ЕГЭ 2018

ЭКСПЕРТ

ХИМИЯ

К НОВОЙ ОФИЦИАЛЬНОЙ ДЕМОНСТРАЦИОННОЙ ВЕРСИИ ЕГЭ



- Краткий теоретический курс
- 15 типовых вариантов ЕГЭ
- Тренировочные тематические тестовые задания
- Ответы

ЕГЭ

ЭКСПЕРТ В ЕГЭ

Ю. Н. Медведев
А. Э. Антошин
М. А. Рябов

Химия

ЭКСПЕРТ В ЕГЭ

ПОДГОТОВКА К ЕГЭ

Краткий теоретический курс
15 типовых вариантов ЕГЭ
Тренировочные тематические тестовые задания
Ответы

Издательство
«ЭКЗАМЕН»
МОСКВА, 2018

УДК 372.8:54
ББК 74.262.4
М42

Медведев Ю. Н.

М42 ЕГЭ 2018. Химия. Эксперт в ЕГЭ / Ю. Н. Медведев, А. Э. Антошин, М. А. Рябов. — М. : Издательство «Экзамен», 2018. — 432 с. (Серия «Эксперт в ЕГЭ»)

ISBN 978-5-377-12378-1

Пособие состоит из краткого теоретического курса химии, составленного согласно кодификатору ЕГЭ, 15 типовых вариантов ЕГЭ и тренировочных тематических тестовых заданий базового, повышенного и высокого уровней сложности. Задания составлены с учетом всех требований и особенностей ЕГЭ.

В сборнике даны ответы на задания типовых вариантов ЕГЭ и тематических тестовых заданий. Приводится полное решение типового варианта.

Предназначено учащимся средних школ, слушателям подготовительных курсов, а также учителям и методистам для организации подготовки к ЕГЭ и проведения промежуточного и итогового контроля.

Приказом № 699 Министерства образования и науки Российской Федерации учебные пособия издательства «Экзамен» допущены к использованию в общеобразовательных организациях.

УДК 372.8:54
ББК 74.262.4

Справочное издание

Медведев Юрий Николаевич, Антошин Андрей Эдуардович
Рябов Михаил Алексеевич

ЕГЭ
ХИМИЯ
ПОДГОТОВКА К ЕГЭ
ЭКСПЕРТ В ЕГЭ

Издательство ***«ЭКЗАМЕН»***

Гигиенический сертификат № РОСС RU.АД44.Н02841 от 30.06.2017 г.

Главный редактор *Л. Д. Лаппо.* Редактор *Н. В. Стрелецкая*
Технический редактор *Л. В. Павлова.* Корректоры *Е. В. Григорьева, И. Д. Баринская*
Дизайн обложки *М. Н. Ершова.* Компьютерная верстка *А. С. Федотова*

107045, Москва, Луков пер., д. 8, www.examen.biz; E-mail:
по общим вопросам: info@examen.biz; по вопросам реализации: sale@examen.biz;
тел./факс 8 (495) 641-00-30 (многоканальный)

Подписано в печать 25.08.2017. Формат 60x90/16. Гарнитура «Таймс».
Бумага газетная. Уч.-изд. л. 12,35.Усл. печ. л. 27. Тираж 5000 экз. Заказ № 5582.

Общероссийский классификатор продукции
ОК 005-93, том 2; 953005 — книги, брошюры, литература учебная

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами
в ООО «Красногорская типография», 143405, Московская обл., г. Красногорск,
Коммунальный квартал, дом 2. www.ktprint.ru

ISBN 978-5-377-12378-1

© Медведев Ю. Н., Антошин А. Э., Рябов М. А., 2018
© Издательство ***«ЭКЗАМЕН»***, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие ... 7

КРАТКИЙ ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ КУРС

Основы теоретической химии ... 9
Неорганическая химия ... 19
Органическая химия ... 38
Химическая реакция ... 88
Экспериментальные основы химии ... 111
Расчеты по химическим формулам ... 117

ТИПОВЫЕ ВАРИАНТЫ ЕГЭ

Инструкция по выполнению экзаменационной работы ... 128
Вариант 1 ... 129
Вариант 2 ... 141
Вариант 3 ... 153
Вариант 4 ... 165
Вариант 5 ... 177
Вариант 6 ... 189
Вариант 7 ... 201
Вариант 8 ... 213
Вариант 9 ... 225
Вариант 10 ... 237
Вариант 11 ... 249
Вариант 12 ... 261
Вариант 13 ... 272
Вариант 14 ... 284
Вариант 15 ... 296

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИИ

1. Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырех периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбужденное состояние атомов ... 307
2. Закономерности изменения свойств элементов и их соединений по периодам и группам ... 308
3. Общая характеристика металлов главных подгрупп I–III групп в связи с их положением в периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностями строения их атомов ... 310
4. Характеристика переходных элементов — меди, цинка, хрома, железа — по их положению в периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностям строения их атомов ... 311
5. Общая характеристика неметаллов главных подгрупп IV–VII групп в связи с их положением в периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностями строения их атомов ... 312

6. Ковалентная химическая связь, её разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь 314
7. Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов 315
8. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Тип кристаллической решетки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения 318
9. Классификация химических реакций в неорганической и органической химии 320
10. Тепловой эффект химической реакции. Термохимические уравнения 322
11. Скорость реакции, её зависимость от различных факторов 323
12. Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты 325
13. Реакции ионного обмена 327
14. Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная 329
15. Реакции окислительно-восстановительные. Коррозия металлов и способы защиты от нее 332
16. Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот) 335
17. Ионный (правило В.В. Марковникова) и радикальный механизмы реакций в органической химии 338

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

18. Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ (тривиальная и международная) 339
19. Характерные химические свойства простых веществ — металлов: щелочных, щелочноземельных, алюминия; переходных металлов: меди, цинка, хрома, железа 341
20. Характерные химические свойства простых веществ — неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния 343
21. Характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных 344
22. Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов 347
23. Характерные химические свойства кислот 349
24. Характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных; комплексных (на примере соединений алюминия и цинка) 351

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

25. Теория строения органических соединений: гомология и изомерия (структурная и пространственная). Взаимное влияние атомов в молекулах 354
26. Типы связей в молекулах органических веществ. Гибридизация атомных орбиталей углерода. Радикал. Функциональная группа 355
27. Классификация органических веществ. Номенклатура органических веществ (тривиальная и международная) 357

28. Характерные химические свойства углеводородов:
алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов,
ароматических углеводородов (бензола и толуола) 360
29. Характерные химические свойства предельных одноатомных
и многоатомных спиртов; фенола 364
30. Характерные химические свойства альдегидов,
предельных карбоновых кислот, сложных эфиров 367
31. Характерные химические свойства азотсодержащих
органических соединений: аминов и аминокислот 369
32. Биологически важные вещества: жиры, белки, углеводы
(моносахариды, дисахариды, полисахариды) 370

МЕТОДЫ ПОЗНАНИЯ В ХИМИИ. ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

33. Правила работы в лаборатории. Лабораторная посуда и оборудование.
Правила безопасности при работе с едкими, горючими и токсичными
веществами, средствами бытовой химии 373
34. Научные методы исследования химических веществ
и превращений. Методы разделения смесей и очистки веществ 374
35. Определение характера среды водных растворов веществ.
Индикаторы 375
36. Качественные реакции на неорганические вещества и ионы 375
37. Идентификация органических соединений 377
38. Основные способы получения (в лаборатории) конкретных веществ,
относящихся к изученным классам неорганических соединений 379
39. Основные способы получения углеводородов (в лаборатории) 380
40. Основные способы получения кислородсодержащих соединений
(в лаборатории) 381
41. Понятие о металлургии: общие способы получения металлов 382
42. Общие научные принципы химического производства
(на примере промышленного получения аммиака, серной кислоты,
метанола). Химическое загрязнение окружающей среды
и его последствия 383
43. Природные источники углеводородов, их переработка 384
44. Высокомолекулярные соединения. Реакции полимеризации
и поликонденсации. Полимеры. Пластмассы, волокна, каучуки 384
45. Вычисление массы растворенного вещества, содержащегося
в определенной массе раствора с известной массовой долей 385
46. Расчеты объемных отношений газов при химических реакциях 387
47. Расчеты массы вещества или объема газов
по известному количеству вещества, массе
или объему одного из участвующих в реакции веществ 387
48. Расчеты теплового эффекта реакции 388
49. Расчеты массы (объема, количества вещества) продуктов реакции,
если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси) 389
50. Расчеты массы (объема, количества вещества) продукта реакции,
если одно из веществ дано в виде раствора
с определенной массовой долей растворенного вещества 390
51. Нахождение молекулярной формулы вещества 391

52. Расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного 396
53. Расчеты массовой доли (массы) химического соединения в смеси 397

ОТВЕТЫ И РЕШЕНИЯ

ТИПОВЫЕ ВАРИАНТЫ ЕГЭ 399
Ответы к заданиям части 1 399
Решения и ответы к заданиям части 2 401
РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ ТИПОВОГО ВАРИАНТА ЕГЭ 413
ТЕМАТИЧЕСКИЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ
Теоретические основы химии 427
Неорганическая химия 428
Органическая химия 429
Методы познания в химии. Химия и жизнь 430

Предисловие

Уважаемые выпускники и абитуриенты!

Настоящее учебное пособие предназначено для подготовки к сдаче Единого государственного экзамена (ЕГЭ) по химии, который является как выпускным экзаменом за курс средней школы, так и вступительным экзаменом в вуз.

В начале пособия помещен краткий теоретический курс химии, составленный согласно кодификатору ЕГЭ (*автор А.Э. Антошин*). Затем следуют 15 типовых вариантов ЕГЭ (варианты 1–10 составлены *Ю.Н. Медведевым*, варианты 11–15 — *А.Э. Антошиным*). Задания вариантов по форме и содержанию приближены к демоверсии ЕГЭ и не выходят за рамки содержания курса химии, нормативно определенного следующими документами:

1) Обязательным минимумом содержания основного общего образования по химии (приказ Минобразования № 1236 от 19.05.1998 г.),

2) Обязательным минимумом содержания среднего (полного) общего образования по химии (приказ Минобразования № 56 от 30.06.1999 г.),

3) Федеральным компонентом государственного стандарта общего образования. Химия (приказ Минобразования № 1089 от 05.03.2004 г.).

Уровень предъявления содержания учебного материала в заданиях соотнесен с требованиями государственного стандарта к подготовке выпускников средней (полной) школы по химии.

Каждый вариант экзаменационной работы построен по единому плану. Работа состоит из двух частей, включающих в себя суммарно 34 задания. Часть 1 содержит 29 заданий с кратким ответом базового и повышенного уровня сложности. Часть 2 содержит 5 заданий высокого уровня сложности с развернутым ответом (задания 30–34).

В заданиях базового и повышенного уровней сложности (часть 1) нужно выбрать последовательность цифр или записать число (в расчетных задачах).

В заданиях высокого уровня сложности (задания 30–34) требуется написать текст решения. Задания именно этого типа составляют основную часть письменной работы по химии на вступительных экзаменах в вузы.

Задания с развернутым ответом могут быть выполнены выпускниками разными способами.

Назначение типовых вариантов ЕГЭ — ознакомить читателей со структурой контрольных измерительных материалов, числом, формой и уровнем сложности заданий. Эти сведения позволят выпускникам выработать стратегию подготовки и сдачи ЕГЭ в соответствии с целями, которые они ставят перед собой.

Завершает пособие раздел «Тематические тестовые задания», предназначенный для тренировки в решении заданий (*автор М. А. Рябов*).

В пособии даны ответы к заданиям всех типовых вариантов, приведены подробные решения заданий одного варианта и даны ответы на задания для тренировки.

Основы теоретической химии

Современные представления о строении атомов. Изотопы. ***Химическим элементом*** называют совокупность атомов, характеризующуюся определенным значением (величиной) заряда ядра. Химический элемент обозначают своим символом, у него есть свой порядковый номер, а также он характеризуется относительной атомной массой.

Важнейшая константа элемента — его порядковый номер (Z) в Периодической системе Д.И. Менделеева. Он равен числу протонов в ядре и числу электронов в оболочке атома.

Атомом называют электронейтральную частицу, состоящую из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов.

Абсолютной атомной массой (m_a) называют истинную массу атома элемента.

Атомной единицей массы (а. е. м., (m_u)), или ***углеродной единицей***, называют 1/12 часть массы атома изотопа углерода с массовым числом 12. Численное значение 1 а. е. м. = $1,667 \cdot 10^{-27}$ кг.

Относительной атомной массой (A_r) называют массу атома, выраженную в атомных единицах массы. Ее вычисляют по формуле:

$$A_r = m_a/m_u$$

Современные представления о строении атомов химических элементов:

1. В центре атома находится положительно заряженное ядро, которое занимает ничтожную часть пространства внутри атома.

2. Весь положительный заряд и почти вся масса атома сосредоточены в его ядре.

3. Ядра атомов состоят из протонов и нейтронов. Число протонов в ядре равно порядковому номеру элемента, а число нейтронов определяют по разнице между массовым числом и зарядом ядра.

4. Вокруг ядра по замкнутым орбиталям вращаются электроны. Их число равно порядковому номеру элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева.

Протоном (p) называют элементарную положительно заряженную частицу с абсолютной массой $1{,}67 \cdot 10^{-27}$ кг и зарядом $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Относительная масса протона равна 1,00728 атомной единицы массы, а заряд составляет +1 условную единицу.

Нейтроном (n) называют элементарную электронейтральную частицу, масса которой несколько больше массы протона (1,00866 а. е. м.).

Электроном (e^-) называют элементарную отрицательно заряженную частицу с абсолютной массой $9{,}1 \cdot 10^{-31}$ кг, зарядом $-1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Масса электрона равна 1/1836 а. е. м., а его условный заряд –1.

Различные виды атомов имеют общее название **нуклиды**. Любые нуклиды характеризуются тремя параметрами: A — массовое число, Z — заряд ядра, равный числу протонов (порядковому номеру), N — число нейтронов в ядре. Эти параметры связаны соотношением:

$$A = Z + N.$$

Изотопами называют атомы одного и того же элемента, содержащие в своих ядрах одинаковое число протонов, но различное число нейтронов.

Атомно-молекулярное учение содержит следующие основные положения:

1. Многие вещества состоят из молекул; молекулы различных веществ отличаются между собой химическим составом, размерами и свойствами.

2. Молекулы состоят из атомов. Атомы имеют определенные размеры и массу. Свойства атомов одного и того же элемента одинаковы и отличаются от свойств атомов других элементов.

3. Молекулы находятся в непрерывном движении; между ними существует взаимное притяжение и отталкивание. Скорость движения молекул зависит от температуры.

4. При физических явлениях состав молекул остается неизменным, при химических — из одних молекул образуются другие.

Область пространства вокруг ядра, в которой наиболее вероятно пребывание электрона (вероятность приблизительно равна 90%), называют орбиталью.

Электронные конфигурации атомов элементов можно представить в виде электронных формул.

Ниже приведены электронные формулы атомов элементов 1–4-го периодов Периодической системы:

1-й период

$_{1}H$ $1s^1$

$_{2}He$ $1s^2$

2-й период

$_{3}Li$ $1s^2 2s^1$

$_{4}Be$ $1s^2 2s^2$

$_{5}B$ $1s^2 2s^2 2p^1$

$_{6}C$ $1s^2 2s^2 2p^2$

$_{7}N$ $1s^2 2s^2 2p^3$

$_{8}O$ $1s^2 2s^2 2p^4$

$_{9}F$ $1s^2 2s^2 2p^5$

$_{10}Ne$ $1s^2 2s^2 2p^6$

3-й период

$_{11}Na$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

$_{12}Mg$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

$_{13}Al$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$

$_{14}Si$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$

$_{15}P$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

$_{16}S$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

$_{17}Cl$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

$_{18}Ar$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

4-й период

^{19}K $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

^{20}Ca $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

^{21}Sc $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$

^{22}Ti $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$

^{23}V $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$

^{24}Cr $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$

^{25}Mn $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$

^{26}Fe $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$

^{27}Co $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$

^{28}Ni $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$

^{29}Cu $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$

^{30}Zn $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$

^{31}Ga $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1$

^{32}Ge $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^2$

^{33}As $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$

^{34}Se $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$

^{35}Br $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$

^{36}Kr $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$

Обратите особое внимание на электронные формулы хрома и меди, у которых происходит «провал» *s*-электрона на *d*-подуровень.

Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Существуют две формулировки Периодического закона Д.И. Менделеева: классическая, в изложении Д.И. Менделеева, и современная.

Классическая: ***свойства простых тел, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от величин атомных весов элементов.***

Современная: ***свойства элементов и их соединений находятся в периодической зависимости от заряда ядра атомов элементов (порядкового номера).***

Графическим изображением Периодического закона является Периодическая система элементов.

Периодом называют горизонтальный ряд элементов, расположенных в порядке возрастания порядковых (атомных) номеров.

Группами называют вертикальные ряды в периодической системе. В группах элементы объединены по признаку возможной высшей степени окисления в оксидах. Каждая группа состоит из главной и побочной подгруппы. Главные подгруппы включают в себя элементы малых периодов и одинаковые с ним по свойствам элементы больших периодов. Побочные подгруппы состоят только из элементов больших периодов.

Металлическим атомным радиусом называют половину кратчайшего межатомного расстояния в кристаллической структуре элемента-металла.

Ковалентным радиусом называют половину длины одинарной связи X—X, где X — элемент-неметалл.

Для элементов малых периодов с увеличением порядкового номера радиусы атомов (атомный и ковалентный) уменьшаются. В пределах

подгруппы атомные и ковалентные радиусы с увеличением порядкового номера элемента возрастают.

Свойства простых веществ в периодах и группах закономерно изменяются: *в пределах периода металлические свойства ослабевают, неметаллические — возрастают. В пределах подгруппы с увеличением порядкового номера усиливаются металлические свойства и ослабевают неметаллические.*

Химическая связь. *Химической связью* называют взаимодействие, приводящее к образованию устойчивой системы (молекулы, иона, радикала).

Образование химической связи происходит за счет валентных электронов. У *s*- и *p*-элементов валентными являются электроны внешнего слоя, для *d*-элементов — *s*-электроны внешнего слоя и *d*-электроны предвнешнего слоя.

Существует четыре основных типа химической связи: *ковалентная, ионная, металлическая и водородная.* Следует отметить, что в «чистом» виде перечисленные типы связей проявляются редко. В большинстве соединений имеет место наличие разных типов связей.

Ковалентной называют химическую связь, образованную за счет образования общей электронной пары.

Связь, осуществляемая парой общих электронов, в равной мере принадлежащей обоим соединяющимся атомам, называют *ковалентной неполярной связью.* Такая связь существует в молекулах H_2, N_2, O_2, F_2, Cl_2, Br_2, I_2.

Таким образом, ковалентная неполярная связь возникает между одноименными атомами, а связующее их электронное облако равномерно распределено между ними.

В молекулах между двумя атомами может формироваться различное число ковалентных связей (например, одна в молекулах галогенов F_2, Cl_2, Br_2, I_2, три — в молекуле азота N_2).

Ковалентная полярная связь образуется между атомами с разной электроотрицательностью. При этом связывающая атомы пара электронов смещается в сторону более электроотрицательного атома, но остается связанной с обоими ядрами. Примеры соединений с ковалентной полярной связью: HCl, HI, H_2S, NO.

О понятии электроотрицательности см. далее.

Ионной называют предельный случай полярной связи, при которой электронная пара полностью переходит от одного атома к другому и связанные частицы можно считать ионами.

Строго говоря, к соединениям с ионной связью можно отнести лишь соединения, для которых разность в электроотрицательности больше 3.

Однако соединений, для которых разность в электроотрицательности превышает 3, известно мало: это фториды щелочных и щелочноземельных металлов. Вместе с тем понятие «ионная связь» в химии используют гораздо шире. *Условно принято считать, что ионная связь образуется между атомами элементов, разность электроотрицательности которых составляет величину больше 1,7.* Таким образом, ионную связь можно рассматривать как частный случай ковалентной полярной связи. Примеры соединений с ионной связью: NaF, NaBr, CaO, K_2S, Li_3N.

В твердом (кристаллическом) состоянии ионные соединения состоят из упорядоченно расположенных положительных и отрицательных ионов.

Металлической называют особый вид связи между положительными ионами в кристаллах металлов, осуществляемой в результате притяжения электронов, свободно перемещающихся по кристаллу.

Длиной связи называют среднее расстояние между ядрами двух химически связанных между собой атомов.

Угол между воображаемыми линиями, проходящими через ядра химически связанных атомов, называют ***валентным***.

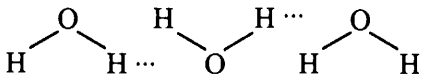
Количество энергии, необходимое для разрыва химической связи, когда вещество находится в газовой фазе, называют ***энергией химической связи***.

Длины и энергии связи, валентные углы и другие характеристики химической связи определяют экспериментально.

Водородной называют химическую связь, образованную за счет сил электростатического притяжения полярных молекул, содержащих атомы наиболее электроотрицательных химических элементов — фтора, кислорода и азота.

Так, например, для молекулы воды водородная связь возникает благодаря электростатическому и донорно-акцепторному взаимодей-

ствию между атомом водорода и атомом кислорода, который ковалентно не связан с данным атомом водорода. Водородную связь обозначают тремя точками:



Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов. ***Электроотрицательностью*** называют способность атома в молекуле притягивать к себе валентные электроны, участвующие в образовании химической связи.

Электроотрицательность рассчитывается различными методами, поэтому приводимые в разных учебниках и справочниках значения электроотрицательности могут отличаться.

В таблице 1 приведена электроотрицательность некоторых химических элементов по шкале Сандерсона, а в таблице 2 — электроотрицательность элементов по шкале Полинга.

Таблица 1

Электроотрицательность атомов по Сандерсону

Период	Группа								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
1	H 2,1								He –
2	Li 0,97	Be 1,47	B 2,01	C 2,50	N 3,07	O 3,50	F 4,10		Ne –
3	Na 1,01	Mg 1,23	Al 1,47	Si 1,74	P 2,1	S 2,6	Cl 2,83		Ar –
4	K 0,91	Ca 1,04	Sc 1,20	Ti 1,32	V 1,45	Cr 1,56	Mn 1,60	Fe 1,64	Co 1,70 Ni 1,75
	Cu 1,75	Zn 1,66	Ga 1,82	Ge 2,02	As 2,20	Se 2,48	Br 2,74	Kr –	

Таблица 2

Электроотрицательность элементов по шкале Полинга

						H
						2,1
Li	Be	B	C	N	O	F
1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	3,0
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br
0,8	1,0	1,6	1,8	2,0	2,4	2,8
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I
0,8	1,0	1,7	1,8	1,9	2,1	2,5

В этих таблицах значение электроотрицательности приведено под символом соответствующего элемента. Чем больше численное значение электроотрицательности атома, тем более электроотрицательным является элемент. Наиболее электроотрицательным является атом фтора, наименее электроотрицательным — атом рубидия.

В молекуле, образованной атомами двух разных химических элементов, формальный отрицательный заряд будет у атома, численное значение электроотрицательности у которого будет выше. Например, согласно шкале Полинга, в молекуле диоксида азота NO_2 электроотрицательность атома азота равна 3,0, а значение электроотрицательности атома кислорода 3,5. Следовательно, отрицательный заряд будет на атоме кислорода, а положительный — на атоме азота.

Общие тенденции изменения электроотрицательности таковы: электроотрицательность элементов в периоде увеличивается, а в группе электроотрицательность в общем случае уменьшается с увеличением атомного номера элемента. Поэтому, например, сера более электроотрицательна по сравнению с фосфором и кремнием, а углерод более электроотрицателен по сравнению с кремнием.

Степенью окисления называют понятие, характеризующее состояние элемента в химическом соединении и его поведение в окислительно-восстановительных реакциях; численно степень окисления равна условному заряду, который можно приписать элементу, исхо-

дя из предположения, что все электроны каждой его связи перешли к более электроотрицательному атому.

Степень окисления обычно обозначают арабской цифрой (со знаком перед цифрой), расположенной над символом элемента или справа вверху, например: $Ba^{+2}O^{-2}$, $Na_3^{+1}P^{+5}O_4^{-2}$.

Для определения степени окисления атомов в химических соединениях руководствуются следующими правилами:

1. Степень окисления элементов в простых веществах равна нулю.

2. Алгебраическая сумма степеней окисления атомов в молекуле равна нулю.

3. Кислород в соединениях проявляет главным образом степень окисления, равную –2 (во фториде кислорода OF_2 +2, в пероксидах металлов типа M_2O_2 –1).

4. Водород в соединениях проявляет степень окисления +1, за исключением гидридов активных металлов, например, щелочных или щелочноземельных, в которых степень окисления водорода равна –1.

5. У одноатомных ионов степень окисления равна заряду иона, который записывается справа от символа. Например, Na^+ +1, Ca^{2+} +2, Cl^- –1, S^{2-} –2 и т. д.

6. В соединениях с ковалентной полярной связью степень окисления более электроотрицательного атома имеет знак минус, а менее электроотрицательного — знак плюс.

7. В органических соединениях степень окисления водорода равна +1.

Проиллюстрируем вышеприведенные правила несколькими примерами.

Пример. Определить степень окисления элементов в оксиде хрома Cr_2O_3.

Молекула Cr_2O_3 электронейтральна. Суммарный отрицательный заряд трех атомов кислорода составляет $-2 \times 3 = -6$. Чтобы уравнять этот отрицательный заряд, суммарный положительный заряд на двух атомах хрома должен быть равен +6. Следовательно, на одном атоме хрома должен быть заряд $6/2 = +3$.

Следует подчеркнуть, что степень окисления элемента в соединении может быть дробным числом. Такие дробные степени окисления не имеют смысла при объяснении связи в химическом соединении, но

могут быть использованы для составления уравнений окислительно-восстановительных реакций.

Согласно классическому определению, **валентность** — способность атома присоединять или замещать определенное число других атомов или атомных групп с образованием химической связи.

Количественной мерой валентности атома элемента считают число атомов водорода или кислорода (данные элементы считают соответственно одно- и двухвалентными), которые элемент присоединяет, образуя гидрид формулы $ЭH_x$ или оксид формулы $Э_nO_m$.

Так, валентность атома фосфора в молекуле фосфина PH_3 равна трем, а атома серы в молекуле H_2S равна двум, поскольку валентность атома водорода равна одному.

В соединениях K_2O, CaO, Cr_2O_3, CO_2 валентности калия, кальция, хрома и углерода соответственно равны I, II, III и IV.

В электронной теории ковалентной связи считают, что *валентность атома* определяется числом его неспаренных электронов в основном или возбужденном состоянии, участвующих в образовании общих электронных пар с электронами других атомов.

Для некоторых элементов валентность является величиной постоянной. Так, щелочные металлы во всех соединениях одновалентны, щелочноземельные металлы и цинк — двухвалентны, алюминий — трехвалентен и т. д. Но большинство химических элементов проявляют переменную валентность, которая зависит от природы элемента-партнера и условий протекания процесса. Так, железо может образовывать с хлором два соединения $FeCl_2$ и $FeCl_3$, в которых валентность железа равна соответственно II и III.

Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Зависимость свойств веществ от особенностей их кристаллической решетки. ***Кристаллической решеткой*** называют регулярное расположение частиц в кристалле. Кристаллические решетки разделяют на молекулярные, атомные, ионные и металлические.

Молекулярные кристаллические решетки образуют молекулы, связанные друг с другом слабым ванн-дер-ваальсовым взаимодействием (например, твердый водород или углекислота). Вещества,

имеющие молекулярное строение, являются летучими, имеют низкие температуры кипения и плавления.

Атомные кристаллические решетки образуют электронейтральные атомы, связанные друг с другом ковалентной связью, например, алмаз, кремний. Вещества атомного строения имеют высокую твердость, а также высокие температуры плавления и кипения.

Ионные кристаллические решетки образуют ионы, связанные сильным ионным взаимодействием, например, $Na^+NO_3^-$, Na^+Br^-. Для веществ ионного строения характерны высокие температуры плавления и кипения.

Металлические кристаллические решетки образуют катионы металлов, между которыми за счет подвижных электронов реализуется металлический тип связи.

Неорганическая химия

Классификация и номенклатура неорганических веществ. Неорганические вещества классифицируют по различным классифицирующим признакам. По химическому составу их разделяют на простые и сложные.

Простыми называют вещества, образованные атомами одного и того же химического элемента.

Сложными называют вещества, образованные атомами двух и более элементов.

Простые вещества разделяют на металлы и неметаллы.

Металлами называют простые вещества, обладающие характерными металлическими свойствами: высокой электро- и теплопроводностью и металлическим блеском.

Простые вещества, образованные атомами элементов-неметаллов, при нормальных условиях этими свойствами не обладают, т. е. ***неметаллы*** — простые вещества, которые не являются металлами.

Если в периодической таблице провести условную диагональ через бор и астат, то в главных подгруппах, расположенных справа от диагонали, будут находиться неметаллы, а в главных подгруппах слева от диагонали, побочных подгруппах и в восьмой группе (кроме инертных газов) — металлы.

Оксидами называют класс химических соединений, состоящий из какого-либо элемента и кислорода со степенью окисления –2.

Несолеобразующими, или безразличными, называют оксиды, не проявляющие ни основные, ни кислотные свойства, например, N_2O, NO, CO.

К ***солеобразующим*** относят кислотные, основные и амфотерные оксиды.

Кислотные оксиды образуют неметаллы и некоторые металлы в высших степенях окисления. Примеры кислотных оксидов: N_2O_5, SO_2, Cl_2O_7, CrO_3, Mn_2O_7. Кислотные оксиды реагируют с основными оксидами с образованием солей; с основаниями с образованием солей и воды или кислых солей, а также с водой, в том случае, если образующаяся в ходе такой реакции кислота растворима в воде.

Основные оксиды образуют металлы в низших степенях окисления, например, K_2O, CaO, BaO. Основные оксиды реагируют с кислотными с образованием солей, с кислотами с образованием солей и воды, а также с водой, в том случае, если образующееся основание растворимо в воде.

Амфотерными называют оксиды, проявляющие как основные, так и кислотные свойства в зависимости от условий реакции и партнеров по реакции, например, Al_2O_3, ZnO.

Низшими называют оксиды, в которых элемент проявляет низшую степень окисления, например, MnO.

Высшими называют оксиды, в которых элемент проявляет высшую степень окисления, например, Mn_2O_7.

Основаниями называют класс химических соединений, содержащих в своем составе одну или несколько гидроксильных групп, способных к замещению на анионы. Основания по числу гидроксильных групп классифицируют на одно-, двух- и трехкислотные.

Кислотами называют класс химических соединений, содержащих в своем составе подвижные атомы водорода, способные замещаться на атомы металлов, и кислотные остатки.

В зависимости от элементного состава кислоты делятся на кислородные и бескислородные, например, H_2SO_4 и HBr.

Солями называют класс химических соединений, состоящих из катионов металлов и анионов кислотных остатков.

В зависимости от состава различают средние, кислые и основные соли.

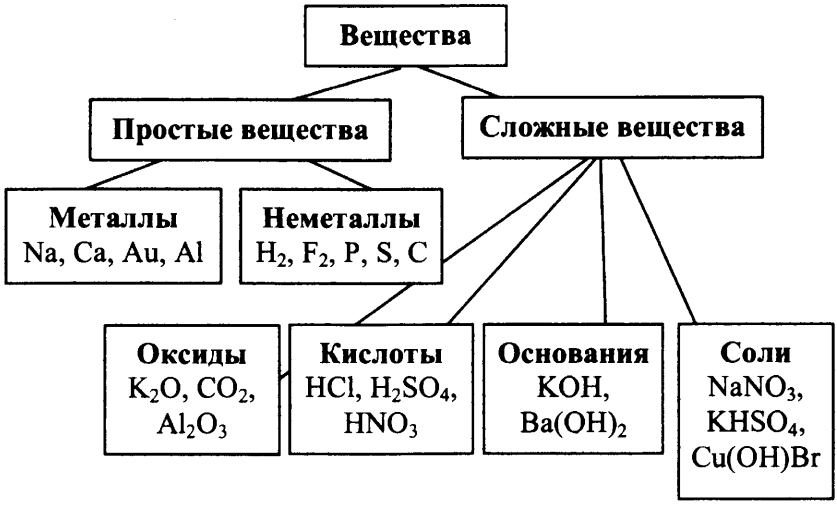
Средними называют соли, не содержащие способных к ионному обмену ионов водорода и гидроксид-ионов, например, KBr, $MgSO_4$, $Ca_3(PO_4)_2$.

Кислыми называют соли, содержащие катионы водорода, способные замещаться на другие катионы в ходе обменных реакций, например, $NaHCO_3$, $CaHPO_4$.

Основными называют соли, содержащие гидроксильные группы, способные замещаться на анионы в ходе реакций обмена. Например, $Al(OH)SO_4$, Ba(OH)Br.

Комплексными называют соли, содержащие в своем составе комплексные катионы и/или анионы, например, $K_3[Al(OH)_6]$, $[Ag(NH_3)_2]Cl$.

Классификацию неорганических веществ можно представить следующей самой общей схемой:



Общая характеристика металлов главных подгрупп I–III групп в связи с их положением в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностями строения их атомов. Элементы первой группы главной подгруппы Периодической системы Д.И. Менделеева — литий, натрий, калий, рубидий, цезий и франций, называют *щелочными* металлами. На внешней оболочке атомов этих электронов имеется по одному валентному *s*-электрону.

Для щелочных металлов наблюдаются следующие общие закономерности.

В пределах подгруппы радиусы атомов и ионов увеличиваются с увеличением порядкового номера элемента. С увеличением заряда ядра металлические свойства закономерно возрастают. Закономерно изменяются физические свойства простых веществ — щелочных металлов: температуры плавления и температуры кипения уменьшаются от лития к францию, а плотность возрастает.

В своих соединениях щелочные металлы проявляют степень окисления +1. Щелочные металлы образуют оксиды состава $Э_2O$ — типичные основные оксиды и гидроксиды общей формулы ЭОН — хорошо растворимые в воде соединения. Сила оснований ЭОН возрастает от лития к цезию.

Во II группу главной подгруппы Периодической системы Д.И. Менделеева входят бериллий, магний, кальций, стронций, барий и радий. Эти элементы, за исключением бериллия, называют также щелочноземельными металлами. С увеличением порядкового номера элемента в пределах подгруппы увеличивается его металлический радиус. Температура плавления простых веществ уменьшается, а плотность возрастает.

Свойства бериллия несколько отличаются от свойств, характерных для щелочноземельных металлов. Бериллий по многим своим свойствам близок к алюминию.

На внешнем электронном слое всех элементов II группы главной подгруппы находятся два *s*-электрона. В своих соединениях эти элементы проявляют степень окисления +2.

Элементы II группы главной подгруппы образуют оксиды состава ЭО. Оксид бериллия проявляет амфотерные свойства, остальные оксиды являются основными.

Все элементы II группы главной подгруппы образуют гидроксиды состава $Э(OH)_2$. Гидроксид бериллия амфотерен, гидроксид магния является слабым основанием, гидроксиды кальция и стронция — основаниями средней силы, а гидроксид бария — сильным основанием.

В III группу главной подгруппы входят следующие металлы — алюминий, галлий, индий, таллий. На внешнем электронном слое у этих элементов находятся три электрона: два *s*- и один *p*. Характерная степень окисления алюминия, галлия и индия +3. Для таллия извест-

ны устойчивые соединения, в которых он проявляет степень окисления +1. Оксиды алюминия, галлия и индия имеют общую формулу $Э_2O_3$ и проявляют амфотерные свойства.

Характеристика переходных элементов — меди, цинка, хрома, железа по их положению в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностям строения их атомов. Медь, цинк, хром и железо относятся к *d*-элементам.

Медь находится в 4-м периоде, в I группе, в побочной подгруппе. Ее наиболее устойчивые степени окисления +2 и +1. В ряду напряжений металлов медь находится после водорода, ее химическая активность не очень велика. Оксиды меди: Cu_2O, CuO. Последний и гидроксид меди $Cu(OH)_2$ проявляют амфотерные свойства с преобладанием основных.

Цинк находится в 4-м периоде, во II группе, в побочной подгруппе. Цинк относится к металлам средней активности, в своих соединениях проявляет единственную степень окисления +2. Оксид и гидроксид цинка являются амфотерными.

Хром находится в 4-м периоде, в VI группе, в побочной подгруппе. Это металл средней активности. В своих соединениях хром проявляет степени окисления +2, +3 и +6. CrO — типичный основный оксид, Cr_2O_3 — амфотерный оксид, CrO_3 — типичный кислотный оксид со свойствами сильного окислителя, т. е. рост степени окисления сопровождается усилением кислотных свойств.

Железо находится в 4-м периоде, в VIII группе, в побочной подгруппе. Железо — металл средней активности, в своих соединениях проявляет наиболее характерные степени окисления +2 и +3. Известны также соединения железа, где оно проявляет степень окисления +6, которые являются сильными окислителями. Оксид железа Fe_2O_3 является амфотерным с преобладанием основных свойств.

Общая характеристика неметаллов главных подгрупп IV–VII групп в связи с их положением в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностями строения их атомов. Неметаллами в главной подгруппе IV группы Периодической системы Д.И. Менделеева являются углерод и кремний.

На внешнем энергетическом уровне этих элементов находятся 4 электрона (ns^2np^2). В своих неорганических соединениях углерод

имеет степень окисления +2 (в невозбужденном состоянии) и +4 (в возбужденном состоянии). В органических соединениях степень окисления углерода может быть любой от –4 до +4.

Для кремния наиболее устойчива степень окисления +4.

Углерод и кремний образуют кислотные оксиды общей формулы $ЭО_2$, а также летучие водородные соединения общей формулы $ЭН_4$.

Неметаллами в V группе главной подгруппы Периодической системы Д.И. Менделеева являются азот, фосфор, мышьяк.

На внешнем энергетическом уровне этих элементов находятся пять электронов: ns^2np^3.

Азот в своих соединениях может проявлять степени окисления –3, –2, +1, +2, +3, +4, +5.

Для фосфора характерны степени окисления –3, +3, +5.

Поскольку атом азота не имеет *d*-подуровня, он не может быть пятивалентным, но способен образовывать четвертую ковалентную связь по донорно-акцепторному механизму.

С увеличением порядкового номера внутри подгруппы увеличиваются радиусы атомов и ионов, уменьшается энергия ионизации. Происходит ослабление неметаллических свойств и усиление металлических.

С кислородом элементы главной подгруппы V группы образуют высшие оксиды состава R_2O_5. Все они являются кислотными оксидами.

С водородом азот, фосфор и мышьяк образуют летучие газообразные соединения состава $ЭН_3$.

Неметаллами главной подгруппы VI группы Периодической системы Д.И. Менделеева являются кислород, сера, селен и теллур. Конфигурация внешнего электронного уровня этих элементов ns^2np^4. В своих соединениях они проявляют наиболее характерные степени окисления –2, +4, +6 (кроме кислорода).

С возрастанием порядкового номера в пределах подгруппы уменьшается энергия ионизации, увеличиваются размеры атомов и ионов, ослабляются неметаллические признаки элементов и нарастают металлические.

Сера и селен образуют высшие оксиды типа RO_3. Эти соединения являются типичными кислотными оксидами, которым соответствуют сильные кислоты типа H_2RO_4.

Для неметаллов главной подгруппы VI группы характерны летучие водородные соединения с общей формулой H_2R. При этом полярность и прочность связи ослабевают от H_2O к H_2Te. Все водородные соединения, кроме воды, являются газообразными веществами. Водные растворы H_2S, H_2Se, H_2Te являются слабыми кислотами.

Элементы VII группы главной подгруппы — фтор, хлор, бром, иод являются типичными неметаллами. Групповое название этих элементов — галогены, от греческого *halos* — соль и *genes* — рождающий.

Конфигурация внешнего электронного уровня этих галогенов ns^2np^5.

Наиболее характерная степень окисления галогенов –1. Кроме того, хлор, бром и иод могут проявлять степени окисления +3, +5, +7.

В пределах каждого периода галогены — наиболее электроотрицательные элементы. Внутри подгруппы при переходе от фтора к астату происходит увеличение радиуса атома, неметаллические свойства уменьшаются, происходит уменьшение окислительных и увеличение восстановительных свойств.

Все галогены образуют простые вещества — двухатомные молекулы Hal_2.

Фтор — самый электроотрицательный из химических элементов. Во всех своих соединениях имеет степени окисления –1. Высшие оксиды галогенов (кроме фтора) имеют общую формулу R_2O_7, являются кислотными оксидами. Им соответствуют сильные кислоты общей формулы HRO_4 (R = Cl, Br).

Водородные соединения галогенов — галогеноводороды — имеют общую формулу HHal. Их водные растворы являются кислотами, сила которых возрастает от HF к HI.

Для галогенов существует закономерность: каждый предыдущий галоген способен вытеснять последующий из его соединений с металлами и водородом, например:

$$Cl_2 + 2KBr = 2KCl + Br_2.$$

Характерные химические свойства простых веществ — металлов: щелочных, щелочноземельных, алюминия, переходных металлов — меди, цинка, хрома, железа. Химические свойства щелочных металлов рассмотрены на примере натрия как их типичного представителя.

Натрий. Серебристо-белый металл, т. пл. 97,8 °С. Реакционно-способный, на воздухе покрывается оксидной пленкой. Окрашивает пламя газовой горелки в желтый цвет.

Химические свойства:

$2Na + O_2$ (изб.) $= Na_2O_2$

$2Na + H_2 = 2NaH$

$2Na + Г_2 = 2NaГ$ (Г = F, Cl, Br, I)

$2Na + S = Na_2S$

$3Na + P = Na_3P$

$2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2\uparrow$

$2Na + 2HCl = 2NaCl + H_2\uparrow$

$2Na + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + H_2\uparrow$

$8Na + 10HNO_3 = 8NaNO_3 + NH_4NO_3 + 3H_2O$

Кальций. Серебристо-белый пластичный металл, т. пл. 842 °С. На воздухе покрывается оксидной пленкой. Активный металл. Окрашивает пламя газовой горелки в коричнево-красный цвет.

Химические свойства:

$Ca + O_2 = 2CaO$

$Ca + H_2 = CaH_2$

$Ca + Г_2 = CaГ_2$ (Г = F, Cl, Br, I)

$Ca + 2C \overset{t}{=} CaC_2$ (1250 °С)

$Ca + S = CaS$

$3Ca + N_2 = Ca_3N_2$

$3Ca + 2P = Ca_3P_2$

$Ca + 2H_2O = Ca(OH)_2 + H_2\uparrow$

$Ca + 2HCl = CaCl_2 + H_2\uparrow$

$Ca + H_2SO_4 = CaSO_4 + H_2\uparrow$

$4Ca + 10HNO_3$ (разб.) $= 4Ca(NO_3)_2 + N_2O + 5H_2O$

$4Ca + 10HNO_3$ (оч. разб.) $= 4Ca(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$ (на холоду)

Барий. Серебристо-белый пластичный металл, т. пл. 727 °С. На воздухе покрывается оксидно-нитридной пленкой. Активный металл. Окрашивает пламя газовой горелки в желто-зеленый цвет.

Химические свойства:

$2Ba + O_2 = 2BaO$

$Ba + H_2 = BaH_2$

$Ba + Г_2 = BaГ_2$ (Г = F, Cl, Br, I)

$Ba + 2C = BaC_2$

$Ba + S = BaS$

$3Ba + N_2 = Ba_3N_2$

$3Ba + 2P = Ba_3P_2$

$Ba + 2H_2O = Ba(OH)_2 + H_2\uparrow$

$Ba + 2HCl = BaCl_2 + H_2\uparrow$

$4Ba + 10HNO_3$ (разб.) $= 4Ba(NO_3)_2 + N_2O + 5H_2O$

$4Ba + 10HNO_3$ (оч. разб.) $= 4Ba(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$

Алюминий. Белый легкий пластичный металл, т. пл. 660,4 °С. Пассивируется в воде, концентрированной азотной кислоте. Сильный восстановитель.

Химические свойства:

$4Al + 3O_2 = 2Al_2O_3$

$2Al + 3Г_2 = 2AlГ_3$ (Г = Cl, Br)

$2Al + 3S = Al_2S_3$

$2Al + N_2 \overset{t}{=} 2AlN$

$Al + P \overset{t}{=} AlP$

$4Al + 3C$ (графит) $= Al_4C_3$

$8Al + 3Fe_3O_4 = 4Al_2O_3 + 9Fe$

$2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2\uparrow$

$8Al + 30HNO_3$(разб.) $= 8Al(NO_3)_3 + 3N_2O + 15H_2O$

$2Al + 2NaOH$(конц.) $+ 6H_2O$(гор.) $= 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2\uparrow$

Медь. Металл красного цвета, т. пл. 1084,5 °С. Слабый восстановитель.

Химические свойства:

$2Cu + O_2 = 2CuO$ (400–500 °С, избыток кислорода)

$4Cu + O_2 = 2Cu_2O$ (> 200 °С, недостаток кислорода)

$Cu + S = CuS$

$Cu + Г_2 = CuГ_2$ (Г = F, Cl, Br)

$2Cu + I_2 = 2CuI$

$4Cu + SO_2 \overset{t}{=} Cu_2S + 2CuO$

$4Cu + 2NO_2 = 4CuO + N_2$

$Cu + 2H_2SO_4$ (конц.) $\overset{t}{=} CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$

$Cu + 4HNO_3$ (конц.) $= Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$

$3Cu + 8HNO_3$ (разб.) $\overset{t}{=} 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$

Цинк. Хрупкий металл белого цвета с голубоватым оттенком, т. пл. 419,5 °С. Сильный восстановитель.

Химические свойства:

$2Zn + O_2 = 2ZnO$

$Zn + S = ZnS$

$Zn + Г_2 = ZnГ_2$ (Г = F, Cl, Br, I)

$3Zn + 2P = Zn_3P_2$

$Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2\uparrow$

$Zn + H_2SO_4$ (разб.) $= ZnSO_4 + H_2\uparrow$

$Zn + 2H_2SO_4$ (конц.) $= ZnSO_4 + SO_2 + 2H_2O$

$3Zn + 4H_2SO_4$ (конц.) $= 3ZnSO_4 + S + 4H_2O$

$4Zn + 5H_2SO_4$(конц.) $= 4ZnSO_4 + H_2S + 4H_2O$

$Zn + 4HNO_3$ (конц.) $\stackrel{t}{=} Zn(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$

$Zn + 10HNO_3$ (разб.) $\stackrel{t}{=} 4Zn(NO_3)_2 + N_2O + 5H_2O$

$Zn + 10HNO_3$ (очень разб.) $\stackrel{t}{=} 4Zn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$

$Zn + 2NaOH + 2H_2O = Na_2[Zn(OH)_4] + H_2\uparrow$

Хром. Твердый тугоплавкий (т. пл. 1890 °С) металл серого цвета. На воздухе покрывается очень тонкой оксидной пленкой. Пассивируется в концентрированной и разбавленной азотной кислоте.

Химические свойства:

$4Cr + 3O_2 = 2Cr_2O_3$

$2Cr + 3Г_2 = 2CrГ_3$ (Г = F, Cl, Br, I)

$Cr + 3H_2O \stackrel{t}{=} Cr_2O_3 + 3H_2\uparrow$

$Cr + 2HCl = CrCl_2 + H_2\uparrow$

$Cr + H_2SO_4$ (разб.) $= CrSO_4 + H_2\uparrow$

$2Cr + 6H_2SO_4$ (конц.) $\stackrel{t}{=} Cr_2(SO_4)_3 + 3SO_2 + 6H_2O$

$Cr + 6HNO_3$ (конц.) $\stackrel{t}{=} Cr(NO_3)_3 + 3NO_2 + 3H_2O$

$2Cr + KClO_3 \stackrel{t}{=} Cr_2O_3 + KCl$

$2Cr + 3KNO_3 \stackrel{t}{=} Cr_2O_3 + 3KNO_2$

Железо. Мягкий металл серого цвета, т. пл. 1539 °С. Медленно окисляется во влажном воздухе. Пассивируется в концентрированных серной и азотной кислоте.

Химические свойства:

$2Fe + O_2 \stackrel{t}{=} 2FeO$ (100 °С)

$2Fe + 3O_2 \stackrel{t}{=} 2Fe_2O_3$ ($t > 200$ °С)

$3Fe + 2O_2 = Fe_3O_4$

$2Fe + 3Cl_2 = 2FeCl_3$

$Fe + S = FeS$

$3Fe + 4H_2O = Fe_3O_4 + 4H_2\uparrow$ (500 °C)

$4Fe + 6H_2O + 3O_2 = 4Fe(OH)_3\uparrow$

$Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2\uparrow$

$Fe + H_2SO_4$ (разб.) $= FeSO_4 + H_2\uparrow$

$2Fe + 6H_2SO_4$ (конц.) $\overset{t}{=} Fe_2(SO_4)_3 + 3SO_2 + 6H_2O$

$4Fe + 10HNO_3$ (разб.) $= 4Fe(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$

$Fe + 2FeCl_3 = 3FeCl_2$

$Fe + CuSO_4 = FeSO_4 + Cu$

Характерные химические свойства простых веществ-неметаллов: водорода, хлора, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния.

Водород. Газ без цвета и запаха, т. кип. –253 °С. Плохо растворим в воде. Сильный восстановитель.

Химические свойства:

$2H_2 + O_2 = 2H_2O$

$H_2 + Г_2 = 2HГ$ (Г = F, Cl, Br, I)

$H_2 + S = H_2S$

$3H_2 + N_2 \rightleftarrows 2NH_3$ ($t \sim 450$ °С, $p \sim 30$ МПа, кат.)

$H_2 + 2Na = 2NaH$

$H_2 + Ca = CaH_2$

$3H_2 + Fe_2O_3 = 2Fe + 3H_2O$

$2H_2 + C \overset{t}{=} CH_4$

$4H_2 + CO_2 \overset{t}{=} CH_4 + 2H_2O$

Хлор. Газ желто-зеленого цвета с резким запахом. Т. кип. –34,1 °С.

Химические свойства:

$Cl_2 + H_2 = 2HCl$

$Cl_2 + S = SCl_2$

$3Cl_2 + 2P = 2PCl_3$

$5Cl_2 + 2P = 2PCl_5$

$Cl_2 + 2Na = 2NaCl$

$Cl_2 + Mg = MgCl_2$

$3Cl_2 + 2Al = 2AlCl_3$

$Cl_2 + Cu = CuCl_2$

$3Cl_2 + 2Fe = 2FeCl_3$

$Cl_2 + H_2O = HCl + HClO$ (при охлаждении)

$Cl_2 + 2KOH = KCl + KClO + H_2O$ ($t < 5$ °C)

$3Cl_2 + 6KOH = 5KCl + KClO_3 + 3H_2O$ (60–70 °C)

$2Cl_2 + 2Ca(OH)_2 = CaCl_2 + Ca(OCl)_2 + 2H_2O$

$Cl_2 + 2NaBr = Br_2 + 2NaCl$

Кислород. Газ без цвета и запаха, малорастворим в воде. Т. кип. –183 °C. Сильный окислитель.

Химические свойства:

$O_2 + 2H_2 = 2H_2O$

$O_2 + 2Na = Na_2O_2$

O_2 (изб.) $+ K = KO_2$

$O_2 + 2Ca = 2CaO$

$3O_2 + 4Al = 2Al_2O_3$

$O_2 + Si = SiO_2$

$O_2 + N_2 \overset{t}{=} 2NO$

$3O_2 + 4P = P_4O_6$ (недостаток)

$5O_2 + 4P = P_4O_{10}$ (избыток)

$O_2 + S = SO_2$

$O_2 + 2SO_2 = 2SO_3$ (400–500 °C, кат.)

$O_2 + 2NO = 2NO_2$

$O_2 + 2NO_2 + H_2O = 2HNO_3$

$O_2 + 4Fe(OH)_2 + 2H_2O = 4Fe(OH)_3$

$5O_2 + 4NH_3 = 4NO + 6H_2O$ (Pt, 600 °C)

$O_2 + 2H_2S = 2H_2O + 2S$ (в водном растворе или при недостатке кислорода)

$3O_2 + 2H_2S = 2H_2O + 2SO_2$

$11O_2 + 4FeS_2 = 2Fe_2O_3 + 8SO_2$

Сера. Неметалл желтого цвета. Существует в двух аллотропных модификациях (ромбическая и моноклинная) и в аморфной форме (пластическая сера). Т. пл. 119,3 °C. Проявляет как окислительные, так и восстановительные свойства. Возможны реакции диспропорционирования.

Химические свойства:

$S + H_2 = H_2S$

$2S + C = CS_2$

$10S + 4P = P_4S_{10}$

$S + 2Me = Me_2S$ (Me = Na, K, Cu, Ag)

$S + Me = MeS$ (Me = Mg, Ca, Zn, Fe)

$3S + 2Al = Al_2S_3$

$S + 2HI = H_2S + I_2$

$S + O_2 \overset{t}{=} SO_2$

$S + Cl_2 = SCl_2$

$2S + Cl_2 = S_2Cl_2$

$2S + Br_2 = S_2Br_2$

$S + 6HNO_3$ (конц.) $= H_2SO_4 + 6NO_2 + 2H_2O$

$S + 2H_2SO_4$ (конц.) $= 3SO_2 + 2H_2O$

$3S + 3H_2O = H_2SO_3 + 2H_2S$ (кипячение)

$3S + 6NaOH$ (конц.) $= 2Na_2S + Na_2SO_3 + 3H_2O$

Азот. Газ без цвета и запаха. Т. кип. –195,8 °С. Малорастворим в воде. В обычных условиях малоактивен. В окислительно-восстановительные реакции вступает при нагревании.

Химические свойства:

$N_2 + O_2 = 2NO$ (> 1200 °С или электроразряд)

$N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$ ($t \sim 450$ °С, $p \sim 30$ МПа, кат.)

$N_2 + 6Li = 2Li_3N$

$N_2 + 3Ca \overset{t}{=} Ca_3N_2$

$N_2 + 2Al \overset{t}{=} 2AlN$

Фосфор. Неметалл. Существует в виде нескольких аллотропных модификаций. Белый фосфор более реакционно-способен по сравнению с красным. Если в реакциях нет особых оговорок, в них вступают любые аллотропные модификации фосфора.

Химические свойства:

$4P + 3O_2$ (недостаток) $= 2P_2O_3$

$4P + 5O_2$ (избыток) $= 2P_2O_5$

$2P + 3Г_2 = 2PГ_3$ (Г = F, Cl, Br, I)

$2P + 5Г_2$ (избыток) $= 2PГ_5$ (Г = F, Cl, Br)

$2P + 2S = P_2S_3$

$2P + 5S = P_2S_5$

$2P + 3Ca = Ca_3P_2$

$2P$ (красный) $+ 8H_2O = 2H_3PO_4 + 5H_2\uparrow$ (800 °С, кат.)

$3P + 5HNO_3 + 2H_2O \overset{t}{=} 3H_3PO_4 + 5NO$

$P_4 + 3NaOH + 3H_2O = PH_3 + 3NaH_2PO_2$

Углерод. Неметалл. Простое вещество углерод существует в виде трех аллотропных модификаций: алмаз, графит и карбин. Эти простые вещества имеют полимерное строение координационной (sp^3, алмаз), слоистой (sp^2, графит) и линейной (sp, карбин) структуры.

Алмаз — кристаллическое вещество с атомной координационной кубической решеткой. Твердый, не проводит электрический ток.

В графите атомы углерода находятся в состоянии sp^2-гибридизации. Атомы углерода объединены в бесконечные слои из шестичленных колец, стабилизированные π-связью, делокализованные в пределах всего слоя. Обладает металлическим блеском, проводит электрический ток. Мягкий, легко расслаивается и химически несколько активнее алмаза.

Аллотропные модификации углерода могут переходить друг в друга.

Химические свойства:

$C + 2F_2 = CF_4$

$C + 2S = CS_2$

$2C + 2Li \overset{t}{=} Li_2C_2$ (800 °C)

$2C + Mg \overset{t}{=} MgC_2$ (1200 °C)

$3C + 4Al \overset{t}{=} Al_4C_3$ (> 1000 °C)

$C + O_2 = CO_2$ (избыток кислорода)

$2C + O_2 = 2CO$ (недостаток кислорода)

$C + CO_2 \overset{t}{=} 2CO$

$C + H_2O \overset{t}{\rightleftharpoons} CO + H_2\uparrow$

$C + 4HNO_3$ (конц.) $\overset{t}{=} CO_2 + 4NO_2\uparrow + 2H_2O$

$3C + CaO \overset{t}{=} CaC_2 + CO\uparrow$

$9C + 2Al_2O_3 \overset{t}{=} Al_4C_3 + 6CO\uparrow$

$4C + BaSO_4 = BaS + 4CO$

Кремний. Неметалл средней активности, в расплавленном состоянии очень активен химически.

Химические свойства:

$Si + O_2 = SiO_2$

$Si + 2Г_2 = SiГ_4$ (Г = F, Cl, Br, I)

$Si + 2S = SiS_2$

$3Si + 2N_2 \overset{t}{=} Si_3N_4$

$Si + C \overset{t}{=} SiC$

$Si + 2Mg = Mg_2Si$

$Si + 2H_2O = SiO_2 + 2H_2\uparrow$

$Si + 2NaOH + H_2O = Na_2SiO_3 + 2H_2\uparrow$

Характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных. ***Основные*** оксиды образуют металлы в низших степенях окисления. Наиболее известные из них: Li_2O, Na_2O, K_2O, MgO, CaO, BaO, Ag_2O.

Все основные оксиды вступают в реакцию с кислотными оксидами с образованием солей и кислотами с образованием солей и воды, например:

$$BaO + CO_2 = BaCO_3$$

$$BaO + 2HCl = BaCl_2 + H_2O$$

Ряд основных оксидов реагирует с водой с образованием оснований. Эта реакция проходит в том случае, если продукт реакции растворим в воде:

$$K_2O + H_2O = 2KOH$$

Амфотерными называют оксиды, проявляющие как основные, так и кислотные свойства в зависимости от условий реакции и партнеров по реакции. Наиболее известные амфотерные оксиды Al_2O_3, Cr_2O_3, ZnO. Ряд оксидов, например CuO, Fe_2O_3, проявляет амфотерные свойства с преобладанием основных.

Амфотерные оксиды взаимодействуют с кислотами и основаниями с образованием солей и воды или комплексных соединений:

$$ZnO + 2HCl = ZnCl_2 + H_2O$$

$$Al_2O_3 + 2KOH + 3H_2O = 2K[Al(OH)_4]$$

$$Al_2O_3 + 2KOH = 2KAlO_2 + H_2O$$

С водой амфотерные оксиды не взаимодействуют.

Кислотные оксиды образуют неметаллы и некоторые металлы в высших степенях окисления. Наиболее известные кислотные оксиды: CO_2, SiO_2, N_2O_3, N_2O_5, P_2O_3, P_2O_5, SO_2, SO_3, Cl_2O_7, Mn_2O_7, CrO_3.

Все кислотные оксиды реагируют с основными оксидами с образованием солей и с основаниями с образованием солей и воды.

$$CO_2 + Na_2O = Na_2CO_3$$

$$SO_3 + 2NaOH = Na_2SO_4 + H_2O$$

Кислотные оксиды реагируют с водой в том случае, если образующаяся кислота растворима в воде:

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$

Ниже приведены уравнения реакций, характерных для оксида калия как основного оксида, оксида серы (IV) как типичного кислотного оксида и оксида алюминия как амфотерного оксида.

Химические свойства оксида калия:

$K_2O + H_2O = 2KOH$

$K_2O + 2HCl\ (разб.) = 2KCl + H_2O$

$K_2O + CO_2 \overset{t}{=} K_2CO_3$

$K_2O + 2NO_2 = KNO_2 + KNO_3$

$K_2O + Al_2O_3 = 2KAlO_2$

$2K_2O = K_2O_2 + 2K\ (350–430\ ^\circ C)$

Химические свойства оксида серы(IV):

$SO_2 + KOH = KHSO_3$

$SO_2 + 2KOH = K_2SO_3 + H_2O$

$SO_2 + K_2O = K_2SO_3$

$SO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2SO_3$

$2SO_2 + Na_2CO_3 + H_2O = 2NaHSO_3 + CO_2$

$SO_2 + Na_2CO_3 = Na_2SO_3 + CO_2$

$4SO_2 + 8KOH \overset{t}{=} K_2S + 3K_2SO_4 + 4H_2O$

$SO_2 + Cl_2 + 2H_2O = H_2SO_4 + 2HCl$

$SO_2 + 2H_2S = 3S + 2H_2O$

$SO_2 + NO_2 + H_2O = H_2SO_4 + NO$

$SO_2 + O_2 = 2SO_3\ (400–500\ ^\circ C,\ кат.)$

$SO_2 + 2HNO_3 \overset{t}{=} 2NO_2 + H_2SO_4$

$SO_2 + O_3 = SO_3 + O_2$ (при комнатной температуре)

Химические свойства оксида алюминия:

$Al_2O_3 + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2O$

$Al_2O_3 + 2NaOH$ (конц., гор.) $+ 3H_2O = 2Na[Al(OH)_4]$

$Al_2O_3 + 2NaOH = 2NaAlO_2 + H_2O$ (сплавление)

Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов. ***Основаниями*** называют класс химических соединений, содержащих в своем составе одну или несколько гидроксильных групп, способных к замещению на анионы.

Щелочами называют растворимые в воде основания. Гидроксиды щелочных металлов называют *едкими щелочами*.

К сильным основаниям относят гидроксиды щелочных металлов и гидроксид бария: KOH, NaOH, $Ba(OH)_2$. К основаниям средней силы: $Ca(OH)_2$, $Sr(OH)_2$. Слабыми основаниями являются практически все нерастворимые в воде гидроксиды металлов и гидрат аммиака или гидроксид аммония.

Все растворы щелочей имеют pH >7. Индикаторы в этой среде имеют следующую окраску: лакмус — синюю, фенолфталеин — малиновую, метиловый оранжевый — желтую.

Все основания легко реагируют с кислотами (*реакция нейтрализации*) и кислотными оксидами с образованием солей и воды.

$$KOH + HBr = KBr + H_2O$$

$$2KOH + SO_3 \longrightarrow K_2SO_4 + H_2O$$

Щелочи реагируют с амфотерными оксидами с образованием солей и воды:

$$2NaOH + Al_2O_3 = NaAlO_2 + H_2O \text{ (сплавление)}$$

Щелочи могут вступать в реакции обмена с солями, например:

$$Ba(OH)_2 + Na_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + 2NaOH$$

Нерастворимые в воде основания при нагревании теряют воду и образуют соответствующие оксиды:

$$Mg(OH)_2 = MgO + H_2O$$

Амфотерные гидроксиды вступают в реакции с кислотами и основаниями с образованием солей и воды, разлагаются на оксид и воду при нагревании, например:

$$Zn(OH)_2 + 2HCl \text{ (разб.)} = ZnCl_2 + 2H_2O$$

$$Zn(OH)_2 + 2NaOH\ (конц.) = Na_2[Zn(OH)_4]$$

$$Zn(OH)_2 = ZnO + H_2O\ (100–250\ °C)$$

Ниже приведены уравнения химических реакций, характерные для гидроксида натрия как сильного основания, гидроксида кальция как основания средней силы и амфотерного гидроксида алюминия.

$2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O$

$2NaOH + SiO_2 = Na_2SiO_3 + H_2O$ (сплавление)

$2NaOH + 2Na = 2Na_2O + H_2\uparrow$ (при нагревании)

$Ca(OH)_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3\downarrow + 2NaOH$

$Ca(OH)_2 = CaO + H_2O$ (нагревание)

$Ca(OH)_2 + 2HГ = CaГ_2 + 2H_2O$ (Г = F, Cl, Br, I)

$Al(OH)_3 = AlOOH + H_2O$ (t = 100 °C)

$2AlOOH = Al_2O_3 + H_2O$ (t > 100 °C)

$Al(OH)_3 + KOH = K[Al(OH)_4]$

$Al(OH)_3 + 3KOH = K_3[Al(OH)_6]$

Характерные химические свойства кислот. ***Кислотами*** называют класс химических соединений, содержащих в своем составе подвижные атомы водорода, способные замещаться на атомы металлов, и кислотных остатков.

Основностью кислоты называют число способных замещаться на металл атомов водорода в ее молекуле. По основности кислоты делят на одно-, двух- и трехосновные, например: HNO_3, H_2SO_4 и H_3PO_4.

В зависимости от элементного состава кислоты делят на бескислородные и кислородные, например: HBr и H_2SO_4.

Кислотным остатком называют структурный элемент молекулы кислоты, выступающий как единое целое в ходе химических реакций.

Водные растворы кислот имеют pH < 7. При этих значениях pH лакмус имеет красную окраску, а метиловый оранжевый — розовую. Водные растворы кислот имеют кислый вкус и разъедают растительные и животные ткани.

Все кислоты вступают в реакцию с основаниями (реакция нейтрализации) с образованием солей и воды, с основными и амфотерными оксидами с образованием солей и воды, например:

$$HCl + KOH = KCl + H_2O$$

$$H_2SO_4 + MgO = MgSO_4 + H_2O$$

$$6HNO_3 + Al_2O_3 = 2Al(NO_3)_3 + 3H_2O$$

Водные растворы сильных кислот вступают в реакцию с металлами, стоящими в ряду стандартных электродных потенциалов или электрохимическом ряду напряжений металлов левее водорода. При этом образуется соль и выделяется водород:

$$Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2\uparrow$$

Исключением является азотная кислота в любой концентрации и концентрированная серная кислота. В этих случаях водород не выделяется, а происходит восстановление атомов азота и серы соответственно.

Сильные кислоты вытесняют более слабые кислоты из их солей. При этом образуется новая кислота и новая соль:

$$Na_2S + 2HCl = 2NaCl + H_2S\uparrow$$

Сильные кислоты: HI, HBr, HCl, $HClO_4$, H_2SO_4, HNO_3.
Кислоты средней силы: H_2SO_3, H_3PO_4, HF, HNO_2.
Слабые кислоты: CH_3COOH, H_2CO_3, H_2S.

Характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных, комплексных (на примере соединений алюминия и цинка). ***Солями*** называют класс химических соединений, включающий продукты взаимодействия реагентов, обладающих свойствами оснований, с реагентами, обладающими свойствами кислот.

Растворы или расплавы солей вступают во взаимодействие с металлами, стоящими левее, чем металл, входящий в состав соли, в ряду стандартных электродных потенциалов:

$$Fe + CuCl_2 = FeCl_2 + Cu$$

Соли реагируют с кислотами. При этом образуются кислые соли или более сильная кислота вытесняет более слабую из ее солей:

$$2Na_2SO_4 + H_2SO_4 = 4NaHSO_4$$

$$Na_2CO_3 + 2HCl = 2NaCl + CO_2 + H_2O$$

Соли взаимодействуют со щелочами:

$$CuBr_2 + 2NaOH = Cu(OH)_2\downarrow + 2NaBr$$

Растворимые в воде соли могут вступать друг с другом в реакции обмена. Эти реакции идут до конца, если один из продуктов уходит из сферы реакции в виде осадка, например:

$$CaCl_2 + K_2CO_3 = CaCO_3\downarrow + 2KCl$$

Кислые соли вступают в реакции с щелочами с образованием средних солей:

$$KHCO_3 + KOH = K_2CO_3 + H_2O$$

Некоторые кислые соли, например угольной кислоты, разлагаются под действием более сильных кислот:

$$KHCO_3 + HCl = KCl + CO_2 + H_2O$$

Основные соли вступают в реакции с кислотами:

$$Cu(OH)Cl + HCl = CuCl_2 + H_2O$$

Комплексные соли реагируют с сильными кислотами, продукты реакции зависят от соотношения между реагентами, например:

$$K_3[Al(OH)_6] + 3HCl = 3KCl + Al(OH)_3\downarrow + 3H_2O$$

$$K_3[Al(OH)_6] + 6HCl = 3KCl + AlCl_3 + 6H_2O$$

$$K_2[Zn(OH)_4] + 2HBr = 2KBr + Zn(OH)_2\downarrow + 2H_2O$$

$$K_2[Zn(OH)_4] + 4HBr = 2KBr + ZnBr_2 + 4H_2O$$

При нагревании комплексные соли теряют воду:

$$K[Al(OH)_4] = KAlO_2 + 2H_2O$$

Органическая химия

Теория строения органических соединений. Изомерия — структурная и пространственная. Гомология. Основы теории строения органических соединений были разработаны выдающимся русским химиком А.М. Бутлеровым. Основные положения теории были изложены в статье «О химическом строении веществ», опубликованной в 1861 году.

Сущность теории строения сводится к следующим положениям:

1. Все атомы, образующие молекулы органического вещества, связаны в определенной последовательности согласно их валентностям. Последовательность соединения атомов в молекуле А.М. Бутлеров называл *химическим строением*.

2. Свойства веществ зависят от строения молекул, т.е. свойства и строение взаимосвязаны между собой.

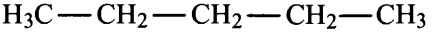
3. Зная свойства вещества, можно установить его строение, и наоборот: химическое строение органического соединения может много сказать о его свойствах.

4. Химические свойства атомов и атомных группировок не являются постоянными, а зависят от других атомов (атомных групп), находящихся в молекуле. При этом наиболее сильное влияние атомов наблюдается в случае, если они непосредственно связаны друг с другом.

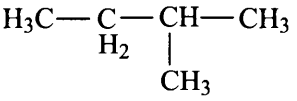
Изомерией называют явление существования органических соединений с одинаковым качественным и количественным составом, но с различными свойствами.

Изомерами называют химические соединения, имеющие одинаковый качественный и количественный состав, но разное химическое строение и разные свойства.

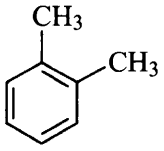
Структурной называют изомерию, вызванную наличием химических соединений с одинаковым составом, но с различным порядком связи структурных элементов. Различают изомерию углеродного скелета (пентан и 2-метилбутан, 1,2-, 1,3- и 1,4-диметилбензол) и изомерию положения заместителя (пропанол-1 и пропанол-2) или кратной связи (бутен-1 и бутен-2).



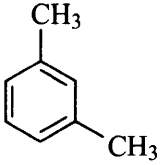
пентан



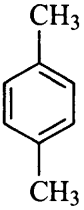
2-метилбутан (изопентан)



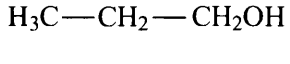
1,2-диметилбензол



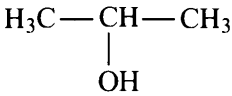
1,3-диметилбензол



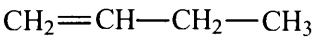
1,4-диметилбензол



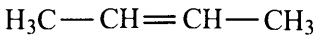
пропанол-1



пропанол-2



бутен-1

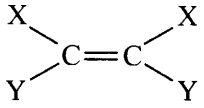


бутен-2

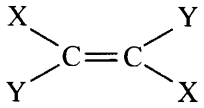
Геометрическая, или ***цис-транс-***изомерия — явление существования веществ с различным расположением заместителей вокруг двойных связей.

Поскольку π-связь препятствует свободному вращению атомов или групп атомов по оси σ-связи между двумя углеродными атомами, то переход одного геометрического изомера в другой возможен лишь при высоких температурах, воздействии ультрафиолетового излучения или других факторов.

Если атомы углерода связаны между собой двойной связью, заместители при этих атомах могут занимать различные положения относительно плоскости π-связи, что условно можно показать так:



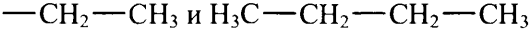
цис-изомер

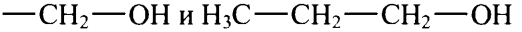


транс-изомер

Если одинаковые группы атомов располагаются по разные стороны от плоскости π-связи, то такие соединения называют *транс-изомерами*, если одинаковые группы атомов располагаются по одну сторону от плоскости π-связи, то такие соединения называют *цис-изомерами*.

Вещества, обладающие сходными химическим строением и химическими свойствами, но отличающиеся между собой на одну или несколько CH_2 групп, называют *гомологами*. Гомологи образуют гомологичные ряды. Свой гомологичный ряд существует для каждого класса органических соединений. Так, например, гомологами будут пропан и бутан, этанол и пропанол:





Типы связей в молекулах органических веществ. Гибридизация атомных орбиталей углерода. Радикал. Атомы в молекулах органических соединений в большинстве случаев связаны ковалентной полярной связью. Ковалентную связь, формирующуюся при перекрывании орбиталей вдоль линии, связывающей центры соединяющихся атомов, называют ***σ -связью.***

Ковалентную связь, формирующуюся при боковом перекрывании негибридизованных *p*-орбиталей по обе стороны от линии, связывающей центры обоих атомов, называют ***π-связью;*** при этом π-электронное облако расположено над и под плоскостью молекулы.

Атом углерода в молекулах органических соединений может находиться в sp^3-, sp^2- или *sp*-гибридном состоянии.

При переходе атома углерода из невозбужденного состояния в возбужденное *s*-электрон переходит на *p*-орбиталь и его электронная формула становится $1s^2 2s^1 2p^3$. Затем *s*- и один, два или три *p*-электрона образуют соответственно *sp*-, sp^2- или sp^3-гибридные орбитали.

Атом углерода, связанный с четырьмя какими-либо другими атомами, находится в состоянии sp^3-гибридизации.

Если атом углерода связан с каким-либо другим атомом двойной связью, он находится в состоянии sp^2-гибридизации, например: >C=C< или >C=O.

Если атом углерода связан с каким-либо атомом тройной связью, он находится в *sp*-гибридном состоянии, например: —C≡C—, —C≡N.

Радикалом называют: атом, молекулу или ион, имеющий неспаренный электрон, или часть молекулы или иона, выступающую как единое целое в ходе химических превращений.

Если предельный углеводород лишить одного или нескольких атомов водорода, то образуются остатки — углеводородные радикалы, например:

CH_4 метан

CH_3— метил

$CH_3—CH_3$ этан

$CH_3—CH_2$— этил

$CH_3—CH_2—CH_3$ пропан

$CH_3—CH_2—CH_2$— пропил

H_3C>CH— изопропил H_3C

Функциональной группой называют атом или группу атомов, определяющую характерные химические свойства данного класса соединений. Так, —OH группа входит в спирты и фенолы, —COOH группа — в карбоновые кислоты. Функциональная группа, связанная с радикалом, определяет класс соединений.

Ниже перечислены некоторые функциональные группы:

—COOH — карбоксильная группа;

—CHO — карбонильная группа (альдегиды);

$=C=O$ — карбонильная группа (кетоны);

—OH — гидроксильная группа (спирты, фенолы);

$—NH_2$ — аминогруппа;

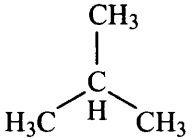
$—NO_2$ — нитрогруппа.

Классификация и номенклатура органических соединений. В зависимости от структуры углеродной цепи органические соединения делят на следующие классы:

Алифатические (ациклические) соединения — т. е. соединения с открытой незамкнутой цепью углеродных атомов. Углеродная цепь может быть прямой или разветвленной, например:



пропан



2-метилпропан (изобутан)

Эти соединения называют также соединениями жирного ряда.

Циклическими называют соединения, в которых углеродные атомы образуют циклы. Их, в свою очередь, делят на следующие классы:

- ***карбоциклические (изоциклические)*** — циклические соединения, образованные только углеродными атомами. Эти соединения могут быть алициклическими (циклоалканы) и ароматическими (бензол, нафталин и т. д.).



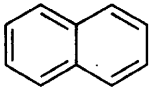
циклопентан



циклогексан



бензол



нафталин

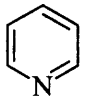
- ***гетероциклические соединения*** — циклы, в состав которых кроме атома углерода входят и другие атомы — гетероатомы.



тиофен



фуран



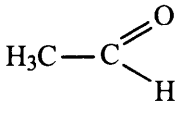
пиридин

При замене атомов водорода в углеводородах на другие атомы или группы атомов (функциональные группы) образуются многочисленные классы органических соединений, например спирты, альдегиды, кислоты, простые эфиры, сложные эфиры, аминосоединения и другие. Например:



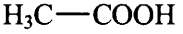
CH_3CH_2OH

этиловый спирт



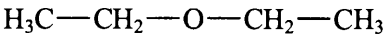
$H_3C—C(=O)—H$

уксусный альдегид



$H_3C—COOH$

уксусная кислота



$H_3C—CH_2—O—CH_2—CH_3$

диэтиловый эфир (простой эфир)



$H_3C—COOCH_2CH_3$

этилацетат (сложный эфир)

Соединения каждого из классов в зависимости от характера связи между углеродными атомами делят на *предельные* и *непредельные*.

Номенклатура органических соединений. В настоящее время в химии следуют правилам международной номенклатуры (номенклатура ИЮПАК).

Согласно этой номенклатуре в основу названий соединений положена самая длинная углеродная цепь, в состав которой входит какая-либо функциональная группа (—OH, —COOH, —C≡N и т.д.).

Для составления названия органического соединения нужно:

1) выявить все имеющиеся в нем функциональные группы;
2) установить, какая из функциональных групп является старшей, при этом название этой группы будет ставиться в конце названия соединения;
3) выбрать родоначальную структуру;
4) пронумеровать главную цепь;
5) составить полное название соединения.

Нумерацию цепи производят с того конца, к которому ближе находится радикал (заместитель) или наиболее «старшая» функциональная группа. Ряд «старшинства» наиболее распространенных функциональных групп:

$$—COOH > COOR > CONH_2 > —CN > —CHO >$$
$$> =C=O > —OH > —NH_2$$

Числовые (умножающие) приставки применяют, когда в состав молекулы входят несколько одинаковых заместителей. Перечислим их: 1 — «моно-», 2 — «ди-», 3 — «три-», 4 — «тетра-» 5 — «пента-», 6 — «гекса-».

Наряду с названиями соединений по правилам ИЮПАК в органической химии продолжают использовать и тривиальные (обыденные) названия химических соединений, которые появились задолго до разработки этих правил. В тривиальных названиях, как правило, отражались природные источники, способы получения вещества, области его применения или особо заметные свойства.

Номенклатура алканов. Четыре первых члена гомологического ряда имеют тривиальные названия: метан, этан, пропан, бутан. Названия следующих гомологов, начиная с пятого, образуются сочетанием греческого числительного и окончания *-ан* (см. табл. 3).

Таблица 3

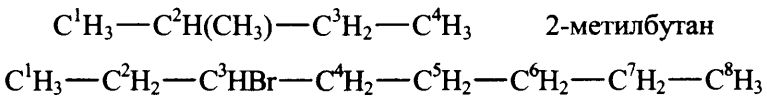
Названия алканов

CH_4 метан	C_7H_{16} гептан
C_2H_6 этан	C_8H_{18} октан
C_3H_8 пропан	C_9H_{20} нонан
C_4H_{10} бутан	$C_{10}H_{22}$ декан
C_5H_{12} пентан	$C_{11}H_{24}$ ундекан
C_6H_{14} гексан	$C_{12}H_{26}$ додекан

Название алкана с разветвленной цепью составляют следующим образом.

В молекуле углеводорода выбирают самую длинную цепь. Эту цепь нумеруют с того конца, к которому ближе заместитель (атом или группа атомов). Углеводород называют в таком порядке: сначала цифрой указывают атом углерода (локант), у которого расположен

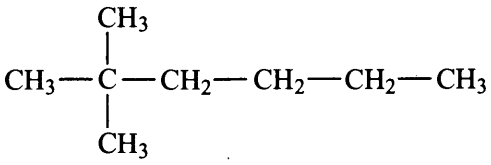
заместитель, затем этот заместитель, а уже потом — название главной цепи. Например:



2-метилбутан

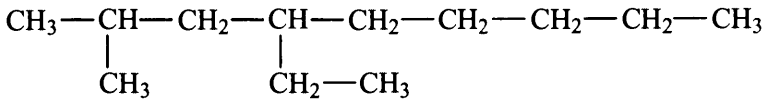
3-бромоктан

Если в главной цепи содержится несколько одинаковых заместителей, то их обозначают греческим числителем (ди-, три-, тетра- и т.д.), которое ставят перед названием этих радикалов, а их положение указывают одной и той же цифрой, повторенной дважды (или трижды — в зависимости от количества одинаковых заместителей). Примеры:



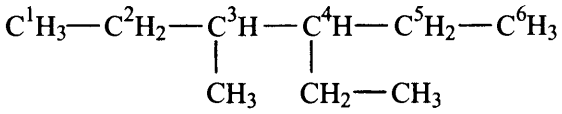
2,2-диметилгексан

Названия алкильных заместителей перечисляют в порядке русского алфавита:



2-метил-4-этилнонан

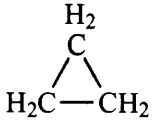
Если два и более заместителя находятся в равноценных положениях (т. е. цепь можно нумеровать слева направо и наоборот), то меньший локант присваивают тому атому, название заместителя при котором перечисляют первым:



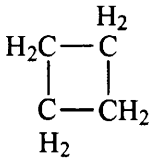
3-метил-4-этилгексан

Этот углеводород называют 3-метил-4-этилгексан, а не 3-этил-4-метилгексан, потому что в алфавитном порядке название радикала метил идет раньше, чем этил.

Номенклатура циклоалканов. Общее название алициклических соединений образуется с прибавлением приставки *цикло-* к названию соответствующего алифатического углеводорода, например:

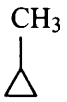


циклопропан

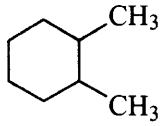


циклобутан

Если в кольце есть заместители, его нумеруют таким образом, чтобы сумма номеров атомов углерода была наименьшей. В структурных формулах атомы углерода и водорода не указывают, изображая соединения в виде простых геометрических фигур: циклопропан — треугольником, циклобутан — квадратом и т.д.



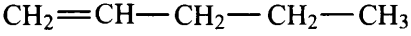
метилциклопропан



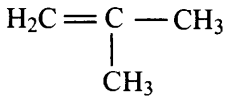
1,2 -диметилциклогексан

Номенклатура алкенов. Названия алкенов производят путем замены суффикса *-ан* на *-ен* в названии соответствующего алкана. Главная цепь обязательно должна содержать двойную связь, а нумерацию цепи начинают с того конца, к которому ближе двойная связь. Цифру, обозначающую положение двойной связи, ставят после названия цепи, она соответствует атому углерода, от которого начинается двойная связь. Порядок названия радикалов такой же, как и в случае алканов.

Примеры:



пентен-1

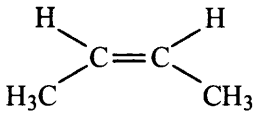


2-метилпропен

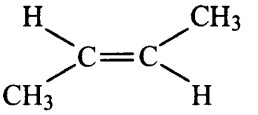
Исторически сложилось так, что некоторые алкены называют путем замены окончания *–ан* в алканах на *–илен*: этан — этилен, пропан — пропилен.

В ряду алкенов существует *цис-транс*-изомерия, обусловленная отсутствием свободного вращения вокруг двойной связи. Она встречается у тех алкенов, у которых при каждом углеродном атоме, образующем двойную связь, имеются различные заместители.

Изомеры, у которых заместители расположены по одну сторону от двойной связи, называют *цис-изомерами*, а по разные — *транс-изомерами*.

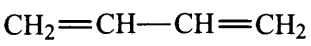


цис-бутен-2

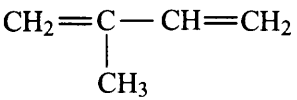


транс-бутен-2

Номенклатура диенов. Для того чтобы назвать диеновый углеводород, выделяют наиболее длинную цепь углеродных атомов, содержащую в себе обе двойные связи. Ее нумеруют так, чтобы порядковые номера атомов углерода, от которых начинаются двойные связи, были наименьшими. Для обозначения этих связей используют суффикс *-диен*. Положение каждой двойной связи обозначают цифрой, которая указывает атом углерода, от которого начинается двойная связь.



бутадиен-1,3 (дивинил)

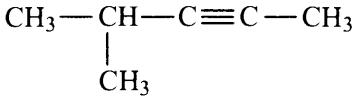


2-метилбутадиен-1,3 (изопрен)

Кроме того, для диенов довольно часто применяют рациональные или тривиальные названия.

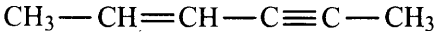
Номенклатура алкинов. Выделяют наиболее длинную углеродную цепь, содержащую тройную связь. Нумеруют ее так, чтобы тройная связь имела наименьший номер. Перечисляют номера атомов углерода и названия заместителей, которые при них стоят, и заменяют

суффикс *-ан* в названии корневого алкана на *-ин*, указывая номер атома углерода, от которого начинается тройная связь.



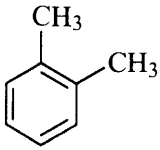
4-метилпентин-2

Если молекула содержит одновременно двойную и тройную связи, то предпочтение в нумерации отдается двойной связи:

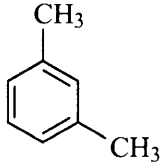


гексен-2-ин-4

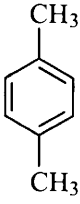
Номенклатура ароматических углеводородов. Ароматические углеводороды имеют изомеры, различающиеся характером и положением заместителей в бензольном кольце. Для составления их названия углеродный цикл нумеруют так, чтобы сумма номеров атомов углерода, у которых находятся заместители, была наименьшей. Кроме того, по-прежнему для обозначения взаимного расположения двух заместителей применяют названия *орто-, мета-, пара*-изомеры. Изомер с двумя заместителями, расположенными у соседних атомов углерода, называют *орто*-изомером. *Мета*-изомером называют такой изомер, у которого заместители разделены в цикле одним атомом углерода. Соединение, в котором два заместителя разделены двумя углеродными атомами, называют *пара*-изомером.



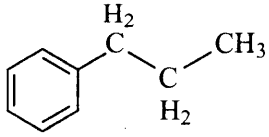
орто-диметилбензол
(1,2-диметилбензол)



мета-диметилбензол
(1,3-диметилбензол)

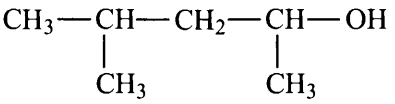


пара-диметилбензол
(1,4-диметилбензол)

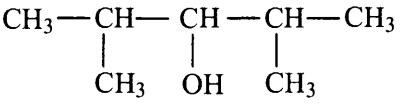


пропилбензол

Номенклатура спиртов. Названия предельных одноатомных спиртов составляют из названия соответствующего углеводорода с добавлением суффикса *-ол*, при этом главная цепь нумеруется с того конца, к которому ближе гидроксильная группа. Примеры:

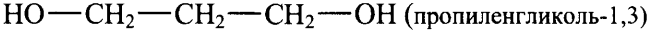


4-метилпентанол-2



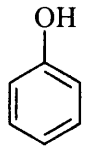
2,4-диметилпентанол-3

Двухатомные спирты называют по названию соответствующего алкана путем замены суффикса *-ан* на *-диол*. Местоположение гидроксильных групп в цепи указывают цифрами, проставленными после окончания. Сумма номеров атомов углерода, при которых находятся гидроксильные группы, должна быть наименьшей:

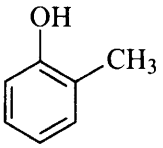


пропандиол-1,3 (пропиленгликоль-1,3)

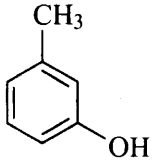
Номенклатура фенолов. Фенолы называют тривиальными названиями или по номенклатуре ИЮПАК путем добавления окончания *-ол* к названию ароматического углеводорода:



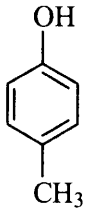
фенол



орто-крезол



мета-крезол



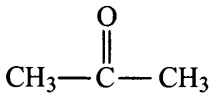
пара-крезол

Радикалы общей формулы RO— имеют названия: CH_3O— метокси; C_2H_5O— этокси; C_6H_5O— феноксы.

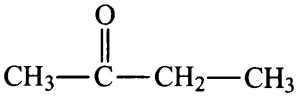
Номенклатура альдегидов и кетонов. Названия альдегида строят от названия соответствующего алкана путем прибавления суффикса *-аль*. Начало нумерации цепи определяет альдегидная группа. Кроме того, широко используют и тривиальные названия:

$HC(O)H$	$CH_3C(O)H$	$CH_3—CH_2—C(O)H$
метаналь (муравьиный альдегид, формальдегид)	этаналь (уксусный альдегид)	пропаналь (пропионовый альдегид)

Для составления названия ***кетонов*** используют как номенклатуру ИЮПАК, так и рациональную номенклатуру. По номенклатуре ИЮПАК к названию предельного углеводорода добавляют окончание *-он* с указанием места расположения карбонильной группы. Нумерацию начинают от ближайшего к карбонильной группе конца цепи. По рациональной номенклатуре в начале называют радикалы, связанные с карбонильной группой, а затем добавляют слово *кетон*.



пропанон-2 (диметилкетон, ацетон)



бутанон-2 (метилэтилкетон)

Номенклатура простых эфиров. Простые эфиры называют по радикально-функциональной номенклатуре следующим образом. Вначале перечисляют названия радикалов в алфавитном порядке, затем добавляют суффикс *-овый* и слово «эфир».

Номенклатура карбоновых кислот. Названия карбоновых кислот строят от названия углеводорода, добавляя суффикс *-овая* и слово *кислота*. Карбоксильная группа определяет порядок нумерации цепи.

$CH_3—CH_2—COOH$

пропановая кислота

$ClCH_2—CH_2—COOH$

3-хлорпропановая кислота

Для многих карбоновых кислот продолжают использовать тривиальные названия (табл. 4).

Таблица 4

Названия некоторых монокарбоновых кислот

Название кислоты/соли	Формула
Метановая (муравьиная) / формиаты	H—COOH
Этановая (уксусная) / ацетаты	CH_3—COOH
Пропановая (пропионовая) / пропионаты	CH_3—CH_2—COOH
Бутановая (масляная) / бутираты	CH_3—CH_2—CH_2—COOH
Пентановая (валериановая) / пентаноаты	CH_3—$(CH_2)_3$—COOH
Гексановая (капроновая) / гексаноаты	CH_3—$(CH_2)_4$—COOH
Гептановая (энантовая) / гептаноаты	CH_3—$(CH_2)_5$—COOH
Гексадекановая (пальмитиновая) / пальмитаты	CH_3—$(CH_2)_{14}$—COOH
Гептадекановая (маргариновая) / гексадеканоаты	CH_3—$(CH_2)_{15}$—COOH
Октадекановая (стеариновая)/ стеараты	CH_3—$(CH_2)_{16}$—COOH

Двухосновные предельные кислоты:

HOOC—COOH щавелевая (оксолаты),

HOOC—CH_2—COOH малоновая (малонаты).

Одноосновные непредельные кислоты:

CH_2=CH—COOH акриловая (акрилаты),

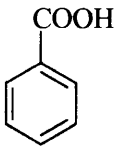
H_2C=$C(CH_3)$—COOH метакриловая (метакрилаты),

CH_3—$(CH_2)_7$—CH=CH—$(CH_2)_7$—COOH олеиновая (олеаты),

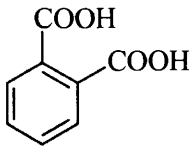
$C_{17}H_{31}COOH$ линолевая (линолеаты),

$C_{17}H_{29}COOH$ линоленовая (линоленоаты).

Ароматические кислоты:

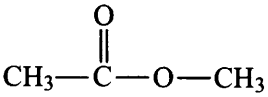


бензойная кислота

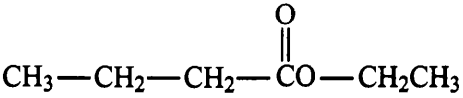


фталевая кислота

Номенклатура сложных эфиров. Название сложного эфира карбоновой кислоты образуют из названия радикала эфирной части (в виде приставки), а затем — остатка кислоты:

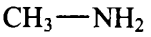


метилацетат (метиловый эфир уксусной кислоты)



этилбутанат (этиловый эфир масляной кислоты)

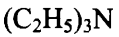
Номенклатура аминов. Чаще всего амины называют по радикально-функциональной номенклатуре, перечисляя заместители в радикальной форме:



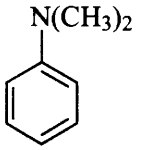
метиламин



метилэтиламин

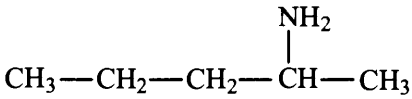


триэтиламин



диметиланилин

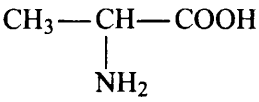
Другой способ — добавление суффикса *-амин* к названию родоначального соединения, например:



пентамин-2

Номенклатура аминокислот. Как правило, для аминокислот используют тривиальные названия. По номенклатуре ИЮПАК названия аминокислот складываются из названия соответствующей кислоты с добавлением в качестве приставки слова *«амино»*. При этом положение аминогруппы в цепи указывают цифрами.

По рациональной номенклатуре слово *«амино»* добавляется к тривиальному названию карбоновой кислоты, а положение аминогруппы обозначается буквами греческого алфавита. Например:



α-аминопропионовая кислота

Характерные химические свойства углеводородов: алканов, алкенов, диенов, алкинов. ***Углеводородами*** называют органические соединения, в состав которых входят только атомы углерода и водорода.

Углеводороды, имеющие незамкнутую, открытую цепь углеродных атомов (прямую или разветвленную), называют ациклическими (алифатическими или жирными) соединениями.

Все алифатические углеводороды делят по характеру связей между атомами углерода на предельные (насыщенные) и непредельные (ненасыщенные) углеводороды.

Алифатические предельные углеводороды, в молекулах которых атомы углерода связаны между собой простой (одинарной) σ-связью, называют алканами. Общая формула гомологического ряда алканов $\mathbf{C}_n\mathbf{H}_{2n+2}$.

Все атомы углерода в алканах находятся в состоянии sp^3-гибридизации. При этом все четыре электронные орбитали атома углерода составляют между собой угол 109°28′.

Химические превращения алканов идут только при сообщении им достаточно высокой энергии за счет нагревания или УФ-облучения. При этом может произойти или разрыв связи С—Н с последующей заменой атома водорода на другой атом или группу атомов, или же разрыв молекулы по связи С—С.

Большинство реакций алканов протекают по механизму радикального замещения S_R. В этих реакциях реакционная способность атомов водорода убывает в ряду: третичные > вторичные > первичные, т. е. если в молекуле алкана имеются одновременно третичные, вторичные и первичные атомы водорода, то вначале будет происходить их замещение по третичному, затем реакция пойдет по вторичным атомам и только после этого по первичным.

Ниже приведены уравнения химических реакций алканов на примере метана и бутана.

При хлорировании метана происходит последовательное замещение атомов водорода на атомы хлора и образуются хлористый метил, дихлорметан (метиленхлорид), трихлорметан (хлороформ) и четыреххлористый углерод:

$$CH_4 \xrightarrow[-HCl]{+Cl_2} CH_3Cl \xrightarrow[-HCl]{+Cl_2} CH_2Cl_2 \xrightarrow[-HCl]{+Cl_2} CHCl_3 \xrightarrow[-HCl]{+Cl_2} CCl_4$$

Реакционная способность галогенов уменьшается в ряду:

$$F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2.$$

При реакции метана с азотной кислотой образуется нитрометан:

$$CH_4 + HNO_3 \longrightarrow CH_3NO_2 + H_2O$$

Термические превращения метана протекают по следующим направлениям:

$$2CH_4 \xrightarrow{1500°C} HC{\equiv}CH + 3H_2$$

$$CH_4 \xrightarrow{1000°C} C + 2H_2$$

Окисление метана можно описать реакциями:

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$$

$$CH_4 + H_2O \xrightarrow{800–1000°C} CO + 3H_2$$

Галогенирование и нитрование бутана протекают по вторичному атому водорода:

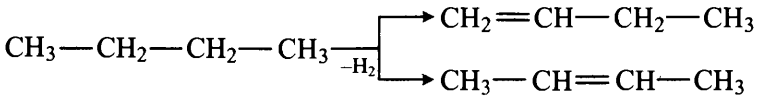
$$CH_3—CH_2—CH_2—CH_3 + Cl_2 \longrightarrow$$
$$\longrightarrow CH_3—CHCl—CH_2—CH_3 + HCl$$

$$CH_3—CH_2—CH_2—CH_3 + HNO_3 \longrightarrow$$
$$\longrightarrow CH_3—CH(NO_2)—CH_3—CH_3 + H_2O$$

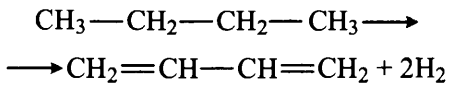
Каталитическое окисление бутана приводит к уксусной кислоте, а горение в кислороде — к углекислому газу и воде:

$$2CH_3—CH_2—CH_2—CH_3 + 5O_2 \longrightarrow 4CH_3COOH + H_2O$$
$$2CH_3—CH_2—CH_2—CH_3 + 13O_2 \longrightarrow 8CO_2 + 10H_2O$$

Реакции дегидрирования (отщепления водорода) протекают по разным направлениям:

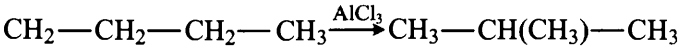


$$CH_3—CH_2—CH_2—CH_3 \xrightarrow{-H_2} \begin{cases} CH_2=CH—CH_2—CH_3 \\ CH_3—CH=CH—CH_3 \end{cases}$$



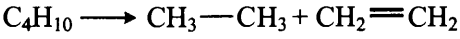
$$CH_3—CH_2—CH_2—CH_3 \longrightarrow$$
$$\longrightarrow CH_2=CH—CH=CH_2 + 2H_2$$

При нагревании бутана в присутствии безводного хлорида алюминия происходит его изомеризация:



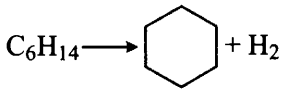
$$CH_2—CH_2—CH_2—CH_3 \xrightarrow{AlCl_3} CH_3—CH(CH_3)—CH_3$$

При крекинге бутана образуются этан и этен:

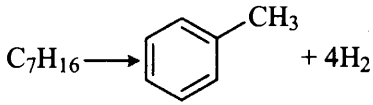


$$C_4H_{10} \longrightarrow CH_3—CH_3 + CH_2=CH_2$$

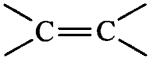
Алканы с более длинной цепью, например гексан или гептан, вступают в реакции циклизации:



$$C_6H_{14} \longrightarrow \text{(C}_6\text{H}_6\text{)} + H_2$$



$$C_7H_{16} \longrightarrow \text{(C}_6\text{H}_5\text{CH}_3\text{)} + 4H_2$$

Алкенами, или олефинами, называют алифатические непредельные углеводороды, имеющие в своем составе одну двойную связь  . Родоначальником этого класса органических соединений является этилен $CH_2=CH_2$. Общая формула гомологического ряда алкенов $\mathbf{C_nH_{2n}}$.

Для алкенов наиболее характерными являются реакции соединения по двойной связи. Они протекают по механизму электрофильного присоединения (A_E).

Все алкены реагируют с галогенами, при небольшом нагревании присоединяют водород:

$$CH_2{=}CH_2 + Br_2 \longrightarrow CH_2Br{-}CH_2Br$$

$$H_2C{=}CH{-}CH_3 + H_2 \longrightarrow CH_3{-}CH_2{-}CH_3$$

Этен реагирует с галогеноводородами и водой:

$$H_2C{=}CH_2 + HBr \longrightarrow CH_3{-}CH_2Br$$

$$CH_2{=}CH_2 + H_2O \longrightarrow CH_3{-}CH_2OH$$

Присоединение галогеноводородов и воды к несимметричным алкенам идет по правилу Марковникова: *атом водорода присоединяется к наиболее гидрогенизированному*, т.е. *связанному с наибольшим числом водородных атомов атому углерода.* По легкости присоединения к алкенам галогеноводороды можно расположить в ряд: HI > HBr > HCl > HF

$$H_2C{=}CH{-}CH_3 + HCl \longrightarrow CH_2{-}CHCl{-}CH_3$$

$$H_2C{=}CH{-}CH_3 + H_2O \longrightarrow CH_3{-}CH(OH){-}CH_3$$

Реакции окисления алкенов в зависимости от условий идут по разным направлениям:

$$CH_2{=}CH_2 + O_2 \xrightarrow{Ag} H_2C\overset{O}{\diagup\diagdown}CH_2$$

$$3CH_2{=}CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \longrightarrow$$

$$\longrightarrow 3HO{-}CH_2{-}CH_2{-}OH + 2MnO_2 + 2KOH$$

Сильные окислители (раствор $KMnO_4$ в кислой среде, хромовая смесь) вызывают расщепление алкенов по двойной связи с образованием карбоновых кислот:

$$CH_3{-}CH{=}CH{-}CH_3 \xrightarrow{[O]} 2CH_3{-}COOH$$

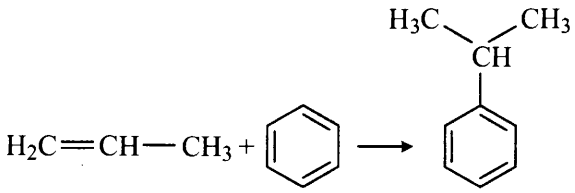
В результате горения алкенов образуются углекислый газ и вода:

$$H_2C{=}CH_2 + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O$$

При дегидрировании алкенов образуются алкины:

$$CH_2{=}CH_2 \longrightarrow HC{\equiv}CH + H_2$$

Алкены вступают в реакции соединения с бензолом:



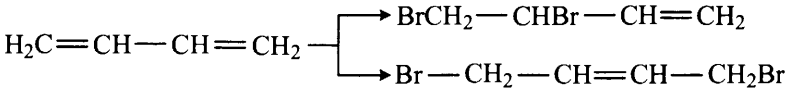
Алкены вступают в реакцию полимеризации:

$$n CH_2{=}CH_2 \longrightarrow (-CH_2-CH_2-)_n$$

Непредельные углеводороды, содержащие в своем составе две двойные углерод-углеродные связи, называют ***диеновыми углеводородами.*** Общая формула таких соединений C_nH_{2n-2}.

Далее будут рассмотрены свойства диенов с двойными связями, разделенными одной простой связью. Их называют конъюгированными, или сопряженными диенами. Эти соединения обладают специфическими химическими свойствами и имеют наибольшее практическое значение.

Сопряженные диены обладают своеобразными химическими свойствами, что проявляется в реакциях присоединения, которые идут не только по одной или двум отдельным двойным связям (1,2-присоединение), но и по противоположным концам молекулы (1,4-присоединение). Выход продуктов 1,2- или 1,4-присоединения определяется характером реагента и условиями реакции.

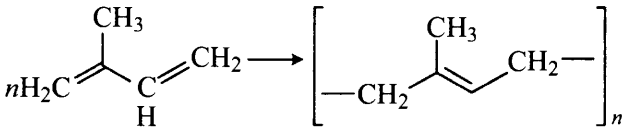


Гидрирование диенов приводит к алканам:

$$H_2C{=}CH-CH{=}CH_2 + 2H_2 \longrightarrow C_4H_{10}$$

Полимеризация диенов проходит по уравнениям:

$$n H_2C{=}CH-CH{=}CH_2 \longrightarrow (-CH_2-CH{=}CH-CH_2-)_n$$



Ненасыщенные углеводороды, содержащие в молекуле одну тройную связь, называют ***ацетиленовыми углеводородами***, или ***алкинами***. Общая формула этого класса соединений C_nH_{2n-2}.

В присутствии катализаторов (Pt, Pd, Ni) происходит восстановление алкинов в алкены и алканы:

$$HC{\equiv}C{-}CH_3 \xrightarrow{H_2} CH_2{=}CH{-}CH_3 \xrightarrow{H_2} C_3H_8$$

Галогенирование ацетилена идет медленнее, чем галогенирование этилена:

$$C_2H_2 + Br_2 \longrightarrow BrCH{=}CHBr \xrightarrow{+Br_2} Br_2CH{-}CHBr_2$$

Гидрогалогенирование. Взаимодействие галогеноводородов с алкинами идет медленнее, чем с алкенами:

$$C_2H_2 + HCl \longrightarrow CH_2{=}CHCl \xrightarrow{+HCl} CH_3{-}CHCl_2$$

Алкины в присутствии солей ртути присоединяют воду с образованием карбонильных соединений. Эту реакцию называют **реакцией Кучерова.** Она идет через стадию образования неустойчивого винилового спирта:

$$C_2H_2 + H_2O \xrightarrow[H_2SO_4]{HgSO_4} \underset{\text{виниловый спирт}}{[CH_2{=}CHOH]} \rightarrow CH_3{-}C(=O){-}H$$

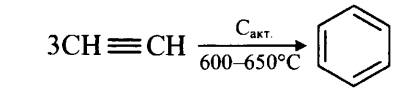
$$CH_3{-}C{\equiv}CH + H_2O \xrightarrow{HgSO_4/H_2SO_4}$$

$$\longrightarrow \left[CH_3{-}\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}{=}CH_2\right] \longrightarrow CH_3{-}\underset{\displaystyle O}{\underset{\|}{C}}{-}CH_3$$

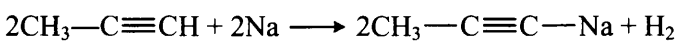
Алкины в зависимости от условий реакции дают различные продукты полимеризации. Например, при температуре 80 °С ацетилен димеризуется в винилацетилен. Реакция идет в присутствии хлорида меди (I):

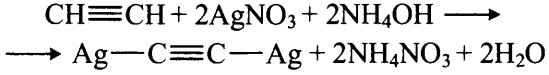
$$\underset{\text{ацетилен}}{2CH{\equiv}CH} \xrightarrow{80°C,\ CuCl} \underset{\text{винилацетилен}}{CH{\equiv}C{-}CH{=}CH_2}$$

В присутствии активированного угля и температуре 600–650 °С ацетилен тримеризуется в бензол:

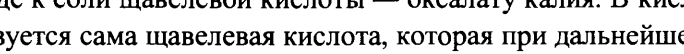


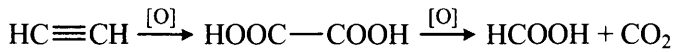
Атомы водорода в молекуле ацетилена и его гомологов обладают слабокислотными свойствами. Ацетилен является более слабой кислотой по сравнению с водой, но более сильной по сравнению с аммиаком. Поэтому ацетилен и его гомологи способны вступать в реакции металлирования, например:





Окисление ацетилена перманганатом калия приводит в нейтральной среде к соли щавелевой кислоты — оксалату калия. В кислой среде образуется сама щавелевая кислота, которая при дальнейшем окислении расщепляется на муравьиную кислоту и оксид углерода (IV):





На воздухе ацетилен горит ярким коптящим пламенем:



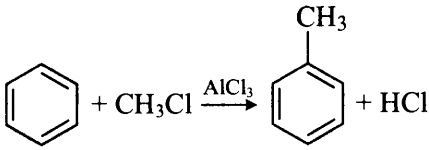
Характерные химические свойства ароматических углеводородов: бензола и толуола. ***Ароматическими углеводородами***, или аренами, называют группу соединений карбоциклического ряда, молекулы которых содержат устойчивую циклическую группировку (бензольное кольцо), обладающую особыми химическими свойствами.

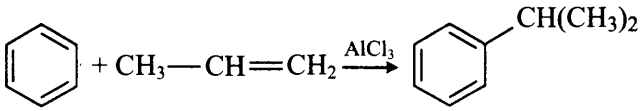
Простейшим ароматическим соединением является бензол. Его формула C_6H_6. Общая формула гомологов бензола $\mathbf{C_nH_{2n-6}}$.

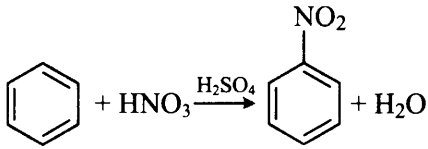
Для ароматических углеводородов наиболее характерны *реакции замещения* и некоторые *реакции присоединения*.

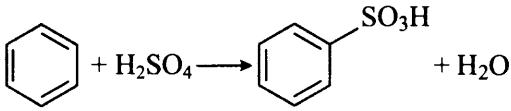
Как правило, все реакции замещения в ароматических соединениях протекают по электрофильному механизму S_E. К таким реакциям относятся реакции алкилирования, галогенирования, нитрования, сульфирования, ацилирования и другие.

Ниже на примере бензола приведен ряд реакций, имеющих важное синтетическое и промышленное значение:

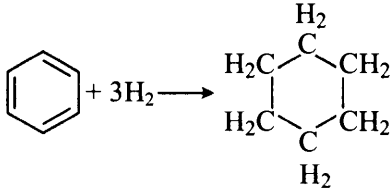




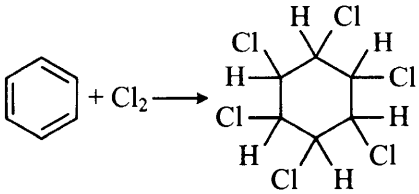




Кроме реакций электрофильного замещения бензол и его гомологи могут вступать в реакции присоединения. Эти реакции немногочисленны и идут с трудом:

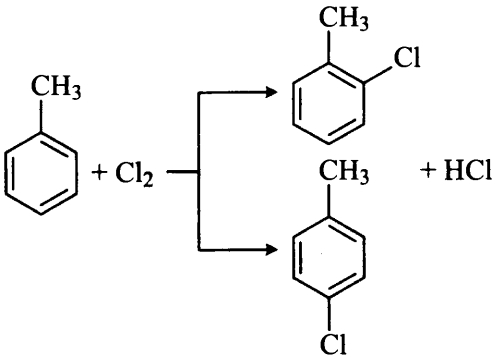


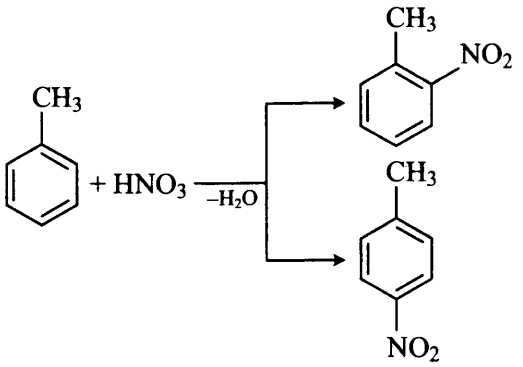
циклогексан

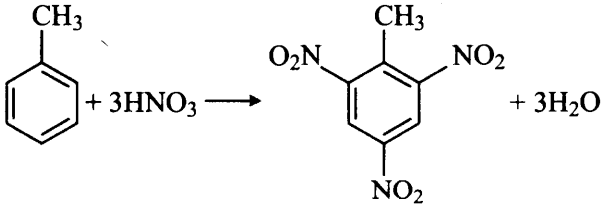


гексахлорциклогексан (гексахлоран)

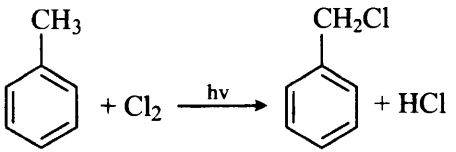
В молекуле толуола достаточно ярко проявляется взаимное влияние метильного радикала на ароматическое ядро и ароматического ядра на метильный радикал. Толуол вступает в реакции замещения легче, чем бензол. Метильная группа ориентирует вхождение заместителей в *орто-* и *пара*-положения:



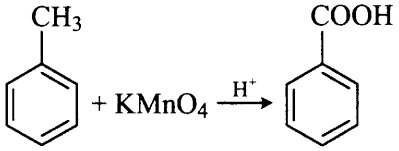




Галогенирование атомов водорода боковой цепи:



Окисление метильного радикала сильными окислителями, например перманганатом калия, в кислой среде приводит к бензойной кислоте:

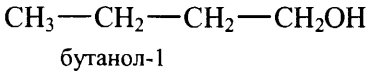


Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов; фенола. ***Спиртами*** называют производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на соответствующее число гидроксильных групп (—OH).

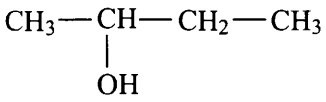
По характеру радикала спирты классифицируют на *насыщенные* и *ненасыщенные*, по числу гидроксильных групп на *одноатомные*, *двухатомные*, *трехатомные* и *многоатомные*.

В зависимости от того, к какому атому углерода присоединена гидроксильная группа, спирты делят на *первичные*, *вторичные* и *третичные*.

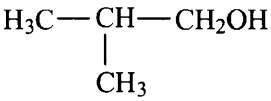
Для спиртов характерна изомерия углеродной цепи и изомерия положения гидроксильной группы. Например, для бутанола известно четыре изомера:



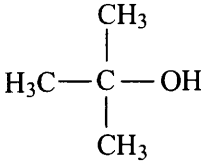
бутанол-1



бутанол-2



2-метилпропанол-1

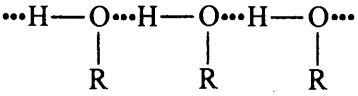


2-метилпропанол-2

Соединения, имеющие общую формулу $\mathbf{C_nH_{2n+1}OH}$, называют *предельными одноатомными спиртами.*

Предельные одноатомные спирты с числом углеродных атомов C_1 — C_{12} представляют собой жидкости. Спирты с числом атомов C_{13} — C_{20} являются мазеобразными веществам. Начиная с соединения $C_{21}H_{43}OH$ спирты — твердые вещества. Плотности спиртов меньше плотности воды. Низшие спирты имеют специфический алкогольный запах. Запах спиртов C_4 — C_5 сладковатый, удушливый.

В жидком состоянии молекулы спиртов ассоциированы за счет образования водородных связей:



Из-за этого явления спирты имеют более высокие температуры кипения по сравнению с углеводородами или галогенопроизводными с тем же числом атомов углерода. В водных растворах спиртов возникают водородные связи между молекулами спирта и воды, что обуславливает хорошую растворимость низших спиртов в воде. С увеличением молекулярной массы растворимость спиртов падает.

Химические свойства спиртов определяются наличием реакционноспособной гидроксильной группы и строением связанного с ней углеводородного радикала. Их делят на три большие группы:

Реакции по связи О—Н. Атом водорода гидроксильной группы способен вступать в реакции замещения. Спирты реагируют со щелочными металлами с образованием алкоголятов и выделением водорода:

$$2CH_3OH + 2K \longrightarrow 2CH_3OK + H_2$$

По реакционной способности с щелочными металлами спирты располагаются в ряду: первичные > вторичные > третичные.

Алкоголятами (алкоксидами) называют металлические производные спиртов, например, CH_3CH_2ONa — этилат натрия или этоксид натрия. Алкоголяты представляют собой твердые вещества, легко подвергающиеся гидролизу:

$$C_2H_5ONa + H_2O \longrightarrow C_2H_5—O—H + NaOH$$

Реакция алкоголятов с галоидными алкилами приводит к простым эфирам:

$$C_2H_5ONa + BrC_2H_5 \longrightarrow C_2H_5—O—C_2H_5 + NaBr$$

Межмолекулярная дегидратация спиртов также приводит к простым эфирам. Для этилового спирта эта реакция характерна при температуре не выше 140 °С:

$$2CH_3—CH_2—OH \xrightarrow{140°C,\ H_2SO_4} CH_3—CH_2—O—CH_2—CH_3 + H_2O$$

Реакции по связи С—ОН. Спирты вступают в обратимую реакцию с галогеноводородными кислотами. Равновесие этой реакции смещают в сторону галоидного алкила с помощью водоотнимающих средств, например H_2SO_4.

$$C_2H_5OH + HBr \rightleftharpoons C_2H_5Br + H_2O$$

Внутримолекулярная дегидратация спиртов идет в присутствии катализатора — серной кислоты (температура 140–170 °С) или в присутствии Al_2O_3 при температуре 400 °С. Отщепление атома водорода идет по правилу Зайцева: *атом водорода отщепляется от наименее гидрогенизированного атома углерода.* Примеры:

$$C_2H_5OH \longrightarrow CH_2=CH_2 + H_2O$$

$$CH_3—\underset{\displaystyle HO}{\underset{|}{CH}}—\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}—CH_3 \longrightarrow CH_3—CH=\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}—CH_3 + H_2O$$

Галогенирование спиртов.

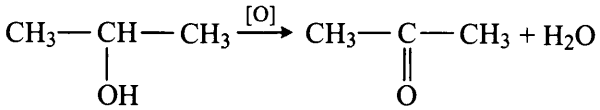
$$CH_3—CH_2—CH_2OH + Br_2 \longrightarrow CH_3—\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH}}—CH_2OH + HBr$$

Спирты окисляются под действием сильных окислителей. Направление реакции зависит от природы окислителя и температуры реакции. Так, бихромат калия или перманганат калия в кислой среде на холоду окисляет первичные спирты до альдегидов. При нагревании эта реакция завершается образованием карбоновой кислоты, например:

$$3C_2H_5OH + K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 \longrightarrow 3CH_3C(O)H + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$$

$$3C_2H_5OH + 2K_2Cr_2O_7 + 8H_2SO_4 \longrightarrow 3CH_3C(O)OH + 2Cr_2(SO_4)_3 + 2K_2SO_4 + 11H_2O$$

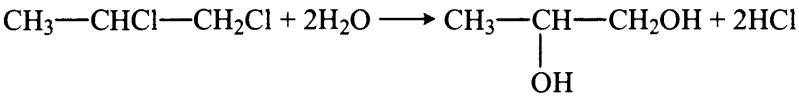
Вторичные спирты окисляются до кетонов:



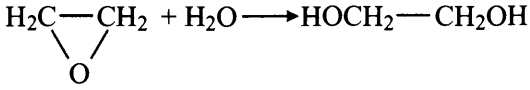
Спирты с двумя гидроксильными группами, расположенными при различных углеродных атомах, называют **алкандиолами**, или **гликолями.** Общая формула таких спиртов $\mathbf{C_nH_{2n}(OH)_2}$.

Для двухатомных спиртов возможна изомерия углеродного скелета и изомерия положения гидроксильных групп.

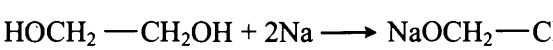
Диолы получают гидролизом дигалоидалканов или контролируемым окислением алкенов перманганатом калия в водном растворе:



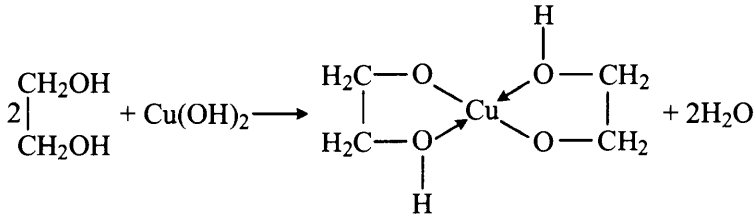
Этиленгликоль получают гидратацией окиси этилена:



Гликоли реагируют со щелочными металлами с образованием алкоголятов:



При этом они могут вступать в реакции как по одной, так и по обеим гидроксильным группам. С увеличением в спиртах числа гидроксильных групп их кислотные свойства усиливаются. Гликоли взаимодействуют со свежеосажденным гидроксидом меди (II) с образованием комплексного соединения — гликолята меди, имеющего характерную голубую окраску:



Этиленгликоль реагирует со спиртами, например:

$$HOCH_2—CH_2OH + C_2H_5OH \longrightarrow$$
$$\longrightarrow HOCH_2—CH_2—O—C_2H_5 + H_2O$$

этилцеллозольв

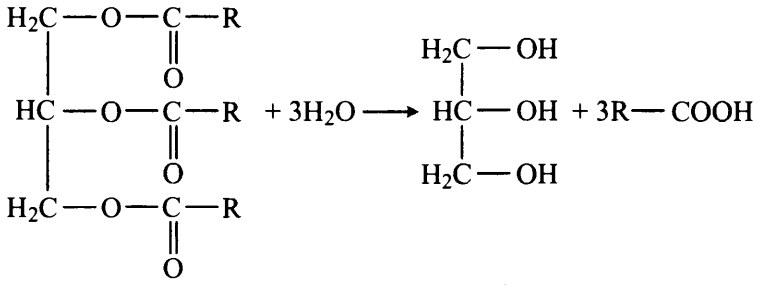
Под действием хлористого водорода одна гидроксильная группа в этиленгликоле замещается на хлор и образуется соединение, называемое этиленхлоргидрин:

$$HOCH_2—CH_2OH + HCl \longrightarrow HOCH_2—CH_2Cl$$

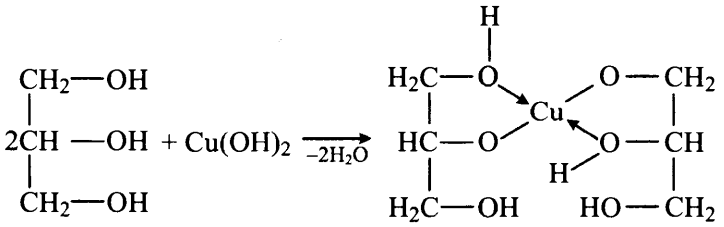
Трехатомные спирты содержат три гидроксильные группы при разных углеродных атомах. Общая формула трехатомных спиртов $\mathbf{C_nH_{2n-1}(OH)_3}$. Простейшим представителем трехатомных спиртов является глицерин.

Для трехатомных спиртов возможна изомерия углеродной цепи и изомерия положения гидроксильных групп.

Среди трехатомных спиртов наиболее известным является глицерин. Это соединение получают омылением растительных или животных жиров в присутствии щелочных или кислотных катализаторов:

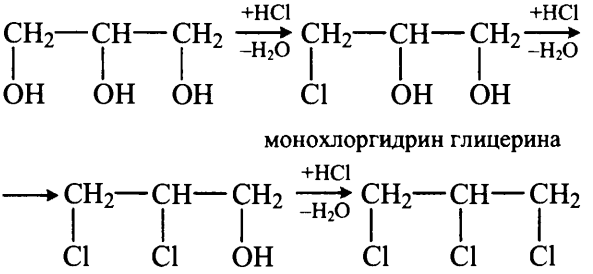


Глицерин реагирует со щелочными металлами и с гидроксидами тяжелых металлов:

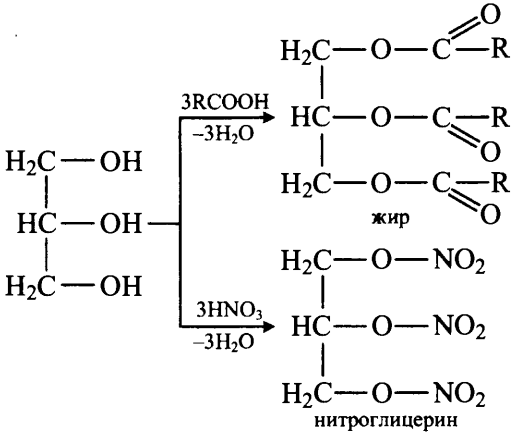


При реакции глицерина с хлористым водородом происходит последовательная замена гидроксильных групп на атомы хлора с обра-

зованием различных моно- и дихлоргидринов. В конечном итоге образуется 1,2,3-трихлорпропан, например:

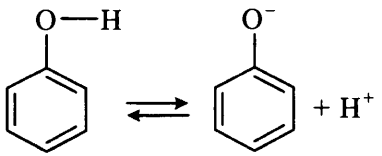


Глицерин реагирует с органическими и минеральными кислотами, например:



Органические соединения, содержащие гидроксильную группу, связанную непосредственно с бензольным ядром, называют ***фенолами***. В зависимости от числа гидроксильных групп в ядре различают одно-, двух- и трехатомные фенолы.

Сопряжение неподеленной пары электронов атома кислорода гидроксильной группы с π-электронной системой бензольного кольца приводит к смещению электронной плотности в сторону кольца. Связь О—Н легко разрывается с образованием фенолят-иона и протона:



Кислотность фенола зависит от характера заместителей в ядре. Электроноакцепторные заместители (галогены, нитрогруппы) приводят к увеличению кислотных свойств фенола.

Фенолы являются гораздо более сильными кислотами по сравнению со спиртами, но значительно слабее минеральных кислот.

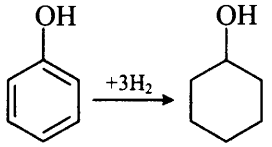
Фенол реагирует со щелочами с образованием солей — фенолятов:

$$C_6H_5OH + NaOH \longrightarrow C_6H_5ONa + H_2O$$

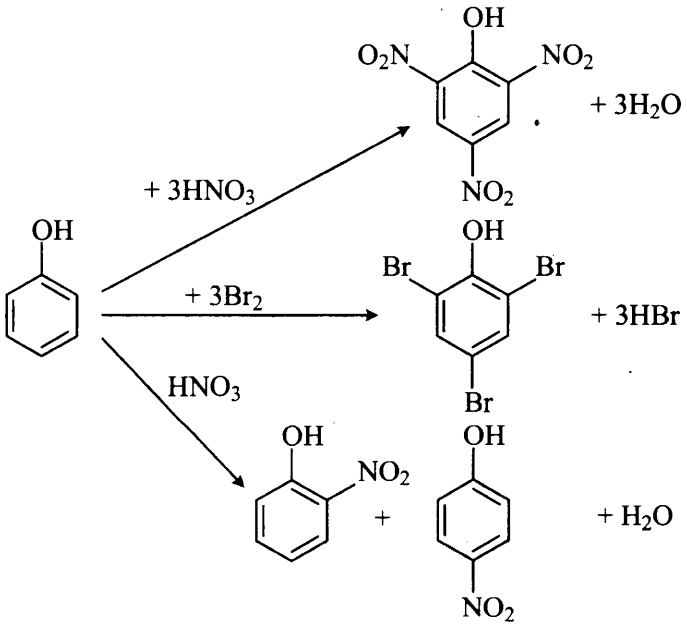
Так как фенол является очень слабой кислотой, то даже угольная кислота способна вытеснить его из солей:

$$C_6H_5ONa + CO_2 + H_2O \longrightarrow C_6H_5OH + NaHCO_3$$

Гидрирование фенола идет при нагревании в присутствии никеля в качестве катализатора. В результате образуется циклогексанол:



Реакция замещения. OH-группа является *орто-пара*-ориентантом. Фенол гораздо легче по сравнению с бензолом вступает в реакции с бромом и азотной кислотой. В зависимости от условий реакции происходит замещение одного или нескольких атомов водорода:



Характерные химические свойства альдегидов, кетонов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров. Производные углеводородов, в которых содержится одна или несколько карбонильных групп >C═O, называют ***карбонильными соединениями***.

Альдегидами называют класс химических соединений, у которых карбонильная группа связана с одним углеводородным радикалом и атомом водорода. Исключением является родоначальник ряда альдегидов — формальдегид, или муравьиный альдегид H—C(O)H. В этом соединении карбонильная группа связана с двумя атомами водорода.

У альдегидов возможна изомерия углеродного скелета молекулы.

Кетонами называют соединения, в которых карбонильная группа связана с двумя одинаковыми или разными углеводородными радикалами.

В зависимости от характера радикалов, связанных с карбонильной группой, альдегиды и кетоны могут быть насыщенными и ненасыщенными, алифатическими и ароматическими.

Для кетонов характерна изомерия углеродного скелета и изомерия положения карбонильной группы.

Сведения о физических свойствах некоторых альдегидов и кетонов приведены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5

Физические свойства некоторых альдегидов

Название	Структурная формула	Температура плавления, °С	Температура кипения, °С
Формальдегид (метаналь)	H—C(O)H	–92,0	–21,0
Ацетальдегид (этаналь)	CH_3—C(O)H	–123,5	20,8
Пропионовый альдегид (пропаналь)	$CH_3CH_2C(O)H$	–81,0	48,8
н-Масляный альдегид (бутаналь)	$CH_3(CH_2)_2C(O)H$	–99,0	74,7
Изомасляный альдегид (2-метилпропаналь)	CH_3—CH(—CH_3)—C(O)H	–66	61
Акролеин (пропеналь)	CH_2═CH— C(O)H	–87,7	52,5
Бензальдегид	$C_6H_5C(O)H$	–56	179,5

Таблица 6

Физические свойства некоторых кетонов

Название	Формула	Температура плавления, °С	Температура кипения, °С
Ацетон (диметилкетон, пропанон)	$CH_3—C(O)—CH_3$	–95,0	56,1
Метилэтилкетон (бутанон -2)	$CH_3C(O)CH_2CH_3$	–86,4	79,6
Диэтилкетон (пентанон-3)	$C_2H_5C(O)C_2H_5$	–42,0	101,7
Циклогексанон	$(CH_2)_5C{=}O$	–31,2	156,7
Ацетофенон (метилфенилкетон)	$C_6H_5C(O)CH_3$	19,6	202,3

Химические свойства альдегидов определяются наличием в составе их молекул карбонильной группы. Условно все реакции альдегидов можно разделить на две группы:

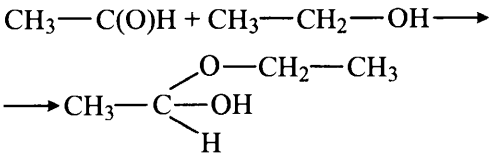
1) идущие по карбонильной группе;
2) идущие по углеводородному радикалу.

1. Реакции присоединения по карбонильной группе. Эти реакции протекают по механизму нуклеофильного присоединения (условное обозначение A_N).

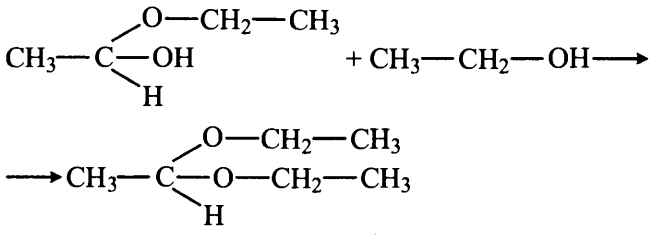
Альдегиды под действием различных восстановителей (водород, алюмогидрид лития) превращаются в первичные спирты.

$$CH_3—C(O)H + H_2 \longrightarrow CH_3—CH_2OH$$

Альдегиды реагируют со спиртами. В зависимости от соотношения между реагентами образуются либо полуацетали, либо ацетали.

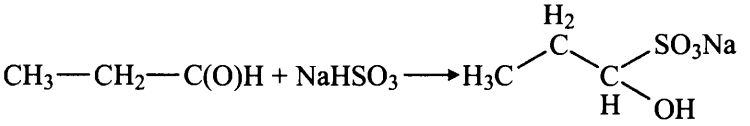


полуацеталь



ацеталь

Реакцию альдегидов с гидросульфитами, например гидросульфитом натрия, используют для выделения альдегидов из смеси с другими веществами, а также для очистки альдегидов, так как сульфопроизводные легко гидролизуются:



Альдегиды легко окисляются под действием различных окислителей. Например, взаимодействие с аммиачным раствором оксида серебра идет по схеме:

$$CH_3—CH_2—C(O)H + 2[Ag(NH_3)_2]OH \longrightarrow$$
$$\longrightarrow CH_3—CH_2—COONH_4 + 2Ag\downarrow + 3NH_3 + H_2O$$

Эту реакцию называют реакцией «серебряного зеркала».

Альдегиды реагируют со свежеосажденным гидроксидом меди (II) при нагревании. При этом образуется оксид меди (I), имеющий кирпично-красную окраску, например:

$$CH_3—C(O)H + 2Cu(OH)_2 \xrightarrow{t^\circ}$$
$$\longrightarrow CH_3—COOH + Cu_2O\downarrow + 2H_2O$$

Эту реакцию, как и реакцию «серебряного зеркала», используют для качественного обнаружения альдегидов.

Для формальдегида реакция «серебряного зеркала» идет по особому направлению:

$$HC(O)H + 2[Ag(NH_3)_2]OH \longrightarrow (NH_4)_2CO_3 + 2Ag\downarrow + 2NH_3 + H_2O$$

Это связано с тем, что на первой стадии процесса образуется муравьиная кислота, сочетающая в себе одновременно функцию кислоты и альдегида.

Окисление альдегидов сильными окислителями, например перманганатом калия в кислой среде, идет следующим образом:

$$5CH_3—C(O)H + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow$$
$$\longrightarrow 5CH_3—COOH + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O$$

Реакция альдегидов с пятихлористым фосфором приводит к дигалогеналканам, у которых атомы галогена находятся у одного и того же атома углерода, например:

$$CH_3—CH_2—C(O)H + PCl_5 \longrightarrow$$
$$\longrightarrow CH_3—CH_2—CHCl_2 + P(O)Cl_3$$

2. Реакции по углеводородному радикалу. Атомы водорода при атоме углерода, связанном с альдегидной группой, обладают большей реакционной способностью по сравнению с другими атомами водорода в цепи. Поэтому галогенирование альдегидов всегда проходит по этому атому:

$$CH_3—CH_2—C(O)H + Br_2 \longrightarrow$$
$$\longrightarrow CH_3—CHBr—C(O)H + HBr$$

Под действием кислот формальдегид превращается в полимер линейного строения — паральдегид:

$$n\text{H—}\underset{\underset{\text{O}}{\|}}{\text{C}}\text{—H} \longrightarrow [—O—CH_2—]_n$$

$n = 10 — 100$

Кетоны являются менее реакционноспособными соединениями по сравнению с альдегидами, что объясняется электронодонорным эффектом алкильных групп.

Как и альдегиды, кетоны восстанавливаются водородом (с образованием вторичных спиртов):

$$CH_3—C(O)—CH_3 + H_2 \longrightarrow CH_3—CH(OH)—CH_3$$

Кетоны взаимодействуют с пятихлористым фосфором с образованием дихлоралканов:

$$CH_3—C(O)—CH_3 + PCl_5 \longrightarrow CH_3—CCl_2—CH_3 + POCl_3$$

Кетоны не окисляются в условиях реакции «серебряного зеркала». Под действием сильных окислителей происходит разрыв углеродной цепи и образуется смесь кислот. При этом симметрические кетоны образуют не более двух кислот, а кетоны с различными радикалами дают несколько кислот:

$$CH_3—CH_2—\underset{\underset{O}{\|}}{C}—CH_2—CH_3 \xrightarrow{[O]} CH_3—CH_2—COOH + CH_3—COOH$$

Карбоновыми кислотами называют производные углеводороды, содержащие в своем составе одну или несколько карбоксильных групп —COOH. Общая формула карбоновых кислот R—COOH. В зависимости от природы радикала, связанного с карбоксильной группой, карбоновые кислоты делят на предельные и непредельные, а число карбоксильных групп определяет основность кислот. Общая формула гомологического ряда предельных одноосновных карбоновых кислот $\mathbf{C_nH_{2n+1}COOH}$.

Физические свойства некоторых монокарбоновых кислот приведены в таблице 7.

Таблица 7

Физические свойства одноосновных карбоновых кислот

Название кислоты	Формула	Температура кипения (в °С)
Муравьиная	H—COOH	101
Уксусная	CH_3—COOH	118
Пропионовая	CH_3—CH_2—COOH	141
Масляная	CH_3—CH_2—CH_2—COOH	163
Валериановая	CH_3—$(CH_2)_3$—COOH	186
Капроновая	CH_3—$(CH_2)_4$—COOH	205
Энантовая	CH_3—$(CH_2)_5$—COOH	223

Название кислоты	Формула	Температура кипения (в °С)
Пальмитиновая	$CH_3—(CH_2)_{14}—COOH$	Твердые вещества
Маргариновая	$CH_3—(CH_2)_{15}—COOH$	
Стеариновая	$CH_3—(CH_2)_{16}—COOH$	

Химические свойства карбоновых кислот определяются наличием в их молекуле карбоксильной группы.

Сила кислот зависит от природы радикала, связанного с карбоксильной группой. Если радикал обладает электронодонорными свойствами, то сила кислот уменьшается, если электроноакцепторными — увеличивается.

Самой сильной из предельных одноосновных карбоновых кислот является муравьиная кислота. Все остальные члены гомологического ряда являются довольно слабыми кислотами. Замена атомов водорода в радикале на электроотрицательные атомы, например галогены, приводит к увеличению кислотности. Например, хлоруксусная кислота будет сильнее уксусной, трихлоруксусная сильнее монохлоруксусной, монофторуксусная сильнее монохлоруксусной.

Образование солей. Карбоновые кислоты образуют соли при взаимодействии с металлами, оксидами металлов, щелочами или основаниями:

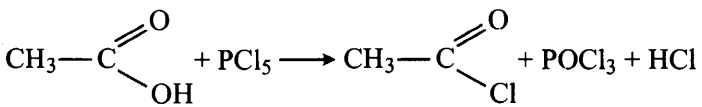
$$2CH_3—COOH + Ca \longrightarrow (CH_3—COO)_2Ca + H_2\uparrow$$

$$2CH_3—COOH + FeO \longrightarrow (CH_3—COO)_2Fe + H_2O$$

$$HCOOH + NaOH \longrightarrow HCOONa + H_2O$$

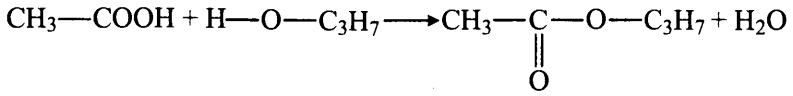
$$HCOOH + NH_3 \longrightarrow HCOONH_4$$

Взаимодействие карбоновых кислот с хлоридом фосфора (V) или хлористым тионилом приводит к образованию хлорангидридов кислот, например:



хлорангидрид
уксусной кислоты

В присутствии минеральных кислот, например, концентрированной серной кислоты, карбоновые кислоты реагируют со спиртами с образованием веществ, называемых сложными эфирами.



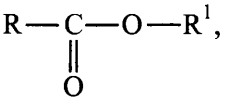
пропиловый эфир
уксусной кислоты

Эта реакция называется реакцией *этерификации*. Особенностью этой реакции является то, что для образования воды атом водорода отщепляется от спирта, а ОН-группа — от молекулы кислоты.

Муравьиная кислота HC(O)OH — родоначальник гомологического ряда карбоновых кислот. Особенности химического строения муравьиной кислоты обуславливают ее своеобразные свойства. С одной стороны, муравьиная кислота является карбоновой кислотой, а с другой — альдегидом. Поэтому она является сильным восстановителем и вступает в типичные для альдегидов реакции:

$$HCOOH + Ag_2O \longrightarrow CO_2 + H_2O + 2Ag$$

Сложными эфирами называют класс химических соединений — производных карбоновых кислот, в которых атом водорода карбоксильной группы замещен на углеводородный радикал, или производные спиртов, в которых атом водорода гидроксильной группы замещен на кислотный остаток карбоновой кислоты. Структурная формула сложных эфиров в общем виде:

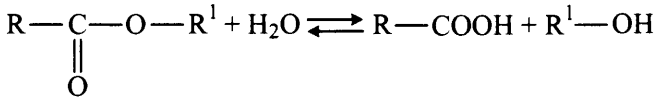


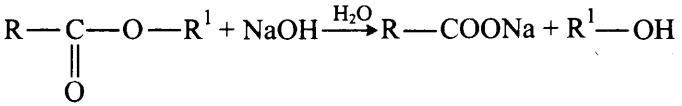
где R и R^1 — углеводородные радикалы.

Для сложных эфиров характерна изомерия углеводородных радикалов кислот и спиртов, составляющих сложный эфир, а также межклассовая изомерия с карбоновыми кислотами.

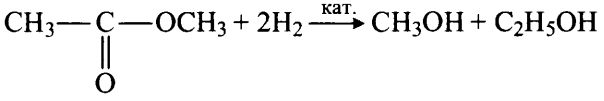
Наиболее важными являются следующие реакции сложных эфиров.

Гидролиз. Эта реакция является обратной реакции этерификации. Она протекает в кислой или щелочной среде:





Восстановление. При восстановлении сложных эфиров образуется смесь спиртов, например:



Аминами называют органические соединения, являющиеся продуктами замещения атомов водорода в аммиаке углеводородными радикалами. ***Алифатическими*** называют амины, в которых атомы водорода замещены алифатическими углеводородными радикалами. ***Ароматическими*** называют амины, в которых атомы водорода замещены ароматическими радикалами. В зависимости от того, сколько атомов водорода замещено, различают первичные, вторичные и третичные амины.

Низшие амины представляют собой газы, хорошо растворимые в воде. Амины с большой молекулярной массой представляют собой жидкости с неприятным запахом испорченной рыбы. Высшие амины являются твердыми веществами без запаха. Физические свойства некоторых аминов приведены в таблице 8.

Таблица 8

Физические свойства ряда аминов

Название	Структурная формула	Температура плавления, °С	Температура кипения, °С
Метиламин	$CH_3—NH_2$	–92,5	–6,5
Диметиламин	$(CH_3)_2NH$	–96	7,4
Триметиламин	$(CH_3)_3N$	–124	3,5

Окончание таблицы 8

Название	Структурная формула	Температура плавления, °С	Температура кипения, °С
Этиламин	$CH_3—CH_2—NH_2$	–80,6	16,6
Диэтиламин	$(CH_3—CH_2)_2NH$	–50	55,8
Триэтиламин	$(CH_3—CH_2)_3N$	–11,5	89,5
н-Пропиламин	$CH_3CH_2CH_2NH_2$	–83	48,7
Анилин (аминобензол)	$C_6H_5NH_2$	6,2	184,4

Химические свойства аминов определяются наличием в их составе аминогруппы, атом азота которой содержит неподеленную электронную пару. Амины проявляют основные свойства. В водных растворах амины, присоединяя протон, образуют аммонийные соединения. Реакция этих растворов щелочная.

$$R—NH_2 + H—OH \longrightarrow [R—NH_3]OH \longrightarrow [R—NH_3]^+ + OH^-$$

Основность аминов отличается от основности аммиака. Алифатические амины жирного ряда обладают по сравнению с аммиаком бóльшими основными свойствами.

Ароматические амины обладают меньшей по сравнению с аммиаком основностью.

Амины реагируют с кислотами с образованием солей:

$$C_2H_5NH_2 + H_2SO_4 \longrightarrow [C_2H_5NH_3]HSO_4$$

$$C_6H_5NH_2 + HCl \longrightarrow [C_6H_5NH_3]HCl$$

Эти соли являются аналогами солей аммония.

Для аминов характерна реакция алкилирования, т.е. взаимодействия с галоидными алкилами:

$$C_2H_5NH_2 + CH_3Br \xrightarrow{-HBr} C_2H_5NHCH_3$$

метилэтиламин

Амины реагируют с азотистой кислотой, при этом направление реакции зависит от природы амина. Первичные амины переходят в спирты, а вторичные — в N-нитрозоамины, которые представляют собой маслянистые жидкости с характерным запахом.

$$C_2H_5NH_2 + HNO_2 \longrightarrow C_2H_5OH + N_2\uparrow + H_2O$$

$$(C_2H_5)NH + HNO_2 \longrightarrow (C_2H_5)_2N—N{=}O + H_2O$$

Третичные амины с азотистой кислотой не реагируют, поэтому азотистая кислота является соединением, позволяющим определить тип амина.

Амины горят на воздухе. При этом выделяется азот, углекислый газ и вода:

$$4CH_3NH_2 + 9O_2 \longrightarrow 4CO_2\uparrow + 10H_2O + 2N_2\uparrow$$

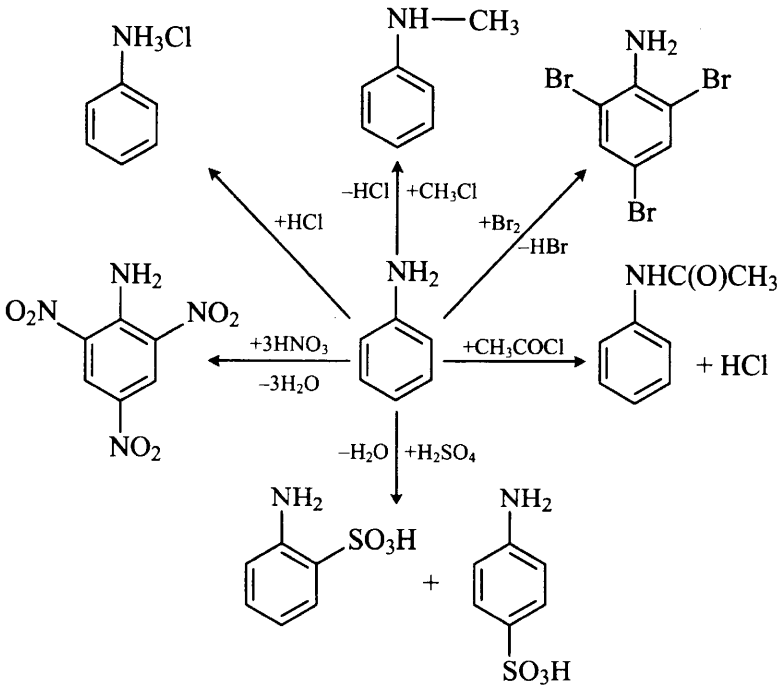
Анилин $C_6H_5NH_2$ представляет собой бесцветную жидкость с т. кип. 184,4 °С. Его получают по реакции Зинина — восстановлением нитробензола.

Анилин, как и алифатические амины, вступает в реакции алкилирования, дает соли при взаимодействии с кислотами:

$$C_6H_5NH_2 + CH_3I \longrightarrow C_6H_5NH{-}CH_3 \cdot HI$$

иодгидрат метиланилина

Ниже приведены реакции, иллюстрирующие характерные химические свойства анилина.



Аминокислотами называют соединения, содержащие в своем составе одновременно карбоксильную и аминогруппы. Простейшим представителем этого класса соединений является аминоуксусная кислота или глицин — $H_2N—CH_2—COOH$.

В молекулах аминокислот могут содержаться и несколько амино- и карбоксильных групп, например:

$H_2N—(CH_2)_3—CH_2—CH(NH_2)—COOH$ лизин

$HOOC—CH_2—CH(NH_2)—COOH$ аспарагиновая кислота.

В зависимости от положения аминогруппы по отношению к карбоксильной группе различают α-, β-, γ- и т. д. аминокислоты.

$CH_3—CH_2—CH(NH_2)—COOH$ α-аминомасляная кислота

$CH_3—CH(NH_2)CH_2—COOH$ β-аминомасляная кислота

$H_2N—CH_2—CH_2—CH_2—COOH$ γ-аминомасляная кислота

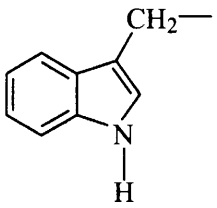
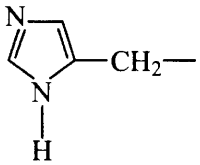
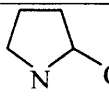
Изомерия аминокислот определяется изомерией углеродной цепи и изомерией положения аминогруппы по отношению к карбоксильной группе.

Наибольшее практическое значение имеют α-аминокислоты. Эти соединения дополнительно классифицируют по химической природе радикала. Во всех белковых веществах постоянно встречаются 20 аминокислот, формулы которых приведены в таблице 9.

Таблица 9

Формулы важнейших α-аминокислот $H_2N—CHR—COOH$

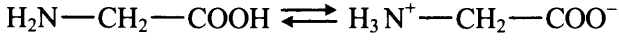
Строение радикала R	Название
Алифатические	
H—	Глицин
CH_3—	Аланин
$(CH_3)_2CH$—	Валин
$(CH_3)_2CH—CH_2$—	Лейцин
$CH_3—CH_2—CH(CH_3)$—	Изолейцин
Содержащие OH-*группу*	
$HO—CH_2$—	Серин
$CH_3—CH(OH)$—	Треонин

Строение радикала R	Название
Содержащие COOH-*группу*	
$HOOC—CH_2—$	Аспарагиновая
$HOOC—CH_2—CH_2—$	Глутаминовая
Содержащие $CONH_2$-*группу*	
$H_2N—C(O)—CH_2—$	Аспарагин
$H_2N—C(O)—CH_2—CH_2—$	Глутамин
Содержащие NH_2-*группу*	
$H_2N—(CH_2)_3—CH_2—$	Лизин
$HN{=}C(NH_2)—NH—(CH_2)_2—CH_2—$	Аргинин
Серосодержащие	
$HS—CH_2—$	Цистеин
$CH_3—S—CH_2—CH_2—$	Метионин
Ароматические	
$C_6H_5—CH_2—$	Фенилаланин
$п—HO—C_6H_4—CH_2—$	Тирозин
Гетероциклические	
	Триптофан
	Гистидин
	Пролин

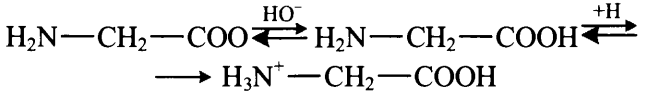
Наиболее общим методом получения аминокислот является действие избытка аммиака на галогенозамещенные карбоновые кислоты или их соли, например:

$$ClCH_2COOH + 3NH_3 \longrightarrow H_2NCH_2COONH_4 + NH_4Cl$$

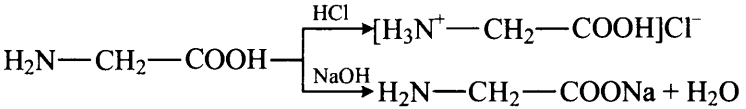
Моноаминокарбоновые кислоты представляют собой внутренние соли, которые образуются при переходе протона от карбоксильной группы к аминогруппе:



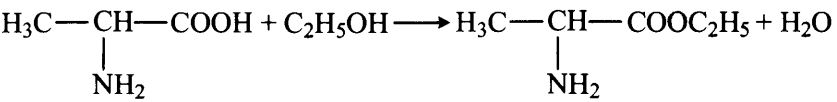
Такие соли называют *цвиттер-ионами*, или *биполярными* ионами. В кислой среде эти ионы ведут себя как катионы, а в щелочной — как анионы.



Аминокислоты проявляют свойства, характерные как для кислот, так и для аминов.



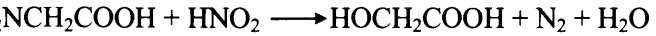
Образование сложных эфиров. Эта реакция происходит при взаимодействии аминокислот со спиртами, например:



Декарбоксилирование α-аминокислот происходит при их нагревании с гидроксидом бария, а в организме — под действием ферментов, например:



Реакция с азотистой кислотой. Идет аналогично взаимодействию азотистой кислоты с первичными аминами. При этом образуются оксикислоты, например:



На этой реакции основан метод количественного определения аминокислот.

Образование пептидов. Аминокислоты реагируют между собой с образованием пептидов и выделением воды, например:

$$CH_3CH(NH_2)—COOH + H_2NCH_2COOH \longrightarrow$$
$$\longrightarrow CH_3CH(NH_2)—CONHCH_2COOH + H_2O$$

дипептид аланинглицин

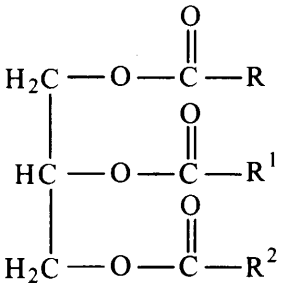
$$CH_3CH(NH_2) —COOH + H_2NCH_2COOH \longrightarrow$$
$$\longrightarrow H_2NCH_2—CONHCH(CH_3)COOH + H_2O$$

дипептид глициналанин

Качественное определение α-аминокислот. α-Аминокислоты образуют внутрикомплексные соли при взаимодействии со свежеосажденным гидроксидом меди. Эти соли имеют фиолетово-синее окрашивание.

α-Аминокислоты реагируют с нингидрином с образованием характерного сине-фиолетового окрашивания.

Биологически важные вещества: жиры, углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды), белки. ***Жирами*** называют смесь сложных эфиров глицерина и высших карбоновых кислот. В состав жиров входят самые разнообразные высшие жирные карбоновые кислоты, но только один спирт — глицерин. Именно поэтому эти сложные эфиры называют ***глицеридами.*** Общая формула жиров:



где R, R^1, R^2 — углеводородные остатки.

Простыми называют глицериды, содержащие кислотные остатки одинаковых кислот.

Смешанными называют глицериды, содержащие кислотные остатки разных кислот. Как правило, природные жиры являются сме-

шанными глицеридами. В их составе чаще всего встречаются кислоты с C_{16}–C_{18}. Эти кислоты могут быть насыщенными и ненасыщенными.

Наиболее важные насыщенные карбоновые кислоты, входящие в состав жиров, следующие:

$C_{15}H_{31}COOH$ — пальмитиновая кислота

$C_{17}H_{35}COOH$ — стеариновая кислота

Наиболее важные ненасыщенные карбоновые кислоты, входящие в состав жиров:

$$CH_3—(CH_2)_7—CH=CH—(CH_2)_7—COOH$$

олеиновая кислота

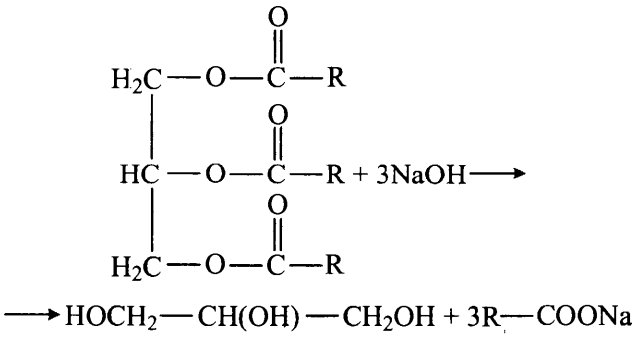
$$CH_3—(CH_2)_4—CH=CH—CH_2—CH=CH—(CH_2)_7—COOH$$

линолевая кислота ($C_{17}H_{31}COOH$)

$$CH_3—CH_2—CH=CH—(CH_2—CH=CH)_2—(CH_2)_7—COOH$$

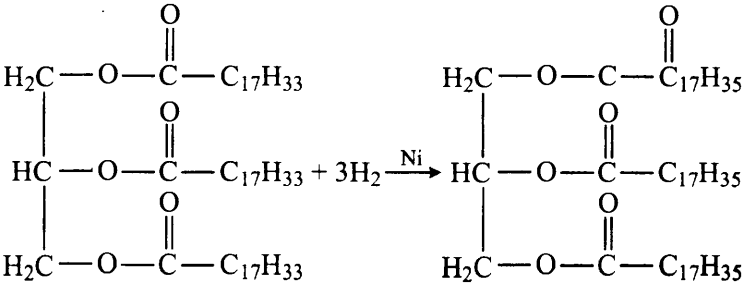
линоленовая кислота ($C_{17}H_{29}COOH$)

Наиболее важными химическими свойствами жиров является их способность к гидролизу и гидрогенизации. Гидролиз жиров происходит в кислой или щелочной среде при повышенной температуре. При гидролизе щелочью образуются глицерин и соли высших кислот — мыла́, отсюда и происходит название этого процесса — омыление:



Гидрогенизация жиров. В присутствии мелкораздробленного никеля происходит присоединение водорода по двойным связям нена-

сыщенных кислот. При этом жидкие растительные масла переходят в твердые, например:



Углеводами называют класс полиоксикарбонильных соединений, отвечающих общей формуле $\mathbf{C_n(H_2O)_m}$. Эти соединения являются многоатомными альдегидоспиртами, или многоатомными кетоспиртами. Углеводы широко распространены в природе и играют важную роль в жизни человека, животных и растений.

Углеводы делят на две группы: *моносахариды* и *полисахариды*. Моносахариды при гидролизе не способны распадаться на более простые углеводы. Полисахаридами называют углеводы, способные подвергаться гидролизу с образованием моносахаридов.

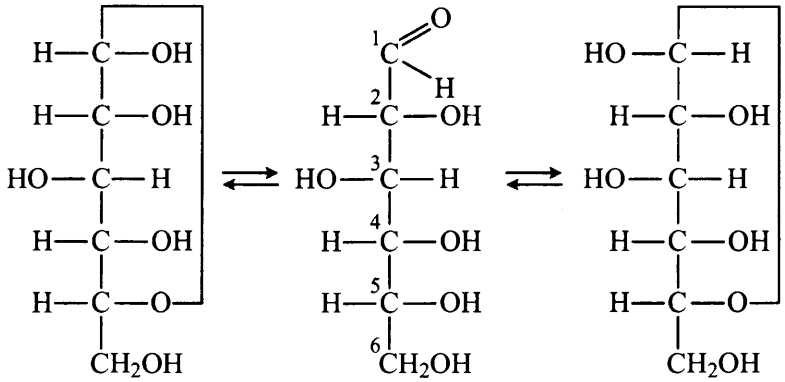
Альдозами называют моносахариды, имеющие в своем составе альдегидную группу.

Кетозами называют моносахариды, имеющие в своем составе кетогруппу. По числу углеродных атомов в молекуле моносахарида различают *гексозы, пентозы* и т.д.

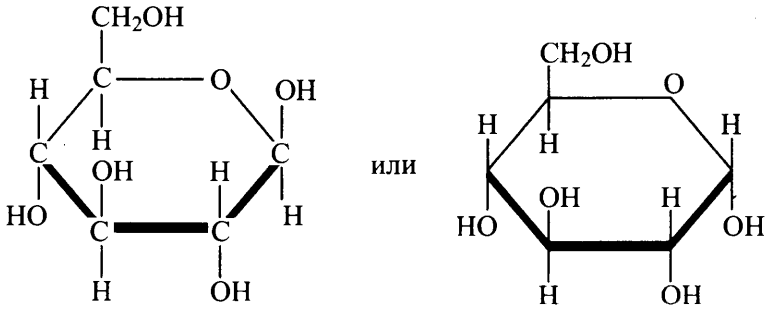
Полисахариды делят на *низкомолекулярные*, сахароподобные углеводы, растворимые в воде и сладкие на вкус, и *высокомолекулярные*, несахароподобные углеводы, которые не имеют сладкого вкуса и нерастворимы в воде.

Моносахариды. Наиболее распространенными среди моносахаридов являются *глюкоза* и *фруктоза*. Глюкоза имеет формулу $C_6H_{12}O_6$ и может существовать в линейной и циклической формах. Образование циклических форм можно объяснить строением углеродной цепи: гидроксильная группа пятого углеродного атома располагается вблизи альдегидной группы и атом водорода этой гидроксильной группы присоединяется по двойной C=O связи с образованием внутреннего

полуацеталя. Образовавшаяся при этом гидроксигруппа называется *полуацетальным гидроксилом*:



Для изображения циклических форм сахаров используют перспективное изображение структур (так называемые *формулы Хеуорса*), которые наглядно показывают взаимное пространственное расположение гидроксильных групп. При этом, чтобы показать положение плоскости кольца, три связи, соединяющие атомы углерода и обращенные вперед, к читателю, обозначают жирными линиями, атомы углерода при написании формул по Хеуорсу обычно опускают.

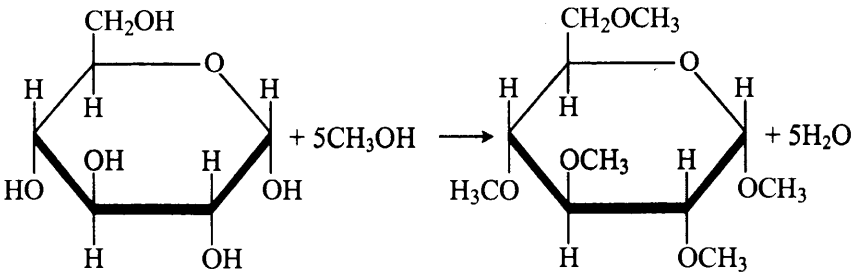


Для циклической формы одного и того же моносахарида возможно различное расположение в пространстве полуацетальной гидроксильной группы. Эти формы называют аномерами и обозначают как α- и β-формы.

Моносахариды существуют преимущественно в виде циклических полуацеталей, но циклическая и альдегидная формы находятся в рав-

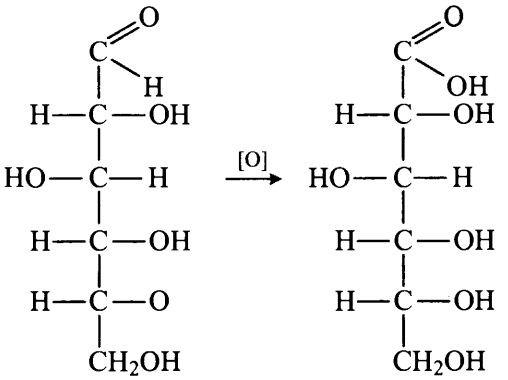
новесии друг с другом. Поэтому возможны реакции, характерные для альдегидной и циклической форм.

Химические свойства углеводов определяются функциональными группами, которые входят в состав углеводов. Как спирты они легко превращаются в простые и сложные эфиры, например:



Наличие спиртовых групп обуславливает появление характерного ярко-синего окрашивания при взаимодействии со свежеосажденным гидроксидом меди (II).

Глюкоза очень легко в мягких условиях окисляется с образованием глюконовой кислоты. В качестве окислителей используют аммиачный раствор оксида серебра, свежеосажденный гидроксид меди (II) или бромную воду:



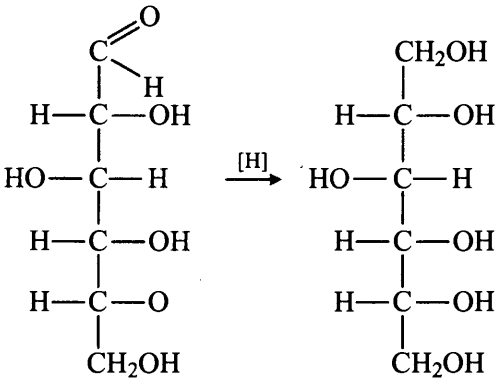
Окисление глюкозы разбавленной азотной кислотой приводит к D-глюкаровой кислоте:

$$HOCH_2(CHOH)_4C(O)H \longrightarrow HOOC(CHOH)_4COOH$$

глюкаровая кислота

Концентрированная серная кислота обезвоживает глюкозу, превращая ее в углерод.

Восстановлением глюкозы получают шестиатомный спирт — сорбит:



D-глюкоза D-сорбит

Под действием микроорганизмов глюкоза вступает в различные реакции. Этот процесс называют брожением. В зависимости от вида бактерий получают различные продукты реакции: этиловый спирт, молочную или масляную кислоты.

Спиртовое брожение (дрожжи):

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

этиловый спирт

Молочнокислое брожение:

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2CH_3CH(OH)COOH$$

молочная кислота

Маслянокислое брожение:

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_3H_7COOH + 2CO_2 + 2H_2$$

масляная кислота

Глюкоза является основным источником энергии для живых организмов. Процесс окисления глюкозы описывают уравнением:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$

Фруктоза является структурным изомером глюкозы и относится к кетогексозам:

$$HOCH_2—(CHOH)_3—C(O)—CH_2OH$$

фруктоза

Классификация химических реакций в неорганической и органической химии. Классификацию химических реакций в неорганической и органической химии осуществляют на основании различных классифицирующих признаков, сведения о которых приведены в таблице 10.

Таблица 10

Классификация химических реакций

Классификационный признак (основание)	Классы реакций	Примеры
Изменение степени окисления	окислительно-восстановительные	$2SO_2 + O_2 = 2SO_3$
	не окислительно-восстановительные	$KOH + HBr = KBr + H_2O$
Характер процесса	соединение	$H_2 + Br_2 = 2HBr$; $CH_2{=}CH_2 + H_2 = C_2H_6$
	разложение	$2KClO_3 = 2KCl + 3O_2\uparrow$
	замещение	$Ni + CuSO_4 = Cu\downarrow + NiSO_4$
	обмен	$KOH + HCl = KCl + H_2O$
Обратимость	обратимые	$N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$
	необратимые	$BaBr_2 + K_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + 2KBr$
Тип разрыва связей	гомолитические	$Cl_2 \overset{h\nu}{=} Cl\bullet + Cl\bullet$
	гетеролитические	$HBr \rightleftarrows H^+ + Br^-$
Тепловой эффект	экзотермические	$C + O_2 = CO_2 + Q$
	эндотермические	$CaCO_3 = CaO + CO_2 - Q$
Агрегатное состояние фаз	гомогенные	$KOH + HCl = KCl + H_2O$ (все вещества находятся в водном растворе)
	гетерогенные	$4FeS_{2\,(тв.)} + 11O_{2\,(газ)} = 2Fe_2O_{3\,(тв.)} + 8SO_2\uparrow_{(газ)}$
Наличие или отсутствие катализатора	некаталитические	$2H_2 + S = 2H_2S$
	каталитические	$2SO_2 + O_2 \overset{V_2O_5}{=} 2SO_3$

Окислительно-восстановительными называют реакции, сопровождающиеся изменением степеней окисления химических элементов, входящих в состав реагентов.

Реакциями межмолекулярного окисления-восстановления называют реакции, в которых обмен электронами происходит между различными атомами или молекулами, при этом атом-окислитель и атом-восстановитель в данных реакциях принадлежат разным веществам, например:

$$Zn^0 + S^0 = Zn^{+2}S^{-2}$$

$$Br_2^0 + H_2^0 \longrightarrow 2H^{+1}Br^{-1}$$

Реакциями внутримолекулярного окисления-восстановления называют реакции, в которых атом-окислитель и атом-восстановитель входят в состав одного и того же вещества:

$$2KCl^{+5}O_3^{-2} \longrightarrow 2KCl^{-1} + 3O_2^0$$

В данной реакции окислителем является атом хлора в степени окисления +5, а восстановителем — атом кислорода в степени окисления –2.

Не окислительно-восстановительными называют реакции, в которых степень окисления химических элементов, входящих в состав реагентов, не изменяется. Например:

$$Si^{+4}O_2^{-2} + 2Na^{+1}O^{-2}H^{+1} = Na_2^{+1}Si^{+4}O_3^{-2} + H_2^{+1}O^{-2}$$

Реакциями соединения (иначе реакциями синтеза) называют химические реакции, в результате которых сложные молекулы получаются из нескольких более простых, например:

$$4Li + O_2 = 2Li_2O$$

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$

Реакциями разложения называют химические реакции, в результате которых простые молекулы получаются из более сложных, например:

$$CaCO_3 = CaO + CO_2$$

Реакциями замещения называют химические реакции, в результате которых атом или группа атомов в молекуле вещества замещается на другой атом или группу атомов, например:

$$Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2\uparrow$$

Реакциями обмена называют химические реакции, протекающие без изменения степеней окисления элементов и приводящие к обмену составных частей реагентов, например:

$$AgNO_3 + KBr = AgBr + KNO_3$$

Необратимыми называют химические реакции, протекающие только в прямом направлении, в результате которых образуются продукты, не взаимодействующие между собой. К необратимым относят химические реакции, в результате которых образуются малодиссоциированные соединения, происходит выделение большого количества энергии, а также те, в которых конечные продукты уходят из сферы реакции в газообразном виде или в виде осадка, например:

$$HCl + NaOH = NaCl + H_2O$$

$$2Ca + O_2 = 2CaO$$

$$BaBr_2 + Na_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + 2NaBr$$

$$K_2CO_3 + H_2SO_4 = K_2SO_4 + CO_2\uparrow + H_2O$$

Обратимыми называют химические реакции, протекающие при данной температуре одновременно в двух противоположных направлениях с соизмеримыми скоростями. При записи уравнений таких реакций знак равенства заменяют противоположно направленными стрелками.

Простейшим примером обратимой реакции является синтез аммиака взаимодействием азота и водорода:

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$

По типу разрыва химической связи в исходной молекуле различают гомолитические и гетеролитические реакции.

Гомолитическими называются реакции, при которых в результате разрыва связей образуются частицы, имеющие неспаренный электрон — свободные радикалы.

Гетеролитическими называют реакции, протекающие через образование ионных частиц — катионов и анионов.

Радикальными (цепными) называют химические реакции с участием радикалов, например:

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3Cl + HCl$$

Ионными называют химические реакции, протекающие с участием ионов, например:

$$KCl + AgNO_3 = KNO_3 + AgCl\downarrow$$

Электрофильными называют гетеролитические реакции органических соединений с электрофилами — частицами, несущими целый или дробный положительный заряд. Они подразделяются на реакции электрофильного замещения и электрофильного присоединения, например:

$$C_6H_6 + Cl_2 \xrightarrow{FeCl_3} C_6H_5Cl + HCl$$

$$H_2C{=}CH_2 + Br_2 \longrightarrow BrCH_2\text{-}CH_2Br$$

Нуклеофильными называют гетеролитические реакции органических соединений с нуклеофилами — частицами, несущими целый или дробный отрицательный заряд. Они подразделяются на реакции нуклеофильного замещения и нуклеофильного присоединения, например:

$$CH_3Br + NaOH \longrightarrow CH_3OH + NaBr$$

$$CH_3C(O)H + C_2H_5OH \longrightarrow CH_3CH(OC_2H_5)_2 + H_2O$$

Экзотермическими называют химические реакции, идущие с выделением теплоты. Условное обозначение изменения энтальпии (теплосодержания) ΔH, а теплового эффекта реакции Q. Для экзотермических реакций $Q > 0$, а $\Delta H < 0$.

Эндотермическими называют химические реакции, идущие с поглощением теплоты. Для эндотермических реакций $Q < 0$, а $\Delta H > 0$.

Гомогенными называют реакции, протекающие в однородной среде.

Гетерогенными называют реакции, протекающие в неоднородной среде, на поверхности соприкосновения реагирующих веществ, находящихся в разных фазах, например, твердой и газообразной, жидкой и газообразной, в двух несмешивающихся жидкостях.

Каталитические реакции протекают только в присутствии катализатора. ***Некаталитические реакции*** идут в отсутствие катализатора.

Классификация органических реакций приведена в таблице 11.

Таблица 11

Классификация органических реакций по механизму

Тип реакции	Радикальные (R)	Нуклеофильные (N)	Электрофильные (E)
Замещение (S)	Радикальное замещение (S_R)	Нуклеофильное замещение (S_N)	Электрофильное замещение (S_E)
Присоединение (A)	Радикальное присоединение (A_R)	Нуклеофильное присоединение (A_N)	Электрофильное присоединение (A_E)
Отщепление (E) (элиминирование)	Радикальное отщепление (E_R)	Нуклеофильное отщепление (E_N)	Электрофильное отщепление (E_E)

Скорость реакции, ее зависимость от различных факторов.

Скоростью химической реакции называют изменение концентрации реагента или продукта химической реакции во времени. Рассмотрим реакцию:

$$a\text{A} + b\text{B} = d\text{D} + f\text{F}$$

Пусть концентрация вещества А в момент времени t_1 равна C_1, а в момент времени t_2 равна C_2. Тогда математическое выражение для средней скорости υ следующее:

$$\upsilon = -(C_2 - C_1)/(t_2 - t_1) = -\Delta C/\Delta t$$

Знак минус ставят, поскольку концентрация вещества А убывает во времени и, следовательно, ΔC будет иметь отрицательное значение. Скорость же химической реакции может быть только положительной величиной. Для реакций, протекающих в растворах, скорость реакции, как правило, измеряют в моль/(л · с).

Влияние концентрации реагентов на скорость химического взаимодействия выражается основным законом химической кинетики — ***законом действующих масс.*** Согласно этому закону, при постоянной температуре скорость элементарной гомогенной реакции прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ, в степенях, равных стехиометрическим коэффициентам этих веществ в уравнении реакции.

Для простой реакции $a\text{A} + b\text{B} = d\text{D}$ скорость определяют по следующему уравнению:

$$\upsilon = kC^a_{\text{A}} \cdot C^b_{\text{B}},$$

где k — константа скорости. Численно она равна скорости реакции при концентрациях реагирующих веществ, равных единице.

Закон действующих масс распространяется на газовые смеси и растворы, но неприменим к реакциям с участием твердых веществ.

Скорость гетерогенных реакций зависит от площади соприкосновения веществ, степени смешения реагентов, состояния их кристаллической решетки.

Зависимость скорости реакции от температуры определяется ***правилом Вант-Гоффа***: при повышении температуры на каждые 10 градусов скорость большинства реакций увеличивается в 2–4 раза.

Математически эта зависимость выражается соотношением:

$$V_{T_2} = V_{T_1} \cdot \gamma^{(T_2 - T_1)/10},$$

где V_{T_1} и V_{T_2} — скорости реакции соответственно при температурах T_1 и T_2, а γ — температурный коэффициент скорости реакции, который показывает, во сколько раз увеличивается скорость реакции с повышением температуры реагирующих веществ на 10 градусов.

Следует подчеркнуть, что правило Вант-Гоффа является приближенным и применимо лишь для ориентировочной оценки влияния температуры на скорость реакции.

Катализом называют явление изменения скорости химической реакции веществами, которые участвуют в промежуточных стадиях реакции, но не входят в состав конечных продуктов.

Катализатором называют вещество, увеличивающее скорость химической реакции, но в конечном итоге остающееся неизменным.

Химические реакции, протекающие при участии катализаторов, называют *каталитическими.*

В случае ускорения химических реакций говорят о *положительном катализе* или просто катализе, в случае замедления реакций — об *отрицательном катализе или ингибировании.*

Различают гомогенный и гетерогенный катализ.

Гомогенным называют катализ, при котором и реагенты и катализатор находятся в одной фазе.

Гетерогенным называют катализ, при котором реагенты и катализатор находятся в разных фазах.

Тепловой эффект химической реакции. Термохимические уравнения. ***Тепловым эффектом*** химической реакции называют количество теплоты, выделенное или поглощенное в ходе химической реакции при условии, что температура продуктов реакции равна температуре исходных веществ.

Термохимическими уравнениями называют химические уравнения, в которых приводят тепловые эффекты реакций. Тепловой эффект обозначают символом Q или ΔH, выражают в килоджоулях (кДж) и относят к количеству вещества, определенному в уравнении реакции. При этом $Q = -\Delta H$.

В термохимических уравнениях указывают агрегатное состояние веществ (кристаллическое, жидкое, газообразное и т.д.). Следует подчеркнуть, что в термохимических уравнениях могут стоять дробные коэффициенты. Тепловой эффект реакции зависит от температуры и давления, поэтому, как правило, его приводят для стандартных условий, т. е. температуры 298 К и давления 101,3 кПа.

Теплотой сгорания называют теплоту реакции полного окисления 1 моль вещества.

Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение равновесия под действием различных факторов. *Химическим равновесием* называют состояние системы реагирующих веществ, при котором скорости прямой и обратной реакции равны между собой. При химическом равновесии концентрации исходных веществ и продуктов реакции остаются неизменными, однако при этом непрерывно протекают как прямая, так и обратная реакции, но с одинаковой скоростью, поэтому равновесие называют *динамическим*.

Состояние химического равновесия при неизменных внешних условиях может сохраняться сколь угодно долго. Условие смещения химического равновесия определяется принципом Ле Шателье:

Внешнее воздействие на систему, находящуюся в состоянии устойчивого равновесия, приводит к смещению этого равновесия в направлении, при котором эффект произведенного воздействия ослабляется.

Влияние изменения концентрации. Если в равновесную систему вводить какой-либо из компонентов, то в системе будет развиваться процесс, уменьшающий концентрацию дополнительно вводимого вещества. Иначе говоря, в равновесной системе нельзя изменить концентрацию только одного из веществ, не вызывая изменений концентраций всех остальных.

Влияние изменения температуры. При повышении температуры ускоряются как прямая, так и обратная реакции, но в разной степени. При этом эндотермический процесс ускоряется в большей степени, чем экзотермический. При понижении температуры в системе из двух реакций быстрее протекает экзотермическая. Поэтому равновесие экзотермической реакции при повышении температуры смещается в сторону исходных веществ, а эндотермической — в сторону продуктов реакции.

Влияние изменения давления. При повышении давления равновесие реакции смещается в направлении образования веществ, занимающих меньший объем, и, наоборот, понижение давления способствует процессу, сопровождающемуся увеличением объема.

Влияние катализаторов. Катализаторы одинаково ускоряют как прямую, так и обратную реакции, поэтому на смещение равновесия влияния не оказывают, а только способствуют более быстрому его достижению.

Диссоциация электролитов в водных растворах. Слабые и сильные электролиты. ***Электролитами*** называют вещества, водные растворы или расплавы которых проводят электрический ток. ***Электролитической диссоциацией*** называют распад электролитов в растворах или расплавах на ионы.

Степенью диссоциации называют отношение числа распавшихся на ионы молекул N_1 к общему числу растворенных молекул N. Ее обозначают символом α и выражают в долях единицы или в процентах:

$$\alpha = N_1/N$$

Степень диссоциации определяют экспериментально.

По степени диссоциации электролиты делят на сильные и слабые.

К сильным электролитам относят вещества, которые практически полностью диссоциируют на ионы: HCl, HBr, HI, HNO_3, H_2SO_4, KOH, NaOH и многие соли (KCl, Na_2SO_4). Степень диссоциации таких электролитов в разбавленных водных растворах больше 0,3.

К слабым электролитам относят вещества, диссоциирующие на ионы в незначительной степени, например: H_3BO_3, CH_3COOH, HCN, H_2S.

Степень диссоциации электролитов средней силы лежит в пределах от 0,03 до 0,3.

Реакции ионного обмена. ***Реакциями ионного обмена*** называют химические реакции, протекающие между ионами без изменения степеней окисления элементов и приводящие к обмену составных частей реагентов.

Уравнения обменных реакций записывают в различных формах. В молекулярной форме указывают формулы реагирующих веществ со стехиометрическими коэффициентами. В полной ионной форме указывают все существующие в растворе ионы, а в сокращенной ионной форме указывают только те ионы, которые непосредственно взаимодействуют между собой.

Подчеркнем, что при написании уравнений реакций в ионной форме малодиссоциирующие вещества (слабые электролиты) записывают в молекулярной форме.

Определенную сложность представляют реакции ионного обмена, в результате которых теоретически должны образоваться вещества, которые разлагаются в водной среде или в ней не существуют, например сульфиды или силикаты переходных металлов. Рассмотрим эти превращения на примере взаимодействия бромида алюминия с сульфидом натрия в водной среде:

$$AlBr_3 + Na_2S + H_2O =$$

Теоретически в результате реакции должны образоваться бромид натрия и сульфид алюминия:

$$2AlBr_3 + 3Na_2S = Al_2S_3 + 6NaBr$$

Однако Al_2S_3 полностью разлагается водой:

$$Al_2S_3 + 6H_2O = 2Al(OH)_3 + 3H_2S$$

Окончательно уравнение реакции будет иметь вид:

$$2AlBr_3 + 3Na_2S + 6H_2O = 2Al(OH)_3 + 3H_2S + 6NaBr$$

Реакции окислительно-восстановительные. ***Окислительно-восстановительными*** называют реакции, сопровождающиеся изменением степеней окисления химических элементов, входящих в состав реагентов.

Окислением называют процесс отдачи электронов атомом, молекулой или ионом, сопровождающийся повышением степени окисления.

Восстановлением называют процесс присоединения электронов атомом, молекулой или ионом, сопровождающийся понижением степени окисления.

Окислителем называют реагент, принимающий электроны в ходе окислительно-восстановительной реакции и понижающий за счет этого свою степень окисления.

Восстановителем называют реагент, отдающий электроны в ходе окислительно-восстановительной реакции и повышающий за счет этого свою степень окисления.

Представление процессов окисления и восстановления как процессов присоединения и отдачи электронов атомами или ионами является условным.

Для составления окислительно-восстановительных реакций чаще всего используют метод электронного баланса.

Составление уравнения окислительно-восстановительной реакции осуществляют в несколько стадий.

1. Записывают схему уравнения с указанием в левой и правой частях степеней окисления атомов элементов, участвующих в процессах окисления и восстановления.

2. Определяют число электронов, приобретаемых или отдаваемых атомами или ионами.

3. Уравнивают число присоединенных и отданных электронов введением множителей, исходя из наименьшего кратного для коэффициентов в процессах окисления и восстановления.

4. Найденные коэффициенты подставляют в уравнение реакции перед соответствующими формулами веществ в левой и правой частях.

Пример 1. Реакция фосфора с серой. Записываем схему реакции и указываем изменение степеней окисления:

$$P^0 + S^0 \longrightarrow P_2^{+3}S^{-2}$$

Атом серы присоединяет два электрона, изменяя свою степень окисления от 0 до –2. Она является окислителем.

Атом фосфора отдает три электрона, изменяя свою степень окисления от 0 до +3. Он является восстановителем.

Составляем электронное уравнение и уравниваем число присоединенных и отданных электронов:

$S^0 + 2e^- \longrightarrow S^{-2}$	3	окислитель
$P^0 - 3e^- \longrightarrow P^{+3}$	2	восстановитель

Подставляем найденные коэффициенты в уравнение реакции и окончательно получаем:

$$2P + 3S = P_2S_3$$

Пример 2. Окисление алюминия кислородом. Записываем схему реакции и указываем изменение степеней окисления:

$$Al^0 + O_2{}^0 \longrightarrow Al_2{}^{+3}O_3{}^{-2}$$

Степень окисления кислорода изменяется от 0 до –2, при этом молекула кислорода присоединяет четыре электрона. Кислород является окислителем.

Атом алюминия отдает три электрона, изменяя свою степень окисления от 0 до +3. Он является восстановителем.

Составляем электронное уравнение и уравниваем число присоединенных и отданных электронов:

$O_2{}^0 + 4e^- \longrightarrow 2O^{-2}$	3	окислитель
$Al^0 - 3e^- \longrightarrow Al^{+3}$	4	восстановитель

Электронное уравнение для кислорода записывают именно так, поскольку окислителем является молекула кислорода, состоящая из двух атомов, и каждый из этих атомов изменяет свою степень окисления от 0 до –2. Коэффициент 3 относится к молекуле кислорода в левой части уравнения, а количество атомов кислорода в правой части уравнения $3 \times 2 = 6$.

Подставляем найденные коэффициенты в уравнение реакции и окончательно получаем:

$$4Al^0 + 3O_2^0 \longrightarrow 2Al_2^{+3}O_3^{-2}$$

Часто окислительно-восстановительные реакции проходят в растворах в нейтральной, кислой или щелочной среде. При этом химические элементы, входящие в состав вещества, образующего среду реакции, свою степень окисления не меняют.

Пример 3. Окисление бромида калия перманганатом калия в среде серной кислоты. Записываем схему реакции, указываем степени окисления элементов, участвующих в процессах окисления и восстановления.

$$KMn^{+7}O_4 + KBr^{-1} + H_2SO_4 \longrightarrow$$
$$\longrightarrow Mn^{+2}SO_4 + Br_2{}^0 + K_2SO_4 + H_2O$$

Атом марганца принимает пять электронов, изменяя свою степень окисления от +7 до +2. Перманганат калия является окислителем.

Два бромид-иона присоединяют два электрона, образуя молекулу Br_2^0. Бромид калия является восстановителем.

Составляем электронное уравнение и уравниваем число присоединенных и отданных электронов введением множителей:

$Mn^{+7} + 5e^- \longrightarrow Mn^{+2}$	2	окислитель
$2Br^- - 2e^- \longrightarrow Br_2^0$	5	восстановитель

Найденные коэффициенты, которые называют основными, поскольку соотношение между их численными значениями постоянно, подставим в уравнение реакции перед соответствующими формулами веществ в левой и правой части.

$$2KMn^{+7}O_4 + 10KBr^{-1} + H_2SO_4 =$$
$$= 2MnSO_4 + 5Br_2^0 + K_2SO_4 + H_2O$$

Серная кислота является средой реакции. Ни один из элементов, входящих в состав этого соединения, свою степень окисления не меняет, но сульфат-анион связывает выделяющиеся в результате реакции катионы калия и марганца. Для серной кислоты (в левой части), сульфата калия и воды (в правой части) подсчет коэффициентов проводим сравнением числа атомов или ионов в левой и правой частях уравнения.

В левой части уравнения число ионов калия равно 12 (10 + 2), а в правой это число равно 2. Поэтому в правой части перед K_2SO_4 ставим коэффициент 6 (12/2 = 6):

$$2KMnO_4 + 10KBr + H_2SO_4 \longrightarrow$$
$$\longrightarrow 2MnSO_4 + 5Br_2^0 + 6K_2SO_4 + H_2O$$

Число сульфат-ионов в правой части складывается из шести у K_2SO_4 и двух у $MnSO_4$ и равно восьми. Следовательно, в реакцию должно вступить 8 молекул H_2SO_4, поэтому для серной кислоты в левой части ставим коэффициент 8. Число атомов водорода в левой части уравнения равно $8 \times 2 = 16$. Отсюда вычисляем коэффициент для воды: 16/2 = 8.

В результате суммарное уравнение реакции будет иметь вид:

$$2KMnO_4 + 10KBr + 8H_2SO_4 =$$
$$= 2MnSO_4 + 5Br_2^0 + 6K_2SO_4 + 8H_2O$$

Рассмотрим пример, когда одно и то же вещество одновременно является окислителем и создает среду реакции. Это встречается часто. Это наиболее характерно для концентрированной серной кислоты и азотной кислоты в любой концентрации.

Пример 4. Окисление меди разбавленной азотной кислотой. Записываем схему реакции и указываем изменение степеней окисления:

$$Cu^0 + HN^{+5}O_3 \longrightarrow Cu^{+2}(NO_3)_2 + N^{+2}O\uparrow + H_2O$$

Степень окисления азота изменяется от +5 до +2, при этом азот присоединяет три электрона. Азотная кислота является окислителем.

Медь отдает два электрона, изменяя свою степень окисления от 0 до +2. Она является восстановителем.

Составляем электронное уравнение и уравниваем число присоединенных и отданных электронов

$N^{+5} + 3e^- \longrightarrow N^{+2}$	2	окислитель
$Cu^0 - 2e^- \longrightarrow Cu^{+2}$	3	восстановитель

Подставляем найденные коэффициенты перед окислителем и восстановителем в левой части уравнения реакции и перед продуктами окисления и восстановления в правой части уравнения реакции:

$$3Cu + 2HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + H_2O$$

При этом в правой части уравнения реакции имеется $3 \times 2 = 6$ нитрат-ионов, не изменивших свою степень окисления. Очевидно, что для этого в правую часть уравнения реакции следует добавить 6 молекул HNO_3. Тогда общее количество молекул азотной кислоты в правой части уравнения составит $2 + 6 = 8$. В этих молекулах будет содержаться $8 \times 1 = 8$ атомов водорода. Такое же количество атомов водорода должно быть и в правой части уравнения. Тогда перед молекулой воды следует подставить коэффициент $\frac{8}{2} = 4$, и уравнение окончательно будет иметь вид:

$$3Cu + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 4H_2O$$

Проверяем правильность баланса, подсчитывая число атомов кислорода в левой и правой частях уравнения. В левой части $4 \times 3 = 12$. В правой части $2 \times 3 = 6$ в нитрате меди, $2 \times 2 = 4$ в оксиде азота(IV) и $2 \times 1 = 2$ в молекуле воды. Итого: $6 + 4 + 2 = 12$. Таким образом, реакция полностью уравнена.

Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная. ***Гидролизом*** называют взаимодействие ионов соли с водой, приводящее к образованию слабого электролита. В зависимости от силы кислот и оснований образуемые ими соли делят на четыре типа:

1) соли, образованные сильным основанием и сильной кислотой;
2) соли, образованные сильным основанием и слабой кислотой;
3) соли, образованные слабым основанием и сильной кислотой;
4) соли, образованные слабым основанием и слабой кислотой.

Соли, образованные катионом сильного основания и анионом сильной кислоты, гидролизу не подвергаются, поскольку при их взаимодействии с водой слабый электролит образовываться не может. Поэтому равновесие диссоциации воды не нарушается и среда в растворах таких солей остается нейтральной (pH = 7).

Гидролизом по аниону называют гидролиз солей, образованных катионом сильного основания и анионом слабой кислоты. При этом образуются слабый электролит, гидроксид-ион OH^- и другие ионы. Среда таких растворов щелочная (pH > 7), например:

$$K_2CO_3 + HOH \rightleftarrows KHCO_3 + KOH \text{ (I ступень)}$$

или в ионной форме

$$2K^+ + CO_3^{2-} + HOH \rightleftarrows 2K^+ + HCO_3^- + OH^- \text{ (I ступень)}$$

$$CO_3^{2-} + HOH \rightleftarrows HCO_3^- + OH^-$$

Повышение концентрации гидроксид-ионов в растворе смещает равновесие влево, и гидролиз по второй ступени практически не протекает:

$$KHCO_3 + HOH \rightleftarrows KOH + H_2CO_3 \text{ (II ступень)}$$

Данный случай гидролиза представляет собой типичную обратимую реакцию.

Гидролизом по катиону называют гидролиз солей, образованных катионом слабого основания и анионом сильной кислоты. При этом образуются слабый электролит, ион водорода H^+ и другие ионы. Среда таких растворов кислая (pH < 7,0), например:

$$CuCl_2 + HOH \rightleftarrows Cu(OH)Cl + HCl \text{ (I ступень)}$$

или в ионной форме:

$$Cu^{2+} + 2Cl^- + HOH \rightleftarrows [Cu(OH)]^+ + 2Cl^- + H^+$$

$$Cu^{2+} + HOH \rightleftarrows [Cu(OH)]^+ + H^+$$

Гидролиз по второй ступени практически не идет:

$$Cu(OH)Cl + HOH \rightleftharpoons Cu(OH)_2 + HCl^- \text{ (II ступень)}$$

Эта реакция также представляет собой обратимый процесс.

Гидролизом по катиону и аниону называют гидролиз солей, образованных катионом слабого основания и анионом слабой кислоты. Данная реакция часто идет полностью и до конца, гидролиз необратим. Реакция и pH среды растворов таких солей зависит от относительной силы образующихся слабых кислот и оснований и может быть либо нейтральной, либо слабокислой, либо слабощелочной, например:

$$Al_2S_3 + 6H_2O = 2Al(OH)_3\downarrow + 3H_2S\uparrow \text{ (pH = 7)}$$

$$(NH_4)_2CO_3 + H_2O = NH_3 \cdot H_2O + NH_4HCO_3\uparrow \text{ (pH > 7)}$$

Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот).

Электролизом называют химические реакции, протекающие под действием электрического тока на электродах в растворах и расплавах электролитов.

Катодом называют отрицательно заряженный электрод.

Анодом называют положительно заряженный электрод.

На поверхности катода ионы, молекулы или атомы присоединяют электроны, т. е. протекает реакция электрохимического восстановления катионов и ионов водорода.

На аноде происходит отдача электронов, т. е. реакция окисления анионов и гидроксид-ионов.

Рассмотрим несколько примеров.

Электролиз расплава хлорида натрия на графитовых электродах. При этом одновременно протекают три процесса:

смещение катионов Na^+ к катоду, а анионов Cl^- к аноду

окисление хлорид-иона на аноде:

$$2Cl^- - 2e^- \longrightarrow Cl_2$$

восстановление катиона Na^+ на катоде:

$$Na^+ + 1e^- \longrightarrow Na$$

Суммарно электролиз расплава описывают уравнением:

$$2NaCl = 2Na + Cl_2$$

Электролиз расплава гидроксида натрия.

На катоде происходит восстановление натрия:

$$Na^+ + 1e^- \longrightarrow Na$$

На аноде происходит восстановление гидроксид-иона:

$$4OH^- - 4e^- \longrightarrow O_2 + 2H_2O$$

При электролизе водных растворов электролитов происходят более сложные процессы.

Если на одном и том же электроде могут осуществляться две и более реакции, то предпочтительней протекает та, для протекания которой требуются наименьшие затраты энергии.

Прогнозировать происходящие при электролизе водных растворов процессы можно с помощью ряда напряжений металлов и некоторых экспериментально обоснованных закономерностей.

Металлы, расположенные в порядке возрастания их стандартных электродных потенциалов, образуют так называемый электрохимический ряд напряжений металлов:

Li, Cs, K, Rb, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Al, Ti, Mn, Zn, Cr, Fe, Ni, Cd, Co, Ni, Sn, Pb (H_2) Cu, Hg, Ag, Pt, Au.

Упрощенно можно сказать, что этот ряд показывает, насколько легко металлы восстанавливаются в окислительно-восстановительных реакциях и электрохимических процессах.

Из электрохимического ряда напряжений металлов следует:

1. Металл с меньшим потенциалом (расположенный левее в электрохимическом ряду напряжений) вытесняет металл с большим потенциалом (расположенный правее) из растворов и расплавов его солей.

2. Металлы, расположенные левее водорода, вытесняют его из растворов кислот, а металлы, расположенные правее водорода, нет.

Установлены следующие закономерности:

1. Катионы металлов, стандартные электродные потенциалы которых выше, чем у водорода, т. е. расположенные в этом ряду правее его, при электролизе почти полностью восстанавливаются на катоде в виде металла.

2. Катионы металлов с малой величиной стандартного электродного потенциала (Li^+, Na^+, K^+, Rb^+,..., до Al^{3+} включительно) при

электролизе на катоде не восстанавливаются, а вместо них восстанавливаются молекулы воды.

3. Катионы металлов со стандартными электродными потенциалами меньше, чем у водорода, но больше, чем у алюминия (Mn^{2+}, Zn^{2+}, Cr^{3+}, Fe^{2+},..., до H), при электролизе восстанавливаются на катоде одновременно с молекулами воды.

Ряд восстановительной активности анионов:

$$F^-,\ NO_3^-,\ SO_4^{2-},\ OH^-,\ Cl^-,\ Br^-,\ I^-,\ S^{2-}$$

На нерастворимых анодах в процессе электролиза может происходить окисление анионов или молекул воды. При электролизе водных растворов бескислородных кислот и их солей (за исключением HF и фторидов) у анода будут разряжаться анионы и выделяться соответствующие галогены.

При электролизе кислородсодержащих кислот и их солей, в которых атомы неметаллов находятся в высшей степени окисления (NO_3^-, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}, ClO_4^-, MnO_4^- и т.п.), а также фторид-ионов на аноде будут окисляться не анионы, а молекулы воды и выделяться кислород.

Анионы, содержащие неметалл в промежуточной степени окисления (SO_3^{2-}, NO_2^- и др.), сами окисляются на аноде, например:

$$SO_3^{2-} + H_2O - 2e^- \longrightarrow SO_4^{2-} + 2H^+$$

Электролиз водного раствора хлорида натрия на графитовых электродах. В соответствии с рядом напряжений металлов на катоде предпочтительнее будут разряжаться ионы H^+ воды, а не катионы Na^+. При этом будет выделяться водород.

На аноде будут разряжаться хлорид-ионы Cl^- и выделяться хлор. В растворе будут накапливаться катионы Na^+ и гидроксид-ионы OH^-, что можно описать следующим уравнением:

$$2NaCl + 2H_2O \overset{\text{электролиз}}{=\!=} 2NaOH + H_2 + Cl_2$$

Электролиз водного раствора хлорида меди (II). Эта соль образована малоактивным металлом и бескислородной кислотой. На катоде будет происходить восстановление ионов Cu^{2+}, а на аноде — окисление хлорид-иона, что можно описать уравнением:

$$2CuCl_2 \overset{\text{электролиз}}{=\!=} Cu + Cl_2$$

Электролиз водного раствора сульфата калия на инертных электродах. Эта соль образована активным металлом и кислородсодержащей кислотой, атом неметалла в которой находится в высшей степени окисления. На катоде будет протекать реакция:

$$2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2OH^-$$

На аноде будет протекать реакция:

$$2H_2O - 4e^- \longrightarrow O_2 + 4H^+$$

Катионы H^+ и анионы OH^- вступают в реакцию нейтрализации:

$$4H^+ + 2OH^- \longrightarrow 4H_2O$$

Таким образом, количество катионов K^+ и анионов SO_4^{2-} останется неизменным, а будет происходить разложение воды:

$$2H_2O \overset{\text{электролиз}}{=\!=} 2H_2 + O_2$$

Реакции, характеризующие основные свойства, и способы получения углеводородов и кислородсодержащих соединений. Способы получения алканов. Алканы получаются при переработке природного газа и нефти. Существуют и многочисленные синтетические методы их получения.

Гидрирование непредельных углеводородов (этиленовых или ацетиленовых) в присутствии платиновых, палладиевых или никелевых катализаторов:

$$C_2H_4 + H_2 \longrightarrow C_2H_6$$

$$C_2H_2 + 2H_2 \longrightarrow C_2H_6$$

Многие углеводороды можно получить гидрированием углей, для чего их смешивают с тяжелыми смазочными маслами и нагревают с железными катализаторами:

$$nC + (2n + 1)H_2 \xrightarrow{450°Fe} C_nH_{2n+2}$$

Взаимодействие галоидных алкилов с металлическим натрием (реакция Вюрца):

$$2CH_3 - Br + 2Na \longrightarrow CH_3 - CH_3 + 2NaBr$$

Данный метод применяют для получения алканов из одного галоидного алкила, так как если вводить в реакцию два различных галоидных алкила, то образуется смесь продуктов:

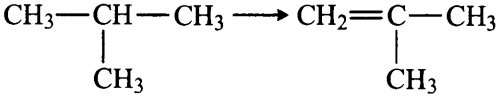
$$3CH_3Br + 3C_2H_5Br + 6Na \longrightarrow$$
$$\longrightarrow CH_3—CH_3 + CH_3—C_2H_5 + C_2H_5—C_2H_5 + 6NaBr$$

Сплавление солей карбоновых кислот со щелочами:

$$CH_3COONa + NaOH \longrightarrow CH_4 + Na_2CO_3$$

Способы получения алкенов. Этилен, пропилен и бутилены выделяют из газов нефтепереработки, образующихся при термическом крекинге. Алкены также образуются в большом количестве при пиролизе нефти.

Промышленным способом получения алкенов является дегидрирование алканов на катализаторе ($K_2O—Cr_2O_3—Al_2O_3$) при температуре 560–620 °С, например:

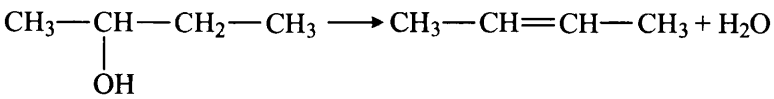


изобутан изобутен

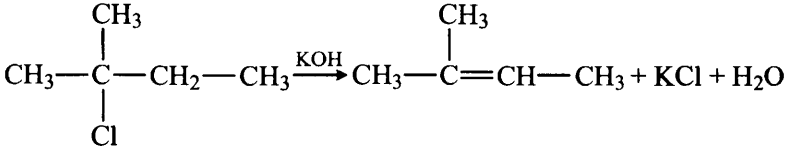
Алкены получают дегидрацией спиртов при катализе серной или фосфорной кислотами, оксидом алюминия или хлоридом цинка, например:

$$H_3C—CH_2—OH \xrightarrow{H_2SO_4,\ 140–170°C} H_2C=CH_2 + H_2O$$

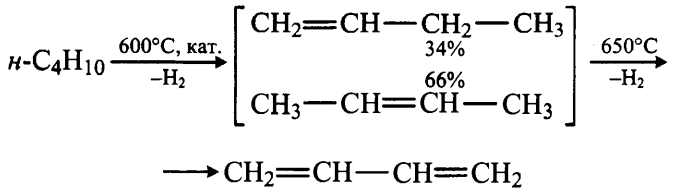
При дегидрации спиртов атом водорода отщепляется от наименее гидрогенизированного атома углерода. Эта закономерность известна под названием ***правило Зайцева***:



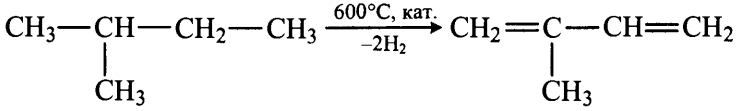
Алкены образуются при действии на галоидные алкилы спиртовой или измельченной твердой щелочи. Эта реакция дегидрогалогенирования также идет по правилу Зайцева:



Способы получения диенов. Дивинил и изопрен выделяют из продуктов пиролиза нефти. Промышленным способом получения бутадиена-1,3 является дегидрирование бутан-бутеновой смеси над катализатором, состоящим из окиси хрома, нанесенной на оксид алюминия:

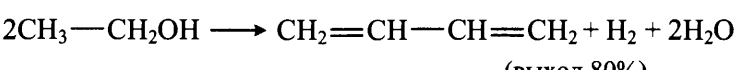


бутадиен-1,3

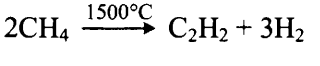


изопрен

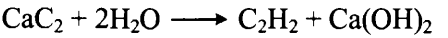
Метод получения дивинила по С.В. Лебедеву заключается в дегидрировании-дегидратации этилового спирта над катализатором MoO—ZnO при 450 °С. Суммарно процесс выражается уравнением:



Способы получения алкинов. Ацетилен получают термолизом метана и дегидрированием этилена:



Ацетилен также получают действием воды на карбид кальция:



Общим методом получения алкинов является реакция спиртовых растворов щелочи с дигалоидалканами, содержащими два атома галогена при одном атоме углерода или двух соседних атомах углерода:

$$CH_3—CH_2—CHCl_2 \xrightarrow{KOH,\ спирт} CH_3—C{\equiv}CH + 2KCl + 2H_2O$$

$$CH_3—CHCl—CHCl—CH_3 \xrightarrow{KOH,\ спирт} \longrightarrow CH_3—C{\equiv}C—CH_3 + 2KCl + 2H_2O$$

Производные ацетилена получают из его металлических производных и галоидных алкилов:

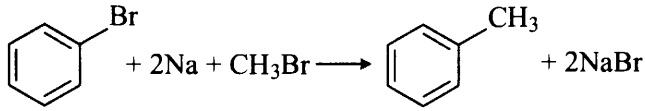
$$CH_3—I + NaC{\equiv}CH \longrightarrow CH_3—C{\equiv}CH$$

Способы получения ароматических углеводородов. Основным природным источником ароматических углеводородов является нефть. Для получения гомологов бензола разработаны многочисленные синтетические методы.

Ароматизация парафинов:

$$C_6H_{14} \longrightarrow \text{  } + 4H_2$$

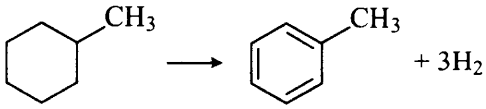
Реакция Вюрца–Фиттига: взаимодействие смеси галоидных алкилов и галоидных арилов с металлическим натрием:



Реакция Фриделя–Крафтса — заимодействие бензола с галогеналканами в присутствии катализаторов:

$$C_6H_6 + C_2H_5Cl \xrightarrow{AlCl_3} C_6H_5—C_2H_5 + HCl$$

Дегидрирование циклоалканов:



Способы получения спиртов. Гидролиз моногалогенпроизводных алканов:

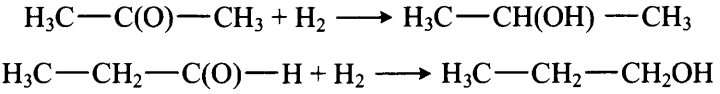
$$C_2H_5Cl + NaOH \longrightarrow C_2H_5OH + NaCl$$

Реакция протекает по различным механизмам в зависимости от строения исходного галоидного алкила и условий реакции.

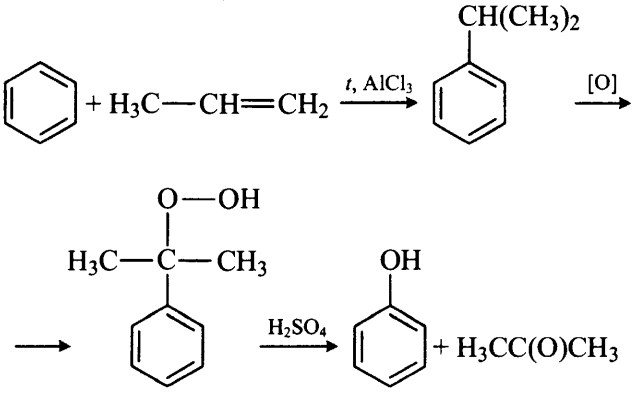
Гидратация алкенов. Эта реакция идет по правилу Марковникова в присутствии катализаторов, таких как серная или фосфорная кислоты, оксид алюминия.



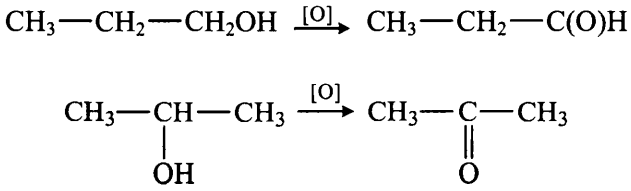
Восстановление альдегидов и кетонов. В присутствии катализаторов альдегиды при восстановлении водородом переходят в первичные спирты, а кетоны — во вторичные:



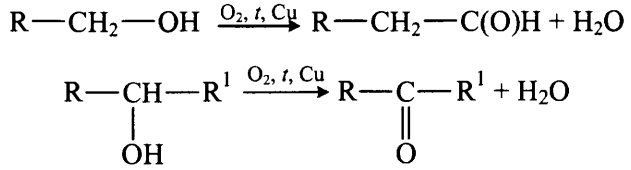
Способы получения фенола и его гомологов. Фенол, *о-*, *м-* и *п*-крезолы в значительном количестве встречаются в каменноугольной смоле. Фенол и ацетон получают в промышленности по методу Сергеева–Кружалова: бензол в присутствии безводного треххлористого алюминия реагирует с пропиленом с образованием изопропилбензола. При окислении этого соединения кислородом при температуре 110–130 °С образуется неустойчивое соединение — гидроперекись изопропилбензола. Под действием серной кислоты оно распадается на фенол и ацетон:



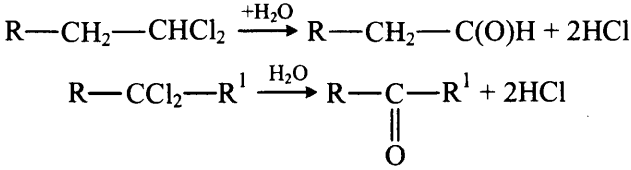
Способы получения альдегидов и кетонов. Под действием перманганата калия или дихромата калия в кислой среде первичные спирты окисляются до альдегидов, а вторичные — до кетонов:



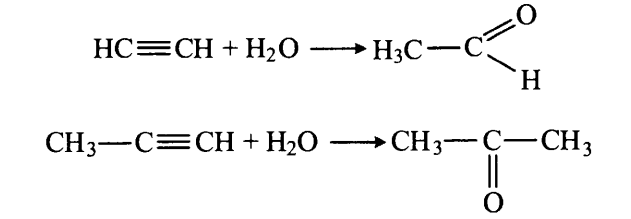
В промышленности спирты окисляют в газовой фазе при температуре 300–400 °С на медных катализаторах:



Альдегиды и кетоны образуются с высокими выходами при гидролизе дигалогеналканов, содержащих два атома галогена при одном углеродном атоме:



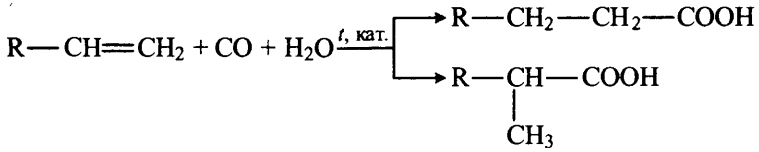
Гидратация ацетилена и его гомологов идет при катализе солями ртути и называется ***реакцией Кучерова***. При гидратации ацетилена образуется уксусный альдегид, а при гидратизации гомологов ацетилена — кетоны:



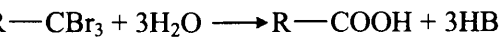
Способы получения карбоновых кислот. Некоторые карбоновые кислоты встречаются в природе, например, муравьиная — в крапиве, изовалериановая — в валериановом корне. Основным источником получения карбоновых кислот является органический синтез.

Окисление спиртов, альдегидов и парафинов. Эти реакции были рассмотрены ранее.

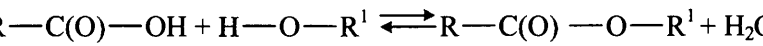
Оксосинтез. Взаимодействие алкенов с оксидом углерода (II) и H_2O в присутствии катализаторов (серная или фосфорная кислоты, тетракарбонилникеля $Ni(CO)_4$) при высокой температуре приводит к смеси карбоновых кислот:



Гидролиз тригалогенпроизводных алканов протекает в кислой или щелочной среде. В последнем случае получают соли карбоновых кислот:



Способы получения сложных эфиров. Некоторые сложные эфиры выделяют из природных продуктов. Наиболее универсальным способом получения сложных эфиров является *реакция этерификации*, т.е. взаимодействие карбоновой кислоты и спирта в присутствии минеральной кислоты:



Экспериментальные основы химии

Методы исследования объектов, изучаемых в химии. Определение характера среды водных растворов веществ. Качественные реакции на неорганические вещества и ионы, отдельные классы органических соединений. Химия является наукой о веществах и их превращениях. Для исследования, описания и идентификации различных химических веществ применяют различные методы качественного и количественного анализа, инструментальные методы исследования.

Качественный элементный анализ позволяет установить, какие именно химические элементы входят в состав данного вещества.

Количественный элементный анализ позволяет определить количество химического элемента, входящего в состав соединения.

Строение химического соединения устанавливают с помощью различных спектральных методов исследования.

Качественные реакции на неорганические вещества и ионы представлены в таблице 12.

Качественные реакции, используемые для определения отдельных классов органических соединений, приведены в таблице 13.

Таблица 12

Качественные реакции, используемые для определения некоторых катионов и анионов

Ион	Реактив	Уравнение реакции	Признак реакции
H^+	Кислотно-основные индикаторы		Изменение окраски индикатора
Ag^+	Cl^-	$Ag^+ + Cl^- = AgCl\downarrow$	Белый осадок
Cu^{2+}	OH^- S^{2-}	$Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2\downarrow$ $Cu^{2+} + S^{2-} = CuS\downarrow$	Голубой осадок Черный осадок
Fe^{2+}	OH^- Красная кровяная соль $K_3[Fe(CN)_6]$	$Fe^{2+} + 2OH^- = Fe(OH)_2\downarrow$	Белый хлопьевидный осадок, зеленеет на воздухе. Темно-синий коллоидный осадок (турнбулева синь)
Fe^{3+}	OH^- Желтая кровяная соль $K_4[Fe(CN)_6]$	$Fe^{3+} + 3OH^- = Fe(OH)_3\downarrow$	Бурый осадок. Темно-синий коллоидный осадок (берлинская лазурь)
Zn^{2+}	OH^- S^{2-}	$Zn^{2+} + 2OH^- = Zn(OH)_2\downarrow$ $Zn^{2+} + S^{2-} = ZnS\downarrow$	Белый осадок, в избытке щелочи растворяется. Белый осадок
Al^{3+}	OH^-	$Al^{3+} + OH^- = Al(OH)_3\downarrow$	Серый осадок, в избытке щелочи растворяется
NH_4^+	OH^-	$NH_4^+ + OH^- = NH_3\uparrow + H_2O$	Запах аммиака, изменение цвета индикаторной бумаги в парах
Ba^{2+}	SO_4^{2-}	$Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow$	Белый осадок. Окрашивание пламени в желто-зеленый цвет
Ca^{2+}	CO_3^{2-}	$Ca^{2+} + CO_3^{2-} = CaCO_3\downarrow$	Белый осадок. Окрашивание пламени в кирпично-красный цвет

Окончание таблицы 12

Ион	Реактив	Уравнение реакции	Признак реакции
Cl^-	Ag^+ H_2SO_4	$Ag^+ + Cl^- = AgCl\downarrow$ $Cl^- + H^+ = HCl\uparrow$	Белый осадок. Выделение бесцветного газа с резким запахом, изменение окраски индикаторной бумаги в парах
Br^-	Ag^+ H_2SO_4	$Ag^+ + Br^- = AgBr\downarrow$ $Br^- + H_2SO_4 =$ $= Br_2\uparrow + SO_2\uparrow + H_2O$	Желтоватый осадок. Выделение SO_2 (характерный резкий запах) и бурых паров Br_2
I^-	Ag^+ H_2SO_4	$Ag^+ + I^- = AgI\downarrow$ $I^- + H_2SO_4 =$ $= I_2 + H_2S\uparrow + H_2O$	Желтый осадок. Выделение H_2S (характерный запах) и буро-фиолетового I_2
SO_3^{2-}	H^+	$SO_3^{2-} + 2H^+ = H_2SO_3 =$ $= SO_2\uparrow + H_2O$	Выделение SO_2, характерный резкий запах, обесцвечивание раствора фуксина и фиолетовых чернил
SO_4^{2-}	Ba^{2+}	$Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow$	Белый осадок
CO_3^{2-}	H^+	$CO_3^{2-} + 2H^+ = H_2CO_3 =$ $= CO_2\uparrow + H_2O$	Выделение бесцветного газа, не имеющего запаха, вызывающего помутнение известковой воды
NO_3^-	H_2SO_4 (конц.), Cu	$NO_3^- + H_2SO_4 + Cu =$ $= NO_2\uparrow + CuSO_4 + H_2O$	Бурый газ
CH_3COO^-	H_2SO_4	$CH_3COO^- + H^+ = CH_3COOH$	Запах уксусной кислоты
PO_4^{3-}	Ag^+	$3Ag^+ + PO_4^{3-} = Ag_3PO_4\downarrow$	Желтый осадок
OH^-	Кислотно-основные индикаторы		Изменение окраски индикатора

Таблица 13

Качественные реакции определения органических веществ

Класс веществ	Реактив	Уравнение реакции	Признак реакции
Алкены	$KMnO_4$ (водн. раствор) Br_2 (водн. раствор)	$>C{=}C< + KMnO_4 + H_2O \longrightarrow$ $\longrightarrow >C(OH){-}C(OH) < + MnO_2$ $>C{=}C< + Br_2 \longrightarrow >CBr{-}CBr<$	Обесцвечивание Обесцвечивание
Алкины	Br_2 (водн. раствор) CuCl (аммиачный раствор)	$-C{\equiv}C- + Br_2 \longrightarrow$ $\longrightarrow >CBr{=}CBr<$ $-C{\equiv}C- + CuCl + NH_3H_2O \longrightarrow$ $\longrightarrow Cu{-}C{\equiv}C{-}Cu$	Обесцвечивание Красный осадок
Алифатические спирты одноатомные многоатомные	CuO $Cu(OH)_2$ (в щелочном растворе)	$ROH + CuO \xrightarrow{t} RC(O)H + Cu$ Комплексообразование	Запах альдегида. Ярко-синий раствор (глицерат или гликолят меди (II))
Фенол	Br_2 (водн. раствор) $FeCl_3$		Белый осадок. Фиолетовый раствор.

Окончание таблицы 13

Класс веществ	**Реактив**	**Уравнение реакции**	**Признак реакции.**
Альдегиды	$Cu(OH)_2$ (свежеприготовленный, в щелочном растворе)	$RC(O)H + Cu(OH)_2 \xrightarrow{t}$ $RCOOH + Cu_2O\downarrow$	Осадок кирпичного цвета
	$[Ag(NH_3)_2]OH$ (Ag_2O в аммиачном растворе)	$RC(O)H + Ag_2O \longrightarrow$ $RCOOH + 2Ag\downarrow$	«Серебряное зеркало» (при нарушении техники опыта — коллоидный раствор Ag)
Углеводы:			
глюкоза	Свежеосажденный $Cu(OH)_2$, (в щелочном растворе).	Комплексообразование.	Сине-голубой раствор глюконата меди
	$[Ag(NH_3)_2]OH$ (Ag_2O в аммиачном растворе)	$RC(O)H + Ag_2O \longrightarrow$ $RCOOH + 2Ag\downarrow$	«Серебряное зеркало»
крахмал	I_2 (водн. раствор)		Синее (фиолетовое) окрашивание
Анилин	Br_2 (водн. раствор)		Белый осадок

Вычисление массы растворенного вещества, содержащегося в определенной массе раствора с известной массовой долей. ***Растворами*** называют гомогенные системы переменного состава, образованные не менее чем двумя независимыми компонентами.

Растворителем называют количественно преобладающий компонент раствора, находящийся в том же агрегатном состоянии, что и образующийся раствор.

Массовой долей называют отношение массы данного компонента $m(X)$ к массе всего раствора m(р-ра). Массовую долю обозначают символом ω и обычно выражают в долях единицы или в процентах.

$$\omega(X) = m(X)/m(\text{р-ра}) \text{ (в долях от единицы);}$$

$$\omega(X) = m(X) \cdot 100/m(\text{р-ра}) \text{ (в процентах)}$$

Молярной концентрацией, или молярностью, называют количество растворенного вещества в 1 л раствора. Ее обозначают символом $c(X)$ и измеряют в моль/л:

$$c(X) = n(X)/V = m(X)/(M(X) \cdot V)$$

В этой формуле $n(X)$ — количество вещества X, содержащегося в растворе, V — объем раствора.

Рассмотрим несколько типовых задач.

Пример 1. Определить массу бромида калия, содержащегося в 200 г 12%-ного раствора.

Решение. Массу бромида калия определим по формуле:

$$m(\text{KBr}) = \omega \cdot m(\text{р-ра})/100 = 12 \cdot 200/100 = 24 \text{ г.}$$

Пример 2. Рассчитать массы медного купороса и воды, необходимые для приготовления 500 г 2%-ного раствора сульфата меди. Определить его молярную концентрацию, если плотность водного раствора равна 1,015 г/см^3.

Решение. Формула медного купороса $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, т. е. он представляет собой кристаллогидрат — вещество, состоящее из соли и нескольких, в данном случае пяти, молекул кристаллизационной воды.

Определим массу безводного сульфата меди по формуле:

$$m(CuSO_4) = \omega \cdot m(\text{р-ра})/100 = 2 \cdot 500/100 = 10 \text{ г.}$$

Рассчитав молярные массы $CuSO_4$ (160 г/моль) и $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (250 г/моль), вычислим массу кристаллогидрата:

$$m(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = 10 \cdot 250/160 = 15{,}6 \text{ г.}$$

Масса воды: 500 — 15,6 = 484,4 г.

Определим молярную концентрацию раствора:

$$c(CuSO_4) = m\ (CuSO_4) / (M(CuSO_4) \cdot V);\ V = m(\text{р-ра})/\rho;$$

$$c(CuSO_4) = m\ (CuSO_4) \cdot \rho / (M(CuSO_4) \cdot m(\text{р-ра}))$$

$$c(CuSO_4) = (10 \cdot 1{,}015/(160 \cdot 500) = 0{,}13 \text{ моль/л}.$$

Пример 3. Рассчитать массу дигидрата хлорида бария $BaCl_2 \cdot 2H_2O$, необходимую для приготовления 0,5 л 0,8 М раствора хлорида бария.

Решение. Определим молярную массу кристаллогидрата $BaCl_2 \cdot 2H_2O$. Она равна 244 г/моль. Воспользуемся формулой:

$$m(BaCl_2 \cdot 2H_2O) = c \cdot M(\text{р-ра})\ (BaCl_2 \cdot 2H_2O) \cdot V$$

$$m(BaCl_2 \cdot 2H_2O) = 0{,}8 \cdot 244 \cdot 0{,}5 = 97{,}6 \text{ г}.$$

Пример 4. Из 200 г раствора с массовой долей нитрата натрия 10% выпарили 60 г воды. Масса воды в полученном растворе равна ____г.

Решение. Определим массу нитрата натрия и воды в исходном растворе:

$$m(NaNO_3) = \omega \cdot m(\text{р-ра});\ m(NaNO_3) = 0{,}1 \cdot 200 = 20 \text{ г}.$$

$$m(H_2O) = 200 - 20 = 180 \text{ г}.$$

Тогда масса воды в конечном растворе равна 180 – 60 = 120 г.

Пример 5. В 150 г раствора бромида натрия с массовой долей 12% растворили 8 г этой же соли. Масса бромида натрия в полученном растворе равна ____г.

Решение. Определим массу бромида натрия в исходном растворе:

$$m(NaBr) = \omega \cdot m(\text{р-ра});\ m(NaBr) = 0{,}12 \cdot 150 = 18 \text{ г}.$$

Тогда масса бромида натрия в конечном растворе равна:

$$18 + 8 = 24 \text{ г}.$$

Расчеты объемных отношений газов при химических реакциях. Решение этого типа задач основано на знании газовых законов. Их формулировки.

Закон Авогадро: в равных объемах различных газов при одинаковых условиях содержится одинаковое число молекул.

Следствия из закона Авогадро:

1. Одинаковое число молекул разных газов при одинаковых условиях будет занимать одинаковый объем.

2. При нормальных условиях (н. у.), т. е. при температуре 0 °С (273 К) и давлении $1{,}013 \cdot 10^5$ Па (1 атм., 760 мм рт. ст.), моль любого газа занимает объем 22,4 л. Этот объем называют молярным объемом газа при н. у. (V_M), единица его измерения л/моль. Молярный объем представляет собой частное от деления объема газа на его молярное количество: $V_M = V/n$. Молярная масса и молярный объем газа связаны соотношением: $\rho = M/V_M$, где ρ — плотность газа, г/л; M — молярная масса газа, г/моль; V_M — молярный объем, л/моль.

Из закона Авогадро также следует, что *плотности газов при одинаковых внешних условиях находятся в таком же соотношении, как и их молекулярные массы*. Следовательно, если известны молекулярные массы двух газов, можно вычислить плотность одного газа по отношению к другому газу.

Относительной плотностью газа А по газу В, $D_B(A)$ называют отношение массы определенного объема одного газа к массе такого же объема другого газа в одних и тех же условиях:

$$D_B(A) = M(A)/M(B)$$

Атмосферный воздух представляет собой смесь газов. Для оценочных расчетов принимают, что воздух состоит из 80% по объему азота и 20% по объему кислорода. Зная, что $M(N_2) = 28$, а $M(O_2) = 32$, вычисляют среднюю молярную массу воздуха. Она равна $28 \cdot 0{,}8 + 32 \cdot 0{,}2 = 29$ г/моль.

Именно этим значением следует пользоваться при решении различных задач.

Плотность любого газа по воздуху равна $M/29$.

Объемная доля φ показывает долю объема данного компонента Х от общего объема системы V:

$$\varphi(X) = V(X)/V \text{ или } \varphi(X),\% = V(X) \cdot 100/V$$

$\varphi(X)$,% численно равна количеству мл компонента «X» в 100 мл смеси (или количеству литров компонента «X» в 100 л смеси).

Уравнение Менделеева–Клапейрона:

$$pV = nRT$$

или

$$pV = (m/M) \cdot RT,$$

где: p — давление; V — объем газа; n — количество вещества газа (моль); R — универсальная газовая постоянная; T — абсолютная температура; m — масса газа; M — его молярная масса.

Значение универсальной газовой постоянной в разных системах:

$$R = 8{,}314 \text{ Дж/(моль·К)} = 0{,}0821 \text{ л} \cdot \text{атм/(моль·К)}.$$

Для постоянного количества вещества (т. е. n = const) уравнение Менделеева–Клапейрона сводится к объединенному газовому закону:

$$p \cdot V/T = \text{const}$$

Закон объемных соотношений. Объемы газов, участвующих в реакции, относятся друг к другу как небольшие целые числа, равные коэффициентам в уравнении реакции.

Коэффициенты в уравнениях реакций показывают числа объемов реагирующих и образовавшихся газообразных веществ.

Пример 1. Объем воздуха, необходимый для сгорания 112 л ацетилена, равен _____ л. Ответ запишите с точностью до целого числа.

Решение. Составляем уравнение химической реакции:

$$\underset{2\times22{,}4 = 44{,}8 \text{ л}}{\underset{112 \text{ л}}{2C_2H_2}} + \underset{5\times22{,}4 = 112 \text{ л}}{\underset{X \text{ л}}{5O_2}} = 4CO_2 + 2H_2O$$

На основании закона объемных отношений вычисляем объем кислорода:

$$V(O_2) = 5/2 \cdot V(C_2H_2) = 5/2 \cdot 112.$$

Определим объем воздуха: V(воздуха) = $V(O_2)/\ \varphi(O_2)$;

V(воздуха) = 280/0,2 = 1400 л.

Расчеты массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ. Основой для проведения количественных расчетов в химии является **закон сохранения массы.** Он формулируется следующим образом: масса реагентов равна массе продуктов реакции.

Отсюда следует, что для любой химической реакции массы реагентов и продуктов реакции относятся между собой как молярные массы веществ, умноженные на их стехиометрические коэффициенты.

Для определения массы (или количества вещества) продуктов реакции или исходных веществ по уравнениям химических реакций используют следующую последовательность действий:

1) составляют уравнение химической реакции и устанавливают стехиометрические коэффициенты;
2) определяют молярную массу, массу и количество вещества известных реагентов химической реакции;

3) над формулами реагентов записывают данные из условий задачи;
4) составляют и решают пропорцию, в которую в зависимости от условий задачи вводят числовые значения величин: молярные массы, массы, количества веществ или их объемы (для газов).

При этом в одном столбце пропорций должны находиться одинаковые характеристики вещества с одной и той же размерностью.

Пример 1. Какую массу оксида кальция и какой объем углекислого газа можно получить при разложении карбоната кальция массой 500 г?

Решение. Составляем уравнение химической реакции:

$$CaCO_3 = CaO + CO_2$$

Под формулами проставляем значения *M*, *n*, *V*, а над формулами — данные из условия задачи:

500 г		x г	x_1 л
$CaCO_3$	=	CaO +	CO_2
100 г/моль		56 г/моль	22,4 л/моль
1 моль		1 моль	1 моль

Находим массу CaO и объем CO_2.

Способ 1. Составим пропорции и решим их.

Из 100 г $CaCO_3$ — 56 г CaO

Из 500 г $CaCO_3$ — x г CaO

$x = 500 \cdot 56/100 = 280$ г

Из 100 г $CaCO_3$ — 22,4 л CO_2

Из 500 г $CaCO_3$ — x_1 л CO_2

$x_1 = 500 \cdot 22{,}4/100 = 112$ л

Способ 2. Составляем отношения:

x г/56 г = 500 г/100 г;

$x = 500 \cdot 56/100 = 280$ г;

x_1 л/22,4 л = 500 г/100 г;

$x_1 = 500 \cdot 22{,}4/100 = 112$ л.

Таким же образом по продуктам реакции можно рассчитать необходимое для их получения количество исходных веществ.

Расчеты теплового эффекта реакции. Тепловой эффект химической реакции рассчитывают по термохимическому уравнению.

Пример 1. Тепловой эффект сгорания метана равен 890 кДж/моль. При сгорании 200 л метана выделяется теплота количеством _____ кДж. Ответ запишите с точностью до целого числа.

Решение. Составляем уравнение химической реакции:

$$CH_{4(г)} + 2O_{2(г)} = CO_{2(г)} + 2H_2O + 890 \text{ кДж}$$

Составим пропорцию:

22,4 л CH_4 — 890 кДж

200 л CH_4 — x кДж

$x = 200 \cdot 890/22{,}4 = 7946$ кДж.

Расчеты массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси). При решении задач такого типа вначале определяют, какое именно из исходных веществ дано в избытке, а какое — в недостатке и, следовательно, прореагирует полностью. Расчет продукта реакции проводят по веществу, которое полностью вступило в реакцию, т. е. находящемуся в недостатке.

Для некой реакции:

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

определение реагента, взятого в избытке, проводят, сравнивая количества вещества реагентов, деленные на их стехиометрические коэффициенты:

$$n_A/a \text{ и } n_B/b,$$

где: n_A — количество вещества реагента А; a — стехиометрический коэффициент; n_B — количество реагента В; b — стехиометрический коэффициент.

Если $n_A/a < n_B/b$, то в избытке вещество В, а если $n_A/a > n_B/b$, то, наоборот, в избытке вещество А, и оно прореагирует полностью.

Пример 1. Масса осадка, выделившегося в результате взаимодействия 0,2 моль нитрата серебра и 0,8 моль хлорида кальция, равна _____ г.

Решение. Составляем уравнение химической реакции и проставляем известные значения M и n:

0,2 моль	0,8 моль		x г
$2AgNO_3$	+ $CaCl_2$	= $Ca(NO_3)_2$	+ 2AgCl
170 г/моль	111 г/моль		143,5 г/моль
2 моль	1 моль	1 моль	2 моль

Количество вещества нитрата серебра, поделенное на стехиометрический коэффициент, составит 0,2/2 = 0,1. Количество вещества хлорида кальция, поделенное на стехиометрический коэффициент, составит 0,8/1 = 0,8. Следовательно, полностью прореагирует реагент, находящийся в недостатке — нитрат серебра.

Из 2 моль $AgNO_3$ образуется 2 моль AgCl, следовательно,
из 0,2 моль $AgNO_3$ образуется 0,2 моль AgCl.
Определим массу 0,2 моль AgCl:

$$m(AgCl) = n(AgCl) \cdot M(AgCl);\ m(AgCl) = 0{,}2 \cdot 143{,}5 = 28{,}7 \text{ г}.$$

Ответ: 28,7 г.

Расчеты по уравнениям химических реакций, когда одно из исходных веществ содержит в своем составе примеси.

Для решения таких задач вначале определяют массу чистого вещества, после чего выполняют расчеты по уже известным нам схемам.

Пример 2. Какой объем углекислого газа (н. у.) можно получить из 800 г угля, содержащего в своем составе 10% негорючих примесей?

Решение. Процентное содержание чистого углерода составит 100 – 10 = 90%. Определим массу чистого углерода в угле:

$$m(C) = \omega \cdot m(\text{угля});\ m(C) = 0{,}9 \cdot 800 = 720 \text{ г}.$$

Составим уравнение химической реакции и рассчитаем объем углекислого газа по найденной выше массе чистого угля:

$$\begin{array}{ccccc} 720\ \text{г} & & & & x\ \text{л} \\ C & + & O_2 & \longrightarrow & CO_2 \\ 12\ \text{г/моль} & & & & 22{,}4\ \text{л/моль} \\ 1\ \text{моль} & & & & 1\ \text{моль} \end{array}$$

$x = 22{,}4 \cdot 720/12 = 1344$ л.

Расчеты массы (объема, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определенной массовой долей растворенного вещества. Для решения подобных задач вначале определяют массы и количества вещества чистых веществ, определяют, какое из них прореагирует полностью, а затем проводят вычисления по ранее описанным схемам.

Нахождение молекулярной формулы вещества. Задачи подобного рода решают, как правило, по одной схеме: выбирают для расчетов образец вещества массой 100 г, массы элементов в котором численно равны их процентному содержанию, затем определяют количества вещества элементов, находят отношение количеств веществ и выводят простейшую формулу соединения.

Для определения истинной формулы соединения необходимо использовать дополнительные сведения, позволяющие установить молекулярную массу вещества.

Состав органических соединений, как правило, устанавливают на основании данных элементного анализа. Следует учесть, что содержание кислорода в молекуле органического вещества элементным анализом не определяется, поэтому необходимо проверять суммарное содержание элементов в веществе. Если оно меньше 100%, то подразумевается, что недостающая часть приходится на кислород.

Пример 1. Некий оксид железа содержит в своем составе 77,7% железа и 22,3% кислорода. Установите простейшую формулу этого оксида.

Решение. **1**. Для расчетов выбираем образец соединения с массой 100 г, тогда массы железа и кислорода в этом образце равны их процентному содержанию, т. е. 77,7 г и 22,3 г соответственно. Определяем количество веществ железа и кислорода:

$$n(\text{Fe}) = m(\text{Fe})/M(\text{Fe});\ n(\text{Fe}) = 77{,}7/56 = 1{,}39 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}) = m(\text{O})/M(\text{O});\ n(\text{O}) = 22{,}3/16 = 1{,}39 \text{ моль}$$

2. Находим отношение количеств веществ железа и кислорода:

$$n(\text{Fe}) : n(\text{O}) = 1{,}39 : 1{,}39 = 1 : 1$$

Таким образом, простейшая формула оксида железа FeO.

Ответ: FeO.

Пример 2. Некое соединение содержит в своем составе 32,4% натрия; 0,7% водорода; 21,8% фосфора и 45,1% кислорода. Установите простейшую формулу этого соединения.

Решение. для расчетов выбираем образец соединения массой 100 г, тогда содержание в нем элементов составит: натрия — 32,4 г; водорода — 0,7 г; фосфора — 21,8 г и кислорода 45,1 г.

1. Определяем количество веществ элементов:

$$n(\text{Na}) = m(\text{Na})/M(\text{Na});\ n(\text{Na}) = 32{,}4/23 = 1{,}4 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}) = m(\text{H})/M(\text{H});\ n(\text{H}) = 0{,}7/1 = 0{,}7 \text{ моль}$$

$$n(\text{P}) = m(\text{P})/\ M(\text{P});\ n(\text{P}) = 21{,}8/31 = 0{,}7 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}) = m(\text{O})/\ M(\text{O});\ n(\text{O}) = 45{,}1/16 = 2{,}8 \text{ моль}$$

2. Находим отношение количеств веществ элементов:

$$n(\text{Na}) : n(\text{H}) : n(\text{P}) : n(\text{O}) = 1{,}4 : 0{,}7 : 0{,}7 : 2{,}8 = 2 : 1 : 1 : 4$$

Следовательно, простейшая формула соединения Na_2HPO_4.

Ответ: Na_2HPO_4.

Пример 3. Для полного окисления одного объема алкана требуется в восемь раз больший объем кислорода (н. у.). При его хлорировании в газовой фазе образуется только одно хлорпроизводное.

На основании данных условия задания:

1) произведите необходимые вычисления;

2) установите молекулярную формулу исходного вещества;

3) составьте структурную формулу вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;

4) напишите уравнение его реакции с хлором.

Решение. Составляем уравнение полного окисления алкана в общем виде:

$$C_nH_{2n+2} + (3n + 1)/2O_2 \longrightarrow nCO_2 + (n + 1)H_2O$$

По условию задачи $(3n + 1)/2 = 8$; $n = 5$, C_5H_{12}.

Из всех возможных изомеров пентана только 2,2-диметилпропан в реакции хлорирования даст единственный изомер: 1-хлор-2,2-диметилпропан:

$$H_3C\text{-}C(CH_3)_2CH_3 + Cl_2 \longrightarrow H_3C\text{-}C(CH_3)_2\text{-}CH_2Cl + HCl$$

Пример 4. При гидробромировании алкена получен только один бромалкан, молярная масса которого в 2,45 раз больше, чем молярная масса исходного алкена (выход реакции считать 100%-ным).

На основании данных условия задания:

1) произведите необходимые вычисления;

2) установите молекулярную формулу исходного вещества;

3) составьте структурную формулу вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;

4) напишите уравнение реакции бромирования алкена.

Решение. Составляем уравнение реакции гидробромирования в общем виде:

$$C_nH_{2n} + HBr \longrightarrow C_nH_{2n+1}Br$$

Молярная масса алкена в общем виде равна $14n$ г/моль, а монобромалкана — $(14n + 81)$ г/моль. По условию задачи $(14n + 81)/14n = 2{,}45$. Решив это уравнение, получим $n = 4$.

Из всех возможных изомеров бутена только бутен-2 даст один изомер бромалкана при гидробромировании.

Реакция бромирования бутена-2 описывается уравнением:

$$H_3C\text{–}CH\text{=}CH\text{–}CH_3 + Br_2 \longrightarrow H_3C\text{–}CHBr\text{–}CHBr\text{–}CH_3$$

Расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного. Почти всегда при выделении целевого продукта химической реакции его количество оказывается меньше, чем рассчитанное по уравнению реакции.

Выходом химической реакции η называют отношение практического, т. е. полученного реально количества продукта реакции к теоретическому, т. е. рассчитанному по уравнению реакции продукта:

$$\eta = m_{пр}/m_{теор}$$

Расчеты по уравнениям химических реакций, в которых приведен выход продукта реакции. Их решают следующим образом:

Пример 1. Какую массу оксида серы(IV) можно получить при сжигании в избытке кислорода 16,0 г серы, если выход реакции составляет 90% от теоретического?

Решение. Составляем уравнение химической реакции, проставляем известные данные:

$$\begin{array}{ccccc} 16{,}0\ г & & & & x\ г \\ S & + & O_2 & = & SO_2 \\ 32\ г/моль & & & & 64\ г/моль \\ 1\ моль & & & & 1\ моль \end{array}$$

Определяем массу оксида серы(IV), которая должна образоваться теоретически: $m(SO_2) = 64 \cdot 16/32 = 32$ г.

Определим массу оксида серы, которая образуется практически: $m_{пр} = \eta \cdot m_{теор} = 0{,}9 \cdot 32 = 28{,}8$ г.

Пример 2. Какая масса нитрата калия потребуется для получения 22,4 л кислорода (н. у.), если выход реакции составляет 80% от теоретического?

Решение. Составляем уравнение химической реакции:

$$\begin{array}{ccccc} x\ г & & & & \\ 2KNO_3 & = & 2KNO_2 & + & O_2 \\ 2 \cdot 101 = 202\ г & & 56\ г/моль & & 22{,}4\ л \\ 2\ моль & & 1\ моль & & 1\ моль \end{array}$$

22,4 л составляет 80% от количества, которое получилось бы при 100%-ном выходе. Следовательно, это теоретическое количество кислорода: 22,4/0,8 = 28 л.

Далее следует обычный расчет:

202 г KNO_3 — 22,4 л O_2

x г KNO_3 — 28 л O_2

Отсюда $x = 252{,}5$ г.

Расчеты массовой доли (массы) химического соединения в смеси. Массовой долей вещества ω называют отношение массы данного вещества в системе к массе всей системы для некого вещества *X*:

$$\omega(X) = m(X)/m,$$

где ω (X) — массовая доля вещества X, $m(X)$ — его масса; m — масса всей системы.

Массовая доля является величиной безразмерной. Ее выражают в долях от единицы или в процентах, если долю от единицы умножить на 100:

$$\omega(X) = \frac{m(X)}{m} \cdot 100\%$$

В качестве системы может выступать как молекула химического соединения, так и смесь, раствор и т.д. Рассмотрим несколько типовых заданий.

Пример 1. Рассчитайте массовую долю серы в сульфиде натрия.

Решение. Молярная масса сульфида натрия $M(Na_2S)$ = 78 г/моль, атомная масса серы в этом соединении 32 г/моль. Для расчетов выбираем образец оксида серы количеством вещества 1 моль. Масса этого вещества составит:

$$m(SO_3) = n(Na_2S) \cdot M(Na_2S);\ m(SO_3) = 1 \cdot 78 = 78 \text{ г}$$

Исходя из формулы Na_2S, можно заключить, что в 1 моль Na_2S будет содержаться 1 моль серы, масса которой составит:

$$m(S) = 1 \cdot 32 = 32 \text{ г}$$

Тогда массовая доля серы в оксиде серы(VI) будет равна:

$$\omega(S) = m(S)/m(Na_2S);\ \omega(S) = 32/78 = 0{,}41 \text{ или } 41{,}0\ \%$$

Пример 2. Рассчитайте массовые доли элементов в фосфате калия K_3PO_4.

Решение. Молярная масса $M(K_3PO_4)$ = 212 г/моль. Для расчетов выбираем образец фосфата калия количеством вещества 1 моль. Масса этого вещества составит:

$$m(K_3PO_4) = n(K_3PO_4) \cdot M(K_3PO_4);\ m(K_3PO_4) = 1 \cdot 212 = 212 \text{ г}$$

Исходя из формулы K_3PO_4, можно заключить, что в 1 моль этого соединения будет содержаться 3 моль калия, 1 моль фосфора и 4 моль кислорода, масса которых составит:

$$m(K) = 3 \cdot 39 = 117 \text{ г};\ m(P) = 1 \cdot 31 = 31 \text{ г};\ m(O) = 4 \cdot 16 = 64 \text{ г}.$$

Определим массовые доли элементов:

$$\omega(K) = m(K)/m(K_3PO_4);\ \omega(K) = 117/212 = 0{,}552 \text{ или } 55{,}2\ \%$$

$$\omega(P) = m(P)/m(K_3PO_4);\ \omega(P) = 31/212 = 0{,}146 \text{ или } 14{,}6\ \%$$

$$\omega(K) = m(O)/m(K_3PO_4);\ \omega(O) = 64/212 = 0{,}302 \text{ или } 30{,}2\ \%$$

Инструкция по выполнению экзаменационной работы

Экзаменационная работа состоит из двух частей, включающих в себя 34 задания. Часть 1 содержит 29 заданий с кратким ответом.

На выполнение экзаменационной работы по химии отводится 3,5 часа (210 минут).

Ответом к заданиям части 1 является последовательность цифр или число. Ответ запишите по приведенным ниже образцам в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в бланк ответов № 1. Последовательность цифр в заданиях 1–26 запишите без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

	КИМ:	БЛАНК:
Ответ:	3 5	35
Ответ:	X Y 4 2	42
Ответ:	3,4	3,4

Ответы к заданиям 30–34 включают в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими черными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

При выполнении работы используйте Периодическую систему химических элементов Д.И. Менделеева; таблицу растворимости солей, кислот и оснований в воде; электрохимический ряд напряжений металлов. Эти сопроводительные материалы прилагаются к тексту работы.

Для вычислений используйте непрограммируемый калькулятор.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

ВАРИАНТ 1

Часть 1

Ответом к заданиям 1–26 является последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Цифры в ответах на задания 5, 10–12, 18, 19, 22–26 могут повторяться.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) Na; 2) Fe; 3) Si; 4) Mg; 5) C

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

1. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют на внешнем энергетическом уровне два электрона. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

2. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одном периоде. Расположите выбранные элементы в порядке возрастания их металлических свойств. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | | |

3. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые проявляют низшую степень окисления, равную –4. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

4. Из предложенного перечня выберите два соединения, в которых присутствует ионная химическая связь.

1) $Ca(NO_3)_2$
2) HClO
3) NH_4Br
4) HCl
5) P_2O_5

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ: | | |

5. Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) $NaHSO_4$	1) кислая соль
Б) $Cu(OH)Cl$	2) основная соль
В) $Na[Al(OH)_4]$	3) основание
	4) комплексная соль

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

6. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с каждым из которых железо реагирует без нагревания.

1) концентрированная азотная кислота
2) концентрированная соляная кислота
3) оксид алюминия
4) хлорид кальция (р-р)
5) хлорид меди(II) (р-р)

Запищите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

7. Из предложенного перечня выберите два оксида, которые при обычных условиях реагируют с раствором серной кислоты, но **не реагируют** с разбавленным раствором гидроксида калия.

1) CO
2) SO_2
3) CuO
4) MgO
5) ZnO

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

8. В пробирку с раствором соли X добавили несколько капель вещества Y. В результате реакции наблюдали выделение бесцветного газа.

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые могут вступать в описанную реакцию.

1) NaOH
2) HNO_3
3) $BaCO_3$
4) Na_2CO_3
5) Na_2SiO_3

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

9. Задана следующая схема превращений веществ:

$$SO_2 \xrightarrow{X} K_2SO_3 \xrightarrow{Y} KHSO_3$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) KCl (р-р)
2) KOH
3) H_2
4) H_2SO_4 (конц.)
5) SO_2 (р-р)

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10. Установите соответствие между уравнением реакции и свойством элемента азота, которое он проявляет в этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	СВОЙСТВО АЗОТА
А) $NH_4Cl = NH_3 + HCl$	1) является окислителем
Б) $3CuO + 2NH_3 = N_2 + 3Cu + 3H_2O$	2) является восстановителем
В) $4NH_3 + 6O_2 = 2N_2 + 6H_2O$	3) является и окислителем, и восстановителем
Г) $3Mg + N_2 = Mg_3N_2$	4) не проявляет окислительно-восстановительных свойств

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

11. Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТЫ
А) S	1) $AgNO_3$, K_3PO_4, Cl_2
Б) SO_2	2) BaO, H_2O, NaOH
В) $Pb(OH)_2$	3) Cu, Cl_2, O_2
Г) CaI_2	4) HBr, $Ba(OH)_2$, HCOOH
	5) H_2SiO_3, $SrCl_2$, FeO

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

12. Установите соответствие между названием вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) диэтилбензол	1) альдегиды
Б) глицин	2) амины
В) 2-метилбутаналь	3) аминокислоты
	4) углеводороды

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

13. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые являются структурными изомерами бутена-2.

1) циклобутан
2) бутан
3) бутин-1
4) бутадиен-1,3
5) метилпропен

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

14. Из предложенного перечня выберите два вещества, каждое из которых реагирует с раствором перманганата калия.

1) бензол
2) винилбензол
3) 2-метилпентан
4) толуол
5) циклогексан

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

15. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые взаимодействуют с бутанолом-1.

1) натрий
2) уксусная кислота
3) гидроксид калия (р-р)
4) пропан
5) оксид алюминия

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

16. Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми взаимодействует метиламин.

1) водород
2) 2-метилпентан
3) соляная кислота
4) натрий
5) хлорметан

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

17. Задана следующая схема превращений веществ:

$$X \rightarrow \text{этаналь} \xrightarrow{Y} \text{уксусная кислота}$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) этан
2) 1,1-дихлорэтан
3) 1,2-дихлорэтан
4) $KMnO_4$ (H^+)
5) CuO (t^o)

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

18. Установите соответствие между названием вещества и названием продукта, который преимущественно образуется при взаимодействии этого вещества с избытком хлороводорода: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ РЕАКЦИИ
А) бутен-1	1) 1-хлорбутан
Б) пропин	2) 2-хлорбутан
В) циклопропан	3) 2-хлорпропан
Г) пропен	4) 1-хлорпропан
	5) 1,2-дихлорпропан
	6) 2,2-дихлорпропан

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

19. Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим веществом, которое является продуктом реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ РЕАКЦИИ
А) $HCHO \xrightarrow{H_2}$	1) метанол
Б) $CH_3CHO \xrightarrow{Cu(OH)_2}$	2) ацетальдегид
В) $C_2H_5OH \xrightarrow{CuO}$	3) уксусная кислота
Г) $C_2H_5OH \xrightarrow{t^\circ,\ H_2SO_4}$	4) углекислый газ
	5) ацетат меди(II)
	6) диэтиловый эфир

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

20. Из предложенного перечня типов реакций выберите два типа, к которым можно отнести взаимодействие натрия с водой.

1) каталитическая
2) гомогенная
3) необратимая
4) окислительно-восстановительная
5) реакция нейтрализации

Запишите в поле ответа номера выбранных типов реакций.

Ответ: | | |

21. Из предложенного перечня внешних воздействий выберите два, которые приводят к увеличению скорости реакции ацетилена с водородом.

1) понижение температуры
2) увеличение концентрации этана
3) использование катализатора
4) увеличение концентрации водорода
5) понижение давления в системе

Запишите в поле ответа номера выбранных внешних воздействий.

Ответ: | | |

22. Установите соответствие между формулой соли и продуктами электролиза водного раствора этой соли, которые выделились на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ	ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА
А) K_3PO_4	1) H_2, O_2
Б) $CaCl_2$	2) Cu, O_2
В) $CuCl_2$	3) Cu, Cl_2
Г) $Cu(NO_3)_2$	4) H_2, Cl_2
	5) Cu, NO_2

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

23. Установите соответствие между названием соли и отношением этой соли к гидролизу: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ СОЛИ	ОТНОШЕНИЕ К ГИДРОЛИЗУ
А) нитрат аммония	1) гидролизуется по катиону
Б) сульфат натрия	2) гидролизуется по аниону
В) фосфат натрия	3) гидролизу не подвергается
Г) сульфид аммония	4) гидролизуется по катиону и аниону

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

24. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при уменьшении давления в системе: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) $N_{2(г)} + 3H_{2(г)} \rightleftarrows 2NH_{3(г)}$	1) смещается в сторону прямой реакции
Б) $2H_{2(г)} + O_{2(г)} \rightleftarrows 2H_2O_{(г)}$	2) смещается в сторону обратной реакции
В) $H_{2(г)} + Cl_{2(г)} \rightleftarrows 2HCl_{(г)}$	3) равновесие практически не смещается
Г) $SO_2Cl_{2(г)} \rightleftarrows SO_{2(г)} + Cl_{2(г)}$	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

25. Установите соответствие между формулами веществ и реагентом, с помощью которого можно различить их водные растворы: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ	РЕАГЕНТ
А) HNO_3 и H_2O	1) Na_2CO_3
Б) NaCl и KOH	2) HNO_3
В) KCl и $BaBr_2$	3) HCl
Г) I_2 и $FeCl_3$	4) KNO_3
	5) $CuCl_2$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

26. Установите соответствие между веществом и областью его применения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
А) азот	1) получение капрона
Б) метан	2) в качестве топлива
В) изопрен	3) получение каучука
Г) пропилен	4) получение аммиака
	5) получение полимеров

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Ответом к заданиям 27–29 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, соблюдая при этом указанную степень точности. Затем перенесите это число в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

27. Вычислите массу хлорида бария (в граммах), которую следует растворить в 120 г раствора с массовой долей этой соли 10% для получения раствора с массовой долей 12%.

Ответ: _____ г.

(Запишите число с точностью до сотых.)

28. В результате реакции, термохимическое уравнение которой

$$2H_{2(г)} + O_{2(г)} = 2H_2O_{(г)} + 484 \text{ кДж},$$

выделилось 242 кДж теплоты. Вычислите массу образовавшейся при этом воды (в граммах).

Ответ: _____ г.

(Запишите число с точностью до целых.)

29. Вычислите массу кислорода (в граммах), необходимого для полного сжигания 6,72 л (н.у.) угарного газа.

Ответ: _____ г.

(Запишите число с точностью до десятых.)

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Часть 2

Для записи ответов на задания 30–34 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (30, 31 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

30. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции

$$CrSO_4 + \ldots + NaOH \rightarrow Na_2CrO_4 + NaBr + \ldots + H_2O$$

Определите окислитель и восстановитель.

31. Фосфор сожгли в избытке хлора. Полученный продукт обработали избытком раствора едкого кали, а затем — известковым молоком. Выпавший осадок прокалили в электропечи с углём и кварцевым песком. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

32. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

$$X_1 \xrightarrow{H_2O} HC \equiv CH \longrightarrow \text{этаналь} \xrightarrow{[Ag(NH_3)_2]OH} \longrightarrow \text{ацетат аммония} \longrightarrow Ba(CH_3COO)_2 \xrightarrow{t^\circ} X_2$$

При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

33. Карбонат калия массой 25 г сплавили с оксидом алюминия массой 10,2 г. Образовавшийся плав растворили в 400 мл азотной кислоты с массовой долей 15% (плотность 1,05 г/мл). Определите массовую долю азотной кислоты в полученном растворе.

34. При сгорании 8,1 г органического вещества нециклического строения получили 13,44 л (н.у.) углекислого газа и 8,1 г воды. Известно, что данное вещество не реагирует с аммиачным раствором оксида серебра, а 1 моль его в присутствии катализатора присоединяет только 1 моль воды.

На основании данных условия задания:

1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
2) запишите молекулярную формулу вещества;
3) составьте структурную формулу вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
4) напишите уравнение реакции гидратации этого органического вещества.

ВАРИАНТ 2

Часть 1

Ответом к заданиям 1–26 является последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Цифры в ответах на задания 5, 10–12, 18, 19, 22–26 могут повторяться.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) K; 2) Zn; 3) Si; 4) Ca; 5) C

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

1. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют на внешнем энергетическом уровне два электрона. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

2. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одном периоде. Расположите выбранные элементы в порядке возрастания их металлических свойств. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | | |

3. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые проявляют высшую степень окисления, равную +2. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

4. Из предложенного перечня выберите два соединения, в которых присутствует ковалентная неполярная химическая связь.

1) N_2
2) HClO
3) NH_4Br
4) HCl
5) P_4

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ: | | |

5. Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) N_2O	1) кислотный оксид
Б) Al_2O_3	2) основный оксид
В) P_2O_3	3) амфотерный оксид
	4) несолеобразующий оксид

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

6. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с каждым из которых медь реагирует без нагревания.

1) разбавленная азотная кислота
2) концентрированная серная кислота
3) оксид углерода(IV)
4) хлорид кальция (р-р)
5) хлорид ртути(II) (р-р)

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

7. Из предложенного перечня выберите два оксида, которые при обычных условиях реагируют с разбавленной азотной кислотой, но **не реагируют** с разбавленным раствором гидроксида натрия.

1) NO
2) CO_2
3) FeO
4) Na_2O
5) ZnO

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

8. В пробирку с раствором соли X добавили несколько капель вещества Y. В результате реакции наблюдали выделение бесцветного газа.

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые могут вступать в описанную реакцию.

1) FeS
2) HCl
3) NaOH
4) Na_2S
5) Na_2SO_4

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

9. Задана следующая схема превращений веществ:

$$NH_3 \xrightarrow{X} N_2 \xrightarrow{Y} Mg_3N_2$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) CuO
2) Al_2O_3
3) MgO
4) HNO_3 (разб.)
5) Mg

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10. Установите соответствие между уравнением реакции и свойством элемента азота, которое он проявляет в этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	СВОЙСТВО АЗОТА
А) $3Ca + N_2 = Ca_3N_2$	1) является окислителем
Б) $4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O$	2) является восстановителем
В) $4NH_3 + 6O_2 = 2N_2 + 6H_2O$	3) является и окислителем, и восстановителем
Г) $NH_4Br = NH_3 + HBr$	4) не проявляет окислительно-восстановительных свойств

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

11. Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТЫ
А) $P_{(красн.)}$	1) Na_3PO_4, Cl_2, $AgNO_3$
Б) P_2O_3	2) CO_2, H_2O, NaOH
В) $Sn(OH)_2$	3) Ca, Cl_2, NO_2
Г) $BaBr_2$	4) HBr, $Ba(OH)_2$, SO_3
	5) HNO_3, H_2O, KOH

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

12. Установите соответствие между названием вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) изопропилбензол	1) спирты
Б) глицерин	2) фенолы
В) бутанон	3) кетоны
	4) углеводороды

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

13. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые являются структурными изомерами пентена-1.

1) циклопентен
2) пентан
3) пентин-1
4) циклопентан
5) метилбутен-1

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

14. Из предложенного перечня выберите два вещества, каждое из которых реагирует с раствором перманганата калия.

1) пентен-2
2) пентан
3) пентин-1
4) 2-метилпентан
5) циклопентан

Ответ:

15. Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми взаимодействует пропаналь.

1) водород
2) 2,2-диметилбутан
3) аммиачный раствор оксида серебра
4) натрий
5) хлорметан

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

16. Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми взаимодействует диэтиламин.

1) Na
2) KOH
3) HNO_3
4) O_2
5) H_2

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

17. Задана следующая схема превращений веществ:

$$X \rightarrow \text{этаналь} \xrightarrow{Y} \text{уксусная кислота}$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) этан
2) 1,2-дихлорэтан
3) ацетилен
4) $K_2Cr_2O_7$ (H^+)
5) CuO (t^o)

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

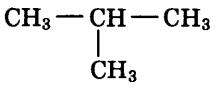
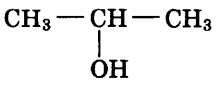
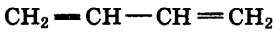
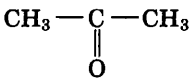
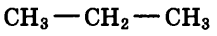
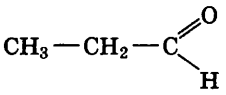
X	Y

18. Установите соответствие между названием реакции и её преимущественным продуктом: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ РЕАКЦИИ

А) дегидрирование бутана
Б) гидратация пропина
В) гидрирование пропена
Г) изомеризация бутана

ПРОДУКТ РЕАКЦИИ

1) 
2) 
3) 
4) 
5) 
6) 

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

19. Установите соответствие между схемой реакции и реагентом X, который принимает в ней участие: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА РЕАКЦИИ

А) $CHO \xrightarrow{X} CO_2$
Б) $CH_3CHO \xrightarrow{X} CH_3COOH$
В) $C_2H_5OH \xrightarrow{X} CH_3COOH$
Г) $C_2H_5OH \xrightarrow{X} C_2H_5OC_2H_5$

РЕАГЕНТ X

1) $KMnO_4$ (H^+)
2) CuO
3) $NaOH$
4) $AlCl_3$
5) H_2SO_4 (разб.)
6) H_2SO_4 (конц.)

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

20. Из предложенного перечня типов реакций выберите два типа, к которым можно отнести взаимодействие хлора с водой.

1) каталитическая
2) гомогенная
3) обратимая
4) окислительно-восстановительная
5) реакция нейтрализации

Запишите в поле ответа номера выбранных типов реакций.

Ответ: | | |

21. Из предложенного перечня внешних воздействий выберите два, которые приводят к увеличению скорости реакции алюминия с соляной кислотой.

1) понижение температуры
2) увеличение концентрации кислоты
3) измельчение алюминия
4) увеличение концентрации водорода
5) увеличение давления в системе

Запишите в поле ответа номера выбранных внешних воздействий.

Ответ: | | |

22. Установите соответствие между формулой соли и продуктами электролиза водного раствора этой соли, которые выделились на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ	ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА
А) K_2SO_4	1) металл и азот
Б) $CaBr_2$	2) водород и галоген
В) $CuCl_2$	3) металл и галоген
Г) $AgNO_3$	4) металл и кислород
	5) водород и кислород

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

23. Установите соответствие между названием соли и средой водного раствора этой соли: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ СОЛИ	СРЕДА РАСТВОРА
А) хлорид аммония	1) нейтральная
Б) сульфат калия	2) кислая
В) перманганат натрия	3) щелочная
Г) фторид калия	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

24. Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему

$$CO_{(г)} + Cl_{2(г)} \rightleftarrows COCl_{2(г)} + Q$$

и направлением смещения химического равновесия в результате этого воздействия: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) уменьшение концентрации оксида углерода(II)	1) в сторону продуктов реакции
Б) уменьшение концентрации хлора	2) в сторону исходных веществ
В) увеличение давления	3) практически не смещается
Г) увеличение температуры	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

25. Установите соответствие между формулами веществ и реагентом, с помощью которого можно их различить: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ	РЕАГЕНТ
А) CH_4 и C_2H_2	1) $FeCl_3$ (р-р)
Б) C_2H_5OH и C_6H_5OH (р-р)	2) $KMnO_4$ (р-р)
В) C_2H_5OH и CH_3COOH	3) $NaHCO_3$
Г) C_2H_4 и C_3H_8	4) $NaCl$
	5) H_2SO_4

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

26. Установите соответствие между веществом и областью его применения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
А) водород	1) получение лавсана
Б) пропан	2) в качестве топлива
В) дивинил	3) получение каучука
Г) изопрен	4) получение аммиака
	5) производство стали

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Ответом к заданиям 27–29 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, соблюдая при этом указанную степень точности. Затем перенесите это число в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

27. Вычислите массу сульфата магния (в граммах), которую следует растворить в 250 г раствора с массовой долей этой соли 10% для получения раствора с массовой долей 15%.

Ответ: _____ г.

(Запишите число с точностью до десятых.)

28. В результате реакции, термохимическое уравнение которой

$$2H_{2(г)} + O_{2(г)} = 2H_2O_{(г)} + 484 \text{ кДж},$$

выделилось 242 кДж теплоты. Вычислите объём сгоревшего при этом водорода (в литрах, н.у.).

Ответ: _____ л.

(Запишите число с точностью до десятых.)

29. Вычислите массу кислорода (в граммах), необходимого для полного сжигания 2,24 л (н.у.) сероводорода.

Ответ: _____ г.

(Запишите число с точностью до десятых.)

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Часть 2

Для записи ответов на задания 30–34 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (30, 31 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

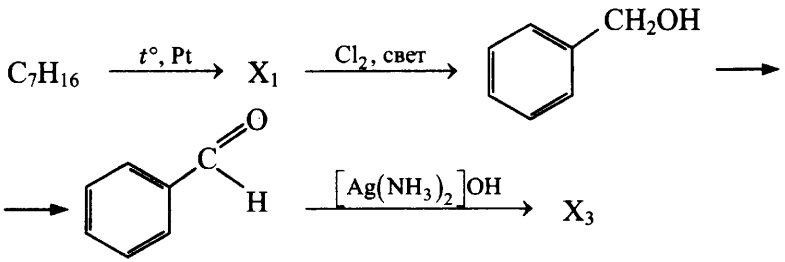
30. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции

$$Na_2SO_3 + \ldots + NaOH \rightarrow Na_2MnO_4 + \ldots + H_2O$$

Определите окислитель и восстановитель.

31. Металлический хром растворили в соляной кислоте, при этом образовался голубой раствор, окраска которого довольно быстро изменилась на зелёную. После добавления раствора кальцинированной соды выпал серо-зелёный осадок, который отфильтровали и обработали в сильнощелочной среде бромной водой. Получили раствор жёлтого цвета. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

32. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

33. Оксид цинка массой 8,1 г нагрели в присутствии оксида углерода(II) объёмом 0,56 л (н.у.), при этом оксид углерода прореагировал полностью. Полученный твёрдый остаток растворили в 52,2 мл 20%-ного раствора гидроксида натрия плотностью 1,15 г/мл. Определите массовую долю соли в образовавшемся растворе.

34. Некоторое органическое вещество, содержащее по массе 26,7% кислорода, 13,3% водорода, остальное — углерод, реагирует с натрием и окисляется оксидом меди(II) с образованием альдегида.

На основании данных условия задания:

1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
3) составьте возможную структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
4) напишите уравнение взаимодействия данного вещества с натрием.

ВАРИАНТ 3

Часть 1

Ответом к заданиям 1–26 является последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Цифры в ответах на задания 5, 10–12, 18, 19, 22–26 могут повторяться.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) Mg; 2) S; 3) Ti; 4) Al; 5) Ne

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

1. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют на внешнем энергетическом уровне два электрона. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

2. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одном периоде. Расположите выбранные элементы в порядке уменьшения их металлических свойств. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | | |

3. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые проявляют степень окисления, равную +4. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

4. Из предложенного перечня выберите два соединения, в которых присутствует ковалентная полярная химическая связь.

1) CaO
2) HClO
3) N_2
4) HCl
5) LiCl

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ: | | |

5. Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) Cr_2O_3	1) кислотный оксид
Б) CrO_3	2) основный оксид
В) CrO	3) амфотерный оксид
	4) несолеобразующий оксид

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

6. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с каждым из которых реагирует фосфор.

1) концентрированная азотная кислота
2) концентрированная соляная кислота
3) бром
4) водород
5) хлорид железа(II) (р-р)

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

7. Из предложенного перечня выберите два оксида, которые при обычных условиях реагируют с раствором гидроксида натрия, но **не реагируют** с азотной кислотой.

1) N_2O_5
2) CO_2
3) FeO
4) NO
5) ZnO

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

8. В пробирку с раствором вещества X добавили несколько капель раствора кислоты Y. В результате реакции наблюдали выделение бесцветного газа.

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые могут вступать в описанную реакцию.

1) H_2SiO_3
2) H_2SO_4
3) NH_4Cl
4) $CaCO_3$
5) $(NH_4)_2S$

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

9. Задана следующая схема превращений веществ:

$$FeO \xrightarrow{X} Fe_2(SO_4)_3 \xrightarrow{Y} FeSO_4$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) Fe
2) H_2SO_4 (разб.)
3) NH_3 (р-р)
4) H_2SO_4 (конц.)
5) Br_2 (р-р)

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10. Установите соответствие между уравнением реакции и свойством элемента серы, которое она проявляет в этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	СВОЙСТВО СЕРЫ
А) $Ca + S = CaS$	1) является окислителем
Б) $SO_2 + KOH = KHSO_3$	2) является восстановителем
В) $S + O_2 = SO_2$	3) является и окислителем, и восстановителем
Г) $3S + 6KOH = 2K_2S + + K_2SO_3 + 3H_2O$	4) не проявляет окислительно-восстановительных свойств

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

11. Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТЫ
А) O_2	1) $NaOH, CaO, H_2O$
Б) P_2O_5	2) $KOH, AgNO_3, NH_3 \cdot H_2O$
В) $Al(OH)_3$	3) $NH_3 \cdot H_2O, SiO_2, CH_3COOH$
Г) $MgBr_2$	4) KOH, SO_3, HNO_3
	5) SO_2, CO, K_2SO_3

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

12. Установите соответствие между названием вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) глицерин	1) альдегиды
Б) глицин	2) спирты
В) стирол	3) аминокислоты
	4) углеводороды

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

13. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, которые являются изомерами этилацетата:

1) уксусная кислота
2) бутановая кислота
3) пропановая кислота
4) изопропиловый эфир муравьиной кислоты
5) пропиловый эфир уксусной кислоты

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

14. Из предложенного перечня выберите два вещества, каждое из которых реагирует с раствором перманганата калия.

1) циклогексан
2) дивинил
3) 2-метилгексан
4) пропан
5) циклогексен

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

15. Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми взаимодействует этаналь.

1) водород
2) гидроксид меди(II)
3) гидроксид железа(II)
4) бутан
5) оксид алюминия

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

16. Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми взаимодействует глицин.

1) гидроксид натрия
2) угарный газ
3) соляная кислота
4) медь
5) метан

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

17. Задана следующая схема превращений веществ:

$$\text{этаналь} \xrightarrow{Y} \text{уксусная кислота} \rightarrow X \rightarrow \text{метан}$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) этанол
2) CH_3COONa
3) 1,2-дихлорэтан
4) $Cu(OH)_2$
5) H_2SO_4 ($t°$)

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

18. Установите соответствие между названием реакции и её преимущественным продуктом: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ РЕАКЦИИ	ПРОДУКТ РЕАКЦИИ
А) пиролиз метана	1) метанол
Б) гидрирование бензола	2) пропен
В) гидрирование циклопропана	3) пропан
Г) дегидрирование пропана	4) циклопропан
	5) ацетилен
	6) циклогексан

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

19. Установите соответствие между схемой реакции и реагентом X, который принимает в ней участие: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА РЕАКЦИИ	РЕАГЕНТ X
А) фенол $\xrightarrow{X}$ циклогексанол	1) CuO
Б) этаналь $\xrightarrow{X}$ уксусная кислота	2) H_2 (кат.)
В) толуол $\xrightarrow{X}$ бензоат калия	3) KOH
Г) этанол $\xrightarrow{X}$ уксусная кислота	4) $KMnO_4$ (водн.)
	5) $KMnO_4$ (H^+)
	6) H_2SO_4 (конц.)

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

20. Из предложенного перечня типов реакций выберите два типа, к которым можно отнести взаимодействие метана с хлором.

1) каталитическая
2) гомогенная
3) обратимая
4) окислительно-восстановительная
5) реакция нейтрализации

Запишите в поле ответа номера выбранных типов реакций.

Ответ: | | |

21. Из предложенного перечня внешних воздействий выберите два, которые приводят к уменьшению скорости реакции цинка с серной кислотой.

1) понижение температуры
2) измельчение цинка
3) использование катализатора
4) уменьшение концентрации кислоты
5) понижение давления в системе

Запишите в поле ответа номера выбранных внешних воздействий.

Ответ: | | |

22. Установите соответствие между формулой соли и продуктами электролиза водного раствора этой соли, которые выделились на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ	ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА
А) $Al_2(SO_4)_3$	1) металл и сера
Б) $BaBr_2$	2) водород и кислород
В) $Cu(NO_3)_2$	3) металл и галоген
Г) AgF	4) металл и кислород
	5) водород и галоген

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

23. Установите соответствие между названием соли и отношением этой соли к гидролизу: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ СОЛИ	ОТНОШЕНИЕ К ГИДРОЛИЗУ
А) бромид аммония	1) гидролизуется по катиону
Б) стеарат натрия	2) гидролизуется по аниону
В) перхлорат натрия	3) гидролизу не подвергается
Г) сульфид аммония	4) гидролизуется по катиону и аниону

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

24. Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему

$$2CO_{(г)} + O_{2(г)} \rightleftarrows 2CO_{2(г)} + Q$$

и направлением смещения химического равновесия в результате этого воздействия: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) уменьшение концентрации оксида углерода(II)	1) в сторону продуктов реакции
Б) уменьшение концентрации кислорода	2) в сторону исходных веществ
В) увеличение давления	3) практически не смещается
Г) увеличение температуры	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

25. Установите соответствие между формулами веществ и реагентом, с помощью которого можно их различить: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ	РЕАГЕНТ
А) пропан и пропен	1) $Cu(OH)_2$
Б) пропанол-1 и глицерин	2) Br_2 (р-р)
В) пропанол-2 и пропионовая кислота	3) C_2H_5OH
Г) фруктоза (р-р) и этанол	4) NaCl
	5) H_2SO_4

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

26. Установите соответствие между веществом и областью его применения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
А) фосфорная кислота	1) получение удобрений
Б) метан	2) в качестве топлива
В) ацетон	3) в качестве растворителя
Г) кокс	4) производство чугуна
	5) получение полимеров

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Ответом к заданиям 27–29 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, соблюдая при этом указанную степень точности. Затем перенесите это число в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

27. К 105 г раствора с массовой долей хлорида натрия 10% добавили 40 мл воды и 10 г соли. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

Ответ: _____ %.

(Запишите число с точностью до десятых.)

28. Определите количество теплоты, которая выделится при образовании 90 г воды в соответствии с термохимическим уравнением

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O + 892 \text{ кДж}$$

Ответ: _____ кДж.

(Запишите число с точностью до целых.)

29. Вычислите массу кислорода (в граммах), необходимого для окисления 6,72 л (н.у.) аммиака до азота.

Ответ: _____ г.

(Запишите число с точностью до десятых.)

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Часть 2

Для записи ответов на задания 30–34 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (30, 31 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

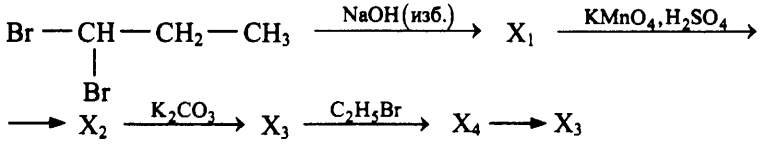
30. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции

$$Cr(NO_3)_3 + \ldots + NaOH \rightarrow Na_2CrO_4 + \ldots + NaBr + H_2O$$

Определите окислитель и восстановитель.

31. Гидроксид хрома(III) обработали в щелочной среде хлором. Полученный жёлтый раствор после подкисления серной кислотой изменил цвет на оранжевый. Соль, образовавшуюся в растворе, выделили и нагрели с концентрированной бромоводородной кислотой. Образовавшееся при этом простое вещество растворили в тёплом растворе едкого натра. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

32. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

33. Твёрдый остаток, полученный при взаимодействии 4,48 л (н.у.) водорода с 24 г оксида меди(II), растворили в 250 г 75%-ного раствора азотной кислоты. Определите массовую долю азотной кислоты в образовавшемся растворе.

34. При сгорании 12,6 г органического вещества, в молекуле которого содержится один третичный атом углерода, получили 20,16 л (н.у.) углекислого газа и 16,2 г воды. Относительная плотность паров этого вещества по углекислому газу равна 1,909. Известно, что это вещество не взаимодействует с водой, но реагирует с бромом на свету.

На основании данных условия задания:

1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
3) составьте возможную структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
4) напишите уравнение взаимодействия данного вещества с бромом.

ВАРИАНТ 4

Часть 1

Ответом к заданиям 1–26 является последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Цифры в ответах на задания 5, 10–12, 18, 19, 22–26 могут повторяться.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) Na; 2) Be; 3) Ca; 4) Mg; 5) Cl

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

1. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют на внешнем энергетическом уровне один неспаренный электрон. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

2. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одной группе. Расположите выбранные элементы в порядке возрастания их металлических свойств. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | | |

3. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые проявляют степень окисления, равную +1. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

4. Из предложенного перечня выберите два соединения, в которых присутствует и ионная, и ковалентная химическая связь.

1) $Ca(NO_3)_2$
2) HClO
3) NH_4Br
4) HBr
5) H_2SO_4

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ: | | |

5. Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) KOH	1) слабое основание
Б) CuOH	2) щелочь
В) $Al(OH)_2F$	3) амфотерный гидроксид
	4) соль

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

6. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с каждым из которых алюминий реагирует без нагревания.

1) концентрированная серная кислота
2) концентрированная соляная кислота
3) оксид бария
4) оксид фосфора(V)
5) хлорид меди(II) (р-р)

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

7. Из предложенного перечня выберите два оксида, которые при обычных условиях реагируют и с азотной кислотой, и с раствором гидроксида натрия.

1) N_2O
2) SiO_2
3) BeO
4) Al_2O_3
5) CaO

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

8. Краткое ионное уравнение реакции

$$Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2$$

описывает взаимодействие соли X с веществом Y.

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые могут вступать в описанную реакцию.

1) NaOH
2) C_2H_5OH
3) $CuCO_3$
4) $Fe(OH)_3$
5) $CuCl_2$

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

9. Задана следующая схема превращений веществ:

$$P_4 \xrightarrow{Ca} X \xrightarrow{Y} PH_3$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) CaP
2) H_2SO_4 (разб.)
3) Ca_3P_2
4) $Ca_3(PO_4)_2$
5) NH_3 (р-р)

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10. Установите соответствие между уравнением реакции и свойством элемента серы, которое она проявляет в этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	СВОЙСТВО СЕРЫ
А) $Cl_2 + 2S = S_2Cl_2$	1) является окислителем
Б) $SO_2 + 2NaOH = = H_2O + Na_2SO_3$	2) является восстановителем
В) $3S + 6LiOH = 2Li_2S + + Li_2SO_3 + 3H_2O$	3) является и окислителем, и восстановителем
Г) $S + O_3 = SO_3 + 3O_2$	4) не проявляет окислительно-восстановительных свойств

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

11. Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТЫ
А) N_2	1) KOH, Na_2O, H_2O
Б) N_2O_5	2) $HBr, Cr_2O_3, BaCl_2$
В) $Cr(OH)_3$	3) $HNO_3, NaOH, HCOOH$
Г) Na_2CO_3	4) $CO_2, CaO, NH_3 \cdot H_2O$
	5) O_2, Mg, H_2

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

12. Установите соответствие между названием вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) 2,3-диметилгексан	1) альдегиды
Б) фенилаланин	2) амины
В) анилин	3) аминокислоты
	4) углеводороды

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

13. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, в которых все атомы углерода находятся в состоянии sp^2-гибридизации.

1) этин
2) бутадиен-1,3
3) изопрен
4) стирол
5) толуол

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

14. Из предложенного перечня выберите два углеводорода, каждый из которых реагирует с аммиачным раствором оксида серебра.

1) этан
2) этен
3) этин
4) бутин-2
5) бутин-1

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

15. Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми взаимодействует уксусная кислота.

1) водород
2) гидроксид меди(II)
3) этанол
4) бутан
5) оксид углерода(IV)

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

16. Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми **не взаимодействует** глицин.

1) гидроксид натрия
2) оксид кальция
3) соляная кислота
4) медь
5) оксид кремния

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

17. Задана следующая схема превращений веществ:

$$\text{бромэтан} \xrightarrow{X} \text{этанол} \xrightarrow{Y} \text{этаналь}$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) KOH (спиртов.)
2) NaOH (водн.)
3) CuO ($t°$)
4) $Cu(OH)_2$
5) H_2SO_4 ($t°$)

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

18. Установите соответствие между названием реакции и её преимущественным продуктом: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ РЕАКЦИИ	ПРОДУКТ РЕАКЦИИ
А) гидратация этена	1) этиленгликоль
Б) гидратация этина	2) этановая кислота
В) гидрирование этина	3) этин
Г) дегидрирование этена	4) этан
	5) этанол
	6) этаналь

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

19. Установите соответствие между схемой реакции и реагентом X, который принимает в ней участие: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА РЕАКЦИИ	РЕАГЕНТ X
А) бензол $\xrightarrow{X}$ циклогексан	1) $Cu(OH)_2$
Б) этаналь $\xrightarrow{X}$ уксусная кислота	2) H_2 (кат.)
В) толуол $\xrightarrow{X}$ бензоат калия	3) HNO_3
Г) этанол $\xrightarrow{X}$ этилацетат	4) CH_3COOH
	5) $KMnO_4$ (OH^-)
	6) C_2H_5OH

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

20. Из предложенного перечня типов реакций выберите два типа, к которым можно отнести взаимодействие алюминия с соляной кислотой.

1) каталитическая
2) гомогенная
3) обратимая
4) окислительно-восстановительная
5) реакция замещения

Запишите в поле ответа номера выбранных типов реакций.

Ответ: | | |

21. Из предложенного перечня внешних воздействий выберите два, которые приводят к увеличению скорости взаимодействия растворов хлорида меди(II) и щелочи.

1) увеличение температуры
2) увеличение концентрации щелочи
3) использование катализатора
4) разбавление раствора хлорида меди
5) увеличение давления в системе

Запишите в поле ответа номера выбранных внешних воздействий.

Ответ: | | |

22. Установите соответствие между формулой соли и продуктами электролиза водного раствора этой соли, которые выделились на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ	ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА
А) $Au_2(SO_4)_3$	1) металл и сера
Б) LiBr	2) водород и кислород
В) $CuSO_4$	3) металл и галоген
Г) NaF	4) металл и кислород
	5) водород и галоген

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

23. Установите соответствие между названием соли и отношением этой соли к гидролизу: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ СОЛИ	ОТНОШЕНИЕ К ГИДРОЛИЗУ
А) ацетат аммония	1) гидролизуется по катиону
Б) сульфат калия	2) гидролизуется по аниону
В) карбонат калия	3) гидролизу не подвергается
Г) нитрат аммония	4) гидролизуется по катиону и аниону

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

24. Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему

$$2CO_{2(г)} \rightleftarrows 2CO_{(г)} + O_{2(г)} - Q$$

и направлением смещения химического равновесия в результате этого воздействия: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) увеличение концентрации оксида углерода(II)	1) в сторону продуктов реакции
Б) уменьшение концентрации кислорода	2) в сторону исходных веществ
В) уменьшение давления	3) практически не смещается
Г) увеличение температуры	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

25. Установите соответствие между формулами реагирующих веществ и признаком их взаимодействия: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРИЗНАК РЕАКЦИИ
А) $NaHCO_3$ и HNO_3 (разб.)	1) образование желтого осадка
Б) $BaCl_2$ и K_2CO_3	2) образование белого осадка
В) NaI и $AgNO_3$	3) образование бурого осадка
Г) $CaCO_3$ и HNO_3 (конц.)	4) выделение бесцветного газа
	5) выделение бурого газа

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

26. Установите соответствие между веществом и областью его применения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
А) азотная кислота	1) в качестве катализатора
Б) платина	2) в качестве топлива
В) сера	3) получение резины
Г) фенол	4) производство селитры
	5) получение пластмасс

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Ответом к заданиям 27–29 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, соблюдая при этом указанную степень точности. Затем перенесите это число в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

27. К 120 г раствора с массовой долей нитрата калия 10% добавили 50 мл воды и 7 г соли. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

Ответ: _____ %.

(Запишите число с точностью до десятых.)

28. Определите количество теплоты, которая выделится при сгорании 44,8 л (н.у.) метана в соответствии с термохимическим уравнением

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O + 892 \text{ кДж}$$

Ответ: _____ кДж.

(Запишите число с точностью до целых.)

29. Вычислите массу хлора (в граммах), необходимого для окисления 2,7 г алюминия.

Ответ: _____ г.

(Запишите число с точностью до сотых.)

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Часть 2

Для записи ответов на задания 30–34 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (30, 31 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

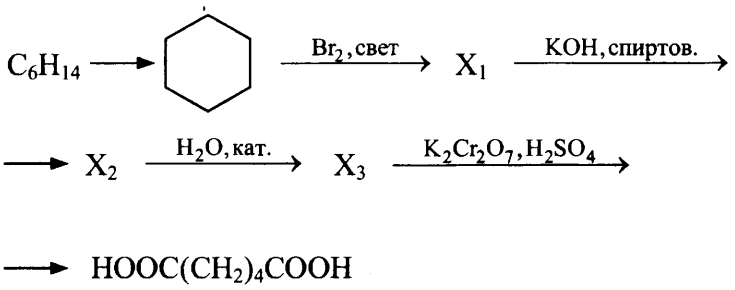
30. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции

$$KNO_2 + \ldots + HNO_3 \rightarrow \ldots + Cr(NO_3)_3 + H_2O$$

Определите окислитель и восстановитель.

31. Бром растворили в горячем растворе поташа. Одну из образовавшихся при этом солей выделили из раствора и использовали для окисления сульфида калия. Образовавшееся при этом простое вещество обработали концентрированной азотной кислотой при нагревании. При добавлении к полученному раствору нитрата бария наблюдали образование белого осадка. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

32. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

33. Измельчённую смесь, образовавшуюся в результате прокаливания 2,16 г порошка алюминия с 6,4 г оксида железа(III), внесли в 20%-ный раствор сульфата меди, содержащий 25 г медного купороса ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$). Определите массовую долю сульфата меди в полученном растворе.

34. Некоторое органическое вещество при нагревании подвергается гидролизу под действием гидроксида калия с образованием двух солей. При сжигании образца этого вещества массой 1,904 г получено 4,928 г углекислого газа и 1,008 г воды.

На основании данных условия задания:

1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
3) составьте возможную структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
4) напишите уравнение гидролиза данного вещества в присутствии гидроксида калия.

ВАРИАНТ 5

Часть 1

Ответом к заданиям 1–26 является последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Цифры в ответах на задания 5, 10–12, 18, 19, 22–26 могут повторяться.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) Na; 2) O; 3) Se; 4) Cu; 5) S

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

1. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют на внешнем энергетическом уровне один электрон. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

2. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одной группе. Расположите выбранные элементы в порядке возрастания их неметаллических свойств. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | | |

3. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые в соединениях проявляют высшую степень окисления, равную +6. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

4. Из предложенного перечня выберите два соединения, в которых присутствует и ионная, и ковалентная химическая связь.

1) Na_2SO_4
2) H_3PO_4
3) CO_2
4) H_2O
5) NH_4NO_3

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ: | | |

5. Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) HF	1) слабая кислота
Б) HNO_3	2) амфотерный гидроксид
В) $Zn(OH)_2$	3) сильная кислота
	4) основание

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

6. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с каждым из которых реагирует водород.

1) кремний
2) оксид серебра(I)
3) оксид алюминия
4) натрий
5) сульфат железа(II) (р-р)

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

7. Из предложенного перечня выберите два оксида, которые при обычных условиях реагируют и с азотной кислотой, и с раствором гидроксида натрия.

1) N_2O
2) SO_2
3) CO_2
4) MnO
5) PbO

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

8. Краткое ионное уравнение реакции

$$Al^{3+} + 3OH^- = Al(OH)_3$$

описывает взаимодействие соли X с веществом Y.

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые могут вступать в описанную реакцию.

1) NaOH
2) C_2H_5OH
3) Al_2S_3
4) $Cu(OH)_2$
5) $AlCl_3$

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

9. Задана следующая схема превращений веществ:

$$Fe \xrightarrow{Cl_2} X \xrightarrow{Y} Fe(OH)_3$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) $FeCl_2$
2) H_2O
3) $FeCl_3$
4) C_2H_5OH
5) NH_3 (р-р)

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10. Установите соответствие между уравнением реакции и изменением степени окисления окислителя в ней: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЯ
А) $Ca + S = CaS$	1) $0 \rightarrow -1$
Б) $SO_2 + Br_2 = SO_2Br_2$	2) $0 \rightarrow -2$
В) $S + O_2 = SO_2$	3) $0 \rightarrow +4$
Г) $3S + 6KOH = = 2K_2S + K_2SO_3 + 3H_2O$	4) $+4 \rightarrow -2$
	5) $+6 \rightarrow +4$
	6) $+4 \rightarrow 0$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

11. Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТЫ
А) Na	1) Mg, $Ca(OH)_2$, Na_2CO_3
Б) SiO_2	2) Na_2O, H_2O, Fe
В) $Ba(OH)_2$	3) HNO_3, H_2O, $AlCl_3$
Г) $FeCl_3$	4) HCl, NH_4Cl, Al
	5) CaO, H_2, Mg

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

12. Установите соответствие между названием вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) изопропанол	1) альдегиды
Б) аланин	2) амины
В) метаналь	3) аминокислоты
	4) спирты

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

13. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, которые имеют *цис-*, *транс-*изомеры.

1) 2-метилбутен-2
2) бутен-1
3) бутен-2
4) 1,2-дихлорэтен
5) бутин-2

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

14. Из предложенного перечня выберите два углеводорода, каждый из которых обесцвечивает бромную воду.

1) этан
2) этен
3) пропан
4) дивинил
5) изобутан

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

15. Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми взаимодействует этиленгликоль.

1) бромоводород
2) сода
3) гидроксид железа(II)
4) гидроксид меди(II)
5) пропан

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

16. Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми взаимодействует аминоуксусная кислота.

1) гидроксид бария
2) азот
3) азотная кислота
4) серебро
5) гексан

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

17. Задана следующая схема превращений веществ:

$$\text{этен} \xrightarrow{X} \text{этанол} \xrightarrow{Y} \text{этен}$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) HCl
2) NaOH (водн.)
3) CuO (t°)
4) H_2O (кат.)
5) H_2SO_4 (t°)

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

18. Установите соответствие между названием реакции и её преимущественным продуктом: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ РЕАКЦИИ	ПРОДУКТ РЕАКЦИИ
А) гидратация пропина	1) пропан
Б) гидратация бутина-2	2) пропаналь
В) гидрирование пропина	3) пропанон
Г) гидратация этина	4) бутаналь
	5) бутанон
	6) этаналь

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

19. Установите соответствие между схемой реакции и реагентом X, который принимает в ней участие: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА РЕАКЦИИ	РЕАГЕНТ X
А) фенол $\xrightarrow{X}$ трибромфенол	1) CuO
Б) бутаналь $\xrightarrow{X}$ масляная кислота	2) H_2 (кат.)
В) глицерин $\xrightarrow{X}$ $\rightarrow$ 1,2,3-трибромпропан	3) HBr
Г) этанол $\xrightarrow{X}$ этилформиат	4) Br_2
	5) $KMnO_4$ (H^+)
	6) HCOOH

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

20. Из предложенного перечня выберите две эндотермические реакции.

1) взаимодействие натрия с серной кислотой
2) окисление аммиака
3) разложение гидроксида железа(III)
4) взаимодействие метана с хлором
5) взаимодействие азота с кислородом

Запишите в поле ответа номера выбранных реакций.

Ответ: | | |

21. Из предложенного перечня внешних воздействий выберите два, которые приводят к уменьшению скорости реакции между растворами сульфата алюминия и щелочи.

1) понижение температуры
2) разбавление раствора щелочи
3) использование катализатора
4) повышение температуры
5) понижение давления в системе

Запишите в поле ответа номера выбранных внешних воздействий.

Ответ: | | |

22. Установите соответствие между формулой соли и продуктами электролиза водного раствора этой соли, которые выделились на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ	ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА
А) $MgSO_4$	1) металл и сера
Б) KF	2) водород и кислород
В) $CuCl_2$	3) металл и галоген
Г) Na_2S	4) металл и кислород
	5) водород и сера

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

23. Установите соответствие между названием соли и отношением этой соли к гидролизу: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ СОЛИ	ОТНОШЕНИЕ К ГИДРОЛИЗУ
А) фторид аммония	1) гидролизуется по катиону
Б) сульфат натрия	2) гидролизуется по аниону
В) хлорид кальция	3) гидролизу не подвергается
Г) сульфид цезия	4) гидролизуется по катиону и аниону

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

24. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при повышении давления в системе: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) $C_3H_{6(г)} + H_{2(г)} \rightleftarrows C_3H_{8(г)} + Q$	1) в сторону продуктов реакции
Б) $C_3H_7OH_{(г)} \rightleftarrows \rightleftarrows C_3H_{6(г)} + H_2O_{(г)} - Q$	2) в сторону исходных веществ
В) $ZnCl_{2(р\text{-}р)} + H_2O_{(ж)} \rightleftarrows \rightleftarrows Zn(OH)Cl_{(р\text{-}р)} + HCl_{(р\text{-}р)} - Q$	3) практически не смещается
Г) $2CO_{(г)} + O_{2(г)} \rightleftarrows 2CO_{2(г)} + Q$	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

25. Установите соответствие между формулами реагирующих веществ и признаком их взаимодействия: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРИЗНАК РЕАКЦИИ
А) $NaHCO_3$ и H_2SO_4 (разб.)	1) образование желтого осадка
Б) $BaCl_2$ и K_3PO_4	2) образование белого осадка
В) Na_2CrO_4 и $AgNO_3$	3) образование бурого осадка
Г) $NaHCO_3$ и HNO_3 (конц.)	4) выделение бесцветного газа
	5) выделение бурого газа

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

26. Установите соответствие между веществом и областью его применения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
А) этилацетат	1) получение капрона
Б) пропан	2) в качестве бытового газа
В) уксусная кислота	3) в качестве растворителя
Г) пропилен	4) консервант в пищевой промышленности
	5) получение полимеров

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Ответом к заданиям 27–29 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, соблюдая при этом указанную степень точности. Затем перенесите это число в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

27. К 300 г раствора с массовой долей бромида кальция 6% добавили 50 мл воды и 20 г соли. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

Ответ: _____ %.

(Запишите число с точностью до десятых.)

28. Определите объём метана (в литрах, н.у.), при сгорании которого в соответствии с термохимическим уравнением

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O + 892 \text{ кДж}$$

выделится 297,3 кДж теплоты.

Ответ: _____ л.

(Запишите число с точностью до десятых.)

29. Вычислите массу брома (в граммах), необходимого для окисления 2,7 г алюминия.

Ответ: _____ г.

(Запишите число с точностью до целых.)

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Часть 2

Для записи ответов на задания 30–34 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (30, 31 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

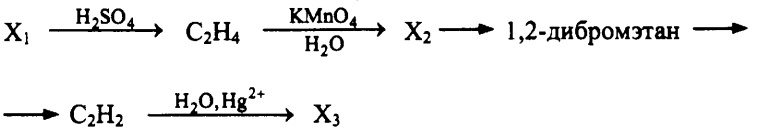
30. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции

$$\ldots + K_2S + H_2O \rightarrow S + 2MnO_2 + \ldots$$

Определите окислитель и восстановитель.

31. Металлическое железо обработали хлором, а полученный продукт растворили в воде и обработали сульфидом аммония. Выпавший чёрный осадок растворили в концентрированной азотной кислоте, при этом наблюдали выделение бурого газа, для утилизации которого использовали раствор кальцинированной соды. Напишите уравнения четырёх описанных реакций

32. **Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:**



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

33. При растворении в воде 50 г медного купороса ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) получен 20%-ный раствор сульфата меди. К этому раствору добавили 39 г цинка, а после завершения реакции добавили 292 г 12%-ного раствора соляной кислоты. Определите массовую долю соляной кислоты в полученном растворе.

34. При окислении углеводорода C_5H_8 перманганатом калия в сернокислой среде было получено органическое вещество А, содержащее по массе 61,54% кислорода, 34,62% углерода и 3,84% водорода.

На основании данных условия задания:

1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества А;
2) запишите молекулярную формулу органического вещества А;
3) составьте возможную структурную формулу вещества А, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
4) напишите уравнение получения вещества А окислением углеводорода C_5H_8 перманганатом калия в сернокислой среде.

ВАРИАНТ 6

Часть 1

Ответом к заданиям 1–26 является последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Цифры в ответах на задания 5, 10–12, 18, 19, 22–26 могут повторяться.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) N; 2) Fe; 3) As; 4) Mg; 5) P

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

1. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют на внешнем энергетическом уровне два электрона. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

2. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одной группе. Расположите выбранные элементы в порядке возрастания энергии ионизации. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | | |

3. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые не проявляют отрицательную степень окисления. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

4. Из предложенного перечня выберите два соединения, в которых присутствует ионная химическая связь.

1) $CaBr_2$
2) NO
3) BaO
4) HBr
5) NO_2

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ: | | |

5. Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) $Al(OH)_2NO_3$	1) кислая соль
Б) $Al(H_2PO_4)_3$	2) основная соль
В) $KAl(SO_4)_2$	3) смешанная соль
	4) двойная соль

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

6. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с каждым из которых реагирует хлор.

1) серная кислота
2) раствор NaOH
3) фторид калия
4) хлорид железа(II)
5) хлорид меди(II)

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

7. Из предложенного перечня выберите два оксида, которые **не реагируют** с соляной кислотой.

1) Na_2O
2) SiO_2
3) BeO
4) CO
5) BaO

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

8. Краткое ионное уравнение реакции

$$2H^+ + S^{2-} = H_2S$$

описывает взаимодействие соли X с веществом Y.

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые могут вступать в описанную реакцию.

1) HNO_2
2) HCl
3) CuS
4) Al_2S_3
5) K_2S

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

9. Задана следующая схема превращений веществ:

$$Na \xrightarrow{X} Na_2O_2 \xrightarrow{Y} Na_2CO_3$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) H_2O_2
2) NaOH
3) O_2
4) K_2CO_3
5) CO_2

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10. Установите соответствие между уравнением реакции и изменением степени окисления восстановителя в ней: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ ВОССТАНОВИТЕЛЯ
А) $2Al + 3S = Al_2S_3$	1) $0 \rightarrow +2$
Б) $SO_2 + Br_2 = SO_2Br_2$	2) $0 \rightarrow +3$
В) $S + O_2 = SO_2$	3) $0 \rightarrow +4$
Г) $3S + 6KOH =$ $= 2K_2S + K_2SO_3 + 3H_2O$	4) $-2 \rightarrow +4$
	5) $+4 \rightarrow +6$
	6) $+2 \rightarrow +6$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

11. Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТЫ
А) H_2	1) HCl, SiO_2, Al_2O_3
Б) Na_2O	2) $C, Cr_2O_3, BaCl_2$
В) $Cr(OH)_3$	3) $HNO_3, NaOH, CH_3COOH$
Г) $CaCO_3$	4) CO, ZnO, HBr
	5) O_2, Na, C_2H_2

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

12. Установите соответствие между названием вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) этин	1) кетоны
Б) ацетон	2) амины
В) 2-аминобутан	3) аминокислоты
	4) углеводороды

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

13. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, которые являются межклассовыми изомерами.

1) бутанол-1
2) *цис*-бутен-2
3) *транс*-бутен-2
4) бутановая кислота
5) метилпропиловый эфир

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

14. Из предложенного перечня выберите два углеводорода, при гидратации которых образуется кетон.

1) этин
2) этен
3) пентен-1
4) бутин-2
5) бутин-1

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

15. Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми взаимодействует глицерин.

1) этен
2) гидроксид меди(II)
3) гидроксид железа(III)
4) бутан
5) азотная кислота

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

16. Из предложенного перечня выберите два вещества, каждое из которых может образовывать дипептиды.

1) анилин
2) глицерин
3) аминоуксусная кислота
4) пропиламин
5) аланин

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

17. Задана следующая схема превращений веществ:

$$\text{пропин} \rightarrow X \rightarrow \text{пропанол-2} \xrightarrow{Y} \text{2-бромпропан}$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) пропаналь
2) пропанон
3) бромид калия
4) бромоводородная кислота
5) бром

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

18. Установите соответствие между схемой реакции и её продуктом: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА РЕАКЦИИ	ПРОДУКТ
А) $CH_4 \xrightarrow{1200^\circ C}$	1) бензол
Б) $CH_3 — CH_3 + HNO_3 \rightarrow$	2) пропанон
В) $HC \equiv CH \xrightarrow{C(актив.)}$	3) ацетилен
Г) $HC \equiv C — CH_3 + H_2O \xrightarrow{Hg^{2+}}$	4) этиламин
	5) пропанол
	6) нитроэтан

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

19. Установите соответствие между протекающей реакцией и продуктом, который образуется в этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАКЦИЯ	ПРОДУКТ
А) окисление ацетальдегида	1) CH_3CHO
Б) гидрирование ацетальдегида	2) CH_3COOH
В) дегидратация метанола	3) $HCHO$
Г) гидролиз метилата калия	4) CH_3CH_2OH
	5) CH_3OCH_3
	6) CH_3OH

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

20. Из предложенного перечня выберите две экзотермические реакции.

1) взаимодействие алюминия с соляной кислотой
2) разложение хлорида аммония
3) разложение гидроксида железа(III)
4) взаимодействие метана с хлором
5) взаимодействие азота с кислородом

Запишите в поле ответа номера выбранных реакций.

Ответ: | | |

21. Из предложенного перечня выберите две реакции, для которых увеличение давления приведет к увеличению скорости взаимодействия.

1) $CaCO_3 + 2HBr_{(р\text{-}р)} \rightarrow CaBr_2 + CO_2 + H_2O$
2) $CH_2{=}CH_2 + H_2 \longrightarrow CH_3{-}CH_3$
3) $Fe + I_{2(тв.)} \rightarrow FeI_2$
4) $Fe + 2HBr_{(г)} \rightarrow FeBr_2 + H_2$
5) $KH + H_2O \rightarrow KOH + H_2$

Запишите в поле ответа номера выбранных реакций.

Ответ: | | |

22. Установите соответствие между формулой соли и продуктами электролиза водного раствора этой соли, которые выделились на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ	ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА
А) Ag_2SO_4	1) металл и сера
Б) K_3PO_4	2) водород и кислород
В) $CuCl_2$	3) металл и галоген
Г) K_2S	4) металл и кислород
	5) водород и сера

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

23. Установите соответствие между названием соли и средой водного раствора этой соли: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ СОЛИ	СРЕДА РАСТВОРА
А) нитрат аммония	1) нейтральная
Б) сульфат натрия	2) кислая
В) фосфат натрия	3) щелочная
Г) сульфид бария	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

24. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при понижении давления в системе: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) $C_3H_{8(г)} \rightleftarrows C_3H_{6(г)} + H_{2(г)} - Q$	1) в сторону продуктов реакции
Б) $C_3H_7OH_{(г)} \rightleftarrows C_3H_{6(г)} + H_2O_{(г)} - Q$	2) в сторону исходных веществ
В) $FeCl_{2(р\text{-}р)} + H_2O_{(ж)} \rightleftarrows Fe(OH)Cl_{(р\text{-}р)} + HCl_{(р\text{-}р)} - Q$	3) практически не смещается
Г) $2CO_{2(г)} \rightleftarrows 2CO_{(г)} + O_{2(г)} - Q$	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

25. Установите соответствие между формулами реагирующих веществ и признаком их взаимодействия: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРИЗНАК РЕАКЦИИ
А) HI и $AgNO_3$	1) образование желтого осадка
Б) $Ca(NO_3)_2$ и Na_2CO_3	2) образование белого осадка
В) $FeCl_3$ и NaOH	3) образование бурого осадка
Г) $CaCO_3$ и HNO_3 (конц.)	4) выделение бесцветного газа
	5) выделение бурого газа

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

26. Установите соответствие между веществом и областью его применения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
А) O_3	1) обеззараживание воды
Б) $HC{\equiv}CH$	2) в качестве бытового газа
В) NaCl	3) получение хлорвинила
Г) C_4H_{10}	4) производство удобрений
	5) консервант в пищевой промышленности

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Ответом к заданиям 27–29 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, соблюдая при этом указанную степень точности. Затем перенесите это число в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

27. Какую массу воды (в граммах) надо добавить к 150 г раствора с массовой долей глюкозы 20% для получения раствора с массовой долей 15%?

Ответ: _____ г.

(Запишите число с точностью до целых.)

28. В результате реакции, термохимическое уравнение которой

$$3Fe + 2O_2 = Fe_3O_4 + 1200 \text{ кДж},$$

выделилось 240 кДж теплоты. Найдите объем кислорода (в литрах, н.у.), вступившего в реакцию.

Ответ: _____ л.

(Запишите число с точностью до целых.)

29. Вычислите массу альдегида (в граммах), который образуется при окислении 9,2 г этанола оксидом меди(II).

Ответ: _____ г.

(Запишите число с точностью до десятых.)

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Часть 2

Для записи ответов на задания 30–34 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (30, 31 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

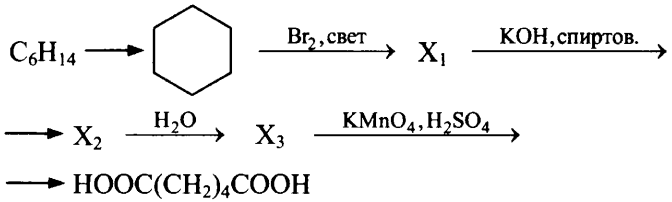
30. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции

$$\ldots + NH_3 \rightarrow MnO_2 + N_2 + \ldots + H_2O$$

Определите окислитель и восстановитель.

31. Кристаллический иод обработали концентрированной азотной кислотой при нагревании, наблюдая выделение бурого газа. Образовавшуюся кислоту осторожно нагрели, при этом получился ангидрид этой кислоты. Полученный ангидрид прореагировал с угарным газом, а выделившееся простое вещество прореагировало с металлическим железом. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

32. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

33. Избыток оксида меди(II) нагрели с 3,36 л (н.у.) водорода. В результате реакции получили 10,4 г твёрдого остатка. Этот остаток полностью растворился в 150 г 75%-ной серной кислоты. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

34. Органическое вещество X может быть получено взаимодействием некоторого углеводорода Y с избытком брома (при использовании недостатка брома возможно образование других веществ, являющихся по отношению друг к другу структурными изомерами). При сжигании образца вещества X получено 2,24 л (н.у.) углекислого газа, 0,45 г воды и 8,1 г бромоводорода.

На основании данных условия задания:

1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
2) запишите молекулярную формулу органического вещества X;
3) составьте возможную структурную формулу вещества X, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
4) напишите уравнение реакции получения вещества X взаимодействием углеводорода Y с избытком брома.

ВАРИАНТ 7

Часть 1

Ответом к заданиям 1–26 является последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Цифры в ответах на задания 5, 10–12, 18, 19, 22–26 могут повторяться.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) K; 2) Br; 3) Se; 4) Mg; 5) P

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

1. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют на внешнем энергетическом уровне один неспаренный электрон. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

2. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одном периоде. Расположите выбранные элементы в порядке возрастания их атомного радиуса. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | | |

3. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые проявляют степень окисления, равную +3. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

4. Из предложенного перечня выберите два соединения, между молекулами которых образуется водородная химическая связь.

1) H_2
2) NH_3
3) CH_4
4) HF
5) HBr

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ: | | |

5. Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) $CaCO_3$	1) средняя соль
Б) $KHCO_3$	2) кислая соль
В) $(NH_4)_2SO_4$	3) основная соль
	4) двойная соль

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

6. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с каждым из которых реагирует бром.

1) иодид кальция
2) фторид натрия
3) оксид кремния
4) водород
5) кислород

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

7. Из предложенного перечня выберите два оксида, которые при обычных условиях могут реагировать с азотной кислотой.

1) P_2O_5
2) SiO_2
3) ZnO
4) SO_3
5) CO_2

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

8. Краткое ионное уравнение реакции

$$2H^+ + CO_3^{2-} = H_2O + CO_2$$

описывает взаимодействие соли X с веществом Y.

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые могут вступать в описанную реакцию.

1) HF
2) CH_3COOH
3) $CuCO_3$
4) Na_2CO_3
5) HCl

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

9. Задана следующая схема превращений веществ:

$$SO_2 \xrightarrow{X} FeSO_4 \xrightarrow{Y} Fe(OH)_2$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) $Fe(OH)_3$
2) KOH (р-р)
3) H_2
4) $Fe_2(SO_4)_3$ (р-р)
5) H_2O

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10. Установите соответствие между уравнением реакции и названием восстановителя в ней: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	ВОССТАНОВИТЕЛЬ
А) $2Al + 3S = Al_2S_3$	1) сера
Б) $SO_2 + Br_2 = SO_2Br_2$	2) алюминий
В) $S + 2KNO_3 =$ $= 2\,KNO_2 + SO_2$	3) оксид серы(IV)
	4) нитрат калия
Г) $3S + 6KOH =$ $= 2K_2S + K_2SO_3 + 3H_2O$	5) гидроксид калия
	6) бром

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

11. Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТЫ
А) H_2	1) KOH, $CuCl_2$, O_2
Б) CaO	2) C, Al_2O_3, H_2O
В) H_2S	3) HCl, $Ba(OH)_2$, O_2
Г) Na_2SO_3	4) CuO, Li, C_2H_4
	5) N_2, CH_4, H_2SO_4

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

12. Установите соответствие между названием вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) кумол	1) спирты
Б) бутандиол-1,2	2) альдегиды
В) гексен-2	3) аминокислоты
	4) углеводороды

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

13. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, которые являются межклассовыми изомерами.

1) этилацетат
2) *цис*-бутен-2
3) *транс*-бутен-2
4) бутановая кислота
5) метилпропиловый эфир

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

14. Из предложенного перечня выберите два углеводорода, при гидратации которых образуется кетон.

1) бутадиен-1,3
2) гексен-2
3) пентин-1
4) бутин-2
5) гексен-1

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

15. Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми взаимодействует фенол.

1) бромная вода
2) 2-метилпентан
3) соляная кислота
4) азотная кислота
5) оксид кремния(IV)

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

16. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые могут подвергаться гидролизу.

1) глюкоза
2) сахароза
3) фруктоза
4) глицилаланин
5) диметиламин

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

17. Задана следующая схема превращений веществ:

$$\text{бутин-1} \rightarrow X \rightarrow \text{бутанол-2} \xrightarrow{Y} \text{бутен-2}$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) бутаналь
2) бутанон
3) серная кислота (конц.)
4) бромоводородная кислота
5) вода

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

18. Установите соответствие между схемой реакции и её продуктом: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

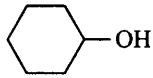
СХЕМА РЕАКЦИИ	ПРОДУКТ
А) $CH_3—CH_2—CH_2—CH_3 \xrightarrow{AlCl_3, t^\circ}$	1) бутен
Б) $CH_2=CH_2 + H_2O \longrightarrow$	2) ацетон
В) $HC\equiv CH \xrightarrow{C(\text{актив.})}$	3) изобутан
Г) $HC\equiv C—CH_3 + H_2O \xrightarrow{Hg^{2+}}$	4) этанол
	5) бензол
	6) этаналь

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

19. Установите соответствие между протекающей реакцией и продуктом, который образуется в этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАКЦИЯ	ПРОДУКТ
А) гидрирование фенола	1) 
Б) дегидратация циклогексанола	2) 
В) дегидратация пропанола-1	3) 
Г) дегидратация пропанола-2	4) $CH_3—CH=CH_2$
	5) $CH_3—CH_2—CH_3$
	6) $CH_3—C\equiv CH$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

20. Из предложенного перечня выберите две каталитические реакции.

1) взаимодействие пирита с кислородом
2) взаимодействие меди с кислородом
3) взаимодействие оксида серы(IV) с кислородом
4) взаимодействие ацетилена с водой
5) взаимодействие гидрида натрия с водой

Запишите в поле ответа номера выбранных реакций.

Ответ: | | |

21. Из предложенного перечня выберите две реакции, для которых уменьшение давления приведет к уменьшению скорости взаимодействия.

1) $CaCO_3 + 2HCl_{(р\text{-}р)} \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$
2) $CH{\equiv}CH + 2H_2 \longrightarrow CH_3{-}CH_3$
3) $Fe + S \rightarrow FeS$
4) $Ca + 2HBr_{(г)} \rightarrow CaBr_2 + H_2$
5) $NaH + H_2O \rightarrow NaOH + H_2$

Запишите в поле ответа номера выбранных реакций.

Ответ: | | |

22. Установите соответствие между формулой соли и продуктами электролиза водного раствора этой соли, которые выделились на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ	ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА
А) Li_2SO_4	1) металл и сера
Б) Na_3PO_4	2) водород и кислород
В) $MgCl_2$	3) металл и галоген
Г) K_2S	4) водород и галоген
	5) водород и сера

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

23. Установите соответствие между названием соли и средой водного раствора этой соли: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ СОЛИ	СРЕДА РАСТВОРА
А) сульфат аммония	1) нейтральная
Б) ацетат калия	2) кислая
В) перхлорат калия	3) щелочная
Г) фторид натрия	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

24. Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему

$$Fe_3O_{4(тв.)} + CO_{(г)} \rightleftarrows 3FeO_{(тв.)} + CO_{2\,(г)} - Q$$

и направлением смещения химического равновесия в результате этого воздействия: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) увеличение давления	1) в сторону продуктов реакции
Б) увеличение температуры	2) в сторону исходных веществ
В) добавление катализатора	3) практически не смещается
Г) уменьшение концентрации углекислого газа	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

25. Установите соответствие между формулами реагирующих веществ и признаком их взаимодействия: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРИЗНАК РЕАКЦИИ
А) CH_3COOH и NaOH	1) изменение окраски раствора
Б) $FeCl_3$ и NaOH	2) образование белого осадка
В) $NaHCO_3$ и HCOOH	3) образование бурого осадка
Г) $AlCl_3$ и NH_3 (р-р)	4) выделение газа
	5) видимые признаки отсутствуют

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

26. Установите соответствие между структурным звеном полимера и его названием: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СТРУКТУРНОЕ ЗВЕНО	НАЗВАНИЕ ПОЛИМЕРА
А) $-CH_2-CH(CH_3)-$	1) фенолформальдегидная смола
Б) $-CH_2-CHCl-$	2) полиэтилен
В) $-CH_2-CH_2-$	3) природный каучук
Г) $-CH_2-C(CH_3)=CH-CH_2-$	4) полипропилен
	5) поливинилхлорид

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Ответом к заданиям 27–29 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, соблюдая при этом указанную степень точности. Затем перенесите это число в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

27. Какую массу воды (в граммах) надо добавить к 300 г раствора с массовой долей хлорида калия 15% для получения раствора с массовой долей 10%?

Ответ: _____ г.

(Запишите число с точностью до целых.)

28. В результате реакции, термохимическое уравнение которой

$$3Fe + 2O_2 = Fe_3O_4 + 1200 \text{ кДж},$$

выделилось 600 кДж теплоты. Найти массу (в граммах) окисленного железа.

Ответ: _____ г.

(Запишите число с точностью до целых.)

29. Вычислите массу оксида меди(II) (в граммах), который необходим для окисления 4,6 г этанола.

Ответ: _____ г.

(Запишите число с точностью до целых.)

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Часть 2

Для записи ответов на задания 30–34 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (30, 31 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

30. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции

$$K_2CrO_4 + \ldots + H_2O \rightarrow S + K_3[Cr(OH)_6] + \ldots$$

Определите окислитель и восстановитель.

31. Порошок серы сплавили с гидроксидом калия. Из двух образовавшихся при этом солей выделили одну, количество которой в смеси меньше, и обработали её разбавленной серной кислотой. Выделившийся газ пропустили через подкисленный раствор перманганата калия. Марганцевую соль выделили из полученного раствора и подвергли электролизу. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

32. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

$$C_2H_2 \xrightarrow{H_2O,\,Hg^{2+}} X_1 \xrightarrow{Cu(OH)_2,\,t^\circ} X_2 \longrightarrow$$

$$\longrightarrow Ca(CH_3COO)_2 \xrightarrow{t^\circ} X_3 \longrightarrow \text{изопропанол}$$

При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

33. Газообразный аммиак, выделившийся при полном гидролизе 2 г нитрида магния, растворили в 165 мл 4,5%-ного раствора соляной кислоты плотностью 1,02 г/мл. Определите массовую долю соляной кислоты в образовавшемся растворе.

34. Некоторое органическое вещество получается при окислении циклического углеводорода C_6H_{10} перманганатом калия в присутствии серной кислоты. По данным химического анализа, в этом веществе массовая доля углерода равна 49,31%, массовая доля кислорода 43,84% и массовая доля водорода 6,85%.

На основании данных условия задания:

1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
2) запишите молекулярную формулу органического вещества;
3) составьте возможную структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
4) напишите уравнение получения этого вещества окислением соответствующего углеводорода перманганатом калия в сернокислой среде.

ВАРИАНТ 8

Часть 1

Ответом к заданиям 1–26 является последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Цифры в ответах на задания 5, 10–12, 18, 19, 22–26 могут повторяться.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) Al; 2) Ca; 3) P; 4) Ne; 5) Cl

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

1. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии **не имеют** на внешнем энергетическом уровне неспаренных электронов. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

2. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одном периоде. Расположите выбранные элементы в порядке уменьшения их атомного радиуса. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | | |

3. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые проявляют отрицательные степени окисления. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

4. Из предложенного перечня выберите два соединения, между молекулами которых образуется водородная химическая связь.

1) H_2
2) C_2H_5OH
3) C_2H_6
4) $CH_2{=}CH_2$
5) H_2O

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ: | | |

5. Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) Mn_2O_7	1) основный оксид
Б) NO	2) кислотный оксид
В) SO_2	3) амфотерный оксид
	4) безразличный оксид

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

6. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с каждым из которых реагирует литий.

1) азот
2) соляная кислота
3) оксид кальция
4) хлорид бария
5) сульфат натрия

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

7. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые в определённых условиях могут взаимодействовать с оксидом железа(III).

1) сода
2) вода
3) фосфорная кислота
4) азот
5) оксид углерода(IV)

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

8. В пробирку с раствором щёлочи X добавили несколько капель вещества Y. В результате реакции наблюдали выпадение синего осадка.

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые могут вступать в описанную реакцию.

1) $Zn(OH)_2$
2) $FeCl_2$
3) $FeCl_3$
4) $Cu(NO_3)_2$
5) KOH

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

9. Задана следующая схема превращений веществ:

$$NO_2 \xrightarrow{X} KNO_3 \xrightarrow{Y} KNO_2$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) KCl (р-р)
2) KOH (р-р)
3) NH_3
4) H_2SO_4 (конц.)
5) C

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10. Установите соответствие между уравнением реакции и формулой окислителя в ней: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	ОКИСЛИТЕЛЬ
А) $2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2$	1) Na
Б) $3CO + Fe_2O_3 = 3CO_2 + 2Fe$	2) S
В) $S + CO = COS$	3) H_2O
Г) $Cl_2 + H_2O = HCl + HClO$	4) Cl_2
	5) CO
	6) Fe_2O_3

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

11. Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТЫ
А) O_2	1) Fe, HCl, HNO_3
Б) Fe_2O_3	2) $AgNO_3$, $KMnO_4$, NaOH
В) HCl	3) SiO_2, N_2, HNO_3
Г) K_2S	4) HCl, $CuSO_4$, HNO_3
	5) N_2, CH_4, H_2S

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

12. Установите соответствие между названием вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) толуол	1) спирты
Б) стирол	2) амины
В) бутанол-1	3) аминокислоты
	4) углеводороды

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

13. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, которые являются межклассовыми изомерами.

1) циклогексен
2) метилциклопентан
3) гексен-2
4) гексан
5) пентадиен-1,3

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

14. Из предложенного перечня выберите два углеводорода, при гидратации которых образуется спирт.

1) этин
2) этен
3) пентен-1
4) бутин-2
5) бутин-1

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

15. Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми **не взаимодействует** фенол.

1) бромная вода
2) 2-метилпентан
3) соляная кислота
4) азотная кислота
5) гидроксид калия

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

16. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые могут подвергаться гидролизу.

1) рибоза
2) крахмал
3) фруктоза
4) этилацетат
5) дифениламин

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

17. Задана следующая схема превращений веществ:

$$\text{бутин-1} \xrightarrow{X} \text{бутен-1} \xrightarrow{Y} \text{бутанол-2}$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) водород
2) кислород
3) серная кислота (конц.)
4) гидроксид калия
5) вода

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

18. Установите соответствие между названием реакции и её преимущественным продуктом: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ РЕАКЦИИ	ПРОДУКТ РЕАКЦИИ
А) гидратация бутина-1	1) этанол
Б) гидратация бутина-2	2) этаналь
В) гидрирование бутина-1	3) бутаналь
Г) гидратация этина	4) бутанон
	5) бутанол-1
	6) бутан

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

19. Установите соответствие между схемой реакции и органическим веществом, которое является продуктом реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА РЕАКЦИИ	ПРОДУКТ РЕАКЦИИ
А) $HCOOK \xrightarrow{CH_3Br}$	1) этан
Б) $(CH_3COO)_2Ca \xrightarrow{t^\circ}$	2) метилформиат
В) $CH_3CH_2COOK \xrightarrow{\text{электролиз}}$	3) бутан
Г) $C_6H_5COOK \xrightarrow{KOH,\ t^\circ}$	4) ацетон
	5) бензол
	6) этаналь

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

20. Из предложенного перечня выберите два вещества, реакция разложения которых является окислительно-восстановительной.

1) $CuCO_3$
2) $Ca(NO_3)_2$
3) H_2SiO_3
4) $Al(OH)_3$
5) $NaClO_3$

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

21. Из предложенного перечня выберите два внешних воздействия, которые приведут к уменьшению скорости реакции

$$Zn_{(тв.)} + 2H^+_{(р\text{-}р)} = Zn^{2+}_{(р\text{-}р)} + H_{2(г)}$$

1) добавление ингибитора
2) добавление цинка
3) измельчение цинка
4) увеличение концентрации кислоты
5) понижение температуры

Запишите в поле ответа номера выбранных внешних воздействий.

Ответ: | | |

22. Установите соответствие между формулой соли и продуктами электролиза водного раствора этой соли, которые выделились на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ	ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА
А) $KMnO_4$	1) металл и азот
Б) KI	2) водород и кислород
В) $CuBr_2$	3) металл и галоген
Г) $AgNO_3$	4) металл и кислород
	5) водород и галоген

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

23. Установите соответствие между названием соли и средой водного раствора этой соли: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ СОЛИ	СРЕДА РАСТВОРА
А) бромид бария	1) нейтральная
Б) сульфит калия	2) кислая
В) сульфид натрия	3) щелочная
Г) сульфат железа(II)	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

24. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при повышении давления в системе: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) $2SO_{2(г)} + O_{2(г)} \rightleftarrows 2SO_{3(г)} + Q$	1) в сторону продуктов реакции
Б) $Br_{2(г)} + H_{2(г)} \rightleftarrows 2HBr_{(г)} + Q$	2) в сторону исходных веществ
В) $HCOOH_{(р\text{-}р)} \rightleftarrows HCOO^-_{(р\text{-}р)} + H^+_{(р\text{-}р)} - Q$	3) практически не смещается
Г) $SrO_{(тв.)} + CO_{2(г)} \rightleftarrows SrCO_{3(тв.)} + Q$	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

25. Установите соответствие между названиями веществ и реагентом, с помощью которого их можно различить: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЯ ВЕЩЕСТВ	РЕАГЕНТ
А) этаналь и этанол	1) Na_2CO_3
Б) метанол и уксусная кислота	2) Cu
В) этен и этин	3) $[Ag(NH_3)_2]OH$
Г) бутин-1 и бутин-2	4) H_2SO_4
	5) KOH

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

26. Установите соответствие между названием высокомолекулярного соединения и его формулой: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ	ФОРМУЛА
А) поливинилхлорид	1) $(—CF_2—CF_2—)_n$
Б) полипропилен	2) $(—CH_2—CH(C_6H_5)—)_n$
В) тефлон	3) $(—CH_2—CH(CH_3)—)_n$
Г) полистирол	4) $(—CH_2—C(Cl)H—)_n$
	5) $(—CH_2—CH_2—)_n$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Ответом к заданиям 27–29 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, соблюдая при этом указанную степень точности. Затем перенесите это число в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

27. Какую массу соли (в граммах) надо добавить к 300 г раствора с массовой долей хлорида калия 15% для получения раствора с массовой долей 17%?

Ответ: _____ г.

(Запишите число с точностью до десятых.)

28. В результате реакции, термохимическое уравнение которой

$$3Fe + 2O_2 = Fe_3O_4 + 1200 \text{ кДж},$$

образовалось 23,2 г железной окалины. Какое количество теплоты (в кДж) выделилось при этом?

Ответ: _____ кДж.

(Запишите число с точностью до целых.)

29. Вычислите массу оксида меди(II) (в граммах), который необходим для окисления 6 г пропанола-1.

Ответ: _____ г.

(Запишите число с точностью до целых.)

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Часть 2

Для записи ответов на задания 30–34 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (30, 31 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

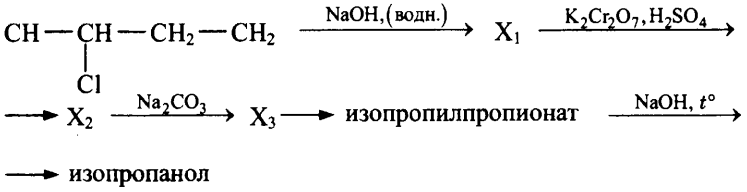
30. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции

$$\ldots + K_2S + H_2SO_4 \rightarrow 3S + \ldots + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$$

Определите окислитель и восстановитель.

31. Через раствор тетрагидроксоалюмината натрия пропустили избыток сероводорода до прекращения выпадения белого осадка. Соль, образовавшуюся в водном растворе, выделили и обработали перманганатом натрия в кислой среде. Образовавшееся простое вещество сожгли в кислороде, а полученный газ поглотили щелочным раствором, содержащим гипохлорит калия. Напишите уравнения четырёх описанных химических реакций.

32. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

33. Водород объёмом 10,08 л (н.у.) пропустили при нагревании над порошком оксида меди(II), при этом водород прореагировал полностью. Этот твёрдый остаток поместили в 255 г 25%-ного раствора нитрата серебра. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

34. Некоторое органическое вещество при нагревании подвергается гидролизу под действием гидроксида бария с образованием двух солей. При сжигании образца этого вещества массой 3,808 г получено 9,856 г углекислого газа и 2,016 г воды.

На основании данных условия задания:

1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
3) составьте возможную структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
4) напишите уравнение гидролиза данного вещества в присутствии гидроксида бария.

ВАРИАНТ 9

Часть 1

Ответом к заданиям 1–26 является последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Цифры в ответах на задания 5, 10–12, 18, 19, 22–26 могут повторяться.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) O; 2) F; 3) Si; 4) Cl; 5) Br

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

1. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют на внешнем энергетическом уровне два неспаренных электрона. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

2. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одной группе. Расположите выбранные элементы в порядке возрастания их неметаллических свойств. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | | |

3. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые проявляют степень окисления, равную +5. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

4. Из предложенного перечня выберите два соединения, в которых присутствует ковалентная химическая связь.

1) H_2
2) NH_3
3) CaO
4) BaF_2
5) NaBr

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ: | | |

5. Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) Na_2CO_3	1) средняя соль
Б) $Ca(HCO_3)_2$	2) основная соль
В) $(NH_4)_3PO_4$	3) кислая соль
	4) двойная соль

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

6. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с каждым из которых реагирует углерод.

1) азотная кислота (конц.)
2) соляная кислота (конц.)
3) оксид железа(III)
4) серная кислота (р-р)
5) хлорид цинка (р-р)

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

7. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые в определённых условиях могут взаимодействовать с оксидом кальция.

1) аммиак
2) вода
3) оксид хрома(III)
4) гидроксид калия
5) оксид углерода(II)

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

8. В пробирку с раствором щёлочи X добавили несколько капель вещества Y. В результате реакции наблюдали выпадение белого осадка.

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые могут вступать в описанную реакцию.

1) $Be(OH)_2$
2) $Cu(NO_3)_2$
3) $CaCO_3$
4) $MgCl_2$
5) NaOH

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

9. Задана следующая схема превращений веществ:

$$K_2Cr_2O_7 \xrightarrow{X} K_2CrO_4 \xrightarrow{Y} Cr(OH)_3$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) KCl (р-р)
2) KOH
3) Br_2
4) H_2SO_4
5) H_2S (р-р)

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10. Установите соответствие между уравнением реакции и названием восстановителя в ней: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	ВОССТАНОВИТЕЛЬ
А) $2Al + 3S = Al_2S_3$	1) сера
Б) $SO_2 + Br_2 = SO_2Br_2$	2) алюминий
В) $S + 2KNO_3 =$ $= 2KNO_2 + SO_2$	3) оксид серы(IV)
	4) нитрат калия
Г) $3S + 6KOH =$ $= 2K_2S + K_2SO_3 + 3H_2O$	5) гидроксид калия
	6) бром

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

11. Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТЫ
А) Li	1) Mg, $Ca(OH)_2$, Na_2CO_3
Б) SiO_2	2) Na_2O, H_2O, Fe
В) $Ca(OH)_2$	3) H_2SO_4, H_2O, $AlCl_3$
Г) $CrCl_3$	4) HCl, NH_4Cl, Al
	5) $CaCO_3$, CH_4, Mg

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

12. Установите соответствие между названием вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) циклогексан	1) альдегиды
Б) лейцин	2) амины
В) бутаналь	3) аминокислоты
	4) углеводороды

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

13. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, которые содержат атомы углерода как в состоянии sp^2-, так и в состоянии sp^3-гибридизации.

1) бутин-1
2) этилацетат
3) дивинил
4) пентен-2
5) стирол

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

14. Из предложенного перечня выберите два углеводорода, при взаимодействии которых с холодным раствором перманганата калия образуется двухатомный спирт.

1) пропан
2) этилен
3) пентен-1
4) бутин-2
5) бутин-1

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

15. Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми взаимодействуют и этанол, и фенол.

1) бромная вода
2) 2-метилпентан
3) соляная кислота
4) натрий
5) метаналь

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

16. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые в реакции с диметиламином образуют соль.

1) хлороводород
2) гидроксид натрия
3) аммиачный раствор оксида серебра
4) азотная кислота
5) кислород

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

17. Задана следующая схема превращений веществ:

$$\text{бутин-1} \xrightarrow{X} Y \rightarrow \text{бутанол-2}$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) бутаналь
2) бутанон
3) серная кислота
4) гидроксид калия
5) вода

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

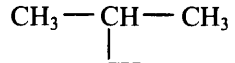
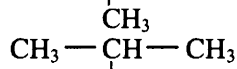
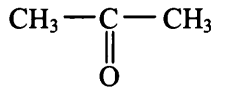
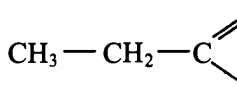
X	Y

18. Установите соответствие между названием реакции и её преимущественным продуктом: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ РЕАКЦИИ

А) дегидрирование пропана
Б) гидратация пропина
В) гидрирование пропена
Г) изомеризация бутана

ПРОДУКТ РЕАКЦИИ

1) 
2) 
3) 
4) 
5) 
6) 

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

19. Установите соответствие между схемой реакции и органическим веществом, которое является продуктом реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА РЕАКЦИИ

А) $CH_3{-}CBr_3 \xrightarrow{H_2O}$
Б) $(CH_3COO)_2Ca \xrightarrow{t^\circ}$
В) $CH_3COOK \xrightarrow{\text{электролиз}}$
Г) $CH_3COOK \xrightarrow{KOH,\ t^\circ}$

ПРОДУКТ РЕАКЦИИ

1) ацетальдегид
2) этанол
3) метан
4) этан
5) пропанон
6) уксусная кислота

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

20. Из предложенного перечня выберите два вещества, реакция разложения которых является окислительно-восстановительной.

1) H_2O_2
2) $CaCO_3$
3) $Cr(OH)_3$
4) $(CuOH)_2CO_3$
5) $NaNO_3$

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

21. Из предложенного перечня выберите две химические реакции, для которых изменение давления не приведёт к изменению скорости взаимодействия.

1) $ZnS + O_2 \rightarrow ZnO + SO_2$
2) $Zn + S \rightarrow ZnS$
3) $Fe + Cl_2 \rightarrow FeCl_3$
4) $Fe + 2HCl_{(р\text{-}р)} = FeCl_2 + H_2$
5) $Ca + 2HCl_{(г)} = CaCl_2 + H_2$

Запишите в поле ответа номера выбранных реакций.

Ответ: | | |

22. Установите соответствие между формулой соли и продуктами электролиза водного раствора этой соли, которые выделились на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ	ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА
А) $Al_2(SO_4)_3$	1) металл и сера
Б) NaBr	2) водород и кислород
В) $Hg(NO_3)_2$	3) металл и галоген
Г) AgF	4) металл и кислород
	5) водород и галоген

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

23. Установите соответствие между названием соли и средой водного раствора этой соли: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ СОЛИ	СРЕДА РАСТВОРА
А) хлорид меди(II)	1) нейтральная
Б) сульфат алюминия	2) кислая
В) гипохлорит натрия	3) щелочная
Г) нитрат калия	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

24. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при понижении давления в системе: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ
А) $2NO_{(г)} + O_{2(г)} \rightleftarrows 2NO_{2(г)} + Q$	1) в сторону продуктов реакции
Б) $H_{2(г)} + Cl_{2(г)} \rightleftarrows 2HCl_{(г)} + Q$	2) в сторону исходных веществ
В) $HNO_{2(р\text{-}р)} \rightleftarrows \rightleftarrows H^{+}_{(р\text{-}р)} + NO^{-}_{2(р-р)} - Q$	3) практически не смещается
Г) $SrO_{(тв.)} + CO_{2(г)} \rightleftarrows \rightleftarrows SrCO_{3(тв.)} + Q$	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

25. Установите соответствие между формулами веществ и реагентом, с помощью которого можно различить их водные растворы: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ	РЕАГЕНТ
А) KCl и K_2SO_4	1) $BaCl_2$
Б) K_2SO_4 и K_2SO_3	2) Cu
В) $AlCl_3$ и $MgCl_2$	3) $NaOH$
Г) HCl и HNO_3	4) H_2SO_4
	5) C_2H_5OH

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

26. Установите соответствие между названием химического продукта и способом его получения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ПРОДУКТА	СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ
А) керосин	1) полимеризация
Б) фенол	2) вулканизация каучука
В) резина	3) выделение из каменноугольной смолы
Г) мазут	4) поликонденсация
	5) перегонка нефти

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Ответом к заданиям 27–29 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, соблюдая при этом указанную степень точности. Затем перенесите это число в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

27. Из 250 г раствора поваренной соли с массовой долей 15% выпарили 30 г воды. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

Ответ: _____ %.

(Запишите число с точностью до целых.)

28. Определите количество теплоты, необходимое для разложения карбоната кальция в соответствии с термохимическим уравнением

$$CaCO_3 = CaO + CO_2 - 177 \text{ кДж},$$

если в результате выделилось 44,8 л (н.у.) углекислого газа.

Ответ: _____ кДж.

(Запишите число с точностью до целых.)

29. При взаимодействии натрия с водой образовалось 0,2 моль гидроксида натрия. Какой объём водорода (в литрах, н.у.) при этом выделился?

Ответ: _____ л.

(Запишите число с точностью до сотых.)

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Часть 2

Для записи ответов на задания 30–34 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (30, 31 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

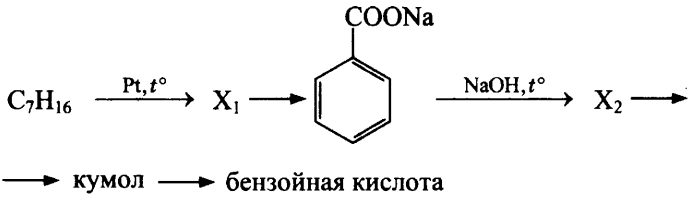
30. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции

$$MnO + KClO_3 + \ldots \rightarrow K_2MnO_4 + H_2O + \ldots$$

Определите окислитель и восстановитель.

31. Медь растворили в концентрированной азотной кислоте, при этом наблюдали выделение бурого газа. Из полученного раствора выделили соль и прокалили её на воздухе. Получившийся чёрный порошок восстановили оксидом углерода(II). Продукт восстановления растворили в растворе хлорида меди(II) в присутствии избытка поваренной соли. Напишите уравнения четырёх описанных химических реакций.

32. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

33. Избыток оксида меди(II) нагрели с 5,04 л (н.у.) водорода. В результате реакции получили 15,6 г твёрдого остатка. Этот остаток полностью растворился в 175 г 80%-ной серной кислоты. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

34. Некоторое органическое вещество, содержащее по массе 26,7% кислорода и 13,3% водорода, реагирует с калием и окисляется оксидом меди(II) с образованием кетона.

На основании данных условия задания:

1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
3) составьте возможную структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
4) напишите уравнение взаимодействия данного вещества с оксидом меди.

ВАРИАНТ 10

Часть 1

Ответом к заданиям 1–26 является последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Цифры в ответах на задания 5, 10–12, 18, 19, 22–26 могут повторяться.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) B; 2) Mg; 3) P; 4) Si; 5) He

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

1. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют на внешнем энергетическом уровне два электрона. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

2. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одном периоде. Расположите выбранные элементы в порядке уменьшения их электроотрицательности. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | | |

3. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые проявляют степень окисления, равную +3. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

4. Из предложенного перечня выберите два соединения, в которых присутствует ковалентная неполярная химическая связь.

1) $CH_2 = CH_2$
2) $CH_3—OH$
3) MgO
4) S_8
5) $AlBr_3$

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ: | | |

5. Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) $Cr(OH)_2NO_3$	1) смешанная соль
Б) $Cr(H_2PO_4)_3$	2) кислая соль
В) $KCr(SO_4)_2$	3) основная соль
	4) двойная соль

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

6. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с каждым из которых железо реагирует без нагревания.

1) гидроксид натрия (конц.)
2) соляная кислота (конц.)
3) оксид меди(II)
4) водород
5) нитрат серебра (р-р)

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

7. Из предложенного перечня выберите два оксида, которые реагируют с раствором соляной кислоты, но **не реагируют** с раствором гидроксида натрия.

1) CO
2) SO_3
3) CuO
4) MgO
5) ZnO

Запишите в таблицу номера выбранных веществ.

Ответ:

8. Краткое ионное уравнение реакции

$$Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2$$

описывает взаимодействие вещества X с солью Y.

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые могут вступать в описанную реакцию.

1) C_2H_5OH
2) $Ba(OH)_2$
3) CuS
4) $Al(OH)_3$
5) $CuCl_2$

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

9. Задана следующая схема превращений веществ:

$$Fe(OH)_2 \xrightarrow{X} Fe(OH)_3 \xrightarrow{Y} K_3[Fe(OH)_6]$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) KCl
2) KOH
3) H_2
4) H_2O_2
5) K_2O

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10. Установите соответствие между уравнением реакции и формулой восстановителя в ней: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	ВОССТАНОВИТЕЛЬ
А) $2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2$	1) Na
Б) $3CO + Fe_2O_3 = 3CO_2 + 2Fe$	2) S
В) $S + CO = COS$	3) H_2O
Г) $Cl_2 + H_2O = HCl + HClO$	4) Cl_2
	5) CO
	6) Fe_2O_3

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

11. Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТЫ
А) Mg	1) KOH, CH_3COOH, HBr
Б) P_2O_5	2) CO_2, Si, CH_3COOH
В) $Fe(OH)_3$	3) Cl_2, $AgNO_3$, $Ba(OH)_2$
Г) $MgBr_2$	4) H_2O, NaOH, O_2
	5) KOH, MgO, H_2O

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

12. Установите соответствие между названием вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) бензол	1) альдегиды
Б) глицерин	2) спирты
В) этин	3) аминокислоты
	4) углеводороды

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

13. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, в которых все атомы углерода находятся в состоянии sp^2-гибридизации.

1) этен
2) толуол
3) изопрен
4) дивинил
5) этилацетат

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

14. Из предложенного перечня выберите два углеводорода, каждый из которых реагирует с аммиачным раствором оксида серебра.

1) бутен-1
2) бутен-2
3) этин
4) бутин-2
5) бутин-1

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

15. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые взаимодействуют с пропанолом-1.

1) калий
2) муравьиная кислота
3) гидроксид натрия (р-р)
4) пропан
5) оксид железа(II)

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

16. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые реагируют с анилином.

1) бром
2) гидроксид кальция
3) фруктоза
4) азотная кислота
5) ацетат натрия

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

17. Задана следующая схема превращений веществ:

$$\text{этаналь} \xrightarrow{X} \text{уксусная кислота} \rightarrow Y \rightarrow \text{этан}$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) C_2H_5OH
2) CH_3COOK
3) C_2H_5Cl
4) $Cu(OH)_2$
5) H_2SO_4 (t°)

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

18. Установите соответствие между названием вещества и названием продукта, который преимущественно образуется при взаимодействии этого вещества с избытком бромоводорода: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ РЕАКЦИИ
А) пропен	1) 1-бромбутан
Б) пропин	2) 2-бромбутан
В) циклопропан	3) 2-бромпропан
Г) бутен-1	4) 1-бромпропан
	5) 1,2-дибромпропан
	6) 2,2-дибромпропан

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

19. Установите соответствие между схемой реакции и веществом X, принимающим в ней участие: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА РЕАКЦИИ	ВЕЩЕСТВО X
А) бутанол-2 $\xrightarrow{X}$ бутен-2	1) бром
Б) бутанол-2 $\xrightarrow{X}$ 2-бромбутан	2) H_2SO_4(конц.)
В) бутанол-2 $\xrightarrow{X}$ бутанон	3) вода
Г) бутанол-1 $\xrightarrow{X}$ бутаналь	4) CuO (t)
	5) NaBr
	6) бромоводород

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

20. Из предложенного перечня выберите два типа реакций, к которым можно отнести взаимодействие пропена с водой.

1) реакция гидрирования
2) реакция присоединения
3) реакция замещения
4) реакция гидратации
5) реакция нейтрализации

Запишите в поле ответа номера выбранных типов реакций.

Ответ: | | |

21. Из предложенного перечня выберите две химические реакции, для которых увеличение концентрации кислоты приведёт к увеличению скорости реакции:

1) $SO_{3(г)} + H_2O_{(ж)} \rightarrow H_2SO_{4(р\text{-}р)}$
2) $ZnO_{(тв.)} + HCl_{(р\text{-}р)} \rightarrow ZnCl_{2(р\text{-}р)} + H_2O_{(ж)}$
3) $H_2S_{(г)} + H_2O_{(ж)} + Cl_{2(г)} \rightarrow H_2SO_{4(р\text{-}р)} + HCl_{(р\text{-}р)}$
4) $Mg_{(тв.)} + H_2SO_{4(разб.)} \rightarrow MgSO_{4(р\text{-}р)} + H_{2(г)}$
5) $HNO_{3(конц.)} + Fe_{(тв.)} \rightarrow Fe(NO_3)_{3(р\text{-}р)} + NO_{2(г)} + H_2O_{(ж)}$

Запишите в поле ответа номера выбранных реакций.

Ответ: | | |

22. Установите соответствие между формулой соли и продуктами электролиза водного раствора этой соли, которые выделились на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ	ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА
А) KNO_3	1) металл и азот
Б) $MgBr_2$	2) водород и галоген
В) $CuCl_2$	3) металл и галоген
Г) $AgNO_3$	4) металл и кислород
	5) водород и кислород

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

23. Установите соответствие между названием соли и отношением этой соли к гидролизу: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ СОЛИ	ОТНОШЕНИЕ К ГИДРОЛИЗУ
А) нитрат кальция	1) гидролизуется по катиону
Б) стеарат натрия	2) гидролизуется по аниону
В) фосфат калия	3) гидролизу не подвергается
Г) карбонат аммония	4) гидролизуется по катиону и аниону

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

24. Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему

$$COCl_{2(г)} \rightleftarrows CO_{(г)} + Cl_{2(г)} - Q$$

и направлением смещения химического равновесия в результате этого воздействия: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) увеличение концентрации оксида углерода(II)	1) в сторону продуктов реакции
Б) уменьшение концентрации хлора	2) в сторону исходных веществ
В) уменьшение давления	3) практически не смещается
Г) увеличение температуры	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

25. Установите соответствие между формулами веществ и реагентом, с помощью которого их можно различить: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ	РЕАГЕНТ
А) K_3PO_4 и K_2SO_4	1) H_2O
Б) K_2SO_4 и K_2SO_3	2) $NH_3 \cdot H_2O$
В) $AlCl_3$ и $ZnCl_2$	3) H_2SO_4
Г) H_3PO_4 и HNO_3	4) $AgNO_3$
	5) Cu

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

26. Установите соответствие между названием химического продукта и способом его получения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ПРОДУКТА	СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ
А) чугун	1) выплавка в конвертере
Б) метан	2) выделение из каменноугольной смолы
В) фенол	3) выделение из природного газа
Г) лигроин	4) выплавка в доменной печи
	5) перегонка нефти

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Ответом к заданиям 27–29 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, соблюдая при этом указанную степень точности. Затем перенесите это число в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

27. Смешали 250 г раствора поваренной соли с массовой долей 15% и 30 г раствора с массовой долей 20%. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

Ответ: _____ %.

(Запишите число с точностью до десятых.)

28. В результате реакции, термохимическое уравнение которой

$$2H_{2(г)} + O_{2(г)} = 2H_2O_{(г)} + 484 \text{ кДж},$$

выделилось 1452 кДж теплоты. Вычислите массу (в граммах) израсходованного при этом кислорода.

Ответ: _____ г.

(Запишите число с точностью до целых.)

29. При взаимодействии кальция с водой образовалось 0,3 моль гидроксида кальция. Какой объём водорода (в литрах, н.у.) при этом выделился?

Ответ: _____ л.

(Запишите число с точностью до сотых.)

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Часть 2

Для записи ответов на задания 30–34 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (30, 31 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

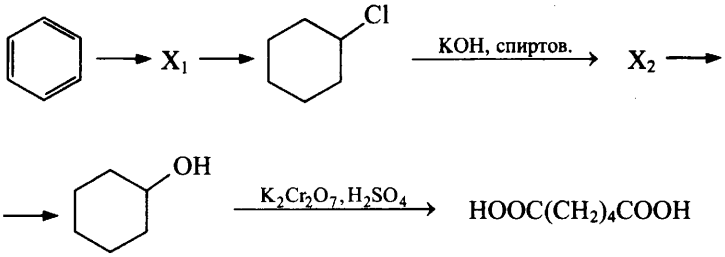
30. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции

$$\ldots + Mn_2O_3 + KOH \rightarrow K_2MnO_4 + KNO_2 + \ldots$$

Определите окислитель и восстановитель.

31. Железо растворили в концентрированной азотной кислоте при нагревании. Полученную соль выделили и прокалили. Получившийся бурый порошок нагрели в атмосфере газа, выделившегося при растворении гидрида натрия в воде. Образовавшееся при этом вещество не притягивается магнитом. Напишите уравнения четырёх описанных химических реакций.

32. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

33. Твёрдый остаток, полученный при взаимодействии 4,48 л (н.у.) водорода с 24 г оксида меди(II), растворили в 250 г 75%-ного раствора азотной кислоты. Определите массовую долю кислоты в образовавшемся растворе.

34. При сгорании 4,05 г органического вещества нециклического строения получили 6,72 л (н.у.) углекислого газа и 4,05 г воды. Известно, что данное вещество не реагирует с аммиачным раствором оксида серебра, но способно к гидратации, причем 1 моль его в присутствии катализатора присоединяет только 1 моль воды.

На основании данных условия задания:

1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
2) запишите молекулярную формулу вещества;
3) составьте структурную формулу вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
4) напишите уравнение реакции гидратации этого органического вещества.

ВАРИАНТ 11

Часть 1

Ответом к заданиям 1–26 является последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Цифры в ответах на задания 5, 10–12, 18, 19, 22–26 могут повторяться.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) Ti; 2) Sb; 3) B; 4) O; 5) N

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

1. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют на внешнем энергетическом уровне три неспаренных электрона. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

2. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одном периоде. Расположите выбранные элементы в порядке возрастания их неметаллических свойств. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | | |

3. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые проявляют высшую степень окисления, равную +5. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

4. Из предложенного перечня выберите два соединения, в которых присутствует ионная химическая связь.

1) $Ca(NO_3)_2$
2) NH_4NO_3
3) H_2O
4) BCl_3
5) P_2O_3

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ: | | |

5. Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС
А) Na_2SO_4	1) соль средняя
Б) $(NH_4)_2HPO_4$	2) оксид кислотный
В) NO	3) оксид несолеобразующий
	4) соль кислая

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

6. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с каждым из которых реагирует хлор.

1) бромид калия
2) сульфат калия
3) азотная кислота
4) вода
5) оксид натрия

Запишите в таблицу номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

7. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с каждым из которых реагирует оксид углерода (II).

1) оксид железа (II)
2) оксид серы (IV)
3) соляная кислота
4) гидроксид железа (III)
5) оксид меди (I)

Запишите в таблицу номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

8. В пробирку с раствором соли X добавили несколько капель вещества Y. В результате реакции наблюдали выделение желто-зеленого газа. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые могут вступать в описанную реакцию.

1) HBr
2) KOH
3) $BaCl_2$
4) $KMnO_4$
5) HCl

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ: | | |

9. Задана следующая схема превращений:

$$N_2 \xrightarrow{X} Mg_3N_2 \xrightarrow{Y} NH_4Cl$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) Mg
2) CaO
3) H_2O
4) HCl
5) NH_3

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10. Установите соответствие между уравнением реакции и свойством элемента брома, которое он проявляет в этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	СВОЙСТВА БРОМА
А) $Br_2 + KOH \xrightarrow{\text{охлаждение}} KBr + KBrO + H_2O$	1) является окислителем
Б) $Br_2 + KOH \xrightarrow{\text{нагревание}} KBr + KBrO_3 + H_2O$	2) является восстановителем
В) $Br_2 + H_2S \rightarrow HBr + S$	3) является и окислителем, и восстановителем
Г) $Br_2 + H_2O + S \rightarrow HBr + H_2SO_4$	4) не проявляет окислительно-восстановительных свойств

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

11. Установите соответствие между формулой вещества и формулами реагентов, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	ФОРМУЛЫ РЕАГЕНТОВ
А) $NaOH$	1) $AgNO_3$, $MgCl_2$, $LiOH$
Б) NO_2	2) HBr, $NaOH$, K_2O
В) H_3PO_4	3) $AgNO_3$, $Pb(NO_3)_2$, H_3PO_4
Г) Al_2O_3	4) S, ZnO, $FeCl_2$
	5) $NaOH$, Cu, H_2O

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

12. Установите соответствие между названием вещества и общей формулой класса/группы, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	ОБЩАЯ ФОРМУЛА
А) пропан	1) C_nH_{2n+2}
Б) бутен-2	2) C_nH_{2n}
В) пропин	3) C_nH_{2n-2}
	4) C_nH_{2n-4}

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

13. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые являются структурными изомерами пентина-2.

1) пентин-1
2) метилциклобутан
3) циклопентен
4) 2-метилбутен-2
5) метилциклопентан

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

14. Из предложенного перечня выберите два вещества, каждое из которых реагирует с подкисленным раствором перманганата калия.

1) *о*-ксилол
2) бензол
3) тетрахлорметан
4) пентаналь
5) гексан

Запишите в таблицу номера выбранных ответов.

Ответ:

15. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с которыми реагирует бутанол-2.

1) гидроксид кальция
2) пропан
3) натрий
4) железо
5) бромоводородная кислота

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

16. Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми реагирует диметиламин.

1) пропан
2) азотистая кислота
3) азот
4) хлороводород
5) хром

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

17. Задана следующая схема превращений веществ:

$$HC(O)OH \xrightarrow{X} HC(O)OCH_3 \xrightarrow{Y} CH_3OH$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) CH_4
2) CH_3Cl
3) CH_3OH
4) CO_2
5) KOH

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

18. Установите соответствие между названием вещества и продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этого вещества с эквимольным количеством бромоводорода: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ РЕАКЦИИ
А) 2-метилпропен	1) 1-бромпропан
Б) пропен (в присутствии органических перекисей)	2) 2-бромпропан
В) пропен	3) 2-бромбутен-2
Г) бутин-2	4) 2-бромпропен
	5) 2-бром-2-метилпропан
	6) 1-бром-2-метилпропан

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

19. Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим веществом, которое является продуктом реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ РЕАКЦИИ
А) этанол и калий	1) этилат калия
Б) пропанол-2 и бромоводород	2) 1-бромпропан
В) пропанол-1 и бромоводород	3) 2-бромпропан
Г) муравьиная кислота и метанол	4) метилацетат
	5) метилформиат
	6) метилэтиловый эфир

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

20. Взаимодействие калия с бромом является процессом:

1) гетерогенным
2) гомогенным
3) обратимым
4) окислительно-восстановительным
5) разложения

Запишите в поле ответа номера выбранных типов реакций.

Ответ: | | |

21. Из предложенного перечня внешних воздействий выберите два, которые приводят к увеличению скорости реакции карбоната кальция с соляной кислотой.

1) охлаждение
2) нагревание
3) увеличение концентрации CO_2
4) уменьшение давления в системе
5) измельчение мела

Запишите в поле ответа номера выбранных внешних воздействий.

Ответ: | | |

22. Установите соответствие между формулой соли и продуктами электролиза водного раствора этой соли, которые выделились на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ	ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА
А) $CuCl_2$	1) медь, хлор
Б) $Hg(NO_3)_2$	2) водород, кислород
В) $CrCl_3$	3) хром, водород, хлор
Г) $MgSO_4$	4) магний, водород, кислород
	5) ртуть, кислород

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

23. Установите соответствие между названием соли и отношением этой соли к гидролизу: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ СОЛИ	ОТНОШЕНИЕ К ГИДРОЛИЗУ
А) хлорид натрия	1) гидролиз по катиону
Б) сульфат олова	2) гидролиз по аниону
В) сульфид алюминия	3) гидролиз по катиону и аниону
Г) сульфид калия	4) гидролизу не подвергается

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

24. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при увеличении давления в системе: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) $CaCO_{3(тв)} \rightleftarrows CaO_{(тв)} + CO_{2(г)}$	1) в сторону продуктов реакции
Б) $2SO_{3(г)} \rightleftarrows 2SO_{2(г)} + O_{2(г)}$	2) в сторону исходных веществ
В) $C_{(тв)} + CO_{2(г)} \rightleftarrows 2CO_{(г)}$	3) практически не смещается
Г) $CO_{(г)} + Cl_{2(г)} \rightleftarrows COCl_{2(г)}$	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

25. Установите соответствие между формулами веществ и реагентом, с помощью которого можно различить их водные растворы: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ	РЕАГЕНТ
А) фенол (р-р) и пентанол-1	1) Br_2 (водн.)
Б) пропанол-1 и глицерин	2) $Cu(OH)_2$
В) муравьиная кислота и пропионовая кислота	3) Na
	4) H_2SO_4
Г) пальмитиновая кислота и олеиновая кислота	5) NH_3

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

26. Установите соответствие между веществом и областью его применения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
А) изопрен	1) синтез ацетилена
Б) пропен	2) производство каучука
В) этен	3) производство этанола
Г) метан	4) получение хлорвинила
	5) производство полипропилена

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Ответом к заданиям 27–29 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, соблюдая при этом указанную степень точности. Затем перенесите это число в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

27. Определите массу воды, которую нужно добавить к 50 г 20%-ной раствора соляной кислоты, чтобы она стала 10%-ной.

Ответ: _____ г.

(Запишите число с точностью до целых).

28. Чему равен объем азота, который при н.у. необходимо взять для получения 17 г аммиака при условии количественного выхода?

Ответ: _____ л.

(Запишите число с точностью до десятых.)

29. Чему равен объем газа, образовавшегося в результате растворения 40 г карбоната кальция в избытке соляной кислоты?

Ответ: _____ л.

(Запишите число с точностью до сотых.)

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Часть 2

Для записи ответов на задания 30–34 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (30, 31 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

30. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции

$$KMnO_4 + PH_3 + ... \rightarrow MnSO_4 + H_3PO_4 + ... + H_2O$$

Определите окислитель и восстановитель.

31. Осадок, полученный при взаимодействии растворов сульфата алюминия и нитрата бария, отфильтровали. Фильтрат обработали едким натром в мольном соотношении 1 : 3. Выпавший осадок отделили и прокалили. Полученное вещество обработали избытком раствора соляной кислоты. Напишите уравнения описанных реакций.

32. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

$$н\text{-}C_4H_{10} \xrightarrow{AlCl_3,\ t} X_1 \xrightarrow{Br_2\ /\ h\nu} X_2 \xrightarrow{KOH(спирт.)} X_3 \rightarrow$$
$$\rightarrow \text{2-метилпропандиол-1,2} \rightarrow CO_2$$

При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

33. Смесь алюминиевых и железных опилок обработали водным раствором гидроксида натрия, при этом выделилось 13,44 л водорода (н.у.). При обработке такой же навески смеси соляной кислотой выделилось 15,68 л водорода (н.у.). Определите содержание железа в исходной смеси в %, с точностью до десятых.

34. При сгорании в кислороде навески предельной карбоновой кислоты массой 6,0 г образовался углекислый газ объёмом 4,48 л. Установите формулу кислоты.

1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле.
4) напишите уравнение реакции кислоты с гидрокарбонатом калия.

ВАРИАНТ 12

Часть 1

Ответом к заданиям 1–26 является последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Цифры в ответах на задания 5, 10–12, 18, 19, 22–26 могут повторяться.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) H; 2) Cu; 3) Mg; 4) P; 5) S

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

1. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют на внешнем энергетическом уровне один неспаренный электрон. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

2. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одном периоде. Расположите выбранные элементы в порядке возрастания их неметаллических свойств. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | | |

3. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые проявляют высшую степень окисления, равную +2. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

4. Из предложенного перечня выберите два соединения, в которых присутствует ионная химическая связь.

1) NH_4Cl
2) NH_4NO_3
3) H_2O_2
4) PCl_5
5) P_2S_3

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ: | | |

5. Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) $NH_4H_2PO_4$	1) соль средняя
Б) N_2O_3	2) оксид кислотный
В) SnO	3) оксид амфотерный
	4) соль кислая

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

6. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с каждым из которых реагирует бром.

1) гидроксид натрия
2) фтор
3) соляная кислота
4) фосфорная кислота
5) оксид алюминия

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

7. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с каждым из которых реагирует оксид азота (V).

1) вода
2) оксид серы (VI)
3) фосфорная кислота
4) гидроксид лития
5) кислород

Запишите в таблицу номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

8. В пробирку с раствором соли X добавили несколько капель вещества Y. В результате реакции наблюдали появление белого осадка. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые могут вступать в описанную реакцию.

1) $ZnSO_4$
2) KOH
3) $LiNO_3$
4) NH_3
5) Na_3PO_4

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ: | | |

9. Задана следующая схема превращений:

$$Al_2S_3 \xrightarrow{X} H_2S \xrightarrow{Y} PbS$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) HCl
2) $NaOH$
3) H_2
4) PbO
5) $Pb(NO_3)_2$

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10. Установите соответствие между уравнением химической реакции и изменением степени окисления окислителя.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЯ
А) $2Na + O_2 = Na_2O_2$	1) $O_2^0 \rightarrow 2O^{-2}$
Б) $4Li + O_2 = 2Li_2O$	2) $O_2^0 \rightarrow 2O^{-1}$
В) $2Na_2O + O_2 = 2Na_2O_2$	3) $O^0 \rightarrow O^{-2}$
Г) $K + O_2 = KO_2$	4) $2O^{-1} \rightarrow 2O^{-2}$
	5) $O_2^0 \rightarrow 2O^{-\frac{1}{2}}$
	6) $O_2^0 \rightarrow O^{-2}$

Ответ:

А	Б	В	Г

11. Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТЫ
А) H_2S	1) $AgNO_3$, $KMnO_4$, KOH
Б) HCl	2) N_2, I_2, SO_2
В) CO_2	3) N_2, O_2, Fe
Г) Fe	4) $CuSO_4$, HCl, $FeCl_3$
	5) NaOH, C, Ca

Ответ:

А	Б	В	Г

12. Установите соответствие между названием вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) кумол	1) спирты
Б) крезол	2) диены
В) изопрен	3) арены
	4) фенолы

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

13. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые являются структурными изомерами метилацетата.

1) уксусная кислота
2) пропионовая кислота
3) этиленгликоль
4) этилформиат
5) стирол

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

14. Из предложенного перечня выберите два вещества, каждое из которых реагирует с водным раствором перманганата калия.

1) изобутан
2) стирол
3) циклогексан
4) гексан
5) толуол

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

15. Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми взаимодействует пропаналь.

1) водород
2) этанол
3) метан
4) натрий
5) нитрометан

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

16. Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми реагирует диметиламин.

1) HNO_2
2) CH_3Cl
3) $CaCO_3$
4) $CH_3C(O)ONa$
5) CH_4

Запишите в таблицу номера выбранных соединений.

Ответ:

17. Задана следующая схема превращений:

$$C_6H_6 \xrightarrow{X} C_6H_5CH_3 \xrightarrow{Y} C_6H_5CH_2Cl$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) CH_4
2) CH_3Cl
3) CH_3NH_2
4) Cl_2
5) HCl

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

18. Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим веществом, которое является продуктом реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ РЕАКЦИИ
А) пропен и хлороводород	1) этен
Б) ацетилен и водород (изб.)	2) этан
В) пропин и вода	3) 1-хлорпропан
Г) циклопропан и бромоводород	4) 2-хлорпропан
	5) ацетон
	6) 1-бромпропан

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

19. Установите соответствие между реагирующими веществами и углеродсодержащим продуктом, который образуется при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
А) этилат натрия и бромметан	1) бромуксусная кислота
Б) этанол и бромоводород	2) ацетат натрия
В) уксусная кислота и натрий	3) этанол
Г) уксусная кислота и бром	4) метилэтиловый эфир
	5) бромангидрид уксусной кислоты
	6) бромэтан

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

20. Из предложенного перечня типов реакций выберите два типа, к которым можно отнести взаимодействие магния с серной кислотой.

1) гетерогенная
2) гомогенная
3) обратимая
4) окислительно-восстановительная
5) обмена

Запишите в поле ответа номера выбранных типов реакций.

Ответ:

21. Из предложенного перечня внешних воздействий выберите два, которые приводят к увеличению скорости прямой реакции окисления $2SO_2 + O_2 = 2SO_3 + Q$

1) добавление V_2O_5
2) уменьшение давления в системе
3) уменьшение концентрации SO_2
4) увеличение давления в системе
5) увеличение концентрации SO_3

Запишите в поле ответа номера выбранных внешних воздействий.

Ответ:

22. Установите соответствие между формулой соли и продуктами электролиза водного раствора этой соли, которые выделились на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ	ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА
А) $NaNO_3$	1) натрий, кислород
Б) AgF	2) серебро, фтор
В) $AlCl_3$	3) алюминий, хлор
Г) Na_2SO_4	4) водород, кислород
	5) серебро, кислород
	6) водород, хлор

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

23. Установите соответствие между названием соли и отношением этой соли к гидролизу: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ СОЛИ	ОТНОШЕНИЕ К ГИДРОЛИЗУ
А) нитрат калия	1) гидролиз по катиону
Б) нитрат аммония	2) гидролиз по аниону
В) нитрат алюминия	3) гидролиз по катиону и аниону
Г) нитрат бария	4) гидролизу не подвергается

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

24. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при увеличении давления в системе: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) $SO_2Cl_{2(г)} \rightleftarrows SO_{2(г)} + Cl_{2(г)}$	1) в сторону продуктов реакции
Б) $2SO_{2(г)} + O_{2(г)} \rightleftarrows 2SO_{3(г)}$	2) в сторону исходных веществ
В) $2H_{2(г)} + O_{2(г)} \rightleftarrows 2H_2O_{(г)}$	3) практически не смещается
Г) $S_{(г)} + H_{2(г)} \rightleftarrows H_2S_{(г)}$	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

25. Установите соответствие между формулами веществ и реагентом, с помощью которого их можно различить: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТ
А) метилэтилкетон и пропаналь	1) $Cu(OH)_2$
Б) пропанол-2 и глицерин	2) H_2O
В) метиламин и триметиламин	3) HNO_2
Г) толуол и циклогексен	4) Br_2
	5) NH_3

Ответ:

А	Б	В	Г

26. В качестве удобрений используют нитраты:

1) аммония
2) бария
3) меди (II)
4) ртути (II)
5) калия

Запишите в таблицу номера выбранных ответов.

Ответ:

Ответом к заданиям 27–29 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, соблюдая при этом указанную степень точности. Затем перенесите это число в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

27. Какую массу воды нужно добавить к 30 г 20%-ного раствора гидроксида натрия, чтобы раствор стал 15%-ным?

Ответ: _____ г.
(Запишите число с точностью до целых.)

28. Какой объем кислорода необходим для окисления 20,2 л (н.у.) водорода?

Ответ: _____ л.
(Запишите число с точностью до десятых.)

29. Объем хлора (н.у.), необходимый для образования хлорида железа (III) массой 65,0 г, равен, л:

Ответ: _____ л.
(Запишите число с точностью до сотых.)

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Часть 2

Для записи ответов на задания 30–34 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (30, 31 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

30. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции:

$$KMnO_4 + Ca_3P_2 + \ldots \rightarrow MnSO_4 + H_3PO_4 + \ldots + CaSO_4 + H_2O.$$

Определите окислитель и восстановитель.

31. Нитрат натрия сплавили с оксидом хрома (III) в присутствии карбоната натрия. Выделившийся при этом газ прореагировал с избытком гидроксида кальция с выпадением осадка белого цвета. Осадок растворили в избытке раствора бромоводородной кислоты и в полученный раствор добавили нитрат серебра до прекращения выделения осадка. Напишите уравнения описанных реакций.

32. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

$$н\text{-}C_4H_{10} \xrightarrow{Cr_2O_3,\,650\,^\circ C} X_1 \rightarrow \text{1,4-дибромбутен-2} \xrightarrow{H_2} \rightarrow X_2 \xrightarrow{KOH/H_2O} X_3 \xrightarrow{KMnO_4/H+} X_4.$$

33. Смесь алюминиевых и железных опилок обработали водным раствором гидроксида натрия, при этом выделилось 10,08 л водорода (н.у.). При обработке такой же навески смеси соляной кислотой выделилось 12,32 л водорода (н.у.). Определите массовую долю железа в исходной смеси.

34. Для полного сгорания 12,0 г предельного одноатомного спирта потребовалось 20,16 л кислорода (н.у.).

1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле, если известно, что спирт является вторичным;
4) напишите уравнение его взаимодействия с бромоводородом.

ВАРИАНТ 13

Часть 1

Ответом к заданиям 1–26 является последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Цифры в ответах на задания 5, 10–12, 18, 19, 22–26 могут повторяться.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) Mg; 2) Si; 3) H; 4) Cl; 5) Se

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

1. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют на внешнем энергетическом уровне один неспаренный электрон. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

2. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одном периоде. Расположите выбранные элементы в порядке возрастания их электроотрицательности. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | | |

3. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые проявляют низшую степень окисления, равную –1.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

4. Из предложенного перечня выберите два соединения, в которых присутствуют и ионная и ковалентная полярная химические связи.

1) $Ba(NO_3)_2$
2) $NaNO_3$
3) H_2O_2
4) HCl
5) HPO_3

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ: | | |

5. Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС
А) $HC(O)ONH_4$	1) соль средняя
Б) P_2O_3	2) оксид кислотный
В) CO	3) оксид несолеобразующий
	4) соль кислая

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

6. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с каждым из которых реагирует цинк.

1) хлорид железа (II)
2) нитрат калия (р-р)
3) сульфат кальция
4) гидроксид натрия (водный раствор)
5) оксид фосфора (V)

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

7. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с каждым из которых реагирует оксид калия.

1) оксид железа (III)
2) оксид натрия
3) фосфор
4) гидроксид цинка
5) титан

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ: | | |

8. В пробирку с раствором соли X добавили несколько капель вещества Y. В результате реакции наблюдали выделение желто-зеленого газа. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые могут вступать в описанную реакцию.

1) HBr
2) KOH
3) $BaCl_2$
4) $KMnO_4$
5) HCl

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ: | | |

9. Задана следующая схема превращений:

$$CO_2 \xrightarrow{X} BaCO_3 \xrightarrow{Y} BaSO_4$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) Ba
2) $Ba(OH)_2$
3) H_2O
4) HCl
5) H_2SO_4

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10. Установите соответствие между уравнением химической реакции и изменением степени окисления окислителя: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЯ
А) $K_2MnO_4 + 8HCl =$ $= MnCl_2 + 2Cl_2 + 2KCl + 4H_2O$	1) $Mn^{+7} \rightarrow Mn^{+6}$
Б) $2K_2MnO_4 + Cl_2 =$ $= 2KMnO_4 + 2KCl$	2) $Mn^{+6} \rightarrow Mn^{+7}$
В) $2KMnO_4 + 16HCl =$ $= 2MnCl_2 + 5Cl_2 + 2KCl + 8H_2O$	3) $Mn^{+7} \rightarrow Mn^{+2}$
Г) $4KMnO_4 + 4KOH =$ $= 4K_2MnO_4 + O_2 + 2H_2O$	4) $Cl_2^0 \rightarrow 2Cl^{-1}$
	5) $Mn^{+6} \rightarrow Mn^{+2}$
	6) $2Cl^- \rightarrow Cl_2^0$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

11. Установите соответствие между формулой вещества и формулами реагентов, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	ФОРМУЛЫ РЕАГЕНТОВ
А) Fe	1) NaOH, C, Mg
Б) KI	2) Cl_2, $Fe(NO_3)_3$, $AgNO_3$
В) CO_2	3) Cl_2, NaOH, $KHCO_3$
Г) HBr	4) Na_2SO_4, HCl, $FeCl_3$
	5) NaOH, C, O_2

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

12. Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ
А) $C_6H_5C(O)CH_3$	1) простые эфиры
Б) $C_6H_5CH_2OCH_2C_6H_5$	2) фенолы
В) $C_6H_5CH_2OH$	3) спирты
	4) кетоны

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

13. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые являются структурными изомерами 2-метилбутадиена-1,3.

1) пентин-1
2) метилциклобутан
3) циклопентен
4) 2-метилбутен-1
5) метилциклопентан

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

14. Из предложенного перечня выберите два вещества, каждое из которых реагирует с подкисленным раствором бихромата калия.

1) *м*-ксилол
2) бензол
3) тетрахлорметан
4) бензиловый спирт
5) октан

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

15. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с которыми реагирует глицерин.

1) гидроксид меди (II)
2) гидроксид кальция
3) хлороводород
4) медь
5) оксид серы (IV)

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

16. Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми реагирует пропиламин.

1) хлорметан
2) хлороводород
3) водород
4) фосфор
5) гидроксид алюминия

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

17. Задана следующая схема превращений:

$$C_6H_6 \xrightarrow{X} C_6H_5CH_3 \xrightarrow{Y} \text{2,4,6-тринитротолуол}$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) CH_4
2) CH_3Cl
3) CH_3NH_2
4) NO_2
5) HNO_3

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

18. Установите соответствие между названием вещества и продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этого вещества с эквимольным количеством бромоводорода: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ РЕАКЦИИ
А) циклопропан	1) 1-бромпропан
Б) пропен (в присутствии органических перекисей)	2) 2-бромпропан
В) стирол	3) 2-бромбутен-2
Г) бутин-2	4) 2-бромпропен
	5) 2-бром-2-фенилэтан
	6) 1-бром-1-фенилэтан

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

19. Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим веществом, которое является продуктом взаимодействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
А) фенол и гидроксид калия	1) трибромфенол
Б) фенол и калий	2) фенолят калия
В) фенолят калия и углекислый газ	3) фенол
	4) метилфениловый эфир
Г) фенолят калия и бромметан	5) монобромфенол
	6) бензоат натрия

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

20. Из предложенного перечня типов реакций выберите два типа, к которым можно отнести взаимодействие бромида калия с концентрированной серной кислотой.

1) гетерогенная
2) гомогенная
3) обратимая
4) окислительно-восстановительная
5) разложения

Запишите в поле ответа номера выбранных типов реакций.

Ответ: | | |

21. Из предложенного перечня внешних воздействий выберите два, которые приводят к уменьшению скорости реакции $CH_4 + Cl_2 = = CH_3Cl + HCl$

1) охлаждение
2) нагревание
3) уменьшение концентрации хлора
4) увеличение давления в системе
5) уменьшение концентрации хлорметана

Запишите в поле ответа номера выбранных внешних воздействий.

Ответ: | | |

22. Установите соответствие между формулой соли и продуктами электролиза водного раствора этой соли, которые выделились на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ ЭЛЕКТРОЛИЗА
А) $CuBr_2$	1) водород, алюминий
Б) HNO_3	2) водород, кислород
В) $NaOH$	3) натрий, кислород
Г) $Al_2(SO_4)_3$	4) медь, бром
	5) медь и водород
	6) натрий и водород

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

23. Установите соответствие между названием соли и отношением этой соли к гидролизу: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ СОЛИ	ОТНОШЕНИЕ К ГИДРОЛИЗУ
А) карбонат натрия	1) гидролиз по катиону
Б) сульфат натрия	2) гидролиз по аниону
В) ацетат натрия	3) гидролиз по катиону и аниону
Г) хлорид бария	4) гидролизу не подвергается

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

24. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при увеличении давления в системе: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) $CaCO_{3(тв)} \rightleftarrows CaO_{(тв)} + CO_{2(г)} - Q$	1) в сторону продуктов реакции
Б) $CO_{(г)} + Cl_{2(г)} \rightleftarrows COCl_{2(г)} + Q$	2) в сторону исходных веществ
В) $N_{2(г)} + 3H_{2(г)} \rightleftarrows 2NH_{3(г)} + Q$	3) практически не смещается
Г) $C_{(тв)} + CO_{2(г)} \rightleftarrows 2CO_{(г)} + Q$	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

25. Установите соответствие между названиями веществ и реагентом, с помощью которого можно различить эти вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТ
А) бутин-1 и бутин-2	1) $Cu(OH)_2$
Б) этан и пропен	2) Br_2
В) этанол и глицерин	3) HNO_2
Г) фенол и 2,4,6-тринитрофенол	4) Ag_2O (NH_3)
	5) фенолфталеин

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

26. Установите соответствие между веществом и областью его применения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
А) стирол	1) синтез ацетилена
Б) пропен	2) производство каучука
В) бутан	3) производство этанола
Г) метан	4) получение уксусной кислоты
	5) производство полипропилена

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Ответом к заданиям 27–29 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, соблюдая при этом указанную степень точности. Затем перенесите это число в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

27. Сколько граммов воды нужно испарить из 500 г 10%-ного раствора гидроксида натрия, чтобы увеличить его массовую долю в 1,5 раза?

Ответ: _____ г.
(Запишите число с точностью до целых.)

28. Чему равна масса соединения, образовавшегося в результате сгорания в избытке кислорода 18,4 г металлического натрия?

Ответ: _____ г.
(Запишите число с точностью до десятых.)

29. Какой объем газа (н.у.) выделится при растворении 28,0 г железа в соляной кислоте?

Ответ: _____ л.
(Запишите число с точностью до десятых.)

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Часть 2

Для записи ответов на задания 30–34 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (30, 31 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

30. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции

$$KMnO_4 + NaCl + \ldots \rightarrow MnSO_4 + Cl_2 + \ldots + Na_2SO_4 + H_2O$$

Определите окислитель и восстановитель.

31. Натрий прореагировал с водородом. Продукт реакции растворили в воде, при этом образовался газ, реагирующий с хлором, а полученный раствор при нагревании прореагировал с хлором с образованием смеси двух солей. Напишите уравнения описанных реакций.

32. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

$$CH_3{-}CH{=}CH_2 \xrightarrow{KMnO_4/H_2O} X_1 \xrightarrow{HCl_{изб.}} X_2 \rightarrow$$
$$\rightarrow \text{пропин} \xrightarrow{Na} X_3 \xrightarrow{CH_3Br} X_4$$

33. При взаимодействии смеси карбонатов натрия и бария с избытком раствора серной кислоты выделилось 4,48 л газа и образовалось 23,3 г осадка. Определите состав смеси.

34. При сплавлении 16,4 г натриевой соли предельной одноосновной карбоновой кислоты с избытком едкого натра выделилось 4,48 л газа (н. у.).

1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
4) напишите уравнение реакции соли с бромметаном.

ВАРИАНТ 14

Часть 1

Ответом к заданиям 1–26 является последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Цифры в ответах на задания 5, 10–12, 18, 19, 22–26 могут повторяться.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) As; 2) Si; 3) Ba; 4) Cl; 5) P

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

1. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют на внешнем энергетическом уровне три неспаренных электрона. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

2. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одном периоде. Расположите выбранные элементы в порядке возрастания их атомного радиуса. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | | |

3. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые проявляют низшую степень окисления, равную –3.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

4. Из предложенного перечня выберите два соединения, в которых присутствует как ионная, так и ковалентная полярная химическая связь.

1) $BaCl_2$
2) NaOH
3) PH_3
4) HI
5) Na_3PO_4

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ: | | |

5. Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС
А) NH_4Cl	1) соль средняя
Б) CaClBr	2) оксид кислотный
В) NO	3) оксид несолеобразующий
	4) соль смешанная

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

6. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с каждым из которых реагирует медь.

1) нитрат железа (II)
2) хлорид калия
3) нитрат серебра
4) гидроксид натрия (водный раствор)
5) сера

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

7. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с каждым из которых реагирует оксид меди (II).

1) оксид железа (II)
2) оксид натрия
3) сера
4) соляная кислота
5) сульфид калия

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

8. В пробирку с раствором соли X добавили несколько капель вещества Y. В результате реакции наблюдали выделение серо-голубого осадка. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые могут вступать в описанную реакцию.

1) HBr
2) KOH
3) $BaCl_2$
4) $KMnO_4$
5) $CrCl_3$

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

9. Задана следующая схема превращений:

$$Cu \xrightarrow{X} CuSO_4 \xrightarrow{Y} FeSO_4$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) SO_2
2) $H_2SO_{4\,(конц.)}$
3) FeO
4) $Fe(NO_3)_2$
5) Fe

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10. Установите соответствие между уравнением химической реакции и изменением степени окисления восстановителя: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ ВОССТАНОВИТЕЛЯ
А) $NH_4NO_3 = N_2O + 2H_2O$	1) $2N^{+5} \rightarrow N_2^0$
Б) $2NH_4NO_3 = 2N_2 + O_2 + 4H_2O$	2) $2N^{+5} \rightarrow 2N^{+1}$
В) $NH_4NO_2 = N_2 + 2H_2O$	3) $2N^{-3} \rightarrow N_2^0$
Г) $2NH_4NO_2 + O_2 = 2NH_4NO_3$	4) $2N^{+3} \rightarrow N_2^0$
	5) $N^{-3} \rightarrow N^{+1}$
	6) $N^{+3} \rightarrow N^{+5}$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

11. Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	ФОРМУЛЫ РЕАГЕНТОВ
А) Mg	1) HCl, HNO_3, $BaCl_2$
Б) Al_2O_3	2) Fe, KOH, Na_2S
В) $CuSO_4$	3) P, H_2SO_4, O_2
Г) K_2SO_3	4) N_2, HCl, KOH
	5) K_2CO_3, HCl, NaOH

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

12. Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ
А) $CH_2=C(CH_3)CH=CH_2$	1) алканы
Б) *n*-$CH_3C_6H_4CH_3$	2) алкены
В) $C_2H_5–CH=CH–CH_3$	3) диены
	4) ароматические соединения

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

13. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые являются структурными изомерами изопропилацетата.

1) этилпропионат
2) этилацетат
3) масляная кислота
4) пропановая кислота
5) пентановая кислота

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

14. Из предложенного перечня выберите два вещества, каждое из которых реагирует с подкисленным раствором бихромата калия.

1) стирол
2) бензол
3) циклогексан
4) бутаналь
5) гексан

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

15. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с которыми реагирует этиленгликоль.

1) азотная кислота
2) гидроксид кальция
3) хлороводород
4) хлорэтан
5) бензол

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

16. Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми реагирует анилин.

1) гидроксид лития
2) бромоводород
3) сульфат натрия
4) азотная кислота
5) хлорид аммония

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

17. Задана следующая схема превращений:

$$C_6H_5CH_3 \xrightarrow{X} C_6H_5C(O)OH \xrightarrow{Y} C_6H_5C(O)OCH_3$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) $KMnO_4 + H_2SO_4$
2) CH_3OH
3) $HC(O)H$
4) $CH_3C(O)OH$
5) $CH_2{=}CH_2$

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

18. Установите соответствие между реагирующими веществами и продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
А) ацетилен и хлороводород (избыток)	1) хлористый винил
Б) ацетилен и хлороводород (эквимольное количество)	2) 1,2-дихлорэтан
В) бутин-2 и вода	3) 1,1-дихлорэтан
Г) бутин-1 и вода	4) бутаналь
	5) бутанон
	6) бутанол

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

19. Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим веществом, которое является продуктом взаимодействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
А) метанол и уксусная кислота	1) метилацетат
Б) фенол и избыток бромной воды	2) 2-бромфенол
В) фенол и азотная кислота (избыток)	3) 2,4,6-трибромфенол
Г) уксусная кислота и хлор (эквимольное количество)	4) орто-нитрофенол
	5) пикриновая кислота
	6) хлоруксусная кислота

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

20. Из предложенного перечня типов реакций выберите два, к которым можно отнести взаимодействие растворов бромида натрия и нитрата серебра.

1) гетерогенная
2) гомогенная
3) необратимая
4) окислительно-восстановительная
5) разложения

Запишите в поле ответа номера выбранных типов реакций.

Ответ: | | |

21. Из предложенного перечня внешних воздействий выберите два, которые приводят к увеличению скорости реакции $H_3C—CH_3 + + Cl_2 \rightarrow CH_3CH_2Cl + HCl$

1) охлаждение
2) нагревание
3) уменьшение концентрации хлора
4) увеличение давления в системе
5) уменьшение концентрации хлорэтана

Запишите в поле ответа номера выбранных внешних воздействий.

Ответ: | | |

22. Установите соответствие между формулой соли и продуктами электролиза водного раствора этой соли, которые выделились на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ	ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА
А) $NiBr_2$	1) металл, водород, галоген
Б) $Al_2(SO_4)_3$	2) водород, металл, кислород
В) K_3PO_4	3) металл, кислород
Г) $Ni(NO_3)_2$	4) водород, кислород
	5) водород, галоген

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

23. Установите соответствие между названием соли и отношением этой соли к гидролизу: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ СОЛИ	СПОСОБНОСТЬ К ГИДРОЛИЗУ
А) хлорид лития	1) гидролиз по катиону
Б) сульфат натрия	2) гидролиз по аниону
В) ацетат калия	3) гидролиз по катиону и аниону
Г) нитрит калия	4) гидролизу не подвергается

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

24. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при увеличении давления в системе: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) $C_2H_{6(г)} \rightleftarrows C_2H_{4(г)} + H_{2(г)}$	1) в сторону продуктов реакции
Б) $2SO_{2(г)} + O_{2(г)} \rightleftarrows 2SO_{3(г)}$	2) в сторону исходных веществ
В) $2NH_{3(г)} \rightleftarrows N_{2(г)} + 3H_{2(г)}$	3) практически не смещается
Г) $C_6H_{6(г)} + 3H_{2(г)} \rightleftarrows C_6H_{12(г)}$	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

25. Установите соответствие между формулами веществ и реагентом, с помощью которого можно различить эти вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТ
А) аланин и фенол	1) $Cu(OH)_2$
Б) пропин и пропен	2) N_2
В) этин и этан	3) AgI
Г) пропанол-2 и пропандиол-1,2	4) Ag_2O (NH_3)
	5) KOH

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

26. Установите соответствие между веществом и областью его применения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
А) крезолы	1) антисептики
Б) уксусная кислота	2) производство метанола
В) синтез-газ	3) пищевая промышленность
Г) глицерин	4) получение каучука
	5) косметические препараты

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Ответом к заданиям 27–29 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, соблюдая при этом указанную степень точности. Затем перенесите это число в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

27. Сколько граммов воды нужно испарить из 300 г 15%-ного раствора гидроксида калия, чтобы увеличить его массовую долю в два раза?

Ответ: _____ г.
(Запишите число с точностью до целых.)

28. Чему равна масса соединения, образовавшегося при поглощении 5,6 л углекислого газа избытком гидроксида бария?

Ответ: _____ г.
(Запишите число с точностью до целых.)

29. Чему равен объем газа, образовавшегося в результате растворения 50 г карбоната кальция в избытке соляной кислоты?

Ответ: _____ л.
(Запишите число с точностью до десятых.)

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Часть 2

Для записи ответов на задания 30–34 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (30, 31 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

30. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции

$$K_2CrO_7 + NO + \ldots \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + HNO_3 + \ldots + H_2O$$

Определите окислитель и восстановитель.

31. Натрий сожгли на воздухе. Образовавшееся при этом твердое вещество поглощает углекислый газ с образованием кислорода и выделением соли. Последнюю соль растворили в соляной кислоте, а к полученному при этом раствору добавили раствор нитрата серебра. При этом выпал белый творожистый осадок. Напишите уравнения описанных реакций.

32. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

$$CH_3CH_2CH_2OH \xrightarrow{400°C,\ Al_2O_3} X_1 \xrightarrow{HBr} X_2 \xrightarrow{Na} \rightarrow X_3 \xrightarrow{Br_2/h\nu} X_4 \xrightarrow{KOH,\ спирт} X_5$$

33. Смесь алюминиевых и железных опилок сожгли в избытке хлора. Масса продуктов реакции при этом составила 59,2 г. При обработке такой же навески избытком концентрированного раствора гидроксида калия выделилось 6,72 л водорода. Определите массовую долю алюминия в смеси.

34. При окислении 17,4 г предельного альдегида гидроксидом меди (II) выпало 43,2 г осадка.

1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
4) напишите уравнение реакции органического вещества с избытком метанола.

ВАРИАНТ 15

Часть 1

Ответом к заданиям 1–26 является последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Цифры в ответах на задания 5, 10–12, 18, 19, 22–26 могут повторяться.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) Mg; 2) S; 3) O; 4) Cl; 5) Cu

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

1. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют на внешнем энергетическом уровне по четыре спаренных электрона. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

2. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одном периоде. Расположите выбранные элементы в порядке возрастания их электроотрицательности. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: | | | |

3. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые проявляют низшую степень окисления, равную –2.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: | | |

4. Из предложенного перечня выберите две пары веществ: первое с ковалентной неполярной связью, второе — с ковалентной полярной химической связью.

1) I_2, $CaCl_2$
2) NaF, $NaNO_3$
3) O_2, H_2O
4) N_2, HCl
5) Cl_2, $NaNO_3$

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ: | | |

5. Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС
А) NH_4Cl	1) средняя соль
Б) H_3PO_4	2) основание
В) $Fe(OH)_3$	3) амфотерный гидроксид
	4) кислота

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

6. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с каждым из которых реагирует азот.

1) нитрат железа (II)
2) нитрат калия (р-р)
3) литий
4) гидроксид калия
5) магний

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

7. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с каждым из которых реагирует оксид азота (IV).

1) гидроксид железа (III)
2) гидроксид калия
3) оксид фосфора (V)
4) гидроксид цинка
5) вода

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

8. В пробирку с раствором соли X добавили несколько капель вещества Y. В результате реакции наблюдали выделение черного осадка. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые могут вступать в описанную реакцию.

1) $AgNO_3$
2) KOH
3) $BaCl_2$
4) $KMnO_4$
5) Na_2S

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

9. Задана следующая схема превращений:

$$Al \xrightarrow{X} Al_2O_3 \xrightarrow{Y} Al_2(SO_4)_3$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) SO_2
2) O_2
3) $CaSO_4$
4) SO_3
5) H_2SO_4

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10. Установите соответствие между уравнением химической реакции и изменением степени окисления окислителя: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЯ
А) $2HNO_3 + Ag =$ $= AgNO_3 + NO_2 + H_2O$	1) $N^{+5} \rightarrow N^{+3}$
Б) $8HNO_3 + 3Cu =$ $= 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$	2) $N^{+5} \rightarrow N^{+4}$
В) $30HNO_3 + 8Al =$ $= 8Al(NO_3)_3 + 3NH_4NO_3 + 9H_2O$	3) $N^{+5} \rightarrow N^{+1}$
Г) $10HNO_3 + 4Mg =$ $= 4Mg(NO_3)_2 + N_2O + 5H_2O$	4) $2N^{+5} \rightarrow N_2^0$
	5) $N^{+5} \rightarrow N^{-3}$
	6) $N^{+5} \rightarrow N^{+2}$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

11. Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	ФОРМУЛЫ РЕАГЕНТОВ
А) HBr	1) KOH, Zn, K_2S
Б) K_2SiO_3	2) Fe_2O_3, KOH, H_2SO_4
В) Al	3) P_2O_5, H_2SO_4, H_2O
Г) Li_2O	4) $Ca(OH)_2, N_2, ZnS$
	5) $HNO_3, HBr, Ca(NO_3)_2$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

12. Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС
А) C_2H_6O	1) альдегиды
Б) $C_6H_5NO_2$	2) нитросоединения
В) C_3H_6O	3) амины
	4) спирты

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

13. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые являются структурными изомерами 2-нитропропана.

1) 1-нитропропан
2) аланин
3) глицин
4) пропиламин
5) метилэтиламин

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

14. Из предложенного перечня выберите два вещества, каждое из которых реагирует с подкисленным раствором бихромата калия.

1) циклогексан
2) бензол
3) пропан
4) бензальдегид
5) пентин

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

15. Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с которыми реагирует этиленгликоль.

1) гидроксид меди (II)
2) гидроксид кальция
3) метанол
4) диэтиловый эфир
5) оксид серы (IV)

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

16. Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми реагирует триметиламин.

1) бромметан
2) метанол
3) метаналь
4) серная кислота
5) гидроксид цинка

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: | | |

17. Задана следующая схема превращений:

$$C_6H_6 \xrightarrow{X} C_6H_5C_2H_5 \xrightarrow{Y} C_6H_5CHClCH_3$$

Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1) C_2H_2
2) C_2H_5OH
3) C_2H_4
4) HCl
5) Cl_2

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

18. Установите соответствие между реагирующими веществами и продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
А) пропен и хлор (*hν*)	1) пропилбензол
Б) пропен и хлор (водн. среда)	2) изопропилбензол
В) этин и уксусная кислота	3) 3-хлорпропен
Г) пропен и бензол	4) 1,2-дихлорпропан
	5) этилацетат
	6) винилацетат

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

19. Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим веществом, которое является продуктом реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ РЕАКЦИИ
А) фенол и гидроксид калия	1) трибромфенол
Б) фенол и калий	2) фенолят калия
В) фенолят калия и углекислый газ	3) фенол
Г) фенолят калия и бромметан	4) метилфениловый эфир
	5) монобромфенол
	6) бензоат натрия

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

20. Из предложенного перечня типов реакций выберите два типа, к которым можно отнести взаимодействие метана с азотной кислотой в газовой фазе.

1) гетерогенная
2) гомогенная
3) обратимая
4) окислительно-восстановительная
5) разложения

Запишите в поле ответа номера выбранных типов реакций.

Ответ:

21. Из предложенного перечня внешних воздействий выберите два, которые приводят к увеличению скорости реакции $Mg + 2HCl = = MgCl_2 + H_2$

1) добавление катализатора
2) нагревание
3) увеличение концентрации $MgCl_2$

4) увеличение давления в системе
5) увеличение концентрации HCl

Запишите в поле ответа номера выбранных внешних воздействий.

Ответ: | | |

22. Установите соответствие между формулой соли и продуктами электролиза водного раствора этой соли, которые выделились на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ	ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА
А) $NaNO_3$	1) металл, галоген
Б) KF	2) водород, металл, кислород
В) NaCl	3) металл, кислород
Г) K_3PO_4	4) водород, кислород
	5) водород, галоген

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

23. Установите соответствие между названием соли и отношением этой соли к гидролизу: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ СОЛИ	ОТНОШЕНИЕ К ГИДРОЛИЗУ
А) карбонат натрия	1) гидролиз по катиону
Б) сульфат натрия	2) гидролиз по аниону
В) ацетат натрия	3) гидролиз по катиону и аниону
Г) хлорид бария	4) гидролизу не подвергается

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

24. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при увеличении давления в системе: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) $I_{2(т)} + H_{2(г)} \rightleftarrows 2HI_{(г)}$	1) в сторону продуктов реакции
Б) $2H_{2(г)} + O_{2(г)} \rightleftarrows 2H_2O_{(г)}$	2) в сторону исходных веществ
В) $H_{2(г)} + Cl_{2(г)} \rightleftarrows 2HCl_{(г)}$	3) практически не смещается
Г) $CO_{(г)} + Cl_{2(г)} \rightleftarrows COCl_{2(г)}$	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

25. Установите соответствие между названиями веществ и реагентом, с помощью которого можно различить эти вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТ
А) толуол и циклогексен	1) $Cu(OH)_2$
Б) пропанол и глицерин	2) Br_2
В) этиламин и триэтиламин	3) NaOH
Г) стеариновая кислота и линоленовая кислота	4) Ag_2O (NH_3)
	5) HNO_2

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

26. Установите соответствие между веществом и областью его применения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
А) целлюлоза	1) синтез ацетилена
Б) глюкоза	2) производство искусственных волокон
В) анилин	3) производство красителей
Г) метан	4) получение уксусной кислоты
	5) пищевое производство

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Ответом к заданиям 27–29 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, соблюдая при этом указанную степень точности. Затем перенесите это число в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

27. Какую массу соли нужно добавить к 50 г 20%-ного раствора, чтобы увеличить её массовую долю в два раза?

Ответ: _____ г.

(Запишите число с точностью до целых.)

28. Какой объем газа выделится при взаимодействии 10 моль пероксида натрия с избытком углекислого газа?

Ответ: _____ л.

(Запишите число с точностью до десятых.)

29. Чему равен объем газа, образовавшегося в результате растворения 40 г карбоната магния в избытке соляной кислоты?

Ответ: _____ л.

(Запишите число с точностью до десятых.)

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Часть 2

Для записи ответов на задания 30–34 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (30, 31 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

30. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции

$$PbO_2 + MnSO_4 + \ldots \rightarrow PbSO_4 + HMnO_4 + \ldots$$

Определите окислитель и восстановитель.

31. Калий сплавили с серой. Полученную соль обработали соляной кислотой. Выделившийся при этом газ пропустили через раствор бихромата калия в серной кислоте. Выпавшее вещество желтого цвета отфильтровали и сплавили с алюминием. Напишите уравнения описанных реакций.

32. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

$$CH_3{-}CH{=}CH_2 \xrightarrow{KMnO_4/H_2O} X_1 \xrightarrow{HCl_{изб.}} X_2 \xrightarrow{KOH,\ спирт} \rightarrow X_3 \xrightarrow{H_2O/Hg^{2+}} X_4 \xrightarrow{PCl_5} X_5$$

33. Смесь железных и медных опилок сожгли в атмосфере хлора. При этом образовалась смесь продуктов сгорания массой 46,0 г. При обработке такой же навески смеси, разбавленной соляной кислотой, выделилось 4,48 л водорода (н.у.). Определите массовую долю меди в смеси.

34. Алкен объемом 4,48 л пропустили через склянку с бромной водой. При этом её масса увеличилась на 11,2 г.

1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле, если известно, что эта молекула имеет симметричное строение;
4) напишите уравнение его реакции с бромоводородом.

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИИ

1. Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырех периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбужденное состояние атомов

1. Укажите два атома, в которых число энергетических уровней равно числу валентных электронов.

1) Mg
2) Al
3) Si
4) Ti
5) Ga

2. Укажите два атома, имеющие одинаковые числа нейтронов.

1) ^{12}C
2) ^{14}N
3) ^{16}O
4) ^{19}F
5) ^{20}Ne

3. Изотопы одного элемента различаются

1) числами протонов
2) числами нейтронов
3) числами электронов
4) зарядами ядер
5) массовыми числами

4. Укажите суммарное число протонов, нейтронов и электронов в ионе Al^{3+} и в ионе S^{2-} соответственно

1) 50
2) 48
3) 40
4) 37
5) 36

5. Максимальные числа электронов на *p*- и *d*-подуровнях равны соответственно

1) 6
2) 8
3) 10
4) 12
5) 14

6. Электронные формулы атомов железа и мышьяка соответственно

1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$
2) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^1$
3) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^0$
4) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^3$
5) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$

7. Укажите два элемента, каждый из которых имеет конфигурацию внешнего уровня $4s^1$.

1) Na
2) K
3) Ca
4) Mn
5) Cu

8. Электронные формулы частиц S^{2-} и S^{4+} — это соответственно

1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
2) $1s^2 2s^2 2p^6$
3) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
4) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
5) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$

9. Электронная конфигурация $1s^2 2s^2 2p^6$ отвечает

1) атому Ne и иону Li^+
2) атому F и иону Na^+
3) иону F^- и иону Mg^{2+}
4) иону Na^+ и иону S^{2-}
5) иону Al^{3+} и Na^+

10. Напишите электронные формулы атома Cr и частицы Si^{4+}. Числа *s*-электронов в этих формулах равны соответственно.

1) 4
2) 5
3) 6
4) 7
5) 8

2. Закономерности изменения свойств элементов и их соединений по периодам и группам

1. Расположите указанные элементы в порядке возрастания их атомных радиусов

1) азот 2) фтор 3) кислород

2. Расположите указанные элементы в порядке возрастания их металлических свойств

1) кальций 2) калий 3) магний

3. Расположите указанные элементы в порядке возрастания их неметаллических свойств

1) кислород 2) сера 3) фосфор

4. Расположите указанные элементы в порядке возрастания их электроотрицательности

1) фосфор 2) кислород 3) сера

5. Расположите указанные гидроксиды в порядке возрастания их основных свойств

1) $Mg(OH)_2$ 2) $Al(OH)_3$ 3) $Ca(OH)_2$

6. Сила кислот возрастает в рядах

1) $H_3PO_4 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow HClO_4$
2) $HClO_4 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow H_3PO_4$
3) $H_3PO_4 \rightarrow HClO_4 \rightarrow H_2SO_4$
4) $H_2SO_4 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow HClO_4$
5) $H_2SiO_3 \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow HNO_3$

7. В периоде слева направо

1) радиус атома увеличивается
2) число электронов на внешнем уровне атома не меняется
3) число электронных уровней не меняется
4) электроотрицательность атомов увеличивается
5) заряд ядра атома уменьшается

8. В главной подгруппе сверху вниз

1) электроотрицательность атомов увеличивается
2) металлические свойства простых веществ ослабевают
3) высшая степень окисления атомов увеличивается
4) сила высших кислот уменьшается
5) радиус атома увеличивается

9. Формулы оксидов, соответствующих элементам седьмой и шестой групп в их высших степенях окисления

1) $ЭO_3$
2) $Э_2O_7$
3) $Э_2O_5$
4) $ЭO_2$
5) $Э_2O_3$

10. Формулы гидридов, соответствующие элементам пятой и шестой групп в их низших степенях окисления

1) $ЭH_3$
2) $ЭH_4$
3) $ЭH_5$
4) $H_2Э$
5) НЭ

3. Общая характеристика металлов главных подгрупп I–III групп в связи с их положением в периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностями строения их атомов

1. Из указанных элементов выберите три элемента, которые находятся в одном периоде периодической системы элементов. Расположите выбранные элементы в порядке возрастания их металлических свойств.

1) магний
2) литий
3) натрий
4) калий
5) алюминий

2. Из указанных электронных формул выберите три, атомы которых находятся в одной группе периодической системы элементов. Расположите выбранные формулы в порядке возрастания металлических свойств соответствующих атомов.

1) $1s^2 2s^2$
2) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
3) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
4) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
5) $1s^2 2s^1$

3. Укажите **неверные** суждения о натрии.

1) на внешнем уровне натрий имеет один электрон
2) атом натрия имеет четыре электронных уровня
3) натрий образует ионную связь с неметаллами
4) атом натрия содержит 23 протона
5) характерная степень окисления натрия в соединениях +1

4. Схема превращений Э → ЭО → $Э(OH)_2$ соответствует генетическому ряду

1) литий → оксид лития → гидроксид лития
2) барий→ оксид бария → гидроксид бария
3) алюминий → оксид алюминия → гидроксид алюминия
4) натрий → оксид натрия → гидроксид натрия
5) кальций → оксид кальция → гидроксид кальция

5. Укажите **неверные** суждения об алюминии.

1) алюминий имеет в соединениях степень окисления +3
2) гидроксид алюминия является амфотерным гидроксидом
3) атом алюминия имеет четыре электронных уровня
4) алюминий имеет в свободном состоянии степень окисления 0
5) атом алюминия имеет на внешнем уровне три *p*-электрона

4. Характеристика переходных элементов — меди, цинка, хрома, железа — по их положению в периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностям строения их атомов

1. Две степени окисления, наиболее характерные и для хрома, и для железа

1) +1
2) +2
3) +3
4) +4
5) +5

2. Укажите **неверные** суждения о железе и его соединениях.

1) атом железа имеет 8 электронов на внешнем уровне
2) атом железа имеет 8 валентных электронов
3) атом железа имеет 4 неспаренных электрона
4) гидроксид железа(II) — это амфотерный гидроксид
5) наиболее характерные степени окисления железа: +2 и +3

3. Элементы, атомы которых имеют в основном состоянии три неспаренных электрона

1) марганец
2) хром
3) ванадий
4) железо
5) кобальт

4. Электронные конфигурации валентных оболочек переходных металлов

1) $3d^5 4s^1$
2) $4s^2 4p^1$
3) $3d^1 4s^2$
4) $4s^1$
5) $4s^2 4p^6$

5. Электронные формулы валентного уровня $3d^8 4s^2$ и $3d^1 4s^2$ имеются соответственно у атомов

1) скандия
2) никеля
3) марганца
4) титана
5) железа

5. Общая характеристика неметаллов главных подгрупп IV–VII групп в связи с их положением в периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностями строения их атомов

1. В ряду химических элементов N – O – F увеличивается

1) электроотрицательность
2) радиус атомов
3) число электронных уровней
4) число *s*-электронов
5) заряд ядра атома

2. Электроотрицательность атомов увеличивается в рядах

1) N – O – S
2) P – N – O
3) C – Si – Ge
4) S – Cl – F
5) S – P – N

3. Электронные конфигурации внешних оболочек галогенов

1) $2s^2 2p^3$
2) $3s^2 3p^3$
3) $3s^2 3p^5$
4) $4s^2 4p^1$
5) $4s^2 4p^5$

4. Числа неспаренных электронов на внешнем уровне атома серы в его первом возбужденном и втором возбужденном состояниях равны

1) 1
2) 2
3) 3
4) 4
5) 6

5. Высшая и низшая степени окисления азота в его соединениях равны соответственно

1) –5
2) –3
3) 0
4) +3
5) +5

6. Укажите верные суждения о свойствах соединений элемента, электронная конфигурация атома которого $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$.

1) элемент образует высший оксид $ЭO_3$
2) элемент образует соединение $K_2ЭO_4$
3) элемент образует водородное соединение $ЭH_3$
4) элемент образует соединение $K_3ЭO_4$
5) элемент образует соединение $KЭO_4$

7. Соединение состава $KЭO_4$ образуют элементы, атомы которых имеют электронную конфигурацию внешнего уровня

1) $2s^2 2p^5$
2) $3s^2 3p^5$
3) $4s^2 4p^5$
4) $3s^2 3p^3$
5) $4s^2 4p^4$

8. Элемент, имеющий конфигурацию внешнего уровня $3s^2 3p^4$, образует оксиды

1) $Э_2O_5$
2) ЭО
3) $Э_2O_3$
4) $ЭO_2$
5) $ЭO_3$

9. Атом элемента содержит 34 протона. Кислоты, образованные этим элементом, могут иметь формулу

1) $H_3ЭO_3$
2) $H_2ЭO_4$
3) $HЭO_3$
4) $H_2ЭO_3$
5) $H_3ЭO_4$

10. Оксид состава $ЭO_2$ образуют

1) углерод
2) фтор
3) фосфор
4) азот
5) бор

6. Ковалентная химическая связь, её разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь

1. Ковалентная неполярная связь реализуется в молекулах, формулы которых

1) H_2O
2) H_2O_2
3) HCl
4) F_2
5) CO_2

2. Полярная ковалентная связь имеется в соединениях, формулы которых

1) CO_2
2) KI
3) Na_2SO_4
4) $FeCl_3$
5) F_2

3. Ионная связь образуется между

1) активными металлами и неактивными металлами
2) активными металлами и активными неметаллами
3) неактивными металлами и неактивными неметаллами
4) активными неметаллами и неактивными неметаллами
5) атомами, электроотрицательности которых отличаются на 2

4. Ионная связь имеется в соединениях, формулы которых

1) H_2SO_4
2) K_2SO_4
3) NaOH
4) C_2H_5OH
5) CCl_4

5. Одна из связей образована по донорно-акцепторному механизму в соединениях, формулы которых

1) NH_4NO_3
2) $Al(OH)_3$
3) $Fe(NO_3)_3$
4) $Na[Al(OH)_4]$
5) CCl_4

6. Укажите формулы двух веществ, в каждом из которых имеются связи, образованные по донорно-акцепторному механизму.

1) $(CuOH)_2CO_3$
2) $KAl(SO_4)_2$
3) C_6H_5COONa
4) $[Ag(NH_3)_2]OH$
5) $[CH_3NH_3]Cl$

7. Водородная связь образуется между молекулами

1) этана
2) этаналя
3) этанола
4) ацетона
5) этановой кислоты

8. Для соединений с металлической связью **нехарактерно** наличие следующих свойств:

1) хрупкость
2) электропроводность
3) отсутствие свободных электронов
4) обобществление электронов
5) пластичность

9. Наименьшая и наибольшая длина связи имеется соответственно в молекулах, формулы которых

1) HF
2) HCl
3) HBr
4) HI
5) H_2

10. В молекуле бутина-1 имеется

1) 9 σ-связей
2) 10 σ-связей
3) 11 σ-связей
4) 2 π-связи
5) 3 π-связи

7. Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов

1. Укажите наиболее и наименее электроотрицательные атомы соответственно

1) P
2) O
3) S
4) N
5) Cl

2. Укажите формулы молекул с наиболее и наименее полярными связями соответственно

1) CF_4
2) F_2
3) NF_3
4) OF_2
5) BF_3

3. Частичный положительный заряд на атомах углерода имеется в молекулах, формулы которых

1) CO
2) Al_4C_3
3) CH_4
4) CCl_4
5) CaC_2

4. Частичный отрицательный заряд на атомах фосфора имеется в молекулах, формулы которых

1) Ca_3P_2
2) PCl_5
3) P_2O_3
4) PH_3
5) P_2O_5

5. Высшая степень окисления элемента **не равна** численно номеру группы этих элементов

1) B
2) C
3) N
4) O
5) F

6. Степени окисления хрома в $K_2Cr_2O_7$ и $K_3[Cr(OH)_6]$ равны соответственно

1) +2
2) +3
3) +12
4) +6
5) +4

7. Степени окисления хлора в $Cu(ClO_4)_2$ и в BrCl равны соответственно

1) +7
2) +5
3) +3
4) +1
5) –1

8. Валентность элемента в соединении всегда равна

1) степени окисления этого элемента
2) числу образуемых им ковалентных связей
3) номеру периода этого элемента
4) числу неспаренных электронов на внешнем уровне атома
5) номеру группы этого элемента

9. Степень окисления и валентность центрального атома численно по абсолютной величине **не совпадают** в молекулах, формулы которых

1) HNO_2
2) HNO_3
3) HPO_3
4) H_3PO_4
5) CH_3Cl

10. Степень окисления и валентность кислорода численно по абсолютной величине совпадают в молекулах, формулы которых

1) Na_2O_2
2) O_2
3) H_2O_2
4) OF_2
5) H_2O

11. Установите соответствие между формулой вещества и степенью окисления азота в ней.

А) $(NH_4)_2SO_4$
Б) $Cu(NO_3)_2$
В) NH_2OH
Г) $H_2N_2O_2$

1) –3
2) –2
3) –1
4) +1
5) +3
6) +5

12. Установите соответствие между формулой соединения и степенью окисления хлора в ней.

А) $Ca(ClO_3)_2$
Б) $KClO_4$
В) $HClO_2$
Г) $AlCl_3$

1) –1
2) +1
3) +3
4) +5
5) +7

13. Установите соответствие между формулой соли и степенью окисления хрома в ней.

А) $Cr_2(SO_4)_3$
Б) K_2CrO_4
В) $CrCl_2O_2$
Г) $Na_3[Cr(OH)_6]$

1) 0
2) +2
3) +3
4) +4
5) +5
6) +6

14. Установите соответствие между формулой вещества и степенью окисления серы в ней.

А) NH_4HSO_3	1) –2
Б) K_2S_2	2) –1
В) $Fe_2(SO_4)_3$	3) +1
Г) $K_2S_2O_7$	4) +4
	5) +5
	6) +6

15. Установите соответствие между формулой вещества и степенью окисления углерода в ней.

А) $(NH_4)_2C_2O_4$	1) –4
Б) $Ba(HCO_3)_2$	2) –1
В) $HCOONH_4$	3) 0
Г) CaC_2	4) +2
	5) +3
	6) +4

8. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Тип кристаллической решетки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения

1. Атомные кристаллические решётки имеют два вещества

1) фосфорная кислота
2) красный фосфор
3) кремнезём
4) хлорид аммония
5) железо

2. Вещества с атомной кристаллической решёткой, как правило

1) очень твёрдые
2) легкоплавкие
3) проводят электрический ток в растворах
4) проводят электрический ток в расплавах
5) тугоплавкие

3. Молекулярную кристаллическую решётку имеют вещества, формулы которых

1) CuO
2) SiO_2
3) NaH
4) CH_3COOH
5) Ar

4. Вещества с молекулярной кристаллической решёткой, как правило

1) очень твёрдые
2) электропроводны в свободном состоянии
3) имеют низкие температуры плавления
4) при нагревании легко плавятся и возгоняются
5) имеют металлический блеск

5. Ионную кристаллическую решётку имеют

1) фторид кальция
2) медь
3) алмаз
4) оксид кремния(IV)
5) хлорид аммония

6. Вещества с ионной кристаллической решёткой, как правило

1) хрупкие
2) электропроводны в свободном состоянии
3) электропроводны в расплавах и растворах
4) при нагревании легко плавятся и возгоняются
5) пластичные

7. Вещества с металлической кристаллической решёткой, как правило

1) хрупкие
2) электропроводны в свободном состоянии
3) имеют низкие температуры плавления
4) при нагревании легко плавятся и возгоняются
5) пластичные

8. В кристалле вольфрама частицы связаны металлической связью, поэтому вольфрам

1) тугоплавок
2) химически стоек
3) электропроводен
4) имеет высокую твёрдость
5) имеет металлический блеск

9. Атомные кристаллические решётки имеют два вещества

1) неон
2) белый фосфор
3) алмаз
4) медь
5) красный фосфор

10. **Не имеют** молекулярную кристаллическую решётку два соединения, формулы которых

1) C_6H_5OK
2) C_6H_5OH
3) $C_6H_5NO_2$
4) $C_6H_5NH_3Cl$
5) $C_6H_5NH_2$

9. Классификация химических реакций в неорганической и органической химии

1. Укажите два уравнения реакций обмена

1) $H_2O + SO_3 = H_2SO_4$
2) $2Mg + O_2 = 2MgO$
3) $2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2$
4) $NaOH + HCl = NaCl + H_2O$
5) $Cu(OH)_2 + 2HCl = CuCl_2 + 2H_2O$

2. Укажите два уравнения реакций, **не являющихся** окислительно-восстановительными.

1) $H_2O + SO_3 = H_2SO_4$
2) $2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2$
3) $2Mg + O_2 = 2MgO$
4) $CH_4 + Cl_2 = CH_3Cl + HCl$
5) $CaCO_3 = CaO + CO_2$

3. Укажите два уравнения реакций, которые являются реакциями соединения и идут без изменения степеней окисления элементов.

1) $S + O_2 = SO_2$
2) $2KNO_3 = 2KNO_2 + O_2$
3) $SO_2 + H_2O = H_2SO_3$
4) $2Al(OH)_3 = Al_2O_3 + 3H_2O$
5) $CaO + CO_2 = CaCO_3$

4. Укажите два уравнения экзотермических реакций соединения.

1) $S + 2HI = I_2 + H_2S + Q$
2) $C_2H_4 + H_2 = C_2H_6 + Q$
3) $2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2 + Q$
4) $CaO + H_2O = Ca(OH)_2 + Q$
5) $H_2 + I_2 = 2HI - Q$

5. К экзотермическим реакциям относятся

1) синтез аммиака
2) гидролиз карбоната натрия
3) разложение карбоната кальция
4) гидрирование этилена
5) взаимодействие азота и кислорода

6. Укажите два уравнения реакций замещения.

1) $CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$
2) $CH_3CH_2OH \rightarrow CH_2 = CH_2 + H_2O$
3) $CH_3COOH + Br_2 \rightarrow BrCH_2COOH + HBr$
4) $CH_2{=}CH_2 + HBr \rightarrow CH_3{-}CH_2Br$
5) $CH_2{=}CHOH \rightarrow CH_3{-}CHO$

7. Укажите уравнения реакции этерификации и реакции омыления соответственно.

1) $C_2H_5OH + C_2H_5OH \rightarrow C_2H_5OC_2H_5 + H_2O$
2) $CH_3COOC_2H_5 + NaOH \rightarrow CH_3COONa + C_2H_5OH$
3) $CH_3COONa + NaOH \rightarrow CH_4 + Na_2CO_3$
4) $CH_3COOH + C_2H_5OH \rightarrow CH_3COOC_2H_5 + H_2O$
5) $C_6H_5OH + C_2H_5OH \rightarrow C_6H_5OC_2H_5 + H_2O$

8. К обратимым реакциям относятся взаимодействия между

1) H_2 и F_2
2) C и O_2
3) S и O_2
4) H_2 и N_2
5) H_2 и I_2

9. Укажите два уравнения гомогенных реакций.

1) $2Ca + O_2 = 2CaO$
2) $2NO + O_2 = 2NO_2$
3) $2Li + H_2 = 2LiH$
4) $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$
5) $2SO_2 + O_2 = 2SO_3$

10. Укажите две характеристики реакции $2SO_2 + O_2 = 2SO_3$.

1) некаталитическая реакция
2) гетерогенная реакция
3) окислительно-восстановительная реакция
4) каталитическая реакция
5) реакция без изменения степеней окисления

10. Тепловой эффект химической реакции. Термохимические уравнения

1. В ходе эндотермических реакций

1) выделяется теплота
2) увеличивается объем
3) поглощается теплота
4) уменьшается объем
5) энергия системы увеличивается

2. Укажите два уравнения экзотермических реакций

1) $C_2H_4 + H_2 = C_2H_6$
2) $2Ba + O_2 = 2BaO$
3) $H_2CO_3 = H_2O + CO_2$
4) $2NH_3 = N_2 + 3H_2$
5) $2SO_3 = 2SO_2 + O_2$

3. Энергия реагентов меньше, чем энергия продуктов реакции для двух реакций, уравнения которых

1) $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$
2) $2Na + O_2 = Na_2O_2$
3) $CaCO_3 = CaO + CO_2$
4) $2SO_3 = 2SO_2 + O_2$
5) $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$

4. В ходе эндотермической реакции

1) энергия системы увеличивается
2) энергия системы не меняется
3) энергия системы уменьшается
4) выделяется теплота
5) поглощается теплота

5. При введении катализатора

1) теплота реакции увеличивается
2) теплота реакции уменьшается
3) теплота реакции не изменяется
4) энергия активации уменьшается
5) энергия активации увеличивается

6. Укажите два уравнения эндотермических реакций

1) $2SO_3 = 2SO_2 + O_2$
2) $C + O_2 = CO_2$
3) $H_2O + CO_2 = H_2CO_3$
4) $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$
5) $N_2 + O_2 = 2NO$

7. В ходе экзотермических реакций

1) выделяется теплота
2) увеличивается энергия системы
3) поглощается теплота
4) уменьшается объем
5) уменьшается энергия системы

8. Энергия реагентов больше, чем энергия продуктов реакции, для двух реакций, уравнения которых

1) $N_2 + O_2 = 2NO$
2) $2Mg + O_2 = 2MgO$
3) $C_2H_4 + H_2 = C_2H_6$
4) $Cu(OH)_2 = CuO + H_2O$
5) $CaCO_3 = CaO + CO_2$

9. При введении катализатора

1) меняется механизм реакции
2) растет скорость только прямой реакции
3) растет скорость только обратной реакции
4) энергия активации уменьшается
5) теплота реакции увеличивается

10. При введении ингибиторов

1) теплота реакции увеличивается
2) теплота реакции уменьшается
3) теплота реакции не меняется
4) энергия активации уменьшается
5) энергия активации увеличивается

11. Скорость реакции, её зависимость от различных факторов

1. Скорость гомогенной химической реакции — это

1) изменение количества вещества за единицу времени
2) изменение количества вещества в единице объема
3) изменение количества вещества за единицу времени в единице объема
4) изменение концентрации вещества за единицу времени
5) изменение концентрации вещества в единице объема

2. Укажите металлы, скорость взаимодействия соляной кислоты с которыми: а) максимальная, б) минимальная

1) железо
2) магний
3) цинк
4) медь
5) кобальт

3. Укажите два уравнения реакций, которые при стандартных условиях протекают с наибольшей скоростью.

1) $Zn + 2H^+ = MgCl_2 + H_2\uparrow$
2) $S + O_2 = SO_2$
3) $6Li + N_2 = 2Li_3N$
4) $Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow$
5) $Ag^+ + Cl^- = AgCl\downarrow$

4. Скорость реакции возрастает при увеличении

1) концентрации реагентов
2) концентрации продуктов реакции
3) температуры
4) объема реагентов
5) объема продуктов реакции

5. Соляная кислота с максимальной и минимальной скоростью соответственно реагирует с железом, которое находится в виде

1) крупной стружки
2) мелкой стружки
3) порошка
4) пластинок
5) слитка

6. Выберите два верных суждения

1) при нагревании возрастают скорости любых реакций
2) при нагревании в большей степени возрастают скорости экзотермических реакций
3) нагревание системы уменьшает тепловой эффект реакции
4) нагревание уменьшает энергию активации реакции
5) нагревание увеличивает энергию молекул

7. Увеличение давления будет заметно влиять на скорости следующих реакций, уравнения которых

1) $Cu + 2H_2SO_4 = CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$
2) $2SO_2 + O_2 = 2SO_3$
3) $2Al + 3S = Al_2S_3$
4) $C_2H_4 + H_2 = C_2H_6$
5) $CaCO_3 = CaO + CO_2$

8. Катализатор

1) увеличивает скорость только обратной реакции
2) увеличивает скорость только прямой реакции
3) меняет механизм реакции
4) **не сдвигает** равновесия реакции
5) увеличивает энергию активации

9. Для увеличения скорости реакции железа с хлором надо

1) понизить температуру
2) понизить давление хлора
3) измельчить железо
4) добавить ингибитор реакции
5) увеличить температуру

10. Скорость реакции $Zn_{(тв.)} + 2HCl_{(р\text{-}р)} = ZnCl_{2\,(р\text{-}р)} + H_{2\,(г)} + Q$ понизится при

1) добавлении катализатора
2) понижение температуры
3) разбавлении раствора кислоты
4) повышении давления
5) повышении температуры

12. Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты

1. Электролитами являются

1) метаналь
2) уксусная кислота
3) ацетат аммония
4) октан
5) метилацетат

2. Неэлектролитом является каждое из двух пар веществ

1) метанол и соляная кислота
2) глюкоза и этилацетат
3) бензол и гидроксид натрия
4) толуол и нитрат калия
5) этаналь и ацетон

3. Сильными электролитами являются

1) хлорид аммония
2) метановая кислота
3) гидроксид натрия
4) глюкоза
5) плавиковая кислота

4. Сильным электролитом является каждое из двух пар веществ

1) хлорид натрия и уксусная кислота
2) соляная кислота и хлорид меди(II)
3) гидроксид аммония и хлорид калия
4) хлорид метиламмония и азотная кислота
5) фосфорная кислота и гидроксид бария

5. Укажите формулы слабых электролитов

1) HNO_2
2) HBr
3) HNO_3
4) $HMnO_4$
5) H_2O

6. Формулы слабого и сильного электролита соответственно приведены в парах веществ

1) H_2SO_4 и H_2S
2) H_2O и NH_4Cl
3) HNO_3 и $HClO_4$
4) CH_3COOH и $HCOOH$
5) $NH_3 \cdot H_2O$ и HI

7. Сила электролитов постоянно возрастает в рядах

1) HNO_3, H_2CO_3, H_3BO_3
2) H_3PO_4, H_2SO_4, $HClO_4$
3) H_2CO_3, H_2SiO_3, H_3PO_4
4) HI, HF, HCl
5) HF, HCl, HBr

8. Укажите две формулы электролитов, которые диссоциируют полностью в одну стадию.

1) H_2SO_3
2) Na_3PO_4
3) $Al(OH)_3$
4) $Al_2(SO_4)_3$
5) H_3PO_4

9. Укажите электролиты, которые при диссоциации образуют:

А) в качестве катионов только катионы водорода,
Б) в качестве анионов только гидроксид-ионы.

1) основания
2) соли
3) кислоты
4) кислые соли
5) основные соли

10. Укажите две формулы электролитов, при диссоциации которых из 1 моль вещества образовалось 3 моль ионов.

1) $FeCl_3$
2) Na_3PO_4
3) Na_2SO_4
4) CH_3COONa
5) $BaCl_2$

13. Реакции ионного обмена

1. В ионном уравнении реакции записываем в виде ионов вещества, формулы которых

1) $Mg(OH)_2$
2) $CuSO_4$
3) H_2S
4) $BaSO_4$
5) $NaOH$

2. В ионном уравнении реакции записываем в виде молекул вещества, формулы которых

1) H_2O
2) $FeCl_3$
3) HF
4) KOH
5) Na_2CO_3

3. Гидроксид цинка реагирует с а) раствором гидроксида натрия и б) соляной кислотой, поскольку в ходе этих реакций образуются соответственно

1) сильный электролит
2) газ
3) вода
4) осадок
5) комплексное соединение

4. Реакция в растворе **не идет** между веществами, формулы которых

1) KOH и $FeCl_3$
2) $NaCl$ и $CuSO_4$
3) $BaCl_2$ и H_2SO_4
4) $NaHCO_3$ и HCl
5) KNO_3 и $BaCl_2$

5. Какие пары ионов реагируют при сливании растворов: а) K_2CO_3 и HCl; б) $KHCO_3$ и KOH соответственно?

1) H^+ и CO_3^{2-}
2) HCO_3^- и OH^-
3) K^+ и H^+
4) CO_3^{2-} и Cl^-
5) OH^- и K^+

6. Какие пары ионов участвуют в химической реакции при сливании растворов; а) хлорида кальция и фосфата натрия; б) фосфата калия и хлорида лития?

1) Na^+ и Cl^-
2) Ca^{2+} и PO_4^{3-}
3) K^+ и Cl^-
4) PO_4^{3-} и Cl^-
5) Li^+ и PO_4^{3-}

7. Определите суммы коэффициентов в сокращенных ионных уравнениях для реакций, уравнения которых:

а) $Ba(OH)_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 + 2H_2O$;
б) $Ba(OH)_2 + 2HCl = BaCl_2 + 2H_2O$

1) 3
2) 6
3) 9
4) 8
5) 4

8. Определите суммы коэффициентов в сокращенных ионных уравнениях взаимодействия в водном растворе 1 моль хлорида хрома(III) а) с 3 моль гидроксида натрия, б) с 6 моль гидроксида натрия соответственно.

1) 8
2) 6
3) 5
4) 4
5) 3

9. Уравнению $H^+ + OH^- = H_2O$ соответствуют два взаимодействия

1) KOH с HNO_2
2) HI с $Ba(OH)_2$
3) H_2SO_4 с $Ba(OH)_2$
4) HCl с $NH_3 \cdot H_2O$
5) KOH с HNO_3

10. Уравнениям:

а) $Al(OH)_4^- + H^+ = Al(OH)_3 + H_2O$;
б) $Al(OH)_4^- + 4H^+ = Al^{3+} + 4H_2O$

соответствуют взаимодействия

1) 1 моль $Al(OH)_3$ с 1 моль HCl
2) 1 моль $Na[Al(OH)_4]$ с 4 моль HCl
3) 1 моль $Na[Al(OH)_4]$ с H_2O
4) 1 моль $Na[Al(OH)_4]$ с 1 моль HCl
5) 1 моль $Na[Al(OH)_4]$ с 2 моль HCl

14. Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная

1. В растворе с pH = 5 определите концентрации: а) ионов водорода; б) гидроксид-ионов соответственно.

1) 10^{-4} М
2) 10^{-5} М
3) 10^{-7} М
4) 10^{-9} М
5) 10^{-10} М

2. Укажите окраску индикаторов в растворе с pH = 10

1) лакмус синий
2) лакмус фиолетовый
3) фенолфталеин малиновый
4) метилоранж красный
5) метилоранж оранжевый

3. Какие из солей в водном растворе не подвергаются гидролизу?

1) сульфид калия
2) сульфат калия
3) сульфат железа(II)
4) сульфид хрома(III)
5) нитрат натрия

4. Какие из солей в водном растворе подвергаются полному гидролизу?

1) сульфид алюминия
2) сульфат аммония
3) нитрат калия4) хлорид меди(II)
5) сульфит хрома(III)

5. Какие из солей в водном растворе гидролизуются только по катиону?

1) сульфид алюминия
2) хлорид цинка
3) хлорид натрия
4) фосфат калия
5) нитрат аммония

6. Какие из солей в водном растворе гидролизуются только по аниону?

1) ацетат аммония
2) сульфат железа(III)
3) сульфид калия
4) нитрит натрия
5) нитрат калия

7. Гидролиз по катиону ослабевает при

1) добавлении HCl
2) нагревании
3) добавлении NaOH
4) разбавлении
5) охлаждении

8. Какие из солей имеют в водном растворе кислотную среду вследствие гидролиза?

1) сульфид калия
2) сульфат калия
3) сульфид хрома(III)
4) сульфат железа(II)
5) хлорид цинка

9. Водные растворы каких солей окрашивают фенолфталеин в малиновый цвет?

1) сульфат аммония
2) карбонат кальция
3) нитрат цинка
4) фосфат натрия
5) карбонат калия

10. Гидролиз карбоната натрия усиливается при добавлении

1) H_2O
2) $Al_2(SO_4)_3$
3) Na_2S
4) NaOH
5) NaCl

11. Установите соответствие между названием соли и отношением ее к гидролизу.

А) хлорид кальция
Б) сульфит калия
В) сульфат железа(II)
Г) ацетат аммония

1) гидролизуется по катиону
2) гидролизуется по аниону
3) гидролизуется по катиону и аниону
4) не гидролизуется

12. Установите соответствие между формулой соли и реакцией среды в ее водном растворе.

А) Na_2SiO_3
Б) NaCl
В) $ZnBr_2$
Г) KNO_3

1) нейтральная
2) щелочная
3) кислая

13. Установите соответствие между названием соли и окраской индикатора в ее водном растворе.

А) нитрат лития
Б) силикат калия
В) бромид алюминия
Г) иодид калия

1) фенолфталеин — малиновый
2) лакмус — фиолетовый
3) метилоранж — красный

14. Установите соответствие между формулой соли и величиной pH ее водного раствора.

А) $ZnCl_2$	1) pH > 7
Б) $CuSO_4$	2) pH < 7
В) K_2SO_4	3) pH = 7
Г) Na_2SO_3	

15. Установите соответствие между формулой соли и средой ее водного раствора.

А) K_3PO_4	1) кислая
Б) Cs_2HPO_4	2) нейтральная
В) NaH_2PO_4	3) щелочная
Г) $KHSO_4$	

16. Установите соответствие между формулой соли и сокращенным ионным уравнением гидролиза этой соли.

А) $NaHCO_3$	1) $CO_3^{2-} + H_2O \rightleftarrows HCO_3^- + OH^-$
Б) $FeSO_4$	2) $H_2PO_4^- + H_2O \rightleftarrows H_3PO_4 + OH^-$
В) Na_2HPO_4	3) $Fe^{2+} + H_2O \rightleftarrows Fe(OH)^+ + H^+$
Г) K_2CO_3	4) $HCO_3^- + H_2O \rightleftarrows H_2CO_3 + OH^-$
	5) $Fe^{2+} + 2H_2O \rightleftarrows Fe(OH)_2 + 2H^+$
	6) $HPO_4^{2-} + H_2O \rightleftarrows H_2PO_4^- + OH^-$

17. Установите соответствие между названиями двух солей, отношение которых к гидролизу одинаковое.

А) нитрат калия	1) нитрат цинка
Б) сульфид калия	2) ортофосфат натрия
В) хлорид железа(III)	3) ацетат аммония
Г) сульфид хрома(III)	4) сульфат цезия

18. Установите соответствие между формулой соли и реакцией среды в ее водном растворе.

А) $Al(NO_3)_3$	1) нейтральная
Б) $BaBr_2$	2) щелочная
В) K_2SiO_3	3) кислая
Г) NH_4Cl	

19. Установите соответствие между формулой соли и окраской индикатора в ее водном растворе.

А) Na_2SO_4	1) фенолфталеин — малиновый
Б) $ZnCl_2$	2) метилоранж — красный
В) K_3PO_4	3) лакмус — фиолетовый
Г) $BaCl_2$	

20. Установите соответствие между формулой соли и отношением ее к гидролизу.

А) $Al_2(SO_4)_3$	1) не гидролизуется
Б) Na_2S	2) гидролизуется по катиону и аниону
В) NH_4F	3) гидролизуется по аниону
Г) $Ba(NO_3)_2$	4) гидролизуется по катиону

15. Реакции окислительно-восстановительные. Коррозия металлов и способы защиты от нее

1. Укажите уравнения окислительно-восстановительных реакций.

1) $Ba + 2H_2O = Ba(OH)_2 + H_2\uparrow$
2) $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$
3) $2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O$
4) $H_2SO_4 + Fe = FeSO_4 + H_2\uparrow$
5) $BaCl_2 + Na_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + 2NaCl$

2. Укажите два верных утверждения.

1) степень окисления — это условный заряд атома в молекуле
2) восстановление — это процесс отдачи электронов
3) восстановитель принимает электроны
4) сумма степеней окисления атомов в сложном ионе равна нулю
5) окисление — это процесс отдачи электронов

3. Какие простые вещества имеют и окислительные, и восстановительные свойства?

1) водород	4) сера
2) фтор	5) железо
3) алюминий	

4. Укажите формулы веществ, имеющих и окислительные, и восстановительные свойства.

1) HCl
2) Na_2S
3) $K_2Cr_2O_7$
4) Cu
5) $NaNO_2$

5. Укажите схемы, которым соответствует процесс окисления.

1) $SO_3 \rightarrow SO_4^{2-}$
2) $SO_3^{2-} \rightarrow SO_4^{2-}$
3) $SO_3^{2-} \rightarrow S$
4) $S \rightarrow S^{2-}$
5) $H_2S \rightarrow SO_2$

6. Укажите уравнения реакций, в которых хлор проявляет и окислительные, и восстановительные свойства.

1) $Cl_2 + 3F_2 = 2ClF_3$
2) $3Cl_2 + 2Fe = 2FeCl_3$
3) $Cl_2 + H_2O = HCl + HclO$
4) $Cl_2 + CH_4 = CH_3Cl + HCl$
5) $3Cl_2 + 6KOH = 5KCl + KClO_3 + 3H_2O$

7. В уравнении реакции железа с соляной кислотой коэффициенты перед формулами окислителя и восстановителя равны соответственно

1) 1
2) 2
3) 3
4) 4
5) 5

8. В реакции, уравнение которой $FeO + CO = Fe + CO_2$, происходит

1) восстановление CO
2) окисление FeO
3) восстановление FeO
4) окисление CO
5) окисление CO_2

9. Укажите железо, которое а) наиболее активно коррозирует; б) наиболее коррозионно устойчиво и используется для изготовления посуды.

1) техническое железо
2) химически чистое железо
3) железо, покрытое слоем олова
4) сплав железа с хромом и никелем
5) железо, покрытое слоем цинка

10. Для крепления изделий а) из алюминия, б) из железа предпочтительно использовать заклёпки соответственно из

1) золота
2) алюминия
3) магния
4) железа
5) цинка

11. Установите соответствие между схемой реакции и изменением степени окисления окислителя.

А) $N_2 + H_2 \rightarrow NH_3$
Б) $NH_3 + O_2 \rightarrow N_2 + H_2O$
В) $NH_4NO_2 \rightarrow N_2 + H_2O$
Г) $HNO_3 + Cu \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO + H_2O$

1) $N^{+5} \rightarrow N^{+2}$
2) $Cu^0 \rightarrow Cu^{+2}$
3) $N^0 \rightarrow N^{-3}$
4) $N^{-3} \rightarrow N^0$
5) $N^{+3} \rightarrow N^0$
6) $O^0 \rightarrow O^{-2}$

12. Установите соответствие между схемой реакции и изменением степени окисления восстановителя.

А) $P_4 + O_2 \rightarrow P_4O_{10}$
Б) $P_4 + NaOH + H_2O \rightarrow NaH_2PO_2 + PH_3$
В) $P + HNO_3 \rightarrow H_3PO_4 + NO_2 + H_2O$
Г) $Ca_3(PO_4)_2 + C + SiO_2 \rightarrow P_4 + CaSiO_3 + CO$

1) $P^{+5} \rightarrow P^0$
2) $P^0 \rightarrow P^{+5}$
3) $N^{+5} \rightarrow N^{+2}$
4) $P^0 \rightarrow P^{-3}$
5) $C^0 \rightarrow C^{+2}$
6) $P^0 \rightarrow P^{+1}$

13. Установите соответствие между схемой реакции и названием восстановителя в ней.

А) $Na + H_2 \rightarrow NaH$
Б) $NH_3 + Na \rightarrow NaNH_2 + H_2$
В) $N_2 + O_2 \rightarrow NO$
Г) $N_2 + LiH \rightarrow Li_3N + NH_3$

1) гидрид лития
2) водород
3) натрий
4) аммиак
5) азот
6) кислород

14. Установите соответствие между формулой вещества и коэффициентом перед ней в уравнении реакции

$$NO + NaOH \rightarrow NaNO_2 + N_2 + H_2O.$$

А) NO
Б) NaOH
В) N_2
Г) H_2O

1) 1
2) 2
3) 3
4) 4
5) 5
6) 6

15. Установите соответствие между исходными веществами окислительно-восстановительных реакций и продуктами их взаимодействия.

А) $KMnO_4 \xrightarrow{t^oC}$
Б) $KMnO_4 + KOH + NaNO_2 \rightarrow$
В) $KMnO_4 + H_2O + NaNO_2 \rightarrow$
Г) $KMnO_4 + H_2SO_4 + NaNO_2 \rightarrow$

1) $MnSO_4 + NaNO_3 + K_2SO_4 + H_2O$
2) $K_2MnO_4 + NaNO_3 + H_2O$
3) $Na_2SO_4 + MnO_2 + KOH$
4) $MnO_2 + NaNO_3 + KOH$
5) $K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$

16. Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот)

1. Установите соответствие между формулой вещества и названием продукта, который выделяется на катоде при электролизе водного раствора этого вещества.

А) $ZnCl_2$
Б) KOH
В) $AgNO_3$
Г) RbBr

1) кислород
2) только металл
3) только водород
4) хлор
5) металл и водород
6) бром

2. Установите соответствие между названием вещества и названием продукта, который выделяется на катоде при электролизе водного раствора этого вещества.

А) хлорид магния
Б) нитрат меди(II)
В) гидроксид бария
Г) хлорид золота(III)

1) кислород
2) водород
3) магний
4) барий
5) медь
6) золото

3. Установите соответствие между формулой вещества и формулой продукта, который образуется на инертном аноде в результате электролиза водного раствора вещества.

А) $CuCl_2$	1) H_2
Б) $CuSO_4$	2) O_2
В) Na_2S	3) F_2
Г) NaF	4) Cl_2
	5) S
	6) SO_2

4. Установите соответствие между формулой вещества и названием продукта, который образуется на инертном аноде в результате электролиза водного раствора вещества.

А) $AlBr_3$	1) водород
Б) H_2SO_4	2) кислород
В) $Ba(OH)_2$	3) метан
Г) CH_3COONa	4) бром
	5) сернистый газ
	6) этан и углекислый газ

5. Установите соответствие между названием вещества и формулой продукта, который образуется на инертном аноде в результате электролиза водного раствора вещества.

А) хлорид бария	1) O_2
Б) гидроксид натрия	2) H_2
В) иодид калия	3) N_2
Г) фторид аммония	4) F_2
	5) Cl_2
	6) I_2

6. Установите соответствие между названием вещества и газообразными продуктами электролиза его водного раствора.

А) сульфат натрия	1) кислород
Б) хлорид меди(II)	2) кислород и водород
В) фторид рубидия	3) фтор
Г) нитрат серебра	4) фтор и водород
	5) хлор
	6) хлор и водород

7. Установите соответствие между металлом и способом его электролитического получения — электролизом.

А) медь	1) расплава нитрата
Б) калий	2) водного раствора гидроксида
В) ртуть	3) расплава хлорида
Г) алюминий	4) расплава оксида
	5) раствора оксида в расплаве криолита
	6) водного раствора солей

8. Установите соответствие между металлом и способом его электролитического получения — электролизом.

А) кальций	1) водного раствора гидроксида
Б) свинец	2) расплава хлорида
В) серебро	3) расплава нитрата
Г) натрий	4) водного раствора нитрата
	5) расплава оксида
	6) раствора оксида в расплаве криолита

9. Установите соответствие между названием вещества и схемой процесса, протекающего на катоде при электролизе его водного раствора.

А) хлорид меди(II)	1) $2H^+ + 2\bar{e} \rightarrow H_2$
Б) нитрат бария	2) $2H_2O + 2\bar{e} \rightarrow H_2 + 2OH^-$
В) бромид золота(III)	3) $2H_2O - 4\bar{e} \rightarrow O_2 + 4H^+$
Г) серная кислота	4) $Ba^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Ba$
	5) $Cu^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Cu$
	6) $Au^{3+} + 3\bar{e} \rightarrow Au$

10. Установите соответствие между формулой соли и уравнением процесса, протекающего на аноде при электролизе ее водного раствора.

А) NH_4F	1) $2H_2O + 2\bar{e} \rightarrow H_2 + 2OH^-$
Б) NaOH	2) $2H_2O - 4\bar{e} \rightarrow O_2 + 4H^+$
В) $AlCl_3$	3) $2F^- - 2\bar{e} \rightarrow F_2$
Г) $CuBr_2$	4) $2Cl^- - 2\bar{e} \rightarrow Cl_2$
	5) $2Br^- - 2\bar{e} \rightarrow Br_2$
	6) $4OH^- - 4\bar{e} \rightarrow O_2 + 2H_2O$

17. Ионный (правило В.В. Марковникова) и радикальный механизмы реакций в органической химии

1. Радикалами являются частицы:

1) CH_3
2) F_2
3) C_8H_{18}
4) OH
5) Ar

2. По радикальному механизму протекают два процесса

1) хлорирование метана
2) хлорирование этилена
3) хлорирование пропена при 500 °C
4) гидратация пропена
5) взаимодействие этилена с бромоводородом

3. По ионному механизму протекают реакции, уравнения которых

1) $CH_2{=}CH_2 + Br_2 \rightarrow CH_2Br{-}CH_2Br$
2) $CH_3{-}CH{=}CH_2 + H_2 \rightarrow CH_3{-}CH_2{-}CH_3$
3) $CH_2{=}CH_2 + HBr \rightarrow CH_3{-}CH_2Br$
4) $C_3H_8 + Cl_2 \rightarrow C_3H_7Cl + HCl$
5) $n CH_3CH{=}CH_2 \rightarrow (-C(CH_3)H{-}CH_2)_n$

4. В соответствии с правилом В.В. Марковникова происходят два взаимодействия

1) бутена-2 с бромоводородом
2) водорода с пропеном
3) бутена-1 с водой
4) хлороводорода с пентеном-1
5) 3-фторпропена-1 с бромоводородом

5. В соответствии с правилом Зайцева происходят два процесса

1) дегидратация бутанола-1
2) дегидрогалогенирование 2-хлорпропана
3) дегидрогалогенирование 2-хлорбутана
4) дегидратация бутанола-2
5) дегидрогалогенирование 1-хлорбутана

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

18. Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ (тривиальная и международная)

1. Установите соответствие между формулой вещества и классом, к которому вещество принадлежит.

А) Li_2O	1) супероксид
Б) Na_2O_2	2) фторид
В) OF_2	3) пероксид
	4) оксид

2. Установите соответствие между формулой вещества и классом, к которому вещество принадлежит.

А) BeO	1) основный оксид
Б) NO	2) амфотерный оксид
В) FeO	3) кислотный оксид
	4) безразличный оксид

3. Установите соответствие между формулой вещества и классом, к которому вещество принадлежит.

А) NO_2	1) щёлочь
Б) N_2O	2) нерастворимое основание
В) $Ba(OH)_2$	3) безразличный оксид
	4) кислотный оксид

4. Установите соответствие между формулой оксида и формулой соответствующей этому оксиду кислоты.

А) SO_2	1) H_2SO_4
Б) Cl_2O	2) $HClO_2$
В) Cl_2O_3	3) H_2SO_3
	4) HClO

5. Установите соответствие между формулой вещества и классом, к которому вещество принадлежит.

А) $(CuOH)_2CO_3$	1) основная соль
Б) Ca(OCl)Cl	2) двойная соль
В) $K[Al(OH)_4]$	3) комплексная соль
	4) смешанная соль

6. Установите соответствие между классом, к которому относится соединение, и его формулой.

А) основный оксид	1) Mn_2O_7
Б) кислотный оксид металла	2) N_2O
В) амфотерный оксид	3) P_2O_5
Г) несолеобразующий оксид	4) BeO
	5) SiO_2
	6) такой формулы нет

7. Установите соответствие между классом, к которому относится гидроксид, и его формулой.

А) однокислотный, растворимый	1) $Ba(OH)_2$
Б) нерастворимый, но не амфотерный	2) $Al(OH)_3$
В) двухкислотный амфотерный	3) $Be(OH)_2$
Г) трехкислотный амфотерный	4) $Mn(OH)_2$
	5) KOH
	6) такой формулы нет

8. Установите соответствие между классом, к которому относится соль, и ее формулой.

А) средняя соль	1) $NaCl{\cdot}NaF$
Б) двойная соль	2) $NaHCO_3$
В) основная соль	3) $Mg(OH)Cl$
Г) смешанная соль	4) $K_2[Zn(OH)_4]$
	5) NH_4Cl
	6) такой формулы нет

9. Установите соответствие между названием соли и ее формулой.

А) гидроксокарбонат меди(II)	1) $Cu(HCO_3)_2$
Б) дигидрофосфат кальция	2) $CaHPO_4$
В) дигидроксохлорид алюминия	3) $Al(OH)Cl_2$
Г) гидрофосфат кальция	4) $(CuOH)_2CO_3$
	5) $Al(OH)_2Cl$
	6) $Ca(H_2PO_4)_2$

10. Установите соответствие между тривиальным названием вещества и его формулой.

А) кальцинированная сода	1) $CuSO_4$
Б) бертолетова соль	2) $NaHCO_3$
В) медный купорос	3) $KClO_3$
Г) пищевая сода	4) KNO_3
	5) $CuSO_4{\cdot}5H_2O$
	6) Na_2CO_3

19. Характерные химические свойства простых веществ — металлов: щелочных, щелочноземельных, алюминия; переходных металлов: меди, цинка, хрома, железа

1. Укажите формулы соединений, образующихся преимущественно при горении а) натрия, б) калия.

1) ЭО
2) $ЭO_2$
3) $Э_2O_2$
4) $Э_2O$
5) $ЭO_3$

2. Укажите формулы соединений, которые **не реагируют** с магнием.

1) H_2O
2) HCl
3) NaOH
4) $ZnCl_2$
5) $CuSO_4$

3. Укажите формулы соединений, которые не реагируют при стандартных условиях с алюминием.

1) NaOH
2) HCl
3) H_2O
4) HNO_3(конц.)
5) $Hg(NO_3)_2$

4. Определите составы двух смесей стружек двух металлов, которые частично растворяются в концентрированном растворе гидроксида натрия и полностью в концентрированном растворе азотной кислоты при комнатной температуре.

1) Al, Cu
2) Al, Be
3) Zn, Mg
4) Mg, Cu
5) Be, Ag

5. Укажите формулы соединений, которые **не реагируют** с медью.

1) HCl(р-р)
2) Cl_2
3) H_2O
4) H_2SO_4(конц.)
5) $AgNO_3$

6. Установите соответствие между схемой реакции и металлом, обозначенным символом М в этой схеме.

А) $MCl_2 + Fe \rightarrow FeCl_2 + M$	1) калий
Б) $M + NaOH + H_2O \rightarrow Na[M(OH)_4] + H_2$	2) барий
В) $M + H_2O \rightarrow M(OH)_2 + H_2$	3) литий
Г) $M + O_2 \rightarrow M_2O$	4) бериллий
	5) медь
	6) алюминий

7. Установите соответствие между металлом и реагентами, с каждым из которых металл может взаимодействовать.

А) натрий	1) реагирует как с $HCl_{(р\text{-}р)}$, так и с $NaOH_{(р\text{-}р)}$
Б) железо	2) реагирует как с $NaOH_{(р\text{-}р)}$, так и с H_2O при стандартных условиях
В) цинк	
Г) медь	3) реагирует как с $HCl_{(р\text{-}р)}$, так и с H_2O при стандартных условиях
	4) не реагирует с $HNO_{3\,(конц.)}$ на холоду
	5) не реагирует с $HCl_{(р\text{-}р)}$
	6) не реагирует ни с $HCl_{(р\text{-}р)}$, ни с $HNO_{3\,(конц.)}$ на холоду

8. Установите соответствие между реагентом, с которым взаимодействует металлическое железо, и образующимися при этом продуктами или укажите, что реакция не идет.

А) $HNO_{3\,(конц.)}$ на холоду	1) $FeSO_4 + H_2$
Б) $HNO_{3\,(разб.)}$ на холоду	2) $FeSO_4 + SO_2 + H_2O$
В) $H_2SO_{4\,(разб.)}$	3) $Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 + H_2O$
Г) $H_2SO_{4\,(конц.)}$ при нагревании	4) $Fe(NO_3)_2 + NO + H_2O$
	5) $Fe(NO_3)_3 + NO + H_2O$
	6) реакция не идет

9. Установите соответствие между металлом и характеристикой его взаимодействия с водой.

А) серебро	1) реагирует с водой при стандартных условиях
Б) железо	2) реагирует с водой только при нагревании
В) барий	3) не реагирует с водой
Г) медь	

20. Характерные химические свойства простых веществ — неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния

1. Окислительные свойства водород проявляет в ходе реакции H_2 с веществами, формулы которых

1) O_2
2) Na
3) N_2
4) CuO
5) Li

2. Кремний реагирует

1) с раствором HCl
2) с раствором H_2SO_4
3) с раствором NaOH
4) с магнием
5) с водой

3. Азот реагирует

1) с водородом
2) с кислородом
3) с раствором NaOH
4) с раствором HCl
5) с водой

4. Сера проявляет окислительные свойства, реагируя с

1) с водородом
2) с кислородом
3) с алюминием
4) с фтором
5) с концентрированной азотной кислотой

5. Укажите формулу вещества, которое проявляет: а) только окислительные свойства, б) только восстановительные свойства

1) N_2
2) Cl_2
3) Cs
4) F_2
5) H_2

6. Установите соответствие между простыми веществами и формулами реагентов, с которыми они могут взаимодействовать.

А) H_2
Б) Br_2
В) S
Г) Cl_2

1) $H_3PO_{4(р\text{-}р)}$, CH_4
2) $KBr_{(р\text{-}р)}$, P
3) C_2H_4, O_2
4) $KI_{(р\text{-}р)}$, Cl_2
5) O_2, Fe
6) Cu, N_2

7. Установите соответствие между исходными веществами и продуктами реакции между ними.

А) $Cl_2 + KOH_{(хол.)} \rightarrow$	1) FCl_3
Б) $Cl_2 + KOH_{(гор.)} \rightarrow$	2) $FeCl_3$
В) $Cl_2 + Fe \rightarrow$	3) $KCl + KClO + H_2O$
Г) $Cl_2 + F_2 \rightarrow$	4) ClF_3
	5) $FeCl_2$
	6) $KCl + KClO_3 + H_2O$

8. Установите соответствие между простыми веществами и формулами реагентов, с которыми они могут взаимодействовать.

А) H_2	1) H_2, N_2
Б) N_2	2) O_2, Al
В) O_2	3) NaOH, I_2
Г) I_2	4) C_2H_2, O_2
	5) H_2O, HCl
	6) KOH, Cl_2

9. Установите соответствие между схемами превращений и формулами веществ, необходимых для их последовательного осуществления.

А) $C \rightarrow Al_4C_3 \rightarrow CH_4$	1) Al, H_2
Б) $Si \rightarrow Mg_2Si \rightarrow Mg(OH)_2$	2) O_2, NaOH
В) $P \rightarrow Ca_3P_2 \rightarrow PH_3$	3) Mg, HCl
Г) $S \rightarrow SO_2 \rightarrow Na_2SO_3$	4) Ca, HCl
	5) Al, H_2O
	6) Mg, H_2O

21. Характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных

1. Укажите формулы веществ, которые реагируют с раствором HCl, но **не реагируют** с раствором NaOH.

1) CrO	4) MgO
2) CO_2	5) CrO_3
3) N_2O	

2. Укажите формулы веществ, которые реагируют с раствором NaOH, но **не реагируют** с раствором HCl.

1) N_2O
2) CO
3) SO_2
4) BaO
5) Mn_2O_7

3. Укажите формулы веществ, которые реагируют и с раствором NaOH, и с раствором HCl.

1) CaO
2) BeO
3) Cr_2O_3
4) SO_2
5) NO

4. Укажите формулы веществ, которые **не реагируют** ни с раствором NaOH, ни с раствором HCl.

1) NO
2) CaO
3) N_2O
4) Al_2O_3
5) CO_2

5. Между собой реагируют вещества двух пар, формулы которых

1) CaO и SiO_2
2) CuO и Na_2O
3) K_2O и NO_2
4) FeO и MgO
5) N_2O_5 и CrO_3

6. Растворяются в воде оба оксида, формулы которых

1) CO_2 и SiO_2
2) CaO и Cl_2O
3) NO_2 и CrO_3
4) CaO и BeO
5) P_2O_5 и Cr_2O_3

7. Укажите формулы солей, которые образуются при взаимодействии с раствором NaOH а) Cl_2O, б) Cl_2O_7.

1) $NaClO_4$
2) NaClO
3) $NaClO_3$
4) NaCl
5) $NaClO_2$

8. Укажите формулы солей, которые образуются при реакции с раствором NaOH а) избытка SO_2, б) недостатка SO_2.

1) Na_2SO_3
2) Na_2SO_4
3) $NaHSO_3$
4) $NaHSO_4$
5) $Na_2S_2O_7$

9. Углекислый газ реагирует в водном растворе с каждым из веществ двух пар, формулы которых

1) H_2O, KCl
2) $Na_2[Zn(OH)_4]$, K_2SiO_3
3) $Ba(OH)_2$, SiO_2
4) $CaCO_3$, KOH
5) Na_2SO_4, CaO

10. И оксид цинка, и оксид алюминия реагируют с каждым из веществ двух пар, формулы которых

1) KOH, HNO_3
2) $CuSO_4$, H_2SO_4
3) HI, LiOH
4) KNO_3, HCl
5) NaOH, H_2O

11. Установите соответствие между названием оксида и формулами веществ, с которыми оксид может взаимодействовать.

А) оксид кремния(IV)
Б) оксид кальция
В) оксид фосфора(V)
Г) оксид цинка

1) H_2O, HNO_3, NaOH
2) HCl, KOH, H_2O
3) H_2O, HCl, CO_2
4) Mg, NaOH, Na_2CO_3
5) CO, H_2SO_4, NaOH
6) H_2O, NaOH, CaO

12. Установите соответствие между реагирующими веществами и продуктами их взаимодействия.

А) $SO_3 + H_2O \rightarrow$
Б) $SO_2 + NaOH_{(изб.)} \rightarrow$
В) $SO_{3\,(изб.)} + NaOH \rightarrow$
Г) $SO_2 + H_2O \rightarrow$

1) $Na_2SO_4 + H_2O$
2) H_2SO_3
3) $NaHSO_4$
4) $Na_2SO_3 + H_2O$
5) H_2SO_4
6) Na_2SO_3

13. Установите соответствие между реагирующими веществами и продуктами их взаимодействия.

А) $ZnO + CO \xrightarrow{t}$
Б) $ZnO + NaOH + H_2O \rightarrow$
В) $ZnO + HCl \rightarrow$
Г) $ZnO + NaOH \xrightarrow{t}$

1) $Na_2[Zn(OH)_4]$
2) $Na_2ZnO_2 + H_2O$
3) $ZnCl_2 + H_2$
4) $Zn + CO_2$
5) $ZnCl_2 + H_2O$
6) $Zn + C + O_2$

14. Установите соответствие между реагирующими веществами и продуктами их взаимодействия.

А) $NaOH + CO_{2\ (изб.)} \rightarrow$	1) $NaHSO_4$
Б) $NaOH_{(изб.)} + SO_2 \rightarrow$	2) $NaHCO_3$
В) $NaOH_{\ (изб.)} + CO_2 \rightarrow$	3) $NaHSO_3$
Г) $NaOH + SO_{2\ (изб.)} \rightarrow$	4) Na_2SO_4 и H_2O
	5) Na_2CO_3 и H_2O
	6) Na_2SO_3 и H_2O

22. Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов

1. Раствор гидроксида натрия взаимодействует с каждым из веществ двух пар

1) серная кислота и нитрат калия
2) алюминий и соляная кислота
3) сульфат кальция и оксид серы(VI)
4) азотная кислота и аммиак
5) оксид азота(IV) и цинк

2. Гидроксид железа(II) в водной среде взаимодействует с каждым из веществ двух пар

1) кислород и серная кислота
2) соляная кислота и магний
3) азотная кислота и оксид меди(II)
4) соляная кислота и азотная кислота
5) хлорид калия и оксид серы(IV)

3. Гидроксид цинка в водной среде взаимодействует с каждым из веществ двух пар

1) гидроксид натрия и азотная кислота
2) гидроксид бария и оксид кремния(IV)
3) серная кислота и хлорид натрия
4) соляная кислота и гидроксид калия
5) оксид алюминия и соляная кислота

4. Раствор гидроксида натрия взаимодействует с каждым из веществ двух пар

1) хлор и алюминий
2) медь и бериллий
3) кремний и цинк
4) бериллий и магний
5) железо и хлор

5. Разлагаются при нагревании оба гидроксида двух пар, формулы которых

1) $NaOH$ и $Fe(OH)_3$
2) $Cu(OH)_2$ и $Al(OH)_3$
3) $Fe(OH)_2$ и KOH
4) $Zn(OH)_2$ и $RbOH$
5) $Fe(OH)_3$ и $Mg(OH)_2$

6. Установите соответствие между исходными веществами и продуктами реакции между ними.

А) $KOH_{(хол.)} + Cl_2 \rightarrow$
Б) $KOH_{(гор.)} + Cl_2 \rightarrow$
В) $KOH + HClO_3 \rightarrow$
Г) $KOH + Cl_2O \rightarrow$

1) $KCl + H_2O$
2) $KClO + H_2O$
3) $KClO_2 + H_2O$
4) $KClO_3 + H_2O$
5) $KClO_3 + KCl + H_2O$
6) $KClO + KCl + H_2O$

7. Установите соответствие между исходными веществами и продуктами реакции между ними.

А) $NaOH + NO_2 \rightarrow$
Б) $NaOH + NO_2 + NO \rightarrow$
В) $NaOH + NO_2 + O_2 \rightarrow$
Г) $NaOH + I_2 \rightarrow$

1) $NaI + H_2O$
2) $NaI + O_2 + H_2O$
3) $NaI + NaIO_3 + H_2O$
4) $NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O$
5) $NaNO_2 + H_2O$
6) $NaNO_3 + H_2O$

8. Установите соответствие между исходными веществами и продуктами реакции между ними.

А) $Al(OH)_3 + NaOH \xrightarrow{t}$
Б) $Al(OH)_3 + NaOH_{(р\text{-}р)} \rightarrow$
В) $Cr(OH)_3 + KOH \xrightarrow{t}$
Г) $Cr(OH)_3 + KOH_{(р\text{-}р)} \rightarrow$

1) $Na[Al(OH)_4] + H_2O$
2) $KCrO_2 + H_2$
3) $Na[Al(OH)_4]$
4) $K_3[Cr(OH)_6]$
5) $KCrO_2 + H_2O$
6) $NaAlO_2 + H_2O$

9. Установите соответствие между схемой реакции и продуктами реакции.

А) $Ca(OH)_2 + Ca(HCO_3)_2 \rightarrow$	1) $CrO + O_2 + H_2O$
Б) $Ca(OH)_{2\ (изб.)} + CO_2 \rightarrow$	2) $Cr_2O_3 + H_2O$
В) $Ca(OH)_2 + CO_{2\ (изб.)} \rightarrow$	3) $Ca(HCO_3)_2 + H_2O$
Г) $Cr(OH)_3 \xrightarrow{t}$	4) $Ca(HCO_3)_2$
	5) $CaCO_3 + H_2O$
	6) $CaCO_3$

23. Характерные химические свойства кислот

1. Разбавленная соляная кислота **не реагирует** ни с одним из металлов двух пар

1) Au и Al
2) Cu и Hg
3) Ag и Au
4) Fe и Zn
5) Ca и Cu

2. Соляная кислота реагирует с веществами, формулы которых

1) Na_2SO_4
2) $Al(NO_3)_3$
3) $CuSO_4$
4) $AgNO_3$
5) $NaHCO_3$

3. Концентрированная азотная кислота реагирует при комнатной температуре с каждым из веществ двух пар, формулы которых

1) Ag и $Ba(OH)_2$
2) Al и NaOH
3) Cu и KNO_2
4) Fe и Na_2CO_3
5) Cr и NaOH

4. Газ **не выделяется** при реакции соляной кислоты с веществами, формулы которых

1) $NH_3 \cdot H_2O$
2) Mg
3) $CaCO_3$
4) K_2S
5) NaOH

5. Укажите характеристики разбавленной серной кислоты:

1) относится к слабым кислотам
2) реагирует с железом без нагревания
3) относится к летучим кислотам
4) обладает водоотнимающими свойствами
5) реагирует с карбонатом калия

6. Установите соответствие между формулами исходных веществ и формулами продуктов реакции между ними или укажите, что реакция не идет.

А) $HCl + Cr \rightarrow$	1) $KCl + HNO_3$
Б) $HCl + KNO_3 \rightarrow$	2) $CrCl_3 + H_2$
В) $HCl + K_2S \rightarrow$	3) $AgCl + H_2$
Г) $HCl + Ag \rightarrow$	4) $CrCl_2 + H_2$
	5) $KCl + H_2S$
	6) реакция не идет

7. Установите соответствие между формулами исходных веществ и формулами продуктов реакции между ними или укажите, что реакция не идет.

А) $HCl_{(недос.)} + Na[Al(OH)_4] \rightarrow$	1) $CuCl_2 + HNO_3$
Б) $HCl_{(изб.)} + Na[Al(OH)_4] \rightarrow$	2) $NaCl + H_3PO_4$
В) $HCl + Cu(NO_3)_2 \rightarrow$	3) $NaCl + AlCl_3 + H_2O$
Г) $HCl_{(изб.)} + Na_3PO_4 \rightarrow$	4) $NaCl + Al(OH)_3 + H_2O$
	5) $NaCl + NaH_2PO_4$
	6) реакция не идет

8. Установите соответствие между формулами исходных веществ и формулами продуктов реакции между ними или укажите, что реакция не идет.

А) $HNO_{3(конц.)} + Al \rightarrow$	1) $Al(NO_3)_3 + NO + H_2O$
Б) $HNO_{3(конц.)} + Fe \rightarrow$	2) $Fe(NO_3)_3 + NO_2 + H_2O$
В) $HNO_{3(разб.)} + Fe \rightarrow$	3) $Fe(NO_3)_3 + NO + H_2O$
Г) $HNO_{3(конц.)} + Fe \xrightarrow{t}$	4) $Fe(NO_3)_2 + NO + H_2O$
	5) $Al(NO_3)_3 + NO_2 + H_2O$
	6) реакция не идет

9. Установите соответствие между формулами исходных веществ и формулами продуктов реакции между ними или укажите, что реакция не идет.

А) $H_2SO_{4(конц.)} + Cr \rightarrow$	1) $HgSO_4 + SO_2 + H_2O$
Б) $H_2SO_{4(конц.)} + Cu \rightarrow$	2) $CuSO_4 + H_2S + H_2O$
В) $H_2SO_{4(конц.)} + Mg \rightarrow$	3) $MgSO_4 + H_2S + H_2O$
Г) $H_2SO_{4(разб.)} + Hg \rightarrow$	4) $Cr_2(SO_4)_3 + SO_2 + H_2O$
	5) $CuSO_4 + SO_2 + H_2O$
	6) реакция не идет

24. Характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных; комплексных (на примере соединений алюминия и цинка)

1. Раствор нитрата свинца(II) реагирует с

1) серебром
2) цинком
3) медью
4) ртутью
5) железом

2. Раствор хлорида натрия реагирует с растворами веществ, формулы которых

1) $AgNO_3$
2) KOH
3) HNO_3
4) $Pb(NO_3)_2$
5) KNO_3

3. Кислую и щелочную среду соответственно имеют водные растворы веществ двух пар, формулы которых

1) $KHCO_3$ и K_2CO_3
2) K_2HPO_4 и K_3PO_4
3) KH_2PO_4 и K_2HPO_4
4) $NaHS$ и Na_2S
5) $NaHSO_3$ и Na_2SO_3

4. Твердые остатки образуются при прокаливании веществ, формулы которых

1) NH_4NO_2
2) $(NH_4)_2Cr_2O_7$
3) $(NH_4)_2CO_3$
4) $Zn(NO_3)_2$
5) $Hg(NO_3)_2$

5. Оксиды металла образуются при разложении веществ, формулы которых

1) KNO_3
2) $Fe(NO_3)_2$
3) NH_4NO_3
4) $Mn(NO_3)_2$
5) $AgNO_3$

6. И с разбавленной серной кислотой, и с гидроксидом калия реагируют вещества, формулы которых

1) NH_4NO_2
2) $FeCl_3$
3) $CaCO_3$
4) Na_2SiO_3
5) $KHCO_3$

7. Реагируют друг с другом в водном растворе вещества двух пар, формулы которых

1) $Cu(NO_3)_2$ и Ag
2) KBr и Cl_2
3) NH_4Cl и NaOH
4) $AlCl_3$ и H_2SO_4
5) K_2S и NaOH

8. Хлорид железа(III) реагирует в водном растворе с каждым из веществ двух пар, формулы которых

1) HNO_3 и CO_2
2) H_2SO_4 и Na_3PO_4
3) KOH и $AgNO_3$
4) $AgNO_3$ и KNO_3
5) $Pb(NO_3)_2$ и KF

9. При взаимодействии в водном растворе хлорида алюминия с избытком и с недостатком гидроксида натрия образуются соответственно вещества, формулы которых

1) $NaAl(OH)_4$ и NaCl
2) $NaAl(OH)_4$ и H_2O
3) $Al(OH)_3$ и NaCl
4) $Al(OH)_3$, NaCl и H_2O
5) $NaAlO_2$, NaCl и H_2O

10. Простой и двойной суперфосфат соответственно в промышленности получают по схемам

1) $Ca_3(PO_4)_2 + H_3PO_4 \rightarrow$
2) $Ca_3(PO_4)_2 + H_2SO_4 \rightarrow$
3) $Ca(OH)_2 + H_3PO_4 \rightarrow$
4) $CaCO_3 + H_3PO_4 \rightarrow$
5) $CaO + H_3PO_4 \rightarrow$

11. Установите соответствие между формулами веществ, вступающих в реакцию, и формулами продуктов их взаимодействия.

А) $NaHSO_3 + NaOH$
Б) $NaHSO_3 + HCl$
В) $NaOH + SO_{2(изб.)}$
Г) $NaOH_{(изб.)} + SO_3$

1) $NaHSO_3$
2) $Na_2SO_3 + H_2O$
3) $NaHSO_4$
4) $Na_2SO_4 + H_2O$
5) $NaCl + H_2O$
6) $NaCl + SO_2 + H_2O$

12. Установите соответствие между схемой реакции и веществом X в этой схеме.

А) $Na_2CO_3 \rightarrow X \rightarrow BaSO_4$
Б) $Fe(OH)_3 \rightarrow X \rightarrow AgCl$
В) $CuO \rightarrow X \rightarrow NaCl$
Г) $Fe(OH)_2 \rightarrow X \rightarrow BaSO_4$

1) $FeCl_3$
2) $Fe_2(SO_4)_3$
3) $FeSO_4$
4) $FeCl_2$
5) Na_2SO_4
6) $CuCl_2$

13. Установите соответствие между формулами веществ, вступающих в реакцию, и формулами продуктов их взаимодействия.

А) $ZnCl_2 + NaOH_{(изб.)}$
Б) $ZnCl_2 + NaOH_{(недост.)}$
В) $Na_3[Cr(OH)_6] + HCl_{(изб.)}$
Г) $Na_3[Cr(OH)_6] + HCl_{(недост.)}$

1) $NaCl + CrCl_3$
2) $NaCl + Cr(OH)_3 + H_2O$
3) $NaCl + CrCl_3 + H_2O$
4) $NaCl + Zn(OH)_2 + H_2O$
5) $NaCl + Na_2[Zn(OH)_4]$
6) $NaCl + Zn(OH)_2$

14. Установите соответствие между схемой реакции и веществом X в этой схеме.

А) $MgO \rightarrow X \rightarrow AgCl$
Б) $Cr_2O_3 \rightarrow X \rightarrow KCl$
В) $ZnO \rightarrow X \rightarrow NaCl$
Г) $K_2S \rightarrow X \rightarrow BaSO_4$

1) $ZnSO_4$
2) K_2SO_4
3) $MgSO_4$
4) $CrCl_3$
5) $ZnCl_2$
6) $MgCl_2$

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

25. Теория строения органических соединений: гомология и изомерия (структурная и пространственная). Взаимное влияние атомов в молекулах

1. Нормальный пентан и 2,2-диметилпропан отличаются

1) порядком соединения атомов в молекуле
2) количественным составом
3) молекулярной массой
4) химическими свойствами
5) качественным составом

2. Изомерами являются вещества двух пар

1) этилацетат и этиловый эфир муравьиной кислоты
2) пропилацетат и изопропиловый эфир уксусной кислоты
3) ацетат натрия и этилат натрия
4) диэтиловый эфир и этилформиат
5) этанол и диметиловый эфир

3. Могут быть гомологами ацетилена вещества, формулы которы

1) C_4H_6
2) C_4H_{10}
3) C_3H_6
4) C_5H_8
5) C_2H_4

4. Видами структурной изомерии **не являются**

1) изомерия углеродного скелета
2) изомерия положения заместителя
3) *цис-транс*-изомерия
4) межклассовая изомерия
5) оптическая изомерия

5. Видами пространственной изомерии **не являются**

1) межклассовая изомерия
2) оптическая изомерия
3) изомерия положения заместителя
4) *цис-транс*-изомерия
5) геометрическая изомерия

6. Межклассовыми изомерами а) сложных эфиров и б) кетонов являются соответственно

1) карбоновые кислоты
2) двухатомные спирты
3) одноатомные спирты
4) простые эфиры
5) альдегиды

7. Укажите два названия одного и того же вещества

1) метанол
2) метаналь
3) этаналь
4) формальдегид
5) ацетон

8. *Цис-транс*-изомерия возможна для

1) бутена-1
2) бутина-2
3) бутена-2
4) бутадиена-1,3
5) пентена-2

9. Оптическая изомерия возможна для

1) аминоэтановой кислоты
2) 2-аминопропановой кислоты
3) 2,2-дихлорпропановой кислоты
4) 2,2-диметилпропана
5) 2-хлорпропановой кислоты

10. Укажите число структурных изомеров алкенов состава C_5H_{10} и C_4H_8 соответственно.

1) 3
2) 4
3) 5
4) 6
5) 7

26. Типы связей в молекулах органических веществ. Гибридизация атомных орбиталей углерода. Радикал. Функциональная группа

1. Двойные связи имеются в молекулах

1) алканов
2) циклоалкенов
3) циклоалканов
4) алкадиенов
5) алкинов

2. Укажите числа σ-связей в молекулах а) толуола и б) бензола соответственно.

1) 15
2) 12
3) 9
4) 6
5) 7

3. Укажите числа π-связей в молекулах а) винилацетилена и б) дивинила соответственно.

1) 2
2) 3
3) 5
4) 4
5) 1

4. В молекуле 2,2,4-триметилпентана $CH_3–C(CH_3)_2–CH_2–CH(CH_3)–CH_3$ вторичным и третичным атомами углерода являются атомы углерода в положениях

1) 1
2) 2
3) 3
4) 4
5) 5

5. В молекуле 2-метилбутана числа первичных и вторичных атомов углерода равны соответственно

1) 3
2) 4
3) 5
4) 2
5) 1

6. Сколько атомных орбиталей углерода участвуют в *sp*- и sp^3-гибридизации соответственно?

1) 1
2) 2
3) 3
4) 4
5) 5

7. В молекуле бутина-1 $CH≡C–CH_2–CH_3$ атомы углерода в положениях 1 и 3 находятся в состоянии

1) *sp*-гибридизации
2) sp^3-гибридизации
3) sp^2-гибридизации
4) dsp^2-гибридизации
5) d^2sp^3-гибридизации

8. Гидроксильная группа имеется в молекулах

1) этаналя
2) этановой кислоты
3) этиленгликоля
4) глицерина
5) ацетона

9. В карбонильной группе и карбоксильной группе соответственно атомы углерода находятся в состоянии гибридизации

1) sp
2) sp^2
3) sp^3
4) dsp^2
5) d^2sp^3

10. Тетраэдрическое окружение имеют атомы углерода в молекулах

1) этина
2) этена
3) этана
4) бутадиена-1,3
5) метана

27. Классификация органических веществ. Номенклатура органических веществ (тривиальная и международная)

1. Установите соответствие между формулой алкана и его названием.

А) C_6H_{14}
Б) C_3H_8
В) C_4H_{10}

1) пропан
2) пентан
3) бутан
4) гексан

2. Установите соответствие между формулой радикала и его названием.

А) $CH_3CH_2C(CH_3)H–$
Б) $(CH_3)_2CH–$
В) $CH_3)_3C–$

1) *трет*-бутил
2) *втор*-бутил
3) пропил
4) изопропил

3. Установите соответствие между названием радикала и его формулой.

А) фенил
Б) винил
В) бензил

1) $C_6H_5–CH_2–$
2) $CH{\equiv}C–$
3) $CH_2{=}CH–$
4) $C_6H_5–$

4. Установите соответствие между тривиальным и систематическим названием углеводорода.

А) *м*-ксилол	1) 1,4-диметилбензол
Б) *о*-ксилол	2) 2,6-диметилбензол
В) *п*-ксилол	3) 1,3-диметилбензол
	4) 1,2-диметилбензол

5. Установите соответствие между формулой углеводорода и его названием.

А) $CH_3–C\equiv C–CH(CH_3)–CH_3$	1) пентин-1
Б) $CH_3–CH_2–C\equiv C–CH_3$	2) пентин-2
В) $CH_3–CH_2–CH_2–C\equiv CH$	3) 2-метилпентин-3
	4) 4-метилпентин-2

6. Установите соответствие между формулой соединения и его систематическим названием

А) $NH_2–CH(C_2H_5)–CH_2OH$	1) 2-амино-2-этилэтанол-1
Б) $CH_3–CH(C_2H_5)–CH_3$	2) 2-аминобутанол-1
В) $CH_3–CH(CH_3)–C_2H_5$	3) 2-этилпропан
	4) 2-метилбутан

7. Установите соответствие между формулой углеводорода и его названием

А) $CH_3–CH(C_2H_5)–COOH$	1) молочная кислота
Б) $C_2H_5–CH_2–COOH$	2) 2-этилпропановая кислота
В) $CH_3–CHOH–COOH$	3) 2-метилбутановая кислота
	4) масляная кислота

8. Установите соответствие между классом углеводородов и общей формулой соединений этого класса

А) арены	1) C_nH_{2n+2}
Б) алкадиены	2) C_nH_{2n}
В) циклоалканы	3) C_nH_{2n-2}
	4) C_nH_{2n-6}

9. Установите соответствие между классом соединений и общей формулой соединений этого класса.

А) двухатомные спирты	1) $C_nH_{2n+2}O$
Б) кетоны	2) $C_nH_{2n}O_2$
В) сложные эфиры	3) $C_nH_{2n+2}O_2$
	4) $C_nH_{2n}O$

10. Установите соответствие между названием соединения и его классификацией.

А) стирол	1) аминокислоты
Б) глицин	2) углеводороды
В) ацетон	3) спирты
	4) кетоны

11. Установите соответствие между названием вещества и его формулой.

А) аланин	1) $C_6H_5–NH_2$
Б) кумол	2) $CH_2=CCH_3–CH=CH_2$
В) изопрен	3) $C_6H_5–CH(CH_3)_2$
Г) анилин	4) $CH_2=CH–CH=CH_2$
	5) $NH_2CH(CH_3)COOH$
	6) NH_2CH_2COOH

12. Установите соответствие между названием органического вещества и его классификацией.

А) 2-бромбутан	1) азотсодержащее производное углеводорода
Б) этанол	2) кислородсодержащее производное
В) бутадиен-1,3	3) галогенопроизводное углеводорода
Г) нитробензол	4) предельный углеводород
	5) непредельный углеводород
	6) ароматический углеводород

13. Установите соответствие между формулой вещества и классом, к которому его относят.

А) $CH_3CH_2CH_2OH$	1) арены
Б) CH_3COCH_3	2) кетоны
В) $C_{10}H_{22}$	3) спирты
Г) $CH_2=C(CH_3)–CH=CH_2$	4) алканы
	5) кислоты
	6) алкадиены

14. Установите соответствие между классом соединений и формулой вещества этого класса.

А) спирты	1) C_7H_8
Б) кислоты	2) CH_3COCH_3
В) арены	3) $CH_3CH(OH)CH_3$
Г) алкины	4) C_8H_{18}
	5) $HCOOH$
	6) C_4H_6

15. Установите соответствие между названием вещества и классом, к которому его относят.

А) этиленгликоль	1) алкадиены
Б) *о*-ксилол	2) алкины
В) нонан	3) альдегиды
Г) изопрен	4) алканы
	5) спирты
	6) арены

28. Характерные химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводородов (бензола и толуола)

1. При действии на смесь хлорметана и хлорэтана избытка натрия **не образуются**

1) метан	4) бутан
2) этан	5) пентан
3) пропан	

2. Основные продукты реакции с разбавленной азотной кислотой при нагревании а) 2-метилбутана и б) пропана

1) 2-метил-1-нитробутан	4) 1-нитропропан
2) 3-метил-2-нитробутан	5) 2-нитропропан
3) 2-метил-2-нитробутан	

3. Укажите продукты а) гидратации и б) гидрохлорирования пропена соответственно.

1) 2-хлорпропан	4) 1-хлорпропан
2) пропанол-1	5) 2-хлорпропен
3) пропанол-2	

4. Бромную воду **не обесцвечивают**

1) винилхлорид	4) циклогексен
2) циклогексан	5) полиэтилен
3) бутадиен-1,3	

5. Укажите продукты, образующиеся преимущественно в схеме $CH_3CHBrCH_2CH_3$ + KOH, а) в водном растворе и б) в спиртовом растворе.

1) бутанол-2	4) бутен-1
2) бутанон	5) бутанол-1
3) бутен-2	

6. **Не реагируют** с аммиачным раствором оксида серебра

1) ацетилен
2) диметилацетилен
3) метилацетилен
4) пентин-2
5) пентин-1

7. Отличить этилен от ацетилена можно с помощью

1) бромной воды
2) раствора Ag_2O в NH_3
3) раствора $[Cu(NH_3)_2]Cl$
4) раствора $KMnO_4$
5) осадка $Cu(OH)_2$

8. Реакция получения $C_6H_4Cl–CH_3$ из толуола идет при действии

1) Cl_2 (на свету)
2) Cl_2 (катализатор $FeBr_3$)
3) Cl_2 (катализатор $AlCl_3$)
4) Cl_2 (нагревание)
5) хлорная вода

9. При действии на бензол хлорметана (катализатор $AlCl_3$) могут образоваться

1) этилбензол
2) толуол
3) 1,3-диметилбензол
4) 1,4-диметилбензол
5) 1,3,5-триметилбензол

10. Определите вещество X в схемах: а) толуол → X → 3-нитробензойная кислота и б) толуол → X → 4-нитробензойная кислота.

1) 2-нитротолуол
2) 3-нитротолуол
3) 4-нитротолуол
4) бензойная кислота
5) 4-нитробензойная кислота

11. Установите соответствие между названием углеводорода и типом реакции, характерной для этого углеводорода.

А) пропан
Б) пропен
В) бутан
Г) толуол

1) присоединение
2) замещение
3) замещение и присоединение

12. Установите соответствие между схемой реакции и механизмом протекания реакции.

А) $CH_3–CH=CH_2 + Cl_2 \rightarrow$
Б) $C_2H_6 + Br_2 \rightarrow$
В) $CH_3–CH=CH_2 + Cl_2 \xrightarrow{500\ °C}$
Г) $C_2H_2 + H_2O \rightarrow$

1) радикальный
2) ионный

13. Установите соответствие между схемой реакции и протеканием этой реакции по правилу Марковникова или не по правилу Марковникова.

А) $CH_3–CH=CH_2 + H_2O \rightarrow$
Б) $CH_2=CH_2 + HBr \rightarrow$
В) $CCl_3–CH=CH_2 + HBr \rightarrow$
Г) $CH_3–CH=CH_2 + HBr \rightarrow$

1) по правилу
2) не по правилу

14. Установите соответствие между названием углеводорода и названием соединения, получаемого из исходного углеводорода в одну стадию.

А) метан
Б) пропилен
В) толуол
Г) этин

1) пропандиол-1,2
2) ацетилен
3) этаналь
4) бензойная кислота
5) ацетон

15. Установите соответствие между названием соединения и названием углеводорода, который можно получить из данного соединения в одну стадию.

А) бензоат натрия
Б) 1,2-дихлорэтан
В) этанол
Г) пропен

1) пропан
2) этин
3) толуол
4) бензол
5) бутадиен-1,3

16. Установите соответствие между схемой превращения и веществом X в этой схеме.

А) $CH_3COONa \rightarrow X \rightarrow C_2H_2$
Б) $C_2H_4 \rightarrow X \rightarrow C_4H_6$
В) $CaC_2 \rightarrow X \rightarrow CH_3CHO$
Г) $C_2H_6 \rightarrow X \rightarrow C_4H_{10}$

1) этан
2) хлорэтан
3) метан
4) этанол
5) пропин
6) этин

17. Установите соответствие между двумя углеводородами и реактивом, с помощью которого можно различить эти вещества, или укажите, если нужного реактива нет.

А) этан и этен	1) аммиачный раствор Ag_2O
Б) этен и этин	2) $Cu(OH)_2$
В) бутин-1 и бутин-2	3) $FeCl_3$
Г) бутен-1 и бутен-2	4) бромная вода
	5) такого реактива нет

18. Установите соответствие между схемой превращения и типом реакции, соответствующей этому превращению.

А) этанол → бутадиен-1,3	1) дегидрирование
Б) этанол → этилен	2) гидратация
В) бутадиен-1,3 → каучук	3) дегидратация и дегидрирование
Г) бутан → бутадиен-1,3	4) полимеризация
	5) гидрирование
	6) дегидратация

19. Установите соответствие между схемой превращения и веществом X в этой схеме.

А) пропан → X → *н*-гексан	1) *н*-гексан
Б) карбид кальция → X → → бензол	2) *н*-гептан
	3) 1-хлорпропан
В) 1-хлорпропан → X → бензол	4) этилен
Г) пропан → X → → 2,3-диметилбутан	5) 2-хлорпропан
	6) ацетилен

20. Установите соответствие между реагентом, который воздействует на бензол, и образующимся при этом продуктом, или укажите, что реакция реагента с бензолом не идет.

А) HNO_3 (конц.), H_2SO_4 (конц.)	1) хлорбензол
Б) CH_3Cl ($AlCl_3$)	2) гексахлорциклогексан
В) Cl_2 ($AlCl_3$)	3) толуол
Г) H_2 (Pt, нагревание)	4) циклогексан
	5) нитробензол
	6) реакция не идет

29. Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов; фенола

1. С раствором гидроксида натрия реагируют

1) этанол
2) фенол
3) уксусная кислота
4) пропанол-2
5) пропанол-1

2. Из предложенного перечня выберите два соединения, которые образуются в ходе реакции этанола с концентрированной серной кислотой а) при нагревании выше 140°С и б) при нагревании ниже 140 °С.

1) этилен
2) диэтиловый эфир
3) этилсерная кислота
4) диэтилсульфат
5) уксусная кислота

3. Из предложенного перечня выберите два соединения, которые образуются в ходе реакции безводного хлороводорода а) с этанолом и б) с этиленгликолем.

1) этилен
2) хлорэтан
3) 1,2-дихлорэтан
4) хлорвинил
5) 1,1-дихлорэтан

4. Из предложенного перечня выберите два соединения, которые образуются в ходе реакции с кислородом (катализатор — Cu, нагревание) пропанола-1 и пропанола-2.

1) пропановая кислота
2) уксусная кислота
3) пропаналь
4) пропилен
5) пропанон

5. Из предложенного перечня выберите два класса соединений, которые образуются в ходе восстановления (H_2, катализатор, нагревание) альдегидов и кетонов.

1) первичные спирты
2) вторичные спирты
3) третичные спирты
4) многоатомные спирты
5) кислоты

6. Формулы веществ, из которых **нельзя** получить этанол в одну стадию

1) $C_6H_{12}O_6$
2) C_2H_4
3) C_2H_5Cl
4) CH_4
5) C_2H_6

7. Вещества, из которых можно получить этиленгликоль в одну стадию

1) этан
2) этен
3) ацетилен
4) 1,1-дихлорэтан
5) 1,2-дихлорэтан

8. Из предложенного перечня выберите два вещества, образующие с $Cu(OH)_2$ ярко-синий раствор.

1) этанол
2) глицерин
3) ксилол
4) толуол
5) этиленгликоль

9. Замещение водородов в феноле идет по положениям атомов углерода бензольного кольца.

1) 2-
2) 3-
3) 4-
4) 5-
5) 3,5-

10. Вещества, из которых в одну стадию можно получить дивинил

1) этиленгликоль
2) этанол
3) метанол
4) бутан
5) изобутан

11. Установите соответствие между названием соединения и названием спирта, который можно получить из данного соединения в одну стадию.

А) 2-хлорпропан
Б) пропен
В) глюкоза
Г) пропаналь

1) метанол
2) этанол
3) этандиол-1,2
4) пропанол-1
5) пропанол-2
6) пропантриол-1,2,3

12. Установите соответствие между схемой превращения и веществом X в этой схеме.

А) метан → X → метанол	1) 2-хлорпропан
Б) хлорэтан → X → этанол	2) глюкоза
В) пропанол-1 → X → → пропанол-2	3) 1-хлорпропан
	4) пропен
Г) крахмал → X → этанол	5) этен
	6) хлорметан

13. Установите соответствие между двумя веществами и реактивом, с помощью которого можно различить эти вещества, или укажите, что нужного реактива нет.

А) бензол и фенол	1) аммиачный раствор Ag_2O
Б) фенол и этанол	2) $Cu(OH)_2$
В) этанол и этандиол-1,2	3) $FeCl_3$
Г) этандиол-1,2 и глицерин	4) такого реактива нет

14. Установите соответствие между реактивом, действующим на этанол, и образующимся при этом продуктом или укажите, что реакция не идет.

А) $H_2SO_{4(конц.)}$, 170 °C	1) этаналь
Б) NH_3, Al_2O_3, 350 °C	2) этилен
В) CuO, *t*	3) этилат натрия
Г) Na	4) диэтиловый эфир
	5) этиламин
	6) реакция не идет

15. Установите соответствие между реактивом, действующим на фенол, и образующимся при этом продуктом.

А) Na	1) фенолят железа(III)
Б) $Br_{2(избыток)}$	2) 2,4,6-тринитрофенол
В) $FeCl_3$	3) 3,5-динитрофенол
Г) $HNO_{3(конц.)}$	4) 2,4,6-трибромфенол
	5) фенолят натрия
	6) реакция не идет

30. Характерные химические свойства альдегидов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров

1. Спирты, образующиеся при восстановлении а) 2-метилпропаналя и б) пропаналя.

1) *трет*-бутиловый
2) *втор*-бутиловый
3) изобутиловый
4) пропанол-1
5) пропанол-2

2. Пропаналь и ацетон можно различить с помощью

1) лакмуса
2) соляной кислоты
3) аммиачного раствора Ag_2O
4) ацетата натрия
5) гидроксида меди(II)

3. Образовывать красный осадок со свежеосажденным осадком $Cu(OH)_2$ при нагревании могут вещества

1) этиленгликоль
2) пропаналь
3) пропанон
4) метановая кислота
5) глицерин

4. По реакции Кучерова кетоны образуются из

1) пропина
2) этена
3) ацетилена
4) бутина-1
5) этанола

5. При окислении избытком дихромата калия а) пропанола-1 и б) бутанола-2 образуются соответственно

1) пропаналь
2) пропановая кислота
3) ацетон
4) бутанон
5) бутаналь

6. В порядке ослабления кислотных свойств кислоты расположены в ряду

1) пропионовая — хлоруксусная — уксусная
2) муравьиная — стеариновая — уксусная
3) уксусная — муравьиная — стеариновая
4) хлоруксусная — уксусная — пропионовая
5) муравьиная — уксусная — масляная

7. Чтобы отличить муравьиную кислоту от уксусной, **нельзя** использовать

1) Br_2 (водн.)
2) $KMnO_4$ (водн.)
3) лакмус
4) $Ag_2O/(NH_3 \cdot H_2O)$
5) C_2H_5OH

8. *Трет*-бутиловый эфир масляной кислоты образуется при взаимодействии двух веществ

1) бутановой кислоты
2) бутанола-2
3) пропановой кислоты
4) 2-метилпропанола-1
5) 2-метилпропанола-2

9. Получить а) метан и б) этан соответственно можно при сплавлении с гидроксидом натрия

1) формиата натрия
2) ацетата натрия
3) сукцината натрия
4) оксалата натрия
5) бутирата натрия

10. Жирами являются сложные эфиры

1) глицерина
2) этиленгликоля
3) высших карбоновых кислот
4) высших спиртов
5) низших карбоновых кислот

11. Установите соответствие между названием соединения и названием альдегида или кетона, который можно получить из данного соединения в одну стадию.

А) пропанол-1
Б) 1,1-дихлорэтан
В) пропин
Г) метан

1) метаналь
2) этаналь
3) пропаналь
4) ацетон
5) бутаналь
6) бутанон

12. Установите соответствие между схемой превращения и веществом X в этой схеме.

А) этин $\rightarrow$ X $\rightarrow$ ацетат аммония
Б) уксусная кислота $\rightarrow$ X $\rightarrow$ $\rightarrow$ метан
В) глюкоза $\rightarrow$ X $\rightarrow$ этилацетат
Г) этанол $\rightarrow$ X $\rightarrow$ $\rightarrow$ пропановая кислота

1) этанол
2) этилпропионат
3) ацетат натрия
4) пропаналь
5) ацетальдегид
6) хлорэтан

13. Установите соответствие между схемой превращения и веществом X в этой схеме.

А) глицерин → X → стеарат натрия
Б) этилацетат → X → этилпропионат
В) 1,1,1-трихлорпропан → X → этилпропионат
Г) бутан → X → этилацетат

1) этановая кислота
2) пропановая кислота
3) бутановая кислота
4) этанол
5) пропилацетат
6) тристеарат глицерина

14. Установите соответствие между реактивом, действующим на этаналь, и образующимся при этом продуктом.

А) H_2, Ni, *t*
Б) C_2H_5OH, H^+
В) $[Ag(NH_3)_2]OH$
Г) $Cu(OH)_2$, NaOH

1) $CH_3CH(OC_2H_5)OH$
2) CH_3COONH_4
3) CH_3COOCH_3
4) C_2H_5OH
5) C_2H_6
6) CH_3COONa

15. Установите соответствие между реактивом, действующим на пропановую кислоту, и образующимся при этом продуктом

А) KOH
Б) Br_2, $P_{красный}$
В) $CH_3CHOHCH_3$, H^+
Г) $NaHCO_{3\ (р\text{-}р)}$

1) 2-бромпропановая кислота
2) 3-бромпропановая кислота
3) пропионат натрия
4) пропилпропионат
5) изопропилпропионат
6) пропионат калия

31. Характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот

1. Из предложенного перечня выберите два соединения, являющиеся вторичными аминами.

1) *втор*-бутиламин
2) диметиламин
3) диметилэтиламин
4) изопропиламин
5) метилэтиламин

2. Из предложенного перечня выберите два соединения, с которыми реагирует метиламин.

1) хлороводород
2) гидроксид натрия
3) толуол
4) азотистая кислота
5) этанол

3. Из предложенного перечня выберите два соединения, с которыми реагирует фениламин.

1) гидроксид калия
2) раствор брома
3) метанол
4) соляная кислота
5) вода

4. Характеристики, которые относятся к аминокислотам

1) твердые вещества
2) жидкости
3) встречаются в природе в виде D-изомеров
4) нерастворимы в воде
5) реагируют с сильными кислотами

5. Вещества, с которыми реагирует в растворе аминоэтановая кислота

1) соляная кислота
2) хлорид калия
3) этилен
4) аланин
5) изобутан

32. Биологически важные вещества: жиры, белки, углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды)

1. Спирты, образующиеся а) при щелочном гидролизе жиров, б) при гидратации этилена

1) пропандиол-1,2
2) глицерин
3) этиленгликоль
4) этанол
5) метанол

2. Укажите вещества X и Y в схеме превращений:

крахмал $\rightarrow$ X $\rightarrow$ Y $\rightarrow$ дивинил

1) сахароза
2) фруктоза
3) бутан
4) этанол
5) глюкоза

3. Из предложенного перечня выберите два соединения, которые дают реакцию «серебряного зеркала».

1) фруктоза
2) глицерин
3) глюкоза
4) пропаналь
5) пропанон

4. Из предложенного перечня выберите типы связей, образование которых обуславливает а) первичную структуру белка и б) вторичную структуру белка.

1) ионные
2) пептидные
3) водородные
4) дисульфидные мостики
5) ковалентные неполярные

5. Реакции а) образования макромолекул белка из большого числа аминокислот, б) получение полистирола из стирола относятся к реакциям

1) поликонденсации
2) полимеризации
3) присоединения
4) замещения
5) перегруппировки

6. Из предложенного перечня выберите два суждения, которые, как правило, характеризуют жидкие жиры — масла.

1) имеют животное происхождение
2) содержат остатки непредельных кислот
3) содержат остатки только предельных кислот
4) реагируют с бромом
5) хорошо растворяются в воде

7. При гидролизе белков возможно образование:

1) глицерина
2) анилина
3) α-аминокислот
4) аланина
5) β-аминокислот

8. Из предложенного перечня выберите два суждения, характеризующие глюкозу.

1) является тростниковым сахаром
2) дает ярко-синий раствор с $Cu(OH)_2$
3) дает реакцию «серебряного зеркала»
4) является пентозой
5) при окислении глюкозы образуется сорбит

9. Из предложенного перечня выберите два суждения, характеризующие крахмал.

1) дает синее окрашивание с раствором иода
2) имеет формулу $(C_6H_{12}O_6)_n$
3) построен из остатков β-глюкозы
4) образует глюкозу при гидролизе
5) служит сырьем для получения ацетатного шелка

10. ДНК

1) содержит остаток рибозы
2) представляет собой одинарную цепь полимера
3) содержит остаток урацила
4) содержит остаток аденина
5) содержит остаток гуанина

33. Правила работы в лаборатории. Лабораторная посуда и оборудование. Правила безопасности при работе с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии

1. Укажите формулы кислот, если попадание на кожу концентрированного раствора одной из них приводит к ожогу и обугливанию кожного покрова, а попадание другой кислоты вызывает не только ожог, но и появление желтых пятен.

1) CH_3COOH
2) HNO_2
3) H_2SO_4
4) HCl
5) HNO_3

2. Укажите формулы веществ, называемых а) «едкое кали», б) «едкий натр».

1) K
2) KOH
3) KF
4) Na
5) NaOH

3. Укажите фракцию нефти, которая а) наиболее легко воспламеняется, б) наиболее трудно воспламеняется.

1) газойль
2) керосин
3) мазут
4) бензин
5) лигроин

4. Укажите формулы ядовитых газов а) при вдыхании первого можно «угореть», б) второй имеет запах тухлых яиц.

1) CO
2) CO_2
3) O_2
4) SO_2
5) H_2S

5. Укажите спирт а) летальная (смертельная) доза которого составляет 50 мл, б) который служит основой для получения алкогольных напитков и однократный прием 200 мл которого может быть смертельным для детей и подростков.

1) этанол
2) пропанол-2
3) метанол
4) пропанол-1
5) глицерин

34. Научные методы исследования химических веществ и превращений. Методы разделения смесей и очистки веществ

1. Загрязнения, попадание которых в водоемы препятствует газообмену между водой и атмосферой

1) соединения металлов
2) минеральные удобрения
3) нефть
4) пестициды
5) мазут и нефтепродукты

2. Какие методы можно использовать для разделения железных и древесных опилок?

1) фильтрование
2) отстаивание смеси в воде
3) дистилляцию
4) выпаривание и кристаллизацию
5) действие магнитом

3. Для очистки этилена от ацетилена можно использовать вещества, формулы которых

1) $[Cu(NH_3)_2]Cl$ (р-р)
2) Br_2 (водн.)
3) Ag_2O/NH_3 (р-р)
4) $NaHSO_3$
5) $KMnO_4$ (р-р)

4. Для выделения а) анилина и б) фенола из их растворов в бензоле можно использовать соответственно вещества, формулы которых

1) NaOH (р-р)
2) $KMnO_4$ (р-р)
3) Br_2 (водн.)
4) HCl (р-р)
5) $Cu(OH)_2$

5. Можно использовать а) для очистки воды от растворенных в ней солей, б) для выделения соли из водного раствора

1) отстаивание
2) дистилляцию
3) фильтрование
4) выпаривание и кристаллизацию
5) отстаивание смеси в воде

35. Определение характера среды водных растворов веществ. Индикаторы

1. Кислую среду имеют растворы с pH, равным

1) 7
2) 13
3) 2
4) 5
5) 10

2. В растворах, в которых метилоранж имеет красную окраску, лакмус и фенолфталеин соответственно имеют окраску

1) фиолетовую
2) оранжевую
3) синюю
4) красную
5) бесцветную

3. В растворе хлорида натрия фенолфталеин и лакмус соответственно имеют окраску

1) бесцветную
2) малиновую
3) синюю
4) фиолетовую
5) красную

4. В растворе сульфата алюминия лакмус и фенолфталеин соответственно имеют окраску

1) фиолетовую
2) красную
3) малиновую
4) синюю
5) бесцветную

5. Формулы солей, водные растворы которых имеют кислую среду

1) Na_2HPO_4
2) NaH_2PO_4
3) KHS
4) $NaHSO_3$
5) $NaHCO_3$

36. Качественные реакции на неорганические вещества и ионы

1. Укажите реактивы на а) нитрат-ионы, б) хлорид-ионы соответственно.

1) нитрат серебра
2) хлорид железа(III)
3) медь в присутствии H_2SO_4 (конц.)
4) хлорид натрия
5) нитрат бария

2. Укажите ионы, с помощью которых можно обнаружить в растворе а) ионы аммония, б) ионы бария.

1) H^+
2) OH^-
3) Na^+
4) SO_4^{2-}
5) Cl^-

3. Цвет водного раствора а) хлорида железа (III), б) сульфата меди(II)

1) бесцветный
2) розовый
3) голубой
4) зеленый
5) желтый

4. Соли натрия и бария окрашивают пламя спиртовки соответственно в

1) фиолетово-красный цвет
2) желтый цвет
3) светло-фиолетовый цвет
4) зеленый цвет
5) оранжево-красный цвет

5. Пропускание углекислого газа приводит к помутнению

1) известковой воды
2) баритовой воды
3) хлорной воды
4) бромной воды
5) аммиачной воды

6. Установите соответствие между двумя веществами и реактивом, с помощью которого можно различить растворы этих веществ.

А) хлорид натрия и хлорид аммония
Б) карбонат натрия и карбонат лития
В) сульфат натрия и нитрат натрия
Г) хлорид цинка и хлорид магния

1) нитрат бария
2) соляная кислота
3) гидроксид натрия
4) иодид серебра
5) фосфат натрия

7. Установите соответствие между двумя веществами и реактивом, с помощью которого можно различить растворы этих веществ.

А) хлорид калия и сульфат калия
Б) хлорид алюминия и хлорид кальция
В) сульфат аммония и сульфат калия
Г) нитрат калия и силикат калия

1) соляная кислота
2) гидроксид калия
3) бромная вода
4) хлорид бария
5) фосфат кальция

8. Установите соответствие между катионом, содержащимся в исследуемом веществе, и реактивом, обычно используемым для обнаружения этого катиона.

А) NH_4^+	1) соляная кислота
Б) Ag^+	2) серная кислота
В) Ba^{2+}	3) нитрат бария
Г) Al^{3+}	4) азотная кислота
	5) гидроксид натрия

9. Установите соответствие между веществами и признаком протекающей между ними реакции.

А) карбонат натрия $_{(р\text{-}р)}$ и соляная кислота
Б) гидроксид калия $_{(р\text{-}р)}$ и гидроксид цинка
В) углекислый газ и гидроксид кальция$_{(р\text{-}р)}$
Г) нитрат кальция $_{(р\text{-}р)}$ и соляная кислота

1) растворение осадка	4) выделение газа
2) видимых признаков нет	5) образование белого осадка
3) обесцвечивание раствора	

10. Установите соответствие между веществами и признаком протекающей между ними реакции.

А) нитрат серебра $_{(р\text{-}р)}$ и соляная кислота
Б) хлорид железа (III) $_{(р\text{-}р)}$ и гидроксид калия $_{(р\text{-}р)}$
В) хлорид аммония $_{(р\text{-}р)}$ и гидроксид натрия $_{(р\text{-}р)}$
Г) гидроксид алюминия и гидроксид цезия $_{(р\text{-}р)}$

1) растворение осадка	4) выделение газа
2) видимых изменений нет	5) образование белого осадка
3) образование бурого осадка	

37. Идентификация органических соединений

1. Реактивами для обнаружения непредельных соединений являются

1) аммиачный раствор оксида серебра
2) бромная вода
3) свежеприготовленный $Cu(OH)_2$
4) соляная кислота
5) раствор перманганата калия

2. Свежеприготовленный осадок $Cu(OH)_2$ является реактивом для обнаружения

1) одноатомных спиртов
2) многоатомных спиртов
3) альдегидов
4) кетонов
5) алкинов

3. Реактивами для обнаружения альдегидов являются

1) гидроксид натрия
2) аммиачный раствор оксида серебра
3) соляная кислота
4) осадок гидроксида меди(II)
5) азотная кислота

4. Укажите вещества, образующие осадок с аммиачным раствором оксида серебра

1) пропен
2) бутен-1
3) пропин
4) бутин-1
5) бутин-2

5. Реакцию «серебряного зеркала» дают

1) глюкоза
2) ацетон
3) этановая кислота
4) метановая кислота
5) ацетилен

6. Установите соответствие между двумя веществами и реактивом, с помощью которого можно различить растворы этих веществ.

А) пропан и пропен
Б) этанол и ацетон
В) этановая кислота и метановая кислота
Г) бензол и фенол

1) гидрокарбонат натрия
2) аммиачный раствор Ag_2O
3) натрий
4) соляная кислота
5) бромная вода

7. Установите соответствие между двумя веществами и реактивом, с помощью которого можно различить растворы этих веществ.

А) циклогексан и бутадиен-1,3
Б) анилин и фенол
В) анилин и бензол
Г) пропанол-1 и пропанон

1) калий
2) аммиачный раствор Ag_2O
3) бромная вода
4) раствор $FeCl_3$
5) гидрокарбонат натрия

8. Установите соответствие между двумя веществами и реактивом, с помощью которого можно различить растворы этих веществ.

А) этанол и этиленгликоль
Б) этилен и ацетилен
В) этанол и уксусная кислота
Г) толуол и стирол

1) бромная вода
2) аммиачный раствор Ag_2O
3) гидрокарбонат натрия
4) гидроксид меди(II)
5) фенолфталеин

9. Установите соответствие между веществами и признаком протекающей между ними реакции.

А) дивинил и бромная вода
Б) этин и аммиачный раствор Ag_2O
В) уксусная кислота и гидрокарбонат калия
Г) белок и азотная кислота

1) растворение осадка
2) образование осадка
3) желтое окрашивание
4) обесцвечивание раствора
5) выделение газа

10. Установите соответствие между веществами и признаком протекающей между ними реакции.

А) глицерин и гидроксид меди(II)
Б) анилин и бромная вода
В) пропанол-2 и калий
Г) уксусная кислота и гидроксид меди(II)

1) обесцвечивание раствора
2) выделение газа
3) появление желтого раствора
4) растворение осадка
5) появление синего раствора

38. Основные способы получения (в лаборатории) конкретных веществ, относящихся к изученным классам неорганических соединений

1. Кислород выделяется при прокаливании веществ, формулы которых

1) KNO_3
2) $CaCO_3$
3) $(NH_4)_2CO_3$
4) $AgNO_3$
5) NH_4NO_2

2. Хлороводород получают при действии на хлорид натрия
1) разбавленной азотной кислоты
2) концентрированной уксусной кислоты
3) разбавленной серной кислоты
4) концентрированной серной кислоты
5) гидросульфата натрия

3. Хлор образуется, если к концентрированной соляной кислоте добавить вещества, формулы которых
1) $Ca(OH)_2$
2) $KMnO_4$
3) KNO_3
4) MnO_2
5) Br_2

4. Укажите формулы веществ, образующихся при пропускании через раствор гидроксида кальция а) недостатка углекислого газа, б) избытка углекислого газа.
1) $CaCO_3$
2) CaC_2
3) CaO
4) $Ca(HCO_3)_2$
5) CaC_2O_4

5. **Не взаимодействуют** с водой оксиды, формулы которых
1) SiO_2
2) NO_2
3) CaO
4) BaO
5) FeO

39. Основные способы получения углеводородов (в лаборатории)

1. Метан и ацетилен образуются соответственно, если к соляной кислоте добавить вещества, формулы которых
1) Al_4C_3
2) CH_3OH
3) CaC_2
4) HCHO
5) C_2H_5OH

2. В ходе реакции Вюрца бутан можно получить действием натрия на
1) хлорметан
2) хлорэтан
3) 2-хлорпропан
4) 1-хлорбутан
5) смесь хлорметана и 1-хлорпропана

3. При электролизе водного раствора ацетата натрия **не образуются** газы, формулы которых

1) CO_2
2) H_2
3) C_2H_6
4) CH_4
5) O_2

4. Этилен и бутен-2 образуются соответственно при нагревании выше 140° С смеси концентрированной серной кислоты и

1) этанола
2) этаналя
3) этановой кислоты
4) бутанола-2
5) бутанола-1

5. Укажите продукты, образующиеся при взаимодействии 1-хлорпропана с гидроксидом натрия а) в водном растворе, б) в спиртовом растворе

1) пропан
2) пропен
3) пропин
4) пропанол-1
5) пропанол-2

40. Основные способы получения кислородсодержащих соединений (в лаборатории)

1. Этиловый спирт **не образуется** при

1) брожении глюкозы
2) гидрировании ацетальдегида
3) гидратации этилена
4) гидратации ацетилена
5) щелочном гидролизе 1,2-дихлорэтана

2. Диолы образуются, если через раствор перманганата калия пропускать

1) этилен
2) этан
3) пропен
4) метан
5) ацетилен

3. Ацетон и пропаналь образуются соответственно при взаимодействии

1) 1,1-дибромпропана и водного раствора КОН
2) 1,3-дибромпропана и водного раствора КОН
3) 2,2-дибромпропана и водного раствора КОН
4) 1,1-дибромпропана и спиртового раствора КОН
5) 2,2-дибромпропана и спиртового раствора КОН

4. Разные моносахариды образуются при гидролизе

1) крахмала
2) сахарозы
3) мальтозы
4) целлюлозы
5) лактозы

5. При гидролизе жиров образуются

1) этиленгликоль
2) глицерин
3) высшие карбоновые кислоты
4) этанол
5) низшие карбоновые кислоты

41. Понятие о металлургии: общие способы получения металлов

1. Укажите метод получения в свободном виде а) кальция, б) меди.

1) электролиз раствора гидроксида
2) электролиз раствора сульфата
3) электролиз расплава хлорида
4) электролиз расплава нитрата
5) электролиз расплава оксида

2. Укажите метод получения в свободном виде а) алюминия, б) вольфрама.

1) восстановление углем из оксида
2) восстановление водородом из оксида
3) электролиз расплава хлорида
4) электролиз расплава оксида в криолите
5) электролиз раствора гидроксида

3. Методом электролиза водного раствора соли можно получить

1) литий
2) магний
3) медь
4) алюминий
5) цинк

4. Назовите а) нижнюю и б) верхнюю части доменной печи.

1) горн
2) шахта
3) распар
4) колошник
5) регенератор

5. В доменной печи наблюдаются следующие превращения оксидов

1) $Fe_3O_4 \rightarrow Fe_2O_3 \rightarrow Fe$
2) $Fe_2O_3 \rightarrow FeO \rightarrow Fe$
3) $FeO \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow Fe$
4) $Fe_3O_4 \rightarrow FeO \rightarrow Fe$
5) $FeO \rightarrow Fe_2O_3 \rightarrow Fe$

42. Общие научные принципы химического производства (на примере промышленного получения аммиака, серной кислоты, метанола). Химическое загрязнение окружающей среды и его последствия

1. При производстве аммиака используются а) в качестве исходного сырья, б) в качестве исходных веществ

1) «синтез-газ»
2) метан и воздух
3) метан и оксид углерода(II)
4) азот и оксид углерода(II)
5) азот и водород

2. В ходе синтеза аммиака по схеме $3H_{2\,(г)} + N_{2\,(г)} \rightleftarrows 2NH_{3\,(г)} + Q$ равновесие реакции сдвигается в сторону продуктов реакции

1) при введении катализатора
2) при увеличении температуры
3) при повышении давления
4) при понижении давления
5) при понижении температуры

3. При производстве метанола в качестве сырья используются

1) водород и оксид углерода(II)
2) метан и воздух
3) метан и оксид углерода(II)
4) древесина
5) азот и оксид углерода(II)

4. При получении серной кислоты полученную ранее концентрированную серную кислоту используют

1) в поглотительной башне
2) в циклоне
3) в сушильной башне
4) в контактном аппарате
5) в теплообменнике

5. Принцип противотока используется

1) при растворении SO_3 в конц. H_2SO_4
2) при окислении SO_2 до SO_3
3) при обжиге колчедана
4) при очистке печного газа от пыли
5) при осушке SO_2

43. Природные источники углеводородов, их переработка

1. Укажите а) физический способ переработки нефти, б) метод ароматизации углеводородов.

1) фракционная перегонка
2) термический крекинг
3) каталитический крекинг
4) каталитический риформинг
5) пиролиз

2. Основные продукты пиролиза нефтепродуктов

1) этилен
2) ацетилен
3) бутан
4) гексан
5) октан

3. Укажите методы, которые повышают детонационную стойкость (октановое число) бензинов.

1) термический крекинг
2) каталитический крекинг
3) каталитический риформинг
4) фракционная перегонка
5) пиролиз

4. При термическом крекинге из молекулы алкана образуются молекулы

1) циклоалкана
2) алкана
3) алкина
4) алкена
5) арена

5. При переработке каменного угля — коксовании — **не образуются** следующие продукты

1) мазут
2) кокс
3) бензин
4) аммиак
5) бензол

44. Высокомолекулярные соединения. Реакции полимеризации и поликонденсации. Полимеры. Пластмассы, волокна, каучуки

1. Реакция гомополимеризации — это получение

1) полихлорвинила
2) бутадиен-стирольного каучука
3) капрона
4) полиэтилена
5) фенолформальдегидных смол

2. Реакция сополиконденсации — это получение

1) капрона
2) фенолформальдегидной смолы
3) белков из аминокислот
4) полихлорвинила
5) бутадиен-стирольного каучука

3. Макромолекулы а) натурального каучука, б) гуттаперчи построены из остатков

1) бутадиена в *транс*-форме
2) изопрена в *транс*-форме
3) бутадиена в *цис*-форме
4) изопрена в *цис*-форме
5) бутадиена в *цис*- и *транс*-формах

4. К термореактивным полимерам **не относятся**

1) карбамидные смолы
2) фенолформальдегидные смолы
3) поливинилхлорид
4) полиэфирные смолы
5) капрон

5. К природным волокнам растительного происхождения относятся

1) шерсть
2) хлопок
3) ацетатное волокно
4) лавсан
5) лён

45. Вычисление массы растворенного вещества, содержащегося в определенной массе раствора с известной массовой долей

1. Определите массу воды в 90 г 10,0%-го раствора сульфата натрия.

Ответ: _____ г. (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ дайте в виде целого числа без указания единиц измерения.

2. Определите массу нитрата серебра в 400 мл 12%-го раствора с плотностью 1,11 г/мл.

Ответ: _____ г. (Запишите число с точностью до целых.)

3. К 250 г раствора нитрата калия с массовой долей 0,12 добавили 10 г этой же соли и 40 г воды. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

Ответ: _____ %. (Запишите число с точностью до целых.)

4. Определите объем (н.у.) аммиака NH_3, который нужно растворить в 2 литрах воды ($\rho(H_2O)$ = 1 г/мл) для получения 10,22%-го раствора аммиака.

Ответ: _____ л. (Запишите число с точностью до целых.)

5. Из 200 мл 63%-го раствора нитрата калия (ρ = 1,35 г/мл) при охлаждении выпал осадок соли массой 120 г. Определите массовую долю соли в оставшемся растворе.

Ответ: _____ %. (Запишите число с точностью до целых.)

6. Определите массу (в граммах) 6%-го раствора гидроксида калия, полученного разбавлением 180 г 20%-го гидроксида калия.

Ответ: _____ г. (Запишите число с точностью до целых.)

7. Определите массовую долю соли в растворе, полученном при смешивании 240 г 12%-го раствора хлорида натрия и 160 г 22%-го раствора этой же соли.

Ответ: _____ %. (Запишите число с точностью до целых.)

8. Смешали 150 мл 16%-ной серной кислоты с плотностью 1,11 г/мл и 250 мл 30%-ной серной кислоты с плотностью 1,22 г/мл. Определите массовую долю кислоты в полученном растворе.

Ответ: _____ %. (Запишите число с точностью до целых.)

9. Определите объем воды ($\rho(H_2O)$ = 1 г/мл), которую надо добавить к 250 мл 20%-го раствора гидроксида натрия с плотностью ρ = 1,22 г/мл для получения 11,84%-го раствора гидроксида натрия.

Ответ: _____ мл. (Запишите число с точностью до целых.)

10. Определите объем 4%-го раствора азотной кислоты с плотностью 1,02 г/мл, который можно получить из 96,9 мл 24%-го раствора этой кислоты с плотностью 1,14 г/мл.

Ответ: _____ мл. (Запишите число с точностью до целых.)

46. Расчеты объемных отношений газов при химических реакциях

1. Определите объем кислорода (н.у.), необходимого для полного сгорания 50 л (н.у.) C_2H_2.

   Ответ: _____ л. (Запишите число с точностью до целых.)

2. Определите объем кислорода (н.у.), необходимого для полного окисления 60 л (н.у.) оксида серы(IV).

   Ответ: _____ л. (Запишите число с точностью до целых.)

3. Определите объем кислорода (н.у.), израсходованного на полное сгорание бутана, если образовалось 40 л (н.у.) углекислого газа.

   Ответ: _____ л. (Запишите число с точностью до целых.)

4. Определите объем кислорода, который останется в избытке при взаимодействии 100 л кислорода и 150 л оксида азота(II).

   Ответ: _____ л. (Запишите число с точностью до целых.)

5. Определите объем углекислого газа, образующегося при взаимодействии 8 л угарного газа и 6 л кислорода.

   Ответ: _____ л. (Запишите число с точностью до целых.)

47. Расчеты массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ

1. Определите массу воды, полученной при полном сгорании 11,2 л (н.у.) пропана.

   Ответ: _____ г. (Запишите число с точностью до целых.)

2. При сгорании этанола образовалось 100 г воды. Определите объем выделившегося при этом углекислого газа (н.у.).

   Ответ: _____ л. (Запишите число с точностью до целых.)

3. При растворении магния в избытке соляной кислоты выделилось 2,8 л (н.у.) газа. Определите массу образовавшейся при этом соли.

   Ответ: _____ г. (Запишите число с точностью до целых.)

4. Определите объем газа (н.у.), полученного при взаимодействии 45 г карбида алюминия с избытком соляной кислоты.

Ответ: _____ л. (Запишите число с точностью до целых.)

5. Определите объем водорода (н.у.), расходуемый при полном восстановлении 64 г оксида железа(III).

Ответ: _____ л. (Запишите число с точностью до целых.)

6. При растворении гидрида калия в избытке соляной кислоты выделилось 28 л (н.у.) газа. Определите массу образовавшейся при этом соли.

Ответ: _____ г. (Запишите число с точностью до целых.)

7. Определите объем газа (н.у.), образовавшегося при взаимодействии 152 г смеси карбоната кальция и гидрокарбоната калия с избытком соляной кислоты.

Ответ: _____ л. (Запишите число с точностью до целых.)

8. Определите объем воздуха (н.у.), необходимый для сжигания 23 г толуола, если объемная доля кислорода в воздухе равна 0,21.

Ответ: _____ л. (Запишите число с точностью до целых.)

9. Определите объем азота (н.у.), образующегося при термическом разложении 80 г нитрита аммония.

Ответ: _____ л. (Запишите число с точностью до целых.)

10. Определите объем оксида серы(IV) (н.у.), образовавшегося при обжиге 539 г пирита FeS_2, содержащего 11% примесей.

Ответ: _____ л. (Запишите число с точностью до целых.)

48. Расчеты теплового эффекта реакции

1. Используя термохимическое уравнение:

$$CH_{4\,(г)} + 2O_{2\,(г)} = CO_{2\,(г)} + 2H_2O_{\,(г)} + 802\ кДж,$$

определите объем метана (н.у.), который необходимо сжечь для получения 3580 кДж энергии.

Ответ: _____ л. (Запишите число с точностью до целых.)

2. Используя термохимическое уравнение:

$$2H_{2\,(г)} + O_{2\,(г)} = 2H_2O_{\,(г)} + 484\ кДж,$$

определите массу образовавшейся воды, если выделилось 1479 кДж энергии.

Ответ: _____ г. (Запишите число с точностью до целых.)

3. Определите теплоту образования оксида железа(III), если при сжигании 40 г железа до оксида железа(III) выделилось 293,6 кДж энергии.

Ответ: _____ кДж/моль. (Запишите число с точностью до целых.)

4. Определите массу сгоревшего магния, если при этом выделилось 1505 кДж энергии, а теплота образования оксида магния равна 602 кДж/моль.

Ответ: _____ г. (Запишите число с точностью до целых.)

5. В результате реакции, термохимическое уравнение которой $2SO_{2\,(г)} + O_{2\,(г)} = 2SO_{3\,(г)} + 198$ кДж, выделилось 495 кДж теплоты. Определите объем израсходованного кислорода.

Ответ: _____ л. (Запишите число с точностью до целых.)

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

1. Сколько граммов соли образуется при реакции 0,5 моль гидроксида калия с 49 г серной кислоты?

2. Сколько граммов соли образуется при взаимодействии 18,67 г гидроксида калия и 14,08 г серной кислоты?

3. Определите массу осадка, образующегося при пропускании 560 мл (н.у.) CO_2 через 40 г раствора гидроксида бария с массовой долей 0,12.

4. Рассчитайте массовую долю соли в растворе, образовавшемся при действии 25 мл 20%-ной соляной кислоты (ρ = 1,1 г/мл) на 4,0 г сульфида железа.

5. К 300 г 12%-го раствора сульфата меди прибавили 200 г 16%-го раствора сульфида натрия. Определите массовые доли солей в образовавшемся растворе.

6. Сколько граммов соли образуется при пропускании 22,4 л оксида серы(IV) в раствор, содержащий 1 моль гидроксида натрия?

7. Определите объем водорода (н.у.), выделившегося при обработке раствором гидроксида натрия смеси, полученной при сплавлении 6 г магния и 45 г оксида кремния(IV).

8. В 49 г 2%-го раствора фосфорной кислоты растворили 0,80 г NaOH. Вычислите массовую долю образовавшегося вещества в растворе.

9. Раствор, содержащий 13 г нитрата серебра, смешали с 41,7 мл 26%-го раствора хлорида натрия (ρ = 1,2 г/мл) и осадок отфильтровали. Рассчитайте массу каждого из оставшихся в растворе веществ.

10. Смешали 300 г 15%-го раствора фосфорной кислоты и 200 г 10%-го раствора гидроксида калия. Определите массовую долю веществ в образовавшемся растворе.

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

1. В 800 г 9%-го раствора фосфорной кислоты растворили при нагревании 71 г оксида фосфора(V). Определите массовую долю фосфорной кислоты в полученном растворе.

2. К 145,2 мл 18%-го раствора серной кислоты с плотностью 1,125 г/мл прибавили 205,5 мл 10%-го раствора гидроксида калия с плотностью 1,09 г/мл. Определите объем 6%-го раствора гидроксида натрия с плотностью 1,065 г/мл, необходимый для полной нейтрализации полученной смеси.

3. Натрий массой 11,5 г растворили в 200 г 10%-го раствора гидроксида натрия. Определите массовую долю полученного раствора.

4. Смешали 192 мл 14%-го раствора серной кислоты с плотностью 1,095 г/мл и 129,6 мл 18%-го раствора гидроксида натрия с плотностью 1,20 г/мл. Определите объем воды, который надо добавить к полученному раствору, чтобы массовая доля соли в нем составила 8%.

5. К 400 мл 35%-ной соляной кислоты с плотностью 1,17 г/мл добавили 31,6 г перманганата калия. Определите массовую долю каждой соли в полученном растворе.

6. В 122,5 г 40%-го раствора серной кислоты растворили 60 г оксида серы(VI). Определите массовую долю серной кислоты в полученном растворе.

7. К 165,2 мл 8,5%-ной соляной кислоты с плотностью 1,04 г/мл прибавили 141,2 мл 20%-го раствора гидроксида калия с плотностью 1,19 г/мл. Определите объем 6%-го раствора серной кислоты с плотностью 1,04 г/мл, необходимый для полной нейтрализации полученной смеси.

8. Определите массу оксида натрия, которую необходимо растворить в 150 г 10%-го раствора гидроксида натрия для получения 20%-го раствора.

9. К 162,1 мл 11%-го раствора азотной кислоты с плотностью 1,06 г/мл добавили 19,2 г карбида кальция. Определите объем 28%-ной соляной кислоты с плотностью 1,14 г/мл, который следует добавить к полученной смеси для её полной нейтрализации.

10. Определите массу карбида алюминия, который следует добавить к 250 г 16%-ной соляной кислоты, чтобы массовая доля кислоты уменьшилась в два раза.

51. Нахождение молекулярной формулы вещества

1. Массовая доля водорода в кетоне равна 0,1163. При окислении этого кетона в жестких условиях образуются две кислоты. На основании этих данных:

   1) произведите необходимые вычисления
   2) установите простейшую формулу кетона
   3) напишите молекулярную формулу кетона
   4) напишите уравнение реакции этого кетона с водородом на никелевом катализаторе

2. Натриевая соль аминокислоты содержит 18,4% металла. Кислота является α-аминокислотой. На основании этих данных:

1) произведите необходимые вычисления
2) установите простейшую формулу соли
3) напишите молекулярную формулу α-аминокислоты
4) напишите уравнение реакции взаимодействия этой кислоты с этанолом

3. Метиловый эфир предельной монокарбоновой кислоты содержит 36,36% кислорода.

1) произведите необходимые вычисления
2) установите простейшую формулу эфира
3) определите молекулярную формулу эфира
4) напишите уравнение реакции гидролиза этого эфира в присутствии раствора гидроксида натрия

4. При сгорании 46,8 г углеводорода образовались 32,4 г воды и оксид углерода(IV).

1) произведите необходимые вычисления
2) напишите уравнение реакции сгорания углеводорода в общем виде
3) определите количество вещества атомов углерода и водорода в углеводороде
4) определите объем израсходованного кислорода (н.у.)

5. При сжигании 1,20 г органического соединения образовались 2,16 г воды и углекислый газ, при пропускании которого в раствор гидроксида бария образовалось 15,75 г осадка. Относительная плотность паров органического соединения по аммиаку равна 1,765. На основании этих данных:

1) произведите необходимые вычисления
2) установите простейшую формулу соединения
3) определите истинную формулу соединения
4) напишите уравнение реакции горения этого соединения

6. Алкен присоединил количественно 24,3 г бромоводорода. При нагревании полученного продукта с водным раствором гидроксида калия получено 18 г спирта. На основании этих данных:

1) произведите необходимые вычисления
2) установите молекулярную формулу исходного алкена
3) напишите уравнение реакции данного алкена с бромоводородом
4) назовите полученный во второй реакции спирт

7. При сплавлении 19,2 г натриевой соли предельной монокарбоновой кислоты с избытком гидроксида натрия выделилось 4,48 л (н.у.) газа.

1) произведите необходимые вычисления
2) напишите уравнение реакции сплавления в общем виде
3) определите молекулярную формулу выделившегося газа
4) напишите уравнение реакции монокарбоновой кислоты с метанолом

8. В 17,7% раствор первичного алифатического амина массой 200 г пропустили избыток хлороводорода. После упаривания раствора получили белое кристаллическое вещество, содержащее 37,17% хлора по массе. На основании этих данных:

1) произведите необходимые вычисления
2) определите молекулярную формулу амина
3) напишите структурную формулу амина, если атом азота в молекуле амина связан со вторичным атомом углерода
4) определите объем (н.у.) израсходованного хлороводорода

9. 1,85 г предельной одноосновной органической кислоты нейтрализовали водным раствором гидрокарбоната натрия. При пропускании выделившегося газа через избыток раствора гидроксида бария получено 4,925 г осадка.

1) произведите необходимые вычисления
2) определите молекулярную формулу кислоты
3) напишите структурные формулы двух изомеров этой кислоты
4) напишите уравнение реакции этой кислоты с хлором в присутствии красного фосфора

10. При гидролизе сложного эфира с молярной массой 116 г/моль образуется кислота А и спирт Б. Определите строение эфира, если известно, что серебряная соль кислоты А содержит 19,16% кислорода, а спирт Б не окисляется дихроматом натрия.

1) произведите необходимые вычисления
2) определите молекулярную формулу кислоты А
3) определите молекулярную формулу спирта Б
4) определите молекулярную формулу сложного эфира

11. Массовая доля углерода в предельном одноатомном спирте равна 0,6818. Молекула спирта содержит четвертичный атом углерода

1) произведите необходимые вычисления
2) установите простейшую формулу спирта
3) напишите структурную формулу спирта
4) напишите уравнение реакции взаимодействия этого спирта с уксусной кислотой

12. Предельный вторичный амин содержит 23,73% азота.

1) произведите необходимые вычисления
2) установите брутто-формулу амина
3) определите молекулярную формулу амина
4) напишите уравнение реакции этого амина с соляной кислотой

13. Предельный альдегид содержит 18,60% кислорода. Молекула альдегида содержит четвертичный атом углерода.

1) произведите необходимые вычисления
2) установите простейшую формулу альдегида
3) определите структурную формулу альдегида
4) напишите уравнение реакции «серебряного зеркала» для этого альдегида

14. При сгорании 31,2 г углеводорода образовались 105,6 г оксида углерода(IV) и вода. Относительная плотность паров этого углеводорода по аргону равна 1,95.

1) произведите необходимые вычисления
2) определите объем израсходованного кислорода (н.у.)
3) установите простейшую формулу углеводорода
4) установите истинную формулу углеводорода

15. При сжигании 8,8 г органического соединения образовалось 14,4 г воды и 13,44 л (н.у.) оксида углерода(IV). Относительная плотность паров этого соединения по аммиаку равна 2,588.

1) произведите необходимые вычисления
2) установите простейшую формулу соединения
3) установите истинную формулу соединения
4) напишите структурную формулу продукта бромирования на свету этого соединения

16. Дихлорид, полученный количественным присоединением 3,36 л (н.у.) хлора к алкену, при гидролизе водным раствором щелочи превратился в 11,4 г двухатомного спирта.

1) произведите необходимые вычисления
2) установите простейшую формулу алкена
3) напишите структурную формулу алкена
4) напишите уравнение реакции полученного спирта с натрием

17. Пронитровали 46,8 г ароматического углеводорода. Образовавшееся мононитропроизводное восстановили железом в кислой среде и получили вещество, которое полностью поглощает газ, выделяющийся при действии избытка концентрированной серной кислоты на 35,1 г хлорида натрия.

1) произведите необходимые вычисления, написав необходимые реакции
2) установите формулу исходного ароматического углеводорода
3) установите формулу продукта восстановления нитропроизводного
4) напишите уравнение реакции продукта восстановления нитропроизводного с избытком бромной воды

18. При окислении 7,4 г спирта с разветвленной углеводородной цепью получили кислоту с тем же числом атомов углерода. Для нейтрализации кислоты потребовалось 36,4 мл 10%-го раствора гидроксида натрия плотностью 1,1 г/мл.

1) произведите необходимые вычисления
2) установите простейшую формулу спирта
3) напишите структурную формулу спирта
4) напишите уравнение реакции окисления исходного спирта кислородом на медном катализаторе

19. При действии натрия на 33,2 г смеси этанола и одноосновной предельной органической кислоты выделяется 6,72 л (н.у.) газа, а при действии на ту же смесь насыщенного раствора гидрокарбоната натрия — 8,96 л (н.у.) газа.

1) произведите необходимые вычисления
2) определите массовую долю спирта в исходной смеси
3) установите формулу кислоты
4) напишите уравнение реакции взаимодействия этой кислоты с метанолом

20. Смесь фенола и метилового эфира предельной монокарбоновой кислоты массой 39 г обработали 164 мл 20%-го раствора гидроксида натрия (плотность 1,22 г/мл) при нагревании. Избыток щелочи нейтрализовали 43 мл 36%-ной соляной кислоты (плотность 1,18 г/мл). Если исходную смесь обработать избытком бромной воды, то образуется 33,1 г белого осадка.

1) произведите необходимые вычисления
2) определите количество вещества гидроксида натрия, прореагировавшего с фенолом и эфиром вместе
3) определите количество вещества фенола
4) установите формулу кислоты, которая образует исходный эфир

52. Расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного

Выход продукта реакции η — это отношение практически полученной массы (количества вещества, объема) продукта к теоретической (рассчитанной по уравнению реакции) массе (количеству вещества, объему) этого продукта:
$\eta = m_{практ.}/m_{теор.}$, $\eta = \nu_{практ.}/\nu_{теор.}$, $\eta = V_{практ.}/V_{теор.}$.

1. Сколько граммов оксида серы(IV) образуется при сжигании 10 г технической серы, содержащей 96% чистой серы, если выход реакции составляет 90%?

2. Карбонат кальция массой 48 г, содержащий в качестве примеси 4% сульфата кальция, обработали избытком соляной кислоты. Определите объем полученного газа, если выход реакции составил 95%.

3. Определите объем сернистого газа в литрах (н.у.), образовавшегося при обжиге 180 г пирита, содержащего 92% FeS_2, если выход реакции составил 93,8%. Ответ запишите в виде целого числа без указания единиц измерения.

4. Сколько граммов карбоната кальция необходимо подвергнуть термическому разложению, чтобы выделившийся углекислый газ образовал с избытком гидроксида бария осадок массой 9,85 г, если выход реакции разложения карбоната кальция равен 90%, а выход реакции взаимодействия углекислого газа с гидроксидом бария равен 95%?

5. Пронитровали 60 г ароматического углеводорода. Образовавшееся единственное мононитропроизводное восстановили железом в кислой среде и получили с выходом 76,7% вещество, которое полностью поглощает газ, выделяющийся при действии избытка концентрированной серной кислоты на 29,25 г хлорида натрия. Определите исходный углеводород.

6. Определите массу простого эфира, которая получится из 100 г этанола, если реакция дегидратации протекает с выходом 85%.

7. Технический цинк массой 124 г, содержащий в качестве примеси 2% оксида цинка, обработали избытком соляной кислоты. Определите объем полученного газа, если выход реакции составил 93,1%.

8. Определите массовую долю примесей в угле, если при сгорании 42 г угля было получено с выходом 85% 60 л (н.у.) углекислого газа.

9. Определите массу бензола, который можно получить из ацетилена, полученного при взаимодействии 19,2 г карбида кальция с избытком воды, если выход ацетилена составляет 83,3%, а выход бензола — 84,6%.

10. Массовая доля целлюлозы в древесине равна 50%. Какая масса раствора спирта, содержащего 10% воды, может быть получена при гидролизе 100 кг древесных опилок и брожения полученной глюкозы, если выход этанола в процессе брожения равен 75%?

53. Расчеты массовой доли (массы) химического соединения в смеси

1. Определите массу цинковой обманки, содержащей 75% ZnS, если при обжиге образовалось 7,62 л (н.у.) сернистого газа.

2. Определите объем оксида углерода(IV), образующегося при разложении 1 кг известняка, содержащего 12% некарбонатных примесей.

3. При добавлении избытка металлического натрия к смеси этанола с фенолом выделилось 896 мл водорода (н.у.). При действии избытка раствора брома на такое же количество смеси этанола с фенолом образовался осадок массой 9,93 г. Определите массовую долю этанола в смеси.

4. Смесь опилок железа и меди прореагировала при нагревании с избытком хлора. Определите массовую долю опилок меди в исходной смеси, если массовая доля хлорида меди в полученной смеси солей равна 0,40.

5. При растворении смеси измельченных железа и меди в разбавленной азотной кислоте выделилось 1,732 л (н.у.) газа. Определите массовую долю меди в исходной смеси, если масса растворенной смеси металлов была равна 6,08 г.

6. Определите объем ацетилена (н.у.), образующийся при действии избытка воды на 6 кг технического карбида кальция, содержащего 20% примесей.

7. Определите объем сернистого газа (н.у.), образующегося вместе с оксидом железа(III) при обжиге 60 г пирита, содержащего 80% FeS_2.

8. При пропускании смеси этилена и ацетилена в раствор брома образовалось 12,56 г смеси дибромэтана и тетрабромэтана, а при пропускании такого же количества этой смеси в аммиачный раствор оксида серебра образовалось 4,80 г осадка. Определите массовую долю этилена в его смеси с ацетиленом.

9. Смесь алюминиевых и железных стружек массой 3,3 г обработали 98,7 мл раствора серной кислоты с массовой долей 0,161 и плотностью 1,11 г/мл. Избыток кислоты полностью нейтрализовали 39,0 мл раствора гидроксида натрия с массовой долей 0,11 и плотностью 1,12 г/мл. Определите массовую долю алюминия в исходной смеси.

10. Определите массовую долю оксида магния в его смеси с оксидом кальция, если для взаимодействия с 5,2 г этой смеси надо 90,9 мл соляной кислоты с массовой долей 0,0849 и плотностью 1,04 г/мл.

ОТВЕТЫ И РЕШЕНИЯ

ТИПОВЫЕ ВАРИАНТЫ ЕГЭ

Система оценивания экзаменационной работы по химии

Часть 1

За правильный ответ на каждое из заданий 1–8, 12–16, 20, 21, 27–29 ставится 1 балл.

Задание считается выполненным верно, если экзаменуемый дал правильный ответ в виде последовательности цифр или числа с заданной степенью точности.

Задания 9–11, 17–19, 22–26 считаются выполненными верно, если правильно указана последовательность цифр.

За полный правильный ответ в заданиях 9–11, 17–19, 22–26 ставится 2 балла; если допущена одна ошибка, — 1 балл; за неверный ответ (более одной ошибки) или его отсутствие — 0 баллов.

Часть 2

За выполнение задания 30 ставится от 0 до 3 баллов; заданий 31, 33 и 34 — от 0 до 4 баллов; задания 32 — от 0 до 5 баллов.

Критерии оценивания заданий части 2 даны на примере решения варианта № 10.

Ответы к заданиям части 1

Задание	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	24	24	13	15	14	24	12	24	13	25
2	341	241	142	243	352	351	231	135	542	342
3	35	24	23	15	35	24	25	35	45	13
4	13	15	24	13	15	13	24	25	12	14
5	124	431	312	214	132	214	121	242	131	324
6	25	15	13	25	24	24	14	12	13	25
7	34	34	12	34	25	24	13	13	23	34
8	42	42	52	51	51	52	45	54	54	25
9	25	15	41	32	35	35	42	25	25	42
10	4221	1224	1423	2432	2122	2533	2311	3624	2311	1554
11	3241	3541	5142	5132	3141	5131	4213	5124	3141	2513

Задание	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	431	413	234	432	431	412	414	441	431	424
13	15	45	24	24	34	15	14	23	24	14
14	24	13	25	35	24	45	34	23	23	35
15	12	13	12	23	14	25	14	23	45	12
16	35	34	13	45	13	35	24	24	14	14
17	24	34	42	23	45	24	23	15	52	42
18	2643	3451	5632	5643	3516	3612	3452	4462	3451	3642
19	1326	1116	2545	2154	4536	2456	2344	2435	6543	2644
20	34	34	24	45	35	14	34	25	15	24
21	34	23	14	12	12	24	24	15	24	24
22	1432	5234	2544	4542	2235	4235	2245	2534	2544	5234
23	1324	2113	1234	4321	4332	2133	2313	1332	2231	3224
24	2231	2212	2212	2111	1231	1131	3131	1331	2332	2111
25	1511	2132	2111	4214	4214	1234	5342	3133	1432	4325
26	4235	4233	1234	4135	3245	1352	4523	4312	5325	4325
27	2,73	14,7	13,2	10,7	10,3	50	150	7,2	17	15,5
28	18	22,4	2230	1784	7,5	9	84	120	354	96
29	4,8	4,8	7,2	10,65	24	8,8	8	8	2,24	6,72

Задание	Вариант				
	11	12	13	14	15
1	25	12	34	15	23
2	354	345	124	523	124
3	25	23	34	15	34
4	12	12	12	25	34
5	143	423	123	143	143
6	14	12	14	35	35
7	15	14	14	24	25
8	45	35	45	52	15
9	14	15	25	25	25
10	3311	2125	5431	5336	2653
11	4512	1154	2213	3521	1523
12	123	342	413	342	421
13	13	24	13	15	12
14	14	25	14	14	45
15	35	12	13	13	13

Задание	Вариант				
	11	12	13	14	15
16	24	12	12	24	14
17	35	24	25	12	35
18	5123	4256	1163	3155	3462
19	1325	4621	2234	1356	2234
20	14	14	14	23	24
21	25	14	13	24	25
22	1532	4564	4222	1442	4454
23	4132	4114	2422	4422	2424
24	2221	2111	2112	2121	3131
25	1221	1134	4212	1441	2152
26	2531	15	2541	1325	2531
27	50	10	167	150	17
28	11,2	10,1	31,2	49	112,0
29	8,96	13,44	11,2	11,2	10,7

Решения и ответы к заданиям части 2

Вариант 1

30 Электронный баланс:

$$\begin{array}{l|l} 1 & Cr^{2+} - 4\bar{e} \rightarrow Cr^{6+} \\ 2 & Br_2 + 2\bar{e} \rightarrow 2Br^- \end{array}$$

Окислитель Br_2, восстановитель Cr^{2+} (или $CrSO_4$).

Уравнение реакции:

$CrSO_4 + 2Br_2 + 8NaOH \rightarrow Na_2CrO_4 + 4NaBr + Na_2SO_4 + 4H_2O$

31 1) $2P + 5Cl_2 = 2PCl_5$

2) $PCl_5 + 8KOH = K_3PO_4 + 5KCl + 4H_2O$

3) $2K_3PO_4 + 3Ca(OH)_2 = Ca_3(PO_4)_2\downarrow + 6KOH$

4) $Ca_3(PO_4)_2 + 5C + 3SiO_2 = 3CaSiO_3 + 5CO\uparrow + 2P\uparrow$

32 1) $CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + HC \equiv CH$

2) $HC \equiv CH + H_2O \longrightarrow CH_3 — C(O)H$

3) $CH_3—C(O)H + 2[Ag(NH_3)_2]OH \rightarrow CH_3—COONH_4 + 2Ag + 3NH_3 + H_2O$

4) $2CH_3—COONH_4 + Ba(OH)_2 \rightarrow Ba(CH_3COO)_2 + 2NH_3 + 2H_2O$

5) $Ba(CH_3COO)_2 \xrightarrow{t^\circ} BaCO_3 + (CH_3)_2C = O$

33 $w(HNO_3) = 0{,}0056$ или 0,56%.

34 2) молекулярная формула вещества C_4H_6

3) структурная формула $CH_3—C\equiv C—CH_3$

4) уравнение реакции

$$CH_3—C\equiv C—CH_3 + H_2O \longrightarrow CH_3—CH_2—C(O)—CH_3$$

Вариант 2

30 Электронный баланс:

$$\begin{array}{l|l} 1 & S^{+4} - 2\bar{e} \rightarrow S^{+6} \\ 2 & Mn^{+7} + 1\bar{e} \rightarrow Mn^{+6} \end{array}$$

Окислитель $NaMnO_4$ (или Mn^{+7}), восстановитель Na_2SO_3 (или S^{+4}).

Уравнение реакции:

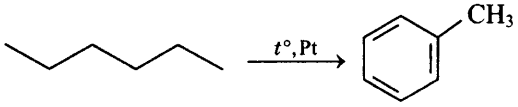
$Na_2SO_3 + 2NaMnO_4 + 2NaOH \rightarrow 2Na_2MnO_4 + Na_2SO_4 + H_2O$

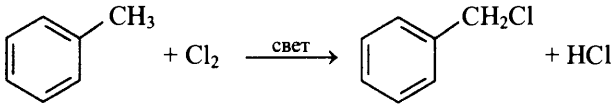
31 1) $Cr + 2HCl = CrCl_2 + H_2\uparrow$

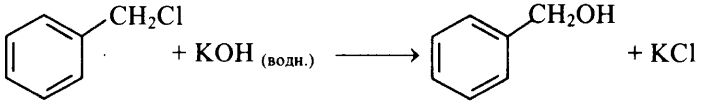
2) $4CrCl_2 + 4HCl + O_2 = 4CrCl_3 + 2H_2O$

3) $2CrCl_3 + 3Na_2CO_3 + 3H_2O = 2Cr(OH)_3\downarrow + 3CO_2\uparrow + 6NaCl$

4) $2Cr(OH)_3 + 10KOH + 3Br_2 = 2K_2CrO_4 + 6KBr + 8H_2O$

32 1) 

2) 

3) 

4) $C_6H_5—CH_2OH + CuO \xrightarrow{t^\circ} C_6H_5—C(O)H + Cu + H_2O$

5) $C_6H_5—C(O)H + 2[Ag(NH_3)_2]OH \rightarrow C_6H_5—COONH_4 + 2Ag + 3NH_3 + H_2O$

33 $w(Na_2[Zn(OH)_4]) = 0{,}264$ или 26,4%.

34 2) молекулярная формула вещества C_3H_8O

3) структурная формула $CH_3—CH_2—CH_2—OH$

4) уравнение реакции $2CH_3—CH_2—CH_2—OH + 2Na \rightarrow$

$\rightarrow 2CH_3—CH_2—CH_2—ONa + H_2$

Вариант 3

30 Электронный баланс:

$$\begin{array}{l|l} 2 & Cr^{+3} - 3\bar{e} \rightarrow Cr^{+6} \\ 3 & Br_2 + 2\bar{e} \rightarrow 2Br^- \end{array}$$

Окислитель Br_2, восстановитель Cr^{+3} (или $Cr(NO_3)_3$).

Уравнение реакции: $2Cr(NO_3)_3 + 3Br_2 + 16NaOH \rightarrow 2Na_2CrO_4 + 6NaNO_3 + 6NaBr + 8H_2O$

31 1) $2Cr(OH)_3 + 10KOH + 3Cl_2 = 2K_2CrO_4 + 6KCl + 8H_2O$

2) $2K_2CrO_4 + H_2SO_4 = K_2Cr_2O_7 + K_2SO_4 + H_2O$

3) $K_2Cr_2O_7 + 14HBr = 2CrBr_3 + 2KBr + 3Br_2 + 7H_2O$

4) $3Br_2 + 6NaOH = 5NaBr + NaBrO_3 + 3H_2O$

32 1) $CH_3—CH_2—CHBr_2 + 2NaOH \rightarrow 2NaBr + H_2O +$
$+ CH_3—CH_2—C(O)H$

2) $5CH_3—CH_2—C(O)H + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow$
$\rightarrow 5CH_3—CH_2—COOH + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O$

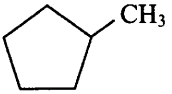
3) $2CH_3—CH_2—COOH + K_2CO_3 \rightarrow 2CH_3—CH_2—COOK +$
$+ CO_2 + H_2O$

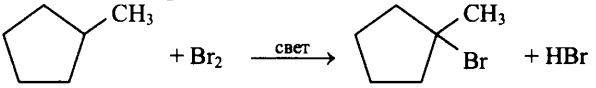
4) $CH_3—CH_2—COOK + C_2H_5Br \rightarrow CH_3—CH_2—COO—C_2H_5 + KBr$

5) $CH_3—CH_2—COO—C_2H_5 + KOH \rightarrow CH_3—CH_2—COOK +$
$+ C_2H_5OH$

33 $w(HNO_3) = 0{,}494$ или 49,4%.

34 2) молекулярная формула вещества C_6H_{12}

3) структурная формула 

4) уравнение реакции


Вариант 4

30 Электронный баланс:

$$\begin{array}{l|l} 3 & N^{+3} - 2\bar{e} \rightarrow N^{+5} \\ 1 & 2Cr^{+6} + 6\bar{e} \rightarrow 2Cr^{+3} \end{array}$$

Окислитель Cr^{+6} (или $K_2Cr_2O_7$), восстановитель N^{+3} (или KNO_2).

Уравнение реакции:

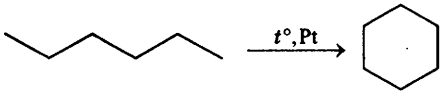
$3KNO_2 + K_2Cr_2O_7 + 8HNO_3 \rightarrow 5KNO_3 + 2Cr(NO_3)_3 + 4H_2O$

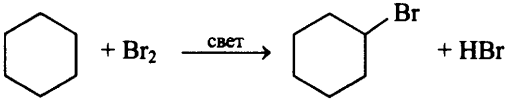
31 1) $3Br_2 + 3K_2CO_3 = 5KBr + KBrO_3 + 3CO_2\uparrow$

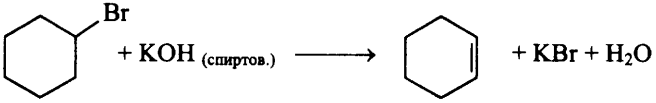
2) $KBrO_3 + 3K_2S + 3H_2O = KBr + 3S + 6KOH$

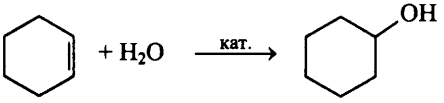
3) $S + 6HNO_{3(конц.)} \overset{t^\circ}{=} H_2SO_4 + 6NO_2 + 2H_2O$

4) $H_2SO_4 + Ba(NO_3)_2 = BaSO_4\downarrow + 2HNO_3$

32 1) 

2) 

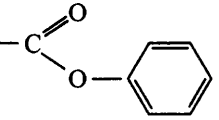
3) 

4) 

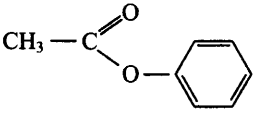
5) $3C_6H_{11}OH + 4K_2Cr_2O_7 + 16H_2SO_4 = 3HOOC{-}(CH_2)_4{-}COOH +$
$+ 4Cr_2(SO_4)_3 + 4K_2SO_4 + 19H_2O$

33 $w(CuSO_4) = 0{,}040$ или 4,0%.

34 2) молекулярная формула вещества $C_8H_8O_2$

3) структурная формула 

4) уравнение реакции

 $+ 2KOH \longrightarrow CH_3COOK + C_6H_5OK + H_2O$

Вариант 5

30 Электронный баланс:

$$\begin{array}{l|l} 3 & S^{-2} - 2\bar{e} \rightarrow S^0 \\ 2 & Mn^{+7} + 3\bar{e} \rightarrow Mn^{+4} \end{array}$$

Окислитель Mn^{+7} (или $KMnO_4$), восстановитель S^{-2} (или K_2S).

Уравнение реакции:

$2KMnO_4 + 3K_2S + 4H_2O \rightarrow 3S + 2MnO_2 + 8KOH$

31 1) $2Fe + 3Cl_2 = 2FeCl_3$

2) $2FeCl_3 + 3(NH_4)_2S = 2FeS\downarrow + 6NH_4Cl + S\downarrow$

3) $FeS + 6HNO_{3(конц.)} = S\downarrow + Fe(NO_3)_3 + 3NO_2\uparrow + 3H_2O$

4) $2NO_2 + Na_2CO_3 = NaNO_2 + NaNO_3 + CO_2$

32 1) $CH_3—CH_2—OH \xrightarrow{H_2SO_4,\ t^\circ} CH_2{=}CH_2 + H_2O$

2) $3CH_2{=}CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow 3HO—CH_2—CH_2—OH + 2KOH + 2MnO_2$

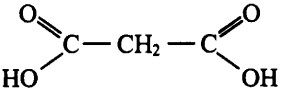
3) $HO—CH_2—CH_2—OH + 2HBr \rightarrow Br—CH_2—CH_2—Br + 2H_2O$

4) $Br–CH_2–CH_2–Br + 2KOH_{(спиртов.)} \xrightarrow{t^\circ} \rightarrow HC{\equiv}CH + 2KBr + 2H_2O$

5) $HC{\equiv}CH + H_2O \xrightarrow{Hg^{2+}} CH_3—C(O)H$

33 $w(HCl) = 0{,}012$ или 1,2%.

34 2) молекулярная формула вещества $C_3H_4O_4$

3) структурная формула 

4) уравнение реакции

$CH_2{=}CH—CH_2—CH{=}CH_2 + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow$

$\rightarrow HOOC—CH_2—COOH + 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 2CO_2 + 8H_2O$

Вариант 6

30 Электронный баланс:

$$\begin{array}{l|l} 1 & 2N^{-3} - 6\bar{e} \rightarrow N_2^0 \\ 2 & Mn^{+7} + 3\bar{e} \rightarrow Mn^{+4} \end{array}$$

Окислитель Mn^{+7} (или $KMnO_4$), восстановитель N^{-3} (или NH_3).

Уравнение реакции

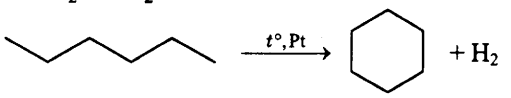
$2KMnO_4 + 2NH_3 \rightarrow 2MnO_2 + N_2 + 2KOH + 2H_2O$

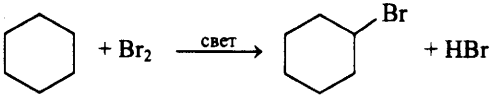
31 1) $I_2 + 10HNO_{3(конц.)} = 2HIO_3 + 10NO_2 + 4H_2O$

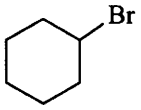
2) $2HIO_3 = I_2O_5 + H_2O$

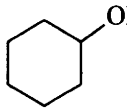
3) $I_2O_5 + 5CO = I_2 + 5CO_2$

4) $Fe + I_2 = FeI_2$

32 1) 

2) 

3)  + KOH (спирт.) ⟶  + KBr + H_2O

4)  + H_2O $\xrightarrow{\text{кат.}}$ 

5) $5C_6H_{11}OH + 8KMnO_4 + 12H_2SO_4 \rightarrow 5HOOC{-}(CH_2)_4{-}COOH + 8MnSO_4 + 4K_2SO_4 + 17H_2O$

33 $w(CuSO_4) = 0{,}170$ или 17,0%.

34 2) молекулярная формула вещества $C_4H_6Br_4$

3) структурная формула $CH_2Br{-}CHBr{-}CHBr{-}CH_2Br$

4) уравнение реакции

$CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2 + 2Br_2 \rightarrow CH_2Br{-}CHBr{-}CHBr{-}CH_2Br$

Вариант 7

30 Электронный баланс:

$$\begin{array}{l|l} 3 & S^{-2} - 2\bar{e} \rightarrow S^0 \\ 2 & Cr^{+6} + 3\bar{e} \rightarrow Cr^{+3} \end{array}$$

Окислитель Cr^{+6} (или K_2CrO_4), восстановитель S^{-2} (или K_2S).

Уравнение реакции:

$2K_2CrO_4 + 3K_2S + 8H_2O \rightarrow 3S + 2K_3[Cr(OH)_6] + 4KOH$

31 1) $3S + 6KOH = 2K_2S + K_2SO_3 + 3H_2O$

2) $K_2SO_3 + H_2SO_4 = K_2SO_4 + H_2O + SO_2$

3) $5SO_2 + 2KMnO_4 + 2H_2O = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 2H_2SO_4$

4) $2MnSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{\text{электролиз}} 2Mn + O_2 + 2H_2SO_4$

32 1) $HC{\equiv}CH + H_2O \xrightarrow{H^+,\ Hg^{2+}} CH_3{-}C(O)H$

2) $CH_3{-}C(O)H + 2Cu(OH)_2 \xrightarrow{t^\circ} CH_3{-}COOH + Cu_2O + 2H_2O$

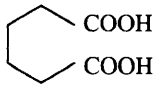
3) $2CH_3{-}COOH + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(CH_3COO)_2 + 2H_2O$

4) $Ca(CH_3COO)_2 \xrightarrow{t^\circ} CaCO_3 + (CH_3)_2C{=}O$

5) $(CH_3)_2C{=}O + H_2 \xrightarrow{t^\circ} (CH_3)_2CH{-}OH$

33 $w(HCl) = 0{,}0362$ или 3,62%.

34 2) молекулярная формула вещества $C_6H_{10}O_4$

3) структурная формула 

4) уравнение реакции



$$5\ \text{(C}_6\text{H}_6\text{)} + 8KMnO_4 + 12H_2SO_4 \rightarrow 5HOOC{-}(CH_2)_4{-}COOH +$$
$$+ 8MnSO_4 + 4K_2SO_4 + 12H_2O$$

Вариант 8

30 Электронный баланс:

$$\begin{array}{l|l} 3 & S^{-2} - 2\bar{e} \rightarrow S^0 \\ 1 & 2Cr^{+6} + 6\bar{e} \rightarrow 2Cr^{+3} \end{array}$$

Окислитель Cr^{+6} (или K_2CrO_4), восстановитель S^{-2} (или K_2S).
Уравнение реакции: $K_2Cr_2O_7 + 3K_2S + 7H_2SO_4 \rightarrow 3S + 4K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 7H_2O$

31 1) $Na[Al(OH)_4] + H_2S = Al(OH)_3\downarrow + NaHS + H_2O$

2) $10NaHS + 4NaMnO_4 + 11H_2SO_4 = 10S + 4MnSO_4 + 7Na_2SO_4 + 16H_2O$

3) $S + O_2 = SO_2$

4) $SO_2 + KClO + 2KOH = KCl + K_2SO_4 + H_2O$

32 1) $CH_3{-}CH_2{-}CHCl_2 + 2NaOH \rightarrow CH_3{-}CH_2{-}C(O)H + 2NaCl + H_2O$

2) $3CH_3{-}CH_2{-}C(O)H + K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 \rightarrow 3CH_3{-}CH_2{-}COOH + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 4H_2O$

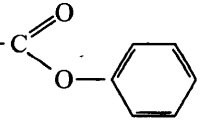
3) $2CH_3{-}CH_2{-}COOH + Na_2CO_3 \rightarrow 2CH_3{-}CH_2{-}COONa + H_2O + CO_2$

4) $CH_3{-}CH_2{-}COONa + CH_3{-}CH(Br){-}CH_3 \rightarrow CH_3{-}CH_2{-}COO{-}CH(CH_3)_2 + NaBr$

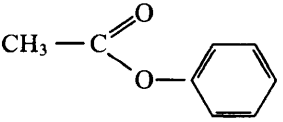
5) $CH_3{-}CH_2{-}COO{-}CH(CH_3)_2 + NaOH \rightarrow CH_3{-}CH_2{-}COONa + CH_3{-}CH(OH){-}CH_3$

33 $w(Cu(NO_3)_2) = 0{,}145$ или 14,5%.

34 2) молекулярная формула вещества $C_8H_8O_2$

3) структурная формула 

4) уравнение реакции



$$2\ \text{(C}_8\text{H}_8\text{O}_2\text{)} + 2Ba(OH)_2 \rightarrow (CH_3COO)_2Ba +$$
$$+ (C_6H_5O)_2Ba + 2H_2O$$

Вариант 9

30 Электронный баланс:

$$\begin{array}{l|l} 3 & Mn^{+2} - 4\bar{e} \rightarrow Mn^{+6} \\ 2 & Cl^{+5} + 6\bar{e} \rightarrow Cl^{-1} \end{array}$$

Окислитель Cl^{+5} (или $KClO_3$), восстановитель Mn^{+2} (или MnO).

Уравнение реакции:

$3MnO + 2KClO_3 + 6KOH \rightarrow 3K_2MnO_4 + 2KCl + 3H_2O$

31 1) $Cu + 4HNO_{3(конц.)} = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$

2) $2Cu(NO_3)_2 = 2CuO + 4NO_2 + O_2$

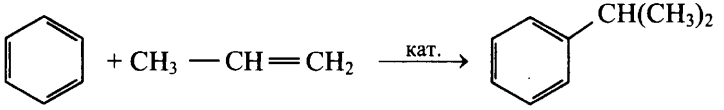
3) $CuO + CO = Cu + CO_2$

4) $Cu + CuCl_2 + 2NaCl = 2Na[CuCl_2]$

32 1) $C_7H_{16} \xrightarrow{Pt,\ t^\circ} C_6H_5—CH_3 + 4H_2$

2) $C_6H_5—CH_3 + 2NaMnO_4 \rightarrow C_6H_5—COONa + 2MnO_2 + NaOH + H_2O$

3) $C_6H_5—COONa + NaOH \xrightarrow{t^\circ} C_6H_6 + Na_2CO_3$

4) 

5) $5C_6H_5—CH(CH_3)_2 + 18KMnO_4 + 27H_2SO_4 = 5C_6H_5—COOH + 10CO_2 + 18MnSO_4 + 9K_2SO_4 + 42H_2O$

33 $w(CuSO_4) = 0{,}218$ или 21,8%.

34 2) молекулярная формула вещества C_3H_8O

3) структурная формула $CH_3—\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}—CH_3$

4) уравнение реакции

$$CH_3—\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}—CH_3 + CuO \xrightarrow{t^\circ} CH_3—\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}—CH_3 + Cu + H_2O$$

Вариант 10

30 Электронный баланс:

$$\begin{array}{l|l} 2 & Mn^{+3} - 3\bar{e} \rightarrow Mn^{+6} \\ 3 & N^{+5} + 2\bar{e} \rightarrow N^{+3} \end{array}$$

Окислитель N^{+5} (или KNO_3), восстановитель Mn^{+3} (или Mn_2O_3).

Уравнение реакции:

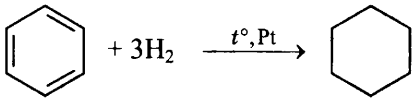
$3KNO_3 + Mn_2O_3 + 4KOH \rightarrow 2K_2MnO_4 + 3KNO_2 + 2H_2O$

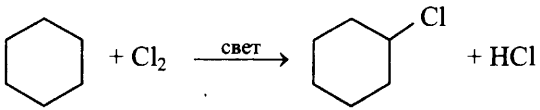
31 1) $Fe + 6HNO_{3(конц.)} = Fe(NO_3)_3 + 3NO_2 + 3H_2O$

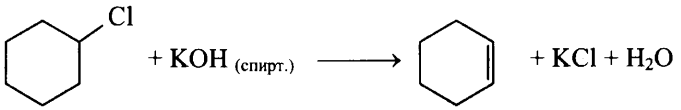
2) $4Fe(NO_3)_3 = 2Fe_2O_3 + 12NO_2 + 3O_2$

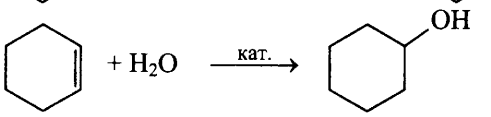
3) $NaH + H_2O = NaOH + H_2\uparrow$

4) $Fe_2O_3 + H_2 = 2FeO + H_2O$

32 1) 

2) 

3) 

4) 

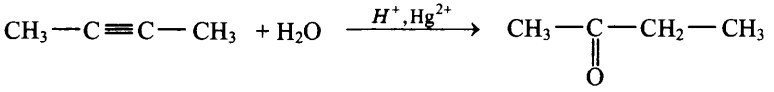
5) $3C_6H_{11}OH + 4K_2Cr_2O_7 + 16H_2SO_4 \rightarrow 3HOOC—(CH_2)_4—COOH + + 4Cr_2(SO_4)_3 + 4K_2SO_4 + 19H_2O$

33 $w(HNO_3) = 0{,}494$ или 49,4%.

34 2) молекулярная формула вещества C_4H_6

3) структурная формула $CH_3—C\equiv C—CH_3$

4) уравнение реакции



Вариант 11

30 $8KMnO_4 + 5PH_3 + 12H_2SO_4 = 8MnSO_4 + 5H_3PO_4 + 4K_2SO_4 + + 12H_2O$

$Mn^{+7} + 5\bar{e} \rightarrow Mn^{+2}$ (окислитель)

$P^{-3} - 8\bar{e} \rightarrow P^{+5}$ (восстановитель)

31 1) $Al_2(SO_4)_3 + 3Ba(NO_3)_2 = 3BaSO_4\downarrow + 2Al(NO_3)_3$

2) $Al(NO_3)_3 + 3NaOH = Al(OH)_3\downarrow + 3NaNO_3$

3) $2Al(OH)_3 = Al_2O_3 + 3H_2O$

4) $Al_2O_3 + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2O$

32 1) $н\text{-}C_4H_{10} \xrightarrow{AlCl_3,\,t} CH_3CH(CH_3)CH_3\ (X_1)$

2) $CH_3CH(CH_3)CH_3\ (X_1) + Br_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3CBr(CH_3)CH_3 + HBr\ (X_2)$

3) $CH_3CBr(CH_3)CH_3 + KOH_{(спирт.)} \rightarrow CH_3C(CH_3){=}CH_2 + KBr +$
$+ H_2O\ (X_3)$

4) $3CH_3C(CH_3){=}CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow$
$\rightarrow 3CH_3C(CH_3)(OH)CH_2OH + 2KOH + 2MnO_2$

5) $CH_3C(CH_3)(OH)CH_2OH + 11O_2 \rightarrow 8CO_2 + 10H_2O$

33 34,1% Fe.

34 2) C_2H_4O; 3) CH_3COOH;

4) $CH_3COOH + KHCO_3 \rightarrow CH_3COOK + CO_2 + H_2O$.

Вариант 12

30 $16KMnO_4 + 5Ca_3P_2 + 39H_2SO_4 = 16MnSO_4 + 10H_3PO_4 +$
$+ 16K_2SO_4 + 15CaSO_4 + 24H_2O$

$Mn^{+7} + 5\bar{e} \rightarrow Mn^{+2}$ (окислитель)

$P^{-3} - 8\bar{e} \rightarrow P^{+5}$ (восстановитель)

31 1) $3NaNO_3 + Cr_2O_3 + 2Na_2CO_3 = 2Na_2CrO_4 + 3NaNO_2 + 2CO_2$

2) $CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3\downarrow + H_2O$

3) $CaCO_3 + 2HBr = BaBr_2 + CO_2\uparrow + H_2O$

4) $CaBr_2 + 2AgNO_3 = 2AgBr\downarrow + Ba(NO_3)_2$

32 1) $н\text{-}C_4H_{10} \xrightarrow{Cr_2O_3,\ 650\,^\circ C} H_2C{=}CH{-}CH{=}CH_2 + 2H_2\ (X_1)$

2) $H_2C{=}CH{-}CH{=}CH_2 + Br_2 \rightarrow BrCH_2CH{=}CHCH_2Br$

3) $BrCH_2CH{=}CHCH_2Br + H_2 \rightarrow BrCH_2CH_2CH_2CH_2Br\ (X_2)$

4) $BrCH_2CH_2CH_2CH_2Br + 2KOH \rightarrow HOCH_2CH_2CH_2CH_2OH\ (X_3) +$
$+ 2KBr$

5) $5HOCH_2CH_2CH_2CH_2OH + 8KMnO_4 + 24H^+ \rightarrow$
$\rightarrow 5HOC(O)CH_2CH_2C(O)OH\ (X_4) + 8K^+ + 8Mn^{2+} + 22H_2O$

33 $w(Fe) = 40{,}9\ \%$.

34 2) C_3H_8O; 3) C_3H_7OH;

4) $CH_3CH(OH)CH_3 + HBr \rightarrow CH_3CHBrCH_3 + H_2O$.

Вариант 13

30 $2KMnO_4 + 10NaCl + 8H_2SO_4 = 2MnSO_4 + 5Cl_2\uparrow + K_2SO_4 +$
$+ 5Na_2SO_4 + 8H_2O$

$Mn^{+7} + 5\bar{e} \rightarrow Mn^{+2}$ (окислитель)

$2Cl^{-1} - 2\bar{e} \rightarrow Cl_2^0$ (восстановитель)

31 1) $2Na + H_2 = 2NaH$

2) $NaH + H_2O = NaOH + H_2\uparrow$

3) $H_2 + Cl_2 = 2HCl$

4) $6NaOH + 3Cl_2 = 5\,NaCl + NaClO_3 + 3H_2O$

32 1) $3CH_3—CH{=}CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow$
$\rightarrow 3HOCH_2CH(OH)CH_3\ (X_1) + 2KOH + 2MnO_2$

2) $HOCH_2CH(OH)CH_3 + 2HCl \rightarrow ClCH_2CHClCH_3\ (X_2) + 2H_2O$

3) $ClCH_2CHClCH_3 + 2KOH\ _{(спирт)} \rightarrow HC{\equiv}C—CH_3 + 2KCl +$
$+ 2H_2O$

4) $2HC{\equiv}C—CH_3 + 2Na \rightarrow 2NaC{\equiv}C—CH_3 + H_2\ (X_3)$

5) $NaC{\equiv}C—CH_3 + CH_3Br \rightarrow CH_3—C{\equiv}C—CH_3\ (X_4) + NaBr$

33 35% Na_2CO_3, 65% $BaCO_3$.

34 2) $C_2H_3NaO_2$; 3) $CH_3C(O)ONa$;

4) $CH_3C(O)ONa + CH_3Br \rightarrow CH_3C(O)OCH_3 + NaBr$

Вариант 14

30 $K_2Cr_2O_7 + 2NO + 4H_2SO_4 = Cr_2(SO_4)_3 + 2HNO_3 + K_2SO_4 + 3H_2O$
$2Cr^{+6} + 6\bar{e} \rightarrow 2Cr^{+3}$ (окислитель)
$N^{+2} - 3\bar{e} \rightarrow N^{+5}$ (восстановитель)

31 1) $2Na + O_2 = Na_2O_2$

2) $2Na_2O_2 + 2CO_2 = 2Na_2CO_3 + O_2\uparrow$

3) $Na_2CO_3 + 2HCl = 2NaCl + CO_2\uparrow + H_2O$

4) $NaCl + AgNO_3 = AgCl\downarrow + NaNO_3$.

32 1) $CH_3CH_2CH_2OH \rightarrow CH_3CH{=}CH_2 + H_2O\ (X_1)$
$CH_3CH{=}CH_2 + HBr \rightarrow CH_3CHBrCH_3\ (X_2)$
$2CH_3CHBrCH_3 + 2Na \rightarrow CH_3CH(CH_3)CH(CH_3)CH_3\ (X_3) + 2NaBr$
$CH_3CH(CH_3)CH(CH_3)CH_3 + Br_2 \rightarrow$
$\rightarrow CH_3CBr(CH_3)CH(CH_3)CH_3\ (X_4) + HBr$
$CH_3CBr(CH_3)CH(CH_3)CH_3 + KOH\ _{(спирт)} \rightarrow$
$\rightarrow CH_3C(CH_3){=}C(CH_3)CH_3\ (X_5) + KBr + H_2O$

33 32,5 % Al.

34. 2) C_3H_6O; 3) $CH_3CH_2C(O)H$.

4) $CH_3CH_2C(O)H + 2CH_3OH \rightarrow CH_3CH_2CH(OCH_3)_2 + H_2O$

Вариант 15

30 $5PbO_2 + 2MnSO_4 + 3H_2SO_4 = 5PbSO_4 + 2HMnO_4 + 2H_2O$

$Pb^{+4} + 2\bar{e} \rightarrow Pb^{+2}$ (окислитель)

$Mn^{+2} - 5\bar{e} \rightarrow Mn^{+7}$ (восстановитель)

31 1) $2K + S = K_2S$

2) $K_2S + 2HCl = H_2S\uparrow + 2KCl$

3) $3H_2S + K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 = 3S\downarrow + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$.

4) $3S + 2Al = Al_2S_3$.

32 1) $3CH_3–CH{=}CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow$

$\rightarrow 3HOCH_2CH(OH)CH_3\ (X_1) + 2KOH + 2MnO_2$

$HOCH_2CH(OH)CH_3 + 2HCl \rightarrow ClCH_2CHClCH_3\ (X_2) + 2H_2O$

$ClCH_2CHClCH_3 + 2KOH\ _{(спирт)} \rightarrow HC{\equiv}C—CH_3\ (X_3) + 2KCl +$

$+ 2H_2O$

$HC{\equiv}C—CH_3 + H_2O \rightarrow H_3C—C(O)—CH_3\ (X_4)$

$H_3C—C(O)—CH_3 + PCl_5 \rightarrow H_3C—CCl_2—CH_3\ (X_5) + P(O)Cl_3$.

33 36,4 % Cu.

34 C_4H_8; $H_3C—CH{=}CH—CH_3$;

$H_3C—CH{=}CH—CH_3 + HBr \rightarrow H_3C—CHBr—CH_2—CH_3$.

РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ ТИПОВОГО ВАРИАНТА ЕГЭ

Вариант 10

1. Основываясь на положении указанных элементов в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева, запишем электронные формулы их атомов:

1) B $1s^2\mathbf{2s^2}\mathbf{2p^1}$
2) Mg $1s^2 2s^2 2p^6\mathbf{3s^2}$
3) P $1s^2 2s^2 2p^6\mathbf{3s^2}\mathbf{3p^3}$
4) Si $1s^2 2s^2 2p^6\mathbf{3s^2}\mathbf{3p^2}$
5) He $\mathbf{1s^2}$

Жирным шрифтом выделены внешние электроны. Видно, что по два электрона на внешнем энергетическом уровне содержат атомы магния и гелия.

Ответ:

2	5

2. Используя Периодическую систему химических элементов Д.И. Менделеева, находим, что в одном периоде расположены элементы магний, фосфор, кремний. Электроотрицательность элементов уменьшается по периоду справа налево. Следовательно, самым большим значением электроотрицательности обладает фосфор (VA группа), самым маленьким — магний (IIA группа).

Ответ:

3	4	2

3. Степень окисления, равную +3, проявляют бор и фосфор.

Ответ:

1	3

4. Напомним, что ковалентная неполярная химическая связь реализуется между атомами одного и того же химического элемента. Такая связь присутствует в молекулах этилена $H_2C{=}CH_2$ (связь углерод–углерод) и серы S_8 (связь сера—сера).

Ответ:

1	4

5. Задание проверяет знание классификации неорганических соединений. Гидроксонитрат хрома(III) относится к основным солям, дигидрофосфат хрома(III) — к кислым солям. Об этом свидетельствуют гидроксогруппы в первом соединении (А) и кислотные атомы водорода во втором (Б). Последнее соединение (В) — сульфат калия-хрома — типичная двойная

соль. Не следует путать двойные соли (два катиона и один анион) со смешанными солями (один катион и два аниона).

Ответ:

А	Б	В
3	2	4

6. Исходя из химических свойств железа, можно утверждать, что при обычных условиях оно реагирует с соляной кислотой (любой концентрации) и нитратом серебра в растворе:

$Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2$ (железо в ряду активности находится левее водорода и вытесняет его из растворов кислот)

$Fe + 2AgNO_3 = 2Ag + Fe(NO_3)_2$ (серебро, будучи менее активным металлом, чем железо, вытесняется им из своих солей).

Ответ:

2	5

7. Проанализируем отношение предложенных оксидов к кислотам и щелочам.

1) CO — несолеобразующий оксид, не реагирует с растворами кислот и щелочей,
2) SO_3 — кислотный оксид, реагирует с щелочами,
3) CuO — основный оксид, реагирует только с кислотами,
4) MgO — основный оксид, реагирует только с кислотами,
5) ZnO — амфотерный оксид, реагирует и с кислотами, и с щелочами.

Таким образом, только оксиды меди и магния, будучи основными, реагируют с кислотой, но не реагируют с щёлочью.

Ответ:

3	4

8. Исходя из правил составления ионных уравнений реакции, можно утверждать, что уравнение

$$Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2$$

описывает взаимодействие растворимой соли меди (вещество Y) с раствором щёлочи (вещество X).

Из предложенного в ответе перечня следует выбрать $CuCl_2$ (поскольку CuS нерастворим) и $Ba(OH)_2$ (единственная щёлочь в списке).

Ответ:

X	Y
5	2

9. Выбирая правильный ответ, учтём, что первое превращение относится к окислительно-восстановительным реакциям: железо(II) окисляется до железа(III). Подобную реакцию можно осуществить только с помощью имеющегося в перечне пероксида водорода H_2O_2. Для второго превращения следует использовать концентрированный раствор гидроксида калия KOH.

Ответ:

X	Y
4	2

10. Восстановитель — химический элемент, отдающий электроны, или вещество, содержащее такой элемент. Степень окисления элемента-восстановителя в ходе химической реакции повышается. Восстановителями в следующих реакциях являются:

А) натрий: $Na^0 - \bar{e} = Na^+$

Б) оксид углерода CO: $C^{+2} - 2\bar{e} = C^{+4}$

В) оксид углерода CO: $C^{+2} - 2\bar{e} = C^{+4}$

Г) хлор Cl_2: $Cl^0 - \bar{e} = Cl^{+1}$

Ответ:

А	Б	В	Г
1	5	5	4

11. При выполнении этого задания следует помнить химические свойства (общие и специфические), характерные для главных классов неорганических соединений — простых веществ (металлов и неметаллов), оксидов, оснований, кислот, амфотерных гидроксидов, солей и бинарных соединений.

Так, для магния возможны реакции со вторым набором реагентов:
$2Mg + CO_2 = 2MgO + C$ (магний — сильный восстановитель, горит в атмосфере углекислого газа),
$2Mg + Si = Mg_2Si$ (магний — активный металл, взаимодействует с неметаллами),
$Mg + 2CH_3COOH = Mg(CH_3COO)_2 + H_2$ (магний растворяется в кислотах с выделением водорода).
Оксид фосфора (кислотный оксид) вступает в реакции с веществами пятого набора:
$P_2O_5 + 6KOH = 2K_3PO_4 + 3H_2O$
$P_2O_5 + 3MgO = Mg_3(PO_4)_2$
$P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4$
Гидроксид железа(III), будучи слабо-амфотерным, реагирует с кислотами и щелочами (набор 1):
$Fe(OH)_3 + 3KOH = K_3[Fe(OH)_6]$

$Fe(OH)_3 + 3CH_3COOH = Fe(CH_3COO)_3 + 3H_2O$
$Fe(OH)_3 + 3HBr = FeBr_3 + 3H_2O$
Бромид магния реагирует со всеми веществами третьего набора:
$MgBr_2 + Cl_2 = MgCl_2 + Br_2$ (вытеснение более слабого галогена более сильным),
$MgBr_2 + 2AgNO_3 = Mg(NO_3)_2 + 2AgBr\downarrow$ (качественная реакция на бромид-ион),
$MgBr_2 + Ba(OH)_2 = BaBr_2 + Mg(OH)_2\downarrow$ (получение нерастворимого основания).

Ответ:

А	Б	В	Г
2	5	1	3

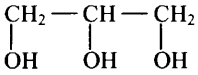
12. Задание проверяет знание классификации органических соединений. Очевидно, что бензол и этин относятся к углеводородам, а глицерин — к спиртам:



бензол

$CH \equiv CH$

этин



глицерин

Ответ:

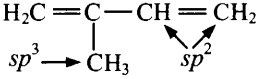
А	Б	В
4	2	4

13. Все атомы углерода находятся в состоянии sp^2-гибридизации в молекулах этена и дивинила:

$CH_2 = CH_2$
этилен (этен)

$CH_2 = CH - CH = CH_2$
дивинил

В молекулах толуола, изопрена и этилацетата есть атомы углерода как в sp^2, так и в sp^3-гибридном состоянии, например:



изопрен

Ответ:

1	4

14. Из углеводородов с аммиачным раствором оксида серебра реагируют только алкины, содержащие атом водорода при тройной связи. К таким углеводородам относятся этин и бутин-1:

$HC \equiv CH$
этин

$CH_3 - CH_2 - C \equiv CH$
бутин-1

Ответ:

3	5

15. В предложенном перечне с пропанолом-1 взаимодействуют:

1) калий 2) муравьиная кислота

Уравнения реакций:

$2C_3H_7OH + 2K \rightarrow 2C_3H_7OK + H_2$

$HCOOH + C_3H_7OH \rightarrow HCOOC_3H_7 + H_2O$ (реакция этерификации).

Ответ:

1	2

16. Анилин относится к ароматическим аминам. Из предложенного перечня с анилином реагируют:

1) бром (образование белого осадка при действии бромной воды — качественная реакция на анилин)
4) азотная кислота (анилин как основание образует соль с азотной кислотой).

Ответ:

1	4

17. Вещество X — гидроксид меди(II). Окисление этаналя до уксусной кислоты под действием гидроксида меди(II) — качественная реакция на альдегиды:

$$CH_3C(O)H + 2Cu(OH)_2 \xrightarrow{t^\circ} CH_3—COOH + Cu_2O + 2H_2O.$$

Вещество Y — ацетат калия, образующийся при нейтрализации уксусной кислоты щелочью. При электролизе водного раствора ацетата калия на аноде выделяется этан:

$$2CH_3COOK + 2H_2O \rightarrow C_2H_6\uparrow + CO_2\uparrow + H_2\uparrow + 2KOH$$

Ответ:

X	Y
4	2

18. Запишем уравнения происходящих реакций:

А) $CH_3—CH=CH_2 + HBr \rightarrow CH_3—CH(Br)—CH_3$ (присоединение по правилу В. Марковникова).

Б) $CH_3—C\equiv CH + 2HBr \rightarrow CH_3—CBr_2—CH_3$ (присоединение по правилу В. Марковникова).

В)  $+ HBr \rightarrow CH_3—CH_2—CH_2—Br$ (реакция присоединения с раскрытием малого цикла).

Г) $CH_3—CH_2—CH=CH_2 + HBr \rightarrow CH_3—CH_2—CH(Br)—CH_3$ (присоединение по правилу В. Марковникова).

Ответ:

А	Б	В	Г
3	6	4	2

19. А) Превращение бутанола-2 в бутен-2 происходит при действии такого сильного дегидратирующего агента, как концентрированная серная кислота.

Б) Превращение бутанола-2 в 2-бромбутан требует замены гидроксогруппы на атом брома. Это происходит при действии на спирт HBr.

В) Превращение бутанола-2 в бутанон происходит при окислении вторичного спирта под действием оксида меди(II) при нагревании.

Г) Превращение бутанола-1 в бутаналь происходит при окислении первичного спирта под действием оксида меди(II) при нагревании.

Ответ:

А	Б	В	Г
2	6	4	4

20. Запишем уравнение взаимодействия пропена с водой:

$$CH_3—CH=CH_2 + H_2O \rightarrow CH_3—CH(OH)—CH_3$$

В ходе этой реакции происходит присоединение молекулы воды к молекуле алкена. Следовательно, это типичная реакция присоединения. Кроме того, присоединение молекул воды называется реакцией гидратации. Следовательно, верны ответы 2 и 4.

Ответ:

2	4

21. Скорость химической реакции зависит от **концентрации реагентов** — чем концентрация больше, тем больше и скорость реакции. В предложенном перечне есть три реакции, в которых кислота используется как реагент. Это:

2) $ZnO_{(тв.)} + HCl_{(р\text{-}р)} \rightarrow ZnCl_{2\,(р\text{-}р)} + H_2O_{(ж)}$

4) $Mg_{(тв.)} + H_2SO_{4\,(разб.)} \rightarrow MgSO_{4(р\text{-}р)} + H_{2(г)}$

5) $HNO_{3\,(конц.)} + Fe_{(тв.)} \rightarrow Fe(NO_3)_{3\,(р\text{-}р)} + NO_{2(г)} + H_2O_{(ж)}$

Особое внимание обратите на реакцию 5: железо при обычных условиях не реагирует с концентрированной азотной кислотой. Это явление называется **пассивацией металла.** Пассивация усиливается при увеличении концентрации кислоты, следовательно, ответ 5 неверен.

Итак, увеличение концентрации кислоты приведёт к увеличению скорости только для реакций 2 и 4.

Ответ:

2	4

22. При ответе на этот вопрос следует помнить несколько правил:

— на **катоде** восстанавливается металл, если в ряду стандартных электродных потенциалов он расположен правее водорода,

— на **катоде** выделяется водород из воды, если металл расположен левее марганца,

— на **катоде** возможно выделение и металла, и водорода, если металл расположен в середине ряда,

— на **аноде** разряжается анион, если он бескислородный,

— на **аноде** выделяется кислород из воды, если анион кислородсодержащий.

Из последнего правила есть **два исключения**:

— фторид-ионы не окисляются в водном растворе, вместо фторид-ионов окисляются молекулы воды с выделением кислорода,

— ацетат-ионы разряжаются с образованием углекислого газа и этана.

Используя эти правила, найдём продукты электролиза:

ФОРМУЛА СОЛИ	ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА
А) KNO_3	1) металл и азот
Б) $MgBr_2$	2) водород и галоген (бром)
В) $CuCl_2$	3) металл (медь) и галоген (хлор)
Г) $AgNO_3$	4) металл (серебро) и кислород
	5) водород и кислород

Ответ:

А	Б	В	Г
5	2	3	4

23. Исходя из природы соли, установим соответствие между названием соли и отношением этой соли к гидролизу.

Нитрат кальция — соль, образованная сильным основанием и сильной кислотой, такие соли гидролизу не подвергаются.

Стеарат натрия и фосфат калия — соли, образованные сильным основанием и слабой кислотой, гидролизуются по аниону.

Карбонат аммония — соль, образованная и слабым основанием, и слабой кислотой, такие соли гидролизуются и по катиону, и по аниону.

Ответ:

А	Б	В	Г
3	2	2	4

24. Правильный ответ можно найти, используя **принцип смещения химического равновесия Ле-Шателье**: если на систему, находящуюся в состоянии равновесия, оказывать внешнее воздействие, то равновесие смещается в сторону, ослабляющую это воздействие.
Используя принцип Ле-Шателье, найдём направление смещения химического равновесия для системы:

$$COCl_{2(г)} \rightleftarrows CO_{(г)} + Cl_{2(г)} - Q$$

А) Увеличение концентрации оксида углерода(II) приведёт к смещению равновесия в сторону его расходования, т.е. в сторону исходных веществ (ответ 2).

Б) Уменьшение концентрации хлора приведёт к смещению равновесия в сторону образования хлора, т.е. в сторону продуктов реакции (ответ 1).

В) Уменьшение давления смещает равновесие в сторону увеличения объёма, т.е. в сторону продуктов реакции (ответ 1).

Г) Увеличение температуры смещает равновесие в сторону эндотермического процесса, т.е. в сторону образования продуктов реакции (ответ 1).

Ответ:

А	Б	В	Г
2	1	1	1

25. Используя особенности химических свойств предложенных веществ, найдём реагент, с помощью которого их можно различить.

А) K_3PO_4 и K_2SO_4 — при действии раствора $AgNO_3$ в случае фосфата калия выпадет жёлтый осадок Ag_3PO_4.

Б) K_2SO_4 и K_2SO_3 — действие серной кислоты приведёт к выделению газа в случае сульфита калия.

В) $AlCl_3$ и $ZnCl_2$ — при действии водного раствора аммиака в обоих случаях выпадает белый осадок гидроксида металла, однако гидроксид цинка, в отличие от гидроксида алюминия, растворяется в избытке реагента с образованием прочного аммиачного комплекса: $Zn(OH)_2 + 4NH_3 \cdot H_2O = [Zn(NH_3)_4](OH)_2 + 4H_2O$

Г) H_3PO_4 и HNO_3 — эта пара кислот распознаётся по реакции с медью, медь взаимодействует только с азотной кислотой.

Ответ:

А	Б	В	Г
4	3	2	5

26. Общеизвестно, что:

А) выплавка чугуна осуществляется в доменной печи

Б) метан — основной компонент природного газа, откуда его и выделяют

В) один из способов получения фенола состоит в выделении его из каменноугольной смолы, образующейся при коксовании каменного угля

Г) лигроин (наряду с бензином, керосином, газойлем и т.д.) получают перегонкой нефти

Ответ:

А	Б	В	Г
4	3	2	5

27. Прежде всего найдём массу соли, содержавшейся в первом и втором растворах:

$m_1(NaCl) = m \cdot w = 250\ г \cdot 0{,}15 = 37{,}5\ г$

$m_2(NaCl) = m \cdot w = 30\ г \cdot 0{,}2 = 6\ г$

Всего соли в исходных растворах содержалось 43,5 г.

Масса раствора после смешения равна 250 г + 30 г = 280 г.

Массовая доля соли в получившемся растворе равна:

$w(NaCl) = m(NaCl)/m(р\text{-}ра) = 43{,}5\ г/280\ г = 0{,}155$ или 15,5%.

Ответ: $w(NaCl) = 15{,}5\%$.

28. Из термохимического уравнения следует, что на 1 моль израсходованного кислорода выделяется 484 кДж теплоты. Составим пропорцию:

1 моль O_2 — 484 кДж

x моль O_2 — 1452 кДж

откуда $x = 1452/484 = 3$ моль.

Теперь найдём массу израсходованного кислорода:

$$m(O_2) = n(O_2) \cdot M(O_2) = 3\ моль \cdot 32\ г/моль = 96\ г.$$

Ответ: $m(O_2) = 96$ г.

29. Составим уравнение реакции:

$$Ca + 2H_2O = Ca(OH)_2 + H_2$$

Из уравнения реакции следует, что:

$$n(H_2) = n(Ca(OH)_2) = 0{,}3\ моль.$$

Искомый объём водорода равен:

$$V(H_2) = n(H_2) \cdot V_m = 0{,}3\ моль \cdot 22{,}4\ л/моль = 6{,}72\ л.$$

Ответ: $V(H_2) = 6{,}72$ л.

30. Составим электронный баланс:

$$\begin{array}{c|l} 2 & Mn^{+3} - 3\bar{e} \rightarrow Mn^{+6} \\ 3 & N^{+5} + 2\bar{e} \rightarrow N^{+3} \end{array}$$

Окислителем является N^{+5} (или нитрат калия KNO_3), восстановителем — ионы Mn^{+3} (или оксид марганца Mn_2O_3).

На основании электронного баланса подберём коэффициенты и составим уравнение реакции:

$$3KNO_3 + Mn_2O_3 + 4KOH = 2K_2MnO_4 + 3KNO_2 + 2H_2O$$

Критерии оценивания задания 30

Ответ правильный и полный: • определена степень окисления элементов, которые являются соответственно окислителем и восстановителем в реакции; • записаны процессы окисления и восстановления и на их основе составлен электронный (электронно-ионный) баланс; • определены недостающие в уравнении реакции вещества, расставлены все коэффициенты	3 балла
Допущена ошибка только в одном из перечисленных выше элементов ответа	2 балла
Допущены ошибки в двух из перечисленных выше элементов ответа	1 балл
Все элементы ответа записаны неверно	0 баллов
Максимальный балл	3 балла

31. Запишем уравнения четырёх реакций, описанных в условии задания.

Железо растворили в концентрированной азотной кислоте при нагревании. При этом железо окисляется до степени окисления +3, продуктом восстановления азотной кислоты является диоксид азота:

1) $Fe + 6HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + 3NO_2 + 3H_2O$

Полученную соль — нитрат железа(III) — прокалили. Нитрат распадается при прокаливании на оксид железа, диоксид азота и кислород:

2) $4Fe(NO_3)_3 = 2Fe_2O_3 + 12NO_2 + 3O_2$

При растворении гидрида натрия в воде происходит реакция сопропорционирования водорода в степенях окисления +1 и –1:

3) $NaH + H_2O = NaOH + H_2\uparrow$

Получившийся ранее бурый порошок оксида железа(III) нагрели в атмосфере водорода, при этом могло произойти восстанов-

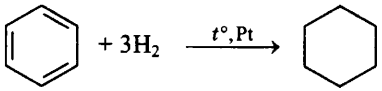
ление Fe_2O_3 до Fe_3O_4, FeO или металлического железа. И Fe_3O_4 (природный минерал магнетит), и металлическое железо притягиваются магнитом. По условию образуется вещество, не притягивающееся магнитом. Им может быть только FeO:

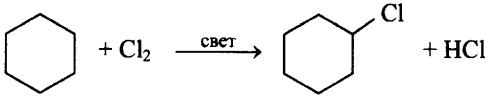
4) $Fe_2O_3 + H_2 = 2FeO + H_2O$

Критерии оценивания задания 31

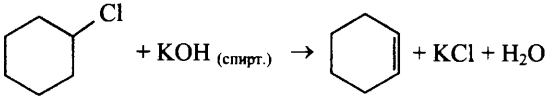
Правильно записаны четыре уравнения реакций	4 балла
Правильно записаны три уравнения реакций	3 балла
Правильно записаны два уравнения реакций	2 балла
Правильно записано одно уравнение реакции	1 балл
Все уравнения реакций записаны неверно	0 баллов
Максимальный балл	4 балла

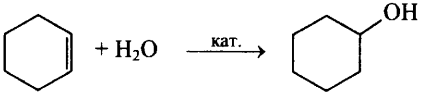
32. Запишем уравнения реакций, отвечающих схеме превращений. Поскольку хлоргексациклогексан можно получить, хлорируя циклогексан, то вещество X_1 — циклогексан:

1) 

2) 

При обработке хлоргексациклогексана спиртовым раствором щёлочи получается циклогексен (вещество X_2), гидратация которого приводит к образованию циклогексанола:

3) 

4) 

Окисление циклогексанола может приводить как к образованию циклогексанона, так и к образованию адипиновой кислоты (в жёстких условиях, с раскрытием цикла). В задании образуется именно адипиновая кислота:

5) $3C_6H_{11}OH + 4K_2Cr_2O_7 + 16H_2SO_4 \rightarrow$
$\rightarrow 3HOOC—(CH_2)_4—COOH + 4Cr_2(SO_4)_3 + 4K_2SO_4 + 19H_2O$

Критерии оценивания задания 32

Правильно записаны пять уравнений реакций	5 баллов
Правильно записаны четыре уравнения реакций	4 балла
Правильно записаны три уравнения реакций	3 балла
Правильно записаны два уравнения реакций	2 балла
Правильно записано одно уравнение реакции	1 балл
Все уравнения реакций записаны неверно	0 баллов
Максимальный балл	5 баллов

Примечание. Допустимо использование структурных формул разного вида (развёрнутой, сокращённой, скелетной), однозначно отражающих порядок связи атомов и взаимное расположение заместителей и функциональных групп в молекуле органического вещества.

33. Запишем уравнения происходящих реакций:

(1) $CuO + H_2 = Cu + H_2O$

(2) $Cu + 4HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$

(3) $CuO + 2HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + H_2O$

Рассчитаем исходные количества веществ водорода и оксида меди:

$n(H_2) = 4{,}48$ л$/22{,}4$ л $\cdot$ моль$^{-1} = 0{,}2$ моль

$n(CuO) = 24$ г$/\ 80$ г $\cdot$ моль$^{-1} = 0{,}3$ моль

В соответствии с уравнением (1) оксид меди дан в избытке, его вступит в реакцию только 0,2 моль:

$n(CuO)_{прореаг.} = n(H_2) = 0{,}2$ моль

$n(CuO)_{изб.} = 0{,}3 - 0{,}2 = 0{,}1$ моль

Кроме того, в ходе реакции (1) выделится медь, количество вещества которой равно:

$n(Cu) = n(H_2) = 0{,}2$ моль

В соответствии с уравнением реакции (2) в реакцию вступит азотная кислота количеством вещества, равным:

$n(HNO_3)_{прореаг.} = 4n(Cu) = 0{,}8$ моль

При этом выделится диоксид азота:

$n(NO_2) = 2n(Cu) = 0{,}4$ моль

В соответствии с уравнением реакции (3) в реакцию вступит азотная кислота количеством вещества, равным:

$n(HNO_3)_{прореаг.} = 2n(CuO) = 0{,}2$ моль

Всего прореагирует $0{,}2 + 0{,}8 = 1$ моль азотной кислоты. Поскольку было взято $250 \cdot 0{,}75/63 = 2{,}98$ моль кислоты, то после реакции останется $2{,}98 - 1 = 1{,}98$ моль её. Масса азотной кислоты в растворе равна $m(HNO_3) = 1{,}98$ моль $\cdot$ 63 г $\cdot$ моль$^{-1} = 124{,}74$ г.

Рассчитаем теперь массу конечного раствора:

m(р-ра) = $m_{р\text{-}ра}(HNO_3)$ + m(Cu) + m(CuO) – $m(NO_2)$ = 250 + + 0,2·64 + 0,1·80 – 0,4 · 46 = 252,4 г

Массовая доля кислоты в растворе составит:

$$w(HNO_3) = \frac{m(HNO_3)}{m(р\text{-}ра)} = \frac{124,74\ г}{252,4\ г} = 0,494$$ или 49,4%.

Критерии оценивания задания 33

Ответ правильный и полный: • в ответе правильно записаны уравнения реакций, соответствующих условию задания; • правильно произведены вычисления, в которых используются необходимые физические величины, заданные в условии задания; • продемонстрирована логически обоснованная взаимосвязь физических величин, на основании которых проводятся расчёты; • в соответствии с условием задания определена искомая физическая величина	4 балла
Допущена ошибка только в одном из перечисленных выше элементов ответа	3 балла
Допущены ошибки в двух из перечисленных выше элементов ответа	2 балла
Допущены ошибки в трёх из перечисленных выше элементов ответа	1 балл
Все элементы ответа записаны неверно	0 баллов
Максимальный балл	4 балла

Примечание. В случае, когда в ответе содержится ошибка в вычислениях в одном из трёх элементов (втором, третьем или четвёртом), которая привела к неверному ответу, оценка за выполнение задания снижается только на 1 балл.

34. Из результатов по сжиганию органического вещества найдём соотношение атомов углерода и водорода в его молекуле:

n(C) = $n(CO_2)$ = 6,72 л/22,4 л · моль$^{-1}$ = 0,3 моль

n(H) = 2$n(H_2O)$ = 4,05 г/18 г · моль$^{-1}$ = 0,45 моль

Найдём суммарную массу углерода и водорода и убедимся, что кислорода в составе вещества нет:

m(C) + m(H) = 0,3 · 12 + 0,45 · 1 = 4,05 г (что равно массе сгоревшего вещества).

Соотношение атомов в молекуле составит:

$C : H = 0{,}3 : 0{,}45 = 1 : 1{,}5 = 2 : 3$

Это отвечает простейшей формуле C_2H_3. Однако такого углеводорода не существует (формула не подходит ни под один гомологический ряд). Удвоив, получаем молекулярную формулу C_4H_6 (общая формула C_nH_{2n-2}). Следовательно, неизвестный углеводород может быть диеном или алкином. Из условия следует, что искомый углеводород следует искать среди алкинов (так как диены присоединяют 2 моль воды). Из двух возможных алкинов (бутин-1 и бутин-2) предпочтение следует отдать второму веществу, поскольку первое из них реагирует с аммиачным раствором оксида серебра).

Итак, молекулярная формула вещества C_4H_6, структурная формула:

$CH_3—C\equiv C—CH_3$

Уравнение реакции:

$$CH_3—C\equiv C—CH_3 + H_2O \xrightarrow{H^+,\ Hg^{2+}} CH_3—CO—CH_2—CH_3$$

Критерии оценивания задания 34

Ответ правильный и полный: • правильно произведены вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы вещества; • записана молекулярная формула вещества; • записана структурная формула органического вещества, которая отражает порядок связи и взаимное расположение заместителей и функциональных групп в молекуле в соответствии с условием задания; • записано уравнение реакции, на которую даётся указание в условии задания, с использованием структурной формулы органического вещества	4 балла
Допущена ошибка только в одном из перечисленных выше элементов ответа	3 балла
Допущены ошибки в двух из перечисленных выше элементов ответа	2 балла
Допущены ошибки в трёх из перечисленных выше элементов ответа	1 балл
Все элементы ответа записаны неверно	0 баллов
Максимальный балл	4 балла

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИИ

1. Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырех периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбужденное состояние атомов

1. 24 **2.** 45 **3.** 25 **4.** 41 **5.** 13 **6.** 15 **7.** 25 **8.** 13 **9.** 35 **10.** 41

2. Закономерности изменения свойств элементов и их соединений по периодам и группам

1. 231 **2.** 312 **3.** 321 **4.** 132 **5.** 213 **6.** 15 **7.** 34 **8.** 45 **9.** 21 **10.** 14

3. Общая характеристика металлов главных подгрупп I–III групп в связи с их положением в периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностями строения их атомов

1. 513 **2.** 523 **3.** 24 **4.** 25 **5.** 35

4. Характеристика переходных элементов — меди, цинка, хрома, железа — по их положению в периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностям строения их атомов

1. 23 **2.** 14 **3.** 35 **4.** 13 **5.** 21

5. Общая характеристика неметаллов главных подгрупп IV–VII групп в связи с их положением в периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностями строения их атомов

1. 15 **2.** 24 **3.** 35 **4.** 45 **5.** 52 **6.** 34 **7.** 23 **8.** 45 **9.** 24 **10.** 14

6. Ковалентная химическая связь, её разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь

1. 24 **2.** 13 **3.** 25 **4.** 23 **5.** 14 **6.** 45 **7.** 35 **8.** 13 **9.** 54 **10.** 34

7. Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов

1. 21 **2.** 52 **3.** 14 **4.** 14 **5.** 45 **6.** 42 **7.** 15 **8.** 24 **9.** 25 **10.** 45 **11.** 1634 **12.** 4531 **13.** 3663 **14.** 4266 **15.** 5642

8. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Тип кристаллической решетки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения

1. 23 **2.** 15 **3.** 45 **4.** 34 **5.** 15 **6.** 13 **7.** 25 **8.** 35 **9.** 35 **10.** 14

9. Классификация химических реакций в неорганической и органической химии

1. 45 **2.** 15 **3.** 35 **4.** 24 **5.** 14 **6.** 13 **7.** 42 **8.** 45 **9.** 25 **10.** 34

10. Тепловой эффект химической реакции. Термохимические уравнения

1. 35 **2.** 12 **3.** 34 **4.** 15 **5.** 34

11. Скорость реакции, её зависимость от различных факторов

1. 34 **2.** 24 **3.** 45 **4.** 13 **5.** 35 **6.** 15 **7.** 24 **8.** 34 **9.** 35 **10.** 23

12. Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты

1. 23 **2.** 25 **3.** 13 **4.** 24 **5.** 15 **6.** 25 **7.** 25 **8.** 24 **9.** 31 **10.** 35

13. Реакции ионного обмена

1. 25 **2.** 13 **3.** 53 **4.** 25 **5.** 12 **6.** 25 **7.** 31 **8.** 31 **9.** 25 **10.** 42

14. Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная

1. 24 **2.** 13 **3.** 25 **4.** 15 **5.** 25 **6.** 34 **7.** 15 **8.** 45 **9.** 45 **10.** 12 **11.** 4213 **12.** 2131 **13.** 2132 **14.** 2231 **15.** 3311 **16.** 4361 **17.** 4213 **18.** 3123 **19.** 3213 **20.** 4321

15. Реакции окислительно-восстановительные. Коррозия металлов и способы защиты от нее

1. 14 **2.** 15 **3.** 14 **4.** 15 **5.** 25 **6.** 35 **7.** 21 **8.** 34 **9.** 14 **10.** 24 **11.** 3651 **12.** 2625 **13.** 3351 **14.** 6412 **15.** 5241

16. Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот)

1. 5323 **2.** 2526 **3.** 4252 **4.** 4226 **5.** 5161 **6.** 2521 **7.** 6365 **8.** 2442 **9.** 5261 **10.** 2645

17. Ионный (правило В.В. Марковникова) и радикальный механизмы реакций в органической химии

1. 14 **2.** 13 **3.** 13 **4.** 34 **5.** 34

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

18. Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ (тривиальная и международная)

1. 432 **2.** 241 **3.** 431 **4.** 342 **5.** 143 **6.** 6142 **7.** 5432 **8.** 5631 **9.** 4652 **10.** 6352

19. Характерные химические свойства простых веществ — металлов: щелочных, щелочноземельных, алюминия; переходных металлов: меди, цинка, хрома, железа

1. 32 **2.** 13 **3.** 34 **4.** 35 **5.** 13 **6.** 5623 **7.** 3415 **8.** 6513 **9.** 3213

20. Характерные химические свойства простых веществ — неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния

1. 25 **2.** 34 **3.** 12 **4.** 13 **5.** 43 **6.** 3452 **7.** 3624 **8.** 4216 **9.** 5642

21. Характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных

1. 14 **2.** 35 **3.** 23 **4.** 13 **5.** 13 **6.** 23 **7.** 21 **8.** 31 **9.** 24 **10.** 13 **11.** 4365 **12.** 5432 **13.** 4152 **14.** 2653

22. Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов

1. 25 **2.** 14 **3.** 14 **4.** 13 **5.** 25 **6.** 6542 **7.** 4563 **8.** 6354 **9.** 5542

23. Характерные химические свойства кислот

1. 23 **2.** 45 **3.** 13 **4.** 15 **5.** 25 **6.** 4656 **7.** 4362 **8.** 6632 **9.** 6536

24. Характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных; комплексных (на примере соединений алюминия и цинка)

1. 25 **2.** 14 **3.** 35 **4.** 24 **5.** 24 **6.** 15 **7.** 23 **8.** 35 **9.** 13 **10.** 21 **11.** 2614 **12.** 5163 **13.** 5632 **14.** 6452

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

25. Теория строения органических соединений: гомология и изомерия (структурная и пространственная). Взаимное влияние атомов в молекулах

1. 14 **2.** 25 **3.** 14 **4.** 35 **5.** 13 **6.** 15 **7.** 24 **8.** 35 **9.** 25 **10.** 31

26. Типы связей в молекулах органических веществ. Гибридизация атомных орбиталей углерода. Радикал. Функциональная группа

1. 24 **2.** 12 **3.** 21 **4.** 34 **5.** 15 **6.** 24 **7.** 12 **8.** 34 **9.** 22 **10.** 35

27. Классификация органических веществ. Номенклатура органических веществ (тривиальная и международная)

1. 413 **2.** 241 **3.** 431 **4.** 341 **5.** 421 **6.** 244 **7.** 341 **8.** 432 **9.** 342 **11.** 5321 **12.** 3251 **13.** 3246 **14.** 3516 **15.** 5641

28. Характерные химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводородов (бензола и толуола)

1. 15 **2.** 35 **3.** 31 **4.** 25 **5.** 13 **6.** 24 **7.** 23 **8.** 23 **9.** 24 **10.** 43 **11.** 2123 **12.** 2112 **13.** 1221 **14.** 2143 **15.** 4251 **16.** 3462 **17.** 4115 **18.** 3641 **19.** 3615 **20.** 5314

29. Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов; фенола

1. 23 **2.** 12 **3.** 23 **4.** 35 **5.** 12 **6.** 45 **7.** 25 **8.** 25 **9.** 13 **10.** 24 **11.** 5524 **12.** 6542 **13.** 3324 **14.** 2513 **15.** 5412

30. Характерные химические свойства альдегидов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров

1. 34 **2.** 35 **3.** 24 **4.** 14 **5.** 24 **6.** 45 **7.** 35 **8.** 15 **9.** 23 **10.** 13 **11.** 3241 **12.** 5312 **13.** 6421 **14.** 4126 **15.** 6153

31. Характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот

1. 25 **2.** 14 **3.** 24 **4.** 15 **5.** 14

32. Биологически важные вещества: жиры, белки, углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды)

1. 24 **2.** 54 **3.** 34 **4.** 23 **5.** 12 **6.** 24 **7.** 34 **8.** 23 **9.** 14 **10.** 45

МЕТОДЫ ПОЗНАНИЯ В ХИМИИ. ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

33. Правила работы в лаборатории. Лабораторная посуда и оборудование. Правила безопасности при работе с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии

1. 35 **2.** 25 **3.** 43 **4.** 15 **5.** 31

34. Научные методы исследования химических веществ и превращений. Методы разделения смесей и очистки веществ

1. 35 **2.** 25 **3.** 13 **4.** 41 **5.** 24

35. Определение характера среды водных растворов веществ. Индикаторы

1. 34 **2.** 45 **3.** 14 **4.** 25 **5.** 24

36. Качественные реакции на неорганические вещества и ионы

1. 31 **2.** 24 **3.** 53 **4.** 24 **5.** 12 **6.** 3513 **7.** 4221 **8.** 5125 **9.** 4152 **10.** 5341

37. Идентификация органических соединений

1. 25 **2.** 23 **3.** 24 **4.** 34 **5.** 14 **6.** 5325 **7.** 3431 **8.** 4231 **9.** 4253 **10.** 5124

38. Основные способы получения (в лаборатории) конкретных веществ, относящихся к изученным классам неорганических соединений

1. 14 **2**. 45 **3**. 24 **4**. 14 **5**. 15

39. Основные способы получения углеводородов (в лаборатории)

1. 13 **2**. 25 **3**. 45 **4**. 14 **5**. 42

40. Основные способы получения кислородсодержащих соединений (в лаборатории)

1. 45 **2**. 13 **3**. 31 **4**. 25 **5**. 23

41. Понятие о металлургии: общие способы получения металлов

1. 32 **2**. 42 **3**. 35 **4**. 14 **5**. 24

42. Общие научные принципы химического производства (на примере промышленного получения аммиака, серной кислоты, метанола). Химическое загрязнение окружающей среды и его последствия

1. 25 **2**. 35 **3**. 14 **4**. 13 **5**. 15

43. Природные источники углеводородов, их переработка

1. 14 **2**. 12 **3**. 23 **4**. 24 **5**. 13

44. Высокомолекулярные соединения. Реакции полимеризации и поликонденсации. Полимеры. Пластмассы, волокна, каучуки

1. 14 **2**. 23 **3**. 42 **4**. 35 **5**. 25

45. Вычисление массы растворенного вещества, содержащегося в определенной массе раствора с известной массовой долей

1. 81 **2**. 53 **3**. 13 **4**. 300 **5**. 33 **6**. 600 **7**. 16 **8**. 25 **9**. 210 **10**. 650

46. Расчеты объемных отношений газов при химических реакциях

1. 125 **2**. 30 **3**. 65 **4**. 25 **5**. 8

47. Расчеты массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ

1. 36 **2**. 83 **3**. 12 **4**. 21 **5**. 27 **6**. 93 **7**. 34 **8**. 240 **9**. 28 **10**. 179

48. Расчеты теплового эффекта реакции

1. 100 **2**. 110 **3**. 822 **4**. 60 **5**. 56

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

1. 68 г **2**. 25г **3.** 4,92 г **4**. 0,193 **5**. $w(Na_2S)$ = 0,0302, $w(Na_2SO_4)$ = = 0,0668 **6**. 104 г **7**. 5,6 л **8**. 0,0285 **9**. 8,54 г NaCl и 6,50 г $NaNO_3$ **10**. $w(H_3PO_4)$ = 0,0200 и $w(KH_2PO_4)$ = 0,0971

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

1. 0,195 **2**. 125 мл **3.** 0,190 **4**. 167 мл **5**. $w(MnCl_2)$ = 0,0543, $w(KCl)$ = 0,0321 **6**. 0,671 **7**. 157 мл **8**. 13,8 г **9**. 34,3 мл **10**. 6,41 г

51. Нахождение молекулярной формулы вещества

1. $C_5H_{10}O$, C_2H_5–CO–C_2H_5. **2**. $C_4H_8NO_2Na$, $C_2H_5CHNH_2COOH$. **3.** $C_4H_8O_2$, $C_2H_5COOCH_3$. **4**. □(C) = □(H) = 3,6 моль, 101 л **5**. CH_3, C_2H_6 **6**. C_3H_6, пропанол-2. **7**. C_2H_6. **8**. $C_3H_7NH_2$, $(CH_3)_2CH$–NH_2, 13,44 л. **9**. C_2H_5COOH, CH_3COOCH_3, $HCOOC_2H_5$. **10**. CH_3COOH, $(CH_3)_3COH$, $CH_3COOC(CH_3)_3$ **11**. $C_5H_{11}OH$, $(CH_3)_3C$–CH_2OH. **12**. C_3H_9N, CH_3–NH–C_2H_5. **13.** C_4H_9CHO, $(CH_3)_3C$–CHO. **14**. 67,2 л, CH, C_6H_6. **15**. C_3H_8, C_3H_8, CH_3–$CHBr$–CH_3. **16**. C_3H_6, CH_3–CH=CH_2. **17**. C_6H_6, $C_6H_5NH_2$. **18**. $C_3H_7CH_2OH$, CH_3–$CH(CH_3)$–CH_2OH. **19**. 0,277, CH_3COOH. **20**. 0,5 моль, 0,10 моль, CH_3COOH

52. Расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного

1. 17,3 г **2**. 9,8 л **3.** 58 л **4**. 5,84 г **5**. C_7H_8 **6**. 68,4 г **7**. 39 л **8**. 0,10 **9**. 5,5 г **10.** 23,7 кг

53. Расчеты массовой доли (массы) химического соединения в смеси

1. 44 г **2**. 197 л **3.** 0,45 **4**. 0,478 **5**. 0,691 **6**. 1680 л **7**. 17,9 л **8**. 0,62 **9**. 0,491 **10**. 0,462