое тело-жидкость» и «твёрдое тело-пар». Давление, соответствующее равновесию, зависит от температуры.

Насыщенный пар- это пар, который находится в динамическом равновесии со своей жидкостью. Давление насыщенного пара имеет единственное значение, которое зависит только от его температуры. Если объём, занимаемый насыщенным паром, начать уменьшать при постоянной температуре, то пар начнёт конденсироваться в жидкость, так как концентрация его частиц и давление достигли предельного значения.

Абсолютной влажностью воздуха ρ называют величину, которая численно равна массе водяного пара, которая содержится в 1 м^3 воздуха (плотность водяного пара в воздухе при данных условиях).

Если известна абсолютная влажность, то нельзя судить о том, сух или влажен воздух. Для определения степени влажности воздуха необходимо знать, как далёк водяной пар от насыщения.

Абсолютную влажность ρ выражают в граммах на кубический метр ($\frac{\text{г}}{\text{м}^3}$).

Относительная влажность воздуха φ - это отношение абсолютной влажности ρ к плотности насыщенного пара $\rho_{\text{нп}}$ при данной температуре.

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{нп}}} \cdot 100\% = \frac{p}{p_{\text{нп}}} \cdot 100\% \quad (6.13)$$

Или отношение упругости p водяного пара к давлению насыщенного пара $p_{\text{нп}}$.

Точка росы - температура, при которой водяной пар в результате изобарного охлаждения становится насыщенным.

Психрометр- прибор для определения влажности.

Психрометр состоит из двух термометров — сухого и влажного. Сухой термометр показывает температуру воздуха. Резервуар влажного термометра обёрнут тканью, смачиваемой водой. Вода с ткани испаряется, охлаждая при этом термометр. Чем меньше относительная влажность воздуха, тем интенсивнее испаряется вода и тем сильнее охлаждается влажный термометр. И наоборот — при большой относительной влажности воздуха влажный термометр охлаждается незначительно. При 100 %-ной относительной влажности вода и её пар находятся в динамическом равновесии и показания обоих термометров совпадают. Зная показания сухого и влажного термометров, относительную влажность воздуха определяют, используя специальную таблицу, называемую психрометрической

1.7. Основы электродинамики

Электродинамика — раздел физики, в котором изучают электромагнитное взаимодействие между электрически заряженными телами и частицами.

1.7.1. Электрический заряд.

В любом веществе имеются электрические заряды.

Электрический заряд q - физическая скалярная величина, характеризующая свойство тел или частиц вступать в электромагнитное взаимодействие.

Единица измерения заряда в системе СИ $[q] = 1$ Кл (кулон).

Электризация тела – сообщение электрических зарядов телу или наведение зарядов на нём.

Опыты по электризации показывают, что существуют два рода электрических зарядов, которые условно называют положительными и отрицательными. Одноимённые заряды отталкиваются, разноимённые – притягиваются. На этом свойстве зарядов основано действие простейших приборов – электроскопа и электрометра.

Электрон – элементарная частица, заряд которой $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, масса $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг. Протон – элементарная частица, входящая в состав атомного ядра, имеет положительный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, а массу в 1836 раз больше массы электрона.

Электрический заряд дискретен: любой заряд, больший элементарного, состоит из целого числа элементарных зарядов:

$$q = \pm Ne, N = 1, 2, 3, \dots \quad (7.1)$$

Закон сохранения электрического заряда - физический закон, в соответствии с которым в замкнутой системе алгебраическая сумма электрических зарядов (полный электрический заряд) всех частиц остаётся неизменной:

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots = const \quad (7.2)$$

Закон Кулона - основной закон электростатики, который выражает зависимость силы взаимодействия двух неподвижных точечных зарядов от расстояния между ними.

«Два неподвижных точечных заряда q_1 и q_2 взаимодействуют с силой, прямо пропорциональной произведению величин этих зарядов и обратно пропорциональной квадрату расстояния r^2 между ними».

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}, \quad (7.3)$$

коэффициент пропорциональности $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{Н \cdot м^2}{Кл^2}$, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{Ф}{м}$ - электрическая постоянная.

1.7.2. Напряженность электростатического поля.

Электростатическое поле - электрическое поле неподвижных электрических зарядов. Оно создаётся только электрическими зарядами, существует в пространстве, окружающем эти заряды, неразрывно с ними связано и не меняется со временем. Электрические поля условно обозначают силовыми

линиями. Электрическое поле проявляется в том, что на любой заряд, помещённый в любую точку этого поля, будет действовать электрическая сила.

Силовые линии (линии напряжённости) — воображаемые направленные линии, касательные к которым в каждой точке поля совпадают по направлению с напряжённостью электростатического поля в той же точке.

Условились проводить линию напряжённости от положительного заряда к отрицательному.

Напряжённость электрического поля \vec{E} — векторная физическая величина, которая является силовой характеристикой поля. **Напряжённость электрического поля** равна отношению силы, действующей на пробный заряд q_0 , к значению этого заряда.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \quad (7.4)$$

В СИ единицей измерения напряжённости является ньютон-на-кулон ($\frac{H}{Кл}$) или вольт-на-метр ($\frac{В}{м}$).

Зная вектор напряжённости поля, легко вычислить силу $\vec{F} = q_0\vec{E}$, с которой поле действует на помещённый в него заряд.

Модуль напряженности E поля точечного заряда q на расстоянии r от него определяется соотношением:

$$E(r) = k \frac{|q|}{\epsilon r^2} \quad (7.5)$$

Поле точечного заряда — неоднородное поле, так как в разных точках пространства векторы напряжённости различаются по модулю и направлению.

Если векторы напряжённости во всех точках поля одинаковы — равны по модулю и параллельны друг другу, то такое поле называют однородным.

Принцип суперпозиции: напряженность результирующего электрического поля $\vec{E}_{рез}$, создаваемого несколькими зарядами в некоторой точке пространства, равна векторной сумме напряженностей полей, создаваемых каждым из точечных зарядов системы в отдельности:

$$\vec{E}_{рез} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots + \vec{E}_n \quad (7.6)$$

1.7.3. Потенциал электростатического поля.

Энергетической характеристикой электростатического поля в разных точках служит **потенциал** φ .

Потенциал φ электростатического поля — это скалярная физическая величина, равная отношению потенциальной энергии W_n пробного заряда q_0 , помещённого в эту точку, к значению этого заряда

$$\varphi = \frac{W_n}{q_0} \quad (7.7)$$

Единица потенциала в СИ 1 Вольт $[\varphi] = 1В$

Потенциал поля φ , созданного точечным зарядом q , на расстоянии r от него, определяется по формуле:

$$\varphi(r) = k \frac{q}{\varepsilon r} \quad (7.8)$$

Электростатическое поле графически изображают не только с помощью линий напряжённости, но и с помощью эквипотенциальных поверхностей – поверхностей равного потенциала. Такие поверхности в каждой точке поля перпендикулярны силовым линиям поля. Для однородного поля эквипотенциальные поверхности представляют собой плоскости. Для точечного заряда – концентрические сферы.

Принцип суперпозиции для потенциалов: «если электростатическое поле создается несколькими зарядами, то его потенциал в данной точке поля равен алгебраической сумме потенциалов полей, создаваемых в этой точке каждым из зарядов в отдельности»:

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n \quad (7.9)$$

Работа электростатического поля A по перемещению пробного заряда q_0 между двумя точками 1 и 2 поля равна разности потенциальных энергий W зарядов начальной и конечной точках перемещения:

$$A = W_{n1} - W_{n2} = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU \quad (7.10)$$

$\varphi_1 - \varphi_2$ - разность потенциалов между точками 1 и 2, U - напряжение.

Связь между разностью потенциалов U и напряжённостью E для однородного электростатического поля:

$$E = \frac{U}{d} \quad (7.11)$$

d - расстояние вдоль силовой линии между точками 1 и 2.

Работа силы однородного электростатического поля по перемещению заряда:

$$A = qEd \quad (7.12)$$

1.7.4. Проводники и диэлектрики в электростатическом поле.

Электроёмкость. Конденсаторы.

Проводники – это вещества, в которых электрические заряды могут перемещаться свободно. К проводникам относятся металлы, растворы солей, кислот, щелочей.

Диэлектрики – это вещества, в которых электрические заряды не могут перемещаться свободно. К ним относятся стекло, фарфор, смола, пластмасса, шёлк и другие.

То обстоятельство, что в проводниках имеются свободные заряды, а в диэлектриках - связанные заряды, объясняет различия в действии на них электростатического поля.

Наличие в проводнике свободных зарядов приводит к тому, что внутри проводника электростатического поля нет.

Диэлектрическая проницаемость вещества ε (эпсилон) — это физическая величина, которая показывает, во сколько раз модуль сил

электростатического взаимодействия зарядов в вакууме F_e больше модуля сил взаимодействия этих же зарядов в данной однородной среде F_{cp} :

$$\varepsilon = \frac{F_e}{F_{cp}} \quad (7.13)$$

Это значит, что сила, с которой заряды взаимодействуют в диэлектрике, уменьшается в ε - раз.

Конденсатор состоит из двух проводников (обкладок), разделенных слоем диэлектрика. Толщина диэлектрика обычно мала по сравнению с размерами проводников. В зависимости от формы обкладок конденсаторы бывают плоские, цилиндрические, сферические и др. По типу диэлектрика различают воздушные, бумажные, слюдяные, керамические и др. конденсаторы.

Электрическая ёмкость C конденсатора – скалярная физическая величина, которая равна отношению заряда одного из проводников к разности потенциалов между этими проводниками

$$C = \frac{q}{U} \quad (7.14)$$

Единицей электрической емкости проводника в СИ является 1 Фарад $[C] = 1\Phi$

Электроёмкость двух проводников зависит от их формы, размеров, взаимного расположения и диэлектрической проницаемости среды.

Электроёмкость плоского конденсатора:

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d} \quad (7.15)$$

S – площадь пластин, d -расстояние между ними, ε - диэлектрическая проницаемость среды, ε_0 электрическая постоянная, равная $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\Phi}{м}$.

Энергия электростатического поля заряженного конденсатора ёмкостью C :

$$W = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C} \quad (7.16)$$

Если по условию задачи конденсаторы имеют одинаковые заряды, то энергия больше в том конденсаторе, электроёмкость которого меньше: $W = \frac{q^2}{2C}$

Если на конденсаторы подают одинаковое напряжение, то энергия накапливается в конденсаторах пропорционально их электроёмкости: $W = \frac{CU^2}{2}$

1.7.5. Законы постоянного тока для участка цепи.

Электрический ток – это направленное (упорядоченное) движение электрических зарядов.

Движение электронов и ионов непосредственно невидимо, но их направленное движение вызывает различные явления: магнитные, тепловые, световые или химические. По этим явлениям мы и говорим о наличии электрического тока.

Сила тока I – скалярная физическая величина, измеряемая зарядом, протекающим через поперечное сечение проводника за единицу времени.

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad (7.17)$$

Единица измерения силы тока в СИ: $[I] = 1\text{А}$. 1 Ампер – четвёртая основная единица этой системы (наряду с метром, килограммом и секундой).

В случае постоянного тока при определении силы тока можно брать любой промежуток времени Δt .

За направление электрического тока условно принято направление упорядоченного движения положительно заряженных частиц. В металлах свободные электроны движутся в направлении, противоположном принятому направлению тока.

Прибор для измерения силы тока – амперметр.

Прибор для измерения напряжения на участках цепи – это вольтметр.

Закон Ома для участка: сила тока I на участке цепи пропорциональна напряжению U , приложенному к концам участка, и обратна пропорциональна его сопротивлению R :

$$I = \frac{U}{R} \quad (7.18)$$

Свойство проводника оказывать сопротивление току называют **электрическим сопротивлением R** .

Электрическое сопротивление зависит от вида материала проводника, площади его поперечного сечения S и длины l :

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (7.19)$$

Удельное сопротивление ρ – это величина, которая характеризует способность вещества проводить электрический ток.

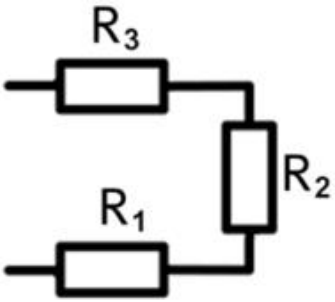
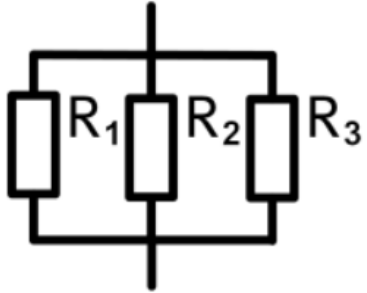
Удельное сопротивление зависит от температуры. У металлов оно растёт с ростом температуры, у полупроводников и водных растворов электролитов – уменьшается.

Единица измерения удельного сопротивления в СИ Ом·метр: $[\rho] = \text{Ом} \cdot \text{м}$

Правила расчёта силы тока, напряжения и сопротивления при различных видах соединения проводников представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Законы последовательного и параллельного соединения проводников

	Последовательное соединение	Параллельное соединение

схема		
Сила тока, где I_0 - общая сила тока	$I_1 = I_2 = I_0$	$I_1 + I_2 = I_0$
Напряжение, где U_0 - общее напряжение	$U_1 + U_2 = U_0$	$U_1 = U_2 = U_0$
Общее сопротивление R_0	$R_0 = R_1 + R_2 + \dots + R_n$	$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$ $R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$
Общее сопротивление одинаковых $R_1 = R_2 = \dots = R_n$ n-проводников	$R = R_1 \cdot n$	$R = \frac{R_1}{n}$

1.7.6. Законы тока для полной цепи.

Для создания и поддержания электрического тока в цепи необходим источник тока.

Источник тока - источник электрической энергии, в котором действуют сторонние силы, разделяющие электрические заряды.

Источник тока характеризуется электродвижущей силой \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r . Источниками тока являются гальванические элементы, аккумуляторы, машины постоянного тока и др. Внутри источника тока движение зарядов от точек с меньшим потенциалом к точкам с большим потенциалом вызывается действием сил неэлектростатической природы.

Сторонняя сила – это сила неэлектростатической природы, вызывающая перемещение положительных электрических зарядов внутри источника

постоянного тока от точки с низким потенциалом к точке с высоким потенциалом.

Сторонними считаются все силы отличные от кулоновских сил.

Превращение в источнике тока других видов энергии (химической в аккумуляторах и батареях, световой в фотоэлементах) в электроэнергию соответствует полной работе A .

Электродвижущая сила источника тока (ЭДС) \mathcal{E} – физическая скалярная величина, равная отношению работы сторонней силы по перемещению положительного электрического заряда внутри источника тока от его отрицательного полюса к положительному полюсу к значению этого заряда:

$$\mathcal{E} = \frac{A_{\text{стор}}}{q} \quad (7.20)$$

ЭДС, как и потенциал, измеряется в вольтах: $[\mathcal{E}] = B$.

В полной электрической цепи различают две части: **внешний участок** с сопротивлением R , которое соединяет зажимы источника вне его, и **внутренний участок** сопротивлением r .

Закон Ома для замкнутой (полной) цепи связывает электродвижущую силу источника \mathcal{E} с полным сопротивлением цепи:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} \quad (7.21)$$

Здесь R и r - соответственно сопротивление нагрузки и внутреннее сопротивление источника.

Короткое замыкание источника тока (сопротивление внешнего участка цепи стремится к нулю $R \rightarrow 0$):

$$I_{\text{кз}} = \frac{\mathcal{E}}{r} \quad (7.22)$$

Закон Джоуля-Ленца позволяет найти количество теплоты Q , которое выделяется в проводнике при протекании электрического тока: количество теплоты Q прямо пропорционально квадрату силы тока I^2 , сопротивлению проводника R и времени протекания тока Δt :

$$Q = I^2 R \Delta t \quad (7.23)$$

Работа A электрического тока на участке цепи:

$$A = IU \Delta t = I^2 R \Delta t = \frac{U^2}{R} \Delta t = qU \quad (7.24)$$

q – заряд, прошедший по проводнику, U – напряжение, I – сила тока, R – сопротивление проводника, Δt - промежуток времени.

Формулы для вычисления электрической мощности различных участков цепи представлены в таблице 10.

Таблица 10 - Формулы для вычисления электрической мощности

Полная мощность в замкнутой цепи P	Мощность на внешнем участке цепи $P_{\text{пол}}$ (полезная мощность)	Мощность на внутреннем участке цепи

$P_0 = I\varepsilon = \frac{\varepsilon^2}{R+r} = P_{\text{пол}} + I^2r$	$P_{\text{пол}} = I^2R = \frac{U^2}{R} = IU = \frac{\varepsilon^2 R}{(R+r)^2}$	$P = I^2r$
--	--	------------

Коэффициент полезного действия (КПД) источника тока – отношение полезной мощности тока на внешнем участке цепи к полной мощности, развиваемой сторонними силами источника тока:

$$\eta = \frac{P_{\text{пол}}}{P_0} = \frac{R}{R+r} \quad (7.25)$$

КПД полной электрической цепи определяется отношением сопротивления внешнего участка цепи к сопротивлению всей полной цепи.

1.7.7. Магнитные явления.

Магнитное поле – одна из сторон единого электромагнитного поля. Магнитное поле создается движущимися зарядами (током проводимости) и переменным электрическим полем (током смещения). Магнитное поле обнаруживается действием на магнитную стрелку или проводник с током.

Опыт Эрстеда: Эрстед обнаружил магнитное поле тока проводимости: магнитная стрелка, расположенная вблизи проводника с током, при включении тока отклонялась от направления магнитного меридиана.

Для характеристики магнитного поля используются физические величины: вектор магнитной индукции \vec{B} и вектор магнитного момента \vec{p}_m контура с током.

Магнитная индукция \vec{B} - это векторная физическая величина, которая является силовой характеристикой магнитного поля. Модуль вектора магнитной индукции — физическая величина, равная отношению максимальной силы F_{max} , действующей со стороны магнитного поля на отрезок проводника с током, к произведению силы тока I и длины отрезка проводника l :

$$B = \frac{F_{\text{max}}}{Il} \quad (7.26)$$

Единицей измерения магнитной индукции в СИ является тесла: $[B] = 1\text{Тл}$

Магнитное поле изображают графически с помощью линий магнитной индукции.

Линией магнитной индукции называются линии, касательные к которым в каждой точке поля совпадают с вектором магнитной индукции. Их направление задается правилом правого винта: если мысленно обхватить проводник правой рукой так, чтобы большой палец указывал направление тока, то остальные пальцы будут согнуты в направлении линий индукции магнитного поля.

Линии магнитной индукции в отличие от линий напряжённости электростатического поля являются замкнутыми линиями.

Для магнитного поля, как и для электрического поля, справедлив **принцип суперпозиции:** магнитная индукция результирующего поля $\vec{B}_{\text{рез}}$, создаваемого несколькими токами или движущимися зарядами, равна векторной сумме

магнитных индукций складываемых полей, создаваемых каждым током или движущимся зарядом в отдельности:

$$\vec{B}_{рез} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n \quad (7.27)$$

Закон Ампера устанавливает связь силы F_A , действующей на проводник с током в магнитном поле, с силой тока и индукцией магнитного поля:

$$F_A = IB\Delta l \sin\alpha, \quad (7.28)$$

где I – сила тока, B – индукция магнитного поля, Δl – длина элементарного участка проводника α - угол между направлением тока в проводнике и вектором магнитной индукции.

Если магнитное поле однородное, то длина проводника может быть любой, при этом проводник целиком должен находиться в магнитном поле.

Направление вектора \vec{F}_A определяется по правилу левой руки: нормальная составляющая вектора магнитной индукции входит в левую ладонь, четыре вытянутых пальца направляются по току, отогнутый на 90° большой палец указывает направление силы Ампера, действующей на проводник с током.

Сила Лоренца - сила, с которой магнитное поле действует на движущуюся в нем заряженную частицу.

Модуль силы Лоренца:

$$F_l = q\vartheta B \sin\alpha \quad (7.30)$$

ϑ - модуль скорости заряженной частицы q , α - угол между направлением скорости $\vec{\vartheta}$ частицы и вектором магнитной индукции \vec{B} .

Направление вектора силы Лоренца определяется по правилу левой руки: нормальная составляющая вектора магнитной индукции входит в левую ладонь, четыре вытянутых пальца направляются вдоль скорости движения положительно заряженной частицы, отогнутый на 90° большой палец указывает направление силы Лоренца.

Формулы, описывающие движение заряженных частиц в однородном магнитном поле представлены в таблице 11.

Таблица 11 - Движение заряженных частиц ($\vec{\vartheta} \perp \vec{B}$) в однородном магнитном поле

Радиус криволинейной траектории	Период обращения частицы
$R = \frac{m\vartheta}{qB}$	$T = \frac{2\pi R}{\vartheta} = \frac{2\pi m}{qB}$

1.7.8. Явление электромагнитной индукции.

Явление электромагнитной индукции – самое значительное научное достижение первой половины 19 века, открыто в 1831 году английским физиком Майклом Фарадеем. Задачу научного поиска учёного можно сформулировать так: если электрический ток имеет магнитное поле, то нельзя ли с помощью магнитного поля получить электрический ток?

Магнитный поток через плоскую поверхность, находящуюся в однородном магнитном поле — скалярная физическая величина, равная произведению модуля индукции магнитного поля, площади поверхности и косинуса угла между направлениями нормали к этой поверхности и индукции магнитного поля

$$\Phi_B = BS \cos \alpha \quad (7.31)$$

где B — индукция магнитного поля, S — площадь поверхности, α — угол между вектором \vec{B} и нормалью к поверхности \vec{n} .

Единицей измерения магнитного потока в СИ является вебер (Вб).

Электромагнитная индукция - явление возникновения ЭДС индукции в контуре, который либо покоится в изменяющемся во времени магнитном поле, либо движется в постоянном магнитном поле так, что магнитный поток через поверхность, ограниченную контуром, изменяется.

Индукционный ток - электрический ток, возникающий в замкнутом проводящем контуре при любом изменении потока магнитной индукции, пронизывающего этот контур.

Величина и направление индукционного тока определяются законом электромагнитной индукции и законом Ома.

Необходимым и достаточным условием возникновения индукционного тока в контуре является изменение магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром.

Закон электромагнитной индукции - ЭДС индукции в замкнутом контуре \mathcal{E} прямо пропорциональна скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром.

$$\varepsilon_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \quad (7.32)$$

Эмилий Христианович Ленц (1804-1865) - русский физик сформулировал правило для определения направления индукционного тока.

Правило Ленца- правило, определяющее направление индукционных токов, возникающих при электромагнитной индукции. Согласно правилу Ленца индукционный ток всегда имеет такое направление, что его собственный магнитный поток компенсирует изменения внешнего магнитного потока, вызвавшего этот ток.

Правило Ленца есть следствие закона сохранения энергии.

Чтобы определить направление индукционного тока по правилу Ленца, необходимо выполнить следующие операции:

- 1) определить направление линий индукции внешнего магнитного поля \vec{B} ;
- 2) выяснить, увеличивается или уменьшается магнитный поток через поверхность, ограниченную проводящим контуром, $\Delta \Phi > 0$ или $\Delta \Phi < 0$;
- 3) определить направление линий индукции магнитного поля индукционного тока $\vec{B}_{инд}$: если приращение магнитного потока отрицательно $\Delta \Phi < 0$, то направления индукций внешнего магнитного поля \vec{B} и магнитного поля индукционного тока $\vec{B}_{инд}$ совпадают, если приращение магнитного потока положительно $\Delta \Phi > 0$, то — противоположны;

4) зная направление линий индукции магнитного поля индукционного тока $\vec{B}_{\text{инд}}$, по правилу правой руки определить направление индукционного тока

ЭДС индукции в проводнике, движущемся в постоянном во времени магнитном поле с индукцией \vec{B} :

$$\varepsilon_i = Blv \sin \alpha \quad (7.33)$$

l -длина проводника, v - его скорость, α - угол между направлением скорости \vec{v} проводника и вектором магнитной индукции \vec{B} .

Электрический ток, проходящий в замкнутом проводящем контуре, создаёт **собственный магнитный поток Φ** через поверхность, ограниченную контуром:

$$\Phi = LI \quad (7.34)$$

где L – индуктивность проводника (катушки), которая зависит от его размеров и формы, числа витков, а также от материала провода.

Единицей измерения индуктивности в СИ является 1 Генри: $[L] = 1 \text{ Гн}$.

Индуктивность L - физическая величина, характеризующая связь между скоростью изменения тока в проводнике (катушке) и возникающей при этом ЭДС самоиндукции.

Самоиндукция - явление возникновения электродвижущей силы ε_i в проводнике (катушке) при изменении протекающего в ней электрического тока. Величина и знак ЭДС самоиндукции ε_i определяются законом электромагнитной индукции.

$$\varepsilon_{si} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad (7.35)$$

Соленоидом называется катушка цилиндрической формы.

Энергия магнитного поля, связанного с катушкой:

$$W = \frac{LI^2}{2} = \frac{\Phi I}{2} = \frac{\Phi^2}{2L} \quad (7.36)$$

где I —сила тока, L – индуктивность катушки, Φ - собственный магнитный поток.

Проведённый Эйнштейном анализ электромагнитной индукции позволил сделать вывод о том, что магнитные и электрические поля не существуют независимо одно от другого, а являются двумя сторонами единого электромагнитного поля. Разделение единого электромагнитного поля на магнитное и электрическое поля зависит от того, в какой системе отсчёта изучается данное электромагнитное явление.

1.8. Колебания и волны

1.8.1. Механические колебания.

Колебания – это периодически повторяющиеся движения.

Свободными колебаниями называются колебания в системе под действием внутренних сил, после того как система выведена из положения равновесия и предоставлена затем самой себе.

Под действием внутренних сил и сил сопротивления система совершает **затухающие колебания**. Для того чтобы колебания не затухали, на тела системы должна действовать периодически изменяющаяся сила.

Вынужденными колебаниями называются колебания тел под действием внешних периодически изменяющихся сил.

Колебания, описываемые по законам синуса или косинуса, называются **гармоническими**.

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0) \text{ или } x = A \cos(\omega t + \varphi_0) \quad (8.1)$$

где A – амплитуда колебаний: модуль наибольшего смещения тела от положения равновесия, ω – круговая (или циклическая) частота, $(\omega t + \varphi_0) = \varphi$ – фаза колебаний, φ_0 – начальная фаза. Являясь аргументом тригонометрической функции, фаза выражается в угловых единицах – радианах.

Зависимость **проекции скорости \mathcal{V}_x от времени** при гармонических колебаниях:

$$\begin{aligned} \mathcal{V}_x &= \mathcal{V}_{\max} \sin(\omega t + \varphi_0 + \frac{\pi}{2}) = \mathcal{V}_{\max} \cos(\omega t + \varphi_0) \text{ или} \\ \mathcal{V}_x &= \mathcal{V}_{\max} \cos(\omega t + \varphi_0 + \frac{\pi}{2}) = -\mathcal{V}_{\max} \sin(\omega t + \varphi_0) \end{aligned} \quad (8.2)$$

где $\mathcal{V}_{\max} = \omega A$ – модуль амплитудного значения скорости.

Зависимость **проекции ускорения a_x от времени** при гармонических колебаниях:

$$\begin{aligned} a_x &= a_{\max} \sin(\omega t + \varphi_0 + \pi) = -a_{\max} \sin(\omega t + \varphi_0) \text{ или} \\ a_x &= a_{\max} \cos(\omega t + \varphi_0 + \pi) = -a_{\max} \cos(\omega t + \varphi_0) \end{aligned} \quad (8.3)$$

где $a_{\max} = \omega^2 A$ – модуль амплитудного значения ускорения.

Связь ускорения со смещением при гармонических колебаниях:

$$a_x = -\omega^2 x \quad (8.4)$$

Колебания разной природы описываются математически совершенно одинаково.

Математический маятник – механическая колебательная система, состоящая из материальной точки, подвешенной на тонкой, невесомой и нерастяжимой нити длиной l или на невесомом стержне в поле силы тяжести.

Период колебаний математического маятника T не зависит от амплитуды и определяется по формуле:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (8.5)$$

Данная формула справедлива только для малых углов отклонения нити.

Эта формула была впервые получена и проверена на опыте голландским ученым Г. Гюйгенсом.

Период малых колебаний математического маятника, находящегося в неинерциальной системе отсчета:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g'}} \quad (8.6)$$

где $\vec{g}' = \vec{g} + (-\vec{a})$ - «эффективное» ускорение маятника в неинерциальной системе отсчёта, движущейся с ускорением \vec{a} относительно инерциальной системы отсчёта.

Зависимость периода колебаний маятника от значения g используется на практике. Измеряя период колебаний, можно очень точно определить g . Ускорение свободного падения меняется с географической широтой. Но и на данной широте оно не везде одинаково. Ведь плотность земной коры не всюду одинакова. В районах, где залегают плотные породы, ускорение g несколько большее. Это учитывают при поисках полезных ископаемых.

Период колебаний **пружинного** маятника механическая колебательная система, состоящая из шарика массой m , нанизанного на гладкий горизонтальный стержень, который совершает колебания под действием силы упругости пружины жёсткостью k :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad (8.7)$$

Полная энергия гармонических колебаний равна сумме кинетической энергии и потенциальной энергий колебательной системы:

$$W_{\text{полная}} = W_{\text{кин}} + W_{\text{пот}} = \frac{kA^2}{2} = \frac{m\mathcal{G}_{\text{max}}^2}{2} = \frac{m\omega^2 A^2}{2} \quad (8.8)$$

Энергия колеблющегося тела при отсутствии сил трения сохраняется неизменной.

Резонансом - называется явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний при совпадении частоты вынуждающей силы и частоты собственных колебаний колебательной системы.

1.8.2. Волны в упругих средах.

Упругая среда – среда, в которой между её частицами существуют силы взаимодействия, препятствующие какой-либо деформации этой среды.

Упругие волны – это механические возмущения, производимые источниками, и распространяющиеся в упругой среде. Упругие волны не могут распространяться в вакууме.

Поперечная волна – это волна, в которой частицы среды совершают колебания в направлении, перпендикулярном направлению распространения волны (рис. 8.1.).

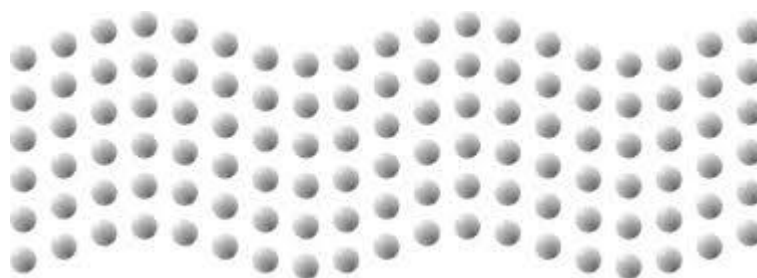


рисунок 8.1.

Поперечные волны распространяются в твёрдых телах.

Продольная волна – это волна, в которой частицы среды совершают колебания в направлении распространения волны (рис. 8.2.).

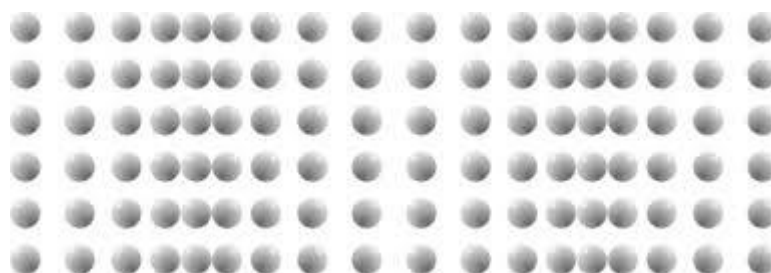


рисунок 8.2.

Продольные волны распространяются в твёрдых телах, жидкостях и газах.

Длина волны λ – расстояние между ближайшими точками, колеблющимися в одинаковых фазах:

$$\lambda = \vartheta T \quad (8.9)$$

где ϑ - скорость распространения волны, T - период колебаний источника.

Звуковые волны - это упругие продольные волны, которые воздействуя на слуховой аппарат человека, вызывают слуховые ощущения. Человеческое ухо воспринимает в виде звука упругие колебания, частота которых находится в пределах от 16 до 20000 Гц.

Звуковые волны распространяются в газах, жидкостях и твёрдых телах. Скорость распространения звука в упругой среде зависит от упругих свойств этой среды.

При распространении волн происходит передача энергии, но не происходит передача вещества

1.8.3. Электромагнитные колебания.

Идеальным колебательным контуром называется цепь, состоящая из конденсатора ёмкостью C и катушки индуктивностью L , присоединенной к его обкладкам.

Если зарядить конденсатор, присоединив его на некоторое время к источнику постоянного тока, а затем замкнуть его на катушку, то начнётся разряд конденсатора через катушку. При разряде конденсатора на катушку в контуре возникают электромагнитные колебания, частота которых зависит от ёмкости и индуктивности контура.

Одновременные периодические изменения электрического и магнитного полей, связанных одним процессом в контуре, называются **электромагнитными колебаниями**.

Период собственных колебаний в LC-контуре (формула Томсона):

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \quad (8.10)$$

В отличие от реального колебательного контура, который обладает электрическим сопротивлением R , электрическое сопротивление идеального контура всегда равно нулю.

Свободные колебания - это колебания, происходящие в идеальном колебательном контуре за счёт расходования сообщенной этому контуру энергии, которая в дальнейшем не пополняется.

Полная электромагнитная энергия колебательного контура:

$$W_{\text{полная}} = W_C + W_L = \frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2} = \frac{q_{\text{max}}^2}{2C} = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2} \quad (8.11)$$

где q - мгновенное значение заряда на конденсаторе, q_{max} - максимальное (амплитудное) значение заряда на конденсаторе, I - мгновенное значение силы тока в контуре, I_{max} - максимальное (амплитудное) значение силы тока в контуре.

В течение каждого периода часть энергии колебательного контура превращается в тепловые движения атомов проводника. Поэтому в реальном контуре процесс колебаний затухает.

1.8.4. Электромагнитные волны.

В закрытом колебательном контуре электрическое поле сосредоточено между пластинами конденсатора, а магнитное поле в основном сосредоточено внутри катушки и вблизи от неё. Если раздвигать пластины конденсатора, то электрическое поле будет захватывать всё большую область пространства. Чтобы магнитное поле также занимало наибольшую область пространства, витки катушки вытягивают в прямолинейный провод. Получаем **открытый колебательный контур**.

Открытый колебательный контур излучает в пространство электромагнитное поле.

Электромагнитная волна – это свободное (оторвавшееся от токов и зарядов) переменное электромагнитное поле. Переменные электрическое и магнитное поле могут отрываться от породивших их токов и зарядов и, поддерживая друг друга, распространяться в пространстве со скоростью света. Существование электромагнитных волн вытекает из уравнений Максвелла. Поэтому говорят, что английский физик Дж. Максвелл предсказал существование электромагнитных волн. Немецкий физик Г. Герц получил эти волны экспериментально (1888), а русский учёный А. Попов построил первый радиоприемник (1895). Наличие ускорения у движущихся зарядов — главное условие излучения ими электромагнитных волн.

Дж. Максвелл математически показал, что скорость распространения электромагнитного поля в вакууме равна скорости света:

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

В среде эта скорость уменьшается и зависит от свойств среды следующим образом:

$$g = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}} \quad (8.12)$$

где ϵ, μ - диэлектрическая и магнитная проницаемость среды соответственно.

Электромагнитная волна - это поперечная волна, так как $\vec{E} \perp \vec{D}$ и $\vec{B} \perp \vec{H}$.

Колебания векторов \vec{E} и \vec{B} в каждой точке электромагнитной волны происходят в одинаковых фазах и по двум взаимно перпендикулярным направлениям в каждой точке пространства: $\vec{E} \perp \vec{B}$.

Шкала электромагнитных волн включает волны разных диапазонов, от низкочастотного излучения, радиоволн до γ -лучей, испускаемых радиоактивными ядрами. По мере увеличения частоты (уменьшения длины волны) усиливаются квантовые свойства электромагнитного излучения. Классификация электромагнитных излучений представлена в таблице 12.

Таблица 12 - Классификация электромагнитных излучений

Название диапазона	Частота, ν , Гц	Источники излучения	Приёмники излучения, применение
Низкочастотное излучение	< 3 кГц	Генераторы переменного тока.	Передача электрической энергии.
Радиоволны	$3 \cdot 10^3$ Гц – $3 \cdot 10^9$ Гц	Колебательные контуры.	Связь, навигация.
Микроволны	$3 \cdot 10^9$ Гц – $1 \cdot 10^{12}$ Гц	Полупроводниковые приборы.	Колебания молекул, приготовление пищи, нагревание.
Инфракрасное	$1 \cdot 10^{12}$ Гц – $4 \cdot 10^{14}$ Гц	Солнце, лазеры, космическое излучение.	Кожа человека.
Видимое	$4 \cdot 10^{14}$ Гц – $8 \cdot 10^{14}$ Гц	Солнце, лазеры, светодиоды.	Глаз человека.
Ультрафиолетовое	$8 \cdot 10^{14}$ Гц – $1 \cdot 10^{16}$ Гц	Солнце, космическое излучение, лазеры, электролампы.	Кожа человека (загар, лечение заболеваний кожи), уничтожение бактерий.
Рентгеновское	$1 \cdot 10^{16}$ Гц – $3 \cdot 10^{20}$ Гц	Солнечная корона, небесные тела, рентгеновская трубка.	Рентгенография, радиология.
Гамма-излучение	$> 3 \cdot 10^{19}$ Гц	Космическое излучение, радиоактивные распады.	Стерилизация, медицина (лечение рака)

Длина волны λ :

$$\lambda = cT = \frac{c}{\nu} \quad (8.13)$$

1.9. Оптика. Элементы теории относительности.

1.9.1. Геометрическая оптика.

Геометрическая оптика - раздел оптики, в котором изучаются законы распространения света в прозрачных средах, основанные на представлении о световых лучах.

На опыте были установлены четыре основных закона оптических явлений: закон прямолинейного распространения света, закон независимости световых пучков, закон отражения света и закон преломления света.

Закон прямолинейного распространения света - закон геометрической оптики, в соответствии с которым в однородной среде свет распространяется прямолинейно.

Закон отражения света - закон, определяющий взаимное расположение при зеркальном отражении падающего и отраженного лучей, а также перпендикуляра, восстановленного к границе раздела двух сред в точке падения:

- 1) оба луча и перпендикуляр лежат в одной плоскости;
- 2) угол падения равен углу отражения.

Угол α между падающим лучом и перпендикуляром к отражающей поверхности в точке падения называют **углом падения**.

Если свет проходит границу раздела двух сред он изменяет направление распространения.

Абсолютный показатель преломления n показывает во сколько раз скорость света в вакууме c больше скорости света в данной среде ϑ :

$$n = \frac{c}{\vartheta} \quad (9.1)$$

Среда, в которой абсолютный показатель больше, называется оптически более плотной средой.

Относительный показатель преломления n_{12} показывает, во сколько раз скорость света в первой по ходу луча среде ϑ_1 отличается от скорости распространения света во второй среде ϑ_2 :

$$n_{12} = \frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} \quad (9.2)$$

Закон преломления света – закон, согласно которому:

1) падающий луч, луч преломленный и перпендикуляр, восстановленный в точке падения луча к границе раздела двух сред, лежат в одной плоскости;

2) отношение синуса угла падения $\sin \alpha$ к синусу угла преломления $\sin \beta$ есть величина постоянная для данных двух сред и равная отношению абсолютных показателей преломления второй среды n_2 к первой n_1 :

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} \quad (9.3)$$

Если свет переходит из оптически более плотной среды в оптически менее плотную среду, угол преломления β больше угла падения α . При определенном для каждой среды угле падения, преломленный луч исчезает. Наблюдается только отражение. Это явление называется **полным внутренним отражением**.

Угол падения α_0 , которому соответствует угол преломления $\beta = 90^\circ$ называют **предельным углом полного внутреннего отражения**.

При переходе света из какой-либо среды (n) в вакуум (или воздух):

$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{n} \quad (9.4)$$

При переходе между двумя любыми средами (из n_1 в n_2):

$$\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1} \quad (9.5)$$

Законы отражения и преломления света справедливы только тогда, когда размеры поверхности раздела двух сред значительно больше длины волны света. Если это условие не выполняется, то начинают проявляться волновые свойства света.

Рассмотрим примеры использования основных оптических законов для построения изображений в линзах.

Линза – это прозрачное для света тело, ограниченное выпуклыми или вогнутыми преломляющими поверхностями.

Тонкие линзы – это линзы, в которых можно пренебречь смещением луча при прохождении внутри линзы.

Собирающие линзы - это линзы, преобразующие пучок параллельных лучей в сходящийся (рис. 9.1.)

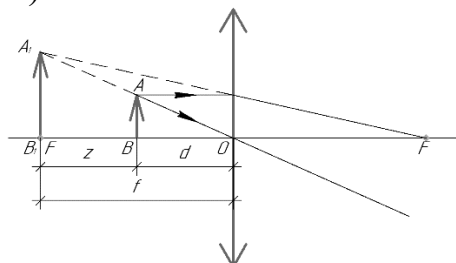


рисунок 9.1.

Рассеивающие линзы - это линзы, преобразующие пучок параллельных лучей в расходящийся (рис. 9.2.).

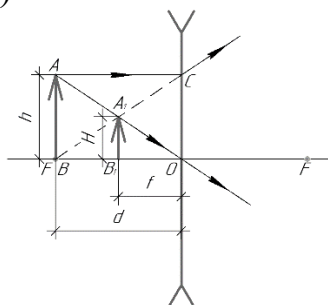


рисунок 9.2.

Главный фокус – это точка F на главной оптической оси, в которой пересекаются после преломления лучи, параллельные этой оси.

Плоскость, которая перпендикулярна главной оптической оси линзы, а также проходит через ее главный фокус, называется **фокальной**.

У собирающей линзы фокусы действительные, у рассеивающей - мнимые. Расстояние между линзой и главным фокусом (OF) называется фокусным расстоянием F .

У собирающей линзы считают $F > 0$, у рассеивающей - $F < 0$.

Построение изображения в тонкой линзе:

1. Луч, параллельный главной оптической оси, проходит после преломления в линзе через точку главного фокуса.

2. Луч, параллельный побочной оптической оси, проходит после преломления в линзе через побочный фокус (точку на побочной оптической оси).

3. Действительное изображение - пересечение лучей. Мнимое изображение - пересечение продолжений лучей.

Формула тонкой линзы:

$$\pm \frac{1}{F} = \pm \frac{1}{d} \pm \frac{1}{f} \quad (9.6)$$

где d и f - расстояние от линзы до предмета и до изображения соответственно. При расчетах числовые значения действительных величин всегда подставляются со знаком "плюс", а мнимых—со знаком "минус".

Оптическая сила линзы D :

$$D = \frac{1}{F} \quad (9.7)$$

Единица измерения оптической силы линзы - диоптрий: $[D] = \frac{1}{\text{м}} = 1 \text{ дптр}$.

Линейное увеличение линзы Γ :

$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} \quad (9.8)$$

где H и h линейные размеры изображения и предмета соответственно.

1.9.2. Волновая оптика.

Волновая оптика – раздел оптики, изучающий явления, в которых проявляются волновые свойства света.

Дисперсия (от латинского слова «dispersio» - рассеяние) - зависимость показателя преломления среды от частоты колебаний световой волны.

Разложение белого света в спектр есть следствие дисперсии. Впервые исследовал дисперсию И. Ньютон. Белый свет имеет сложный состав. И. Ньютон выделил в нём семь цветов: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый. Важный вывод, к которому пришел Ньютон, был сформулирован им в трактате «Оптика» следующим образом: «Световые пучки, отличающиеся по цвету, отличаются по степени преломляемости».

Интерференция (от латинских слов *inter* — взаимно, между собой и *ferio* — ударяю, поражаю) световых волн - это явление наложения двух и более когерентных световых волн, вследствие которого в одних местах пространства возникают максимумы, а в других — минимумы интенсивности световых колебаний.

В обычных условиях часто встречается наложение световых волн от разных источников, но интерференционная картина не наблюдается. Условия интерференции: волны должны быть когерентными.

Когерентный - от латинского слова *cohaerens* — взаимосвязанный, согласованный. В простейшем случае когерентными являются волны одинаковой длины, между которыми существует постоянная разность фаз.

Условия интерференционного максимума:

$$\Delta = \pm m\lambda, \text{ где } m = 0, 1, 2, \dots \quad (9.9)$$

Условия интерференционного минимума:

$$\Delta = \pm(2m + 1)\lambda, \text{ где } m = 0, 1, 2, \dots \quad (9.10)$$

Δ - оптическая разность хода двух лучей.

Волны несут энергию. Наличие минимума в данной точке интерференционной картины означает, что энергия сюда не поступает совсем. Вследствие интерференции происходит перераспределение энергии в пространстве. Она не распределяется равномерно по всем частицам среды, а концентрируется в максимумах за счет того, что в минимумы не поступает вовсе.

Ещё одним подтверждением волновой природы света является явление дифракции.

Дифракция света (от латинского *diffractus* – разломленный) - огибание волнами краёв препятствий.

Дифракционная решетка - оптическое устройство, имеющее большое число щелей, разделенных непрозрачными промежутками, на которых происходит дифракция света. Обычно дифракционная решетка представляет собой совокупность большого числа параллельных штрихов одинаковой ширины, нанесенных на прозрачную или отражающую поверхность на одинаковом расстоянии друг от друга.

Если ширина прозрачных щелей (или отражающих свет полос) равна a , и ширина непрозрачных промежутков (или рассеивающих свет полос) равна b , то величина $d = a + b$ называется **периодом решетки** d .

Другое название d – шаг или постоянная решетки.

Дифракционная решетка является основным элементом многих спектральных приборов.

Формула дифракционной решётки:

$$d \sin \varphi = \pm m\lambda, \text{ где } m = 0, 1, 2, \dots \quad (9.11)$$

d – период решётки, φ - угол между нормалью к поверхности решетки и направлением дифрагированных лучей, m – порядковый номер дифракционного максимума, λ - длина плоской монохроматической волны, падающей нормально на поверхность решётки.

Волновая природа света налагает предел на возможность различать детали предмета или очень мелкие предметы при их наблюдении с помощью микроскопа. Дифракция не позволяет получить отчетливые изображения мелких предметов, так как свет распространяется не строго прямолинейно, а огибает предметы. Из-за этого изображения получаются размытыми. Это происходит, когда линейные размеры предметов меньше длины световой волны.

Дифракция также налагает предел на разрешающую способность телескопа. Вследствие дифракции волн у края оправы объектива изображением звезды будет не точка, а система светлых и темных колец. Если две звезды находятся на малом угловом расстоянии друг от друга, то эти кольца налагаются друг на друга, и глаз не может различить, имеются ли две светящиеся точки или одна. Предельное угловое расстояние между светящимися точками, при котором их можно различать, определяется отношением длины волны к диаметру объектива.

1.9.3. Элементы теории относительности.

Постулат в физической теории выполняет ту же роль, что и аксиома в математике. Это — основное положение, которое не может быть логически доказано. В физике постулат есть результат обобщения опытных фактов.

Постулаты теории относительности:

Первый постулат: законы физики имеют одинаковую форму во всех инерциальных системах отсчета.

Таким образом, принцип относительности классической механики распространяется на все процессы в природе, в том числе и на электромагнитные. Первый постулат — это принцип относительности.

Второй постулат: Скорость света в вакууме одинакова во всех инерциальных системах отсчета и не зависит ни от скорости источника, ни от скорости приемника светового сигнала.

Эти два постулата образуют основу теории относительности А. Эйнштейна.

Закон взаимосвязи массы и энергии: «Полную энергию свободного тела можно определить как произведение его релятивистской массы на квадрат скорости света в вакууме»:

$$E = mc^2 \quad (9.12)$$

1.10. Элементы квантовой и ядерной физики.

1.10.1. Кванты света. Явление фотоэффекта.

Стремясь преодолеть затруднения классической теории при объяснении излучения черного тела М. Планк в 1900 г. высказал гипотезу: «атомы испускают электромагнитную энергию отдельными порциями — **квантами**».

Фотон - материальная, электрически нейтральная частица, квант электромагнитного поля (переносчик электромагнитного взаимодействия).

Основные свойства фотона:

1. Является частицей электромагнитного поля.
2. Двигается со скоростью света.
3. Существует только в движении.
4. Остановить фотон нельзя: он либо движется со скоростью, равной скорости света, либо не существует; следовательно, масса покоя фотона равна нулю.

Энергия кванта E_ϕ пропорциональна частоте колебаний ν :

$$E_\phi = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = mc^2 \quad (10.1)$$

h - постоянная Планка, $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Импульс фотона:

$$p = mc = \frac{E_{\phi}}{c} = \frac{h}{\lambda} \quad (10.2)$$

Импульс фотона направлен по световому пучку, наличие импульса подтверждается экспериментально существованием светового давления.

Фотоэффектом называется группа явлений, возникающих при взаимодействии электромагнитного излучения с веществом. Внешний фотоэффект - это вырывание электронов из металла при его облучении. Фотоэффект объясняется на основе квантовых представлений. Первую теорию внешнего фотоэффекта создал А. Эйнштейн (1905).

Фотоэлектроны – электроны, вырванные светом из металла при внешнем фотоэффекте.

Законы фотоэффекта:

- 1) число фотоэлектронов вырываемых за одну секунду с поверхности катода пропорционально интенсивности света, падающего на это вещество;
- 2) кинетическая энергия фотоэлектронов $E_{кин}$ не зависит от интенсивности падающего света, а линейно зависит от его частоты;
- 3) красная граница фотоэффекта ν_{min} (λ_{max}) зависит только от рода вещества катода.

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$E_{\phi} = A_{вых} + E_{кин} \quad (10.3)$$

где $A_{вых} = h\nu_{min} = \frac{hc}{\lambda_{max}}$ - работа выхода.

Это уравнение представляет собой закон сохранения энергии в применении к фотоэффекту.

Свет обладает, таким образом, своеобразным дуализмом (двойственностью) свойств. При распространении света проявляются его волновые свойства, а при взаимодействии с веществом (излучении и поглощении) — корпускулярные.

1.10.2. Строение атома.

Э. Резерфорд создал **планетарную модель атома** (1911г.). Эта модель предполагает наличие в атоме положительно заряженного массивного ядра, в котором сосредоточена почти вся масса атома, и отрицательно заряженных электронов, вращающихся вокруг ядра по круговым или эллиптическим орбитам. Размеры ядра порядка 10^{-15} м , размеры атома – 10^{-10} м . Эта модель проста, обоснована экспериментально, но не позволяет объяснить устойчивость атома: вращающийся электрон по законам электродинамики Максвелла должен излучать электромагнитные волны с частотой, равной частоте его обращения вокруг ядра, терять энергию и, в конце концов, упасть на ядро за ничтожно малое время (порядка 10^{-8} с). Выход из положения был найден Бором.

Квантовые постулаты Бора:

- 1) (постулат стационарных состояний) Атомная система может находиться только в особых стационарных квантовых состояниях, каждому из которых

соответствует определенной энергии E_n . В стационарном состоянии атом не излучает.

2) (правило частот) При переходе атома из стационарного состояния с большей энергией E_k в стационарное состояние с меньшей энергией E_n излучается квант энергии:

$$h\nu = E_k - E_n \quad (10.4)$$

3) (правило квантования орбит) В стационарном состоянии атома электрон, двигаясь по круговой орбите, должен иметь дискретные, квантованные значения момента импульса:

$$m\vartheta r_n = n \frac{h}{2\pi} = n\hbar \quad (10.5)$$

m – масса электрона, ϑ – скорость электрона на n -ой орбите, r_n – радиус стационарной орбиты, $n = 1, 2, 3, \dots$ – номер орбиты электрона.

Для наглядного представления возможных энергетических состояний атомов используются энергетические диаграммы, на которых каждое стационарное состояние атома отмечается горизонтальной линией, называемой энергетическим уровнем. Переходы атома из одного состояния в другое изображаются вертикальными линиями между соответствующими уровнями на диаграмме.

Спектральный анализ – метод исследования химического состава тел и их физического состояния с помощью спектров испускания и поглощения.

В спектре все цвета расположены всегда в определенном порядке.

Для изучения спектров применяют приборы, называемые спектроскопом или спектрографом. В спектроскоп спектр рассматривают, а спектрографом его фотографируют. Фотография спектра называется спектрограммой. Спектрограммой также называют график зависимости интенсивности излучения небесного тела от длины волны или частоты.

Все светящиеся тела создают спектр испускания.

В таблице 13 представлена зависимость вида спектров испускания от источника.

Таблица 13 – Зависимость вида спектров испускания от источника

Название спектра	Вид спектра	Источники испускания
Сплошной спектр	Непрерывная полоса, цвета непрерывно переходят один в другой	Твёрдые тела, расплавленные металлы, светящиеся газы под большим давлением
Линейчатый спектр	Отдельные резкие цветные полосы, разделённые тёмными промежутками	Раскалённые газы при нормальном давлении, газы в атомарном состоянии

Полосатый спектр	Отдельные линии, сливающиеся в полосы	Молекулы газов и паров
------------------	---------------------------------------	------------------------

Наряду со спектрами испускания существуют спектры поглощения.

Для каждого химического элемента линейчатый спектр испускания и спектр поглощения обладает обратимостью.

Каждый химический элемент имеет свой линейчатый спектр.

Изучение спектров позволяет производить анализ химического состава газов, излучающих или поглощающих свет. Количество атомов или молекул, излучающих или поглощающих энергию, определяется по интенсивности линий. Чем больше атомов, тем ярче линия в спектре излучения или тем она темнее в спектре поглощения.

1.10.3. Атомное ядро.

Заряд ядра атома:

$$q = Ze \quad (10.6)$$

где e — элементарный электрический заряд; Z — порядковый номер элемента в таблице Менделеева, определяет число электронов в атоме. Химические свойства зависят только от зарядового числа.

В. Гейзенберг и Д. Д. Иваненко предложили протонно-нейтронную модель атомного ядра.

Протоны — положительно заряженные тяжелые частицы, входящие в состав атомного ядра.

Нейтроны — тяжелые электрически нейтральные частицы, входящие в состав атомного ядра.

Протоны и нейтроны удерживаются внутри ядра мощными короткодействующими силами. Эти силы называются **ядерными**.

Ядерные силы - силы притяжения, которые связывают протоны и нейтроны в ядре и обладают свойством зарядовой независимости, т. е. действуют одинаково в системах протон-протон, нейтрон-нейтрон, протон-нейтрон.

В ядре протон и нейтрон неразличимы, поэтому их называют **нуклонами** (ядерными частицами).

Число протонов Z , число нейтронов N , массовое число A — это суммарное число нуклонов в ядре:

$$A = Z + N \quad (10.7)$$

Обозначение химических элементов (ядер) в атомной и ядерной физике:

$${}^A_Z X \quad (10.8)$$

где X - символ химического элемента.

${}^1_1 H = {}^1_1 p$ - протон;

${}^1_0 n$ - нейтрон;

${}^0_{-1} e$ - электрон;

${}^4_2\text{He} = {}^4_2\alpha$ - частица.

Изотопы- ядра с одинаковым числом протонов, но различным числом нейтронов. Изотопы имеют одинаковые химические свойства, что обусловлено одинаковым электрическим зарядом ядра, но разные физические свойства, обусловленные массой (числом нейтронов).

Дефектом массы Δm называется разность суммы масс нуклонов, входящих в состав ядра, и массы ядра.

$$\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - m_{\text{я}} \quad (10.9)$$

Энергия, которая необходима для полного расщепления ядра на отдельные нуклоны, называется **энергией связи** $E_{\text{св}}$:

$$E_{\text{св}} = \Delta mc^2 = (Zm_p + (A - Z)m_n - m_{\text{я}})c^2 \quad (10.10)$$

Δm - дефект массы.

В атомной физике массу удобно выражать в атомных единицах массы:

$$1 \text{ а.е.м.} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

Коэффициент связи энергии и массы (равный c^2): $c^2 = 931,5 \frac{\text{МэВ}}{\text{а.е.м}}$.

Энергия связи, приходящаяся на один нуклон в ядре, т. е. энергия, которую необходимо затратить, чтобы удалить из ядра один нуклон называется **удельной энергией связи** $E_{\text{уд}}$:

$$E_{\text{уд}} = \frac{E_{\text{св}}}{A} \quad (10.11)$$

где A — массовое число.

Максимальной удельной энергией $E_{\text{уд}}$ связи обладают ядра, у которых число протонов и нейтронов четное (${}^4_2\text{He}$; ${}^8_4\text{Be}$; ${}^{12}_6\text{C}$), а минимальной — ядра, у которых число протонов и нейтронов нечетное (${}^6_3\text{Li}$; ${}^{10}_5\text{B}$; ${}^{14}_7\text{N}$).

Энергия связи ядер в миллионы раз превышает энергию ионизации атомов.

Ядерные реакции - превращения атомных ядер, вызванные их взаимодействиями с различными частицами или друг с другом.

Символическая запись:



При написании ядерных реакций используются законы сохранения заряда и массового числа (числа нуклонов).

При ядерных реакциях происходит выделение или поглощение энергии.

Энергетический выход ядерной реакции - разность между суммарной энергией связи частиц, участвующих в реакции и продуктов реакции.

Реакции, происходящие с выделением энергии, называются экзотермическими, с поглощением - эндотермическими.

1.10.4. Радиоактивность.

Радиоактивностью называется процесс самопроизвольного превращения атомного ядра в другое ядро, сопровождающийся испусканием элементарных частиц. Радиоактивность ядер, существующих в природе, называется

естественной, а радиоактивность ядер, полученных в результате ядерной реакции, называется искусственной.

Скорость распада различных радиоактивных элементов неодинакова и характеризуется периодом полураспада.

Период полураспада $T_{1/2}$ - это промежуток времени, в течение которого распадается половина первоначального количества ядер.

Аналитическое выражение **закона радиоактивного распада** установлено Ф. Содди:

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}} \quad (10.11)$$

где N - число нераспавшихся ядер, N_0 - первоначальное число радиоактивных ядер, t - промежуток времени, $T_{1/2}$ - период полураспада.

Радиоактивность сопровождается излучением:

Альфа-распад - превращение атомных ядер, сопровождаемое испусканием α -частиц.



При альфа-распаде происходит смещение химического элемента на две клетки влево в таблице Менделеева.

Бета – распад (β – распад):

Радиоактивные ядра могут выбрасывать поток электронов, которые рождаются согласно гипотезе Ферми в результате превращения нейтронов в протоны:



В соответствии с правилом смещения массовое число ядра не изменяется. При β – распаде химический элемент перемещается на одну клетку вправо в периодической системе Менделеева и, кроме электронов ${}^0_{-1} e$, испускается антинейтрино $\tilde{\nu}$.

Гамма-излучение возникает при ядерных превращениях и представляет собой коротковолновое электромагнитное излучение. Имеет высокую энергию. Гамма-лучи не отклоняются ни электрическим, ни магнитным полем, обладают высокой проникающей способностью. При γ - излучении массовое число A и зарядовое число Z не изменяются.

Радиоактивные изотопы, получаемые с помощью ядерных реакторов и ускорителей частиц, находят применение в науке, медицине, сельском хозяйстве и промышленности.

2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1. Практические задания раздела «Вводный курс по физике».

2.1.1. Общие понятия в физике

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Что такое физическое тело?
2. Что такое физическое явление?
3. Что необходимо знать, чтобы записать физическую величину?
4. Запишите в тетрадь пять известных вам физических величин.
5. Какие основные единицы измерения длины, массы, промежутка времени включает Международная система единиц (СИ)?
6. Что такое прямое измерение?
7. Что такое косвенное измерение?
8. Абитуриент провел в сети Интернет поиск информации о самых длинных насекомых. Результаты поиска он занёс в таблицу:

Название насекомого	Максимальная длина
1. Жук-геркулес	$1,8 \cdot 10^2$ мм
2. Жук-слон	12 см
3. Реликтовый усач	$1,1 \cdot 10^{-1}$ м
4. Жук дровосек-титан	210 мм
5. Индонезийский палочник	3,5 дм

Самое длинное насекомое в таблице находится в строке, номер которой:

- 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) 5.

9. Объём $V=500$ л в единицах СИ равен:

- 1) $0,00005\text{м}^3$ 2) $0,0005\text{м}^3$ 3) $0,005\text{м}^3$ 4) $0,05\text{м}^3$ 5) $0,5\text{м}^3$

10. Аквариум с площадью дна $S=24$ дм² имеет высоту $h=0,5$ м. Если объём одного ведра $V=10$ л, то аквариум вмещает ... вёдер воды:

- 1) 12; 2) 20; 3) 30; 4) 40; 5) 50.

2.1.2. Математические действия с векторами.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Что имеет вектор?
2. Какие вектора называются противоположными?
3. Что такое одинаково направленные вектора?
4. Что такое противонаправленные вектора?
5. Как найти сумму векторов по правилу треугольника?
6. Как найти сумму векторов по правилу параллелограмма?
7. Как найти разность двух векторов?
8. Что такое проекция точки на ось?
9. Что такое проекция вектора на ось?
10. Когда проекция вектора на ось:
а) равна нулю; б) положительна; в) отрицательна?
11. Имеем модуль вектора и угол α (альфа) между вектором и осью. Запишите, как найти проекцию вектора на данную ось?

12. Даны векторы \vec{a} и \vec{b} . Модули векторов равны. Угол α (альфа) между векторами равен 120° . Найти вектор суммы \vec{s} и вектор разности \vec{r} этих векторов и их модули $|\vec{s}|$, $|\vec{r}|$.

13. Дан равносторонний треугольник $\triangle MKN$ со стороной a . Найдите:

1) $|\vec{MK} + \vec{MN}|$; 2) $|\vec{MK} + \vec{KN}|$; 3) $|\vec{MK} + \vec{NK}|$; 4) $|\vec{MK} - \vec{MN}|$; 5) $|\vec{KM} - \vec{KN}|$.

2.1.3. Движение материальной точки.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Какие характеристики движения относительно?
2. Что такое тело отсчёта?
3. Что понимают под системой отсчёта?
4. Что такое путь? Что такое перемещение? Чем они отличаются друг от друга?

5. Может ли перемещение равняться нулю, если путь не равен нулю?

Приведите примеры.

6. Может ли путь равняться нулю, если перемещение не равно нулю?

Приведите примеры.

7. Почему путь нельзя сравнивать с перемещением, а можно сравнивать путь только с модулем перемещения?

8. В каком случае путь равен модулю перемещения?

9. Из перечисленных величин скалярными являются:

1) путь; 2) перемещение; 3) скорость; 4) время.

10. Когда мы говорим, что смена дня и ночи на Земле объясняется вращением Земли вокруг своей оси, то мы имеем в виду систему отсчёта, связанную с:

1) Солнцем; 2) Землёй; 3) планетами; 4) Луной; 5) любым телом.

11. Если человек прошёл по горизонтальному полю 400 м строго на север, затем 100 м на восток, затем 100 м на юг, затем ещё 300 м на восток, то модуль вектора перемещения $|\vec{r}|$ человека равен:

1) 900 м; 2) 500 м; 3) 0 м; 4) $100\sqrt{13}$ м; 5) $100\sqrt{3}$ м.

12. Человек бежит по кругу с постоянной по модулю скоростью. Он пробегает 1,5 круга. Во сколько раз в этом случае путь больше, чем перемещение?

2.2. Практические задания раздела «Основы кинематики».

2.2.1. Равномерное прямолинейное движение.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. На какой вопрос отвечает раздел «Кинематика»?
2. Что такое равномерное прямолинейное движение.?
3. Что такое скорость движения?
4. Назовите единицу измерения скорости в СИ.
5. В каком случае проекция скорости движения будет отрицательной?

6. Как зависит координата тела от времени при равномерном прямолинейном движении? Какой будет эта зависимость, если начальное положение тела совпадает с началом координат?

7. Какие из характеристик движения — путь, скорость, перемещение, координата — являются векторными?

8. Что представляют собой графики проекции скорости, проекции перемещения и пути для равномерного прямолинейного движения?

9. Какой график называется графиком движения? Чем он отличается от графика проекции перемещения?

10. Можно ли по графику проекции скорости найти проекцию перемещения? Координату?

11. Как по графику проекции перемещения найти проекцию скорости?

12. Наблюдатель услышал раскат грома через промежуток времени $\Delta t = 6,0$ с после вспышки молнии. Если модуль скорости звука в воздухе $v = 333 \frac{м}{с}$, то вспышка молнии произошла от наблюдателя на расстоянии L , равном:

1) 1,5 км; 2) 2,0 км; 3) 2,5 км; 4) 3,0 км; 5) 3,5 км.

13. Машина косит траву и имеет ширину захвата $S = 10$ м. Средняя скорость машины $\vartheta = 0,1 \frac{м}{с}$. Площадь участка, скошенная за $t = 10$ мин работы машины, равна:

1) $100 м^2$; 2) $60 м^2$; 3) $600 м^2$; 4) $360 м^2$; 5) $6000 м^2$.

14. Если движение тела задано уравнением $x = 50 + t$ (x в метрах, t в секундах), то путь, который пройдёт тело за время $t = \frac{1}{15}$ ч, равно:

1) 4 м; 2) 54 м; 3) 210 м; 4) 240 м; 5) 290 м.

15. Два автомобиля равномерно движутся по взаимно перпендикулярным улицам к перекрёстку со скоростями, модули которых $\vartheta_1 = 12 \frac{м}{с}$ и $\vartheta_2 = 14 \frac{м}{с}$. В начальный момент времени первый автомобиль находился на расстоянии $l_1 = 255 м$, а второй на расстоянии $l_2 = 170 м$ от перекрёстка. Расстояние между автомобилями станет таким же, как в начальный момент времени, через промежуток времени Δt , равный ... с.

2.2.2. Равноускоренное прямолинейное движение.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Что такое ускорение?

2. В каких единицах измеряется ускорение?

3. Как направлен вектор ускорения?

4. Прочитайте формулы зависимости скорости от времени.

5. Что представляет собой график проекции скорости при равноускоренном движении?

6. Представьте графический способ определения пути равноускоренного движения.

7. Может ли при равноускоренном движении повториться значение модуля скорости тела? Приведите примеры.

8. Прочитайте формулы зависимости проекции перемещения от времени.

9. Зависимость координаты (метр) от времени (секунда) для некоторого тела описывается уравнением $x = 4 + 8t - t^2$. Определите значения следующих величин через промежуток времени $\Delta t = 5c$: 1) проекции скорости ϑ_x , 2) проекции перемещения r_x , 3) координаты x , 4) пути S , 5) средней путевой скорости $\langle \vartheta \rangle$ в $\frac{\partial m}{c}$

10. Автомобиль двигается от остановки равноускоренно и достигает скорости $\vartheta_2 = 90 \frac{км}{ч}$. Скорость в средней точке его прямолинейной траектории ϑ_1 равна $\dots \frac{м}{с}$.

11. Двум телам, находящимся на некоторой высоте над землей, сообщили скорости $\vartheta_1 = 6 \frac{м}{с}$ и $\vartheta_2 = 4 \frac{м}{с}$. Скорость первого тела (большая скорость) направлена вертикально вверх, скорость второго (меньшая скорость) вертикально вниз. Расстояние между телами станет равным $h = 10$ м через промежуток времени $\Delta t \dots c$.

12. Поезд отходит от станции с ускорением $a = 20 \frac{см}{с^2}$. Достигнув скорости $\vartheta = 48 \frac{км}{ч}$, он продолжает движение равномерно и прямолинейно в течение промежутка времени $\Delta t = 2,5 \text{ мин}$. Средняя скорость движения поезда с момента отъезда от станции составляет $\dots \frac{м}{с}$.

2.2.3. Движение тела, брошенного горизонтально.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Что такое свободное падение?
2. Как можно представить движение тела, брошенного горизонтально?
3. Какова траектория полёта тела, брошенного горизонтально? (без учёта силы сопротивления).

4. Как направлена скорость при движении тела, брошенного горизонтально?

5. Прочитайте формулу определения скорости при движении тела, брошенного горизонтально.

6. Как найти перемещение при движении тела, брошенного горизонтально?

7. С вышки, высота которой $h=34$ м, в горизонтальном направлении бросили камень. Если модуль начальной скорости камня $\vartheta_0 = 15 \frac{м}{с}$, то в момент

падения на горизонтальную поверхность земли модуль его скорости ϑ равен ... $\frac{m}{c}$.

8. С вышки, высота которой $h=15$ м, в горизонтальном направлении бросили камень. Если в момент падения на горизонтальную поверхность земли его скорость направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту, то модуль начальной скорости ϑ_0 камня равен ... $\frac{m}{c}$.

2.2.4. Движение тела по окружности с постоянной по модулю скоростью.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Что такое период вращения?
2. Что такое частота вращения?
3. Какой физический смысл имеет угловая скорость?
4. В каких единицах измеряется угловая скорость?
5. Как угловая скорость связана с линейной скоростью?
6. Как связан период вращения с угловой скоростью?
7. Как связан период вращения с частотой вращения?
8. Почему ускорение при движении точки по окружности с постоянным модулем скорости называют: а) центростремительным; б) нормальным?

9. Как центростремительное ускорение связано с линейной скоростью и радиусом окружности?

10. Как центростремительное ускорение связано с угловой скоростью и радиусом окружности?

11. Как центростремительное ускорение связано с линейной и угловой скоростью?

12. Мальчик и девочка катаются на детской карусели в виде горизонтального диска радиусом $R=1,5$ м. Скорость мальчика, стоящего на краю карусели $\vartheta_1 = 3 \frac{m}{c}$. Скорость девочки ϑ_2 , стоящей на $L=0,5$ м ближе к центру вращения, равна:

- 1) 1 м/с; 2) 2 м/с; 3) 3 м/с; 4) 4 м/с; 5) 5 м/с.

13. Колесо радиусом $R=0,2$ м вращается с угловой скоростью $\omega = 12 \frac{rad}{c}$.

Линейная скорость точек на ободе колеса и на расстоянии $L=15$ см от оси вращения колеса отличаются на $\Delta \vartheta$:

- 1) 0,2 м/с; 2) 0,4 м/с; 3) 0,6 м/с; 4) 0,8 м/с; 5) 0,9 м/с.

14. Линейная скорость точек на ободе колеса $\vartheta_1 = 10 \frac{m}{c}$, а точек, находящихся на $L=20$ см ближе к центру $\vartheta_2 = 5 \frac{m}{c}$. За промежуток времени $\Delta t = 6,28$ с колесо сделает число оборотов N :

- 1) 19; 2) 21; 3) 23; 4) 25; 5) 27.

15. Тонкий обруч катится без проскальзывания по горизонтальной поверхности. Скорость центра обруча относительно земли равна $v_0 = 30,0 \frac{m}{c}$. Модуль скорости точки обруча относительно земли v_1 , для которой радиус составляет с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$, равен $\dots \frac{cm}{c}$.

2.2.5. Закон сложения скоростей в классической механике.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Сформулируйте закон сложения скоростей Галилея.

2. Сформулируйте закон сложения для перемещений.

3. Как определить (найти) скорость по течению?

4. Как определить (найти) скорость против течения?

5. Эскалатор метро поднимается со скоростью $v = 12 \frac{m}{c}$. Может ли человек, находящийся на нём, быть в покое в системе отсчёта, связанной с землёй?

1) может, если движется в противоположную сторону со скоростью $v = 1,2 \frac{m}{c}$

2) может, если движется в ту же сторону со скоростью $v = 1,2 \frac{m}{c}$;

3) может, если он стоит на эскалаторе;

4) не может ни при каких условиях.

6. Эскалатор метро поднимает неподвижно стоящего на нём пассажира за $t_1 = 1,0$ мин. Если по неподвижному эскалатору пассажир поднимается за $t_2 = 3,0$ мин, то по движущемуся эскалатору он поднимется за t_3 равное:

1) 10с; 2) 15с; 3) 30с; 4) 45с; 5) 50с.

7. Два автомобиля движутся в одном направлении по прямому шоссе с одинаковыми скоростями \vec{v} . Скорость первого автомобиля относительно второго равна:

1) 0; 2) \vec{v} ; 3) $-\vec{v}$; 4) $2\vec{v}$; 5) $-2\vec{v}$.

8. Поезд движется на север со скоростью, модуль которой равен $v = 20 \frac{m}{c}$. Если пассажиру вертолёт, пролетающего над поездом, кажется, что поезд движется на запад со скоростью $v = 20 \frac{m}{c}$, то модуль скорости вертолёт относительно поверхности земли равен $\dots \frac{m}{c}$.

9. Пловец переплывает реку шириной $L = 40m$, выдерживая направление строго перпендикулярно к берегу. Его сносит вниз по течению на расстояние $l = 30m$. Если модуль скорости течения $v_1 = 1,8 \frac{m}{c}$, то модуль скорости

v_2 пловца относительно берега равен $\dots \frac{m}{c}$.

10. Катер совершил две поездки туда и обратно на одно и то же расстояние l . Первую поездку – по реке, вторую – по озеру. Промежуток времени, затраченный на первую поездку, оказался на треть больше промежутка, затраченного на вторую поездку. Если модуль скорости течения реки $v_1 = 3 \frac{m}{c}$. То

модуль скорости v_2 катера в стоячей воде равен ... $\frac{m}{c}$.

2.3. Практические задания раздела «Основы динамики».

2.3.1. Законы Ньютона.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. На какой вопрос в механике отвечает раздел «Динамика»?
2. Какие законы лежат в основе классической механики?
3. Что такое сила?
4. Что такое инерция?
5. Сформулируйте первый закон Ньютона.
6. Сформулируйте второй закон Ньютона.
7. Что такое равнодействующая сила?
8. Сформулируйте третий закон Ньютона.
9. Как определить модуль ускорения, если на тело действует несколько сил?

10. Как направлена результирующая сила, если тело движется по окружности с постоянной по модулю скоростью?

11. Могут ли силы взаимодействия компенсировать друг друга? Почему?

12. Ниже перечислены тела, с которыми связаны системы отсчёта:

- 1) равномерно поднимающийся лифт;
- 2) свободно падающий мяч;
- 3) Полярная звезда;
- 4) равномерно плывущий по реке плот.

13. Какую из этих систем нельзя считать инерциальной?

1) А. Лифт. 2) Б. Мяч. 3) В. Полярная звезда. 4) Г. Плот.

14. Координата тела массой $m = 10$ кг, движущегося прямолинейно вдоль оси ОХ, изменяется со временем по закону $x = At(B + Ct)$, где $A = 15 \frac{m}{c}$. $B = 1,0$, $C = -0,4c^{-1}$. Модуль равнодействующей силы равен **F ... Н**.

15. На тело массой $m = 3$ кг действуют две силы, модули которых равны и составляют $F = 9$ Н. Если силы направлены под углом $\alpha = 120^\circ$ друг к другу, то модуль ускорения тела $a \dots \frac{m}{c^2}$.

2.3.2. Силы в природе.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Что такое деформация?
2. Назовите виды деформаций.
3. Что такое упругая деформация?

4. Что такое пластическая деформация?
5. Когда возникают силы упругости?
6. Как направлены силы упругости?
7. Сформулируйте закон Гука?
8. При каких условиях выполняется закон Гука?
9. Что такое жёсткость тела?
10. Назовите виды трения.
11. От чего зависит сила трения скольжения?
12. Что такое вес? Чем вес тела отличается от силы тяжести?
13. В каких условиях вес P равен силе тяжести mg ? $P > mg$? $P < mg$?
14. При каких условиях наступает состояние невесомости?
15. Какое явление называется перегрузкой?
16. Сформулируйте закон всемирного тяготения.
17. Формула для расчёта величины ускорения свободного падения вблизи поверхности шарообразной планеты радиусом R и массой M верно записана в случае:

$$1) g_0 = \frac{GM^2}{R^2}; \quad 2) g_0 = \frac{GM^2}{R}; \quad 3) g_0 = \frac{M}{GR}; \quad 4) g_0 = \frac{GM}{R}; \quad 5) g_0 = \frac{GM}{R^2}.$$

18. Две материальные точки притягиваются с силой F_1 . Если массу каждой из точек увеличить в $k=3$ раза, а расстояние между ними увеличить в $n=1,5$ раза, то сила гравитационного притяжения изменится в $\frac{F_2}{F_1}$ раз:

$$1) 5; \quad 2) 4; \quad 3) 3; \quad 4) 2; \quad 5) 1.$$

19. Модуль силы тяжести на поверхности Луны в n раз меньше модуля силы тяжести на поверхности Земли, а радиус Луны в k раз меньше, чем у Земли.

Отношение средних плотностей Луны и Земли $\frac{\langle \rho_l \rangle}{\langle \rho_3 \rangle}$ равно:

$$1) nk; \quad 2) \frac{k}{n}; \quad 3) \frac{k^2}{n^2}; \quad 4) \frac{n}{k}; \quad 5) \frac{n^2}{k^2}.$$

2.3.3. Применение законов динамики.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Перечислите пункты плана решения задач на законы Ньютона.
2. К потолку лифта подвешен динамометр, к пружине которого подвешена гиря массой $m=0,8$ кг. Если показания динамометра $F=7,6$ Н, то вектор ускорения лифта направлен ..., а его модуль a равен:

1) вниз, $0,4 \text{ м/с}^2$ 2) вверх, $0,4 \text{ м/с}^2$ 3) вниз, $0,5 \text{ м/с}^2$ 4) вверх, $0,5 \text{ м/с}^2$ 5) вверх, $0,6 \text{ м/с}^2$.

3. Деревянный брусок массой $m= 2,0$ кг тянут равномерно по доске с помощью пружины жёсткостью $k = 0,10 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$. Если коэффициент трения составляет $\mu = 0,30$, то удлинение пружины равно... см.

4. Тело массой $m= 10$ кг находится на горизонтальной плоскости. На тело действуют силой, модуль которой $F=50$ Н, направленной вверх под углом

$\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Если коэффициент трения равен $\mu = 0,30$, то модуль силы трения $F_{тр}$ составляет ... Н.

5. Брусok лежит на доске. Если поднимать за один конец доски, то при угле наклона $\alpha = 30^\circ$ будет находиться на грани соскальзывания. Тогда при угле наклона $\alpha = 45^\circ$ модуль ускорения бруска будет равен... $\frac{cM}{c^2}$.

6. Человек тянет двое саней массой $m = 15$ кг каждые, связанные между собой верёвкой, прилагая силу, модуль которой $F = 0,12$ кН, под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Если коэффициент трения полозьев о снег $\mu = 0,020$, то сила упругости верёвки равна $F_{уп}$... Н.

7. На нити длиной $l = 1,0$ м подвешено тело массой $m = 0,10$ кг. Тело вращается в горизонтальной плоскости. В случаях, когда нить образует с вертикалью углы $\alpha_1 = 30^\circ$ и $\alpha_2 = 45^\circ$, отношение модулей ускорений $\frac{a_1}{a_2}$ равно

2.4. Практические задания раздела «Законы сохранения в механике».

2.4.1. Импульс тела.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Что такое импульс тела?
2. Как направлен импульс тела?
3. В каких единицах измеряется импульс тела?
4. Как можно изменить импульс тела?
5. Сформулируйте закон сохранения импульса.
6. Когда закон сохранения импульса можно применить к незамкнутым системам? Приведите примеры ситуаций.
7. Что такое реактивное движение?
8. Кабина колеса обозрения массой $m = 100$ кг движется по окружности с постоянной по модулю скоростью $v = 51 \frac{cM}{c}$. Если путь, пройденный кабиной, равен одной четвёртой длины окружности, то модуль изменения импульса кабины Δp за это время равен ... $\frac{кг \cdot м}{c}$.
9. Шарик массой $m = 100$ г брошен с поверхности земли под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту со скоростью $v = 10 \frac{M}{c}$. Модуль изменения импульса шарика Δp за всё время падения равен ... $\frac{кг \cdot м}{c}$.
10. Вагон массой $m_1 = 20$ т двигался со скоростью $V_1 = 2,0$ м/с за вагоном массой $m_2 = 30$ т, скорость которого $V_2 = 1,0$ м/с. Скорость вагонов после срабатывания автосцепки V равна:
1) 1,4 м/с; 2) 2,8 м/с; 3) 3,4 м/с; 4) 4,8 м/с; 5) 5,0 м/с.

11. Пуля массой $m=9$ г летела горизонтально с $g_1 = 100 \frac{m}{c}$, пробила брусок массой $M=100$ г, лежащий на гладком столе, и вылетела из него со скоростью $g_2 = 50 \frac{m}{c}$. Скорость бруска g_3 сразу после вылета пули равна:

- 1) 3,5 м/с; 2) 4,0 м/с; 3) 4,5 м/с; 4) 5,0 м/с; 5) 5,5 м/с.

12. Брусок массой $M=2,0$ кг движется со скоростью $v_1 = 0,5$ м/с по гладкой горизонтальной поверхности. Пуля массой $m=9,0$ г движется горизонтально навстречу бруску со скоростью $v_2 = 200$ м/с, пролетает через центр бруска и движется в том же направлении со скоростью $v_2' = 60$ м/с. Проекция скорости движения бруска после столкновения на направление движения пули v_{1x}' равна:

- 1) 11 см/с; 2) 12 см/с; 3) 13 см/с; 4) 14 см/с; 5) 15 см/с.

2.4.2 Механическая работа. Мощность. Энергия.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Что называется механической работой?
2. Назовите единицы измерения механической работы.
3. Что можно сказать о работе сил сопротивления?
4. Что можно сказать о работе нормальных сил?
5. Что называется мощностью?
6. Назовите единицу измерения мощности.
7. Что называется коэффициентом полезного действия?
8. Что называется энергией?
9. Что составляет полную механическую энергию тела?
10. От чего зависит потенциальная энергия тела, которое подняли над землёй. Что называют нулевым уровнем потенциальной энергии?
11. Сформулируйте закон сохранения механической энергии.
12. Цепь массой $m = 5$ кг и длиной $l = 2$ м лежит на земле. Минимальная работа A_{min} по подъёму этой цепи на высоту, равную её длине, составляет:

- 1) 25 Дж; 2) 50 Дж; 3) 75 Дж; 4) 100 Дж

13. Тело массой $m = 2,0$ кг движется по горизонтальной поверхности вдоль оси Ox . Кинематический закон движения имеет вид $x(t) = A + Bt + Ct^2$, где $A = 4,0$ м, $B = 4,0 \frac{m}{c}$, $C = 0,50 \frac{m}{c^2}$. Если коэффициент трения скольжения между телом и поверхностью $\mu = 0,30$, то работа A горизонтально направленной силы тяги за промежуток времени $\Delta t = 2,0$ с от начала отсчета времени равна ... Дж.

14. Санки начинают скольжение с высоты $H = 15$ м по наклонной плоскости с углом наклона $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Въезжают на горизонтальную поверхность и, пройдя по ней путь $S = 12$ м, снова поднимаются в гору по плоскости с углом наклона $\beta = 15^\circ$. Если известно, что коэффициент трения на всём пути одинаков и равен $\mu = 0,2$, то санки остановятся на высоте h равной ... дм.

15. Деревянный однородный кубик со стороной $a=10$ см плавает в воде так, что его центр находится на высоте $h=4$ см выше поверхности воды. Чтобы погрузить кубик в воду наполовину, надо совершить работу A равную ... мДж.

2.4.3. Применение законов сохранения к ударам.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Нарисуйте центральный удар двух сферических тел.
2. Какой удар называется абсолютно упругим?
3. Что можно сказать о суммарном импульсе и суммарной механической энергии тел при абсолютно упругом ударе?
4. Какой удар называют абсолютно неупругим ударом?
5. Что можно сказать о суммарном импульсе и суммарной механической энергии тел при абсолютно неупругом ударе?
6. Мяч бросили с высоты $H = 10$ м. После удара о землю мяч поднялся на высоту $h = 20$ м. Начальная скорость мяча равна... $\frac{M}{c}$. Удар считать абсолютно упругим. Сопротивление воздуха не учитывать.

7. Тело, массой $m_1=3$ кг движется со скоростью $v_1 = 4\frac{M}{c}$ и ударяется о неподвижное тело массой $m_2 = m_1$. Удар считать центральным и неупругим. Количество теплоты Q , которое выделяется при ударе, равно ... Дж.

2.5. Практические задания раздела «Элементы статики и гидростатики».

2.5.1. Виды равновесия. Условия равновесия тела.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Что называют плечом силы?
2. От чего зависит момент силы?
3. Когда момент силы считают положительным? Отрицательным?
4. В каких единицах измеряется момент силы в СИ?
5. При каком условии тело, имеющее неподвижную ось вращения, будет
6. находиться в равновесии?
7. Чем отличаются друг от друга рычаги I (первого) и II (второго) рода?
8. Почему неподвижный блок не даёт выигрыша в силе?
9. Какой выигрыш в силе даёт подвижный блок?
10. Какой выигрыш в силе даёт наклонная плоскость?
11. Нарисуйте, как можно приложить к телу три силы, равные $F_1 = 4$ Н, $F_2 = 6$ Н и $F_3 = 10$ Н, чтобы тело оставалось в равновесии.
12. Из двух параллельных сил, направленных в разные стороны, большая сила равна $F_1 = 30$ Н. Точка приложения равнодействующей силы F_0 делит расстояние между ними в отношении 4:10. По этим данным определите меньшую силу F_2 и величину равнодействующей силы F_0 .

13. Труба длиной $l= 16$ м и массой $m = 2,1$ т лежит на двух опорах, расположенных на расстояниях $x_1= 4$ м и $x_2= 2$ м от её концов. Определите силы,

которые надо приложить поочерёдно слева и справа к каждому концу трубы, чтобы приподнять её.

14. Из однородной круговой пластинки радиусом $R=9$ см вырезан круг вдвое меньшего радиуса, касающийся первого круга. Центр тяжести полученной пластины находится на расстоянии на ... см от центра круга.

2.5.2. Закон Паскаля.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Назовите единицу давления в СИ?
2. Давление – это скалярная или векторная физическая величина?
3. Что такое гидростатическое давление?
4. Сформулируйте закон Паскаля.
5. Сформулируйте следствия из закона Паскаля.
6. Что такое гидравлический пресс?
7. Как определить выигрыш в силе гидравлического пресса?
8. В два сообщающихся цилиндрических сосуда налита вода, плотность которой $\rho_1 = 1,0 \text{ г/см}^3$. Диаметр узкого сосуда в 2,0 раза меньше диаметра широкого. Если в широкий сосуд долили масло ($\rho_2 = 0,80 \text{ г/см}^3$) высота столбика которого $h_2 = 25$ см, то уровень жидкости в узком сосуде поднялся на Δh_1 , равное:

1) 12 см; 2) 14 см; 3) 16 см; 4) 18 см; 5) 20 см.

9. Простейший жидкостный манометр представляет собой U-образную трубку, заполненную жидкостью. Первое колено манометра открыто, второе соединено с газовым баллоном, в котором надо измерить давление. Если атмосферное давление $p_0 = 100$ кПа, а высоты столбов ртути плотностью $\rho = 13,6 \text{ г/см}^3$ в коленах манометра соответственно равны $h_1 = 29,0$ см и $h_2 = 19,0$ см, то давление p газа в баллоне равно:

1) 105 кПа; 2) 110 кПа; 3) 114 кПа; 4) 120 кПа;
5) 125 кПа.

10. На малый поршень гидравлического пресса давление передаётся с помощью рычага, плечи которого равны $l_1 = 1,35$ м и $l_2 = 0,15$ м. К концу длинного рычага приложена сила $F_1 = 200$ Н. Площади S поршней пресса равны 4 и 400 см². КПД пресса $\eta = 80\%$. Сила давления второго поршня F_2 составляет ... кН.

2.5.3. Закон Архимеда.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Сформулируйте закон Архимеда.
2. Прочитайте формулу определения силы Архимеда.
3. При каком условии тело тонет в жидкости?
4. При каком условии тело находится в равновесии внутри жидкости?
5. Что будет происходить с телом в жидкости, если его плотность меньше, чем плотность жидкости.

6. Если плотность льда $\rho_1 = 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, а воды $\rho_2 = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, то льдина толщиной $d = 20$ см и площадью $S = 4,0 \text{ м}^2$ может удерживать на плаву максимальный груз, масса которого равна...кг.

7. Тело с внутренней полостью массой $m = 8$ кг, поверхностью которого является сфера, плавает в воде $\rho_2 = 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, погрузившись в неё наполовину. Если плотность вещества тела $\rho_1 = 8,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, то объём внутренней полости $V_{\text{п}}$ равен...дм³.

8. Если шарик плотностью $\rho_1 = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ начал всплывать в воде плотностью $\rho_2 = 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, то в момент начала движения модуль ускорения шарика a равен... $\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

9. Деревянный ($\rho_1 = 0,8 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$) шар лежит на дне сосуда, наполовину погрузившись в воду ($\rho_2 = 1 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$). Если модуль силы взаимодействия шара со дном $F = 7,5$ Н, то масса шара m равна...кг.

10. Плавающая в жидкости А, куб погружается на глубину $h_1 = 40$ мм, а в жидкости В – на глубину $h_2 = 60$ мм. Глубина погружения куба в жидкости, плотность которой равна среднему арифметическому плотностей первых двух жидкостей, будет равна ... мм.

2.6. Практические задания раздела «Основы молекулярной физики и термодинамики».

2.6.1. Основные положения МКТ. Идеальный газ.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Сформулируйте основные положения молекулярно-кинетической теории.
2. Какие явления доказывают существование непрерывного хаотичного движения молекул?
3. Почему силы притяжения и силы отталкивания между молекулами действуют одновременно?
4. Какие факты говорят о том, что вещество дискретно?
5. Что доказывают броуновское движение и диффузия?
6. Для чего вводится модель идеального газа?
7. Назовите микроскопические параметры вещества?
8. Какие параметры вещества называют макроскопическими?
9. Как зависит давление газа от средней квадратичной скорости теплового движения?
10. Какой вид движения прекращается при температуре 0 К (Кельвин)?
11. Как связана средняя квадратичная скорость молекул с температурой вещества и массой молекулы?

12. Что называется идеальным газом?
13. Что такое уравнение состояния газа?
14. Сформулируйте закон Бойля-Мариотта.
15. Сформулируйте закон Гей-Люссака.
16. Сформулируйте закон Шарля.
17. Сформулируйте закон Дальтона.
18. Если положить огурец в солёную воду, то через некоторое время он станет солёным. Выберите явление, которое обязательно придётся использовать при объяснении этого процесса:
 - 1) диффузия;
 - 2) броуновское движение;
 - 3) химическая реакция;
 - 4) нагревание.
19. На сколько процентов возрастет средняя квадратичная скорость $\langle g_{\text{кв}} \rangle$ молекул идеального газа, если абсолютная температура увеличится в 2 раза?
20. Во сколько раз возрастет давление газа в цилиндре под поршнем, если поршень медленно опустить на $1/3$ первоначальной высоты?
21. Поршень массой $m = 100$ кг и площадью $S = 0,01$ м², находящийся в цилиндрическом сосуде, начинает двигаться вверх. Давление газа под поршнем постоянно и равно $p = 600$ кПа, атмосферное давление $p_a = 100$ кПа. Определить скорость поршня, когда он пройдет расстояние $h = 1,8$ м. Трением пренебречь.
22. Построить в различных осях $(p; V)$, $(V; T)$, $(p; T)$ замкнутый процесс:
 - 1-2- это изобарное расширение;
 - 2-3 – это изохорное охлаждение;
 - 3-1 – это изотермическое сжатие.
23. Начертить график зависимости плотности идеального газа от температуры при изотермическом, изобарном и изохорном процессах.
24. В сосудах постоянного объёма производится нагревание один раз газа массой m , другой раз газа массой $2m$. Начертить график зависимости давления от температуры для этих случаев.
25. Если каждую секунду из жидкого в газообразное состояние переходит $N = 1,20 \cdot 10^{20}$ молекул воды ($M = 18,0 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$), то масса $m = 216$ г воды испарится за промежуток времени Δt , равный... **мин.**

2.6.2. Основы термодинамики.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Что такое термодинамика?
2. Что представляет собой внутренняя энергия идеального газа?
3. От чего зависит её значение?
4. От чего зависит работа в термодинамике?
5. Сформулируйте первый закон термодинамики.
6. На что расходуется количество теплоты, которое сообщили газу при изотермическом процессе?
7. На что расходуется количество теплоты, которое сообщили газу при изохорном процессе?

8. На что расходуется количество теплоты, которое сообщили газу при изобарном процессе?
9. Что такое адиабатический процесс?
10. Что называется тепловой машиной?
11. Из каких процессов состоит цикл Карно?
12. Сформулируйте второй закон термодинамики.
13. При изобарном расширении газа была совершена работа $A=600$ Дж., Если давление газа было $p = 4 \cdot 10^5$ Па, то изменение объема газа ΔV составило... м³.
14. Во время расширения газа, вызванного его нагреванием, в цилиндре с поперечным сечением $S = 100$ см² газу было передано количество теплоты $Q = 0,75 \cdot 10^5$ Дж, причем давление газа оставалось постоянным и равным $p = 1,5 \cdot 10^7$ Па. Если поршень передвинулся на расстояние 40 см, внутренняя энергия газа ΔU изменилась на ... Дж.
15. Кислород массой $m = 0,3$ кг при температуре $T = 320$ К охладили изохорно, вследствие чего его давление уменьшилось в 3 раза. Затем газ изобарно расширили так, что температура его стала равна первоначальной. Работа газа A и приращение его внутренней энергии ΔU составляют соответственно Дж.
16. КПД теплового двигателя $\eta_1 = 30\%$. Если количество теплоты, получаемое от нагревателя, увеличить на 5%, а количество теплоты, отдаваемое холодильнику, уменьшить на 10%, то КПД двигателя станет η_2 :
 1) 35%; 2) 40%; 3) 45%; 4) 50%; 5) 55%
17. За один цикл рабочее тело тепловой машины отдает холодильнику количество теплоты $Q=600$ Дж. Если КПД цикла, то $\eta = 20\%$ рабочее тело совершает работу A :
 1) 0,15кДж; 2) 0,20кДж; 3) 0,25кДж; 4) 0,30кДж; 5) 0,35кДж.
18. КПД теплового двигателя $\eta_1 = 40\%$. Если температуру нагревателя теплового двигателя увеличить на 20%, а температуру холодильника уменьшить на 10%, то КПД двигателя η_2 станет равным:
 1) 40%; 2) 45%; 3) 50%; 4) 55%; 5) 60%.

2.6.3. Теплопередача.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Что такое фазовый переход первого рода?
2. Что называется плавлением?
3. Назовите процесс, обратный плавлению.
4. В каких единицах выражается удельная теплота плавления?
5. Что такое испарение?
6. Что такое конденсация?
7. Что такое кипение?
8. Что такое конденсация?
9. Прокомментируйте формулы теплопередачи.
10. Как записать уравнение теплового баланса?

11. Кусок олова ($c = 0,23 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$, $\lambda = 60 \text{кДж} / \text{кг}$) массой $m_1 = 17,4$ кг и температурой $t_1 = 32^\circ \text{C}$ поместили в плавильную печь с коэффициентом полезного действия $\eta = 50\%$. Если температура плавления олова $t_2 = 232^\circ \text{C}$, то масса бензина ($q = 46 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$), который необходимо сжечь, чтобы полностью расплавить этот кусок, m_2 равна:

- 1) 43г; 2) 58г; 3) 80г; 4) 85г; 5) 90г.

12. На поверхность льда ($\rho = 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, $\lambda = 330 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$) при температуре $T_1 = 273$ К поставили стальной ($c = 460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$) цилиндр массой $m_1 = 200$ г, площадь основания которого $S = 10,0$ см². В результате цилиндр углубился в лед на глубину $h = 26,0$ мм. Если льду передано 82% энергии, выделившейся при охлаждении цилиндра, то начальная температура t цилиндра была:

- 1) 63°C ; 2) 72°C ; 3) 81°C ; 4) 94°C ; 5) 102°C .

13. В калориметре ($C = 350 \text{Дж} / \text{К}$) находится $m_1 = 100$ г воды ($c_1 = 4,20 \text{кДж} / \text{кг} \cdot \text{К}$) при температуре $T_1 = 277$ К. После того как в воду опустили алюминиевый ($c_2 = 880 \text{Дж} / \text{кг} \cdot \text{К}$) шарик при температуре $T_2 = 248$ К, в калориметре установилась температура $T = 273$ К. Если масса воды в калориметре осталась неизменной, то масса m_2 шарика:

- 1) 110г; 2) 120г; 3) 130г; 4) 140г; 5) 150г.

14. Свинцовая пуля, имеющая скорость $v_1 = 400 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ пробивает доску, при этом её скорость уменьшается до $v_2 = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. В момент удара расходуется 60% энергии пули. Определить, какая часть пули расплавится, если начальная температура пули $t_1 = -25^\circ \text{C}$. Температура плавления свинца $t_2 = 327^\circ \text{C}$.

2.6.4. Влажность воздуха.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Что такое пар?
2. Что такое критическая температура?
3. Что такое динамическое равновесие?
4. Что называют насыщенным паром?
5. Что называют абсолютной влажностью воздуха?
6. В каких единицах измеряют абсолютную влажность?
7. Что называют относительной влажностью?
8. В каких единицах измеряют относительную влажность?
9. Что называют точкой росы?
10. Как можно найти относительную влажность воздуха, если известны его температура и точка росы?
11. Как изменяются абсолютная и относительная влажности воздуха при его нагревании?

12. Опишите действие прибора психрометр.
13. В кабинете физики находится психрометр. Сухой термометр показывает температуру 20 С, влажный температуру 16 С. С помощью психометрической таблицы определите влажность в кабинете.
14. Как изменится разность температур сухого и влажного термометров психрометра при понижении температуры в комнате, если абсолютная влажность останется без изменения?

2.7. Практические задания раздела «Основы электродинамики».

2.7.1. Электрический заряд.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Что такое электрический заряд?
2. Назовите единицу измерения электрического заряда.
3. Какие виды зарядов существуют в природе?
4. Как взаимодействуют одноимённые заряды?
5. Как взаимодействуют разноимённые заряды?
6. Что означает дискретность электрического заряда?
7. Сформулируйте закон сохранения электрического заряда.
8. Сформулируйте закон взаимодействия точечных зарядов.
9. Заряд двухвалентного положительного иона изменился на такой же заряд, но противоположный по знаку. Выберите правильное утверждение:
 - 1) значит, к иону присоединилось 2 электрона;
 - 2) значит, к иону присоединилось 4 электрона;
 - 3) значит, ион потерял 2 электрона;
 - 4) значит, ион потерял 4 электрона.
11. На металлическом шарике находится $N = 4,0 \cdot 10^{10}$ избыточных электронов. Заряд шарика q равен:
 - 1) $- 6,4 \cdot 10^{-9}$ Кл;
 - 2) $- 4,8 \cdot 10^{-9}$ Кл;
 - 3) $- 3,2 \cdot 10^{-9}$ Кл;
 - 4) $+ 1,6 \cdot 10^{-9}$ Кл;
 - 5) $+ 3,2 \cdot 10^{-9}$ Кл.
12. Два точечных заряда находятся на расстоянии L друг от друга. Если расстояние между ними уменьшить на $x = 26$ см, то модуль силы взаимодействия между зарядами увеличится в $N = 2,0$ раза. Первоначальное расстояние между зарядами L равно...см.
13. Два маленьких одинаковых металлических шарика имели заряды $q_1 = 2$ мкКл и $q_2 = - 1,6$ мкКл находились в вакууме. Их привели в соприкосновение, а затем разместили на расстоянии $r = 0,2$ м. Сила взаимодействия зарядов F равна...мН.
14. Два точечных заряда находятся в воздухе на расстоянии $r = 50$ см друг от друга. Если, изменяя расстояние, эти заряды поместить в жидкость, диэлектрическая проницаемость которой $\epsilon = 25$, и модуль силы электростатического взаимодействия между ними будет таким же, как в воздухе, то в жидкости расстояние между зарядами $r_1 = \dots$ см.

15. Тонкая шелковая нить, на которой в воздухе подвешен маленький шарик массой $m = 600$ мг и зарядом $q_1 = 12,5$ нКл, выдерживает максимальную силу натяжения, модуль которой равен $F_{\text{нат}} = 10$ мН. Снизу в направлении линии подвеса к нему подносят шарик, заряд которого $q_2 = -8,0$ нКл. Нить разорвется, когда расстояние между центрами шариков $r = \dots$ мм.

2.7.2. Напряженность электростатического поля.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Какими свойствами обладает электростатическое поле?
2. Что такое силовые линии?
3. Какой физической величиной характеризуют действие электростатического поля на заряды?
4. В каких единицах измеряется напряжённость электростатического поля?
5. Как направлен вектор напряжённости?
6. Как с помощью силовых линий изображаются поля точечных положительных и отрицательных зарядов?
7. Прочитайте формулу модуля напряженности E поля точечного заряда q на расстоянии r от него
8. В чём заключается принцип суперпозиции электрических полей?
9. В вершинах квадрата ABCD расположены точечные заряды. В вершинах A и B заряды $-q$ (отрицательный), а в вершинах C и D $+q$ (положительный). Как направлен вектор напряжённости электрического поля в центре квадрата, созданного этими зарядами:
1) влево; 2) вправо; 3) вниз; 4) вверх.

10. В точке A напряжённость поля точечного заряда равна $E_1 = 36 \frac{B}{m}$. В точке B составляет $E_2 = 9 \frac{B}{m}$. Точка D находится на середине отрезка AB. Напряжённость E_3 в точке D составит $\dots \frac{B}{m}$.

11. В вершинах равностороннего треугольника со стороной $a = 10$ см расположены заряды по $q = 10$ нКл каждый. Напряжённость поля в центре треугольника E_0 и на середине одной из сторон E_1 равны $\dots \frac{B}{m}$

2.7.3. Потенциал электростатического поля.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Как определяется потенциал электростатического поля?
2. Назовите единицу измерения потенциала.
3. Прочитайте формулу потенциала поля точечного заряда q на расстоянии r от него.
4. Что такое эквипотенциальная поверхность?

5. Запишите и прочитайте формулы для вычисления работы сил электростатического поля при перемещении в нём заряда из одной точки в другую.

6. Почему работа перемещения заряда по эквипотенциальной поверхности равна нулю?

7. Что такое электрическое напряжение?

8. В СИ размерность единицы напряжения равна:

1) $\frac{кг \cdot м}{А \cdot с}$; 2) $\frac{кг \cdot м^2}{А \cdot с}$; 3) $\frac{кг \cdot м^2}{А \cdot с^2}$; 4) $\frac{кг \cdot м^2}{А \cdot с^3}$; 5) $\frac{кг \cdot м^2}{А^2 \cdot с}$.

9. Три одинаковых точечных заряда $q_1 = q_2 = q_3 = q$ расположены в трех вершинах квадрата. Если потенциал электрического поля в четвертой вершине квадрата равен $\varphi = 10 В$, а модуль напряженности электрического поля в этой вершине равен $E = 141 \frac{В}{м}$, то длина стороны квадрата $a = \dots см$.

10. Точечный заряд $q = 1 нКл$ перенесли из точки с потенциалом $\varphi_1 = 1,0 В$ в точку с потенциалом $\varphi_2 = 11 В$. Совершенная работа равна:

1) -10 нДж; 2) 0 нДж; 3) 10 нДж; 4) 10 мкДж; 5) 10 мДж.

2.7.4. Проводники и диэлектрики в электростатическом поле.

Емкость. Конденсаторы.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Что такое проводники?

2. Что такое диэлектрики?

3. Почему сила взаимодействия зарядов в диэлектрике уменьшается?

4. Что представляет собой конденсатор? Каково его назначение?

5. Какую физическую величину называют ёмкостью конденсатора?

6. В каких единицах измеряют ёмкость конденсатора?

7. От чего зависит ёмкость плоского конденсатора?

8. Как можно рассчитать энергию электростатического поля заряженного конденсатора?

9. По какой зависимости сравнивают энергию конденсаторов, которые имеют одинаковые заряды?

10. По какой зависимости сравнивают энергию конденсаторов, на которые подано одинаковое напряжение?

11. В СИ размерность единицы емкости равна:

1) $\frac{А \cdot с}{кг \cdot м}$; 2) $\frac{А^2 \cdot с^4}{кг \cdot м^2}$; 3) $\frac{А^2 \cdot с^2}{кг \cdot м^2}$; 4) $\frac{А^2 \cdot с^3}{кг \cdot м^2}$; 5) $\frac{А \cdot с^2}{кг \cdot м}$

12. Если разность потенциалов между обкладками конденсатора увеличить в n раз, то его ёмкость:

1) уменьшилась в n раз 2) увеличилась в n раз 3) не изменилась
4) увеличилась в n^2 раз 5) уменьшилась в n^2 раз.

13. Плоский воздушный конденсатор подключен к источнику постоянного тока. Не отключая конденсатор от источника, медленно увеличили расстояние между пластинами в 2 раза. Тогда заряд на пластинах конденсатора:

- 1) уменьшился в 2 раза;
- 2) увеличился в 2 раза;
- 3) не изменился;
- 4) увеличился в 4 раза;
- 5) уменьшился в 4 раза.

14. Плоский воздушный конденсатор заряжен и отключен от источника напряжения. Если пространство между его пластинами заполнили диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 3$, то энергия конденсатора изменилась (как?) в число раз W_2/W_1 :

- 1) уменьшилась в 3 раза;
- 2) уменьшилась в 9 раз;
- 3) не изменилась;
- 4) увеличилась в 3 раза;
- 5) увеличилась в 9 раз.

2.7.5. Законы постоянного тока для участка цепи.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Что называется электрическим током?
2. Какие действия вызывает электрический ток?
3. Что называют силой тока?
4. Какое направление электрического тока принимают за положительное?
5. Как называется прибор для измерения силы тока?
6. Как называется прибор для измерения напряжения?
7. Как формулируется закон Ома?
8. Что называется сопротивлением проводника?
9. Какими единицами выражается электрическое сопротивление?
10. Как зависит сопротивление проводника от его длины, площади поперечного сечения и материала?
11. Как зависит удельное сопротивление проводника от температуры?
12. На основании закона сохранения энергии докажите для последовательного соединения проводников правильность соотношения:
$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$
13. С помощью закона Ома докажите, что для последовательного соединения проводников имеет место пропорция:
$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$$
14. На основании закона сохранения заряда объясните, почему при параллельном соединении проводников общая сила тока равна сумме токов в отдельных ветвях.
15. Вольтметр, соединенный последовательно с резистором сопротивлением $R_1 = 10$ кОм, при включении в сеть с напряжением $U = 220$ В показал $U_1 = 120$ В. Если этот вольтметр соединить с другим резистором R_2 и включить в ту же сеть, то вольтметр показывает напряжение $U_2 = 60$ В. Сопротивление резистора $R_2 = \dots$ кОм.
16. Лампа и резистор соединены последовательно и подключены к источнику постоянного тока. Сопротивление лампы в 10 раз больше, чем

сопротивление резистора. Если напряжение на клеммах источника постоянного тока $U = 220$ В, то напряжение на резисторе U_1 равно ... В.

17. Две спирали сопротивлениями $R_1 = 260$ Ом и $R_2 = 780$ Ом подключены параллельно в электрическом нагревателе. Если первая спираль дает тепловую мощность $P_1 = 63$ Вт, то тепловая мощность P_2 , выделяемая второй спиралью, равна ... Вт.

18. В электронагревателе, рассчитанном на напряжение $U = 120$ В, используется нихромовая проволока, площадь поперечного сечения которой $S = 0,50$ мм². С помощью этого нагревателя необходимо за время $\tau = 10$ минут превратить в пар (при температуре кипения $t_k = 1000$ С) воду массой $m = 1,0$ кг, взятую при температуре $t_1 = 200$ С. Удельное сопротивление нихрома $\rho = 1,1 \cdot 10^{-6}$ Ом · м, удельная теплоемкость воды $c = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К), удельная теплота парообразования $r = 22,6 \cdot 10^5$ Дж/кг. Если КПД электронагревателя $\eta = 80\%$, то длина проволоки равна:

- 1) 0,50 м 2) 1,0 м 3) 1,2 м 4) 1,5 м 5) 1,8 м

2.7.6 Законы тока для полной цепи.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Что такое источник тока?
2. Что такое сторонняя сила?
3. Что такое электродвижущая сила источника тока?
4. Какие участки цепи называют внешним и внутренним?
5. Как формулируется закон Ома для полной цепи?
6. При каких условиях от данного источника можно получить наибольшую силу тока?

7. Почему формулой $P_{пол} = I^2 R$ удобно пользоваться при последовательном соединении, а формулой $P_{пол} = \frac{U^2}{R}$ при параллельном соединении нагрузки?

8. Сформулируйте закон Джоуля-Ленца для теплового действия тока.
9. Что такое коэффициент полезного действия источника тока?
10. В системе СИ единица мощности теплового действия электрического тока:

- 1) ампер (А); 2) джоуль (Дж); 3) фарад (Ф); 4) вебер (Вб);
5) ватт (Вт)

11. ЭДС источника тока $\varepsilon = 36$ В, внутреннее сопротивление $r = 2$ Ома. При некотором значении сопротивления внешней цепи сила тока в цепи $I_1 = 2$ А. Если сопротивление внешней цепи уменьшить в $k = 4$ раза, то сила тока во внешней цепи $I_2 = \dots$ А.

12. Электрический чайник имеет две спирали. При подключении одной из них в сеть вода в чайнике закипает через $t_1 = 2$ мин, при подключении другой – через $t_2 = 4$ мин. Если спирали соединить последовательно, то вода закипит через $t_3 = \dots$ мин.

13. Клеммы источника с $\varepsilon=10\text{В}$, замыкают один раз резистором $R_1=4\text{ Ом}$, а второй – резистором $R_2=9\text{ Ом}$. Выделяемая во внешней цепи в обоих случаях мощность одинакова и равна $P=\dots\text{Вт}$.

14. Нагреватель электрического чайника содержит две секции. При включении одной секции вода нагревается до 100 С за 10 мин , а при включении второй секции - за 20 мин . Если секции включить последовательно, то вода в чайнике закипит за ... **мин**.

15. К источнику тока подключены два резистора, которые соединены параллельно. Если сопротивление второго резистора в три раза меньше, чем первого, но в два раза больше, чем внутреннее сопротивление источника, то КПД источника равен ... %.

16. Источник тока один раз замыкается резистором, сопротивление которого 10 Ом , а другой раз - резистором с сопротивлением $0,1\text{ Ом}$. Если тепловая мощность, выделяемая на резисторах, одинакова, то внутреннее сопротивление источника тока равно ... **Ом**.

2.7.7. Магнитные явления.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Что называется магнитным полем?
2. Как можно обнаружить магнитное поле?
3. Опишите опыт Эрстеда с магнитной стрелкой.
4. Что такое магнитная индукция?
5. В каких единицах выражается магнитная индукция?
6. Как нарисовать линии магнитной индукции?
7. Как вы думаете, почему магнитное поле называют вихревым?
8. Сформулируйте закон Ампера.
9. Как определить направление силы Ампера?
10. В чём проявляется принцип суперпозиции при наложении магнитных полей?

11. Напишите формулу для силы Лоренца.

12. Нарисуйте 8 примеров для определения направления силы Лоренца?

13. Электрон, который влетает перпендикулярно силовым линиям в область однородного магнитного поля, будет двигаться:

- 1) по винтовой линии;
- 2) равномерно и прямолинейно
- 3) по параболе;
- 4) по окружности;
- 5) прямолинейно равноускоренно.

14. Горизонтальный стальной ($\rho_{\text{стали}} = 7,7 \cdot 10^3\text{ кг /м}^3$) проводник диаметром $d = 0,1\text{ мм}$ находится в состоянии невесомости в горизонтальном однородном магнитном поле с индукцией $B = 20\text{ мТл}$. Сила тока в проводнике I равна:

- 1) 1 мА ;
- 2) 2 мА ;
- 3) 3 мА ;
- 4) 4 мА ;
- 5) 5 мА .

15. В вертикальном однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,50\text{ Тл}$ на двух нитях подвешен прямолинейный проводник длиной $l = 40\text{ см}$ и массой $m = 200\text{ г}$. Под действием силы Ампера он отклонился так, что нити подвеса образуют с вертикалью угол 60° . Сила тока в проводнике I равна:

- 1) 11 А; 2) 13А; 3) 15А; 4) 17А; 5) 19А

16. Электрон, ускоренный разностью потенциалов $U=9$ кВ, влетает в однородное магнитное поле с индукцией $B=0,1$ Тл перпендикулярно линиям поля. Электрон движется в магнитном поле по окружности, радиус которой R равен:

- 1) 1мм; 2) 2мм; 3) 3мм; 4) 4мм; 5) 5мм.

18. Протон массой $m=1,67 \cdot 10^{-27}$ кг и зарядом $q=1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл влетает в область существования однородного электрического поля с модулем напряженности $E=0,40$ В/м и однородного магнитного поля с модулем индукции $B=20$ мТл. Если направление линий электрического и магнитного полей противоположны, вектор скорости протона направлен перпендикулярно силовым линиям и равен по модулю $v=10 \frac{m}{c}$, то ускорение a протона равно...

$$\frac{Mm}{c^2}$$

2.7.8. Явление электромагнитной индукции.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Какое явление называется электромагнитной индукцией?
2. При каких условиях возникает индукционный электрический ток?
3. Какими способами можно изменить магнитный поток, пронизывающий замкнутый контур?
4. Как определяется направление индукционного электрического тока?
5. Сформулируйте закон Ленца.
6. Какое явление называется самоиндукцией?
7. Запишите формулу ЭДС самоиндукции.
8. В каких единицах выражают индуктивность?
9. Чему равна энергия магнитного поля катушки индуктивности при протекании по ней силы тока?

10. Выражению единицы измерения индуктивности L через основные единицы в СИ соответствует:

- 1) $\frac{кг \cdot м}{A^2 \cdot c^2}$ 2) $\frac{кг \cdot м^2}{A^2 \cdot c}$ 3) $\frac{кг \cdot м^2}{A^2 \cdot c^2}$ 4) $\frac{кг \cdot м^2}{A^3 \cdot c^2}$ 5) $\frac{кг \cdot м^2}{A^2 \cdot c^3}$

11. Из двух проводников одинаковой длины и материала изготовлены два контура – квадратный и круговой. Оба контура помещены в одной плоскости в равномерно изменяющемся со временем магнитном поле $\frac{\Delta B}{\Delta t} = const$. Если в круговом контуре индуцируется постоянный ток силой $I_1 = 0,39$ А, то сила тока I_2 в квадратном контуре равна:

- 1) 0,31А; 2) 0,33А; 3) 0,36А; 4) 0,39А; 5) 0,41А.

11. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 1,2$ Тл перпендикулярно силовым линиям перемещается проводник длиной $l = 60$ см с

постоянной скоростью модуль которой $v = 36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. ЭДС \mathcal{E} индукции на концах проводника при его движении равна:

- 1) 1,2 В; 2) 1,5 В; 3) 2,4 В; 4) 3,6 В; 5) 7,2 В.

11. При силе тока в катушке $I=4$ А энергия магнитного поля $W=2$ Дж. Магнитный поток через витки катушки Φ равен ... Вб.

12. В течение промежутка времени $\Delta t = 0,2$ с магнитный поток через поверхность, ограниченную замкнутым проводящим контуром, равномерно уменьшается на $\Delta \Phi = 30$ мВб. В результате в контуре возбуждается ЭДС индукции \mathcal{E}_i , равная ... мВ.

13. По горизонтальным рельсам, расположенным в вертикальном магнитном поле, скользит проводник длиной $l = 10$ см с постоянной скоростью $v = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Концы рельсов замкнуты на резистор сопротивлением $R = 0,10$ Ом. Если модуль индукции магнитного поля $B = 2,0 \cdot 10^{-2}$ Тл, а сопротивлением рельсов можно пренебречь то количество теплоты Q , которое выделится на резисторе за промежуток времени $\Delta t = 5,0$ с, равно ... мДж.

2.8. Практические задания раздела «Колебания и волны».

2.8.1. Механические колебания.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Какие колебания называются гармоническими колебаниями?
2. Найдите ускорение гармонических колебаний.
3. Как зависит ускорение гармонических колебаний от смещения?
4. Найдите циклическую частоту и период колебаний математического маятника.
5. Как энергия колебаний зависит от амплитуды?
6. Что такое затухающие колебания?
7. Какие колебания называют вынужденными?
8. Что такое резонанс?
9. Уравнение колебаний материальной точки $x = 3 \cos\left(\frac{\pi}{6}t - \frac{\pi}{3}\right)$. В момент

времени $t=4$ с фаза колебания равна:

- 1) $\frac{\pi}{6}$; 2) $\frac{\pi}{3}$; 3) $\frac{\pi}{2}$; 4) $\frac{2\pi}{3}$; 5) $\frac{3\pi}{2}$.

10. Груз массой $m=750$ г колеблется с амплитудой $A=10$ см на пружине с жесткостью $k = 64$ Н/м. В момент, когда смещение груза равно половине амплитуды, его скорость равна:

- 1) 9 см/с; 2) 16 см/с; 3) 45 см/с; 4) 50 см/с; 5) 80 см/с.

11. Период колебаний груза на пружине $T = 0,5$ с, амплитуда колебаний $A = 5$ см. За промежуток времени $\Delta t = 15$ с груз пройдет путь, равный:

- 1) 1 м; 2) 2 м; 3) 4 м; 4) 5 м; 5) 6 м.

12. Математический маятник совершает гармонические колебания с амплитудой $A=1,0$ см и периодом $T = 1,0$ с. За промежуток времени $\Delta t=40$ с маятник пройдет путь s , равный

- 1) 2,0 м; 2) 1,6 м; 3) 1,2 м; 4) 0,80 м; 5) 0,40 м.

13. Если длина математического маятника $l=90$ см, а амплитуда его гармонических колебаний $A=6$ см, то модуль максимальной скорости v_{max} маятника равен:

- 1) 0,1 м/с; 2) 0,2 м/с; 3) 0,3 м/с; 4) 0,4 м/с; 5) 0,5 м/с.

14. Зависимость координаты пружинного маятника, совершающего колебания вдоль оси Ox , от времени имеет вид: $x(t)=A\sin(Bt+C)$, где $B = \frac{17\pi}{18} \frac{рад}{с}$,

$C = \frac{2\pi}{9} рад$. Если в момент времени $t=1,0$ с потенциальная энергия пружины $W_n = 9,0$ мДж, то полная энергия маятника W равна:

- 1) 10 мДж; 2) 12 мДж; 3) 18 мДж; 4) 21 мДж; 5) 36 мДж.

15. Зависимость координаты пружинного маятника, совершающего колебания вдоль оси Ox , от времени имеет вид: $x(t)=A\sin(Bt+C)$, где $B = \frac{5\pi}{3} \frac{рад}{с}$,

$C = \frac{\pi}{3} рад$. Если полная энергия маятника равна $W=16$ мДж, то в момент времени $t=1,2$ с потенциальная энергия пружины W_n равна:

- 1) 10 мДж; 2) 12 мДж; 3) 18 мДж; 4) 21 мДж; 5) 33 мДж.

2.8.2. Волны в упругих средах.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Что называется волной?
2. Какие виды механических волн вы знаете?
3. Какая волна называется поперечной?
4. В каких средах распространяется поперечная волна?
5. Какая волна называется продольной?
6. В каких средах распространяется продольная волна?
7. Что называется длиной волны?
8. Какие колебания называются звуковыми колебаниями?
9. От чего зависит скорость распространения звука?

10. Скорость распространения звуковой волны в воздухе $v = 330$ м/с. Эхо, вызванное выстрелом, дошло до стрелка через промежуток времени $\Delta t = 4,0$ с после выстрела. Расстояние s от стрелка, на котором произошло отражение звуковой волны, равно:

- 1) 0,33 км; 2) 0,66 км; 3) 0,99 км; 4) 1,32 км;
5) 1,66 км.

11. Звуковая волна частотой $\nu = 0,46$ кГц и длиной $\lambda = 74$ см проходит расстояние $l=0,92$ км за время t , равное:

- 1) 2,3 с; 2) 2,5 с; 3) 2,7 с; 4) 2,9 с; 5) 3,1 с.

12. Вдоль натянутой струны распространяется гармоническое колебание с частотой $\nu = 100$ Гц, со скоростью, модуль которой $v = 48$ м/с. Если расстояние между двумя точками струны $\ell = 12$ см, то разность фаз $\Delta\phi$ колебаний этих точек равна:

- 1) $\pi/12$; 2) $\pi/6$; 3) $\pi/3$; 4) $\pi/2$; 5) π .

2.8.3. Электромагнитные колебания.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Что такое колебательный контур?
2. Как происходят электромагнитные колебания в контуре?
3. Что называется электромагнитными колебаниями?
4. Запишите формулу Томсона для периода собственных электромагнитных колебаний в контуре.
5. Как изменится частота электромагнитных колебаний в контуре, если увеличить расстояние между пластинами конденсатора?
6. Почему свободные электромагнитные колебания в контуре затухают?
7. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 0,20$ мкФ и катушки с индуктивностью $L = 0,40$ Гн. В процессе электромагнитных колебаний в контуре максимальное значение силы тока в катушке $I = 1,0$ мА. В момент, когда энергия магнитного поля катушки равна энергии электрического поля конденсатора, заряд конденсатора равен:
1) 20 мкКл; 2) 10 мкКл; 3) 1,0 мкКл; 4) 0,20 мкКл;
5) 0,10 мкКл.
8. Резонансная частота в идеальном колебательном контуре, который содержит конденсатор емкостью $C = 5 \cdot 10^{-11}$ Ф и катушку индуктивности $L = 2 \cdot 10^{-7}$ Гн, равна:
1) $8 \cdot 10^7$ Гц 2) $5 \cdot 10^7$ Гц 3) $4 \cdot 10^7$ Гц 4) $2 \cdot 10^7$ Гц
5) $1 \cdot 10^7$ Гц.
9. Если в начальный момент времени заряд конденсатора идеального колебательного контура был максимальным, то спустя промежуток времени после начала колебаний, равный трети периода колебаний, энергия магнитного поля катушки больше энергии электростатического поля конденсатора в число раз равное
10. В колебательном контуре, который состоит из конденсатора и катушки индуктивностью $L = 88$ мГн, происходят свободные электромагнитные колебания. Если максимальная сила тока в катушке $I_0 = 50$ мА, а максимальное напряжение на конденсаторе $U_0 = 1,2$ В, то период T электромагнитных колебаний равен ... мс.

2.8.4. Электромагнитные волны.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Для чего колебательный контур делается открытым?
2. Как происходит излучение электромагнитного поля?
3. Что называется электромагнитной волной?
4. Чем электромагнитные волны отличаются от механических?
5. Назовите по возрастанию частоты различные типы электромагнитных волн.

6. Приведите примеры применения электромагнитных волн различных частот.
7. От чего зависит скорость распространения электромагнитных волн?
8. Каково соотношение между длиной волны, её частотой и скоростью распространения электромагнитного поля?
9. Заряженная частица излучает электромагнитные волны в вакууме:
 - 1) только при движении с ускорением;
 - 2) только при движении с постоянной скоростью;
 - 3) только в состоянии покоя;
 - 4) как в состоянии покоя, так и при движении с постоянной скоростью.
10. Если длина волны излучения $\lambda = 200 \text{ нм}$, то запишите в ответе название электромагнитного излучения.
11. Идеальный колебательный контур радиоприемника настроен на длину волны $\lambda = 100 \text{ м}$. Если максимальный заряд на конденсаторе контура $q = 8,0 \times 10^{-10} \text{ Кл}$, то максимальное значение тока I_0 в цепи контура равно ... мА.

2.9. Практические задания раздела «Оптика. Элементы теории относительности».

2.9.1. Геометрическая оптика.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Сформулируйте закон отражения света.
2. Какой угол называется углом падения?
3. Каков физический смысл абсолютного показателя преломления среды?
4. Сформулируйте закон преломления света.
5. Что называется предельным углом полного внутреннего отражения?
6. Что называется линзой?
7. Что такое оптический центр линзы?
8. Что такое главный фокус линзы?
9. Что такое собирающая линза?
10. Что такое рассеивающая линза?
11. Что называется оптической силой линзы?
12. В каких единицах выражается оптическая сила линзы?
13. Какое получается изображение предмета, находящегося между линзой и фокусом в собирающей линзе; в рассеивающей линзе? Подтвердите ответ построением.
14. Во льду водоема глубиной $h=4,0 \text{ м}$ сделана круглая прорубь диаметром $D=5,0 \text{ м}$, которая освещается рассеянным светом неба. Если показатель преломления воды равен $n = 4/3$, то радиус R освещенного пятна на дне водоема составляет:
 - 1) 25 дм; 2) 53 дм; 3) 70 дм; 4) 75 дм; 5) 90 дм.
15. Фотоаппаратом с фокусным расстоянием объектива $F=20 \text{ см}$ сделан снимок дома высотой $H=6 \text{ м}$. Если на фотографии высота дома $h=12 \text{ мм}$, то снимок был сделан с расстояния s , равного:
 - 1) 0,1 км; 2) 0,2 км; 3) 0,3 км; 4) 0,4 км; 5) 0,5 км.

16. На ракушку, лежащую на дне ручья, по вертикали, приблизив глаз к поверхности воды, смотрит мальчик, которому кажется, что глубина ручья $h=0,30$ м. Если абсолютные показатели преломления воды и воздуха соответственно равны $n_1=1,33$ и $n_2=1,0$, то истинная глубина ручья H равна ... см.

17. Близорукий человек хорошо различает текст на расстоянии $d \leq 0,1$ м. Если расстояние наилучшего зрения для нормального глаза $d_0 = 25$ см, то оптическая сила D контактных линз для этого близорукого человека равна ... дптр.

18. При фотографировании с расстояния $L=200$ м высота дерева на негативе оказалась равной $h=5$ мм. Если фокусное расстояние объектива $F=50$ мм, то действительная высота дерева H_1 равна...м.

2.9.2. Волновая оптика.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Что изучает волновая оптика?
 2. Что такое дисперсия?
 3. Сформулируйте вывод, который сделал Ньютон при разложении белого света в спектр.

4. Что представляет собой интерференция волн?
 5. Какие источники колебаний называются когерентными?

6. Назовите условия усиления и ослабления колебаний.

7. Что называется явлением дифракции?

8. Что представляет собой дифракционная решётка?

9. Опишите проявление явления дифракции при использовании телескопа; микроскопа.

10. Показатель преломления света в стекле зависит:

А) от угла падения; Б) от частоты.

1) только от А; 2) только от Б; 3) от А и от Б;

4) ни от А, ни от Б.

11. Вода освещается красным светом, для которого длина волны в воздухе 730 нм. Абсолютный показатель преломления воздуха $n_1 = 1$, воды – $n_2 = 1,33$. Как изменятся характеристики световой волны (длина, скорость, частота) в воде? Какой цвет будет видеть человек под водой? Для ответа использовать следующие табличные данные.

<i>цвет</i>	<i>длина волны, нм</i>	<i>цвет</i>	<i>длина волны, нм</i>
красный	620-780	Зелёный	510-550
оранжевый	585-620	Голубой	480-510
жёлтый	575-585	Синий	450-480
Жёлто-зелёный	550-575	фиолетовый	380-450

Выберите номер правильного ответа.

1) Скорость света, частота и длина волны уменьшаются; цвет - жёлто-зелёный.

2) Скорость света, длина волны уменьшаются, частота растёт; цвет – зелёный.

3) Скорость света не изменяется, частота растёт, длина волны уменьшается; цвет – зелёный.

4) Скорость света и длина волны уменьшаются, частота не изменяется, цвет – жёлто-зелёный.

5) Скорость света и длина волны уменьшаются, частота не изменяется, цвет – красный.

12. На дифракционную решётку падает монохроматическая волна. Дифракционный максимум шестого порядка наблюдается под углом $\alpha = 30^\circ$. Максимальный порядок N спектра равен:

1) 10; 2) 11; 3) 12; 4) 13; 5) 14.

13. На дифракционную решётку нормально к ее поверхности падает монохроматическое излучение с длиной волны $\lambda = 0,50$ мкм. Если период решётки $d = 5,0$ мкм, то дифракционная картина содержит число максимумов равное:

1) 9; 2) 10; 3) 18; 4) 20; 5) 21.

14. На дифракционную решётку с периодом $d = 2 \cdot 10^{-4}$ см нормально падает монохроматическое излучение. Максимум второго порядка наблюдается под углом $\varphi = 30^\circ$. Длина волны падающего излучения равна:

1) 0,2 мкм; 2) 0,4 мкм; 3) 0,5 мкм; 4) 0,6 мкм; 5) 0,8 мкм.

15. На каждый $l = 1,0$ мм длины дифракционной решётки нанесено $N = 350$ штрихов. При падении на решётку света с длиной волны $\lambda = 476$ нм на экране наблюдается максимум третьего порядка под углом φ , равным \dots° .

2.9.3. Элементы теории относительности.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Что означает термин «постулат» в физике?

2. Сформулируйте первый постулат теории относительности.

3. Сформулируйте второй постулат теории относительности.

4. Сформулируйте закон взаимосвязи массы и энергии.

5. Масса самого большого метеорита, найденного на территории Беларуси $m = 850$ кг. Энергия покоя метеорита равна:

1) $2,83 \cdot 10^{11}$ Дж; 2) $8,50 \cdot 10^{11}$ Дж; 3) $1,34 \cdot 10^{13}$ Дж; 4) $2,55 \cdot 10^{19}$ Дж;

5) $7,65 \cdot 10^{19}$ Дж.

2.10. Практические задания раздела «Элементы квантовой и ядерной физики».

2.10.1. Кванты света. Явление фотоэффекта.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Что такое квант света и как связана его энергия с частотой?

2. Что называется фотоэффектом?

3. В чём сущность законов внешнего фотоэффекта?
4. Что выражает уравнение Эйнштейна для фотоэффекта?
5. Какими свойствами одновременно обладает свет?
6. Свет с частотой $\nu = 4 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$ состоит из фотонов с электрическим

зарядом, равным:

- 1) $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$;
- 2) $6,4 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$;
- 3) 0 Кл ;
- 4) $6,4 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}$.

7. Энергия фотонов E , падающих на фотокатод, в 4 раза больше работы выхода A материалов фотокатода. Отношение максимальной кинетической энергии фотоэлектронов к работе выхода равно:

- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4.

8. В опыте по обнаружению фотоэффекта цинковая отрицательно заряженная пластинка крепится на стержне электрометра и освещается светом электрической дуги так, чтобы лучи падали перпендикулярно плоскости пластины. Как изменится время разрядки электрометра, если:

1. Электрометр приблизить к источнику света.	А. Увеличится
2. Закрыть непрозрачным экраном часть пластины.	Б. Уменьшится
3. Увеличить освещённость	В. Не изменится

В ответ записать сочетание числа и соответствующей ему буквы (например, А1Б2В3).

9. Фотон с энергией $E_1 = 5,3 \text{ эВ}$ вырывает с поверхности металлической пластины электрон. Какой энергией E_2 в электрон-вольтах должен обладать фотон, чтобы максимальная скорость вылетающих электронов увеличилась в два раза? Красная граница равна $\lambda_k = 375 \text{ нм}$.

10. Человеческий глаз может воспринимать световой поток мощностью $P = 2 \cdot 10^{-17} \text{ Вт}$. Найти число фотонов света с длиной волны $\lambda = 0,5 \text{ мкм}$, попадающих в глаз за время $\tau = 1 \text{ с}$ при указанной мощности. Скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$.

2.10.2. Строение атома.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Каково строение атома?
2. Какие противоречия обнаружались в теории Резерфорда при объяснении явления излучения энергии атомами?
3. Какие постулаты были положены в основу теории Бора?
4. Что представляет собой спектральный анализ?
5. Какие бывают спектры испускания (излучения)?
6. В каком случае спектр получается линейчатым? полосатым? сплошным?

7. Сколько линий разной частоты может находиться в спектре излучения атомов водорода, находящегося в четвёртом возбуждённом состоянии? Основное состояние считать первым.

8. Если энергия атома водорода в основном состоянии равна $E_1 = -13,6 \text{ эВ}$, то энергия атома в третьем возбужденном состоянии E_3 равна:

- 1) $-3,40 \text{ эВ}$; 2) $-1,51 \text{ эВ}$; 3) $-0,850 \text{ эВ}$; 4) $1,51 \text{ эВ}$;
5) $3,40 \text{ эВ}$.

9. Энергия атома водорода в основном состоянии равна $E_1 = -13,6 \text{ эВ}$, а энергия атома водорода в возбуждённом состоянии равна $E = -1,5 \text{ эВ}$. Если атом перейдёт из основного состояния в возбуждённое, то энергия атома изменится ΔE , равное:

- 1) $-15,1 \text{ эВ}$; 2) $-12,1 \text{ эВ}$; 3) $-1,5 \text{ эВ}$; 4) $+12,1 \text{ эВ}$;
5) $+15,1 \text{ эВ}$.

2.10.3. Атомное ядро.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Опишите протонно-нейтронную модель ядра.

2. Что такое ядерные силы?

3. Что такое энергия связи ядра?

4. В чём заключается дефект масс?

5. Какие реакции называются ядерными?

6. Что такое энергетический выход ядерной реакции?

7. Принятая в настоящий момент в науке ядерная модель атома обоснована опытами по:

1) плавлению твёрдых тел; 2) ионизации газа;

3) химическому получению новых веществ; 4) рассеянию α -частиц.

8. Число нейтронов в ядре одного из изотопов кремния $N=16$, а удельная энергия связи $\varepsilon = 8,51 \frac{\text{Мэв}}{\text{нуклон}}$. Если энергия связи нуклонов в ядре этого

изотопа $E_{св} = 256 \text{ Мэв}$, то его атомный номер Z равен:

- 1) 11; 2) 14; 3) 27; 4) 32; 5) 42.

9. Определите энергию связи ядра железа ${}_{26}^{56}\text{Fe}$. Массы нейтрона, протона, электрона и нейтрального атома железа ${}_{26}^{56}\text{Fe}$ равны $m_n = 1,00866 \text{ а.е.м.}$, $m_p = 1,00728 \text{ а.е.м.}$, $m_e = 5,4868 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$, $m_a = 55,93494 \text{ а.е.м.}$ соответственно.

2.10.4. Радиоактивность.

Ответьте на вопросы, решите задачи.

1. Что называется естественной радиоактивностью?

2. Что называется альфа и бэтта распадом?

3. В чём заключаются правила смещения при радиоактивных превращениях?

4. Сформулируйте основной закон радиоактивного распада.

5. Укажите основную величину, характеризующую скорость радиоактивного распада.

6. Что представляет собой гамма-излучение?

7. Период полураспада ядер атомов некоторого вещества составляет 17 с. Это означает, что:

1) За 17 с атомный номер каждого атома уменьшится в 2 раза;

2) Один атом распадается каждые 17 с;

3) Половина изначально имевшихся атомов распадётся за 17 с;

4) Все изначально имевшиеся атомы распадутся через 34 с.

8. Ядро изотопа ${}_{92}^{238}\text{U}$ после нескольких α – распадов и двух β – распадов превращается в ядро изотопа радия ${}_{88}^{226}\text{Ra}$. Вычислите число α – распадов

9. Определите отношение $\left(\frac{Z}{A}\right)$ числа протонов Z , содержащихся в ядре изотопа неона ${}_{10}^{22}\text{Ne}$ к общему числу нуклонов A , находящихся в этом ядре.

10. За $t=276$ лет распалось $N=7,50 \cdot 10^5$ из $N_0=1,00 \cdot 10^6$ атомов радиоактивного изотопа. Период полураспада радиоактивного вещества $T_{1/2} = \dots$ лет.

11. При ядерной реакции синтеза изотопов водорода дейтерия и трития образовались α -частица и ... еще:

1) α -частица; 2) нейтрон; 3) протон; 4) позитрон; 5) β - частица.

2.11. Материал для самостоятельного изучения.

Для самостоятельного закрепления практических навыков решения задач обучающимся предлагаются следующие учебные пособия:

Демидович, С.В. Ключевые задачи по физике. Механика.: пособие /С.В. Демидович. – Минск: БГУ, 2018 – [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/210649>. - Дата доступа: 10.10.2022.

В учебном пособии представлены ключевые задачи по основным темам механики: основам кинематики, динамики, законам сохранения и гидроаэростатике. Содержание и структура учебного пособия соответствуют учебной программе вступительных испытаний по физике для лиц, поступающих в высшие учебные заведения.

Пособие содержит большое количество графических заданий, поскольку важно, чтобы слушатели хорошо ориентировались в различии векторных величин и их проекций. Графические задачи иллюстрируют функциональные зависимости между проекциями векторных физических величин. Сопоставление графиков рассматриваемых величин способствует формированию основных понятий кинематики, позволяет развивать аналитическую способность слушателей.

Волосюк Г. Ф. Физика: учебно-методическое пособие/ Г.В. Волосюк, В. М. Молофеев; - Минск: БГУ, 2013. - 135 с. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/96626>. - Дата доступа: 10.10.2022.

Пособие содержит типовые задачи по курсу физики, основные формулы и законы, необходимые для решения задач. Предлагаются общие правила, алгоритмы, методические указания для решения задач определённого типа.

Предназначено для иностранных студентов, обучающихся на подготовительном факультете.

3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1. Физика. Контрольные работы для слушателей подготовительного отделения и подготовительных курсов факультета доуниверситетского образования БГУ / сост.: С. В. Демидович, Е. П. Борботко [Электронный ресурс].- Режим доступа: - <https://elib.bsu.by/handle/123456789/158675> .- Дата доступа : 10.10.2022.

В пособии представлены девять контрольных работ по физике: восемь из которых являются тематическими, а девятая итоговой. Содержание и структура контрольных работ соответствует учебной программе вступительных испытаний по физике для лиц, поступающих в высшие учебные заведения.

Предназначено для слушателей подготовительных отделений и подготовительных курсов.

3.2. Естественнонаучные дисциплины: биология, география, математика, физика, химия: контрольно-измерительные материалы / А. Г. Шуляковская [и др.] ; под ред. В. М. Молофеева [Электронный ресурс].-Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/194166> .- Дата доступа : 10.10.2022.

В пособии представлены материалы для диагностики результатов учебной деятельности по естественным дисциплинам. Тесты можно рассматривать как контролирующие, так и тренировочные, задания позволяют определить уровень владения дисциплиной и дают возможность обучающимся познакомиться с требованиями, процедурой и характером контрольных и экзаменационных заданий. Предназначены для иностранных обучающихся подготовительных отделений.

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1. Рекомендуемая литература

Основная:

1. Физика : учеб. пособие для 8-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / Л. А. Исаченкова, Ю. Д. Лещинский, В. В. Дорофейчик; под ред. Л. А. Исаченковой. – Минск : Народная асвета, 2018.
2. Физика : учеб. пособие для 9-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / Л. А. Исаченкова, А. А. Сокольский, Е.В. Захаревич; под ред. А. А. Сокольского. – Минск : Народная асвета, 2019.
3. Физика : учеб. пособие для 10-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / Е. В. Громько [и др.]. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2019.
4. Физика : учеб. пособие для 11-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / В. В. Жилко, Л. Г. Маркович, А.А. Сокольский. – Минск : Народная асвета, 2021.

Дополнительная:

5. Физика. ЦТ. Тренажёр / В.В. Дорофейчик, В.Н. Жилко. – Минск : Аверсэв, 2022. – 640 с. : ил.
6. Сборник задач по физике. 9-11 классы: пособие для учащихся учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / С.Н. Капельян, Л.А. Аксенович, К.С. Фарино.- 3-е изд. - Минск: Аверсэв, 2018. - 480с.: ил.
7. Касаткина, Л.И. Физика: пособие-репетитор: механика, молекулярная физика, термодинамика, электростатика, законы постоянного тока: теория. Задания с ответами. Подготовка к ОГЭ и ЕГЭ/ И.Л. Касаткина.— Ростов н/Дону: Феникс, 2016.—537 с.ил.- (Абитуриент).
8. Касаткина, Л.И. Физика: пособие-репетитор: магнетизм, колебания и волны, оптика, элементы теории относительности, физика атома: теория. Задания с ответами. Подготовка к ОГЭ и ЕГЭ/ И.Л. Касаткина.— Ростов н/Дону: Феникс, 2016.—496с.ил.- (Абитуриент).
9. ЦТ. Физика: сборник тестов/РИКЗ М-ва образования Респ. Беларусь.-Минск, 2010,2011, 2012, 2013, 2014,2015, 2016,2017, 2018, 2019.2020,2021.

4.2. Электронные ресурсы

1. Образовательный портал БГУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dl.bsu.by>. – Дата доступа: 10.03.2022.
2. Электронная библиотека БГУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.bsu.by>. – Дата доступа: 10.10.2022.
3. Физика: Учебная программа для белорусских граждан, осваивающих образовательные программы подготовки к поступлению в учреждения высшего (среднего специального) образования Республики Беларусь. УД - 82 ФДО/уч.

[Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<https://elib.bsu.by/handle/123456789/248887> – Дата доступа: 10.10.2022.

4. Физика: Учебная программа для иностранных граждан, осваивающих образовательные программы подготовки к поступлению в учреждения высшего (среднего специального) образования Республики Беларусь. УД-55 ФДО/уч [Электронный ресурс]. – URL: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/248953> – Дата доступа: 10.10.2022.