

Комитет по образованию
Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное
учреждение «Электромашиностроительный колледж»
(СПб ГБПОУ ЭМК)

Методические указания к практическим занятиям
учебной дисциплины ОДБ.04 Химия
основной профессиональной образовательной программы среднего профессионального
образования – программы подготовки специалистов среднего звена по специальности
13.02.13 Эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического
оборудования (по отраслям)

г. Санкт-Петербург
2024

Методические указания к практическим занятиям разработаны в соответствии с рабочей программы учебной дисциплины ОДБ.04 Химия.

Организация-разработчик: Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Электромашиностроительный колледж».

Разработчик: Матвеева Ольга Сергеевна, к.п.н., преподаватель Санкт-Петербургского государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения «Электромашиностроительный колледж».

Рассмотрены и рекомендованы к утверждению на заседании методической комиссии математического и общего естественнонаучного цикла, протокол от 08.04.2024 № 1; на заседании методического совета протокол от 09.04.2024 № 1.

Рассмотрены и приняты к утверждению на заседании Педагогического совета, протокол от 10.04.2024 № 1.

Содержание

1. Паспорт методических указаний к практическим занятиям	4
2. Практические занятия, практические работы	6
Практические работы	6
3. Критерии оценки результатов выполнения практических работ, заданий практических занятий	65
4. Информационное обеспечение	66

1. Паспорт методических указаний к практическим занятиям

1.1. Методические указания для обучающихся содержат методический материал, перечень и содержание практических занятий, практических работ, осваиваемые знания, умения, формируемые компетенции, критерии оценки результатов выполнения практических работ, заданий практических занятий, информационное обеспечение.

1.2. Перечень практических занятий, практических работ

№	Наименование
1.	ПР 1. Характеристика химического элемента по Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева
2.	ПР 2. Составление химических формул двухатомных соединений, определение степеней окисления элементов и видов химической связи веществ
3.	ПР 3. Решение заданий на анализ факторов, влияющих на изменение скорости и направления смещения равновесия химической реакции.
4.	ПР 4. Термохимические расчёты, расчёты по уравнениям химических реакций, в том числе с использованием понятия «массовая доля растворенного вещества». (2ч)
5.	ПР 5. Составление химических формул и названий сложных неорганических веществ
6.	ПР 6. Расчёты по уравнениям реакций с использованием понятий: массовая доля, примеси, практический выход продукта, избыток и недостаток (2ч)
7.	ПР 7. Составление уравнений химических реакций с участием простых и сложных неорганических веществ. Генетическая связь неорганических веществ. (2ч)
8.	ПР 8. Определение молекулярной формулы органического вещества, расчёты по уравнению химической реакции. (2ч)
9.	ПР 9. Составление структурных формул органических веществ, их изомеров и названий по систематической номенклатуре. (2ч)
10.	ПР 10. Составление классификации реакций в органической химии
11.	ПР 11. Сравнительная характеристика крахмала и целлюлозы
12.	ПР 12. Составление схем реакций, характеризующих химические свойства органических соединений отдельных классов. Генетическая связь между классами органических соединений. (2ч)
13.	ПР 13. Итоговая контрольная работа (содержание ПР 13 в оценочных материалах)
14.	ПР 14. Основы рационального питания

1.3. В результате выполнения практических работ, заданий практических занятий обучающийся должен освоить предметные результаты обучения:

- сформированность представлений о химической составляющей естественно-научной картины мира, роли химии в познании явлений природы, в формировании мышления и культуры личности, её функциональной грамотности, необходимой для решения практических задач и экологически обоснованного отношения к своему здоровью и природной среде;
- владение системой химических знаний, которая включает: основополагающие понятия (химический элемент, атом, изотоп, s-, p-, d- электронные орбитали атомов, ион, молекула, моль, молярная масса, молярный объём, валентность, электроотрицательность, степень окисления, химическая связь (ковалентная, ионная, металлическая, водородная),

кристаллическая решётка, типы химических реакций, раствор, электролиты, неэлектролиты, электролитическая диссоциация, окислитель, восстановитель, скорость химической реакции, химическое равновесие, электронная оболочка атома, структурная формула (развёрнутая и сокращённая), углеродный скелет, функциональная группа, радикал, изомерия, изомеры, гомологический ряд, гомологи, углеводороды, кислород и азотсодержащие соединения, мономер, полимер, структурное звено, высокомолекулярные соединения); теории и законы (теория электролитической диссоциации, периодический закон Д.И. Менделеева, закон сохранения массы веществ, закон сохранения и превращения энергии при химических реакциях, теория строения органических веществ А.М. Бутлерова); закономерности, символический язык химии; мировоззренческие знания, лежащие в основе понимания причинности и системности химических явлений, фактологические сведения о свойствах, составе, получении и безопасном использовании важнейших органических веществ в быту и практической деятельности человека;

- сформированность умений выявлять характерные признаки понятий, устанавливать их взаимосвязь, использовать соответствующие понятия при описании неорганических веществ и их превращений, при описании состава, строения и превращений органических соединений;

- сформированность умений использовать химическую символику для составления формул веществ и уравнений химических реакций, систематическую номенклатуру (IUPAC) и тривиальные названия отдельных неорганических веществ (угарный газ, углекислый газ, аммиак, гашёная известь, негашёная известь, питьевая сода, пирит и другие), для составления молекулярных и структурных (развёрнутой, сокращённой) формул органических веществ и уравнений химических реакций, изготавливать модели молекул органических веществ для иллюстрации их химического и пространственного строения;

- сформированность умений устанавливать: принадлежность неорганических веществ по их составу к определённому классу/группе соединений (простые вещества – металлы и неметаллы, оксиды, основания, кислоты, амфотерные гидроксиды, соли); принадлежность изученных органических веществ по их составу и строению к определённому классу/группе соединений (углеводороды, кислород и азотсодержащие соединения, высокомолекулярные соединения), давать им названия по систематической номенклатуре (IUPAC), а также приводить тривиальные названия отдельных органических веществ (этилен, пропилен, ацетилен, этиленгликоль, глицерин, фенол, формальдегид, ацетальдегид, муравьиная кислота, уксусная кислота, олеиновая кислота, стеариновая кислота, глюкоза, фруктоза, крахмал, целлюлоза, глицин);

- сформированность умений определять валентность и степень окисления химических элементов в соединениях различного состава, вид химической связи (ковалентная, ионная, металлическая, водородная) в соединениях, тип кристаллической решётки конкретного вещества (атомная, молекулярная, ионная, металлическая), характер среды в водных растворах неорганических соединений; определять виды химической связи в органических соединениях (одинарные и кратные);

- сформированность умений раскрывать смысл периодического закона Д.И. Менделеева и демонстрировать его систематизирующую, объяснительную и прогностическую функции;

- сформированность умения применять положения теории строения органических веществ А.М. Бутлерова для объяснения зависимости свойств веществ от их состава и строения; закон сохранения массы веществ;

- сформированность умений характеризовать электронное строение атомов химических элементов 1–4 периодов Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева, используя понятия «s-, p-, d-электронные орбитали», «энергетические уровни», объяснять закономерности изменения свойств химических элементов и их

соединений по периодам и группам Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева;

- сформированность умений: характеризовать (описывать) общие химические свойства неорганических веществ различных классов, подтверждать существование генетической связи между неорганическими веществами с помощью уравнений соответствующих химических реакций; характеризовать состав, строение, физические и химические свойства типичных представителей различных классов органических веществ (метан, этан, этилен, пропилен, ацетилен, бутадиен-1,3, метилбутадиен 1,3, бензол, метанол, этанол, этиленгликоль, глицерин, фенол, ацетальдегид, муравьиная и уксусная кислоты, глюкоза, крахмал, целлюлоза, аминокислота), иллюстрировать генетическую связь между ними уравнениями соответствующих химических реакций с использованием структурных формул;

- сформированность умения классифицировать химические реакции по различным признакам (числу и составу реагирующих веществ, тепловому эффекту реакции, изменению степеней окисления элементов, обратимости реакции, участию катализатора);

- сформированность умений составлять уравнения реакций различных типов, полные и сокращённые уравнения реакций ионного обмена, учитывая условия, при которых эти реакции идут до конца;

- сформированность умений объяснять зависимость скорости химической реакции от различных факторов; характер смещения химического равновесия в зависимости от внешнего воздействия (принцип Ле Шателье);

- сформированность умений проводить вычисления по химическим уравнениям (массы, объёма, количества исходного вещества или продукта реакции по известным массе, объёму, количеству одного из исходных веществ или продуктов реакции);

- сформированность умений проводить вычисления с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе», объёмных отношений газов при химических реакциях, массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ, теплового эффекта реакции на основе законов сохранения массы веществ, превращения и сохранения энергии;

- сформированность умений критически анализировать химическую информацию, получаемую из разных источников (средства массовой информации, Интернет и других);

- сформированность умений соблюдать правила экологически целесообразного поведения в быту и трудовой деятельности в целях сохранения своего здоровья и окружающей природной среды, осознавать опасность воздействия на живые организмы определённых органических веществ, понимая смысл показателя ПДК, пояснять на примерах способы уменьшения и предотвращения их вредного воздействия на организм человека.

2. Практические занятия, практические работы

Практические работы

Практическая работа №1. Характеристика химического элемента по Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева

Цель: формирование умений характеризовать электронное строение атомов химических элементов 1–4 периодов Периодической системы химических элементов Д.И.Менделеева, используя понятия «s-, p-, d-электронные орбитали», «энергетические уровни», объяснять закономерности изменения свойств химических элементов и их соединений по периодам и группам Периодической системы химических элементов Д.И.Менделеева; записывать электронные и электронно-графические формулы атомов

элементов малых и больших периодов и определять элемент по электронной формуле атома; сравнивать элементы по химическим свойствам.

Необходимые материалы, оборудование, используемые источники, ресурсы:
Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева, план характеристики химического элемента по положению в Периодической системе Д.И. Менделеева.

Задание: выполните и оформите по образцу характеристику химических элементов в соответствии с вариантом, решите тест.

Ход работы:

1. Повторите конспект по темам: «Периодический закон, Периодическая система Д.И. Менделеева, строение атома».
2. Ознакомьтесь с правилами заполнения электронами АО, уровней и подуровней.
3. Изучите план характеристики химического элемента по положению в Периодической системе Д.И. Менделеева и оформлен е типового примера.
4. Выполните и оформите по образцу характеристику химических элементов в соответствии с вариантом или решите тест.

Пояснения:

Краткие теоретические сведения

Электронная формула элемента – это порядок заполнения электронами уровней и подуровней.

Электронно-графическая схема (формула) элемента – распределение валентных электронов по энергетическим ячейкам.

ПРАВИЛА ЗАПОЛНЕНИЯ ЭЛЕКТРОНАМИ АО, ПОДУРОВНЕЙ, УРОВНЕЙ

- 1) На одной АО могут находиться только ДВА электрона, которые вращаются вокруг своей оси в противоположных направлениях (условно: по часовой стрелке и против часовой стрелке) – электроны с противоположными спинами.
- 2) В пределах подуровня атомные орбитали заполняются одиночными электронами с параллельными спинами, и когда все орбитали данного подуровня будут заняты, происходит спаривание последних
- 3) Электроны стремятся занять энергетически выгодное положение в электронной оболочке, руководствуясь **правилом наименьшей энергии**. Расположим АО в порядке возрастания значений их энергии, которая определяется суммой: (№ УРОВНЯ + число, которое соответствует подуровню): **s (0), p (2), d (3), f (4)**

План характеристики химического элемента по положению в Периодической системе Д.И. Менделеева

1. Положение элемента в периодической системе:

- 1.1. порядковый номер, символ химического элемента
- 1.2. период
- 1.3. группа, подгруппа
- 1.4. относительная атомная масса

2. Строение атома элемента:

- 2.1. заряд ядра атома
- 2.2. формула состава атома (количество p ; n ; e)

Пояснение:

число электронов = числу протонов = порядковому номеру;

число нейтронов = атомная масса (A_r из таблицы Д.И. Менделеева) – число протонов.

- 2.3. вид элемента (s, p, d, f).

2.4. схема строения атома (количество энергетических уровней и распределение электронов по энергоуровням).

Пояснение:

заряд ядра атома = порядковому номеру атома;

число энергетических уровней определяют по номеру периода, в котором находится элемент;

у s- и p-элементов на последнем (внешнем) от ядра энергетическом уровне число электронов равно номеру группы, в которой находится элемент;

у d-элементов на последнем уровне число электронов всегда равно 2 (исключения – хром, медь, серебро, золото и некоторые другие на последнем уровне содержат 1 электрон);

максимальное возможное число электронов на уровнях определяют по формуле $N_{\text{электронов}} = 2n^2$, где n – номер энергетического уровня (слоя) (на первом слое может быть максимально $2e$ на одном s-подуровне; на втором максимально $8e$ на s и p – подуровнях; на третьем максимально $18e$ s-, p- и d-подуровнях; на четвертом – максимально $32e$ на s-, p-, d- и f- подуровнях).

2.5. электронная формула

Пояснение:

для написания электронной формулы используйте принцип минимума энергии

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2 5f^{14} 6d^{10} \dots$

2.6. электронно-графическая формула

Пояснение:

для написания электронно-графической формулы подчеркнуть валентные электроны и показать их распределение в квантовых ячейках.

2.7. число электронов на последнем слое => металл или неметалл

3. Формулы соединений:

3.1. формула высшего оксида (указать характер оксида – кислотный, основной или амфотерный)

Пояснение:

для написания формулы высшего оксида определить высшую степень окисления по номеру группы; общая формула высшего оксида дана под группой химических элементов (R_2O , RO и т.д.).

3.2. гидроксида (кислоты или основания)

3.3. летучего водородного соединения (для неметаллов)

Пояснение:

общая формула летучего водородного соединения дана под группой химических элементов (RH_4 , RH_3 и т.д.) – только для элементов 4-8 групп главных подгрупп.

4. Сравнение с соседями (металл с неметаллами сравнивать нельзя, сравнивать свойства химических элементов только по главной подгруппе):

4.1. по периоду

4.2. по группе

Образец выполнения:

Типовой пример выполнения характеристики химического элемента по плану

Пример: Составить электронную формулу и электронно-графическую схему элемента с порядковым номером $Z=14$.

1. Положение элемента в периодической системе:

1.1. $Z=14$, Si

1.2. период 3.

1.3. группа IV, подгруппа - главная

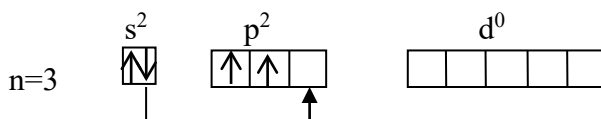
1.4. относительная атомная масса – 28.

2. Строение атома элемента:

2.1. заряд ядра атома - 14

2.2. $14p; 28-14p=14n; 14e$

2.3. p-элемент

2.4. схема строения атома $Si (+14)_{2)8)4}$ 2.5. электронная формула - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ 2.6. электронно-графическая формула - $1s^2 2s^2 2p^6 \underline{3s^2 3p^2}$ 2.7. число электронов на последнем слое $4e \Rightarrow$ неметалл**3. Формулы соединений:**3.1. высшая ст. ок. - +4, формула высшего оксида - SiO_2 . Характер оксида кислотный.3.2. H_2SiO_3 (кремниевая кислота)3.3. летучее водородное соединение – SiH_4 **4. Сравнение с соседями (металл с неметаллами сравнивать нельзя):**

4.1. по периоду – неметаллические свойства атома кремния менее выражены, чем у атома фосфора.

4.2. по группе - неметаллические свойства атома кремния менее выражены, чем у атома углерода.

Контрольные задания

Составьте электронные и электронно-графические формулы, охарактеризуйте химические свойства элементов: P, O, Sr, Al, Ni, Se, W, Sn, S, Cl, Sc, Mo, At, Rb, As, Zr, Tc, Cu, Te, Fe, Bi.

Тест:

1. Химическому элементу 3-го периода VA-группы соответствует схема распределения электронов по слоям:

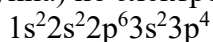
1) 2, 8, 5 2) 2, 8, 3 3) 2, 5 4) 2, 3

2. Порядковый номер химического элемента в периодической системе Д.И.

Менделеева соответствует:

- 1) заряду ядра в атоме
- 2) значению высшей валентности элемента по кислороду
- 3) числу электронов, недостающих до завершения внешнего слоя
- 4) числу электронных слоев в атоме

3. Определите положение элемента в периодической системе (период, группа, подгруппа) по электронной формуле и назовите его:



4. Составьте графическую формулу элемента с электронной формулой $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ и покажите все валентные состояния данного элемента.

5. Номер группы в Периодической системе Д. И. Менделеева соответствует:

- 1) числу электронов в атоме
- 2) значению высшей валентности элемента по кислороду (только для главных подгрупп)

- 3) числу электронов, недостающих для завершения внешнего электронного слоя
- 4) числу электронных слоев в атоме.

6. Номер периода в Периодической системе Д. И. Менделеева соответствует:

- 1) электронов в атоме
- 2) электронов во внешнем слое атомов
- 3) числу электронов, недостающих до завершения внешнего слоя
- 4) числу заполняемых электронных слоев

7. В периоде с увеличением порядкового номера химического элемента происходит:

- 1) уменьшение заряда ядра
 - 2) усиление металлических свойств
 - 3) уменьшение атомного радиуса
 - 4) уменьшение числа валентных электронов
8. Радиус атомов увеличивается в ряду элементов:
- 1) H-Li-Na
 - 2) K-Na-Li
 - 3) Na-Mg-Al
 - 4) Be-Ca-Mg

Пример индивидуального варианта задания

Варианты

Вариант 1

1. Выполните по плану и оформите по образцу характеристику химического элемента главной подгруппы с порядковым номером в Периодической системе Д.И. Менделеева $Z = 15$.
2. Выполните по плану и оформите по образцу характеристику химического элемента побочной подгруппы с порядковым номером в Периодической системе Д.И. Менделеева $Z=39$.
3. Выполните тест.

Вариант 2

1. Выполните по плану и оформите по образцу характеристику химического элемента главной подгруппы с порядковым номером в Периодической системе Д.И. Менделеева $Z = 13$.
2. Выполните по плану и оформите по образцу характеристику химического элемента побочной подгруппы с порядковым номером в Периодической системе Д.И. Менделеева $Z=24$.
3. Выполните тест.

Форма представления результата: выполненная работа с решением индивидуальных заданий

Критерии оценивания:

- «5» - выполнены и грамотно оформлены 1 и 2 задания;
- «4» - выполнены и грамотно оформлены 1 и 2 задания до пункта 4 (см. план характеристики элемента);
- «4» - выполнено и грамотно оформлено 1 или 2 задание и выполнен тест (не менее 6 верных ответов);
- «3» - выполнено и грамотно оформлено 1 или 2 задание до пункта 4 (см. план характеристики элемента);
- «3» - не выполнены задания 1, 2, но выполнен тест (не менее 5 верных ответов);
- «2» - не выполнены задания 1, 2, выполнен тест (но менее 5 верных ответов).

Практическая работа №2. Составление химических формул двухатомных соединений, определение степеней окисления элементов и видов химической связи веществ

Цель: формирование умений составления химических формул двухатомных соединений, определения степеней окисления химических элементов в них, определение вида химической связи (ковалентная, ионная, металлическая, водородная) в соединениях.

Необходимые материалы, оборудование, используемые источники, ресурсы: теоретический материал на тему «Виды химической связи», схема классификации неорганических веществ.

Задание:

1. Изучить теоретический материал по учебнику.
2. Ответить на вопросы.
3. Выполнить задания.

Ход работы:

1. Повторите понятия: «двухатомное соединение», «степень окисления», «химическая связь», ее виды и способы образования.
2. Устно ответьте на вопросы:

Как образуется ковалентная связь? Какие виды ковалентной связи известны? Приведите примеры.

Для каких соединений характерна ионная связь? Между какими атомами она образуется?

О каком виде химической связи идет речь, когда упоминается понятие «электронный газ»? Что это такое? Для каких соединений характерна водородная связь?

Пользуясь классификацией неорганических веществ, назовите основные классы двухатомных неорганических веществ, приведите их общие формулы и определения, приведите примеры формул веществ разных классов с их названиями.

3. Выполните задания в соответствии с вариантом.

Краткие теоретические сведения

Под *химической связью* понимают такое взаимодействие атомов, которое соединяет их в молекулы, ионы, радикалы, кристаллы. В образовании химической связи могут принимать участие: а) неспаренные электроны атома; б) пара валентных электронов, находящихся на одной орбитали.

Ионная связь - это связь, образовавшаяся между катионами и анионами за счет их электростатического притяжения.

Связь между атомами неметаллов, возникающую за счёт образования общих электронных пар, называют **ковалентной**.

Тип химической связи определяется тем, как общая электронная пара распределена между двумя связанными атомами.

Электроотрицательность – это свойство атомов оттягивать к себе общую электронную пару, связывающую их с другими атомами.

В зависимости от наличия смещения общих электронных пар к одному из атомов химических элементов различают ковалентную полярную и ковалентную неполярную химическую связь. **Полярная ковалентная связь** образуется между атомами химических элементов с разным значением относительной электроотрицательности, поэтому общая электронная пара смещена в сторону одного из атомов. **Неполярная ковалентная связь** образуется между атомами с одинаковым значением относительной электроотрицательности, поэтому общая электронная пара одинаково притягивается к ядрам взаимодействующих атомов.

Металлическая химическая связь – это связь, которую осуществляют относительно свободные электроны между ионами металлов, образующих кристаллическую решётку.

Классификация неорганических веществ показана на рис. 1.

Степень окисления – это формальный заряд атома в молекуле, рассчитываемый из предположения о том, что все связи ионные, т.е. электронные пары образующие связь полностью отщепляются от атома или присоединяются атомом.

Степень окисления элементов в простых веществах равна 0.

Степень окисления элементов в сложных веществах рассчитывается исходя из того, что молекула нейтральна и сумма положительных и отрицательных зарядов всех атомов в молекуле равна 0.

Степень окисления записывается над символом элемента: сначала знак (+ или -), а затем численное значение.

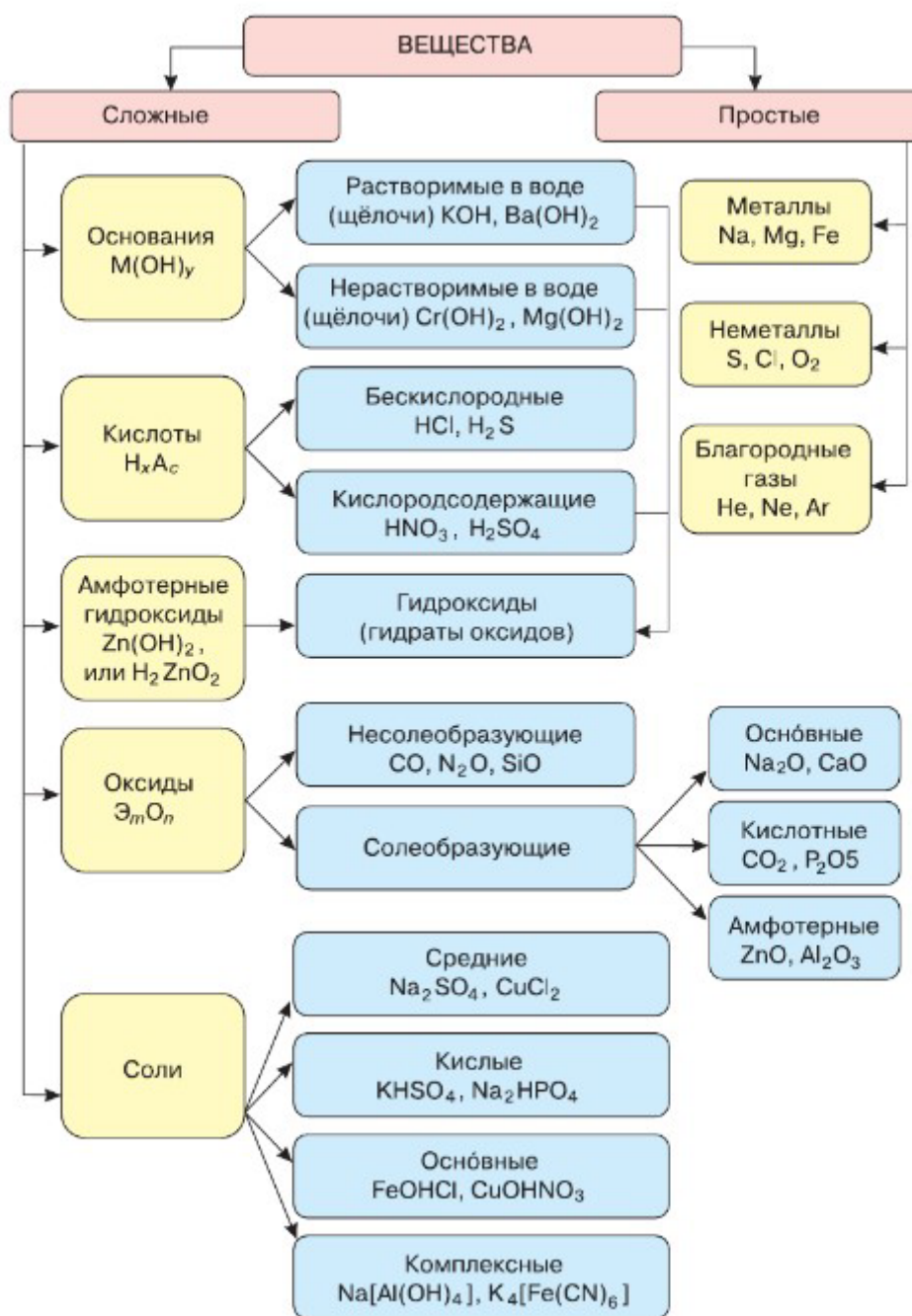


Рисунок 1. Классификация неорганических веществ

Алгоритм определения степени окисления элемента по формуле

Пример 1:

Определить степень окисления железа в веществе: Fe_2O_3 .

1. Записать известные степени окисления $Fe_2^?O_3^{-2}$.
2. Найти заряд на трех атомах кислорода $(-2) \times 3 = -6$.
3. Найти заряд на двух атомах железа. Это +6, так как молекула нейтральна.
4. Найти заряд на одном атоме железа, $(+6):2 = +3$.

5. *Ответ:* степень окисления железа +3 $Fe_2^{+3}O_3^{-2}$

Примечание:

Степень окисления кислорода в соединениях (кроме перекисей) равна -2; степень окисления водорода (кроме гидридов металлов) равна +1.

Алгоритм составления формул веществ по степени окисления

Пример:

Составить формулу средней соли, состоящей из серы со степенью окисления -2 (S проявляет с металлом отрицательную степень окисления равную -2, определили как 8-6 (номер группы, в которой находится ХЭ сера)=2 и добавили минус) и железа со степенью окисления +3.

1. Записать символы элементов: FeS

2. Над ними написать известные степени окисления: $Fe^{+3}S^{-2}$

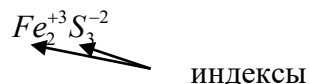
3. Найти наименьшее общее кратное чисел 3 и 2, это 6.

4. Наименьшее общее кратное разделить на 3, частное равно $6 : 3 = 2$.

2 – это число атомов железа в молекуле.

Наименьшее общее кратное разделить на степень окисления серы (-2), получим 3; 3 – это число атомов серы в молекуле.

5. Поставить индексы и записать формулу:



Контрольные задания.

Задание №1. Выпишите отдельно формулы веществ с ковалентной полярной и неполярной связями: H_2S , KCl , O_2 , Na_2S , Na_2O , N_2 , NH_3 , CH_4 , BaF_2 , $LiCl$, O_3 , CO_2 , SO_3 , CCl_4 , F_2 .

Задание №2. Определите виды химических связей в молекулах следующих веществ: H_2S , KCl , O_2 , Na_2S , Na_2O , N_2 , NH_3 , CH_4 , BaF_2 , $LiCl$, O_3 , CO_2 , SO_3 , CCl_4 , F_2 , $NaCl$, HCl , Cl_2 , $AlCl_3$, H_2O .

Задание №3. Напишите механизм образования молекул KCl , O_2 , CH_4 , $LiCl$, CCl_4 , F_2 . В случае ковалентной связи определите тип перекрывания электронных облаков (π или σ).

Задание №4. Даны вещества: Na_2SO_3 , HCl , $BiOH(NO_3)_2$, SO_3 , $NaOH$, $HClO_4$, NO , KNO_3 , $Zn(OH)_2$, KHS , HBr , $Sn(OH)_2$. Из указанных веществ выберите все двухатомные соединения, назовите класс вещества и определите степени окисления элементов в них.

Задание №5. Даны вещества: H_2SO_3 , MgO , $Cr(OH)_3$, Li_2SO_3 , $Sr(OH)_2$, HNO_3 , TeO_3 , K_2S , $Pt(OH)_4$, $FeOH(NO_3)_2$, $NaBr$, $CsOH$. Из указанных веществ выберите все двухатомные соединения, назовите класс вещества и определите степени окисления элементов в них.

Задание №6. Даны вещества: K_2SO_3 , $HClO_4$, $CuOHNO_3$, TeO_2 , $Ca(OH)_2$, $HMnO_4$, BaO , $NaCl$, $Fe(OH)_3$, $LiHS$, $Al(OH)_3$. Определите класс вещества, используя схему «Классификация неорганических веществ», во всех двухатомных соединениях определите степени окисления элементов.

Задание №7. Составьте химические формулы двухатомных соединений: {силицид кальция, гидрид бария, сульфид железа (III), оксид азота (II), оксид алюминия, хлорид железа (II), нитрид бария, оксид ртути (I), оксид сурьмы (V); оксид меди (I), хлорид ртути (II), нитрид калия, силицид магния, гидрид алюминия, сульфид свинца (II), бромид цинка, оксид углерода (II), оксид хлора (V); нитрид натрия, иодид меди (I), оксид хрома (II), оксид азота (V), гидрид натрия, хлорид хрома (III), оксид калия, оксид мышьяка (III), сульфид цинка}.

Пример индивидуального варианта задания

Вариант 1

Задание №1. Определите виды химических связей в молекулах следующих веществ:

KCl, N₂, NH₃, BaF₂, CO₂, NaCl, HCl, Cl₂, AlCl₃, H₂O.

Задание №2. Напишите механизм образования молекул KCl, O₂, HCl.

Задание №3. Даны вещества: NaHSiO₃, SO₂, Mn(OH)₄, Al₂(SO₄)₃, KOH, HMnO₄, NO₂, HNO₃, Ba(OH)₂, FeOHSO₄, HCl, Al(OH)₃. Определите класс вещества, используя схему «Классификация неорганических веществ», во всех двухатомных соединениях определите степени окисления элементов.

Вариант 2

Задание №1. Определите виды химических связей в молекулах следующих веществ: H₂S, O₂, Na₂S, Na₂O, CH₄, LiCl, O₃, SO₃, CCl₄, F₂.

Задание №2. Напишите механизм образования молекул LiCl, HBr, F₂.

Задание №3. Даны вещества: H₂SO₄, SrO, SnO, Al(OH)₃, LiHSO₃, Ca(OH)₂, HNO₂, SeO₃, H₂S, Fe(OH)₃, FeOH(NO₃), Pb(OH)₂. Определите класс вещества, используя схему «Классификация неорганических веществ», во всех двухатомных соединениях определите степени окисления элементов.

Форма представления результата: выполненная работа с решением индивидуальных заданий по вариантам.

Критерии оценивания:

- «5» - выполнено решение всех заданий;
- «4» - выполнено решение всех заданий, но в одном из заданий допущены ошибки;
- «3» - выполнено решение двух заданий, допущены ошибки;
- «2» - выполнено решение одного задания, допущены ошибки.

Практическая работа №3. Решение заданий на анализ факторов, влияющих на изменение скорости и направления смещения равновесия химической реакции.

Цель: формирование умений объяснять зависимость скорости химической реакции от различных факторов; объяснять характер смещения химического равновесия в зависимости от внешнего воздействия (принцип Ле Шателье).

Необходимые материалы, оборудование, используемые источники, ресурсы: Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева, таблица растворимости.

Задание:

1. Решите типовые задания в соответствии с вариантом.
2. Грамотно по образцу оформите решение выполненных в соответствии с вариантом заданий.

Ход работы:

1. Повторите основные понятия темы: «Скорость химической реакции. Химическое равновесие».
2. Законспектируйте формулы для определения скорости реакции в гомогенных и гетерогенных системах, основные положения принципа Ле-Шателье, закон Вант-Гоффа, закон действия масс и выражение константы равновесия химической реакции в общем виде.
3. Устно ответьте на следующие вопросы: Что называется скоростью химической реакции? Какие реакции называются гомогенными, гетерогенными? От каких факторов зависит скорость гомо- и гетерогенных реакций? Что такое химическое равновесие? Какие факторы влияют на смещение химического равновесия? Сформулируйте принцип подвижного равновесия.

4. Ознакомьтесь с алгоритмами: 1) расчета отношений изменения скорости реакций, 2) применения принципа Ле Шателье.
5. Проанализируйте и осмыслите примеры решения типовых задач на применение законов Вант-Гоффа и действующих масс, принципа Ле-Шателье.
6. Выполните индивидуальные задания в соответствии с вариантом.
7. Грамотно по образцу оформите решение выполненных в соответствии с вариантом заданий.

Пояснения:

Краткие теоретические сведения

Предмет химической кинетики

Химическая кинетика изучает механизм химических реакций и законы их развития во времени, влияние различных факторов на скорость и пути управления реакциями.

Скорость химической реакции V это изменение количества реагирующих веществ в единицу времени в единице объема (для гомогенной системы) и изменение количества реагирующих веществ в единицу времени на единице площади поверхности твердой фазы (для гетерогенной системы).

$$\text{Для гомогенной системы: } v_{\text{гомоген}} = \frac{\Delta C}{\Delta \tau};$$

$$\text{Для гетерогенной системы: } v_{\text{гетероген}} = \frac{\Delta C}{S \cdot \Delta \tau},$$

где ΔC – изменение концентрации какого-либо из веществ, вступающих в реакцию или образующихся при реакции (моль/л), $\Delta \tau$ – промежуток времени, за который изменяется концентрация (с, мин, час), S – площадь соприкосновения фаз (см^2 , м^2).

К важнейшим факторам, влияющим на скорость реакции, относятся следующие: 1) природа реагирующих веществ; 2) концентрация реагирующих веществ; 3) температура; 4) присутствие в системе катализатора.

Закон действующих масс – зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ.

Для системы $aA + bB = cC$ скорость реакции образования вещества «С» равна произведению концентраций веществ «А» и «В» в степенях их стехиометрических коэффициентов:

$$V = k[A]^a \cdot [B]^b, \text{ где}$$

$[A]$ – концентрация вещества «А» в моль/л;

$[B]$ – концентрация вещества «В» в моль/л;

k – константа скорости данной реакции, зависит от природы реагирующих веществ, от температуры и катализатора, но не зависит от концентрации, численно равна скорости реакции при концентрациях реагирующих веществ 1 моль/л. В случае гетерогенных реакций в уравнение закона действия масс входят концентрации только тех веществ, которые находятся в газовой фазе или в растворе.

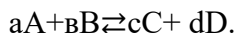
Зависимость скорости от температуры и природы реагирующих веществ

Не всякое столкновение реагирующих веществ приводит к образованию продукта реакции. Повышение температуры в определенных пределах вызывает ускорение химической реакции, так как обуславливает рост энергии взаимодействующих молекул. Согласно правилу Вант-Гоффа, увеличение температуры на каждые 10^0 С приводит к увеличению скорости реакции в 2-4 раза.

$$V_{t_2} = V_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}, \text{ где } \gamma \text{ – температурный коэффициент реакции.}$$

Химическое равновесие

Большинство химических реакций являются обратимыми, т.е. протекающими в прямом и обратном направлениях, но с разной скоростью. Эту обратимость реакций обозначают знаком \rightleftharpoons например:



Скорости прямой и обратной реакций равны:

$V_{\text{пр}} = K_1 \cdot [A]^a \cdot [B]^b$; $V_{\text{обр}} = K_2 \cdot [C]^c \cdot [D]^d$; где $[A]$, $[B]$, $[C]$, $[D]$ – концентрации веществ в моль/л.

С течением времени скорость прямой реакции $V_{\text{пр}}$ уменьшается, а скорость обратной $V_{\text{обр}}$ увеличивается. В некоторый момент они становятся равными. *То состояние системы, при котором скорости прямой и обратной реакции равны, называют химическим равновесием:*

$$V_{\text{пр}} = V_{\text{обр}}; \quad K_1 \cdot [A]^a \cdot [B]^b = K_2 \cdot [C]^c \cdot [D]^d \quad \frac{K_1}{K_2} = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} = K_{\text{равн}}$$

При химическом равновесии отношение произведения концентраций получающихся веществ к произведению концентраций исходных продуктов (с учетом стехиометрических коэффициентов) есть величина постоянная при данной температуре, и называется константой равновесия.

Константа равновесия зависит от температуры и природы реагирующих веществ; показывает во сколько раз скорость прямой реакции больше скорости обратной, если концентрации реагирующих веществ равны 1 моль/л.

Равновесное состояние сохраняется до тех пор, пока не будет изменено какое-либо из условий данного равновесия – концентрация веществ, температура, давление. Изменение этих условий вызывает смещение равновесия. Направление смещения равновесия определяется *согласно принципу Ле-Шателье*, который гласит: *если на систему с установившимся равновесием оказывается какое-либо внешнее воздействие (изменение температуры, давления, концентрации), то в этой системе из двух процессов, прямого и обратного – большую скорость будет иметь тот, который противодействует внешнему воздействию.*

Основные положения принципа Ле-Шателье

1. При уменьшении концентрации одного из веществ равновесие смещается в сторону реакции, которая образует это вещество. При увеличении концентрации вещества равновесие смещается в сторону реакции, которая расходует это вещество.

2. Повышение температуры смещает равновесие в сторону эндотермической реакции, а понижение – в сторону экзотермической реакции.

3. Изменение давления оказывает влияние на равновесие в том случае, если в реакции участвуют газообразные вещества. При повышении внешнего давления равновесие смещается в сторону той реакции, которая сопровождается уменьшением количества газообразных веществ, т.е. уменьшением объема. Наоборот, при понижении внешнего давления равновесие смещается в сторону увеличения количества газообразных веществ, т.е. увеличения объема.

Примеры выполнения типовых задач

Задача №1.

Температурный коэффициент реакции равен 2,5. Определите, как изменится скорость реакции при повышении температуры от 60 до 100°C?

Дано:

$$\gamma = 2,5$$

$$T_1 = 60^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 100^\circ\text{C}$$

Алгоритм решения.

Зависимость скорости реакции от температуры описывается *правилом Вант-Гоффа*:

$$v_{T_2} = v_{T_1} \cdot \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}},$$

$\frac{v_{T_2}}{v_{T_1}} = ?$	где v_{T_1} и v_{T_2} - скорости реакции при температурах T_1 и T_2 ; γ - температурный коэффициент.
	$\frac{v_{T_2}}{v_{T_1}} = \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}} = 2,5^{\frac{100 - 60}{10}} = 2,5^4 = 39,06.$

Ответ: скорость реакции изменится в 39,06 раз (увеличится в 39,06 раз).

Задача № 2.

Определите скорость реакции, если за 2 минуты концентрация исходного вещества изменилась с 2 моль/л до 0,2 моль/л.

Дано:	<i>Алгоритм решения.</i>
$\Delta\tau = 2$ мин	Средняя скорость описывается
$C_1 = 2$ моль/л	уравнением
$C_2 = 0,2$ моль/л	$\bar{v} = \pm \frac{\Delta C}{\Delta\tau}$
$v = ?$	

О скорости реакции можно судить, измеряя концентрацию исходных веществ или продуктов. Концентрация исходного вещества с течением времени постепенно уменьшается и ΔC имеет знак «-», а концентрация продукта увеличивается и ΔC имеет знак «+».

1) Определение изменения концентрации:

$$\Delta C = C_2 - C_1 = 0,2 - 2 = -1,8 \text{ моль/л.}$$

2) Определение скорости реакции:

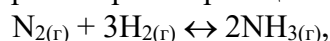
$$\Delta\tau = 2 \text{ мин} = 120 \text{ сек}$$

$$v = -\frac{-1,8 \text{ моль/л}}{120 \text{ сек}} = 0,015 \text{ моль/(л·сек).}$$

Ответ: $v = 0,015$ моль/(л·сек).

Задача № 3.

Определите, как изменится скорость прямой реакции



если концентрацию водорода увеличить в 2 раза?

Алгоритм решения.

1) Запишем выражение закона действия масс для данной прямой реакции:

$$v^0 = k[N_2] \cdot [H_2]^3.$$

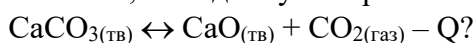
2) При увеличении концентрации водорода в 2 раза скорость прямой реакции будет равна: $v = k[N_2][2H_2]^3 = 8k[N_2] \cdot [H_2]^3.$

3) Определим, как изменится скорость при увеличении концентрации водорода в 2 раза: $\frac{v}{v^0} = \frac{8k[N_2] \cdot [H_2]^3}{k[N_2] \cdot [H_2]^3} = 8.$

Ответ: при увеличении концентрации водорода в 2 раза скорость реакции увеличивается в 8 раз.

Задача №4.

Укажите, как сдвинуть вправо химическое равновесие системы:



Алгоритм решения.

Для решения задачи необходимо ответить на вопрос: какие факторы (температура, давление, концентрации) и каким образом (повысить или понизить) нужно изменить, чтобы сдвинуть вправо химическое равновесие системы? Направление смещения химического равновесия определяется *принципом Ле-Шателье*:

Внешнее воздействие (t, P, c) на равновесную систему сдвигает равновесие в направлении той реакции, которая приводит к уменьшению этого воздействия.

Применим принцип Ле-Шателье для решения задачи:

1. Реакция в прямом направлении протекает с уменьшением температуры (тепло поглощается), значит, чтобы равновесие сдвинуть вправо по принципу Ле-Шателье температуру нужно увеличить, то есть нагревать систему.

2. Реакция вправо идет с увеличением числа газовых молекул, то есть с увеличением давления, значит, чтобы сдвинуть равновесие вправо нужно давление уменьшить.

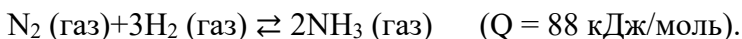
3. Нужно уменьшить концентрацию CO_2 , чтобы равновесие сдвинуть вправо.

Контрольные задания.

1. Температурный коэффициент реакции равен 2,5. Определить, как изменится скорость реакции: а) при повышении температуры от 60 до 100°C; б) при охлаждении реакционной смеси от 50 до 30°C?

2. Рассчитайте скорость реакции $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$, если концентрация O_2 за 10 с изменяется от 10 моль/л до 5 моль/л. Увеличивается или уменьшается скорость реакции?

3. Укажите, какие факторы (температура, давление, концентрации) и каким образом (повысить или понизить) нужно изменить, чтобы сдвинуть вправо химическое равновесие системы:

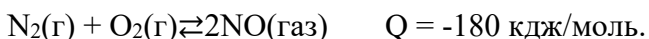


4. Температурный коэффициент реакции равен 2. Определить, как изменится скорость реакции: а) при повышении температуры от 25 до 55°C; б) при охлаждении реакционной смеси от 70 до 30°C?

5. Рассчитайте, как изменится скорость реакции

$2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$, если увеличить концентрацию NO с 2 моль/л до 5 моль/л (концентрация O_2 не изменяется);

6. Укажите, какие факторы (температура, давление, концентрации) и каким образом (повысить или понизить) нужно изменить, чтобы сдвинуть вправо химическое равновесие системы:



7. Рассчитайте, как изменится скорость реакции $2\text{SO}_3 \rightleftharpoons 2\text{SO}_2$, если

а) концентрация SO_3 с 1 моль/л увеличится до 3 моль/л;

б) температура снизится на 300С (температурный коэффициент $\alpha=2$);

в) температуру смеси увеличить на 400С ($\alpha=2$).

8. Укажите, какие факторы (температура, давление, концентрации) и каким образом (повысить или понизить) нужно изменить, чтобы сдвинуть вправо химическое равновесие системы:



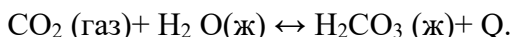
9. Рассчитайте, как изменится скорость реакции $2\text{C} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}$, если:

а) концентрацию кислорода увеличить с 2 моль/л до 5 моль/л;

б) температуру снизить с 500С до 200С (температурный коэффициент скорости этой реакции принять равным 3).

б) температуру повысить с 200С до 400С ($\alpha=3$).

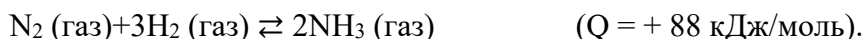
10. Укажите, какие факторы (температура, давление, концентрации) и каким образом (повысить или понизить) нужно изменить, чтобы сдвинуть вправо химическое равновесие системы:



11. Рассчитайте скорость реакции $\text{N}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{газ})$, если концентрация O_2 за 10 с изменяется от 20 моль/л до 30 моль/л. Увеличивается или уменьшается скорость реакции?

12. Рассчитайте, как изменится скорость реакции $2\text{SO}_3 \rightleftharpoons 2\text{SO}_2$, если температура повысится от 200С до 700С (температурный коэффициент равен 2).

13. Укажите, какие факторы (температура, давление, концентрации) и каким образом (повысить или понизить) нужно изменить, чтобы сдвинуть химическое равновесие системы влево:



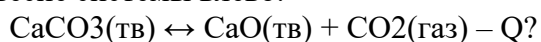
14. Рассчитайте, как изменится скорость реакции $\text{C}(\text{к}) + 2\text{Cl}_2(\text{г}) \leftrightarrow \text{CCl}_4(\text{г})$, если

а) концентрация Cl_2 с 1 моль/л увеличится до 3 моль/л;

б) температура снизится на 300С (температурный коэффициент $\gamma=2$).

в) температуру повысить с 200С до 400С ($\gamma=2$).

15. Укажите, какие факторы (температура, давление, концентрации) и каким образом (повысить или понизить) нужно изменить, чтобы сдвинуть химическое равновесие системы влево:



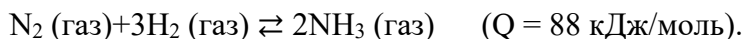
Пример индивидуального варианта задания

Варианты

Вариант 1

1. Температурный коэффициент реакции равен 2,5. Определить, как изменится скорость реакции: а) при повышении температуры от 60 до 100°С; б) при охлаждении реакционной смеси от 50 до 30°С?

2. Укажите, какие факторы (температура, давление, концентрации) и каким образом (повысить или понизить) нужно изменить, чтобы сдвинуть вправо химическое равновесие системы:

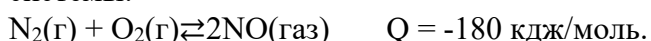


Вариант 2

1. Рассчитайте, как изменится скорость реакции

$2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$, если увеличить концентрацию NO с 2 моль/л до 5 моль/л (концентрация O_2 не изменяется);

2. Укажите, какие факторы (температура, давление, концентрации) и каким образом (повысить или понизить) нужно изменить, чтобы сдвинуть вправо химическое равновесие системы:



Форма представления результата: выполненная работа с решением индивидуальных заданий по вариантам.

Критерии оценивания:

«5» - выполнено и грамотно оформлено решение всех задач;

«4» - выполнено решение всех задач, но не оформлено в соответствии с образцом, либо есть 1-2 ошибки в расчетах;

«3» - выполнено решение 1-й задачи, но не оформлено в соответствии с образцом;

«2» - не выполнено решение ни одной задачи.

Практическая работа №4. Термохимические расчёты, расчёты по уравнениям химических реакций, в том числе с использованием понятия «массовая доля растворенного вещества»

Цель: формировать умения проводить вычисления с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе», проводить расчеты по уравнениям реакций,

проводить термодимические расчеты на основе законов сохранения массы веществ, превращения и сохранения энергии.

Необходимые материалы, оборудование, используемые источники, ресурсы: Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева, калькулятор.

Задание:

1. Решить типовые задачи на определение теплового эффекта по термодимическому уравнению реакции, на определение массовой доли растворенного вещества в соответствии с вариантом.

2. Грамотно по образцу оформить решение выполненных в соответствии с вариантом заданий.

Ход работы:

1. Запишите в отчет по практической работе основные формулы, применяемые в решении задач.

2. Ознакомьтесь с основными методами решения задач.

3. Изучите примеры решения типовых задач.

4. Решите типовые задачи на определение теплового эффекта, массовой доли растворенного вещества.

5. Грамотно по образцу оформите решение выполненных в соответствии с вариантом задач.

Пояснения:

Формулы для расчетов:

$$v = \frac{m}{M}; \quad v = \frac{V}{V_m}; \quad v = \frac{N}{N_A};$$

$$m = v \cdot M \quad V = v \cdot V_m \quad N = v \cdot N_A$$

1 моль любого газа при нормальных условиях занимает объем 22,4 л. Это величина называется молярным объемом и обозначается V_m .

$$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

Условные обозначения, названия и единицы измерения физических величин.

A_r	относительная атомная масса	а.е.м.
M_r	относительная молекулярная масса	а.е.м.
$n (v)$	количество вещества	моль
m	масса вещества	г, кг, т
M	молярная масса	г/моль, кг/моль
V	объем	л, м ³
V_m	молярный объем	л/моль, м ³ /моль
N	число частиц	частицы (атомы, молекулы)
D	относительная плотность	

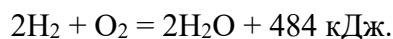
Краткие теоретические сведения

Тепловой эффект реакции – это энергия, которая выделяется или поглощается.

По тепловому эффекту реакции бывают:

- экзотермические;
- эндотермические.

Термодимическое уравнение – это уравнение химической реакции, в котором указан тепловой эффект, например:



Массовая доля – ω (омега). Массовая доля растворенного вещества – это отношение массы растворенного вещества к общей массе раствора. Массовая доля может выражаться в процентах (процентная концентрация).

$$\omega_{\text{в-ва}} = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m_{\text{р-ра}}} \quad \text{или} \quad \omega_{\text{в-ва}} = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\%$$

Из формулы следует:

$$m(\text{в-ва}) = \omega(\text{в-ва}) \cdot m(\text{р-ра}); \quad m(\text{р-ра}) = m(\text{в-ва}) / \omega(\text{в-ва}).$$

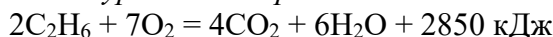
Масса раствора равна сумме масс растворённого вещества и растворителя:

$$m(\text{р-ра}) = m(\text{в-ва}) + m(\text{р-ля}).$$

Рассмотрим примеры решения типовых задач по теме практической работы.

Примеры решения типовых задач

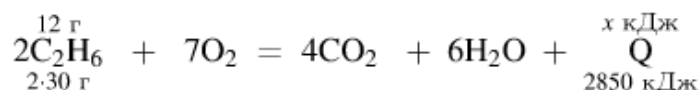
Задача № 1. Термохимическое уравнение горения этана имеет следующий вид:



Сколько теплоты выделится при полном сгорании 12 г этана? Ответ дайте в кДж в виде целого числа.

Решение.

Составим пропорцию:



Из пропорции получаем:

$$x = (12 \cdot 2850) / (2 \cdot 30) = 570.$$

Ответ: 570 кДж.

Задача №2. В растворе массой 100 г содержится хлорид бария массой 20 г.

Определите массовую долю хлорида бария в растворе?

Д а н о

$$m(\text{р-ра}) = 100 \text{ г};$$

$$m(\text{BaCl}_2) = 20 \text{ г}.$$

$\omega(\text{BaCl}_2)$ - ?

Решение:

Массовая доля BaCl_2 равна отношению его массы к общей массе раствора:

$$\omega(\text{BaCl}_2) = m(\text{BaCl}_2) / m(\text{р-ра}) = 20\text{г} / 100\text{г} = 0,2 \text{ или } 20\%$$

Ответ: $\omega(\text{BaCl}_2) = 0,2$ или 20%

Задача №3. Сахар массой 5 г растворили в воде массой 20 г. Какова массовая доля (%) сахара в растворе?

Д а н о

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 20 \text{ г};$$

$$m(\text{сахара}) = 5 \text{ г}.$$

$\omega\%$ (сахара) - ?

Решение:

1. Определим общую массу полученного раствора:

$$m(\text{р-ра}) = m(\text{сахара}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 20\text{г} + 5\text{г} = 25\text{г}$$

2. Вычислим массовую долю сахара в растворе

$$\omega(\text{сахара}) = m(\text{сахара}) / m(\text{р-ра}) = 5\text{г} / 25\text{г} = 0,2 \text{ или } 20\%$$

Ответ: $\omega\%$ (сахара) = 0,2 или 20%

Задача №4. Какие массы нитрата калия и воды необходимо взять для приготовления 2 кг раствора с массовой долей KNO_3 равной 0,05?

Д а н о

$$m(\text{р-ра}) = 2\text{кг} = 2000 \text{ г};$$

$$\omega(\text{KNO}_3) = 0,05.$$

Решение:

1. Определим массу нитрата калия, исходя из исходной формулы:

$$\omega(\text{KNO}_3) = m(\text{KNO}_3) / m(\text{р-ра}); \quad m(\text{KNO}_3) = \omega(\text{KNO}_3) \cdot m(\text{р-ра})$$

$$m(\text{KNO}_3) = 0,05 \cdot 2000 \text{ г} = 100\text{г}$$

$m(\text{KNO}_3)$ - ?

$m(\text{H}_2\text{O})$ - ?

2. Определим массу воды:

$$m(\text{p-ра}) = m(\text{KNO}_3) + m(\text{H}_2\text{O}); \quad m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{p-ра}) - m(\text{KNO}_3)$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 2000\text{г} - 100\text{г} = 1900\text{г}$$

Ответ: $m(\text{KNO}_3) = 100\text{г}$; $m(\text{H}_2\text{O}) = 1900\text{г}$

Задача №5. При выпаривании 500 г 10%-го раствора сульфата лития получили раствор массой 200 г. Определите процентную концентрацию полученного раствора?

Д а н о

$$m_1(\text{p-ра}) = 500 \text{ г};$$

$$\omega_1(\text{Li}_2\text{CO}_3) = 10\%, \text{ или } 0,1$$

$$m_2(\text{p-ра}) = 200 \text{ г};$$

$\omega_2(\text{Li}_2\text{CO}_3)$ - ?

Решение:

1. Определим массу Li_2CO_3 в исходном растворе

$$\omega_1(\text{Li}_2\text{CO}_3) = m(\text{Li}_2\text{CO}_3) / m(\text{p-ра}); \quad m(\text{Li}_2\text{CO}_3) = \omega_1(\text{Li}_2\text{CO}_3) \cdot m_1(\text{p-ра})$$

$$m(\text{Li}_2\text{CO}_3) = 0,1 \cdot 500\text{г} = 50\text{г}$$

2. Определим процентную концентрацию полученного раствора (масса Li_2CO_3 при выпаривании не изменилась)

$$\omega_2(\text{Li}_2\text{CO}_3) = m(\text{Li}_2\text{CO}_3) / m_2(\text{p-ра});$$

$$\omega_2(\text{Li}_2\text{CO}_3) = 50\text{г} / 200\text{г} = 0,25 \text{ или } 25\%;$$

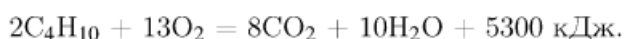
Ответ: $\omega_2(\text{Li}_2\text{CO}_3) = 25\%$

Контрольные вопросы:

1. Запишите формулы, применяемые для решения задач на массовую долю растворенного вещества, для определения количества вещества.
2. Поясните обозначения физических величин в формулах.
3. Укажите единицы измерения физических величин в названных формулах.

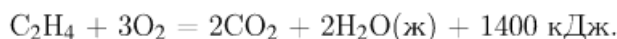
Контрольные задания:

1. Термохимическое уравнение горения бутана имеет следующий вид:



Сколько теплоты выделится при полном сгорании 46,4 г бутана? Ответ дайте в кДж.

2. Дано термохимическое уравнение:



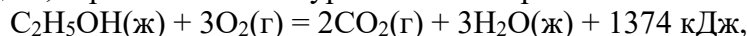
Сколько литров этилена (н. у.) надо сжечь, чтобы получить 1000 кДж теплоты? Ответ округлите до ближайшего целого числа.

3. Термохимическое уравнение сгорания ацетилена имеет вид:



Сколько теплоты (в кДж) выделится при сжигании 2,8 л (н. у.) ацетилена?

4. В реакцию, термохимическое уравнение которой



вступило 32,2 г этанола. Вычислите количество выделившейся при этом теплоты (в кДж).

5. Составьте термохимическое уравнение реакций горения этилена, если известно, что тепловой эффект реакции 1410,97 кДж. Сколько теплоты выделится, если сгорает этилен: а) количеством вещества 5 моль; б) массой 140 г в) объемом 112л?

6. Вычислите массовую долю растворенного вещества в растворе, полученном при растворении 15 г соли в 45 г воды.

7. Рассчитайте, какую массу воды необходимо взять для приготовления раствора с массовой долей вещества 20%, если нужно растворить 100 г соли.

8. Рассчитайте, какую массу воды и соли необходимо взять для приготовления 150 г раствора с массовой долей соли 0,3.

9. В 105 г воды растворили 35 г соли. Вычислите массовую долю растворенного вещества.

10. При выпаривания всей воды из 200 г раствора получили 5 г хлорида натрия. Вычислите массовую долю соли в растворе.

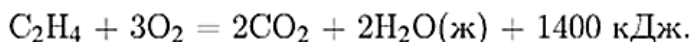
11. Рассчитайте, какую массу сахара и воды нужно взять для приготовления 250 г раствора с массовой долей сахара 15%.
12. В 400 г воды растворили 100 г соли. Рассчитайте массовую долю вещества в растворе.
13. При выпаривании все воды из 300 г раствора получили 9 г соли. Рассчитайте массовую долю растворенного вещества.
14. Рассчитайте массу сахара и воды, которые надо взять для приготовления 500 г раствора с массовой долей сахара 0,05.
15. Какое количество вещества йода (I₂) содержится в 100г 5%-го раствора йодной настойки?
16. Из 320г 5%-го раствора NaOH выпарили 120г воды. Какой стала массовая доля NaOH в растворе?
17. В 240г 20% раствора хлорида калия (KCl) растворили еще 60г соли. Какой стала массовая доля соли в полученном растворе?
18. Слили два раствора азотной кислоты: 500г 25%-го и 300г 30% -го. Какой стала массовая доля кислоты в полученном растворе?
19. К раствору сульфата алюминия массой 68,4 г и массовой долей 8% прилили избыток раствора хлорида бария. Вычислите массу образовавшегося осадка.

Примеры индивидуального варианта задания

Варианты

Вариант 1

1. Дано термохимическое уравнение:

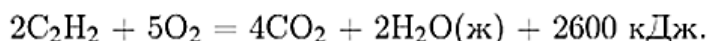


Сколько литров этилена (н. у.) надо сжечь, чтобы получить 1000 кДж теплоты? Ответ округлите до ближайшего целого числа.

2. Вычислите массовую долю растворенного вещества, если в 68 г воды растворили 12 г соли.
3. Вычислите массу воды, в которой нужно растворить 25 г сахара, чтобы получить раствор с массовой долей растворенного вещества 10%.
4. Какое количество вещества йода (I₂) содержится в 100г 5%-го раствора йодной настойки?

Вариант 2

1. Термохимическое уравнение сгорания ацетилена имеет вид:



Сколько теплоты (в кДж) выделится при сжигании 2,8 л (н. у.) ацетилена?

2. После выпаривания раствора его масса уменьшилась на 30 г, при этом получили 9 г соли. Рассчитайте массовую долю растворенного вещества.
3. Рассчитайте массу сахара и воды, которые надо взять для приготовления 500 г раствора с массовой долей сахара 0,05.
4. Слили два раствора азотной кислоты: 500г 25%-го и 300г 30% -го. Какой стала массовая доля кислоты в полученном растворе?

Форма представления результата: выполненная работа с решением индивидуальных заданий по вариантам.

Критерий оценивания

- «5» - выполнены все задания без замечаний;
- «4» - выполнены все задания, но есть недочеты;
- «3» - выполнено 2 задания, но есть небольшие недочеты;
- «2» - задания не выполнены или выполнено 1 задание из трех.

Практическая работа №5. Составление химических формул и названий сложных неорганических веществ.

Цель: формировать умения использовать химическую символику для составления формул веществ, устанавливать принадлежность неорганических веществ по их составу к определённым классу/группе соединений.

Необходимые материалы, оборудование, используемые источники, ресурсы: схема «Классификация неорганических веществ»

Задание:

1. Изучить теоретический материал по учебнику.
2. Ответить на вопросы.
3. Выполнить задания.

Ход работы:

1. Устно ответьте на вопросы:

Назовите основные классы неорганических веществ, приведите их общие формулы и определения. Приведите примеры формул веществ разных классов с их названиями.

2. Выполните задания в соответствии с вариантом.

Краткие теоретические сведения

Алгоритм определения степени окисления элемента по формуле

Пример 1:

Определить степень окисления железа в веществе: Fe_2O_3 .

1. Записать известные степени окисления $Fe_2^?O_3^{-2}$.
2. Найти заряд на трех атомах кислорода $(-2) \times 3 = -6$.
3. Найти заряд на двух атомах железа. Это +6, так как молекула нейтральна.
4. Найти заряд на одном атоме железа, $(+6):2 = +3$.
5. *Ответ:* степень окисления железа +3 $Fe_2^{+3}O_3^{-2}$

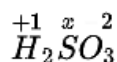
Примечание:

Степень окисления кислорода в соединениях (кроме перекисей) равна -2; степень окисления водорода (кроме гидридов металлов) равна +1.

Пример 2:

Определить степень окисления серы в кислоте: H_2SO_3 .

Степень окисления водорода равна +1, кислорода -2. Обозначим степень окисления серы как x.



$$+ 2 \cdot (+1) + x + 3 \cdot (-2) = 0 \quad x = +4$$

Классификация неорганических веществ приведена на рисунке 1. Формулы и названия кислот и кислотных остатков показаны на рисунке 2. На рисунках 3, 4 и 5, 6 рассмотрена номенклатура оксидов, оснований и солей (основных, кислых и средних) соответственно.

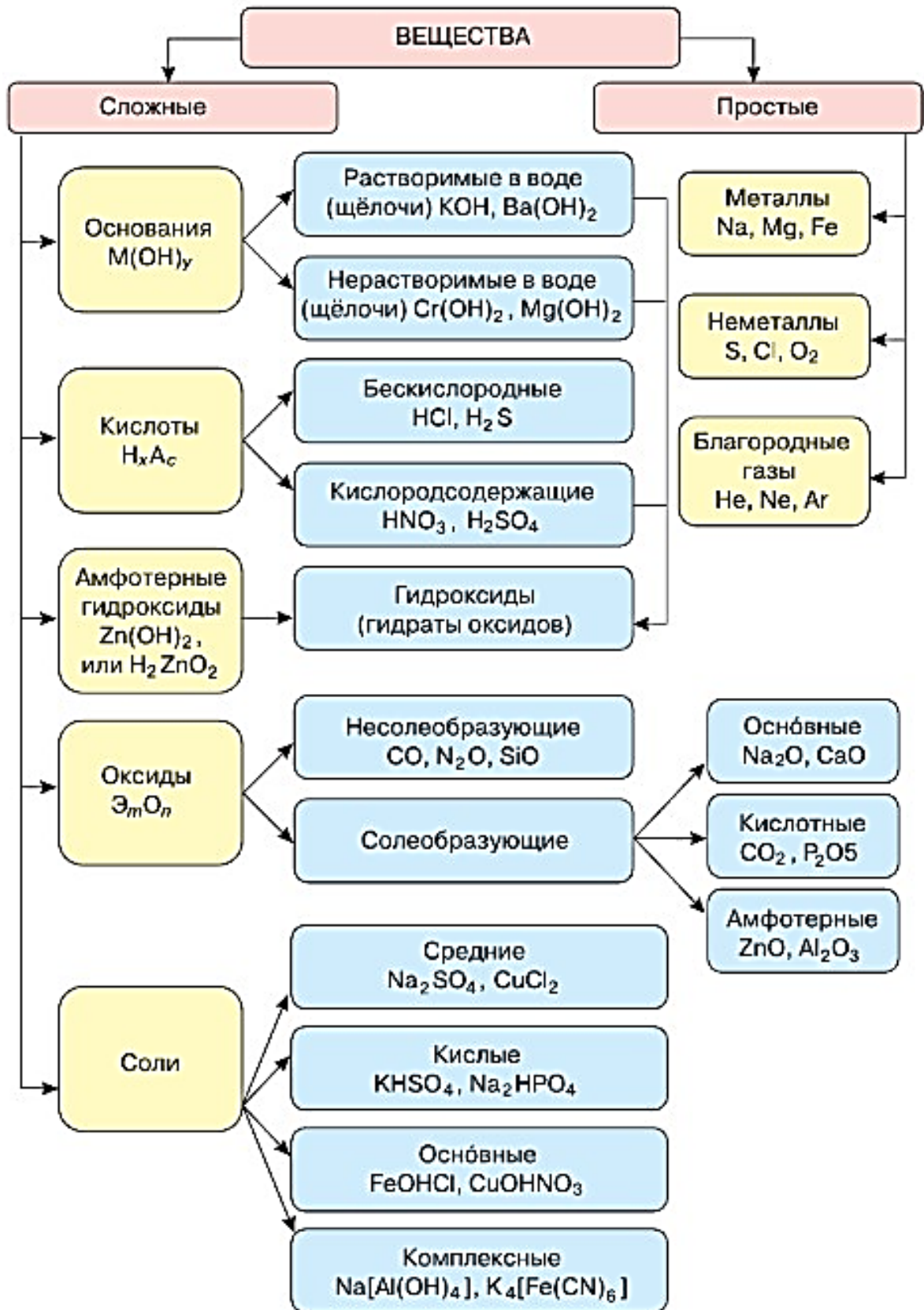


Рисунок 1. Классификация неорганических веществ

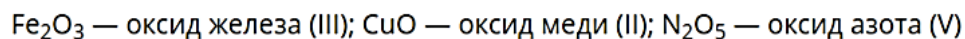
формула кислоты	название кислоты	формула кислотного остатка	название кислотного остатка
HF	фтороводородная	F ⁻	фторид
HCl	хлороводородная	Cl ⁻	хлорид
HBr	бромводородная	Br ⁻	бромид
HI	иодоводородная	I ⁻	иодид
H ₂ S	сероводородная	S ²⁻	сульфид
HClO ₄	хлорная	ClO ₄ ⁻	перхлорат
HClO ₃	хлорноватая	ClO ₃ ⁻	хлорат
HClO ₂	хлористая	ClO ₂ ⁻	хлорит
HClO	хлорноватистая	ClO ⁻	гипохлорит
H ₂ SO ₄	серная	SO ₄ ²⁻	сульфат
H ₂ SO ₃	сернистая	SO ₃ ²⁻	сульфит
HNO ₃	азотная	NO ₃ ⁻	нитрат
HNO ₂	азотистая	NO ₂ ⁻	нитрит
H ₃ PO ₄	(орто)фосфорная	PO ₄ ³⁻	(орто)фосфат
HPO ₃	метафосфорная	PO ₃ ⁻	метафосфат
H ₃ PO ₃ , H ₂ (HPO ₃)	фосфористая	HPO ₃ ²⁻	фосфит
H ₄ P ₂ O ₇	пирофосфорная		
H ₃ PO ₂ , H(H ₂ PO ₂)	фосфорноватистая	H ₂ PO ₂ ⁻	гипофосфит
H ₂ SiO ₃	кремниевая	SiO ₃ ²⁻	силикат
H ₂ CO ₃	угольная	CO ₃ ²⁻	карбонат
H ₂ Cr ₂ O ₇	дихромовая	Cr ₂ O ₇ ²⁻	дихромат
H ₂ CrO ₄	хромовая	CrO ₄ ²⁻	хромат
HMnO ₄	марганцовая	MnO ₄ ⁻	перманганат

Рисунок 2. Формулы и названия кислот и кислотных остатков

Название оксида химического элемента строится по принципу:



Например:



Нередко можно встретить информацию о том, что в скобках указывается валентность элемента, однако же это не так. Так, например, степень окисления азота N_2O_5 равна +5, а валентность, как это ни странно, равна четырем.

В случае, если химический элемент имеет единственную положительную степень окисления в соединениях, в таком случае степень окисления не указывается.

Например:

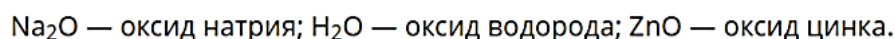
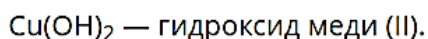
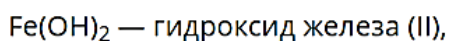


Рисунок 3. Номенклатура оксидов

Название основания строится по нижеследующему принципу:



Например:



В тех случаях, когда металл в сложных веществах имеет постоянную степень окисления, указывать её не требуется. Например:

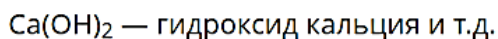
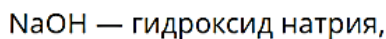


Рисунок 4. Номенклатура оснований

Названия основных солей строятся по принципу:



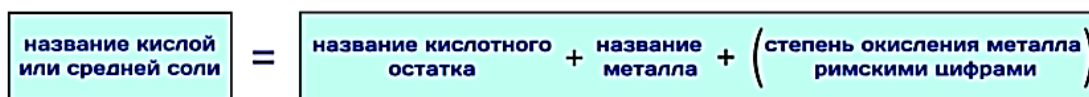
Например:

$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ — гидроксокарбонат меди (II);

$\text{Fe}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ — дигидроксонитрат железа (III).

Рисунок 5. Номенклатура основных солей

Название средних и кислых солей строится по принципу:



Если степень окисления металла в сложных веществах постоянная, то ее не указывают.

Названия кислотных остатков были даны выше при рассмотрении номенклатуры кислот.

Например,

Na_2SO_4 — сульфат натрия;

NaHSO_4 — гидросульфат натрия;

CaCO_3 — карбонат кальция;

$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ — гидрокарбонат кальция и т.д.

Рисунок 6. Номенклатура средних и кислых солей

Контрольные задания.

Формулировка задания: установите принадлежность неорганических веществ по их составу к определённому классу, составьте названия веществ, определите степени окисления элементов веществ.

№1. H_2S , KCl , O_2 , Na_2S , Na_2O , N_2 , NH_3 , CH_4 , BaF_2 , LiCl , O_3 , CO_2 , SO_3 , CCl_4 , F_2 .

№2. H_2S , KCl , O_2 , Na_2S , Na_2O , N_2 , NH_3 , CH_4 , BaF_2 , LiCl , O_3 , CO_2 , SO_3 , CCl_4 , F_2 , NaCl , HCl , Cl_2 , AlCl_3 , H_2O .

№3. KCl , O_2 , CH_4 , LiCl , CCl_4 , F_2

№4. Na_2SO_3 , HCl , $\text{BiOH}(\text{NO}_3)_2$, SO_3 , NaOH , HClO_4 , NO , KNO_3 , $\text{Zn}(\text{OH})_2$, KHS , HBr , $\text{Sn}(\text{OH})_2$.

№5. H_2SO_3 , MgO , $\text{Cr}(\text{OH})_3$, Li_2SO_3 , $\text{Sr}(\text{OH})_2$, HNO_3 , TeO_3 , K_2S , $\text{Pt}(\text{OH})_4$, $\text{FeOH}(\text{NO}_3)_2$, NaBr , CsOH .

№6. K_2SO_3 , $HClO_4$, $CuOHNO_3$, TeO_2 , $Ca(OH)_2$, $HMnO_4$, BaO , $NaCl$, $Fe(OH)_3$, $LiHS$, $Al(OH)_3$.

Пример индивидуального варианта задания

Вариант 1

Задание. $NaHSiO_3$, SO_2 , $Mn(OH)_4$, $Al_2(SO_4)_3$, KOH , $HMnO_4$, NO_2 , HNO_3 , $Ba(OH)_2$, $FeOHNO_3$, HCl , $Al(OH)_3$. Из указанных веществ выберите: а) оксиды; б) соли; в) кислоты; г) амфотерные основания; д) щелочи. Определите степени окисления элементов в веществах. Назовите каждое вещество.

Вариант 2

Задание. H_2SO_4 , SrO , SnO , $Al(OH)_3$, $LiHSO_3$, $Ca(OH)_2$, HNO_2 , SeO_3 , H_2S , $Fe(OH)_3$, $FeOH(NO_3)$, $Pb(OH)_2$. Из указанных веществ выберите: а) оксиды; б) соли; в) кислоты; г) основания; д) амфотерные основания. Определите степени окисления элементов в веществах. Назовите каждое вещество.

Форма представления результата: выполненная работа с решением индивидуальных заданий по вариантам.

Критерии оценивания:

- «5» - задание выполнено полностью;
- «4» - задание выполнено, но в допущены 2-3 ошибки;
- «3» - задание выполнено, но допущено 40 % ошибок;
- «2» - задание не выполнено, либо выполнено и допущено более 55 % ошибок.

Практическая работа №6. Расчеты по уравнениям реакций с использованием понятий: массовая доля, примеси, практический выход продукта, избыток и недостаток

Цель: формировать умения проводить вычисления по химическим уравнениям (массы, объема, количества исходного вещества или продукта реакции по известным массе, объему, количеству одного из исходных веществ или продуктов реакции); на определение массы (объема, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано: в виде раствора с определенной массовой долей растворенного вещества, в избытке (имеет примеси).

Необходимые материалы, оборудование, используемые источники, ресурсы: Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева, калькулятор.

Задание:

1. Решите типовые задачи на определение массы (объема, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано: в виде раствора с определенной массовой долей растворенного вещества, в избытке (имеет примеси)
2. Грамотно по образцу оформите решение выполненных в соответствии с вариантом задач.

Ход работы:

1. Запишите в отчет по практической работе основные формулы, применяемые в решении задач.
2. Ознакомьтесь с основными методами решения задач.
3. Изучите примеры решения типовых задач.

4. Решите типовые задачи на определение массы (объема, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано: в виде раствора с определенной массовой долей растворенного вещества, в избытке (имеет примеси).
5. Грамотно по образцу оформите решение выполненных в соответствии с вариантом задач.

Пояснения:

Краткие теоретические сведения

Формулы для расчетов:

$$v = \frac{m}{M}; \quad v = \frac{V}{V_m}; \quad v = \frac{N}{N_A};$$

$$m = v \cdot M \quad V = v \cdot V_m \quad N = v \cdot N_A$$

1 моль любого газа при нормальных условиях занимает объем 22,4 л. Это величина называется молярным объемом и обозначается V_m .

$N_A = 6 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹ постоянная Авогадро

Условные обозначения, названия и единицы измерения физических величин.

Ar	относительная атомная масса	а.е.м.
Mr	относительная молекулярная масса	а.е.м.
n (v)	количество вещества	МОЛЬ
m	масса вещества	Г, КГ, Т
M	молярная масса	Г/МОЛЬ, КГ/МОЛЬ
V	объем	Л, М ³
V_m	молярный объем	Л/МОЛЬ, М ³ /МОЛЬ
N	число частиц	ЧАСТИЦЫ (АТОМЫ, МОЛЕКУЛЫ)
D	относительная плотность	

Массовая доля – ω (омега). Массовая доля растворенного вещества – это отношение массы растворенного вещества к общей массе раствора. Массовая доля может выражаться в процентах (процентная концентрация).

$$\omega_{\text{в-ва}} = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m_{\text{р-ра}}} \quad \text{или} \quad \omega_{\text{в-ва}} = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\%$$

Из формулы следует:

$$m(\text{в-ва}) = \omega(\text{в-ва}) \cdot m(\text{р-ра}); \quad m(\text{р-ра}) = m(\text{в-ва}) / \omega(\text{в-ва}).$$

Масса раствора равна сумме масс растворённого вещества и растворителя:

$$m(\text{р-ра}) = m(\text{в-ва}) + m(\text{р-ля}).$$

Расчеты массы (объема, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определенной массовой долей растворенного вещества

Алгоритм данного вида расчётов следующий:

1. Нахождение массы растворённого вещества. В зависимости от условий задачи расчёт может вестись:
 - а) по формуле: $m(\text{р.в.}) = m(\text{р-ра}) \cdot \omega(\text{р.в.}) / 100\%$ с известными массовыми долями раствора и растворённого вещества;
 - б) по формуле $m(\text{р-ра}) = \rho(\text{р-ра}) \cdot V(\text{р-ра})$ с известными объёмом раствора, его плотностью, массовой долей вещества. Затем вычисляется масса растворённого вещества как в подпункте а).
2. Определить количество молей вещества, чью массу сосчитали в п.1:
 $n(\text{в-ва}) = m(\text{в-ва}) / M(\text{в-ва})$, здесь M – молярная масса вещества.
3. Составить уравнение хим. реакции с правильно расставленными коэффициентами.
4. На основе принципа равенства отношений количеств участников химического взаимодействия к своим коэффициентам сделать расчёт

количества молей, нужного для ответа на вопрос задачи вещества:

$$n(A)/n(B) = k(A)/k(B)$$

5. По найденному количеству вещества при необходимости вычислить массу: $m = M \cdot n$ Применительно к газообразным веществам использовать формулу:

$$V(\text{газа}) = V_m \cdot n(\text{газа}) = n(\text{газа}) \cdot 22,4 \text{ л/моль}$$

Расчеты массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси).

Зачастую химические процессы заканчиваются полным расходом одного вступающего в реакцию реагента, в то время как другой реагент расходуется не полностью.

Значит, первое вещество находится в недостатке, а второе с непрореагировавшими остатками – в избыточном количестве. Избыток вещества не участвует в процессе.

Вывод. Количественный выход продукта взаимодействия зависит лишь от количества реагента, бывшего в недостатке.

Какое вещество в недостатке определяется сравнением отношений количества реагента к стехиометрическим коэффициентам.

Например, для реакции идущей в соответствии с уравнением $aA + bB = cC + dD$

Реагент А взят в кол-ве n_A , а реагент В – в кол-ве n_B .

При сравнении отношений $n(A)/a$ и $n(B)/b$ нужно определить меньшее из них. Оно укажет на вещество, находящееся в недостатке.

Расчёты по уравнениям реакций с учётом примесей

Каждое вещество наряду с основным компонентом включает то или иное количество примесей. Именно поэтому абсолютно чистых веществ в природе не существует.

Образец (вещество, навеску), содержащий примеси, принято называть **техническим (технически чистым)**. Его массу обозначают $m_{\text{техн}}$, массу примесей — $m_{\text{прим}}$, а массу основного (чистого) вещества — $m_{\text{чист}}$.

$$m_{\text{техн}} = m_{\text{чист}} + m_{\text{прим}}$$

Содержание примесей в техническом образце обычно указывается с помощью массовой доли, которую выражают в долях от единицы или в процентах:

$$\omega_{\text{прим}} = \frac{m_{\text{прим}}}{m_{\text{техн}}}$$

Сумма массовых долей примесей $\omega_{\text{прим}}$ и основного вещества $\omega_{\text{чист}}$ равна 1 (100 %):

$$\omega_{\text{прим}} + \omega_{\text{чист}} = 1 \text{ (100 \%)}.$$

При проведении расчётов по уравнениям химических реакций, если исходное вещество содержит определённую долю примесей, придерживаются алгоритма:

1. если необходимо, записывают уравнение химической реакции.
2. Находят массу чистого вещества.

Её можно рассчитать по формуле:

$$m_{\text{чист}} = m_{\text{техн}} \cdot \omega_{\text{чист}} = m_{\text{техн}} \cdot (1 - \omega_{\text{прим}})$$

— либо используя пропорцию. При этом $m_{\text{техн}}$ соответствует 100 %, а $m_{\text{чист}}$ — x %.

3. Определяют химическое количество чистого вещества по формуле:

4. Подчёркивают формулы интересующих веществ в уравнении реакции.

Под этими формулами записывают химические количества вступивших в реакцию и образовавшихся веществ (коэффициенты перед веществами в уравнении реакции). Над формулами веществ указывают известную величину (найденное по формуле химическое количество чистого вещества), а также неизвестную, которую обозначают за x — (химическое количество образующегося продукта реакции или вступившего в реакцию исходного вещества).

5. Составляют пропорцию и находят неизвестную величину.

6. Если необходимо, рассчитывают по формуле массу продукта реакции или массу вступившего в реакцию вещества:

$$m = n \cdot M.$$

Образец выполнения:

Примеры решения типовых задач

Задача №1. Сахар массой 5 г растворили в воде массой 20 г. Какова массовая доля (%) сахара в растворе?

Дано

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 20 \text{ г};$$

$$m(\text{сахара}) = 5 \text{ г}.$$

$$\omega\%(\text{сахара}) = ?$$

Решение:

1. Определим общую массу полученного раствора:

$$m(\text{р-ра}) = m(\text{сахара}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 20\text{г} + 5\text{г} = 25\text{г}$$

2. Вычислим массовую долю сахара в растворе

$$\omega(\text{сахара}) = m(\text{сахара}) / m(\text{р-ра}) = 5\text{г} / 25\text{г} = 0,2 \text{ или } 20\%$$

Ответ: $\omega\%(\text{сахара}) = 0,2$ или 20%

Задача № 2. Определить, какая масса осадка выпадет, если избыток р-ра $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ долить к 147 граммам 20 – процентной H_2SO_4 .

Дано:

$$m(\text{р-ра } \text{H}_2\text{SO}_4) = 147 \text{ г}$$

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 20\% = 0.2$$

Найти:

$$m(\text{осадка}) = ?$$

Решение:

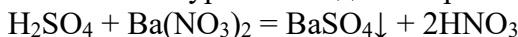
1. Вычислить массу чистой H_2SO_4 :

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot m(\text{р-ра } \text{H}_2\text{SO}_4) / 100\% = 147\text{г} \cdot 20\% / 100\% = 29,4 \text{ г}$$

2. Определить число молей H_2SO_4 :

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{H}_2\text{SO}_4) / M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 29,4 \text{ г} / 98 \text{ г/моль} = 0,3 \text{ моль}.$$

3. Составить уравнение данной реакции:



4. Исходя из равенства отношений количеств H_2SO_4 и BaSO_4 к своим коэффициентам и преобразовав пропорцию, определить кол-во осаждённого BaSO_4 в молях:

$$n(\text{BaSO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot k(\text{H}_2\text{SO}_4) / k(\text{BaSO}_4) = 0,3 \text{ моль} \cdot 1 / 1 = 0,3 \text{ моль}$$

5. Вычислить массу осадка:

$$m(\text{BaSO}_4) = M(\text{BaSO}_4) \cdot n(\text{BaSO}_4) = 233 \text{ г/моль} \cdot 0,3 \text{ моль} = 69,9 \text{ г}$$

Ответ: $V(\text{H}_2) = 67.2 \text{ л}$, $v(\text{Zn}) = 3 \text{ моль}$.

Задача № 3. Какой объем водорода (н.у.) выделится при взаимодействии 730 г 30%-ной соляной кислоты с необходимым по реакции количеством вещества цинка? Какое это количество вещества?

Дано:

$$m(\text{р-ра HCl}) = 730 \text{ г}$$

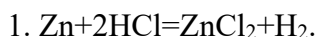
$$w(\text{HCl}) = 30\% = 0.3$$

Найти:

$$V(\text{H}_2) = ?$$

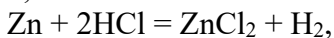
$$v(\text{Zn}) = ?$$

Решение:



$$2. m(\text{HCl}) = m(\text{р-р}) \cdot w = 730\text{г} \cdot 0.3 = 219\text{г}.$$

$$x, \text{ моль} \quad 219\text{г} \quad \quad \quad y, \text{ н}$$

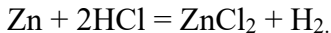


где x - количество вещества цинка $n(\text{Zn})$, y - объем водорода $V(\text{H}_2)$.

$$3. Mr(\text{HCl}) = 1 + 35.5 = 36.5; M(\text{HCl}) = 36.5 \text{ г/моль}.$$

$$m(\text{HCl}) = 36.5 \text{ г/моль} \cdot 2 \text{ моль} = 73\text{г}.$$

$$x, \text{ моль} \quad 219 \text{ г} \quad \quad \quad y, \text{ н}$$



$$1 \text{ моль} \quad 73 \text{ г} \quad \quad \quad 22,4 \text{ л}$$

$$4. \text{ а) } \frac{219}{73} = \frac{y}{22.4}; y = \frac{219 \cdot 22.4}{73} = 67.2\text{л};$$

$$\text{ б) } \frac{x}{1} = \frac{219}{73}; x = 3.$$

Ответ: $V(\text{H}_2) = 67.2 \text{ л}$, $v(\text{Zn}) = 3 \text{ моль}$.

Задача № 4. Определить массу Al_2S_3 , образующегося при нагреве смеси 54 грамм Al и 80 грамм S .

Дано:
 $m(\text{Al}) = 54 \text{ г}$
 $m(\text{S}) = 80 \text{ г}$
 Найти:
 $m(\text{Al}_2\text{S}_3) - ?$

Решение:

1. записать реакцию в виде уравнения
 $2\text{Al} + 3\text{S} = \text{Al}_2\text{S}_3$

2. рассчитать кол-ва в молях Al и S:

$$n(\text{Al}) = m(\text{Al})/M(\text{Al}) = 54/27 = 2 \text{ моль};$$

$$n(\text{S}) = m(\text{S})/M(\text{S}) = 80/32 = 2,5 \text{ моль}$$

3. выяснить, какой исходный реагент в недостатке. Для этого разделить число молей на стехиометрические коэффициенты:

$$n(\text{Al})/k(\text{Al}) = 2/2 = 1 \text{ и } n(\text{S})/k(\text{S}) = 2,5/3 \approx 0,833$$

Сера находится в недостатке, вычисления ведутся по её кол-ву.

4. по уравнению $2\text{Al} + 3\text{S} = \text{Al}_2\text{S}_3$ вступившая в реакцию сера и сульфид алюминия взаимосвязаны отношением:

$$n(\text{S})/3 = n(\text{Al}_2\text{S}_3)/1 \text{ здесь } 3 \text{ и } 1 - \text{коэффициенты в уравнении.}$$

Тогда кол-во сульфида Al в молях будет:

$$n(\text{Al}_2\text{S}_3) = n(\text{S})/3 = 2,5/3 \approx 0,8333 \text{ моль}$$

Масса Al_2S_3 будет:

$$m(\text{Al}_2\text{S}_3) = M(\text{Al}_2\text{S}_3) \cdot n(\text{Al}_2\text{S}_3) = 150 \cdot 0,8333 = 125 \text{ г}$$

Ответ: 125 грамм Al_2S_3 .

Задача № 5. При прокаливании 400 г натриевой селитры получили 33,6 л кислорода. Какова массовая доля примесей в селитре?

Дано:
 $m(\text{NaNO}_3_{\text{техн.}}) = 400 \text{ г}$
 $V(\text{O}_2) = 33,6 \text{ л}$
 Найти:
 ω (примес.) -?

Решение:

1. Находим чистую массу нитрата натрия (натриевой селитры).

2. Пишем уравнение реакции, подставляем сверху объем кислорода, снизу данные согласно уравнению:

$$x \text{ г} \qquad \qquad \qquad 33,6 \text{ л}$$



$$170 \text{ г} \qquad \qquad \qquad 22,4 \text{ л}$$

$$M(\text{NaNO}_3) = 23 + 14 + 16 \cdot 3 = 85 \text{ (г/моль)}$$

$$m(\text{NaNO}_3) = M \cdot n = 85 \text{ г/моль} \cdot 2 \text{ моль} = 170 \text{ г}$$

$$v(\text{O}_2) = 22,4 \text{ л/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 22,4 \text{ л.}$$

3. Составляем пропорцию: $x \text{ г} \qquad \qquad \qquad 33,6 \text{ л}$
 $170 \text{ г} \qquad \qquad \qquad 22,4 \text{ л}$

$$x = m(\text{NaNO}_3_{\text{чист.}}) = 170 \text{ г} \cdot 33,6 \text{ л} / 22,4 \text{ л} = 255 \text{ г}$$

4. Находим массу примесей:

$$m(\text{примес.}) = m(\text{NaNO}_3) - m(\text{NaNO}_3_{\text{чист.}}) = 400 \text{ г} - 255 \text{ г} = 145 \text{ г}$$

3. Находим массовую долю примесей:

$$\omega(\text{примес.}) = m(\text{примес.})/m(\text{смеси}) = 145 \text{ г} / 400 \text{ г} = 0,36 = 36 \%$$

Ответ: 36 %.

Контрольные задания.

- Из 320г 5%-го раствора NaOH выпарили 120г воды. Какой стала массовая доля NaOH в растворе?
- В 240г 20% раствора хлорида калия (KCl) растворили еще 60г соли. Какой стала массовая доля соли в полученном растворе?
- Рассчитайте, какую массу сахара и воды нужно взять для приготовления 250 г раствора с массовой долей сахара 15%.
- В 400 г воды растворили 100 г соли. Рассчитайте массовую долю вещества в растворе.
- К раствору сульфата алюминия массой 68,4 г и массовой долей 8% прилили избыток раствора хлорида бария. Вычислите массу образовавшегося осадка.
- Какой максимальный объем углекислого газа может быть поглощен раствором, полученным при взаимодействии 4 г кальция со 100 г воды?

7. 30 г карбоната бария растворили в 450 мл 18%-ного раствора азотной кислоты (плотность 1,1 г/мл). Определите массовую долю нитрата бария в полученном растворе.
8. К 337 мл 20%-ного раствора нитрата серебра (плотность 1,16 г/мл) добавили 161 мл 25 %-ного раствора хлорида кальция (плотность 1,10 г/мл). Определите массовую долю соли в полученном растворе.
9. Какой объем (н.у) углекислого газа можно получить при разложении 400 г карбоната кальция, содержащего 6% примесей.
10. К раствору сульфата калия массой 20 г прилили раствор хлорида бария массой 28 г, содержащей 31 % примесей. Полученный осадок отфильтровали. Какова масса образовавшегося осадка.
11. Какая масса оксида кальция, может быть получена из известняка массой 0,5 т, содержащей массовую долю примесей 15 %.
12. Какой объем (н.у) углекислого газа можно получить при разложении 400 г карбоната кальция, содержащего 6% примесей.
13. Вычислите, какая масса оксида железа (III) содержащего 10 % примесей, необходима для получения железа массой 400 кг.
14. При прокаливании 400г натриевой селитры (NaNO_3) получили 3,36 л кислорода. Какова массовая доля примесей в селитре.
15. К раствору сульфата калия массой 20 г прилили раствор хлорида бария массой 28 г, содержащей 31 % примесей. Полученный осадок отфильтровали. Какова масса образовавшегося осадка.
16. Определите массу соли, которая образуется при сливании растворов, содержащих 10 г гидроксида калия с массовой долей примесей 5% и 20 г азотной кислоты.
17. Какую массу оксида кальция можно получить при термическом разложении 600 г известняка, содержащего 10 % примесей.
18. Какой объем водорода (н.у.) потребуется для взаимодействия с оксидом железа (III) массой 1400 г, содержащего 20% примесей ?
19. При взаимодействии {40; 20; 35} г смеси {серебра и цинка; цинка и меди; меди и железа} с соляной кислотой выделилось {6,72; 2,24; 5,6} л газа (н.у.). Определите массовую долю (в %) {цинка; меди; железа} в смеси.

Пример индивидуального варианта задания

Варианты

Вариант 1

1. Из 320г 5%-го раствора NaOH выпарили 120г воды. Какой стала массовая доля NaOH в растворе?

2. К раствору сульфата калия массой 20 г прилили раствор хлорида бария массой 28 г, содержащей 31 % примесей. Полученный осадок отфильтровали. Какова масса образовавшегося осадка.

Вариант 2

1. В 240г 20% раствора хлорида калия (KCl) растворили еще 60г соли. Какой стала массовая доля соли в полученном растворе?

2. Какая масса оксида кальция, может быть получена из известняка массой 0,5 т, содержащей массовую долю примесей 15 %.

Форма представления результата: выполненная работа с решением индивидуальных заданий по вариантам.

Критерии оценивания:

- «5» - выполнено и грамотно оформлено решение всех задач;
 «4» - выполнено решение всех задач, но не оформлено в соответствии с образцом, либо есть 1-2 ошибки в расчетах;
 «3» - выполнено решение 1-й задачи, но не оформлено в соответствии с образцом;
 «2» - не выполнено решение ни одной задачи.

Практическая работа №7. Составление уравнений химических реакций с участием простых и сложных неорганических веществ. Генетическая связь неорганических веществ.

Цель: формировать умения использовать химическую символику для составления уравнений химических реакций, характеризовать (описывать) общие химические свойства неорганических веществ различных классов, подтверждать существование генетической связи между неорганическими веществами с помощью уравнений соответствующих химических реакций.

Необходимые материалы, оборудование, используемые источники, ресурсы: Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева, схема «Классификация неорганических веществ», справочные таблицы об основных классах неорганических веществ и их свойствах.

Задание:

1. Решите типовые задания в соответствии с вариантом.
2. Грамотно по образцу оформите решение выполненных в соответствии с вариантом заданий.

Ход работы:

1. Повторите химические свойства и способы получения основных классов неорганических и органических соединений.
2. Устно назовите общие формулы и типичные химические свойства каждого класса неорганических и органических соединений.
3. Изучите примеры выполнения заданий на составление уравнений реакций, характеризующих типичные химические свойства и способы получения основных классов неорганических и органических соединений; на составление уравнений реакций в соответствии с цепочкой превращений основных классов неорганических и ий органических соединений.
4. Решите типовые задания в соответствии с вариантом.
5. Грамотно по образцу оформите решение выполненных в соответствии с вариантом заданий.

Пояснения:

Краткие теоретические сведения

I. Цепочки превращений в неорганической химии.

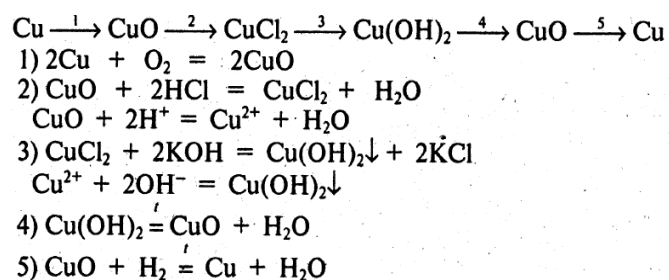
В основном строятся на генетических рядах превращений металлов и неметаллов:

- 1) металлу соответствует **щелочь**:
металл → *основный оксид* → *основание (щелочь)* → *соль*
- 2) металлу соответствует **нерастворимое основание**
металл → *основный оксид* → *соль* → *основание* → *основный оксид* → *металл*.

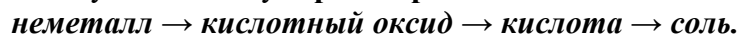
Например:



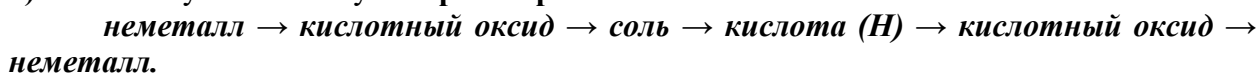
- 1) $2Ba + O_2 = 2BaO$
- 2) $BaO + H_2O = Ba(OH)_2$
- 3) $Ba(OH)_2 + 2HCl = BaCl_2 + 2H_2O$



3) неметаллу соответствует **растворимая кислота**:



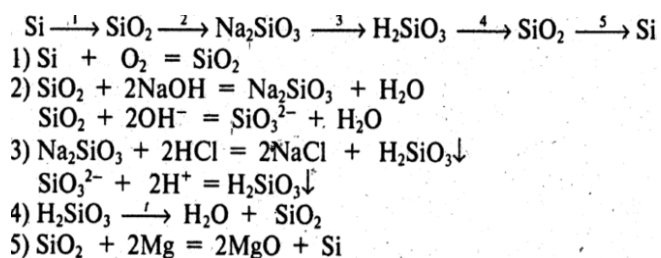
4) неметаллу соответствует **нерастворимая кислота**



Например:



- 1) $S + O_2 = SO_2$
- 2) $SO_2 + H_2O = H_2SO_3$
- 3) $H_2SO_3 + 2NaOH = Na_2SO_3 + 2H_2O$



Контрольные вопросы:

1. Перечислите известные вам классы неорганических веществ, напишите их общие формулы.
2. Приведите примеры (формулы и названия) известных вам классов неорганических веществ.
3. Какие реакции следует провести, чтобы из одного класса неорганических веществ получить другой? Приведите примеры уравнений реакций.
4. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:

- 1) $Zn \rightarrow ZnO \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow ZnSO_4$
- 2) $P \rightarrow P_2O_5 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow Na_3PO_4$
- 3) $Fe \rightarrow FeCl_2 \rightarrow Fe(OH)_2 \rightarrow FeO$
- 4) $N_2 \rightarrow N_2O_5 \rightarrow HNO_3 \rightarrow NaNO_3$
- 5) $Ba \rightarrow Ba(NO_3)_2 \rightarrow Ba(OH)_2 \rightarrow BaO$
- 6) $C \rightarrow CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 \rightarrow H_2CO_3$

Пример индивидуального варианта задания

Варианты

Вариант 1

1. Перечислите известные вам классы неорганических веществ, напишите их общие формулы.
2. Какие реакции следует провести, чтобы из неметалла получить кислородсодержащую кислоту, в составе которой есть этот неметалл? Приведите примеры генетической цепочки превращений.
3. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения: гидроксид железа (III) - оксид железа (III) - железо - хлорид железа (III) - гидроксид железа (III).

Вариант 2

1. Перечислите известные вам классы неорганических веществ, напишите их общие формулы.
2. Какие реакции следует провести, чтобы из металла получить нерастворимое основание, а затем растворимую соль этого металла? Приведите примеры генетической цепочки превращений.
3. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения: гидроксид меди (II) - сульфат меди (II) - медь - оксид меди (II) - нитрат меди (II).

Форма представления результата: выполненная работа с решением индивидуальных заданий по вариантам.

Критерии оценивания:

- «5» - выполнено решение всех заданий;
- «4» - выполнено решение всех заданий, но в одном из заданий допущены ошибки;
- «3» - выполнено решение двух заданий, допущены ошибки;
- «2» - выполнено решение одного задания, допущены ошибки.

Практическая работа №8. Определение молекулярной формулы органического вещества, расчеты по уравнению химических реакций.

Цель: формировать умения решения задач на нахождение молекулярной формулы органического вещества, выполнение расчетов по уравнениям химических реакций с органическими веществами.

Необходимые материалы, оборудование, используемые источники, ресурсы: Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева, калькулятор.

Задание:

1. Решить типовые задания в соответствии с вариантом.
2. Грамотно по образцу оформить решение выполненных в соответствии с вариантом заданий.

Пояснения:

Формулы для расчетов:

$$v = \frac{m}{M}; \quad v = \frac{V}{V_m}; \quad v = \frac{N}{N_A};$$

$$m = v \cdot M; \quad V = v \cdot V_m; \quad N = v \cdot N_A$$

1 моль любого газа при нормальных условиях занимает объем 22,4 л. Это величина называется молярным объемом и обозначается V_m .

$$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

Условные обозначения, названия и единицы измерения физических величин.

A_r	относительная атомная масса	а.е.м.
M_r	относительная молекулярная масса	а.е.м.
n (v)	количество вещества	моль
m	масса вещества	г, кг, т
M	молярная масса	г/моль, кг/моль
V	объем	л, м ³
V_m	молярный объем	л/моль, м ³ /моль
N	число частиц	частицы (атомы, молекулы)
D	относительная плотность	

Краткие теоретические сведения

1. Массовая доля элемента в веществе.

Массовая доля элемента — это его содержание в веществе в процентах по массе.

Например, в веществе состава C_2H_4 содержится 2 атома углерода и 4 атома водорода. Если взять 1 молекулу такого вещества, то его молекулярная масса будет равна: $M_r(C_2H_4) = 2 \cdot 12 + 4 \cdot 1 = 28$ а.е.м. и там содержится $2 \cdot 12$ а.е.м. углерода.

Чтобы найти массовую долю углерода в этом веществе, надо его массу разделить на массу всего вещества:

$$\omega(C) = 12 \cdot 2 / 28 = 0,857 \text{ или } 85,7\%.$$

Если вещество имеет общую формулу $C_xH_yO_z$, то массовые доли каждого их атомов так же равны отношению их массы к массе всего вещества. Масса x атомов С равна — $12x$, масса y атомов Н — y , масса z атомов кислорода — $16z$.

Тогда

$$\omega(C) = 12 \cdot x / (12x + y + 16z)$$

Если записать эту формулу в общем виде, то получится следующее выражение:

$$\omega(\text{элемента}) = (n \cdot Ar(\text{элемента}) \cdot 100\%) / M_r(\text{вещества}),$$

где n — индекс, число атомов;

ω — массовая доля элемента (%).

2. Молекулярная и простейшая формула вещества.

Молекулярная (истинная) формула — формула, в которой отражается реальное число атомов каждого вида, входящих в молекулу вещества. Например, C_6H_6 — истинная формула бензола.

Простейшая (эмпирическая) формула — показывает соотношение атомов в веществе.

Например, для бензола соотношение $C:H = 1:1$, т.е. простейшая формула бензола — CH . Молекулярная формула может совпадать с простейшей или быть кратной ей.

Вещество	Молекулярная формула	Соотношение атомов	Простейшая формула
Этанол	C_2H_6O	$C:H:O = 2:6:1$	C_2H_6O
Бутен	C_4H_8	$C:H = 1:2$	CH_2
Уксусная кислота	$C_2H_4O_2$	$C:H:O = 1:2:1$	CH_2O

Если в задаче даны только массовые доли элементов, то в процессе решения задачи можно вычислить только простейшую формулу вещества. Для получения истинной формулы в задаче обычно даются дополнительные данные — молярная масса, относительная или абсолютная плотность вещества или другие данные, с помощью которых можно определить молярную массу вещества.

3. Относительная плотность газа X по газу Y — $D_{по Y}(X)$.

Относительная плотность D — это величина, которая показывает, во сколько раз газ X тяжелее газа Y. Её рассчитывают как отношение молярных масс газов X и Y:

$$D_{по Y}(X) = M(X) / M(Y).$$

Часто для расчетов используют относительные плотности газов по водороду и по воздуху. Относительная плотность газа X по водороду:

$$D_{по H_2} = M(\text{газа X}) / M(H_2) = M(\text{газа X}) / 2.$$

Воздух — это смесь газов, поэтому для него можно рассчитать только среднюю молярную массу. Её величина принята за 29 г/моль (исходя из примерного усреднённого состава). Поэтому:

$$D_{по возд.} = M(\text{газа X}) / 29$$

4. Абсолютная плотность газа при нормальных условиях.

Абсолютная плотность газа — это масса 1 л газа при нормальных условиях.

Обычно для газов её измеряют в г/л.

$$\rho = m_{(\text{газа})} / V_{(\text{газа})}$$

Если взять 1 моль газа, то тогда:

$$\rho = M / V_m,$$

а молярную массу газа можно найти, умножая плотность на молярный объём.

5. Общие формулы веществ разных классов.

Часто для решения задач с химическими реакциями удобно пользоваться не обычной общей формулой, а формулой, в которой выделена отдельно кратная связь или функциональная группа.

Класс органических веществ	Общая молекулярная формула	Формула с выделенной кратной связью и функциональной группой
Алканы	C_nH_{2n+2}	—
Алкены	C_nH_{2n}	$C_nH_{2n+1}-CH=CH_2$
Алкины	C_nH_{2n-2}	$C_nH_{2n+1}-C\equiv CH$
Диены	C_nH_{2n-2}	—
Гомологи бензола	C_nH_{2n-6}	$C_6H_5-C_nH_{2n+1}$
Предельные одноатомные спирты	$C_nH_{2n+2}O$	$C_nH_{2n+1}-OH$
Многоатомные спирты	$C_nH_{2n+2}O_x$	$C_nH_{2n+2-x}(OH)_x$
Предельные альдегиды	$C_nH_{2n}O$	O // $C_nH_{2n+1}-C-H$
Кетоны	$C_nH_{2n}O$	O // $C_nH_{2n+1}-C-O-C_mH_{2m+1}$
Фенолы	$C_nH_{2n-6}O$	$C_6H_5(C_nH_{2n})-OH$
Предельные карбоновые кислоты	$C_nH_{2n}O_2$	O // $C_nH_{2n+1}-C-OH$
Сложные эфиры	$C_nH_{2n}O_2$	O // $C_nH_{2n+1}-C-O-C_mH_{2m+1}$
Амины	$C_nH_{2n+3}N$	$C_nH_{2n+1}NH_2$
Аминокислоты (предельные одноосновные)	$C_nH_{2n+1}NO_2$	O // $NH_2-CH-C-OH$ \ C_nH_{2n+1}

I. Нахождение формулы органического вещества по массовой доле химических элементов и относительной плотности газов.

Решение таких задач состоит из двух частей:

- сначала находят мольное соотношение атомов в веществе — оно соответствует его простейшей формуле. Например, для вещества состава A_xB_y соотношение количеств веществ А и В соответствует соотношению числа их атомов в молекуле:

$$x : y = n(A) : n(B);$$

- затем, используя молярную массу вещества, определяют его истинную формулу.

$$D_2 = M_r(1)/M_r(2)$$

D - относительная плотность первого газа по второму (безразмерная величина).

Например:

$$D(O_2) = M_r(\text{газа})/M_r(O_2) = M_r(\text{газа})/32;$$

$$D(H_2) = M_r(\text{газа})/M_r(H_2) = M_r(\text{газа})/2;$$

$$D(\text{воздуха}) = M_r(\text{газа})/M_r(\text{воздуха}) = M_r(\text{газа})/29$$

$$\omega(\text{элемента}) = (n \cdot A_r(\text{элемента}) \cdot 100\%) / M_r(\text{вещества}),$$

где n – индекс, число атомов;

ω – массовая доля элемента (%).

II. Нахождение формулы органического вещества по массовой доле химических элементов и плотности вещества при нормальных условиях

$$M = \rho \cdot V_m$$

где $V_m = 22,4$ л/моль (при н.у.);

M – молярная масса вещества (г/моль);

$\rho = m/V$ (плотность)

$$\omega(\text{элемента}) = (n \cdot A_r(\text{элемента}) \cdot 100\%) / M_r(\text{вещества}),$$

где n – индекс, число атомов;

ω – массовая доля элемента (%).

III. Вывод химической формулы по продуктам сгорания органического вещества.

В задачах на сгорание количества веществ элементов, входящих в исследуемое вещество, определяют по объемам и массам продуктов сгорания — углекислого газа, воды, азота и других.

$$1) D(O_2) = M_r(\text{газа})/M_r(O_2) = M_r(\text{газа})/32;$$

$$D(H_2) = M_r(\text{газа})/M_r(H_2) = M_r(\text{газа})/2;$$

$$D(\text{воздуха}) = M_r(\text{газа})/M_r(\text{воздуха}) = M_r(\text{газа})/29.$$

$$2) v = V/V_m \quad \text{или} \quad v = m/M$$

$$3) v(C) = v(CO_2) \quad m(C) = v(C) \cdot 12 \text{ г/моль}$$

$$v(H) = 2 \cdot v(H_2O) \quad m(H) = v(H) \cdot 1 \text{ г/моль}$$

$$m(O) = m_B - (m(C) + m(H))$$

$$4) \text{ Для } C_xH_yO_z$$

$$v(C_xH_yO_z) : v(C) : v(H) : v(O) = v(C_xH_yO_z) : x : y : z$$

$$5) M(\text{вещества}) = \rho \cdot V_m$$

$$V_m = 22,4 \text{ л/моль}$$

Рассмотрим пример решения задачи на вывод формулы органического вещества.

Пример выполнения:

Задача 1.

Спирт содержит 52,18% углерода:13,04% водорода: 34,78% кислорода. Плотность паров спирта по водороду 23. Определите формулу спирта. Составьте структурную формулу спирта и назовите вещество.

Дано:

$$\omega(\text{C}) = 52,18\%$$

$$\omega(\text{H}) = 13,04\%$$

$$\omega(\text{O}) = 34,78\%$$

$$D(\text{H}_2) = 23$$

Найти:

молекулярная формула - ?

структурная формула - ?

название спирта - ?

Решение:

1. Определим молекулярную массу искомого вещества:

$$M_r(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z) = D(\text{H}_2) \cdot M_r(\text{H}_2) = 23 \cdot 2 = 46$$

2. По формуле

$$n = (\omega(\text{элемента}) \cdot M_r(\text{вещества})) / A_r(\text{элемента}) \cdot 100\%$$

вычислим число атомов С, Н, О

$$n(\text{C}) = (52,18\% \cdot 46) / 12 \cdot 100\% = 2$$

$$n(\text{H}) = (13,04\% \cdot 46) / 1 \cdot 100\% = 6$$

$$n(\text{O}) = (34,78\% \cdot 46) / 16 \cdot 100\% = 1$$

Получаем $x:y:z = 2:6:1$, следовательно, вещество $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

Проверка, $M_r(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = 46$. Структурная формула $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$; название этанол.

Ответ: молекулярная формула $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, структурная формула $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$; название этанол.

Задача 2.

Углеводород содержит 81,82% углерода. Масса 1 л этого углеводорода (н.у.) составляет 1,964 г. Найдите молекулярную формулу этого углеводорода.

Решение:

1. Определим молярную массу искомого вещества:

$$\rho = m/V, \text{ следовательно } M(\text{C}_x\text{H}_y) = \rho \cdot V_m = 1,964 \text{ г/л} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 44$$

2. По формуле: $n = (\omega(\text{элемента}) \cdot M_r(\text{вещества})) / A_r(\text{элемента}) \cdot 100\%$

вычислим число атомов С, Н.

Здесь $M_r = M$

$$n(\text{C}) = (81,82\% \cdot 44) / (12 \cdot 100\%) = 3$$

$$n(\text{H}) = (18,18\% \cdot 44) / (1 \cdot 100\%) = 8$$

Получаем $x:y = 3 : 8$, следовательно, вещество C_3H_8

Проверка, $M_r(C_3H_8) = 44$.

Задача 3.

При сгорании 10,5 г органического вещества получили 16,8 л углекислого газа (н.у.) и 13,5 г воды. Плотность этого вещества при н.у. равна 1,875 г/л. Определите молекулярную формулу вещества.

Решение:

1. Находим молярную массу вещества и его количество вещества:

Если в условии задачи дана относительная плотность органического вещества, то его молекулярную массу определяем согласно формулам:

$$D(O_2) = M_r(\text{газа})/M_r(O_2) = M_r(\text{газа})/32;$$

$$D(H_2) = M_r(\text{газа})/M_r(H_2) = M_r(\text{газа})/2;$$

$$D(\text{воздуха}) = M_r(\text{газа})/M_r(\text{воздуха}) = M_r(\text{газа})/29.$$

$$M(\text{вещества}) = \rho \cdot V_m = 1.875 \text{ г/л} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 42 \text{ г/моль}$$

$$\nu(\text{вещества}) = m / M = 10,5 \text{ г} / 42 \text{ г/моль} = 0,25 \text{ моль}$$

2. Найдём количества вещества С, Н по формулам:

$$\nu = V/V_m \text{ или } \nu = m/M$$

$$\nu(C) = \nu(CO_2) = V/V_m = 16,8 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,75 \text{ моль}$$

$$\nu(H) = 2 \cdot \nu(H_2O) = 2 \cdot m/M = (2 \cdot 13,5 \text{ г}) / 18 \text{ г/моль} = 1,5 \text{ моль}$$

3. Определим наличие кислорода в формуле вещества:

$$m(C) = \nu(C) \cdot M(C) = 0,75 \text{ моль} \cdot 12 \text{ г/моль} = 9 \text{ г}$$

$$m(H) = \nu(H) \cdot M(H) = 1,5 \text{ моль} \cdot 1 \text{ г/моль} = 1,5 \text{ г}$$

$m(O) = m(\text{вещества}) - (m(C) + m(H)) = 10,5 \text{ г} - (9 \text{ г} + 1,5 \text{ г}) = 0 \text{ г}$, следовательно кислород отсутствует и это углеводород - C_xH_y

4. Находим формулу

$$\nu(C_xH_y) : \nu(C) : \nu(H) = 0,25 : 0,75 : 1,5 = 1 : 3 : 6$$

(здесь к целым числам пришли путём деления всех чисел на меньшее из них, т.е. на 0,25)

Следовательно, 1 моль вещества содержит 3 моль углерода и 6 моль водорода, таким образом, искомая формула C_3H_6 .

Контрольные вопросы:

1. Запишите формулы, применяемые для выполнения задач на вывод формулы.
2. Поясните обозначения физических величин в формулах.
3. Укажите единицы измерения физических величин в названных формулах.

Контрольные задания:

1. Выведите молекулярную формулу углеводорода, содержащего 80% углерода и 20% водорода, а плотность паров этого вещества по водороду равна 15.
2. Вещество содержит 85,71% С и 14,29% Н. Относительная плотность паров вещества по водороду равна 14. Определите молекулярную формулу вещества.
3. Выведите молекулярную формулу углеводорода, содержащего 75% углерода и 25% водорода, а плотность паров этого вещества по кислороду равна 0,5.

4. В углеводороде массовая доля углерода равна 84%. Относительная плотность паров углеводорода по воздуху равна 3,45. Определите формулу углеводорода.
5. Массовая доля углерода в углеводороде составляет 83,33%. Плотность паров углеводорода по водороду равна 36. Определите формулу.
6. Массовая доля углерода в углеводороде составляет 85,7%. Плотность паров углеводорода по воздуху равна 1,931. Определите формулу.
7. Углеводород содержит 16,28% водорода. Плотность этого вещества при нормальных условиях 3,839 г/л. Найдите молекулярную формулу этого углеводорода.
8. Углеводород содержит 82,76% углерода. Масса 1 л этого углеводорода (н.у.) составляет 2,589 г. Найдите молекулярную формулу этого углеводорода.
9. При сгорании вещества массой 4,25 г образовались оксид углерода (IV) массой 13,2 г и вода массой 5,85 г. Относительная плотность паров этого вещества по воздуху равна 5,862. Определите формулу вещества.
10. Плотность углеводорода при нормальных условиях равна 1,964 г/л. Массовая доля углерода в нем равна 81,82%. Выведите молекулярную формулу этого углеводорода.
11. Массовая доля углерода в диамине равна 48,65%, массовая доля азота равна 37,84%. Выведите молекулярную формулу диамина.
12. Относительная плотность паров предельной двухосновной карбоновой кислоты по воздуху равна 4,07. Выведите молекулярную формулу карбоновой кислоты.
13. 2 л алкадиена при н.у. имеет массу, равную 4,82 г. Выведите молекулярную формулу алкадиена.
14. Относительная плотность паров органического соединения по сернистому газу равна 2. При сжигании 19,2 г этого вещества образуется 52,8 г углекислого газа (н.у.) и 21,6 г воды. Выведите молекулярную формулу органического соединения.
15. При сжигании органического вещества массой 1,78 г в избытке кислорода получили 0,28 г азота, 1,344 л (н.у.) CO_2 и 1,26 г воды. Определите молекулярную формулу вещества, зная, что в указанной навеске вещества содержится $1,204 \cdot 10^{22}$ молекул.
16. Углекислый газ, полученный при сгорании 3,4 г углеводорода, пропустили через избыток раствора гидроксида кальция и получили 25 г осадка. Выведите простейшую формулу углеводорода.
17. При сгорании органического вещества, содержащего С, Н и хлор, выделилось 6,72 л (н.у.) углекислого газа, 5,4 г воды, 3,65 г хлороводорода. Установите молекулярную формулу сгоревшего вещества.
18. При полном сгорании 3,9 г углеводорода образовалось 13,2 г углекислого газа и 2,7 г воды. Плотность паров вещества 3,482 г/л. Выведите молекулярную формулу.
19. При взаимодействии 1,74 г алкана с бромом образовалось 4,11 г монобромпроизводного. Определите молекулярную формулу алкана. Запишите структурные формулы названия возможных изомеров.
20. При сжигании 3,2 г углеводорода образуется 8,8 г CO_2 . Относительная плотность по водороду этого вещества равна 8. Найдите формулу углеводорода. Определите молекулярную формулу углеводорода, содержащего {80%; 85,7%; 75%} углерода. Относительная плотность паров вещества по {водороду; воздуху; кислороду} равна {15; 1,931; 0,5}. А) C_4H_8 , Б) C_2H_6 , В) CH_4 .

Примеры индивидуального варианта задания

Варианты

Вариант 1

1. В углеводороде массовая доля углерода равна 84%. Относительная плотность паров углеводорода по воздуху равна 3,45. Определите формулу углеводорода.

2. Относительная плотность паров органического соединения по сернистому газу равна 2. При сжигании 19,2 г этого вещества образуется 52,8 г углекислого газа (н.у.) и 21,6 г воды. Выведите молекулярную формулу органического соединения.

Вариант 2

1. Массовая доля углерода в углеводороде составляет 83,33%. Плотность паров углеводорода по водороду равна 36. Определите формулу.

2. При сжигании органического вещества массой 1,78 г в избытке кислорода получили 0,28 г азота, 1,344 л (н.у.) CO_2 и 1,26 г воды. Определите молекулярную формулу вещества, зная, что в указанной навеске вещества содержится $1,204 \cdot 10^{22}$ молекул.

Форма представления результата: выполненная работа с решением индивидуальных заданий по вариантам.

Критерий оценивания

«5» - выполнены все задания без замечаний;

«4» - выполнены все задания, но есть недочеты;

«3» - выполнены все задания, но есть недочеты, ошибки в расчетах; выполнено одно задание;

«2» - задания не выполнены.

Практическая работа №9. Составление структурных формул изомеров углеводородов и их названий по систематической номенклатуре

Цель: формирование умений использовать систематическую номенклатуру (IUPAC) для составления молекулярных и структурных (развёрнутой, сокращённой) формул органических веществ, изготавливать модели молекул органических веществ для иллюстрации их химического и пространственного строения; находить общие признаки и различия гомологов и изомеров.

Необходимые материалы, оборудование, используемые источники, ресурсы: правила составления названий органических веществ по систематической номенклатуре, наименования числовых приставок, корней и суффиксов, используемых в номенклатуре ИЮПАК, таблица «Предельные углеводороды», набор шаростержневых моделей молекул (пластилин разных цветов, спички; виртуальная лаборатория по моделированию молекул органических веществ), ПСХЭ Д.И. Менделеева.

Задание:

1. Решить типовые задания в соответствии с вариантом.
2. Грамотно по образцу оформить решение выполненных в соответствии с вариантом заданий.

Ход работы:

1. Повторите основные понятия темы: «Основные понятия органической химии и теория строения органических соединений».
2. Устно сформулируйте определения следующих понятий: «изомерия», «изомеры», «гомология», «гомологическая разность», «гомологи», «молекулярная, структурная, сокращённая структурная формулы», «химическое строение», «функциональная группа», «углеродный скелет».

3. Ознакомьтесь с правилами составления названий органических веществ по систематической номенклатуре.
4. Изучите примеры выполнения заданий на составление изомеров, гомологов органических веществ и их названий.
5. Решите типовые задания в соответствии с вариантом.
6. Грамотно по образцу оформите решение выполненных в соответствии с вариантом заданий.

Пояснения:

Краткие теоретические сведения

Гомология – явление сходства по составу, строению, химическим свойствам и принадлежности к тому же классу одного вещества с другим веществом, но различающиеся друг от друга на одну или несколько групп $-\text{CH}_2-$. Группу $-\text{CH}_2-$ называют **гомологической разностью**.

Изомерия – явление существования веществ, одинаковых по составу и молекулярной массе, но различающихся по строению или расположению атомов в пространстве и вследствие этого по физическим и химическим свойствам. Такие вещества называются изомерами.

Молекулярная формула – формула, которая показывает, из каких химических элементов состоит молекула вещества (качественный состав) и сколько атомов каждого элемента образуют молекулу данного вещества (количественный состав).

Структурная формула – изображение молекулы, в котором показан порядок связывания атомов между собой. Химические связи в таких формулах обозначаются черточками. Например, структурные формулы: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ бутан.

Углеродный скелет – каркас органической молекулы, который представляет собой последовательность химически связанных между собой атомов углерода.

Химическое строение – порядок соединения атомов в молекуле, их взаимное расположение в пространстве.

Чтобы правильно составлять названия по заместительной (систематической) номенклатуре и правильно рисовать структурные формулы по названиям, необходимо познакомиться с основными понятиями и определениями (Схема 1):

Родона начальная структура (РС) – главная цепь в ациклической молекуле, циклическая или гетероциклическая система, лежащая в основе названия

<p>1</p> <p>2-метилбутан родонач. структура: бутан</p>	<p>2</p> <p>циклопентанон родонач. структура: циклопентан</p>	<p>3</p> <p>2-метилпиррол родонач. структура: пиррол</p>
--	---	--

Характеристическая группа (ХГ) – группа или атом, введенная в родона начальную структуру на место водорода. Бывает *два типа* характеристических групп.

<p> всегда обозначаются только приставками:</p> <ul style="list-style-type: none"> Hal (F, Cl, Br, I) – галогены NO_2 – нитрогруппа Alk (CH_3-, C_2H_5-) – алкильные группы AlkO- ($\text{CH}_3\text{O}-$; $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}-$) – алкокси группы 	<p> характеристическая группа – в суффиксе:</p> <p>если в соединении несколько разных групп, то в Δ называют только одну – главную группу, все остальные обозначают в L, иным способом. Поэтому, каждая группа этого типа имеет два обозначения (Таблица 1).</p> <p>$-\text{OH}$ и $-\text{COOH}$ имеет два обозначения (Таблица 1). $-\text{NH}_2$ и т.д. Старшинство групп падает в таблице сверху вниз.</p>
--	--

Схема 1. Основные понятия и определения

Алгоритм составления названий органических соединений по заместительной номенклатуре приведен ниже (схема 2):

Приставки по алфавиту	+	Основа названия углеродного скелета (бут, пент, гекс)	+	Суффиксы ненасыщенности (ан, ен, ин)	+	Суффикс главной функциональной группы
------------------------------	---	--	---	---	---	--

I. Определить все имеющиеся характеристические группы и выбрать главную, которая указывается в Δ (группа может отсутствовать). Все другие заместители обозначаются в алфавитном порядке.

II. Определить родоначальную структуру молекулы: выделить главную цепь и пронумеровать.

III. Степень ненасыщенности указывают в виде Δ : алканы – *ан*, алкены – *ен*, алкины – *ин*.

IV. Составить название соединения из названия отдельных частей (см. верхнюю Схему)

Правила выбора главной цепи:

- тач число старших характеристических групп
- тач число кратных связей
- тач длина цепи
- тач число "=" связей
- старшие группы имеют наименьший номер ("правило наименьших локантов")
- тач число заместителей д.б. в приставках

Схема 2. Алгоритм составления названий органических соединений

Наименования **корней, суффиксов и числовых приставок** используемых в номенклатуре **ИЮПАК**, даны в таблицах 1, 2 и 3.

Таблица 1. Наименования корней

Количество атомов углерода в цепи	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Корень	Мет-	Эт-	Проп-	Бут-	Пент-	Гекс-	Гепт-	Окт-	Нон-	Дек-

Таблица 2. Наименования суффиксов

Степень насыщенности	Одинарная связь (C-C)	Двойная связь (C=C)	Тройная связь (C≡C)
Суффикс	-ан	-ен	-ин

Таблица 3. Наименования числовых приставок

Количество кратных связей или одинаковых заместителей	Два	Три	Четыре	Пять	Шесть	Семь	Восемь
Числительное	Ди	Три	Тетра	Пента	Гекса	Гепта	Окта

Для обозначения числа кратных связей и одинаковых заместителей пользуются числительными (таблица 3).

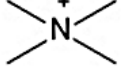
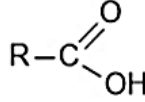
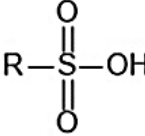
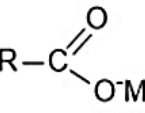
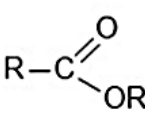
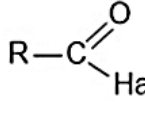
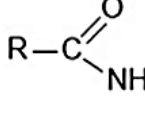
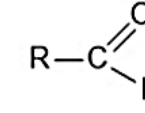
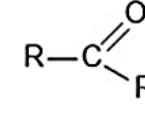
Названия и формулы первых представителей предельных углеводородов (алканов) и образованных от них радикалов представлены в таблице 4:

Таблица 4. Формулы и названия алканов и предельных радикалов

Алкан	- ан	C_nH_{2n+2}	Радикал (R)	- ил	C_nH_{2n+1}
ФОРМУЛА	НАЗВАНИЕ		ФОРМУЛА	НАЗВАНИЕ	
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	метан		$-\text{CH}_3$	метил	
CH_3-CH_3	этан		$-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	этил	
$\begin{array}{c} \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \\ \ \ \ \ \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \ \ \ \ \\ \text{H} \ \ \text{H} \ \ \text{H} \end{array}$	пропан		$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	пропил	
			$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \phantom{\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3} \end{array}$	изопропил (втор-пропил)	
$\begin{array}{c} \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \ \text{H} \\ \ \ \ \ \ \ \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \ \ \ \ \ \ \\ \text{H} \ \ \text{H} \ \ \text{H} \ \ \text{H} \end{array}$	бутан		$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	н - бутил	
			$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \phantom{\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3} \end{array}$	втор-бутил	
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	изобутан (2 - метилпропан)		$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{---CH}_2-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	изобутил (перв-изобутил)	
			$\begin{array}{c} \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	трет-бутил	
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	неопентан (2,2-диметилпропан)		$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{---CH}_2-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	нео-пентил	

Информация, представленная в таблице 5, поможет правильно определить старшую группу, а также правильно назвать все функциональные группы в молекуле. Функциональные группы в таблице расположены в порядке падения старшинства сверху вниз.

Таблица 5. Обозначения характеристических (функциональных) групп в порядке падения старшинства в префиксах (приставках) и суффиксах

Классы	Общая формула класса R-X	Формула -X	Обозначение в приставке	Обозначение в суффиксе
Аммониевые соли	$R_4N^+Hal^-$			-аммоний
Карбоновые кислоты		$-COOH$ $-COOH$	карбокси-	-овая кислота -карбоновая кислота
Сульфокислоты		$-SO_3H$	сульфо-	-сульфоновая кислота
Соли карбоновых кислот		$-COO^-Me^+$ $-COO^-Me^+$		-оат металла -карбоксилат металла
Сложные эфиры		$-COOR$ $-COOR$	R-оксикарбонил-	алкил...оат алкил...карбоксилат
Ацилгалогениды		$-COHal$ $-COHal$	галокарбонил-	-оилгалогенид -карбонил-галогенид
Амиды		$-COONH_2$ $-COONH_2$	карбамоил-	-амид -карбоксамид
Нитрилы	$R-C\equiv N$	$-C\equiv N$ $-C\equiv N$	циано-	-нитрил -карбонитрил
Альдегиды		$-CH=O$ $-CH=O$	оксо- формил-	-аль -карбальдегид
Кетоны		$-C(R)=O$	оксо-	-он
Спирты	$R-OH$	$-OH$	гидрокси-	-ол
Тиолы	$R-SH$	$-SH$	меркапто-	-тиол
Амины	$R-NH_2$	$-NH_2$	амино-	-амин

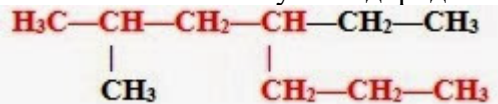
Для названия предельных углеводородов применяют в основном систематическую номенклатуру (международная номенклатура IUPAC). Применим правила систематической номенклатуры и составим название углеводорода.

Образец выполнения:

Примеры решения типовых заданий

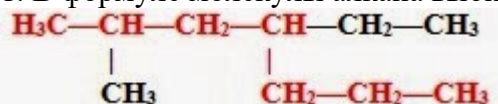
Пример 1.

Составьте название углеводорода:

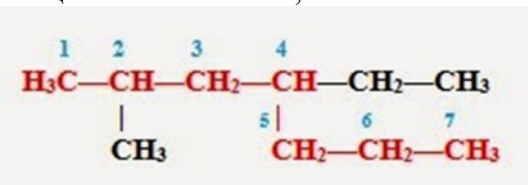


Решение.

1. В формуле молекулы алкана выбираем главную цепь — самую длинную.



2. Затем эту цепь нумеруем с того конца, к которому ближе расположен заместитель (радикал). (Если заместителей несколько, то поступают так, чтобы цифры, указывающие их положение, были наименьшими) Заместители перечисляем по алфавиту.



3. Называем углеводород: вначале указываем (цифрой) место расположения заместителя, затем называем этот заместитель (радикал), а в конце добавляем название главной (самой длинной) цепи.

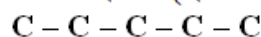
Таким образом, углеводород может быть назван: **2-метил-4-этилгептан** (но не 6-метил-4-этилгептан).

Пример 2.

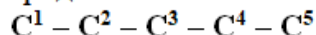
Напишите структурную формулу 2,3-диметилпентана.

Решение.

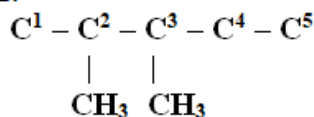
1. Изобразить углеродные атомы главной цепи (цикла) по названию основы.



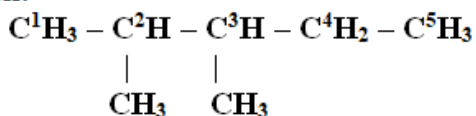
2. Пронумеровать цепь (цикл) углеродных атомов.



3. Расположить заместители и кратные связи (функциональные группы) в цепи в соответствии со значениями локантов.



4. Завершить структуру молекулы, добавляя атомы водорода к углеродным атомам цепи, имеющим свободные связи.



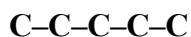
Углерод в органических соединениях всегда четырехвалентен!!!

Пример 3.

Составьте изомеры углеводорода состава C_5H_{12}

Решение.

1) Составим структурную формулу простейшего изомера C_5H_{12} , имеющего линейное строение. Для этого изобразим его углеродный скелет, расположив в ряд все пять атомов углерода:



А теперь расставим атомы водорода, не забывая при этом, что валентность углерода равна IV, а водорода - I:

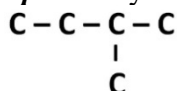


Мы написали структурную формулу простейшего изомера углеводорода состава C_5H_{12} . Его название Н-ПЕНТАН.

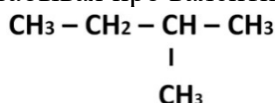
2) Для составления следующего изомера сделаем основную цепочку *короче*.

Расположим в ряд четыре атома углерода: $C-C-C-C$

А пятый атом присоединим к одному из *средних* углеродных атомов:

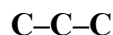


Теперь расставим атомы водорода, не забывая про валентность:

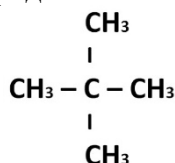


Мы получили формулу 2-МЕТИЛБУТАНА.

3) Далее составим формулу изомера, содержащего в основной цепи три атома углерода:



Теперь присоединим оставшиеся атомы углерода ко второму атому цепочки в виде метил-радикалов и расставим атомы водорода:



Мы получили формулу еще одного изомера – 2,2-ДИМЕТИЛПРОПАНА.

Итак, мы получили три изомера с эмпирической формулой C_5H_{12} :

1) н- пентан $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

2) 2-метилбутан $\begin{array}{c} CH_3-CH-CH_2-CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{array}$

3) 2,2-диметилпропан $\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CH_3-C-CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{array}$

Пример 4.

Составьте формулы трех гомологов углеводорода н-пентана.

Решение.

Гомологи – это вещества близкие по строению и свойствам, которые отличаются на одну или несколько групп $-CH_2$.

Следовательно, гомологами н-пентана являются н-бутан, н-гексан и н-гептан (или любые другие алканы линейного строения, отличающиеся от н-пентана на одну или несколько групп $-CH_2$).

Составим формулы названных гомологов:

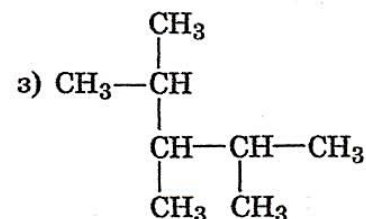
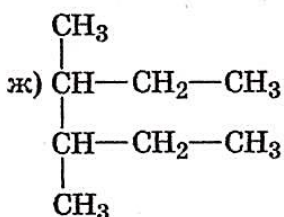
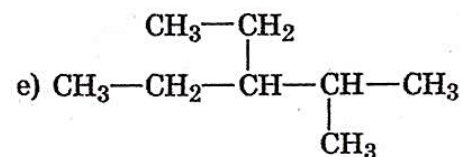
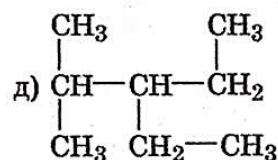
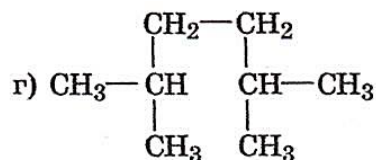
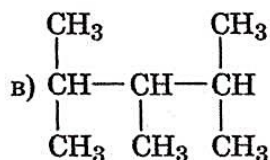
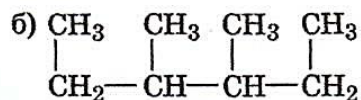
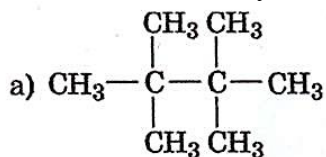
н-бутан $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$

н-гексан $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

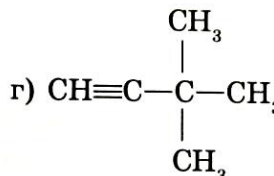
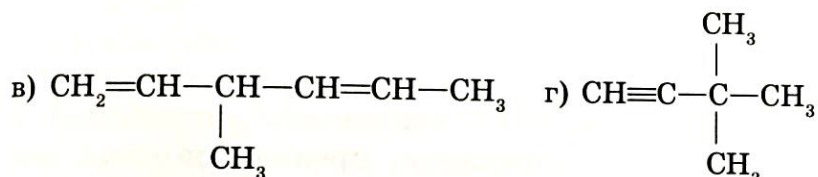
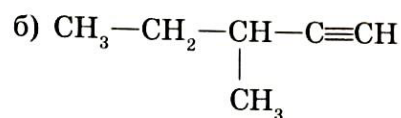
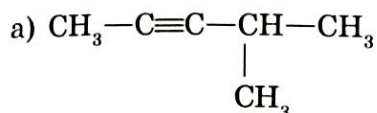
н-гептан $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

Контрольные вопросы.

1. Составьте названия углеводородов:



2. Составьте названия непредельных углеводородов и найдите среди них изомерные соединения:

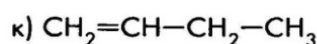
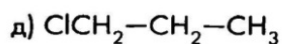
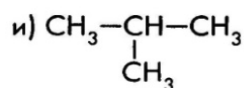
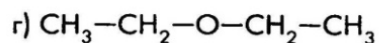
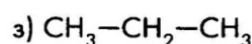
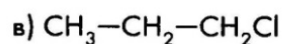
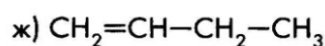
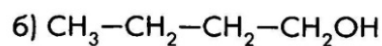
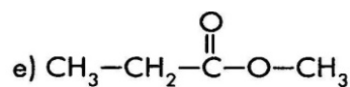
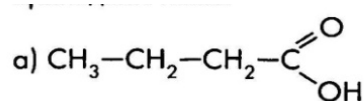


3. Изобразите структурные формулы:

- 2-метилпентан;
- 3-метилгексан;
- 4-метилгептан;
- 3-метил-3-этилгексан;
- 3-этилгексан;
- 3-метил-4-этилгептан;
- 2,3,4-триметилпентан;
- 3,4-диметил-6-этилоктан;
- 2,3,5-триметилгексан;
- 2,2,3-триметилпентан;
- 2,7-диметил-3-этилоктан.

4. Для вещества 2,3-диметилпентен-2 составьте структурные формулы и названия трех изомеров и двух гомологов.

5. Составьте названия веществ и определите сколько пар изомеров, среди веществ, представленных ниже:

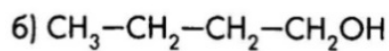
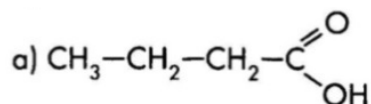


Пример индивидуального варианта задания

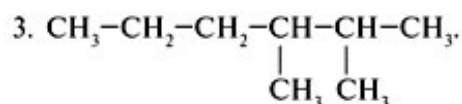
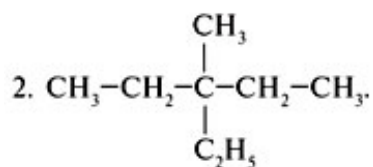
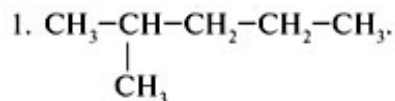
Варианты

Вариант 1

1. Приведите названия органических веществ:



2. Найдите среди представленных веществ изомерные соединения и назовите их:



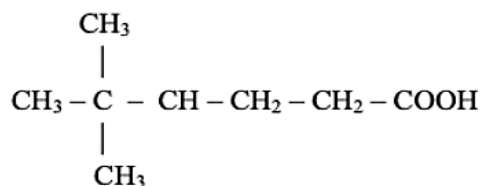
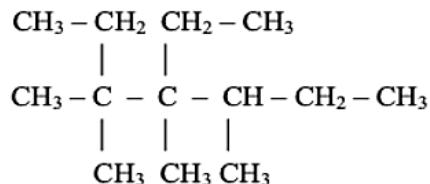
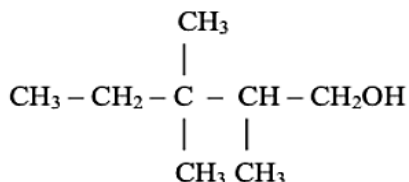
3. Определите из указанных веществ пару гомологов (объясните ответ) и составьте их структурные формулы.

- а) 3-метилпентан;
 б) 2,3-диметил-5-этилгептен-1
 в) 3-метилоктан
 г) 2,4,4-триметилпентан-1

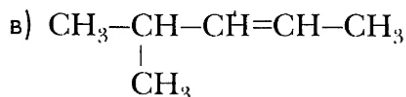
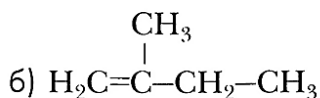
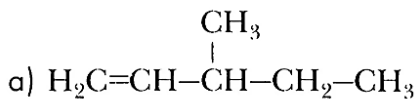
4. Составьте модели молекул: а) бутана, б) циклопропана. Зарисуйте модели молекул в тетради. Напишите структурные формулы этих веществ. Найдите их молекулярные массы.

Вариант 2

1. Приведите названия органических веществ:



2. Найдите среди представленных веществ изомерные соединения и назовите их:



3. Определите из указанных веществ пару гомологов (объясните ответ) и составьте их структурные формулы.

- а) 2-метилпентаналь;
б) 3-метилгексен-1;
в) 2-метилгептаналь;
г) 3-этилгексин-1.

4. Составьте модели молекул: а) 2-метилпропана, б) циклобутана. Зарисуйте модели молекул в тетради. Напишите структурные формулы этих веществ. Найдите их молекулярные массы.

Форма представления результата: выполненная работа с решением индивидуальных заданий по вариантам.

Критерии оценивания:

- «5» - выполнено и грамотно оформлено решение всех заданий без ошибок;
«4» - выполнено и грамотно оформлено решение 3-х заданий, либо выполнено решение всех заданий, но допущены ошибки;
«3» - выполнено и грамотно оформлено решение 2-х заданий, либо выполнено решение 3-х заданий, но допущены ошибки;
«2» - выполнено решение одного задания, либо выполнено решение 2-х заданий, но допущены ошибки.

Практическая работа №10. Составление классификации реакций в органической химии

Цель: формирование умения классифицировать химические реакции по различным признакам, развитие способности к синтезу посредством обобщения информации о разных типах химических реакций в органической химии.

Необходимые материалы, оборудование, используемые источники, ресурсы: учебник по органической химии.

Задание:

1. Изучить теоретический материал по учебнику.
2. Заполнить таблицу.
3. Ответить на контрольные вопросы.

Ход работы:

1. Повторите химические свойства и способы получения предельных, непредельных углеводородов.
2. Повторите химические свойства и способы получения основных классов кислородсодержащих органических веществ.
3. Устно назовите общие формулы и типичные химические свойства классов предельных, непредельных углеводородов, основных классов кислород- и азотсодержащих органических веществ.
4. Заполните таблицу «Классификация реакций в органической химии»

Классификация реакций в органической химии

Тип реакции	Уравнение в общем виде	Пример (название и схема уравнения реакции)	Класс веществ
Замещение	$A+BC=B+AC$	А) галогенирование $CH_4 + Cl_2 = CH_3Cl + HCl$ Б) гидрогалогенирование $C_2H_5OH + HBr = C_2H_5Br + H_2O$	Алканы, циклоалканы, арены, спирты
Присоединение		А) Б) В) Г) Д)	
Отщепление (элиминирование)		А) Б) В) Г) Д)	
Изомеризация			

Контрольные вопросы:

1. Перечислите известные вам классы углеводородов, напишите их общие формулы.
2. Опишите строение углеводородов разных типов?
3. Перечислите известные вам классы кислород- и азотсодержащих органических веществ, напишите их общие формулы и выделите в них функциональные группы.

Форма представления результата: заполненная таблица, даны ответы на вопросы.

Критерии оценивания:

- «5» - верно заполнены все строки в таблице, даны верные ответы на 2-3 вопроса;
- «4» - заполнены все строки в таблице, даны ответы на 1-2 вопроса, но некоторые ответы неполные (не совсем соответствуют вопросам);

«3» - таблица заполнена частично, даны ответы на два-три вопроса, но некоторые ответы неполные (не совсем соответствуют вопросам);

«2» - заполнено менее половины строк в таблице, не дано ответа ни на один вопрос.

Практическая работа №11. Сравнительная характеристика крахмала и целлюлозы

Цель: развитие способности к анализу посредством сравнения строения и свойств природных полимеров – крахмала и целлюлозы.

Необходимые материалы, оборудование, используемые источники, ресурсы: справочные материалы о строении и свойствах углеводов.

Задание:

1. Изучить теоретический материал по учебнику.
2. Заполнить таблицу.
3. Ответить на контрольные вопросы.

Ход работы:

1. Вспомните, на какие группы делят углеводы. Дайте определения этих групп.
2. Приведите примеры углеводов каждой группы.
3. Повторите химические свойства и способы получения углеводов разных групп.
4. Перечислите углеводы, которые подвергаются гидролизу.
5. Назовите углеводы, для которых характерна реакция «серебряного зеркала».
6. Заполните таблицу. «Сравнительная характеристика крахмала и целлюлозы»

Признаки сравнения	Полисахариды	
	Крахмал	Целлюлоза
Состав (общая молекулярная формула)		
Структурное звено		
Степень полимеризации (n)		
Строение (тип строения, из остатков молекул какого моносахарида состоят макромолекулы)		
Нахождение в природе		
Физические свойства		
Химические свойства		
Применение		

Контрольные вопросы:

1. Какое вещество является мономером крахмала? Целлюлозы?
2. Сравните относительные молекулярные массы крахмала и целлюлозы. У какого вещества она больше? Почему?
3. Чем отличаются крахмал и целлюлоза по строению? Что общего в их строении?
4. Какие химические свойства, обусловленные наличием гидроксогрупп, проявляют крахмал и целлюлоза?
5. При каких условиях происходит гидролиз полисахаридов?
6. Каким изменениям подвергаются крахмал и целлюлоза в пищеварительном тракте человека и животных?

Форма представления результата: заполненная таблица, даны ответы на вопросы.

Критерии оценивания:

«5» - верно заполнены все строки в таблице, даны верные ответы на пять и более вопросов;

«4» - заполнены все строки в таблице, даны ответы на четыре-пять вопросов, но некоторые ответы неполные (не совсем соответствуют вопросам);

«3» - заполнены все строки в таблице, даны ответы на два-три вопроса, но некоторые ответы неполные (не совсем соответствуют вопросам);

«2» - заполнено менее половины строк в таблице, не дано ответа ни на один вопрос.

Практическая работа №12. Составление схем реакций, характеризующих химические свойства органических соединений отдельных классов. Генетическая связь между классами органических соединений.

Цель: формирование умений: характеризовать (описывать) общие химические свойства типичных представителей различных классов органических веществ (метан, этан, этилен, пропилен, ацетилен, бутadiен-1,3, метилбутadiен 1,3, бензол, метанол, этанол, этиленгликоль, глицерин, фенол, ацетальдегид, муравьиная и уксусная кислоты, глюкоза, крахмал, целлюлоза, аминокислота), иллюстрировать генетическую связь между ними уравнениями соответствующих химических реакций с использованием структурных формул.

Необходимые материалы, оборудование, используемые источники, ресурсы: справочные таблицы о свойствах углеводов.

Задание:

1. Решите типовые задания в соответствии с вариантом.
2. Грамотно по образцу оформите решение выполненных в соответствии с вариантом заданий.

Ход работы:

1. Повторите химические свойства и способы получения углеводов, кислород- и азотсодержащих органических соединений.
2. Устно назовите общие формулы и типичные химические свойства каждого класса органических соединений.
3. Изучите примеры выполнения заданий на составление уравнений реакций, характеризующих типичные химические свойства и способы получения углеводов, кислород- и азотсодержащих органических соединений; на составление уравнений реакций в соответствии с цепочкой превращений органических соединений.
4. Решите типовые задания в соответствии с вариантом.
5. Грамотно по образцу оформите решение выполненных в соответствии с вариантом заданий.

Пояснения:

Краткие теоретические сведения

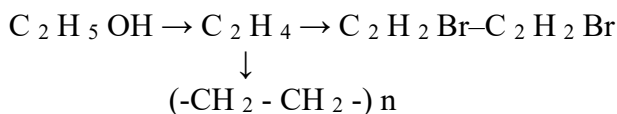
Генетические связи между веществами следует понимать как генетическое родство веществ на основании их строения и свойств, показывающее единство и взаимосвязь всех органических соединений.

В практическом плане генетические связи показывают, из каких веществ и какими способами можно получить нужные вещества. Каждый переход – это одновременно и выражение химических свойств вещества и возможных путей его практического использования.

Пример 2. Осуществите превращение: этиловый спирт \rightarrow этилен \rightarrow 1,2-дибромэтан
 \downarrow
 полиэтилен

Решение.

Составим и запишем молекулярные формулы веществ, указанных в цепочке превращений:



Составим уравнения реакций:

- 2) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 3) $n\text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow (-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$
- 4) $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2\text{Br}-\text{C}_2\text{H}_2\text{Br}$

Контрольные вопросы:

1. Перечислите известные вам классы органических веществ, напишите их общие формулы.
2. Чем отличаются по составу, строению и свойствам предельные и непредельные органические соединения разных классов?
3. Какие реакции следует провести, чтобы из одного класса углеводородов получить другой?
4. Какие реакции следует провести, чтобы из одного класса кислородсодержащих органических соединений получить другой?
5. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:
 - а) Этан \rightarrow этилен \rightarrow X \rightarrow бензол
 - б) бензол \rightarrow Y \rightarrow н.-гексан \rightarrow пропен
 - в) метан \rightarrow ацетилен \rightarrow этилен \rightarrow Z
 - г) $\text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$
 - д) метан $\rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow ? \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
 - е) $\text{CaC}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$
 - ж) $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{Cl} \rightarrow$ поливинилхлорид
 - з) Этиловый спирт - уксусный альдегид - уксусная кислота - хлоруксусная кислота - аминоксусная кислота
 - и) Метан - хлорметан - этан - этилен - этанол
 - к) Этанол - этаналь - этановая кислота - этиловый эфир уксусной кислоты - этанол
 - л) Метан - ацетилен - бензол - нитробензол - анилин.
 - м) Этен - этан - хлорэтан - бутан - бутанол - бутаналь - бутановая кислота - пропиловый эфир бутановой кислоты
 - н) бромэтан \rightarrow этанол \rightarrow этаналь \rightarrow этановая кислота \rightarrow этилацетат
 - о) пропанол-2 \rightarrow 2-хлорпропан \rightarrow 2,3-диметилбутан \rightarrow 2,3-диметил-2-хлорбутан
 - п) пропен \rightarrow 2-бромпропан \rightarrow пропанол-2 \rightarrow пропен \rightarrow пропандиол-1,2

Пример индивидуального варианта задания

Варианты

Вариант 1

1. Перечислите известные вам классы органических веществ, напишите их общие формулы.
2. Составьте уравнение реакции гидратации: бутена-1.

3. Какие реакции следует провести, чтобы из одного класса кислородсодержащих органических соединений получить другой?
4. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения: $C_2H_5OH \rightarrow C_2H_4 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow C_6H_6 \rightarrow$ гексахлорциклогексан.
5. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения: этанол \rightarrow уксусный альдегид \rightarrow уксусная кислота \rightarrow хлоруксусная кислота \rightarrow аминоксусная кислота.

Вариант 2

1. Перечислите известные вам классы органических веществ, напишите их общие формулы.
2. Составьте уравнения реакции дегидрогалогенирования 2-хлорпентана.
3. Чем отличаются по составу, строению и свойствам предельные и непредельные органические соединения разных классов?
4. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения: метан - ацетилен - бензол - нитробензол – анилин.
5. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения: бромэтан \rightarrow этанол \rightarrow этаналь \rightarrow этановая кислота \rightarrow этилацетат.

Форма представления результата: выполненная работа с решением индивидуальных заданий по вариантам.

Критерии оценивания:

- «5» - выполнено и грамотно оформлено решение всех заданий без ошибок;
- «4» - выполнено и грамотно оформлено решение 4-х заданий, либо выполнено решение всех заданий, но допущены ошибки;
- «3» - выполнено и грамотно оформлено решение 3-х заданий, либо выполнено решение 4-х заданий, но допущены ошибки;
- «2» - выполнено решение менее трех заданий, либо выполнено решение 3-х заданий, но допущены ошибки.

Практическая работа № 13. Итоговая контрольная работа представлена в оценочных материалах.

Практическая работа №14. Основы рационального питания

Цель: освоить методику расчета среднесуточной потребности людей в энергии и пищевых веществах.

Необходимые материалы, оборудование, используемые источники, ресурсы: калькулятор, информация о видах групп населения в соответствии с коэффициентом физической активности.

Задание:

1. Изучить методику расчета среднесуточной потребности людей в энергии и пищевых веществах.
2. Вычислить по формулам массу своего тела, сравнить ее с реальным весом.
3. Рассчитать среднесуточные энергозатраты.
4. Грамотно по образцу оформить все вычисления в соответствии с вариантом заданий.

Пояснения:

Краткие теоретические сведения

Рациональное питание – это физиологически полноценное питание здорового человека с учетом его пола, возраста, характера труда, климатических условий проживания.

Суть рационального питания составляют четыре основных принципа:

1. Равновесие между поступающей с пищей энергией и энергией, расходуемой человеком в процессе жизнедеятельности, т. е. должен быть баланс энергии.
2. Удовлетворение потребности организма человека в определенном количестве, качественном составе и соотношении пищевых веществ.
3. Соблюдение режима питания.
4. Пища должна быть обработана соответствующим образом с целью сохранения пищевой ценности, усвояемости и предупреждения вредного воздействия на организм.

Восполнение всех энергозатрат человека осуществляется благодаря питанию. При этом углеводы и жиры пищи могут расщепляться до углекислого газа и воды с выделением большого количества энергии. Только белки образуют в организме ряд недоокисленных продуктов, выделяющихся с мочой (например, мочевины).

При кратковременном недостатке энергетической ценности пищи организм частично расходует запасные вещества, главным образом, жир (из жировой ткани) и углеводы (гликоген).

При длительном недостатке энергетической ценности пищи организм расходует не только резервные углеводы и жиры, но и белки, что, в первую очередь ведет к уменьшению массы скелетных мышц, а следовательно, к возникновению дистрофии.

Кратковременный избыток энергетической ценности пищи отрицательно сказывается на процессах усвояемости и утилизации основных пищевых веществ, что выражается в увеличении количества каловых масс и выделении повышенного количества мочи.

При длительном избытке энергетической ценности пищи часть жиров и углеводов начинает откладываться в виде резервного жира в жировой ткани. Это приводит к увеличению массы тела и впоследствии к ожирению.

Энергия, которой обеспечивается организм при потреблении и усвоении питательных веществ, расходуется на осуществление трех главных функций, связанных с жизнедеятельностью организма. К ним относятся: основной обмен, переваривание пищи, мышечная деятельность.

1. Величина основного обмена (О.О.) – доля суточного расхода энергии на деятельность внутренних органов в состоянии покоя. В этих условиях энергия расходуется на непрерывающийся обмен веществ и физиологические функции организма: дыхание, кровообращение, поддержание мышечного тонуса и т.д.

В среднем величина основного обмена у взрослых людей составляет 4,185 кДж/ч на 1 кг массы тела или 1 ккал/ч на 1 кг массы тела.

У растущего организма этот показатель тем выше, чем младше ребенок. В 40–50 лет величина основного обмена снижается на 4–5 %.

2. Переваривание пищи также требует затрат энергии. При смешанном питании величина основного обмена повышается на 10–15 % в сутки. Наибольший расход энергии требуется для переваривания белковой пищи – величина основного обмена увеличивается на 30–40 %. При приеме жиров – на 4–14 %, при приеме углеводов – на 4–7%.

3. Затраты энергии на мышечную деятельность зависят от вида физической активности и напрямую связаны с характером работы.

Физиологическим критерием, определяющим количество энергии по характеру деятельности, является коэффициент физической активности (КФА) – это отношение общих энергозатрат на все виды жизнедеятельности к величине основного обмена.

$$\text{КФА} = \frac{\text{Общие энергозатраты на все виды деятельности}}{\text{Величина основного обмена}}$$

В зависимости от КФА все трудоспособное население делится на пять групп (таблица 1).

Таблица 1 – Группы населения согласно КФА

Группа населения	КФА	Вид профессиональной деятельности
I	1,4	Работники умственного труда: студенты, педагоги, воспитатели, ученые и т. д.
II	1,6	Работники, занятые легким физическим трудом: водители, работники сферы обслуживания, инженерно-технические работники
III	1,9	Работники среднего по тяжести труда: работники пищевой промышленности, врачи-хирурги, химики
IV	2,8	Работники тяжелого физического труда: работники строительных специальностей, механизаторы, работники с.-х., работники деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности
V	3,5	Работники занятые особо тяжелым физическим трудом: каменщики, грузчики, сталевары и т. д.

Физиологическая потребность здорового человека в энергии и пищевых веществах зависит от:

1. *Пола* (у женщин расход энергии в среднем на 15 % ниже, чем у мужчин).
2. *Возраста* (у людей 30–39 лет величина основного обмена на 4–5 % ниже, чем у 18–29-летних. В возрасте 40–59 лет энергозатраты на основной обмен снижаются на 9–10 % по сравнению с 18–29-летними людьми).
3. *Профессии* (см. таблицу 1).
4. *Уровня энергозатрат*.
5. *Климатогеографических условий проживания* (с уменьшением температуры окружающей среды на 100°C энергозатраты увеличиваются на 10 %).
6. *Национальных особенностей питания*.
7. *Индивидуальных привычек в питании*.

Для определения величины основного обмена необходимо знать величину массы тела.

Различают два вида массы тела:

1. **Идеальный вес** – это вес, который статистически достоверно сочетается с наибольшей продолжительностью жизни. Величина идеального веса зависит от размеров тела, пола и конституции человека. Для ее определения используют специальные таблицы и номограммы.

2. **Теоретический (должный) вес**. Существует несколько способов расчета должного веса:

а) по показателю Брока:

Рост, см	Должная масса тела, кг
До 165	Рост – 100
166–175	Рост – 105
Более 175	Рост – 110

Благодаря своей простоте этот способ нашел широкое распространение, однако при его использовании получают завышенное значение веса. В связи с этим для получения корректных результатов из величины теоретической массы тела, полученной по данному методу, необходимо вычитать 10 %.

Например:

Если рост 170 см, то масса тела = 170 – 105 = 65 – 6,5 = 58,5 кг.

б) по показателю Бонгарда:

$$M = T \cdot O_{гр} / 240,$$

где M – должная масса тела, кг;

T – рост, см;

O_{гр} – окружность грудной клетки на уровне сосков, см.

в) по формуле российских медиков:

$$M = 50 + 0,75(T - 150) + (A - 20) / 4$$

где M – должная масса тела, кг;

T – рост, см;

A – возраст, лет.

Если фактический вес человека отличается от должного не более чем на 10 %, то говорят о нормальном весе. При отклонении фактического веса от должного на 10–20 % говорят об избыточном или недостаточном весе, превышение же веса тела над должным более (или менее) чем на 20 % служит признаком ожирения или истощения (или менее) чем на 20 % служит признаком ожирения или истощения соответственно.

Умножив величину массы тела на 1 ккал (4,184 кДж) и на 24 часа, получаем величину основного обмена:

$$O.O. = M \cdot 4,184 \cdot 24 \text{ (кДж)}, O.O. = M \cdot 1 \cdot 24 \text{ (ккал)}.$$

Энергозатраты конкретного человека можно измерить. Существует несколько методов измерения:

1. **Прямая калориметрия** – по количеству теплоты, выделяемой человеком, поскольку все виды энергии в организме в конечном счете превращаются в тепловую. Но этот метод имеет скорее историческое значение, так как для измерения количества теплоты, выделяемой человеком, нужны громоздкие теплоизоляционные камеры, в которых трудно создать условия для определения энергозатрат (например, при разных видах производственной деятельности).

2. **Непрямая калориметрия** – путем измерения конечных продуктов расщепления органических веществ в организме, являющихся источниками энергии – CO₂ и азотистых продуктов распада. Например, определение количества выделившегося из организма и потребляемого O₂ производят с помощью портативного прибора, который дает возможность в любых условиях контролировать объемы и состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха. По полученным данным судят о суммарном расходовании органических веществ в организме.

3. **Хронометражно-табличный метод** – основан на использовании данных о расходе энергии на отдельные виды деятельности, осуществляемой на протяжении суток. Хронометрируя деятельность каждого из них, определяют энергозатраты на отдельные виды деятельности. Суммируя полученные данные, определяют суточную потребность в энергии. Для населенных городов и населенных пунктов с малоразвитым коммунальным обслуживанием потребности энергии увеличивают на 200 ккал в сутки. Повышают потребности в энергии на 10–20 % и для жителей Севера.

Таблица 2 – Рекомендуемая потребность в энергии взрослого трудоспособного населения соответственно группам интенсивности труда

Группа населения	Возраст	Мужчины	Женщины
I. Работники преимущественно умственного труда (врачи, ИТР, педагоги, работники пультов управления, диспетчеры и др.)	18-29	2450	2000
	30-39	2300	1900
	40-59	2100	1800
II. Работники, занятые физическим трудом (швейники, агрономы, медсестры, санитарки, работники связи, радиоэлектронной промышленности, сферы обслуживания и др.)	18-29	2800	2200
	30-39	2650	2150
	40-59	2500	2100
III. Работники среднего по тяжести труда (слесари, наладчики, настройщики, станочники, врачи-хирурги, текстильщики, обувщики, водители транспорта, железнодорожники, продавцы продовольствия, полиграфисты)	18-29	3300	2600
	30-39	3150	2550
	40-59	2950	2500
IV. Работники тяжелого физического труда (строительные рабочие, основная масса с.-х. рабочих и механизаторов, работники нефтяной и газовой промышленности, деревообработчики, металлурги и литейщики, кроме отнесенных к группе V)	18-29	3850	3050
	30-39	3600	2950
	40-59	3400	2850
V. Работники, занятые особо тяжелым физическим трудом (горнорабочие, сталевары, вальщики леса, каменщики, бетонщики, землекопы и др.)	18-29	4200	
	30-39	3950	
	40-59	3750	
Беременные женщины (5-9 мес.)			+ 350*
Кормящие матери: 1-6 мес.			+ 500*
После 6 мес.			+ 450*
Лица пожилого возраста: 60-74 лет		2300	1975
75 лет и старше		1950	1700

* Дополнительные килокалории.

Среднесуточный расход энергии (Э) рассчитывается по формуле $\text{Э} = \text{О.О.} \cdot \text{КФА}$. Основными пищевыми веществами, за счет превращения которых в организме человека выделяется определенное количество энергии, являются белки, жиры и углеводы. Вычисление количества 11 вещества, являющегося источником энергии, производится по формуле

$$X = (\text{Э} \cdot \text{Д}) / (100 \cdot \text{К}),$$

где X – количество вещества, являющегося источником энергии;

Э – суточные энергозатраты, кДж или ккал;

Д – доля калорийности для данного пищевого вещества, %

(Д, % от суточной энергоценности рациона, принятого за 100 %):

Белки – 12–13 %,

Жиры – 30–35 %,

Углеводы – 53–58 %.

К – коэффициент калорийности пищевого вещества, энергетическая ценность пищевого вещества, ккал/г.

Показывает, что при окислении

1 г белка выделяется – 4,0 ккал (16,7 кДж)

1 г жиров – 9,0 ккал (37,7 кДж)

1 г моно- и дисахаридов – 3,8 ккал (15,9 кДж)

1 г крахмала – 4,1 ккал (17,2 кДж)

1 г пищевых волокон – 0 ккал (0 кДж)

1 г органических кислот – 3,0 ккал (12,5 кДж)

Поступление жиров, белков и углеводов должно быть не только достаточным, но должно иметь вполне определенное соотношение:

в среднем:

белки : жиры : углеводы = 1 : 1 : 4.

для людей умственного труда:

белки : жиры : углеводы = 1 : 1,1 : 4,1.

для людей тяжелого физического труда:

белки : жиры : углеводы = 1 : 1,3 : 5,0.

Оптимальное соотношение животных и растительных белков от 60 : 40 до 50 : 50, в среднем 55 : 45.

Белки в рационе детей должны содержать не менее 40 % незаменимых аминокислот, в рационе взрослых не менее 36 % незаменимых аминокислот.

Контрольные вопросы.

1. Рациональное питание, основные принципы.
2. Факторы, определяющие потребность организма человека в пище и энергии.
3. На какие процессы расходуется энергия в течение суток?
4. Что характеризует величина основного обмена?
5. С чем связаны различия суточных энергозатрат людей разных профессий?
6. Что характеризует КФА?
7. Методы измерения энергозатрат человека.

Пример индивидуального варианта задания

Варианты

Вариант 1

1. Письменно в тетради ответить на контрольные вопросы 1, 3, 5.
2. Вычислить по формулам массу своего тела, сравнить ее с реальным весом.
3. Рассчитать среднесуточные энергозатраты.

Вариант 2

1. Письменно в тетради ответить на контрольные вопросы 2, 4, 7.
2. Вычислить по формулам массу своего тела, сравнить ее с реальным весом.
3. Рассчитать среднесуточные энергозатраты.

Форма представления результата: выполненная работа с решением индивидуальных заданий по вариантам.

Критерии оценивания:

«5» - выполнены и аккуратно оформлены все задания;

«4» - выполнены все задания, но допущены неточности в вычислениях во 2 или 3-м заданиях;

«3» - выполнены и аккуратно оформлены 2 задания;

«2» - выполнено одно задание.

3. Критерии оценки результатов выполнения практических работ, заданий практических занятий

Критерии оценивания приведены в конце каждой практической работы. Критерии оценивания в процентном соотношении показаны в данном разделе методических указаний и является общими для всех практических работ.

Критерии оценивания в процентном соотношении

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка уровня подготовки	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	неудовлетворительно

4. Информационное обеспечение

Основные источники:

1. Габриелян, О. С. Химия. 10 класс: учебник / О. С. Габриелян, И. Г. Остроумов, С. А. Сладков. - Москва: Издательство "Просвещение", 2023. - 128 с.
2. Габриелян, О. С. Химия. 11 класс: учебник / О. С. Габриелян, И. Г. Остроумов, С. А. Сладков. - Москва: Издательство "Просвещение", 2023. - 127 с.

Дополнительные источники:

1. Богомолова, И. В. Неорганическая химия: учебное пособие / И. В. Богомолова. - Москва: ИНФРА-М, 2021. - 336 с.: ил. - (ПРОФИЛЬ). - ISBN 978-5-98281-187-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1362442>. - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Вострикова, Н. М. Химия: учебное пособие / Н. М. Вострикова, И. В. Козедубова, Г. А. Королева. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2020. - 226 с. - ISBN 978-5-7638-4420-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1819361>. - Режим доступа: по подписке.
3. Карцова, А. А. Органическая химия для школьников: учебное пособие / А. А. Карцова, А. Н. Левкин. - 2-е изд. - Санкт-Петербург: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2021. - 382 с. - ISBN 978-5-288-06109-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1840354>. - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Кириллов, В. В. Основы неорганической химии : учебник для спо / В. В. Кириллов. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 352 с. - ISBN 978-5-507-47559-9. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/388988>. - Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Общая и неорганическая химия: практические работы для школьников: учебно-методическое пособие / под ред. М. Ю. Скрипкина. - Санкт-Петербург: СПбГУ, 2019. - 100 с. - ISBN 978-5-288-05908-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1243848>. - Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Щеголихина, Н. А. Общая химия / Н. А. Щеголихина, Л. В. Минаевская. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 164 с. - ISBN 978-5-507-47385-4. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/366677>. - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Электронные издания (электронные ресурсы) и интернет-ресурсы:

1. <http://window.edu.ru/> - бесплатная электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»;
2. <http://fcior.edu.ru> - федеральный центр информационно-образовательных ресурсов;
3. <http://edu.ru> - федеральный портал «Российское образование»;
4. <http://school-collection.edu.ru> - единая коллекция цифровых образовательных ресурсов;
5. <http://ecollege.empl-2.ru> – система дистанционного обучения «Электронный колледж» Санкт-Петербургского государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения «Электромашиностроительный колледж»;
6. <https://znanium.com/about/znanium> – электронно-библиотечная система Znanium/;
7. <https://e.lanbook.com/books> - электронно-библиотечная система Лань.